



NUMERO
SPECIAL
#04

NOV AC

ingénierie & savoir-faire innovants

Stratégie, méthodes et outils pour une recherche INRAE responsable



Stratégie, méthodes et outils pour une recherche INRAE responsable

NUMERO
SPECIAL
#04

2025

SOMMAIRE

Stratégie, méthodes et outils pour une recherche INRAE responsable

AVANT-PROPOS	Philippe Mauguin	9
CHAPITRE 1	Introduction	
	La RSE de la recherche au miroir de l'histoire	15
	Pierre Cornu, Egizio Valceschini	
	Le double label Egalité/Diversité	25
	Catherine Beaumont, Martine Dubois	
	Transition écologique, comment passer de on fait tout ce qu'on peut à on fait ce qu'il faut ? Le Donut de Kate Raworth et l'assemblée citoyenne pour nourrir la stratégie de transition écologique de l'Université de Lausanne	32
	Benoît Frund	
	Dialogue entre philosophie et sciences : traduction du vivant pour une transformation de l'humanité	42
	Sabine Duvaléix	
CHAPITRE 2	Une recherche décarbonée	
	Introduction	51
	Thierry Caquet	
	La méthode « ACT pas à pas » de l'ADEME : une démarche socle de la stratégie bas carbone d'INRAE	54
	Isabelle Bonnin, Frédéric Huard	

Le plan de mobilité : un outil pour repenser durablement les déplacements et ouvrir de nouvelles voies	61
Anne Guillaumet	
StopGES : un outil d'aide à la décision pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre	69
Frédéric Huard, Isabelle Bonnin	
Comptabiliser les émissions de GES des événements INRAE pour mieux les réduire	78
Frédéric Huard	
Évaluation du potentiel de séquestration du carbone dans les unités expérimentales : enjeux, méthodologie et état d'avancement	84
Dorine Bouquet, Frédéric Huard	
Comment évaluer les impacts environnementaux des ouvrages scientifiques ? Une analyse du cycle de vie (ACV) des ouvrages papier et numériques publiés par les éditions Quæ	95
Marcia Magnet	

CHAPITRE 3 **Une recherche sobre en ressources**

Introduction	107
Stéphane Aymerich	
Dix ans du Système de Management Environnemental collectif : quelles nouvelles dynamiques ?	110
Thomas Besson	
Éthique des projets de recherche : un changement d'échelle pour une éthique opérationnelle	118
Claire Lurin	
Le verre réutilisable au laboratoire a-t-il un impact environnemental moindre que le plastique à usage unique ? Analyse avec l'outil EcoLabWare	125
Sophie Schbath, Max-Henri Chanut, Marianne De Paepe	
Comment réduire l'empreinte plastique de la recherche ?	134
Juliette Tison-Rosebery, Valérie Guillard, Isabelle Halgand, Clara Priou-Sédillot, Fiona Ruhnaeu, Eva Truant, Marie-Hélène Andrieu, Eric Cotteux, Virginie Dupuy, Géraldine Gourgues, Olivier Fabreguettes, Carinne Puech, Peggy Riou, Hervé Tournadre, Vincent Véron, Nathalie Gontard	

Sobre : une formation continue au service des économies d'énergie dans les serres de recherche	142
Rémi Gardet, Laurent Charlon, Stéphane Bernard, Étienne Chantoiseau	
Optimiser l'efficacité énergétique des systèmes d'information : Étude comparative d'architectures de mise à disposition des données issues d'Agrosyst	150
Bérenger Vuittenez, Thibault Peyrard	
Les contours d'une instrumentation durable	157
Rémi Clément, Arnold-Fred Imig, Stéphanie Prost-Boucle	
Tero : Création d'une filière pour la gestion du déchet TERreau sur le centre INRAE Occitanie-Toulouse	163
Carine Chauveau, Mathieu Hanemian	
Le projet Melting Pot : repenser la gestion de l'eau dans un bâtiment tertiaire	172
Rémi Lombard-Latune, Sophie Besnault, Adeline Dubost, Leslie Gauthier, Christophe d'Ignazio, Antonin Azais, Céline Berni, Pascal Breil	
PréDis : analyse multicritère des impacts du caractère présentiel ou distanciel de réunions de travail	179
Frédéric Gaymard, Françoise Boudet-Bône, Celeste Le Bourhis, Pascal D'Hour, Taous Guerchouh, Benjamin Cartron, Denis Tagu	

CHAPITRE 4 **De la biodiversité pour et par tous**

Introduction	187
Marc Deconchat	
L'Inventorium : un outil pour recenser les actions de préservation de la biodiversité sur les espaces INRAE	190
Victoria Felix	
Hiboù, gardez un œil sur la biodiversité	195
Antoine Savoie, Victoria Félix	
POURPRÉE : un projet pédagogique pour faire du lien entre thématique de recherche, formation et communication sur une unité expérimentale	203
Éric Kernéis, Anne-Catherine Zippert	

Rewild : histoire du passage d'une gestion traditionnelle des espaces verts à une gestion différenciée	210
Émilie Andrieu, David Charamel, Julien Melilli	
ABioBE : Aménagement pour la Biodiversité et le Bien-Être	219
Maud Porte, Virginie Rossard	
L'implantation de haies dans les unités expérimentales du végétal	227
Anne Delaunay, Jean-Éric Chauvin, Marie-Laure Greil, Magali Joannin, Stéphanie Arnoult, Gilles Tison	
Candide : un projet de science participative reliant centres de ressources biologiques et jardins partagés	235
Michel Verger, Florence Esnault, Isabelle Debeaujon, Jean-Éric Chauvin, Jean-Paul Pillot	

CHAPITRE 5

Ensemble, acteurs RSE !

Introduction	243
Juliette Dibie-Barthelemy	
Accompagner les acteurs et actrices d'une démarche RSE au sein d'une organisation	245
Armelle Carnet	
Décrypter les compétences en responsabilité sociétale	252
Sabine Duvaleix	
Se former tout au long de la vie : une réponse individuelle et collective aux défis environnementaux et sociétaux	260
Walter Bonomo, Philippe Lenoir, Nastaran Manouchehri, Karim Rigalma	
Méthodologie de construction d'un outil de reporting du Plan d'Action Responsabilité Sociétale et Environnementale (PA RSE)	266
Elsa Boromé	
Le dialogue social au coeur de la RSE	272
Camille Michon, Isabelle Champion, Alain Lemaitre	
Retour d'expérience sur les Retex	276
Fabienne Legland	

	Lever les biais inconscients dans le cadre professionnel	279
	Catherine Beaumont, Martine Dubois	
	Optimiser l'organisation des activités via la Responsabilité Sociétale et Environnementale : l'exemple de l'unité expérimentale de La Motte	286
	Maëlle Le Nézet, Gwenaëlle Joannon, Clotilde Blancféné	
	Le Collectif Alimentation Durable INRAE (CADI) : une démarche participative pour un service de restauration plus durable dans les centres	293
	Lucile Marty, Nadine Martinet	
CONCLUSION	Carole Caranta, Patrick Flammarion, Louis-Augustin Julien	303

Avant-propos

Par sa stratégie et ses résultats scientifiques, INRAE est un acteur majeur des recherches au service des objectifs de développement durable : sécurité alimentaire, adaptation et atténuation du dérèglement climatique, protection de l'environnement et de la biodiversité, transitions écologique et agroécologique, alimentation saine et durable, approche globale de la santé.

En cohérence avec cette politique scientifique et afin d'organiser la convergence entre activités, valeurs et pratiques internes, INRAE a construit une stratégie de la responsabilité sociétale et environnementale de l'établissement (RSE) qui a été au cœur de la dynamique liée à la fusion de l'INRA et d'Irstea et à la création du nouvel Institut, puis approuvée par ses instances fin 2020.

Cette démarche trouve ses racines à la fois dans ses collectifs d'agents engagés pour aligner leurs pratiques professionnelles avec les enjeux scientifiques portés par l'institut, mais également dans des démarches déployées dans les deux établissements constitutifs d'INRAE. En effet, Irstea et précédemment le Cemagref avait engagé une comptabilisation de ses émissions de gaz à effet de serre (EGES) dès 2004 et l'INRA à partir de 2009 sous l'impulsion de Paul Colonna, délégué national au développement durable auprès de la direction générale. Ces travaux s'appuyaient sur la méthodologie « bilan carbone® » de l'ADEME expérimentée en précurseur parmi les établissements publics de l'ESR.

La stratégie RSE d'INRAE s'inscrit dans les dynamiques institutionnelles internationales et nationales en intégrant pleinement les enjeux du Développement Durable dans toutes ses dimensions sociales, environnementales et économiques et à toutes les échelles. Cette stratégie s'articule ainsi avec le cadre international des objectifs de développement durable (ODD) définis par l'ONU, et déclinés dans l'Agenda 2030. Elle intègre également les plus récents cadres nationaux en la matière, comme le plan de transformation écologique de l'État mis en œuvre par la circulaire « Services publics écoresponsables ».

Au niveau de l'enseignement supérieur et de la recherche, un cadre national systémique est coconstruit depuis les lois Grenelle de 2009. Ainsi les établissements disposent d'un référentiel DD&RS (Développement Durable et Responsabilité Sociétale) qui permet aux établissements de construire leur démarche et de l'évaluer régulièrement. Un label dédié (<https://www.label-ddrs.org/>) vient compléter ce dispositif. Par ailleurs, le HCERES identifie dans son référentiel d'évaluation des critères sur la prise en compte du développement durable dans le fonctionnement des Unités de recherche. Les Unités peuvent mobiliser des outils pour structurer leurs propres démarches comme le Système de Management de l'Environnement (SME, basé sur la norme ISO 14001) ou des outils développés par des collectifs comme Labos 1point5 ou CO2R (Collectif pour une Recherche Responsable) pour réduire l'empreinte de leurs activités sur l'environnement.

La dynamique RSE d'INRAE impacte l'ensemble des corps de métier de l'Institut et s'incarne par un plan d'action nourri de toutes les contributions internes et consultations externes collectées dans le cadre de la construction du projet stratégique INRAE 2030 dont l'ambition a été réaffirmée récemment à l'occasion de son actualisation.

La dynamique engagée a permis de conduire des projets novateurs qui ont mobilisé différents collectifs durant ces quatre dernières années. Je tiens à citer un dispositif qui me tient particulièrement à cœur : la pépinière de projets RSE qui a retenu 85 projets pour un soutien financier de 790K€. Ce numéro spécial de la revue NOV'AE met en lumière ces projets portés par nos équipes dans les unités, qu'elles soient de recherche, expérimentales ou d'appui. Ce numéro propose également une valorisation de quelques-uns de ces projets menés par des centres, des directions d'appui à la recherche et met en lumière des initiatives marquantes de la dynamique RSE de l'Institut.

Après un chapitre d'introduction qui resitue les concepts et enjeux de la responsabilité sociétale d'un organisme comme INRAE, le chapitre 2 répond à la stratégie bas carbone dont l'Institut s'est doté en octobre 2024. Tous les secteurs d'activité, y compris le monde de la recherche, sont effectivement concernés par la nécessité et l'urgence d'une diminution de leurs émissions de gaz à effet de serre et de l'augmentation des puits de carbone, afin de contribuer à l'atténuation du changement climatique et des impacts associés. La recherche a un rôle à jouer en proposant des solutions au défi climatique, tout en cherchant à réduire les effets négatifs de ses activités et à en accroître les effets positifs. L'estimation de l'empreinte environnementale globale des activités par l'édition régulière d'un bilan d'émission de GES, l'élaboration d'une trajectoire de neutralité carbone ambitieuse et réaliste, la diminution des pollutions font partie intégrante de la démarche. Par ailleurs, le dispositif expérimental d'INRAE constitue un atout important pour l'atteinte de la neutralité carbone. Face aux dilemmes que peut poser cette stratégie et aux arbitrages nécessaires, il est indispensable que les pratiques proposées soient comprises et partagées par toutes et tous et soient mises en cohérence dans une stratégie intégrée et évolutive à l'échelle de l'organisme dans son ensemble.

Le chapitre suivant met en lumière des projets et initiatives en lien avec les pratiques de recherche dans les laboratoires et les unités expérimentales. La recherche de sobriété dans l'usage des ressources mobilisées dans les projets scientifiques est un enjeu majeur pour conduire des recherches innovantes et en phase avec les enjeux sociétaux auxquels répond INRAE tout en ayant conscience de ses impacts. Afin d'agir avec le discernement nécessaire, des dispositifs d'accompagnement pour transformer ces pratiques ont été déployés notamment en matière d'éthique des projets de la recherche et de système de management environnemental. Je souligne que cette année, la démarche SME qui va fêter ses dix ans, embarque presque toutes les unités et installations expérimentales.

Le quatrième chapitre s'intéresse aux enjeux de biodiversité en lien avec notre cadre de travail. Nos pratiques professionnelles impactent la biodiversité qui s'effondre sous l'effet des activités humaines. Les expertises scientifiques d'INRAE permettent d'objectiver ces impacts et de les mesurer. Les actions et projets menés, notamment dans le cadre de la pépinière de projets RSE, montrent que nos collectifs travaillent ensemble à restaurer cette biodiversité et à diminuer les pressions qui s'exercent sur elle. La mobilisation des agents par des actions de sensibilisation, de participation à des chantiers collectifs, parfois ouverts auprès de parties prenantes externes ou encore de contribution à des projets de recherche participative sont autant de leviers à mobiliser et qui s'incarneront dans la futur trajectoire biodiversité d'INRAE.

Enfin, le dernier chapitre de ce numéro montre que sans les femmes et les hommes qui s'engagent au service de cet objectif collectif, la dynamique RSE ne serait pas celle que l'on connaît aujourd'hui. La forte mobilisation de notre communauté lors de la construction du document stratégique INRAE 2030 s'est concrétisée par un objectif de politique générale qui définit les ambitions et le cadre de la stratégie RSE. La prise en compte de la RSE dans nos pratiques et l'impact des dérèglements en cours aussi bien climatique qu'écologique

questionnent nos métiers de diverses façons. Ces défis à relever sont à la fois passionnants et sources d'inquiétude. L'implication de toutes et tous pour être actrices et acteurs des transformations à l'œuvre nécessitent une écoute attentive et un accompagnement à la hauteur des enjeux.

Je souhaite sincèrement remercier toutes les autrices, les auteurs, les relecteurs, les relectrices et les membres du comité éditorial de ce numéro spécial de NOV'AE pour ce travail qui montre la richesse et la diversité des engagements. Se saisir de la RSE pour relever les défis portés par notre Institut est une réelle source de créativité et d'innovation.

Philippe Mauguin

Président-directeur général d'INRAE

Chapitre 1

Introduction

La RSE de la recherche au miroir de l'histoire

Pierre Cornu¹
Egizio Valceschini²

CORRESPONDANCE

pierre.cornu@inrae.fr

RÉSUMÉ

La responsabilité sociale et environnementale (RSE) est une innovation récente issue d'une transcription dans le droit de principes du développement durable. Cet article en retrace l'adaptation au sein de la recherche agronomique, en l'ancrant à la fois dans l'actualité et dans une histoire longue de la prise en compte des impacts sociaux et environnementaux de la recherche. À travers les exemples de l'Inra et du Cemagref devenu Irstea (fondus en 2020 dans INRAE), les auteurs rappellent comment la recherche agronomique française a d'abord soutenu la modernisation agricole avant d'apprendre à en interroger les impacts négatifs. Dès les années 1970, des alertes sur la pollution, la pénibilité du travail ou la souffrance agricole ont favorisé l'émergence de nouveaux objets, d'approches systémiques et d'une plus grande attention aux enjeux environnementaux. Les années 1990 marquent un tournant avec les crises sanitaires et l'affirmation des attentes sociétales, conduisant à une formalisation progressive de la RSE dans les orientations institutionnelles. La recherche agronomique devient alors un acteur clé des transitions, via l'agroécologie, la co-construction des savoirs et les démarches participatives. La RSE, désormais intégrée aux dispositifs de gouvernance, constitue un levier pour repenser les liens entre science, société et environnement, à condition de maintenir une exigence éthique et réflexive.

MOTS-CLÉS

Histoire ; recherche agronomique ; environnement ; éthique scientifique

1 INRAE, Directeur de recherche en histoire du temps présent ; Directeur de l'UMR Territoires, 63170 Aubière, France.

2 Président du comité d'histoire INRAE-Cirad, 75007 Paris, France.

Social and environmental responsibility of research through the lens of history

Pierre Cornu¹
Egizio Valceschini²

CORRESPONDENCE

pierre.cornu@inrae.fr

ABSTRACT

This article traces the evolution of corporate, social and environmental responsibility (CSR) in French agronomic research, linking it both to current issues and to a longer history of concern for the social and environmental impacts of research. Using the example of Inra and Irstea (merged in INRAE in 2020), the authors show how agronomic research initially supported agricultural modernization before beginning to question its negative effects. As early as the 1970s, concerns about pollution, dire working conditions, and the distress experienced by some farmers, led to the emergence of new research topics, systemic approaches, and increased attention to environmental issues. The 1990s marked a turning point, with health crises and rising societal expectations prompting a gradual institutionalization of CSR. Agronomic research became a key player in supporting transitions through agroecology, the co-construction of knowledge, and participatory approaches. CSR, now embedded in governance frameworks, serves as a powerful tool for rethinking the relationship between science, society, and the environment—provided that ethical and critical standards are sustained.

KEYWORDS

History ; agronomic research ; environment; scientific ethics

¹ INRAE, Directeur de recherche en histoire du temps présent ; Directeur de l'UMR Territoires, 63170 Aubière, France.

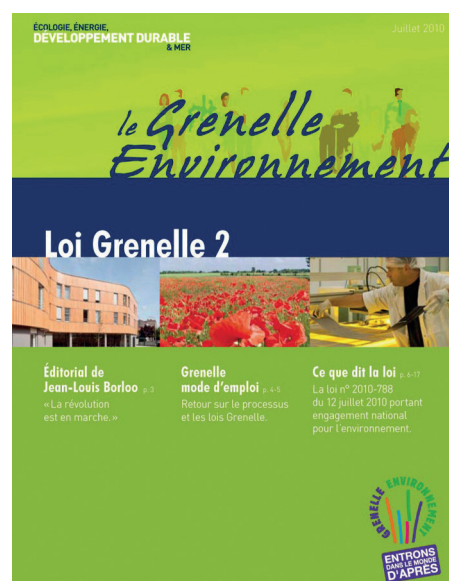
² Président du comité d'histoire INRAE-Cirad, 75007 Paris, France.

Introduction

À l'échelle historique, la responsabilité sociale et environnementale (RSE) est une innovation toute récente, fruit d'une transcription dans le droit de principes du développement durable hérités du rapport Brundtland, rédigé dans le cadre des Nations unies en 1987. Pour autant, les enjeux sociaux des entreprises sont aussi anciens que l'ère industrielle, qui a produit dès le XIX^e siècle aussi bien les figures du patronat paternaliste et chrétien que les différentes expressions du mouvement social, du syndicalisme au mutualisme. Quant à la prise de conscience des effets environnementaux et sanitaires de l'activité économique, elle est plus ancienne qu'on ne le croit généralement, avec des alertes précoces sur les effets délétères du travail ouvrier ou sur la pollution de l'air et de l'eau par les activités minières et manufacturières (Collectif, 2025). Mais c'est une nouveauté de la théorie du développement durable que de viser l'intégration des dimensions économique, sociale et environnementale dans un même horizon d'attente (Morin *et al.*, 2015).

L'injonction pour les entreprises, et plus généralement pour les organisations de toutes sortes productrices de biens ou de services, à se doter de règles, d'orientations et d'instances capables de mettre en œuvre les principes de la RSE est donc venue par les institutions internationales et, pour ce qui concerne la France, par des directives européennes émises au tournant des années 2000. Ce sont les lois dites Grenelle I en 2007 et Grenelle II en 2010 qui fondent les obligations des organisations en termes de RSE, appuyées par la norme internationale ISO 26000. Les secteurs de production industriels et agricoles sont les premiers concernés étant donné le caractère particulièrement visible des conséquences environnementales de leurs activités. Mais les entreprises de services ont aussi des procédés dispendieux en énergie et polluants. Initialement peu concernées, les institutions de recherche et d'enseignement supérieur y ont été associées par leurs tutelles ministérielles d'une part, et par leur propre prise de conscience et mobilisation d'autre part.

Le souci de la justice sociale et celui de la préservation de l'environnement ont leur histoire propre et des dynamiques séparées au sein des organisations, des entreprises marchandes comme des institutions



Logo Grenelle 2 environnement

de recherche et d'enseignement supérieur. Il est pertinent de s'interroger sur la manière dont les cultures d'entreprise ou d'organisme se sont saisies de l'invitation à intégrer les objectifs de la RSE, et d'éclairer à partir de quelles valeurs et pratiques internes elles ont été initiées. Dans le cas de la recherche agronomique définie dans le sens le plus large, c'est-à-dire des institutions à l'origine d'INRAE – l'Inra et Irstea, anciennement le Cemagref (Cornu *et al.*, 2018; Griset, 2011) –, cette question résonne d'une manière toute particulière. Tout d'abord, parce que la finalité directement appliquée de cette recherche a orienté très tôt le regard de certains chercheurs vers les effets sociaux et environnementaux de leurs propositions d'innovations. Le premier rapport de l'Inra sur l'environnement remonte ainsi à 1972. Ensuite, parce que le mode de recherche privilégié par les organismes concernés, avec des serres, des étables et des champs d'expérimentation, a impliqué de recruter, outre des chercheurs, des ouvriers et des techniciens directement impliqués dans des actes productifs, avec à la fois des enjeux de qualité de vie au travail et d'impacts sur les animaux, les plantes et les écosystèmes. Enfin, parce que la recherche agronomique a très tôt constitué pour la société, pour les médias et pour le politique, un observatoire des mutations contemporaines des rapports au travail et au vivant. Dès les années 1970, la recherche publique est questionnée sur la qualité des aliments et de l'eau et sur les effets de l'innovation agronomique touchant à la flore, à la faune et plus largement aux

paysages. Cela ne signifie pas que les organismes concernés auraient été plus lucides ou plus vertueux que d'autres, mais simplement que les questions que l'on traite aujourd'hui sous l'angle de la RSE s'y sont posées bien antérieurement, justifiant une démarche d'archéologie de la maturation des enjeux de la RSE de la recherche.

C'est cette histoire que nous nous proposons d'esquisser dans les pages qui suivent, en priant par avance le lecteur de nous pardonner un propos qui se limitera à la mise en exergue des faits les plus saillants, l'essentiel de cette question n'ayant pas encore fait l'objet de recherches historiques spécifiques.

méthodes de production et l'augmentation de la productivité. Un maillage de stations de recherche s'étend peu à peu sur le territoire métropolitain et dans les départements d'outre-mer, avec partout la même injonction : mettre en mouvement la « chaîne du progrès ». Au sein des dispositifs expérimentaux, la division du travail, avec ses « blouses blanches » et ses « blouses bleues », n'est pas très différente de celle qui s'instaure alors dans l'ensemble de la société.

Face à un monde rural encore marqué par le modèle de la polyculture-élevage à forte intensité de main d'œuvre, et à des industries alimentaires encore au stade artisanal pour l'essentiel, le défi est immense.



1974, la station Inra du Mas Blanc à Alénia dans la plaine du Roussillon (Pyrénées-Orientales) créée en 1968 lors de l'achat d'un domaine de 19 ha qui sera consacré à l'expérimentation des cultures maraîchères (© INRAE)

Quand l'Inra et les instituts techniques travaillaient à moderniser l'agriculture

Fondé en 1946 avec une mission de recherche et d'expérimentation agronomique au service de la modernisation de l'agriculture française, l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) s'inscrit d'emblée dans une perspective de science appliquée. Dévolu d'abord aux productions végétales, avec un rôle majeur confié aux secteurs de l'amélioration et de la santé des plantes, il se développe ensuite en direction des productions animales à partir des années 1950, avec là aussi une fonction directrice de la génétique. Dans un contexte à la fois de pénurie alimentaire et de déficit de la balance commerciale, l'accent est mis résolument sur la rationalisation des

Pensée avec et pour la fraction moderniste de la profession agricole, la stratégie d'intensification de la production se traduit par un bouleversement en profondeur des pratiques et des représentations du métier d'agriculteur et du rapport au vivant. Spécialisation, mécanisation, agrandissement provoquent en moins de deux décennies une véritable « révolution silencieuse », selon l'expression de Michel Debatisse, figure emblématique du mouvement des jeunes agriculteurs, issu des rangs de l'action sociale catholique. Mais dans ce contexte, le souci de la nature et de la pénibilité du travail s'efface devant l'enjeu prévalent de la viabilité de l'activité agricole et de la dignité du producteur. La marqueterie des paysages agraires anciens, avec leurs haies, leurs chemins creux et leurs parcelles biscornues, est considérée comme un

héritage encombrant, que l'on livre partout où c'est possible à l'action des bulldozers. De même, les exploitations les plus petites sont encouragées à libérer la terre au profit des plus grandes. L'émigration rurale est ouvertement encouragée, la massification de l'enseignement secondaire se chargeant de réorienter les enfants du baby-boom vers les emplois industriels et de services.

Au tournant des années 1960, des instituts techniques spécialisés par production sont créés pour se

faire les relais de la recherche en direction des secteurs de production. La profession agricole affirme son emprise à la fois sur la formation et sur la vulgarisation des savoirs et des techniques agronomiques. Le ministère de l'Agriculture, qui assurait jusqu'alors ces missions (Muller, 1984), reconfigure ses services en se faisant le porteur des enjeux d'infrastructures et d'aménagement du territoire : drainage, irrigation, amendements, remembrement, etc. Avec les lois agricoles de 1960 et 1962, la puissance publique



Ouvriers agricoles de l'Inra en 1962. Récolte du blé sur une parcelle expérimentale du domaine de Crouël de l'Inra de Clermont-Ferrand (© INRAE)



Fin des années 1960, un assistant de recherche de l'Inra de Tours procède aux mesures de conformation sur les souches de poulet de chair (© INRAE)

acte le principe d'une cogestion du développement agricole avec les représentants de la profession agricole. Les enjeux environnementaux sont résumés dans les « externalités négatives », effets certes dommageables, mais qui ne sont pas intégrés dans la fonction de production des exploitations agricoles. Le gain d'efficacité productive et l'objectif de parité de revenu entre l'emploi agricole et l'emploi industriel légitiment l'intensification à marche forcée de l'agriculture nationale, avec l'aiguillon de la politique agricole commune (PAC).

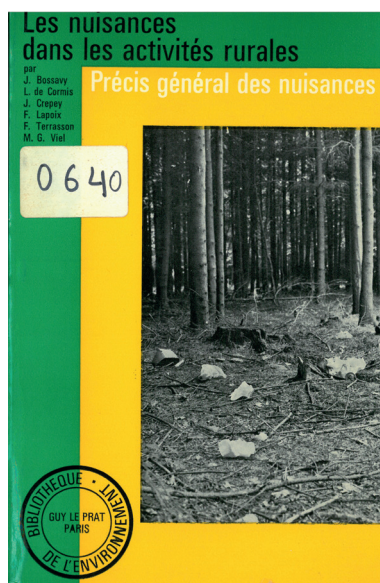
Vue depuis notre temps présent, cette période de mutation historique paraît marquée par un immense paradoxe : la contribution à l'intérêt général de la recherche agronomique est ouvertement d'abolir la complexité des environnements et de liquider une civilisation agraire pluriséculaire jugée obsolète. Et dans l'ensemble, elle le fait avec une conscience professionnelle remarquable, aidée en cela par l'origine agricole ou rurale et la formation ingénieriale de beaucoup de cadres des institutions scientifiques et techniques de cette époque, désireux de mettre leur savoir au service d'une sortie de la misère et de l'archaïsme des campagnes françaises. En matière environnementale comme en matière sociale, la responsabilité des organismes de recherche agronomique ou de vulgarisation agricole est grande, mais elle leur est extérieure. Certes, ils produisent

des connaissances et des méthodes qui contribuent à l'implémentation ou au développement de systèmes de production dispendieux en énergie et qui dégradent les ressources, mais ils n'en ont ni la maîtrise ni la fonction d'expertise encore.

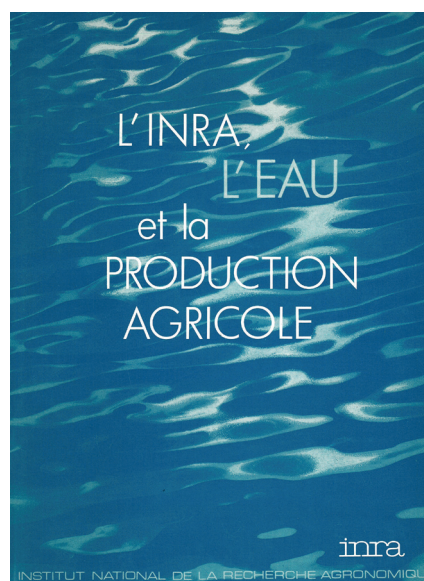
Dès les années 1960 toutefois, des alertes sur les dommages à la santé et à l'environnement du productivisme agricole, ainsi que les résultats décevants de la modernisation en termes de qualité de vie au travail et de revenus, commencent à modifier la perception de la responsabilité morale de la recherche scientifique et technique. Le recrutement des premiers chercheurs en sciences sociales à la fin des années 1950 et le travail de terrain de certains agronomes et zootechniciens vont contribuer à l'émergence d'une conception plus critique et réflexive du développement agricole.

Changer de posture sans modifier ses pratiques : la recherche agronomique confrontée à la montée des questions environnementales et de qualité de vie

Marquées par l'avènement de la société d'abondance et une urbanisation accélérée, les années 1960 connaissent une mutation profonde de la manière dont les individus se représentent eux-mêmes et leur mode de vie. Si les préoccupations existentielles



Bossavy, J. et al. (1972). Précis général des nuisances. Les nuisances dans les activités rurales. Guy Le Prat éditeur



L'Inra, l'eau et la production agricole, 1979 (Archives INRAE)

s'atténuent, le souci de la qualité du cadre de vie et de travail s'affirme résolument. La mémoire de Mai-68 est étroitement associée à une ambiance urbaine et estudiantine, pourtant la remise en cause du modèle industrialiste et capitaliste est bien plus large, questionnant aussi les métiers de la recherche et les conceptions du développement agricole et rural. C'est en fait un moment de frustration et de désenchantement vis-à-vis de la modernité que traverse la société française, et avec elle une large part du monde industrialisé. La société d'abondance n'est nullement équitable dans la distribution de ses fruits, et ceux-ci se révèlent de plus en plus insipides au sens propre comme au sens figuré. Publié en 1972 en France sous le titre « Halte à la croissance ? », le rapport pour le Club de Rome élaboré par des chercheurs du Massachusetts Institute of Technology (MIT) ajoute à ce désenchantement une inquiétude profonde sur la viabilité de la croissance économique à long terme. La crise de l'énergie de 1973 et ses conséquences sur le « ciseau des prix¹ » cassent la dynamique modernisatrice de nombreuses exploitations agricoles, entraînées dans une intensification de la production sans fin, qui s'accompagne d'une intensification épuisante du travail agricole et d'un recours forcé aux ressources de la nature. Le coût des externalités négatives, principalement la dégradation des sols et la pollution des eaux, devient exorbitant. Les économistes de l'Inra commencent à s'interroger sur le calcul de leur montant à partir de catastrophes écologiques qui touchent notamment les régions côtières, tout particulièrement la Bretagne avec la pollution consécutive au naufrage du pétrolier Amoco Cadiz en 1978.

Les années 1970 sont ainsi fertiles en réflexions et initiatives visant à corriger la trajectoire de la modernisation, notamment en cherchant à conjurer un déséquilibre croissant entre les régions pleinement intégrées à la dynamique agro-industrielle et les marges montagneuses et méridionales, menacées de dépeuplement. Au département Économie et sociologie rurales, économistes et sociologues travaillent sur les conditions de travail qui sous-tendent la trajectoire de modernisation des exploitations. La période est également propice aux expériences

interdisciplinaires, qui débouchent en 1979 sur la création d'un nouveau département de recherche dévolu aux approches systémiques. La question de la souffrance au travail commence aussi à s'imposer, amenant les agronomes à élargir leurs préoccupations aux aspects humains de l'activité agricole. Enfin, l'essor des mouvements écologistes, qui associent fréquemment des scientifiques à leurs alertes, oblige les institutions à mener une introspection sur les effets de leurs orientations modernisatrices. Avec la montée du chômage, enfin, se pose la question de maintenir dans l'emploi des actifs ruraux dont les perspectives de mobilité se trouvent réduites. Le Centre d'étude du machinisme agricole et du génie rural des eaux et forêts (Cemagref), fondé en 1981 à partir de plusieurs services du ministère de l'Agriculture, se veut un institut dévolu à une conception plus équilibrée de l'aménagement du territoire, avec notamment une attention nouvelle aux régions de montagne. La recherche n'est plus seulement un vivier d'innovations, mais aussi un lieu de réflexion sur le bien commun, ce dont témoigne notamment l'activité des syndicats de personnels des institutions scientifiques.

Avec l'élection de François Mitterrand à la présidence de la République en 1981, l'heure est à une révision drastique de la politique agricole nationale et de son appui par la recherche publique : il s'agit de valoriser une pluralité des voies du développement, mieux adaptée à la singularité des petites régions agricoles. Par des titularisations massives et des revalorisations salariales, on s'efforce aussi d'améliorer les métiers de la recherche eux-mêmes. Mais les États généraux du développement agricole de 1982-1983 se heurtent à l'hostilité du syndicalisme agricole majoritaire, et l'ouverture croissante de l'Europe à la concurrence vient contrecarrer les tentatives de consolidation de l'agriculture française à base familiale. La réforme de la PAC de 1992 acte l'entrée de l'agriculture française dans une nouvelle phase, où il lui faut à la fois affronter des marchés de plus en plus concurrentiels, et répondre aux exigences montantes de la société sur les enjeux environnementaux et de qualité alimentaire. Le défi est immense pour la recherche, qui doit se réorganiser pour produire une

1. Une augmentation des prix de l'énergie et des intrants associée à un tassement ou une baisse des prix agricoles.

science qui ne se contente plus de déboucher sur des avantages concurrentiels, mais également sur des améliorations durables de la production agricole et alimentaire.

La souffrance sociale des mondes agricoles, qui ne parviennent pas à stabiliser leurs effectifs et deviennent minoritaires jusque dans les communes les plus rurales, ainsi que les crises de la vache folle et de la défiance des consommateurs envers les organismes génétiquement modifiés (OGM), provoquent une véritable remise en cause de la trajectoire de la modernisation agricole dans les années 1990. La science elle-même est accusée d'avoir « dénaturé » les animaux d'élevage et, plus largement, la production alimentaire. Les promesses des biotechnologies sont rejetées par la société, laissant en désarroi la génération des chercheurs mobilisée dans leur avènement. À la fin des années 1990, la recherche agronomique est en crise, l'agriculture est en crise, et la relation qui les unissait depuis le lancement du modèle de la cogestion est en crise elle aussi. Le monde de la recherche, à l'Inra et au Cemagref notamment, a fortement contribué à ouvrir la société sur les problématiques sociales et environnementales, mais dans son organisation interne et ses pratiques, il n'a pas progressé plus vite ni différemment de la société et des institutions.

Changer ses objets de recherche et transformer ses pratiques de recherche : vers l'institutionnalisation de la RSE à l'Inra et à Irstea

La victoire électorale de la gauche plurielle en 1997 ouvre une nouvelle phase dans les relations entre puissance publique, recherche et profession agricole, marquée par la tentative d'implémenter les principes du développement durable dans l'ensemble du système agricole et alimentaire. Avec la promotion du principe de la multifonctionnalité de l'agriculture, c'est un véritable changement de paradigme qui est visé. Dès 1997-1998, l'Inra se lance dans une réforme en profondeur de son organisation scientifique, valorisant les enjeux sociétaux plutôt que les disciplines, et l'intérêt général plutôt que l'innovation (Goulet *et al.*, 2022).

Le ministère de la Recherche entend décroiser les écoles, les instituts et les organismes nationaux en créant des unités mixtes de recherche (UMR) ouvertes à la pluridisciplinarité. Cette refonte du système français de recherche au tournant des années 2000 constitue un indéniable succès institutionnel, mais celui-ci se paie de tensions et de souffrances internes aux organismes concernés, et d'un déphasage durable avec les partenaires socioéconomiques habituels de la recherche spécialisée. À l'Inra, les années 2000 sont consacrées à un chantier de longue haleine de



Colloque « Eau et agriculture. Leçons d'une sécheresse », Salon international de l'agriculture, 8 mars 1990. Séances des conclusions avec, de gauche à droite, Georges Sarre (secrétaire d'État aux Transports), Henri Nallet (ministre de l'Agriculture et de la Forêt), Yves Le Bars (directeur général du Cemagref) (©PSV/Konika/J.Morel)

redéfinition des métiers et des carrières, notamment des ingénieurs. En termes de partenariat avec les mondes sociaux, l'heure est à l'élargissement vers les acteurs de l'aval des filières, mais aussi vers le monde associatif mobilisé par les enjeux environnementaux et les acteurs de la santé. Vers la fin des années 2000, l'agriculture biologique, les concepts et méthodes de l'agroécologie connaissent un essor notable dans les thèmes de recherche des départements et de certaines unités expérimentales, comme Mirecourt et Saint-Laurent-de-la-Prée. En 2009, une fonction de « délégué développement durable » est rattachée à la direction générale de l'institut. Au Cemagref, devenu Irstea en 2011, les enjeux environnementaux prennent clairement le dessus, avec une montée en compétence de l'institut en appui aux politiques des collectivités territoriales.

Tirant les leçons des grands sommets internationaux sur l'environnement, les organismes de recherche se font les champions de l'agenda de la durabilité. Pour autant, les mondes agricoles ne sont que partiellement conquis, et leurs appareils syndicaux s'installent dans une attitude croissante de méfiance vis-à-vis des injonctions à l'écologisation de leurs pratiques, dont ils estiment qu'elles dévalorisent leur savoir-faire et remettent en cause la compétitivité de leurs productions sur les marchés européens et internationaux.

De plus en plus interdisciplinaire, partenariale, ouverte à la co-construction, réflexive (Houllier et Merilhou-Goudard, 2016), la recherche sur les enjeux agricoles, alimentaires, environnementaux et de santé globale se trouve dans les années 2010 face à une difficulté croissante à faire valoir des solutions « vertueuses » dans un contexte de ralentissement de la croissance et de durcissement de la concurrence internationale. L'agenda agroécologique de la présidence Hollande (2012-2017) peut sembler une embellie, il ne résout pas le dilemme entre une haute exigence de valeur sociale et environnementale portée par la recherche et l'action publique, et les réalités sociales et économiques d'un monde de plus en plus durement impacté par le changement global et la remise en cause des valeurs fondatrices de l'après-Seconde Guerre mondiale. Les engagements de la COP 21 sur les changements climatiques, réunie à Paris en 2015, satisfont certes les mondes scientifiques, mais ces derniers savent qu'il leur faudra veiller soigneusement sur la mise en œuvre effective des mesures promises. Et en leur sein, certains pensent que la recherche elle aussi doit se réformer. C'est le sens de l'initiative Labos 1point5², portée conjointement en 2019 par des chercheurs de l'Inra et du CNRS.



Serres expérimentales de l'UMR de génomique végétale à Évry sur le campus Génopole, en 2013 (© INRAE/Bertrand Nicolas)

2 <https://labos1point5.org/>

Conclusion

Aux yeux de l'historien, la RSE s'inscrit ainsi à la fois dans une chronologie longue, celle de l'apprentissage de la prise en compte des effets sociaux et environnementaux des activités de recherche, et dans une chronologie courte, celle de la transcription et de l'adoption de normes dans les pratiques. Dans un contexte de plus en plus difficile, ce double héritage est aujourd'hui soumis à rude épreuve. Mais la prise en compte de la longue durée des apprentissages ayant permis de développer une

authentique réflexivité sociale et environnementale dans la recherche finalisée sur les enjeux agricoles, alimentaires et environnementaux devrait inciter à préserver autant que possible un tel atout contre la tentation irréfléchie de se débarrasser des exigences éthiques dans une passe difficile pour la recherche et l'économie nationale et européenne. La RSE peut et doit faire l'objet d'une analyse critique, non pour en sacrifier les exigences, mais pour trouver le meilleur moyen de les inscrire dans la durée, de manière juste et efficace. ■

Références

[Collectif] (2025). *Une histoire environnementale de la France* (3 vol.). La Découverte.

Cornu, P., Valceschini, E., Maeght-Bournay, O. (2018). *L'histoire de l'Inra, entre science et politique*. Quae

Goulet, F., Caron, P., Hubert, B. & Joly, P.-B. (2022). *Sciences, techniques et agriculture. Gouverner pour transformer*. Presses des Mines.

Griset, P. (2011). *Du Cemagref à Irstea. Un engagement pour la recherche environnementale*. Quae.

Morin, J.-F., Orsini, A., et Jegen, M. (2015). *Politique internationale de l'environnement*. Presses de sciences po.

Muller, P. (1984). *Le technocrate et le paysan. Essai sur la politique française de modernisation de l'agriculture de 1945 à nos jours*. Éditions ouvrières.



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Le double label Égalité/Diversité

Catherine Beaumont¹
Martine Dubois²

CORRESPONDANCE

mission-egalite@inrae.fr

RÉSUMÉ

Les valeurs d'inclusion et d'égalité sont largement partagées au sein des collectifs INRAE et l'importance de la diversité comme levier d'innovation, de créativité et d'efficacité organisationnelle reconnue. En effet, l'institut mène, de longue date, des actions en faveur de l'égalité et de la diversité considérées comme un levier puissant d'innovation, de créativité et d'efficacité organisationnelle. Ces actions se sont intensifiées avec l'engagement de l'Inra puis d'INRAE dans une démarche de double labellisation AFNOR Égalité et Diversité. En imposant le respect d'un cahier des charges exigeant, cette démarche renforce cette politique et permet d'obtenir, par des audits extérieurs, sa reconnaissance officielle.

MOTS-CLÉS

Égalité ; diversité ; inclusion ; lutte contre les discriminations ; label

¹ INRAE, Université de Tours, BOA, 37380 Nouzilly, France

² INRAE, DRH, 75007 Paris, France

The alliance of the equal opportunity label and of the diversity label

Catherine Beaumont¹
Martine Dubois²

CORRESPONDENCE

mission-egalite@inrae.fr

ABSTRACT

Values of inclusion and equality are deeply embedded within INRAE's teams, which recognize them as powerful drivers of innovation, creativity, and organizational effectiveness. The institute has long been committed to advancing equality and diversity. Engaging Inra then INRAE in a dual certification process with AFNOR for both Equality and Diversity reinforced this rigorous process, since it is based on a demanding set of standards. Moreover it involves external audits providing a formal recognition of the institute's proactive policies in these areas.

KEYWORDS

equality; diversity; inclusion; anti-discrimination; label

¹ INRAE, Université de Tours, BOA, 37380 Nouzilly, France

¹ INRAE, DRH, 75007 Paris, France

Introduction

L'INRA puis INRAE a engagé de longue date une politique volontariste en faveur de la diversité et de l'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes. L'exemple de la politique en faveur de l'inclusion des personnes en situation de handicap illustre bien cet engagement. En effet, dès les années 1990, une mission Handicap a été créée, ainsi que des relais dans chaque centre avec l'identification de correspondants et de correspondantes Handicap et la mise en place d'une cellule Handicap, des groupes de travail sur le handicap et l'accessibilité ayant été déployés dès 1998.

L'institut a été le premier établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST) à obtenir, dès 2010, le label européen Human Resources Excellence in Research (pour « Excellence RH en recherche ») devenu Human Resources Strategy for Researchers (HRS4R pour « Stratégie RH en recherche »). Ce label est une reconnaissance de la qualité de la politique RH menée qui doit reposer sur des principes d'ouverture, de transparence et d'équité pour garantir égalité professionnelle et diversité.

Cette dynamique a été poursuivie en l'inscrivant dans les feuilles de route RH 2013-2016 puis 2017-2021 avec un axe consacré à la qualité de vie au travail et un accent particulier porté sur l'égalité professionnelle et le développement de la diversité.

En 2017, à la demande du ministère en charge de l'Enseignement supérieur et de la recherche, Philippe Mauguin, PDG de l'institut, a engagé l'Inra puis INRAE dans une démarche de double labellisation AFNOR Égalité/Diversité pour renforcer la dynamique ainsi engagée de longue date en imposant le respect d'un cahier des charges exigeant, et obtenir, par des audits extérieurs, une reconnaissance officielle de cette politique.

Début 2020, l'Inra et par la suite INRAE a ainsi été le premier EPST à obtenir le label AFNOR Alliance, associant les labels Égalité professionnelle et Diversité (Figure 1), sur un périmètre initial de quatre centres pilotes. Ce label a été élargi à l'ensemble de l'institut dès 2022, à l'occasion de l'audit de suivi. Il a été confirmé en 2024.

Cette démarche est désormais complétée par le déploiement d'une politique de responsabilité sociétale de l'employeur (RSE). INRAE a ainsi pris un triple engagement, (i) au-delà de l'égalité et de la diversité vers la qualité de vie et des conditions de travail : (ii) pour la préservation de l'environnement, en économisant les ressources, en réduisant les rejets de gaz à effet

de serre et les déchets et en favorisant la biodiversité, et (iii) pour l'ouverture et la transparence de la recherche en ouvrant le processus de recherche aux partenaires et aux citoyens et en rendant accessibles et réutilisables les produits de la recherche.

En assurant la pleine cohérence entre la politique scientifique et le fonctionnement de l'institut, cette politique répond à la demande exprimée par les collectifs de recherche lors des consultations menées en 2020 ; elle contribue aux objectifs de développement durable définis par l'ONU. Elle renforce ainsi la cohérence d'INRAE et de ses collectifs et, par sa suite, sa capacité à explorer de nouveaux horizons scientifiques, mais aussi la qualité des relations au sein de l'institut et son attractivité. C'est également une mesure de prévention des risques psychosociaux (RPS), source de mal-être et de démotivation et de prévention des risques de discrimination, délit réprimé par la loi.

En quoi consiste ce double label Égalité/Diversité ?

Lancé en 2004 par l'État avec des partenaires sociaux et des experts, le label Égalité professionnelle fournit un guide méthodologique et atteste du respect de l'égalité des droits entre femmes et hommes. Il reconnaît notamment l'engagement en faveur de l'égalité professionnelle, de l'équilibre entre vie personnelle et professionnelle et de la lutte contre les stéréotypes de genre et les violences sexuelles et sexistes.

Créé en 2008 par l'État avec les partenaires sociaux et des experts, le label Diversité vise à reconnaître l'engagement dans la prévention des discriminations et la promotion de la diversité dans la gestion des ressources humaines. Il tient également compte des partenariats, qu'ils soient publics ou privés, et de l'ancrage territorial d'INRAE. Il cible en priorité les risques de discriminations fondées sur un ou plusieurs des 26 critères de discrimination définis par la loi (Tableau 1).

S'engager dans une démarche de double labellisation implique, pour les organisations, de suivre un cahier des charges exigeant commun aux deux labels et couvrant l'ensemble des aspects de la politique menée en matière d'égalité et de diversité. Sa mise en œuvre est évaluée par des auditeurs ou auditrices indépendants. Ce cahier des charges est décrit autour des sept domaines figurant dans la figure 2.

En quoi consistent les plans d'action Égalité et Diversité ?

Le premier domaine vise à établir un diagnostic et une analyse de risque. Pour les questions d'égalité professionnelle, le diagnostic repose sur les résultats des bilans de situation comparée des femmes et hommes à INRAE. Ceux-ci décrivent en effet les écarts entre les femmes et les hommes pour un grand nombre de critères tels que la répartition par corps et par grade, par statut, par département de recherche, centre et discipline mais aussi en termes de quotité de travail, de formations, de



Figure 1. Logos des labels Diversité et Égalité

Tableau 1. Liste des critères de discrimination visés par la loi

Activités syndicales	Âge	Apparence physique	Appartenance ou non-appartenance, vraie ou supposée, à une ethnie
Appartenance ou non-appartenance, vraie ou supposée, à une nation	Appartenance ou non-appartenance, vraie ou supposée, à une race	Appartenance ou non-appartenance, vraie ou supposée, à une religion	Capacité à s'exprimer dans une langue autre que le français
Caractéristiques génétiques	Domiciliation bancaire	État de grossesse	État de santé
Handicap	Identité de genre	Lieu de résidence	Mœurs
Opinions philosophiques	Opinions politiques	Orientation sexuelle	Origine
Particulière vulnérabilité résultant d'une situation économique, apparente ou connue	Patronyme	Perte d'autonomie	Qualité de lanceur d'alerte
Sexe	Situation de famille		



Figure 2. Les sept domaines des deux labels Égalité et Diversité

responsabilité... Il est accessible à tout le personnel sur le site internet d'INRAE¹ et sur Intranet. Il est désormais intégré au rapport social unique, également accessible en ligne². Ces données sont complétées, pour les questions de diversité, par les résultats du baromètre « Qualité de vie et conditions de travail » qui comporte des questions sur le ressenti des agents en termes de risque de discrimination au vu des 26 critères légaux. À ces résultats s'ajoute une analyse de risques réalisée par un prestataire en amont des audits de labellisation menés

en 2019 et en 2023. Ils font l'objet d'échanges réguliers avec les représentantes et représentants du personnel.

L'ensemble des résultats permet d'identifier les lignes directrices de la politique de l'institut en matière d'égalité et de diversité. Celle-ci fait l'objet du domaine 2 ; elle est décrite dans les deux plans d'action nationaux présentés et discutés dans deux instances nationales, le comité social d'administration et le conseil d'administration. Parmi les priorités retenues, figurent :

1. https://jobs.inrae.fr/sites/jobs/files/plan_actions_diversite_oct.2021.pdf

2. <https://jobs.inrae.fr/actualites/rapport-social-unique>

- la sécurisation des recrutements notamment par des actions de sensibilisation et de formation avec une attention particulière portée au recrutement des personnels contractuels (« Kit de recrutement ») pour réduire les risques de rupture d'égalité ;
- un suivi systématique des pourcentages de femmes et d'hommes parmi les personnes promouvables et les personnes promues pour aboutir à la parité (définie comme une répartition entre sexes identiques parmi les personnes promouvables et promues) ;
- le déploiement sur l'ensemble des centres d'un réseau de référentes et référents au plus près des agents favorisant ainsi la diffusion d'une culture de l'égalité et de la diversité ;
- une politique volontariste pour favoriser l'inclusion et le maintien dans l'emploi des personnes en situation de handicap ;
- l'accompagnement des parcours professionnels dans toute leur diversité à chacune des étapes de la carrière de l'agent ;
- le déploiement d'une politique visant à favoriser l'interculturalité.

Ces plans nationaux sont complétés par des plans d'action établis et déployés sur les centres.

Le domaine 3 porte sur le fonctionnement d'une cellule d'écoute et de signalement de situations ressenties comme des discriminations et/ou des violences sexuelles et/ou sexistes (VSS). Portée par un prestataire indépendant, cette cellule est mise à la disposition du personnel, quel que soit son statut, y compris dans les 6 mois suivant un départ d'INRAE et des personnes ayant postulé à un emploi (dans les 6 mois suivants). Elle s'adresse tant aux victimes qu'aux témoins. Composée d'avocats, cette cellule d'écoute permet d'obtenir un premier diagnostic sur sa situation avec des garanties d'expertise, d'indépendance, de neutralité et de confidentialité. L'anonymat n'est en effet levé que si les personnes en expriment le souhait par écrit ; dans ce cas, une enquête administrative peut être mise en place et mener à des sanctions disciplinaires. Cette cellule constitue, pour les personnels d'INRAE, un recours complémentaire pouvant être mobilisé en plus de la ligne managériale, des acteurs et actrices de la sphère RH, des médecins de prévention, des représentants et représentantes du personnel... Bien évidemment, dans ce cas aussi, si les faits décrits le nécessitent, une enquête est mise en place et des sanctions peuvent être appliquées. Par ailleurs, une e-formation à la prévention des violences sexuelles et sexistes est déployée depuis juin 2024. Ouverte et destinée à toutes et tous, elle présente les définitions des différents types de violences et leurs conséquences et comporte plusieurs vidéos pour illustrer des situations spécifiques du monde de la recherche.

La communication sur les actions en faveur de l'égalité et de la diversité (domaine 4) fait l'objet d'un plan annuel comportant des actions à l'occasion des dates symboliques (journée des

femmes et filles de science le 11 février, journée des droits des femmes le 8 mars, journée du bien-vivre ensemble le 16 mai, semaine européenne pour l'emploi des personnes en situation de handicap, journée de lutte contre les violences faites aux femmes du 25 novembre) et sur des thèmes prioritaires. Ces actions sont le plus souvent menées tant en interne à destination du personnel INRAE qu'en externe, via internet et les réseaux sociaux. Des actions spécifiques (conférences, rencontres avec des classes ou accueils de stagiaires) sont également mises en œuvre. Des ressources pédagogiques et de sensibilisation sont mises à disposition. À cela s'ajoute la diffusion d'une notice pour une communication respectueuse des genres et de la diversité et accessible à toutes et tous (notamment les personnes malentendantes). En outre, des formations et des actions de sensibilisation sont mises en œuvre. Ces actions ciblent plus particulièrement :

- la ligne managériale, des managers de proximité aux directrices et directeurs d'unité avec la création en cours d'un module de formation au management inclusif ;
- les jurys de recrutement et d'examens professionnels ;
- les personnels ;
- les futures porteuses et porteurs ou partenaires de projets européens.

Selon les publics cibles, différentes modalités ont été utilisées : formation, webinaire, théâtre forum, jeu sérieux, e-learning...

L'intégration de la politique d'égalité et de diversité dans la gestion des ressources humaines et la gouvernance (domaine 5) repose d'abord sur des actions récurrentes déjà en place pour accompagner les parcours professionnels de l'ensemble des agents dans toute leur diversité. Celles-ci visent (i) à favoriser un environnement inclusif, (ii) à faciliter l'équilibre entre vie personnelle et vie professionnelle, (iii) à apporter une offre large enrichie de prestations sociales ; des actrices et des acteurs interviennent en proximité, notamment pour les situations individuelles. Des actions spécifiques sont également déployées pour réduire les écarts de rémunération entre femmes et hommes (en veillant à la parité dans les promotions et en inscrivant les résultats dans la note de service qui donne les résultats des promotions) et sécuriser les dispositifs RH (notamment les recrutements de personnels contractuels).

Le développement des partenariats (domaine 6) est un des points forts de l'action d'INRAE. Il comporte deux volets.

Le premier vise le déploiement d'une politique d'achat durable. Ainsi, une grille de choix des prestataires au regard de leur politique en faveur de l'égalité et de la diversité a été établie et diffusée aux personnes responsables des marchés.

Le second vise les nombreuses actions partagées dans le domaine de l'égalité et de la diversité, en particulier avec les autres actrices et acteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche. En voici les principaux axes :

- Au niveau national, l'institut coordonne un réseau inter-EPST en faveur de l'égalité professionnelle et a conçu, en collaboration avec l'Inserm, une formation de prévention

des violences sexuelles et sexistes. Il participe également au réseau inter EPST-EPIC-EPA « Diversité, inclusion, qualité de vie au travail et handicap ». INRAE a également soutenu le congrès national « Femmes en sciences » organisé par une association étudiante à l'Unesco et été récompensé du prix Elisabeth Moreno pour son action pour la place des femmes dans le numérique. Déjà membre de l'association Femmes & Sciences, INRAE met en place une convention avec l'association française des Femmes dirigeantes de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation (AFDESRI). À cela s'ajoute l'adhésion d'INRAE à l'association française des managers de la diversité (AFMD) dont il a été membre du conseil d'administration de 2020 à 2024.

- Au niveau des centres, l'institut partage de nombreuses actions en faveur de l'égalité et de la diversité avec des partenaires locaux et accueille des collégiennes et collégiens, lycéennes et lycéens afin de favoriser leur découverte du milieu professionnel et plus spécifiquement du milieu de la recherche.

Les plans d'action sont présentés sous la forme d'un cycle, les actions menées étant définies au vu du diagnostic et de l'analyse de risques relevant du domaine 1 puis réévaluées chaque année au vu des bilans annuels définis dans le domaine 7. Ainsi, chaque année, le bilan de situation comparée des femmes et hommes permet de mesurer l'impact des actions en faveur de l'égalité professionnelle. Depuis 2022, le pourcentage d'écart de rémunération entre femmes et hommes est calculé de façon rigoureuse grâce à un logiciel développé par la direction générale de l'administration et de la fonction publique (DGAFP) qui permet de préciser les sources d'écart. Concernant la diversité, ce sont principalement les résultats du baromètre « Qualité de vie et conditions de travail » qui sont utilisés. Au regard de ces résultats, certaines actions sont revues. Par exemple la clarification des critères utilisés dans l'instruction des promotions au choix a été impulsée au vu du faible niveau de satisfaction des personnels exprimé dans l'édition 2021 du baromètre sur ce sujet.

Une action renforcée par le déploiement du réseau de référentes et référents Égalité-Diversité

Dès 2020, la décision a été prise de mettre en place un réseau de référentes et référents Égalité-Diversité sur l'ensemble des centres. Leur mission vise à relayer la politique et l'engagement national au plus près des agents par des actions ciblées à l'échelle locale ; de plus ils apportent leurs connaissances et leur dynamisme. Directement rattachés à la présidente ou au président de centre, les référentes et référents travaillent en articulation avec l'ensemble des personnes contribuant à cette politique, en particulier les responsables ressources humaines

de centre, les autres actrices et acteurs de la sphère RH (formation, prévention notamment), les chargés-es de communication, les chargés-es de mission RSE...

Pour plus d'efficacité et d'impact, la plupart ont mis en place un comité de pilotage spécifique, présidé par la présidente de centre et au sein duquel la référente ou le référent joue un rôle déterminant pour proposer un plan d'action local. Dans les centres qui n'ont pas mis en place de comité de pilotage, une autre organisation prévaut avec toujours le rôle moteur de la référente ou du référent et des thématiques larges.

De nombreuses actions de sensibilisation ont ainsi été mises en place pour faire évoluer nos pratiques. Elles portent sur une grande variété de thématiques : l'égalité femmes/hommes, la prévention et la lutte contre les violences sexuelles et sexistes, les discriminations et les stéréotypes, les différents types de handicap, les bonnes pratiques en matière de recrutement, l'interculturalité... Des modalités variées et innovantes sont utilisées : théâtre, films, jeux, escape game...

Les référentes et les référents participent également aux réseaux développés avec d'autres EPST ou des établissements de l'enseignement supérieur, ce qui leur permet de diffuser plus efficacement les bonnes pratiques et de s'enrichir d'autres expériences.

En interne, le réseau se réunit régulièrement, toutes les 6 semaines en distanciel, pour échanger et partager des retours d'expérience, aux côtés de la chargée de projets égalité professionnelle/diversité (Martine Dubois) et de la déléguée à la parité et à la lutte contre les discriminations (Catherine Beaumont), et une fois tous les 18 mois en présentiel à l'occasion d'un séminaire.

Une reconnaissance acquise après un audit approfondi

Obtenir le label Alliance Égalité/Diversité apporte aussi la preuve objective de la qualité des actions menées par l'institut. Le label n'est attribué qu'après un audit approfondi, organisé par l'Association française de normalisation (AFNOR). C'est cette association indépendante d'INRAE qui choisit l'équipe d'auditrices et d'auditeurs. Celle-ci étudie un dossier préparé à la fois au niveau national et sur les quatre centres audités, ce qui représente un travail conséquent. L'équipe d'auditrices et d'auditeurs se rend ensuite sur les quatre centres audités, pour s'assurer du déploiement sur le terrain de la politique égalité-diversité présentée par la direction. Des éléments factuels doivent lui être fournis prouvant la réalité des actions menées : notes de service, mails, affiches, chiffres objectifs. L'audit vise également à mesurer la perception du personnel au regard de la politique menée sur la base d'une centaine d'entretiens collectifs ainsi que d'échanges avec les représentantes et les représentants des organisations syndicales volontaires.

Cet audit objectif et indépendant a montré les points forts d'INRAE en matière d'égalité et de diversité :

- un engagement incarné au plus haut niveau,
- une intégration des valeurs d'égalité et de diversité bien réelle et antérieure au label,
- une formalisation de la politique avec des plans d'action nationaux et locaux,
- des actrices et des acteurs (réseaux (RRH – diversité-égalité – handicap...) et des instances (comité de suivi, comités de pilotage...) mobilisés sur ces questions,
- un ensemble de dispositifs d'écoute et d'accompagnement et un traitement rapide des situations,
- une tolérance zéro largement affichée et mise en œuvre en matière de discriminations et de violences sexuelles et sexistes,
- des organisations syndicales impliquées et des agents en soutien et très positifs par rapport aux actions déployées,
- des éléments de mesure disponibles et un suivi régulier des plans d'action présenté dans le cadre d'instances.

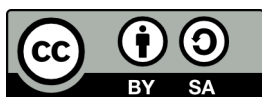
L'audit est aussi l'occasion d'échanges enrichissants qui ouvrent de nouvelles perspectives. C'est ainsi le premier audit qui nous a convaincus de déployer un réseau de référentes et référents dans les centres, au plus près des agents. La contrainte de l'audit

est aussi stimulante ; c'est un facteur d'accélération de la mise en œuvre de la politique menée.

Sur la base du rapport d'audit établi par l'équipe d'auditrices et d'auditeurs et après audition de la direction générale d'INRAE, c'est une commission indépendante, composée de quatre collègues représentant l'État, les organisations syndicales, les organisations patronales et des experts (Association nationale des directrices et directeurs de ressources humaines) qui prend la décision de labellisation.

Conclusion : le label Alliance, une reconnaissance et un facteur de progrès

Le label Alliance est donc non seulement une reconnaissance officielle et objective de l'action menée mais aussi le déploiement d'un processus d'assurance qualité permettant de décrire précisément les actions décidées, de suivre leur réalisation et d'en évaluer la portée pour une meilleure efficacité. C'est de plus et surtout un guide de travail qui apporte une force accrue et une plus grande portée à une politique voulue par la direction de l'institut et souhaitée par la très grande majorité du personnel. ■



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Transition écologique, comment passer de *on fait tout ce qu'on peut* à *on fait ce qu'il faut* ?

Le Donut de Kate Raworth et l'assemblée citoyenne pour nourrir la stratégie de transition écologique de l'Université de Lausanne

Benoît Frund¹

CORRESPONDANCE

benoit.frund@unil.ch

RÉSUMÉ

Active depuis de nombreuses années dans la thématique de la durabilité, l'Université de Lausanne (UNIL) a décidé en 2021 de ramener les impacts de son fonctionnement à l'intérieur des limites planétaires. Pour ce faire, elle commence par se doter d'un instrument de mesure pour calculer « la hauteur de la marche » : le Donut de l'UNIL, d'après le cadre conceptuel développé par Kate Raworth. Cela lui a permis de rendre compte des dépassements et de définir les objectifs à atteindre. D'autre part, une assemblée citoyenne tirée au sort est mise en place pendant l'année académique 2022-2023 avec pour mission de proposer à la Direction des mesures destinées à dessiner une trajectoire qui ramènerait l'UNIL à l'intérieur du Donut. S'appuyant sur les calculs du Donut et sur le rapport de l'Assemblée, la Direction de l'UNIL rédige une stratégie fixant des objectifs chiffrés pour l'année 2037.

MOTS-CLÉS

Transition écologique ; durabilité ; Université de Lausanne ; UNIL ; assemblée citoyenne ; théorie du Donut ; Kate Raworth ; limites planétaires ; stratégie institutionnelle

¹ Vice-recteur transition écologique et campus, Université de Lausanne, CH – 1015 Lausanne, Suisse

Ecological Transition, how to get a shift from “we’re doing our best” to “we’re doing what’s needed”?

How the Doughnut economy framework and a citizen assembly are shaping the University of Lausanne’s sustainability strategy

Benoît Frund¹

CORRESPONDENCE

benoit.frund@unil.ch

ABSTRACT

Having been engaged in sustainability for many years, the University of Lausanne (UNIL) decided in 2021 to bring the impacts of its operations within planetary boundaries. To achieve this, it first adopted a measurement tool to assess the “height of the step”: the UNIL Doughnut, based on the Kate Raworth’s works. This conceptual framework enables the university to identify areas of overshoot and set clear targets. In parallel, a randomly selected citizen assembly was established during the 2022–2023 academic year, tasked with proposing measures to UNIL’s leadership that could guide the institution back within the limits defined by the Doughnut. Based on the Doughnut’s findings and the assembly’s report, UNIL’s leadership drafted a strategy outlining quantified objectives for the year 2037.

KEYWORDS

Ecological transition; sustainability; University of Lausanne; UNIL; citizen assembly; Doughnut theory; Kate Raworth; planetary boundaries; institutional strategy

¹ Vice-Rector for Ecological Transition and Campus, University of Lausanne, CH-1015 Lausanne, Switzerland

Introduction

L'Université de Lausanne (UNIL) est engagée face aux défis socio-écologiques depuis de nombreuses années. En 2003, elle crée une Faculté des géosciences et de l'environnement dont la mission est de s'intéresser aux phénomènes bio-géophysiques et à leur évolution, leurs origines et leurs conséquences, tant du point de vue naturel qu'humain. Depuis septembre 2011, un des six vice-rectorats de la Direction est chargé de piloter une stratégie de durabilité portant autant sur les opérations et les infrastructures que sur les missions fondamentales d'enseignement, de recherche et de service à la société. La Direction d'alors décide de « placer la durabilité au cœur de ses préoccupations » et soutient de nombreuses initiatives, comme le lancement d'un nouveau cursus de Master en fondements et pratiques de la durabilité (2015)¹, d'un programme de recherche-action sur les aspects sociaux de la transition énergétique (Niwa & Frund, 2018) ou encore d'un ensemble de mesures écologiques sur le campus (rénovations énergétiques des bâtiments, passage à des vecteurs énergétiques renouvelables, exploitation écologique des espaces verts, promotion de la mobilité douce, etc.). En 2019, un service de la Direction est même créé pour coordonner les efforts en matière de durabilité au sein de l'institution : le Centre de compétences en durabilité (CCD)². En 2021, à l'occasion de l'entrée en fonction d'une nouvelle équipe de Direction, la question de savoir si l'UNIL est à la hauteur des enjeux socio-écologique se pose : comment savoir si les actions entreprises jusqu'ici sont suffisantes ? Comment circonscrire la responsabilité de l'institution selon les différentes échelles d'intervention : locale, régionale, nationale, globale ? Comment ne pas tout concentrer sur le carbone ? Et comment intégrer non seulement la dimension sociale, mais également les autres enjeux écologiques comme la biodiversité ou la qualité de l'air ? Pour tenter de répondre à ces questions, il s'agissait d'abord de choisir un outil de mesure permettant de poser un diagnostic systémique, de calculer « la hauteur de la marche ». Puis, il fallait mettre en place une démarche la plus inclusive possible, c'est-à-dire un processus garantissant que l'institution, dans son ensemble,

réoriente sa trajectoire pour atteindre cette marche.

Nous nous proposons de présenter brièvement dans les lignes qui suivent pourquoi l'UNIL a fait le choix du cadre conceptuel du Donut de Kate Raworth (2012, 2017) comme outil de monitoring et d'aide à la décision pour sa transition écologique. Nous montrerons ensuite comment le Donut de l'UNIL a servi à alimenter une large démarche participative au sein de la communauté universitaire pour aboutir à l'adoption d'une stratégie visant à transformer profondément les pratiques quotidiennes de l'institution afin qu'elle entre dans « les limites planétaires ». Et nous verrons que le Donut devrait désormais servir à produire un set d'indicateurs permettant de suivre et d'orienter la mise en œuvre de la stratégie de transition. Le changement de posture de l'UNIL face aux enjeux socio-environnementaux est manifeste : elle ne se demande plus ce qu'elle pourrait faire pour améliorer le bilan, elle calcule a priori ce qui devrait être sa position en termes d'impacts et elle construit la stratégie pour y parvenir.

Comment savoir si on est à la hauteur ?

En termes d'outils de mesure de leurs impacts écologiques, les entreprises ou les institutions utilisent usuellement les bilans d'émissions de gaz à effet de serre (BEGES) pour rendre compte de leurs « progrès » en matière de diminution de leurs impacts sur le changement climatique. Il existe toute une littérature et de cadres normatifs³ sur le sujet qui permettent de définir le périmètre qui devrait être pris en compte (scopes) afin d'identifier les responsabilités de l'entité et de rendre les résultats comparables avec d'autres entités. La plupart du temps, les organisations dressent un premier bilan et mesurent ensuite, année après année, les réductions relatives en postulant qu'elles permettent d'aller dans la bonne direction. Depuis l'Accord de Paris de 2015, on part du principe qu'il faut atteindre la « neutralité carbone », autrement dit une réduction totale des émissions de GES à l'échelle globale, éventuellement compensée par des émissions négatives (net zéro). Schématiquement, l'objectif net zéro doit être atteint, au niveau mondial, en 2050. Cet objectif guide la plupart des organisations dans leurs stratégies de transition écologique.

1 <https://www.unil.ch/unil/fr/home/menuinst/etudier/masters/fondements-et-pratiques-de-la-durabilite.html>

2 <https://www.unil.ch/unil/fr/home/menuinst/universite/organisation-universite/unites-et-services/centre-de-compete-nce-en-durabilite.html>

3 Si, en France, la méthode de réalisation des BEGES est régie par une loi, le code de l'environnement, en Suisse, il n'y a pas de disposition contraignante pour les entreprises ou les institutions en la matière, hormis pour certains secteurs, comme les bâtiments. Pour établir le BEGES d'une institution ou une entreprise, il est donc conseillé de suivre les recommandations du Greenhouse Gaz (GHG) Protocol et de la norme internationale ISO 14064, mais il n'y a pas d'obligation.

Les bilans d'émissions de gaz à effets de serre trop réducteurs

En automne 2021, une nouvelle Direction entre en fonction à l'UNIL. Elle se fixe comme objectif programmatique, entre autres, de « ramener les impacts des activités de l'UNIL dans les limites écologiques de la planète tout en répondant à sa mission sociale » (Université de Lausanne, (2021). Objectif 4.3). Il fallait donc établir un diagnostic des impacts de l'activité de l'institution en termes écologiques. Pour l'équipe en charge de la transition à l'UNIL, il a vite été clair que l'utilisation d'un BEGES serait trop réductrice et qu'il serait nécessaire, pour rendre compte de manière la plus complète possible des impacts d'une communauté de plus de 20 000 personnes évoluant sur un campus de plus de 80 hectares hébergeant une trentaine de bâtiments, de disposer d'un outil de diagnostic et d'aide à la décision plus élaboré. Le rôle d'une université étant notamment d'étudier la complexité des phénomènes naturels et humains, il semblait de la responsabilité de l'UNIL de mettre sur pieds un outil qui soit capable de rendre compte des équilibres subtiles qui régissent un système aussi complexe que le système Terre.

La principale critique qui peut être adressée aux BEGES, sans suggérer pour autant qu'ils sont inadéquats, c'est qu'ils ne rendent compte que d'une seule dimension : la contribution aux changements climatiques, soit le cycle du carbone et des gaz à effet de serre associés qui s'accumulent dans l'atmosphère et qui provoquent une hausse des températures moyennes à l'échelle globale. Or il ne s'agit là que d'un des processus bio-géo-chimiques qui garantissent la vie sur notre planète. Préserver les conditions de viabilité sur Terre requiert également la prise en compte des autres processus fondamentaux que sont par exemple le cycle de l'eau, ceux de l'azote et du phosphore, l'état de la biodiversité, l'usage des sols ou encore l'état de la couche d'ozone atmosphérique. Rockström et al. (2009) ont identifié neuf dimensions auxquels ils associent des seuils à ne pas dépasser au risque de mettre en danger la stabilité du système Terre. Ils nomment cela les « limites planétaires » (*planetary boundaries*).

Il s'agissait d'éviter autant que possible l'écueil qu'entraîne la prise en compte d'une seule dimension d'un problème complexe, c'est-à-dire de provoquer des effets pervers liés à la recherche de solutions uniquement selon cette unique dimension.

Pour illustrer ce propos, prenons un exemple fictif volontairement exagéré : si l'UNIL voulait produire elle-même l'énergie électrique couvrant ses besoins, il serait nécessaire de couvrir toute la surface de son campus de panneaux photovoltaïques. Ce faisant, elle provoquerait une destruction totale des surfaces vertes dont elle dispose

à ce jour, faisant ainsi disparaître la biodiversité locale. Elle ruinerait l'activité agricole encore en place. De plus, l'extraction des ressources nécessaires à la fabrication des panneaux provoquerait une atteinte forte à la biodiversité globale, sans parler des risques en termes de santé ou de revenu qui pèseraient sur les populations employées dans les mines. Il conviendrait donc de commencer par interroger le besoin réel en électricité, d'en ajuster la hauteur, et ensuite seulement de trouver des solutions pour produire mieux et différemment l'électricité nécessaire, tout en tenant compte des impacts locaux et globaux sur d'autres dimensions que le réchauffement climatique.

Bref, il paraissait indispensable de doter l'université d'un outil qui tienne compte à la fois de l'ensemble des limites planétaires, mais également des dimensions sociales et économiques associées.

Le choix du Donut

L'économiste Kate Raworth (2012) propose justement d'ajouter aux limites planétaires de Rockström et al. (2009) les minima sociaux pour garantir « un espace juste et sûr pour l'humanité ». Concrètement, elle suggère de définir un « plafond écologique » à partir du concept des limites planétaires et un « plancher social » constitué des ressources économiques et sociales minimales qui garantissent une vie bonne à toutes et tous. Entre le plafond et le plancher se dessine un espace sûr et juste pour l'humanité qu'elle appelle le Donut (Figure 1).

A partir de là, il est possible de représenter les dépassements écologiques (à l'extérieur) et les déficits socio-économiques (à l'intérieur) pour illustrer l'état global du monde en termes de durabilité. Ce cadre conceptuel constitue une bonne boussole théorique pour orienter la transition écologique, car il permet d'adopter une approche systémique et d'articuler les limites planétaires entre elles, mais également de mettre en exergue les interdépendances entre les dimensions écologiques et les dimensions socio-économiques de la transition écologique. Avec les limites inhérentes à ce genre d'exercice, on peut également utiliser ce cadre comme outil de diagnostic à l'échelle régionale ou locale pour identifier les grands leviers d'action (Recordon et al., 2025). Le Doughnut Economy Action Lab, un réseau d'organismes et d'institutions ayant adopté ce cadre conceptuel, l'a appliqué pour le monde entier, mais également pour des pays, des régions ou des villes (Fanning et al., 2022). Dans la suite de plusieurs territoires, l'UNIL a fait l'hypothèse qu'il était possible de décliner ce concept à une institution universitaire pour construire sa stratégie de transition écologique et sociale.

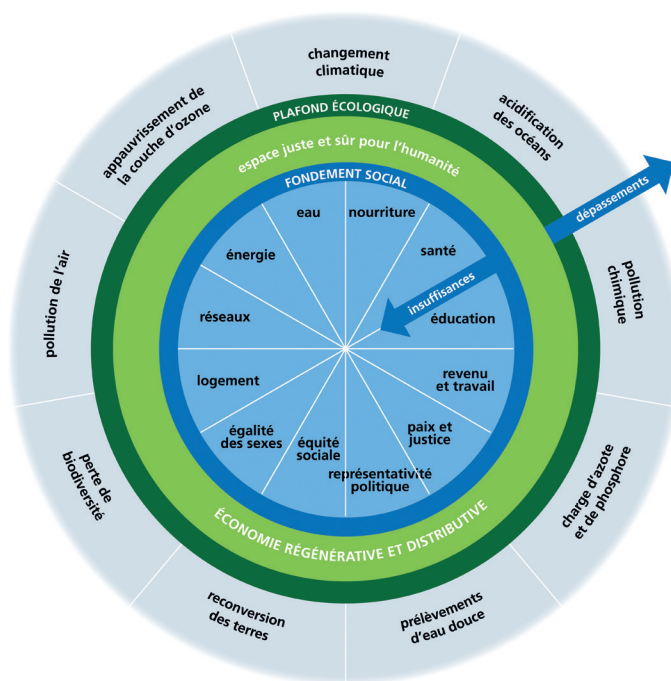


Figure 1. Le Donut de K. Raworth (2012)

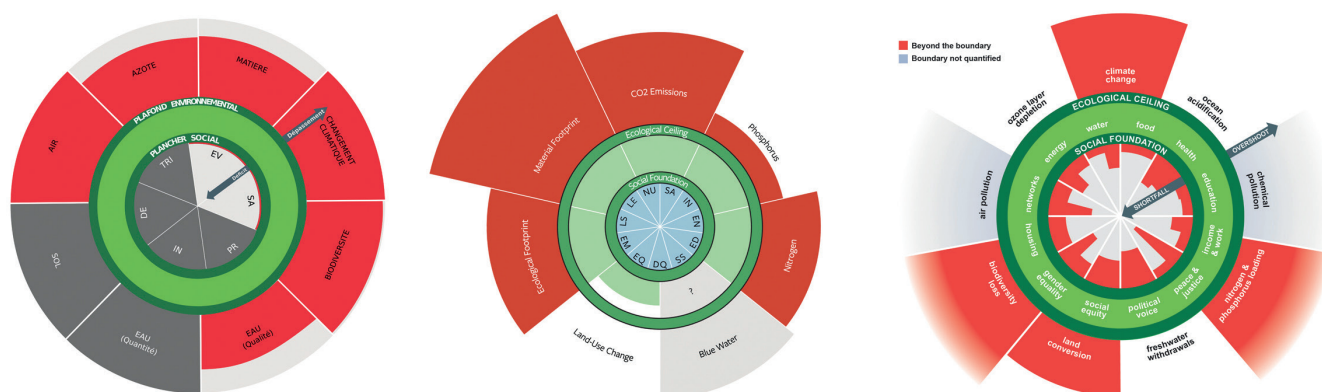


Figure 2. Le Donut appliqué au Grand Genève (CCD, UNIL, 2022), à la Suisse (O'Neil et al., 2018) et au monde (Raworth, 2017)

Le Donut de l'UNIL comme boussole

Le Centre de compétences en durabilité de l'UNIL, avec l'appui de chercheuses et chercheurs de l'institution, a donc élaboré une des premières déclinaisons au monde du Donut de Kate Raworth pour une institution : l'Université de Lausanne (Gilltoots, C et al., 2023). Sans détailler ici l'ensemble des choix méthodologiques opérés pour décliner le cadre conceptuel à la situation de l'UNIL, il faut retenir que si des seuils ont pu relativement facilement être définis et des données récoltées pour le plafond envi-

ronnemental, il n'a pour l'instant pas été possible de quantifier le plancher social, faute de disponibilité des données et de consensus suffisant sur les seuils minimaux. Les travaux étant toujours en cours, les thématiques relatives à l'intérieur du Donut ne seront abordées ci-après.

Le Donut de l'UNIL se compose de quinze thématiques qui ont été classées entre enjeux locaux (au sein de la communauté universitaire, au sein du campus, quelles sont les impacts écologiques et sociaux liés aux activités de l'UNIL ?) et enjeux globaux (quelles sont les contributions des activités de l'UNIL sur les limites globales ?). Quatre limites planétaires ont été retenues⁴, considérant que

4. Gilltoots, C et al. (2023) « Le changement climatique, l'érosion de la biodiversité globale, le cycle de l'azote et le cycle de l'eau. », p. 22.

l'activité de l'UNIL n'a pas forcément d'impact mesurable sur les neuf dimensions décrites par Rockström. Pour chaque thématique, un ou plusieurs indicateurs ont été choisis. L'idée est donc de prendre en compte les impacts directs et indirects de l'activité de l'UNIL sur ses campus, mais également au-delà.

L'idée-force du Donut de l'UNIL est donc de calculer la part des impacts à laquelle l'université aurait droit, compte tenu de sa taille, de sa situation géographique, de sa population, de ses pratiques, etc. pour exercer ses activités sans franchir les limites planétaires. Nous effectuons ainsi une sorte de règle de trois à partir des données mondiales, puis nationales, puis cantonales afin de déterminer pour chaque indicateur une valeur seuil que l'institution devrait atteindre pour fonctionner « dans » le Donut. Dit autrement, il s'agit de calculer les réductions d'impact nécessaires pour que l'activité de l'UNIL cesse de contribuer à la déstabilisation de l'écosystème terrestre.

Le Donut de l'UNIL (Figure 3) illustre l'écart entre les empreintes mesurées en 2019⁵ et les cibles calculées pour 2050, année des grandes échéances internationales issues de l'Accord de Paris de 2015 notamment. Il permet donc d'identifier en un seul et même schéma, la hauteur de la marche, soit les dépassements actuels (en rouge) et la cible à atteindre en termes de réduction des impacts sur la biosphère (le cercle vert).

Diagnostic : des dépassements importants

Pour ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre, les résultats des calculs montrent que les activités de l'UNIL dépassent de 20 fois la limite « autorisée » pour être dans le Donut. Quant à la biodiversité globale, l'UNIL dépasse de 38 fois la limite planétaire considérée. La limite liée à l'empreinte de l'azote est dépassée de 2 fois. Seule l'empreinte hydrique serait respectée. La limite de la qualité de l'air locale est largement dépassée, la qualité des écosystèmes locaux est entre moyenne et mauvaise. La quantité de surface artificialisée sur le campus est un peu trop importante et la biodiversité locale est dans un état préoccupant, même s'il est difficile d'en définir le seuil. L'UNIL dépasse donc largement son plafond écologique, tant au niveau local que global.

Les enjeux les plus critiques de ce diagnostic sont les émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre (GES) et la contribution à l'érosion de la biodiversité globale. Ces impacts sont provoqués par la consommation énergétique (bâtiments et mobilité) et par la consommation de biens et de services de l'UNIL. Si nous nous concentrons sur les GES, par exemple, il est possible d'identifier les principales sources et donc les leviers à activer. Nous trouverons en premier la mobilité (pendulaire, mais surtout professionnelle en avion), le chauffage et le refroidissement des bâtiments, la consommation des centres de données.

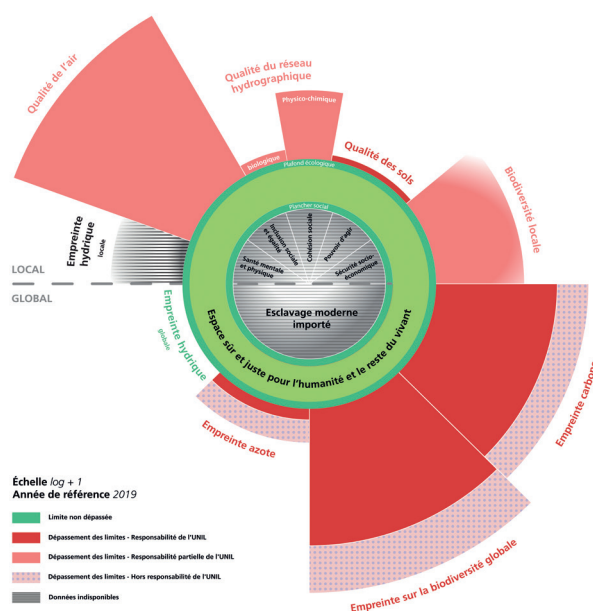


Figure 3. Le Donut UNIL : outil d'aide à la décision pour la Stratégie de Transition (UNIL, 2023)
Impacts écologiques et périmètre de responsabilité de l'institution

5. En 2022, au sortir d'une longue période fortement perturbée par la pandémie de COVID-19, la dernière année pour laquelle on disposait d'un set de données complet et comparable avec les années précédentes sur les consommations de l'UNIL était 2019. C'est la raison pour laquelle cette année a été choisie comme année de référence.

Un constat s'impose : une transformation radicale est nécessaire

Avec le Donut de l'UNIL, l'institution dispose donc désormais d'un diagnostic qui montre que les actions entreprises jusqu'alors ne suffiront de toute évidence pas à mettre l'institution dans une trajectoire compatible avec les limites planétaires, les dépassements étant trop importants. On mesure dès lors que l'atteinte de ces objectifs est impossible sans revoir en profondeur les pratiques actuelles.

Pour chaque limite planétaire dépassée, une analyse plus approfondie a été réalisée pour identifier, d'une part, les principaux postes d'impacts environnementaux et, d'autre part, les leviers à actionner pour les réduire. Pour parvenir à atteindre les objectifs suggérés par le Donut, il apparaît très vite qu'il ne suffira pas de s'imposer des mesures d'efficacité. Seule une remise en question profonde des pratiques actuelles peut, peut-être, ramener la trajectoire de l'UNIL dans les limites planétaires.

Se pose alors la question de comment réaliser cette transformation radicale des pratiques, tout en respectant les missions fondamentales de l'institution, à savoir la recherche, l'enseignement et le service à la société. Comment concevoir une activité académique respectueuse des limites planétaires tout en poursuivant ses missions sociales ? Comment, par exemple, parvenir à réduire de 60 % par rapport à 2019 la quantité d'émissions de GES provoquée par les vols en avion des membres de l'UNIL⁶ ? Comment réduire de 20% par rapport à 2019 l'énergie électrique consommée par les activités de recherche en laboratoire⁷ tout en poursuivant une mission de recherche de pointe ? Comment, à partir de ces constats, emmener une majorité des membres de la communauté universitaire ? Comment dessiner une feuille de route qui soit, autant que possible, partagée par le plus grand nombre ?

Pour tenter d'emmener tout le monde, l'Assemblée de la transition

A partir des chiffres du Donut de l'UNIL, la Direction aurait pu se contenter de rédiger une stratégie et l'imposer à sa communauté. Mais consciente de l'ampleur de la tâche et du temps long dans lequel cette démarche devait s'inscrire, elle a estimé qu'il serait préférable de chercher à obtenir auparavant l'adhésion la plus forte possible au sein de la communauté universitaire. Pour cela, il fallait commencer par s'assurer que le diagnostic soit partagé, puis

que les remèdes proposés puissent être compris par le plus grand nombre. Aurait-il été possible d'organiser des assises de la transition écologique en stoppant toute l'activité de l'institution ? Accorder le temps nécessaire à tous les membres de l'université pour qu'ils puissent participer à un vaste processus d'élaboration d'une stratégie institutionnelle paraissait bien sûr peu envisageable. Mais alors comment tenir compte des diversités de parcours et d'approches présentes au sein de la communauté universitaire tout en mettant en place un dispositif qui ne soit pas trop coûteux en termes de ressources et de temps ?

L'expérience de la commission consultative de durabilité

Pendant les mandats des deux Directions précédentes, la politique de durabilité était discutée, puis suivie par une commission composée d'une vingtaine de personnes provenant des différentes composantes de l'institution. Pour mettre en place la commission, la Direction demandait aux entités internes de désigner leur représentante ou leur représentant qui se trouvait être la plupart du temps la championne ou le champion local des questions de durabilité. Le dispositif marchait relativement bien, en ce sens que les réunions de la commission étaient fructueuses et constructives, mais la visibilité de ses travaux était pratiquement nulle au sein de la communauté. Les membres ne parvenaient pas à intéresser leur composante d'origine aux discussions de la commission et les avis divergents ou les résistances n'étaient presque pas exprimés, puisque les membres étaient choisis essentiellement en fonction de leur intérêt favorable pour les questions de durabilité. En outre, en cours de mandat (5 ans), il a fallu constater que l'assiduité aux séances de la commission diminuait sensiblement. Les réunions peu fréquentes (3 à 4 fois l'an) rendaient le suivi des actions difficiles pour les membres de la commission et il fallait régulièrement réexpliquer toutes les démarches entreprises, car des membres avaient changé.

En entrant en fonction en 2021, la nouvelle Direction a donc décidé de changer le mode de recrutement de la commission et de la faire travailler pendant un temps plus court en lui posant une question précise. L'UNIL gardait donc le caractère consultatif du dispositif, mais en essayant de gommer les défauts liés au recrutement et au rythme de travail. Elle espérait en outre que la visibilité du dispositif soit très sensiblement augmentée, en souhaitant obtenir ainsi une adhésion au diagnostic et aux réponses proposées.

6. <https://wp.unil.ch/cap2037/institution/>

7. idem

Le tirage au sort comme mode de recrutement

Constatant qu'avec la méthode précédente de constitution de la commission, les membres ne représentaient en réalité qu'eux-mêmes et que les opinions divergentes avaient de la difficulté à se faire entendre parce que les personnes étaient choisies pour leur intérêt pour la thématique, il a semblé à la Direction que procéder à un tirage au sort permettrait d'atténuer ces difficultés. C'est ainsi que l'idée de mettre en place une Assemblée de la transition est née.

A dire d'expert, si la démarche de l'UNIL s'inscrivait dans un contexte foisonnant de dispositifs citoyens reposant sur le tirage au sort, il n'existait à ce moment-là pas de précédent dans les institutions académiques européennes en la matière (Sintomer, Y. & Mellina, M., 2022). Il s'agissait donc à la fois de tirer parti des expériences réalisées dans d'autres contextes et de faire œuvre de pionniers avec un dispositif expérimental et innovant qui correspondrait à la situation particulière d'une université.

Un important travail de conception a donc été mené par l'équipe en charge de la transition écologique à l'UNIL entre la mi-2021 et le lancement de l'Assemblée en novembre 2022. La décision formelle de lancer l'Assemblée a été prise par la Direction en février 2022 et il s'agissait d'être prêt à démarrer lors de la rentrée suivante et de concentrer les travaux sur une dizaine de mois d'une seule année académique afin d'éviter autant que possible de perdre en route les étudiantes et étudiants participants. Pour gagner du temps, l'équipe en charge s'est appuyée sur un dialogue régulier avec deux chercheurs spécialisés dans le domaine des démarches participatives : Yves Sintomer et Maxime Méлина. Le dialogue établi avec les deux experts a permis d'identifier trois principales conditions de réussite de l'expérience :

1. La nécessité de définir clairement le mandat donné à l'Assemblée et notamment les livrables attendus de sa part par la Direction ;
2. La nécessité d'annoncer à l'avance quelle suite serait donnée aux travaux de l'Assemblée par la Direction, mais aussi d'être transparent à propos des limites auxquelles la Direction est soumise en termes de mise en œuvre d'une stratégie ;
3. L'importance de créer des conditions-cadre qui permettent une participation facilitée aux personnes tirées au sort, afin d'éviter un fort taux de refus et le risque d'un trop grand biais de sélection des membres.

Conformément à ces indications, il s'agissait donc de définir le nombre de participantes et participants, les critères pour atteindre une certaine représentativité en termes de provenance facultaire, assurer la parité des genres, garantir la diversité des statuts au sein de l'institution, etc. Il a ensuite fallu définir les conditions de participation pour chaque personne tirée au sort (mécanisme d'acceptation ou de refus de participer, décharge, rémunération, etc.). Et enfin, un mandat précis définissant les attentes de la Direction et les responsabilités de l'Assemblée a été rédigé. La totalité de la démarche de constitution de l'Assemblée a été documentée, afin de pouvoir être reproduite et critiquée (Sintomer, Y. & Méлина, M. (2022) ; Université de Lausanne (2022) ; Lieberherr, V. & Meillard, J. (2025)).

Une Assemblée ouverte et transparente

Une fois l'Assemblée constituée de ses 60 membres, tirés au sort à parité de genre et à parts égales au sein des quatre corps constituant la communauté universitaire (étudiants et étudiantes, professeurs et professeures, corps intermédiaire et personnel administratif et technique), les travaux ont pu commencer en décembre 2022.

Le déroulement des sessions et toutes les mesures prises pour assurer le bon fonctionnement de l'expérience sont disponibles en ligne⁸. Il faut retenir qu'un dispositif de communication a été mis en place pour assurer un large rayonnement aux travaux de l'Assemblée et garantir la transparence de la démarche. Deux grands témoins externes ont été invités à assister aux sessions, à poser toutes les questions désirées et à rendre compte librement de leurs constats. Sous forme de photographies pour l'une et de textes pour l'autre, les deux témoins disposaient d'une totale liberté d'expression. Un site web dédié à l'Assemblée a été mis en place et des nouvelles ont été publiées régulièrement tout au long du processus, sur le site central de l'UNIL. Une équipe vidéo a suivi les échanges en vue de la réalisation d'un film⁹ qui n'a été publié qu'après avoir obtenu l'aval de chaque participante et participant. Les sessions ont été ouvertes au public, sur réservation. Et l'ensemble de la démarche a fait l'objet d'une recherche conduite par le Laboratoire de psychologie sociale de l'UNIL¹⁰.

Le Donut comme cible

Après un temps de formation aux principes de fonctionnement d'une assemblée citoyenne, les membres ont longuement étudié les résultats du Donut de l'UNIL. Des

8. Pour tous les détails, se référer au site web de l'Assemblée de la Transition : <https://wp.unil.ch/assemblee-transition/>

9. https://www.youtube.com/watch?v=H_av-wRHH1Q

10. A l'heure où nous écrivons, le laboratoire de psychologie sociale n'a pas encore publié de résultat à propos de cette recherche. Pour suivre ses publications : <https://www.unil.ch/ps/fr/home.html>

expertes et experts des différents sujets (bâtiments, mobilité, alimentation, laboratoires, etc.) ont été entendus lors de sessions thématiques. Les propositions de mesures ont ensuite été élaborées en fonction des impacts calculés et en connaissance des actions déjà entreprises par l'université ou ailleurs. L'équipe en charge de l'élaboration du Donut de l'UNIL était présente tout au long du processus et a évalué, dans la mesure du possible, l'impact de chaque proposition de mesure. En l'espace de neuf mois, lors de 14 sessions d'une demi-journée, l'Assemblée a donc élaboré une série de propositions de 28 objectifs et de 146 mesures qui, cumulées, devraient permettre de ramener les impacts des activités de l'UNIL dans les limites planétaires à l'horizon 2050, selon les chiffres du Donut. Avant la clôture officielle en novembre 2023, un rapport a été rédigé par une délégation de l'Assemblée et remis à la Direction. Cette dernière a rencontré les membres de l'Assemblée et s'est engagée publiquement à prendre en compte les recommandations du rapport pour élaborer sa stratégie de transition.

Une stratégie pour l'année du 500^e anniversaire de l'UNIL

La Direction, forte du rapport de l'Assemblée et des chiffres 2019 du Donut de l'UNIL, a ensuite rédigé une stratégie de transition écologique qui contient essentiellement des cibles chiffrées à l'horizon 2037¹¹, l'année du 500^{ème} anniversaire de la création de l'institution. L'intention est simple : il s'agit de définir quels sont les objectifs d'impacts à atteindre pour que l'UNIL se trouve cette année-là sur une trajectoire qui la conduit au-dessous des limites planétaires treize ans plus tard.

Le Donut de l'UNIL a été recalculé à partir des chiffres 2023¹², puis le sera année après année, pour vérifier que la mise en œuvre de la stratégie porte ses fruits et pour décider des éventuelles corrections à apporter.

Conclusion : le Donut comme boussole pour orienter la trajectoire vers où il faut...

L'objectif programmatique de 2011 était de « placer la durabilité au cœur de nos préoccupations ». Celui de 2021 est de « ramener les impacts des activités de l'UNIL dans les limites écologiques de la planète ». En dix ans, l'UNIL est passé d'une préoccupation face à la durabilité qu'on tâche d'ancrer dans l'institution à un objectif beaucoup plus ambitieux et qui inverse la démarche : il s'agit désormais de faire ce qui est nécessaire, ce qu'il faut en regard d'une situation telle que calculée par un instrument de mesure et plus seulement ce que l'on peut, compte tenu des forces en présence.

Le Donut de l'UNIL a permis d'ancrer la stratégie sur des chiffres et une méthodologie transparente. L'ensemble des mesures est basé sur des hypothèses documentées. Elles sont bien sûr critiquables et réductrices, il est probable que certaines doivent être rediscutées et modifiées avec le temps, mais l'institution dispose désormais d'une feuille de route claire.

Les différentes composantes de l'institution se sont d'ores et déjà emparées de la stratégie et commencent à la mettre en œuvre. L'assise obtenue grâce aux travaux de l'Assemblée de la transition et l'élaboration claire et documentée de la stratégie sur la base du Donut de l'UNIL sont probablement les meilleures garanties de réussite. Rendez-vous donc dans quelques années pour voir si l'UNIL a atteint les cibles fixées... ■

11. <https://wp.unil.ch/cap2037/>

12. https://www.unil.ch/files/live/sites/unil/files/02-universite/0205-transition-ecologique/Donut/Donut_2023_VF.pdf

Références

- Fanning, A.L., O'Neill, D.W., Hickel, J. *et al.* (2022). The social shortfall and ecological overshoot of nations. *Nature Sustainability* 5, 26–36. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00799-z>
- Gilloots, C., Matasci, C., Dupoirier, S., Recordon, J., & Meillard, J. (2023). *Le Donut de l'UNIL : un outil de navigation pour la transition écologique et sociale*. Université de Lausanne. <https://iris.unil.ch/handle/iris/37264>
- Lieberherr, V. & Meillard, J. (2025). *Retour sur L'Assemblée de la transition de l'Université de Lausanne 2022-2023*. Université de Lausanne. <https://www.unil.ch/files/live/sites/unil/files/02-universite/0205-transition-ecologique/RetourAT-UNIL-22-23.pdf>
- Niwa, N. & Frund, B (eds). (2018). *Volteface, la transition énergétique : un projet de société*. Lausanne : Editions d'En-Bas et Paris : ECLM. <https://iris.unil.ch/handle/iris/124777>
- O'Neill, D.W., Fanning, A.L., Lamb, W.F. *et al.* (2018). A good life for all within planetary boundaries. *Nature Sustainability* 1, 88–95. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4>
- Raworth, K. (2012). *A Safe and Just Space for Humanity: Can We Live within the Doughnut?* Oxfam International Discussion Paper. <https://policy-practice.oxfam.org/resources/a-safe-and-just-space-for-humanity-can-we-live-within-the-doughnut-210490/>
- Raworth, K. (2017). A Doughnut for the Anthropocene: humanity's compass in the 21st century. *The Lancet Planetary Health*; Volume 1, Issue 2, e48-49. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30028-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30028-1)
- Recordon, J., Gilloots, C., Brunner, D & Fragnière, A (2025). The Doughnut framework: From theory to local applications in Switzerland—literature review & practical lessons, *Journal of Cleaner Production* 505, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145440>
- Rockström *et al.* (2009). A Safe Operating Space for Humanity. *Nature* 461, n°7263, 472-475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Sintomer, Y. & Mellina, M. (2022). *Rapport final : Constitution d'une Assemblée de la transition à l'UNIL. Conception de la stratégie participative*. Université de Lausanne. https://wp.unil.ch/assemblee-transition/files/2023/02/2209_AT_Rapport_Sintomer-Mellina30.pdf
- Université de Lausanne. (2021). *Plan d'intentions 2021-2026 de la Direction de l'Université de Lausanne*. <https://www.unil2026.ch>
- Université de Lausanne. (2022). *Assemblée de la transition : Composition et tirage au sort*. https://wp.unil.ch/assemblee-transition/files/2023/02/2212_AT_Tirage-au-sort_Note-explicative.pdf



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Dialogue entre philosophie et sciences : traduction du vivant pour une transformation de l'humanité

Un échange entre le philosophe Souleymane Bachir Diagne¹ et la scientifique Catherine Bastien², animé par Sabine Duvaleix³

Le 26 juin 2023, le premier atelier participatif bas carbone pour construire la stratégie de décarbonation d'INRAE a ouvert la suite de ses réflexions par un dialogue entre le philosophe Souleymane Bachir Diagne et la scientifique et généticienne Catherine Bastien. Ce dialogue a mis en lumière les enjeux de traduction du vivant pour une transformation de l'humanité. Dans son livre *De langue à langue. L'hospitalité de la traduction*, Souleymane Bachir Diagne « présente une réflexion sur la traduction et sur sa capacité, son pouvoir de créer une relation d'équivalence, de réciprocité entre les identités, de les faire comparaître, c'est-à-dire paraître ensemble sur un pied d'égalité, en faisant que de langue à langue on se parle et on se comprenne. » Selon Armelle Carnet, directrice de la Direction responsabilité sociétale et environnementale d'INRAE, ce livre marque l'importance du respect et de l'éthique entre les hommes et les femmes, les cultures pour faire humanité ensemble. Ce dialogue s'articule autour de quatre thèmes. Le premier concerne le temps dans le processus de transformation vers un futur souhaitable. Le second thème évoque le scientifique, comme traducteur/intercesseur à destination de l'humanité et du vivant. Le troisième revient sur le concept philosophique Ubuntu, qui consiste à faire humanité ensemble. Le dialogue se conclut sur la culture humaniste transversale : penser la totalité et redonner du pouvoir d'agir.

Cet article réunit des extraits de la conférence que vous pouvez écouter intégralement en suivant ce lien : <https://mediatheque.inrae.fr/INRAE/embed/public/537133141>.

¹ Souleymane Bachir Diagne est professeur de philosophie et de français à l'université Columbia à New York. Sa philosophie est riche de trois cultures : la culture sénégalaise où il est né et où il a travaillé une partie de sa carrière, la France où il a réalisé notamment ses études à l'École normale supérieure d'ULM et à l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, et aux États-Unis où il vit et enseigne la philosophie. Ses travaux ont porté notamment sur les mathématiques, l'histoire des sciences, l'islam et l'Afrique.

² Catherine Bastien est directrice de recherche spécialisée en génétique des arbres forestiers. Depuis 2018, elle est investie dans sa mission de chef de département scientifique, écologie et biodiversité (Écodiv) à INRAE.

³ Sabine Duvaleix est maître de conférences, économiste à l'Institut Agro Rennes-Angers.

Dialogue between Philosophy and Science: translating life for the transformation of humanity

In Conversation: Philosopher Souleymane Bachir Diagne¹ and Scientist Catherine Bastien², hosted by Sabine Duvaleix³

On June 26, 2023, the first low-carbon participatory workshop to develop INRAE's decarbonization strategy continued its reflections with a dialogue between philosopher Souleymane Bachir Diagne and scientist and geneticist Catherine Bastien. This conversation shed light on the challenges of translating life in order to transform humanity.

In his book *De langue à langue. L'hospitalité de la traduction*, Souleymane Bachir Diagne "offers a reflection on translation and on its capacity—its power—to create a relationship of equivalence and reciprocity between identities, to bring them together so they may appear alongside one another as equals, enabling us to speak to one another and understand each other from language to language." According to Armelle Carnet, Director of INRAE's Social and Environmental Responsibility Division, this book highlights the importance of respect and ethics between men and women, and among cultures, to foster a shared humanity.

The dialogue revolves around four themes. The first addresses time within the process of transformation towards a desirable future. The second considers the scientist as a translator or intermediary for humanity and all living beings. The third revisits the philosophical concept of Ubuntu, which emphasizes creating humanity together. The final theme focuses on a transversal humanist culture: thinking in terms of totality and restoring the capacity to act.

This article brings together excerpts from the conference, which can be listened to in full via the following link: <https://mediatheque.inrae.fr/INRAE/embed/public/537133141>.

¹ Souleymane Bachir Diagne is a professor of philosophy and French at Columbia University in New York. His philosophy is enriched by three cultures: Senegalese culture, where he was born and worked for part of his career; French culture, where he pursued his studies at the École Normale Supérieure (ULM) and at the University of Paris 1 Panthéon-Sorbonne; and American culture, where he now lives and teaches philosophy. His work has focused in particular on mathematics, the history of science, Islam, and Africa.

² Catherine Bastien is a research director specializing in forest tree genetics. Since 2018, she has been serving as head of the scientific department for Ecology and Biodiversity (Écodiv) at INRAE.

³ Sabine Duvaleix is a senior lecturer and economist at Institut Agro Rennes-Angers.

Sabine Duvaleix : Le dialogue commence avec le thème du temps, du temps dans le processus de transformation vers un futur souhaitable. Dans l'émission « À voix nue » sur France Culture en 2002, Michel Serres discute du temps qu'il décompose en trois catégories. Le premier, le temps d'une horloge qui est la répétition du temps des planètes autour du soleil, est circulaire. Pour reprendre son image, il était 17 h hier, 17 h le mois dernier, 17 h il y a 1 000 ans. Ensuite, le deuxième type de temps est celui de l'usure du corps, de la mort qui va toujours dans un sens et qui ne fait que décroître. Enfin, le troisième, celui sur lequel j'aimerais vous questionner tous les deux, pour reprendre les mots de Michel Serres, c'est « le temps irrépressible de l'évolution à la mode de Darwin ». Un temps progressif. Pour lui, « le temps percole. [...] Le temps est compliqué, l'histoire n'est pas linéaire, elle n'est pas progressive ou régressive, elle est mélangée, avec des moments d'accélération, des moments d'arrêt ». Catherine Bastien, que signifie pour vous le temps ? Le temps peut-il être perçu comme un équilibre stable ? Quelles sont les réponses du vivant à un environnement changeant ?

Catherine Bastien : Le temps de l'horloge est un temps partagé, suivant une échelle de mesure qui nous est commune. En science, nous pouvons partager parce qu'on a une métrique commune. Le deuxième temps est à la base du vivant et de la complexité du fonctionnement des êtres qui constituent des écosystèmes, mais qui ont chacun son horloge, son rythme de développement, sa modalité de réponse à des changements environnementaux. Je crois que dans cette vision de transition qui veut nous amener à bouger, on est tous percutés par la dynamique qui est en cours, qui peut être surprenante, qui est non prévisible. Pour un scientifique qui prépare bien les choses, il pose ses hypothèses, construit son expérience. Je pense que la rapidité des événements et des enjeux actuels sont compliqués. J'entends des collectifs de recherche avec lesquels je travaille dire que la relation au temps devient compliquée : « on n'a plus assez de temps ». Il faut l'entendre, parce qu'on ne peut pas n'en faire que le constat, le vivre. Je suis sensible à cette vision de temps. S'il y avait quelque chose qu'on pourrait travailler tous ensemble, je pense que le temps serait au cœur du sujet.

Sabine Duvaleix : Pour reprendre vos mots, professeur Souleymane Bachir Diagne, « le principe vital habite toute chose. L'idée qu'il n'y a rien à faire est la plus dangereuse. La décision doit être dictée par le futur. » Pouvez-vous nous éclairer sur ce principe vital ?

Souleymane Bachir Diagne : Il semble presque impossible de penser le temps autrement qu'en le spatialisant. Le temps est toujours pensé comme la distance qui sépare un événement

d'un autre événement. Celui qui a véritablement pensé le rapport vital que nous avons au temps, c'est Henri Bergson. Et d'une certaine manière, ce philosophe français est véritablement le premier à avoir voulu penser le temps en tant que temps. À quel moment dans l'histoire de la philosophie occidentale s'est-on mis à spatialiser le temps ? C'est intervenu à un moment où la science précisément estimait que la meilleure façon de procéder, c'était de manière analytique, en immobilisant les choses. Pour vous donner un exemple précis et être moins abstrait, les premiers philosophes qui ont réfléchi sur le temps s'interrogeaient sur la nature de cette chose fuyante. Vous avez parlé du passé, du présent et du futur. Il est presque impossible de penser le temps parce que dès lors que j'essaie de penser mon présent, il a déjà coulé dans le temps. Le passé, je ne le tiens plus. Le présent, il me fuit au moment même où je parle. Le futur n'est pas encore. Il a fallu un philosophe physicien comme Aristote pour immobiliser les choses. Il a donné la définition suivante du temps. Le temps, dit-il, c'est le nombre du mouvement selon l'antérieur et le postérieur. Déjà, le temps est transformé, il est traduit, puisque la traduction va nous occuper, traduit en termes de mouvement. Il est également traduit en termes d'espace. Or le temps, ce n'est pas seulement le temps de nos horloges, c'est la relation vitale que nous avons envers lui. Gaston Berger a construit la notion de **prospective** précisément sur cette relation vitale que nous pouvons avoir au temps. Non pas simplement des projections mathématiques, c'est la différence entre la prospective et les projections mathématiques : les projections, vous prenez des tendances qui se lisent aujourd'hui au présent et les prolongez dans le futur. Et vous vous dites : il est probable que le futur, dans cinq ans, va ressembler à ceci. Et pour mieux encore affiner la connaissance que vous pouvez avoir du futur, vous essayez de mettre au service de vos prédictions le maximum de puissance de calcul. Or, la prospective qui essaie de penser ce temps vital dont j'ai parlé tout à l'heure va donner évidemment place à un calcul de tendance, parce qu'il ne faut pas que nos projections soient totalement irréalistes non plus, mais elle va laisser beaucoup plus de place à l'imagination. Et l'imagination est nécessaire précisément parce que les choses sont imprévisibles. Vous aurez beau faire les projections les plus solides sur le plan mathématique, et sur le plan du prolongement de vos lignes indiquant quelles sont les tendances lourdes, vous ne pourrez jamais imaginer qu'à un moment donné, l'humanité puisse s'arrêter parce qu'un virus a fait le tour de la Terre. C'est seulement dans l'imagination des écrivains de science-fiction qu'une telle chose est possible. Faire marcher mon imagination en même temps que je peux faire marcher mes capacités analytiques, c'est essayer de **réconcilier ces deux facultés en l'humain** : la faculté analytique qui est celle qui correspond à notre

temps des horloges et la faculté synthétique, la faculté intuitive, celle qui est dans le mouvement même de la poussée vitale qui est la nôtre. Je vais terminer sur cette grande déclaration de Gaston Berger que j'ai faite mienne : « L'avenir n'est pas ce qui va fatalement se produire, mais ce que tous ensemble, nous allons faire. »

Sabine Duvaleix : Vous avez beaucoup travaillé sur la traduction, et c'est le sujet d'un de vos livres paru en mars 2022, *De langue à langue. L'hospitalité de la traduction*¹. Je vous cite : « Faire l'éloge de la traduction n'est pas ignorer qu'elle est domination, c'est célébrer le pluriel des langues et leur égalité. C'est s'opposer à l'inscription de la traduction dans un monde d'échanges inégal. C'est rappeler la visée du travail même de traduire, de la tâche du traducteur, de son éthique et de sa poétique et de créer de la réciprocité, de la rencontre dans une humanité commune. » La question que j'aimerais vous poser est la suivante : Les scientifiques (j'inclus toutes les sciences, celles dites « dures », les sciences du vivant ou encore les sciences humaines et sociales) sont-ils des traducteurs-médiateurs ?

Souleymane Bachir Diagne : Je le crois. Permettez-moi encore une fois de faire un détour, parce que c'est ce qu'on fait quand on est philosophe. J'ai travaillé en philosophie des mathématiques et de la logique : la rencontre entre la logique et les mathématiques a donné l'algèbre de Georges Boole. C'était de la traduction. C'est précisément le moment où on s'est mis à traduire nos raisonnements dans le langage du système binaire 0 et 1, dont on sait que c'est le langage des ordinateurs aujourd'hui. Ensuite, quand j'ai travaillé sur la philosophie dans le monde de l'islam, c'est encore une histoire de traduction. Celle de la philosophie grecque en langue arabe et des thèmes grecs dans les récits qui étaient des récits islamiques. Ce n'est pas simplement la rencontre de langues. C'est véritablement une rencontre de cultures. Vous avez déjà dans ce second exemple la signification profondément humaniste de la traduction. La traduction rapproche. Grâce à elle, des cultures peuvent se fondre les unes dans les autres. Ainsi, nos cultures humaines ne sont pas des îles, des insularités séparées, mais elles peuvent toujours se traduire les unes dans les autres. La traduction, ce qu'elle effectue, c'est le rapprochement de nos cultures différentes au-delà du rapprochement simple de nos langues. Et c'est en cela que la traduction est un humanisme. La traduction construit des ponts entre les cultures, des ponts entre les langues. Plutôt que d'être enfermé dans nos langues, nous avons une langue commune. Et cette langue commune, c'est la traduction. J'expliquais que j'étais, je dis ça d'une manière tonitruante, un philosophe de l'universel. Un philosophe de l'universel, ça veut dire quoi ?

Ça veut dire que je pense que nous vivons un monde où nous avons besoin d'universalité. L'universalité est très fortement chahutée. Dès que vous dites « universel », on vous dit « c'est colonial », « c'est impérial », etc. On a l'impression qu'il faut vivre dans un monde du relatif où chacun a sa culture, protège sa culture, sinon ça devient de l'appropriation culturelle et que les cultures doivent être protégées les unes des autres. Bref, on a un monde aujourd'hui fragmenté parce qu'on a une espèce d'apartheid généralisé dans le monde. Affirmer que le monde est pluriel, qu'il n'y a pas une province du monde qui est la province chargée de représenter l'universel ; dire qu'un monde décolonisé, c'est un monde du pluriel. Les cultures sont équivalentes, les langues sont équivalentes, et elles sont plurielles. Mais se donner un horizon d'universalité qui parte du pluriel de nos langues, c'est précisément considérer que la langue des langues, le langage commun que nous parlons, même si nous avons des langues différentes, c'est la traduction. Et donc la figure que je me donne de l'universel, c'est la figure de la traduction. C'est en ce sens-là que pour moi, la traduction est un humanisme au sens très précis, où la traduction nous permet d'avoir le sentiment d'une humanité commune, d'une humanité partagée, et non pas d'une humanité fragmentée entre des cultures qui seraient autant d'îles, autant d'insularités. La vieille parole humaniste qui déclare que je suis humain et que rien de ce qui est humain ne m'est étranger est une parole que nous avons intérêt à prononcer aujourd'hui.

Sabine Duvaleix : Catherine Bastien, vous dites que la perception du vivant est imprégnée des cultures, ce qui génère de la complexité et que par conséquent le dialogue est incontournable. Pour poursuivre l'échange que nous venons d'avoir avec le professeur Souleymane Bachir Diagne, comment restituer la connaissance scientifique et quelles sont finalement les étapes dans cette traduction ?

Catherine Bastien : En tant que scientifique, il faut rester modeste. Notre restitution de la connaissance n'est que partielle. Le vivant est complexe. Les informations qui sont collectées, même si on les rend reproductibles, nécessitent une phase d'interprétation qui est forte : c'est de notre responsabilité, qui est engageante, vis-à-vis de tout le monde, vis-à-vis du vivant qu'on décrit, et qui est engageante aussi vis-à-vis des gens à qui on l'explique et on le partage. Je dirais qu'il faut rester humble, là encore, prendre du temps pour poser quelle restitution faire de la connaissance. Je dirais qu'être traducteur de la science demande du dialogue, parce qu'on y passe beaucoup de temps au-delà de l'observation des faits, parce qu'on essaie d'y croiser des disciplines, de travailler à plusieurs, avec chacun sa culture

1. Diagne, S. B. (2022). *De langue à langue. L'hospitalité de la traduction*. Albin Michel.

de son domaine disciplinaire. Beaucoup d'entre nous qui ont conduit des projets interdisciplinaires ont vu combien il était difficile d'arriver à la première étape, de se mettre d'accord sur ce qu'on allait étudier et sous quelle forme. Il faut être humble et partiel. Dans ce processus de traduction, on reste scientifique du début à la fin. Dans cette posture, on se doit d'expliquer ce qu'on est capable de restituer, ce que l'on a vu ou ce que l'on n'a pas vu, et surtout ce que l'on a validé par **une démarche scientifique**. Je pense que ça fait partie du métier de la recherche et que beaucoup de nos collègues revendiquent à tous les niveaux d'apporter cette information. Il faut pouvoir le dire avec des mots simples que les gens partagent. La notion de traduction, en trouvant les mots communs, pour faire communauté et permettre **l'universalité de la connaissance**, c'est important. Dans nos métiers, on est confronté tout d'abord au monde scientifique, les collègues scientifiques qui sont en attente d'une formulation précise voire technique. Pour que la connaissance scientifique avance, on a besoin de formuler scientifiquement des choses. On a aussi nos partenaires socio-économiques qui sont en attente, qui se sont impliqués avec nous et à qui l'on doit une traduction claire. Puis il y a les étudiants. On a tous des étudiants dans nos laboratoires à qui on apprend à être traducteurs de la science. On a la chance que les résultats de la science soient enseignés ailleurs, à l'université. Il faut que cette transmission et cette restitution puissent passer. Enfin, on est tous dans une société, et du coup l'apprentissage, qui est finalement notre travail au quotidien, ça ne se fait pas que de 8 h le matin à 17 h le soir, ça se fait tout le temps. Je trouve que **cette aisance de traduction dans les deux sens, je dirais aussi bien en version qu'en thème, doit être un exercice à cultiver tout le temps**, parce que finalement c'est la qualité d'un dialogue, et on l'a dit, on a besoin du dialogue en science.

Sabine Duvaléix : Que signifie le concept philosophique **Ubuntu**, « faire humanité ensemble » ? Quel est le proverbe bantu qui évoque ce concept de faire humanité ensemble ?

Souleymane Bachir Diagne : Ubuntu est un proverbe qu'on trouve dans toutes les langues Bantu, parce que les langues bantu, de ce point de vue-là, se ressemblent morphologiquement. Et donc, cette phrase peut aussi bien être une phrase zulu qu'une phrase que vous trouverez également au Zimbabwe. Ce qu'elle dit, c'est qu'un être humain est un être humain grâce à d'autres êtres humains. Celui qui fut le premier président de l'Afrique du Sud post-apartheid, Nelson Mandela, et l'archevêque Desmond Tutu ont pris ce mot comme porteur d'une vision politique et philosophique surtout, pour rappeler la signification profonde d'une phrase comme celle-là. **L'humain réalise sa propre humanité grâce à d'autres humains**. Cela veut dire deux choses. Premièrement, que l'humanité, ce n'est pas quelque chose qui est donné, c'est une tâche. Être humain, c'est être engagé

dans la tâche de réalisation de l'humanité, c'est-à-dire la sienne propre. Je me réalise comme humain et je réalise l'humanité au sens du collectif que nous sommes, de la communauté. Et deuxièmement, cette réalisation s'effectue dans la réciprocité. C'est parce que je suis membre d'une communauté que cette communauté me porte comme individu et me permet de réaliser la personnalité qui doit être la mienne. Que l'humanité soit une tâche et que cette tâche s'accomplisse dans la réciprocité, c'est la grande leçon que portait ce mot qui était un mot banal avant d'être un concept philosophique, le mot d'Ubuntu. Et ce mot est devenu un concept important dans la justice transitionnelle au sens où c'est une justice qui est rendue mais pour ouvrir l'avenir. Nous parlions tout à l'heure du fait que nos actions doivent être des actions en fonction de l'avenir. Les actions qui devaient être entreprises, et ce n'était pas simple, évidemment, devaient l'être en fonction du futur et non pas du passé de l'apartheid. Sortir du tribalisme pour construire une seule et même humanité. Et la logique tribale pour en sortir, il faut le faire d'un seul bond. Vous ne pouvez pas le faire de proche en proche.

La signification profonde d'Ubuntu est l'idée que nous devons pouvoir faire humanité ensemble afin d'habiter ensemble la Terre. Cet aspect est important, parce que les défis qui sont les nôtres aujourd'hui, en particulier les défis environnementaux, commandent que nous soyons une seule et même humanité. Que nous soyons une seule et même espèce. Les défis les plus importants auxquels nous sommes confrontés aujourd'hui commandent que nous y répondions comme une seule et même humanité. L'Afrique aujourd'hui décide de construire une muraille verte pour arrêter la désertification, cette entreprise intéresse la totalité de l'humanité. Ça veut dire que nous sommes arrivés, comme jamais auparavant, à un stade où la politique que nous menons doit être une politique d'espèce. Nous devons avoir des politiques en tant qu'espèce humaine. Ça veut dire que nos politiques doivent être aujourd'hui des cosmopolitiques, des politiques cosmiques, comme peut en mener une seule et même humanité. Et c'est cela, me semble-t-il, la signification qu'Ubuntu porte, au-delà de l'exemple purement sud-africain, pour l'humanité dans son ensemble aujourd'hui.

Sabine Duvaléix : Catherine Bastien, « comment faire humanité ensemble » ? Aujourd'hui, comment redonner du pouvoir d'agir avec toute la pluralité de notre communauté scientifique, de nos champs disciplinaires, des approches que l'on adopte ? Comment faire ensemble en s'appuyant sur la pluralité et les individualités ?

Catherine Bastien : Je me permets de dire que même si je suis impressionnée par cette nécessité de faire humanité, je trouve que ça fait un peu peur. Pour ne pas rester figée par cette peur, je vais me rapporter à une vision de système et de diversité de composants du système qui est peut-être déjà notre maison

INRAE. Il y a tout d'abord cette notion de base de partage de projets communs, du sens du projet commun qu'il faut se dire, se redire, parce qu'on va en avoir besoin tout au long du chemin, parce que c'est ça qui va tenir dans la durée quand ça ne sera pas forcément facile. Dire qu'on a bien une ambition partagée, commune, c'est important. La deuxième, c'est de dire et reconnaître qu'on est un grand établissement, mais, puisqu'on est nombreux et diversifiés, c'est une richesse. Ne pas oublier ni gommer cette richesse. Ne pas chercher à la simplifier, la prendre telle qu'elle est dans la recherche de tous les jours. Je pense que c'est comme ça aussi qu'on fait de belles choses. Vous² êtes là pour représenter aussi la **diversité des métiers et la diversité des investissements dans l'action**. Tout le monde a sa place dans cette action, elle est possible. Il faut tous qu'on s'organise pour la réaliser. J'aimerais bien aussi qu'on dise que pour se mobiliser, parce qu'il faut qu'on y aille, on n'a pas toujours le temps de faire des plans stratégiques à vingt ans et d'ajouter trois ans pour opérationnaliser ces plans, on a besoin d'y aller tout de suite. C'est mettre de côté un certain nombre de choses encombrantes et qui ne facilitent pas les interactions en faveur de l'action. Si on pouvait, je me permets de rêver aujourd'hui, oublier la notion de compétition et remettre en valeur la notion de **coopération**. On peut promouvoir la coopération. Moi, j'y crois. J'en ai des preuves flagrantes au travers de nombreux événements qui se passent dans nos collectifs. Je veux dire : « on a de beaux exemples à accompagner ». Ensuite, c'est faire confiance. C'est la notion de confiance que j'aimerais qu'on ait tous. Et faire confiance, c'est se faire confiance, d'abord. Il faut être un peu égoïste, parce que, en se faisant confiance je pense qu'on apportera beaucoup aux autres. Et puis faire confiance aux autres. En tant que scientifique, on est exercé à pratiquer et recevoir la critique. Mais ayons la critique positive qui ne bloque pas l'avancée parce que sinon, on n'y arrivera pas. Dans cet Ubuntu, il y a également un point important qui me frappe, c'est le fait de prendre conscience de la nécessité des interactions entre les individus. Elles peuvent prendre différentes formes. Soignons les interactions. La recherche n'est pas qu'une somme de projets. Elle ne se définit pas seulement par la tâche 1, la tâche 2, la tâche 3, etc. Elle intègre toutes les interactions. Et plus on aura nourri les interactions en interne, plus on sera à même de nourrir des interactions au-delà de nous, au-delà d'INRAE, pour pouvoir assurer cette transmission. Je suis peut-être optimiste, mais je trouve qu'on a encore beaucoup de capacités en nous et il suffit de s'y mettre.

Sabine Duval : Souleymane Bachir Diagne, vous écrivez : « La traduction contribue à la tâche de réaliser l'humanité, et même mieux : elle s'y identifie. Justement parce que son travail est de s'opposer à « l'apartheid » pour ouvrir la tribu à l'entre-connaissance, parce qu'elle est « l'opération par laquelle les cultures [...] deviennent étrangères à elles-mêmes, en se différenciant d'elles-mêmes – étrangères aux images figées qu'elles se font d'elles-mêmes [...] ». Se décentrer pour s'ouvrir au principe d'humanité fait en effet tout le prix de « l'épreuve de l'étranger ». Pour terminer cette conférence, pouvez-vous commenter ces tous derniers mots, « **se décentrer pour s'ouvrir aux principes d'humanité** » ?

Souleymane Bachir Diagne : Je suis heureux de terminer sur la notion de décentrement et de donner un exemple précis, qui vient des langues. Si vous ne connaissez qu'une seule langue, dit Goethe, vous ne la connaissez pas. Pourquoi ? Si vous ne parlez que français, vous ne connaissez pas la langue française parce que vous ne vous rendez pas compte de ses particularités. En français, en général, on va du sujet de l'action, l'action elle-même, à l'objet sur lequel s'exerce l'action. En allemand, vous construisez vos phrases autrement. Le chemin le plus court de vous-même à vous-même, en termes de compréhension de qui vous êtes, passe par l'autre, de ce point de vue-là. Vous vous décentrez dans une autre langue. À partir d'une autre langue, vous pouvez voir les particularités de la vôtre, la manière dont la vôtre vous relie au monde, la vision du monde dont votre langue est porteuse. Et c'est simplement cela, la notion de décentrement. L'expression « l'épreuve de l'étranger » qui est dans ma citation, je l'ai mise entre guillemets parce que l'épreuve de l'étranger, c'est le titre d'un ouvrage du philosophe de la traduction Antoine Berman. **La traduction, c'est se mettre à l'épreuve de l'étranger**. Parce que ça ne va pas de soi. Ceux qui ont fait un travail de traduction, quel qu'il soit, se rendent bien compte qu'une langue, ça résiste. Traduire dans une autre langue, ça ne va pas de soi. Souvent, le meilleur moyen de traduire, c'est de trouver des périphrases, de tourner autour, de dire les choses autrement, par souci de fidélité. Les Italiens l'ont bien compris quand ils disent « traduttore traditore », le traducteur est un traître. C'est une trahison parfois nécessaire pour la fidélité précisément à ce que l'on veut rendre. C'est en cela, si vous voulez, que la traduction, encore une fois, est ce qui nous donne le mieux le sens d'une humanité partagée. Parce que vous aurez fait cet effort de décentrement, vous vous serez mis à l'intérieur d'une autre langue pour regarder la vôtre. Vous vous serez mis à la place de quelqu'un d'autre pour vous regarder vous-même. Vous êtes en mesure de mener cette coopération précisément parce que vous êtes en mesure de penser à la place

2 . Il s'agit des participants au premier atelier participatif INRAE bas carbone, sélectionnés parmi les agents volontaires qui ont souhaité contribuer à la réflexion sur la décarbonation de l'institut.

de l'autre également. Et c'est la meilleure manière de construire cet Ubuntu de la coopération à l'intérieur de communautés, si petites soient-elles. Et c'est au fond cela, cet esprit de coopération dont je suis heureux que vous ayez parlé tout à l'heure, si on veut bien comprendre que Ubuntu, ce n'est pas l'effacement de la différence que j'apporte dans l'équipe³, c'est au contraire l'exaltation de la différence que j'apporte dans cette équipe. Simplement, cette exaltation passe précisément par la réciprocité. C'est l'idée que je suis un meilleur spécialiste dans ma discipline si je suis capable de me décentrer dans la discipline de quelqu'un d'autre. L'interdisciplinarité, la transdisciplinarité, c'est au fond aussi cet effort de décentrement. Se mettre à la place de quelqu'un d'autre, c'est probablement la chose la plus difficile qui soit, y compris dans les couples que nous formons, les couples d'amis, les couples d'amants, etc. C'est également la chose la plus difficile qui soit dans une équipe, mais c'est à cela que précisément nous devons travailler, faire communauté ensemble et apprendre la signification profonde de ce mot très joli, très beau, qui est la réciprocité. ■

3. Souleymane Bachir Diagne fait ici référence à l'équipe des Celtics de Boston. Il s'agit d'un exemple qu'il a développé pendant la conférence sur la gestion des grandes stars du basket, dont les egos démesurés peuvent nuire au collectif, par l'entraîneur de basket-ball Doc Rivers des Celtics de Boston. La solution trouvée par Doc Rivers a été de leur enseigner la philosophie Ubuntu : « C'est l'art de faire briller au maximum le talent qui est le mien en faisant briller le talent de l'équipe à laquelle j'appartiens. »



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Chapitre 2

Une recherche décarbonée

Introduction

La sixième série de rapports d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a rappelé la nécessité et l'urgence d'une diminution immédiate et rapide des émissions de gaz à effet de serre (GES) afin d'atténuer les trajectoires de réchauffement actuelles et les impacts en cascade qui y sont associés (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022). Le réchauffement climatique, qui atteignait +1,1 °C en 2020 à l'échelle planétaire, est totalement imputable aux activités humaines. Au-delà de l'augmentation des températures moyennes, le changement climatique contribue à l'augmentation du nombre et de l'intensité de phénomènes extrêmes (canicules, pluies extrêmes, sécheresses...). Maintenir le réchauffement de la planète en dessous de 2 °C à la fin du siècle, conformément aux engagements de l'accord de Paris, implique de réduire les émissions de GES d'environ 25 % et 60 % d'ici 2030 et 2050, respectivement.

En France, la Stratégie nationale bas carbone (SNBC) vise à accompagner les efforts collectifs de réduction de l'impact carbone des activités afin d'atteindre la neutralité carbone en 2050, en cohérence avec les objectifs européens dans ce domaine. La neutralité carbone implique un équilibre entre les émissions de GES et l'absorption du carbone de l'atmosphère par des puits de carbone, c'est-à-dire des systèmes qui absorbent plus de carbone qu'ils n'en émettent (océans, sols, forêts). Pour atteindre des émissions nettes nulles, toutes les émissions de GES dans le monde devront être compensées par la séquestration du carbone dans des puits de carbone. En lien avec cet objectif, la décarbonation décrit l'ensemble des mesures et des techniques permettant de réduire les émissions de GES d'un secteur d'activité, via l'adoption de pratiques durables et respectueuses de l'environnement tout en favorisant l'activité des puits de carbone.

Un enjeu aussi pour les organismes de recherche

Conformément au Plan climat-biodiversité et transition écologique de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2022), il s'agit pour les établissements sous tutelle du ministère de prendre des engagements concernant la décarbonation de leurs activités, avec des objectifs de réduction ciblée de leur empreinte carbone incluant des enjeux forts en termes de sobriété énergétique (réduction de la consommation d'énergie) et de réduction de l'impact environnemental du fonctionnement courant, y compris en ce qui concerne la gestion durable de la biodiversité et la préservation du vivant.

Les engagements pris par les établissements de recherche doivent nécessairement être alignés avec ceux pris par la France dans le cadre d'accords internationaux sur les objectifs de développement durable, le climat ou la biodiversité, mais aussi à l'échelle de l'Union européenne ou de la France : SNBC, Stratégie nationale biodiversité, 3^e Plan national d'adaptation au changement Climatique (PNACC3)...

Comme tous ses homologues de l'enseignement supérieur et de la recherche, INRAE est pleinement concerné par cette démarche. En effet, si les chercheurs produisent des connaissances qui doivent profiter à la société en apportant certains avantages (technologiques, écologiques, sociaux, économiques...), y compris en termes d'atténuation et d'adaptation au changement climatique, leurs activités ont elles-mêmes un impact sur l'environnement. Bien que cet impact varie en fonction des disciplines et des problématiques de recherche, les activités de base comme les voyages professionnels (notamment pour assister à des conférences ; Burtscher *et al.*, 2020 ; Klöwer *et al.*, 2020), les réunions scientifiques¹ ou l'utilisation de ressources numériques ont un impact significatif sur les émissions de GES.

Arbitrages délicats à rendre et dilemmes à considérer

Le monde académique joue un rôle majeur dans la production et la diffusion de la connaissance sur le sujet du changement climatique et de ses conséquences, y compris à travers la formation des étudiants et l'information du grand public. Les scientifiques sont amenés à contribuer au débat public sur les options pour l'atténuation du changement climatique

1. Cf. article Huard, F. « Comptabiliser les émissions de GES des événements d'INRAE pour mieux les réduire », dans ce numéro.

et l'atténuation de ses causes. Leur comportement dans leur vie professionnelle, ainsi que dans leur vie personnelle, est censé être en accord avec leur message (Attari *et al.*, 2016). Certains ont d'ailleurs rejoint les appels à une action climatique urgente, parfois même par des actes de désobéissance civile (Capstick *et al.*, 2022). Ceci crée des dilemmes pour de nombreux acteurs du monde de la recherche, notamment (mais pas uniquement) vis-à-vis des déplacements en avion. Or, les déplacements aériens sont un moyen pour les scientifiques en début de carrière d'obtenir une visibilité et pour les scientifiques confirmés de la maintenir (Berné *et al.*, 2022). Réduire les émissions de GES et plus largement l'empreinte environnementale due aux activités de recherche est progressivement devenu un impératif moral et un enjeu de crédibilité pour la communauté scientifique (Burtscher *et al.*, 2021 ; Estevez-Torres *et al.*, 2024).

L'utilisation d'infrastructures de recherche plus ou moins consommatrices d'énergie et émettrices de GES est un autre point d'attention, particulièrement prégnant dans le domaine des sciences de l'univers (Aujoux *et al.*, 2021).

Le lien à la stratégie RSE d'INRAE

Pour INRAE, la démarche d'évaluation de son impact s'appuie sur l'estimation de son empreinte environnementale globale par l'édition régulière de son bilan d'émission de gaz à effet de serre (BEGES), la création d'outils², l'élaboration d'une trajectoire de neutralité carbone ambitieuse et réaliste, la diminution des pollutions ou encore la préservation et la restauration de la biodiversité.

La transition des pratiques de recherche au sein des unités et des laboratoires et l'évaluation et la maîtrise de l'impact environnemental des activités de l'Institut pour en réduire les effets négatifs et en accroître les effets positifs sont au cœur des priorités 2 et 3 du plan d'action RSE 2021-2025 d'INRAE.

Les données du BEGES établies régulièrement pour INRAE sur la base de la méthode « ACT pas à pas³ » permettent à la fois de quantifier les émissions associées à ces différentes activités et d'alimenter la feuille de route associée à la mise en œuvre du plan d'action INRAE bas carbone. Présenté en octobre 2024, ce dernier ambitionne une réduction de 70 % des émissions en 2050 par rapport à 2019. Il est organisé sur six secteurs d'activité. Les activités ciblées sont celles maîtrisées par INRAE et dont on sait qu'elles vont influencer le suivi de la trajectoire cible : matériel, fournitures et services scientifiques (dont production d'ouvrages⁴) ; activités des unités expérimentales ; immobilier et énergie ; numérique ; activités quotidiennes (dont déplacements pendulaires, déchets, achats courants...) ; déplacements professionnels.

À INRAE, le transport aérien et les déplacements domicile-travail en véhicules thermiques représentent 14 % des émissions de GES. Il s'agit donc pour INRAE d'amplifier sa politique de mobilité responsable pour réduire les émissions de GES et la pollution générées par les déplacements. C'est en particulier l'objectif des plans de mobilité⁵.

Les infrastructures utilisées par les équipes d'INRAE doivent aussi être prises en compte dans le BEGES et dans les actions à entreprendre. Les unités expérimentales constituent un cas particulier dans ce domaine car si elles contribuent pour certaines à des émissions de GES (émissions de protoxyde d'azote associées à l'usage de fertilisants azotés ; émissions de méthane liées aux ruminants), elles peuvent aussi contribuer à des puits de carbone (stockage de carbone dans les sols ; parcelles forestières). Le dispositif expérimental constitue ainsi un levier important dans l'atteinte de la neutralité carbone d'INRAE, via la consolidation de la séquestration de carbone en son sein⁶.

Conclusion

Face à l'urgence climatique, il est impératif pour les entreprises et les organisations, dont les organismes de recherche, d'adopter une politique RSE réellement efficace. C'est aussi l'opportunité de porter un nouveau regard sur le fonctionne-

2. Cf. article Huard, F., et Bonnin, I. « StopGES : un outil d'aide à la décision pour la réduction des émissions de GES dans les unités INRAE », dans ce numéro.

3. Cf. article Huard, F., et Bonnin, I. « La méthode "ACT pas à pas" de l'ADEME : une démarche socle de la stratégie bas carbone d'INRAE », dans ce numéro.

4. Cf. article Magnét, M. M. « Production d'ouvrages scientifiques, comment évaluer les impacts environnementaux ? Une analyse du cycle de vie (ACV) des ouvrages papier et numériques publiés par les éditions Quæ » dans ce numéro.

5. Cf. article Guillaumet, A. « Le plan de mobilité, un outil pour repenser durablement les déplacements et ouvrir de nouvelles voies », dans ce numéro.

6. Cf. article Bouquet, D., et Huard F. « Évaluation du potentiel de séquestration du carbone dans les UE : enjeux, méthodologie et état d'avancement », dans ce numéro.

ment et les missions des agents. Dans ce contexte, il est indispensable d'avoir une vision et une stratégie claires. Ceci passe par la définition d'objectifs à court et long terme, tout en favorisant le développement d'un mode de fonctionnement qui mobilise des pratiques plus éthiques et durables.

Si la recherche a un rôle à jouer en proposant des solutions au défi climatique, elle doit aussi adopter des pratiques ayant moins d'impacts sur l'environnement, notamment en termes d'émissions de GES. Il est indispensable que ces pratiques soient comprises et partagées par toutes et tous et mises en cohérence dans une stratégie d'organisme intégrée et évolutive. Il s'agit d'un enjeu stratégique pour INRAE et pour tous les organismes de recherche. ■

Thierry Caquet
Collège de direction INRAE

Références

- Attari, S. Z., Krantz, D. H., & Weber, E. U. (2016). Statements about climate researchers' carbon footprints affect their credibility and the impact of their advice. *Climatic Change*, 138, 325-338. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1713-2>
- Aujoux, C., Kotera, K., & Blanchard, O. (2021). Estimating the carbon footprint of the GRAND project, a multi-decade astrophysics experiment. *Astropart. Phys.*, 131, 102587. <https://doi.org/10.1016/j.astropartphys.2021.102587>
- Berné, O., Agier, L., Hardy, A., Lellouch, E., Aumont, O., Mariette J., & Ben-Ari T. (2022). The carbon footprint of scientific visibility. *Environmental Research Letters*, 17, 124008. <https://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ac9b51>
- Burtscher, L., Barret D., Borkar, A. P., Grinberg, V., Jahnke, K., Kendrew, S., Maffey, G., & McCaughrean M. J. (2020). The carbon footprint of large astronomy meetings, *Nature Astronomy*, 4, 823-825. <https://doi.org/10.1038/s41550-020-1207-z>
- Burtscher, L. H., Dalglish, H., Barret, D., Beuchert, T., Borkar, A., Cantalloube, F., Frost, A., Grinberg, V., Hurley-Walker, N., Impellizzeri, V., Isidro, M., Jahnke, K., & Willebrands, M. (2021). Forging a sustainable future for astronomy. *Nature Astronomy*, 5, 857-860. <https://doi.org/10.1038/s41550-021-01486-x>
- Capstick, S., Thierry, A., Cox, E., Berglund, O., Westlake, S., & Steinberger, J. K. (2022). Civil disobedience by scientists helps press for urgent climate action. *Nature Climate Change*, 12, 773-774. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01461-y>
- Estevez-Torres, A., Gauffre, F., Gouget, G., Gazon C., & Loubet P. (2024). Carbon footprint and mitigation strategies of three chemistry laboratories. *Green Chemistry*, 26, 2613. <https://doi.org/10.1039/d3gc03668e>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>
- Klöwer, M., Hopkins, D., Allen M., & Higham J. (2020). An analysis of ways to decarbonize conference travel after Covid-19. Biennals, regional hubs and virtual attendance can slash emissions, new calculations show. *Nature*, 583, 356-359. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-02057-2>
- Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (2022). Plan climat-biodiversité et transition écologique de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. https://services.dgesip.fr/fichiers/Plan_climat_MESR_4.pdf

La méthode « ACT pas à pas » de l'ADEME : une démarche socle de la stratégie bas carbone d'INRAE

Isabelle Bonnin¹
Frédéric Huard¹

CORRESPONDANCE

isabelle.bonnin@inrae.fr
frédéric.huard@inrae.fr

RÉSUMÉ

Afin de contribuer aux objectifs climatiques nationaux et européens, INRAE a adopté la méthode « ACT pas à pas » (*Assessing Low Carbon Transition*), portée par l'ADEME, en l'adaptant à ses activités de recherche. Cette démarche permet à l'établissement d'élaborer une stratégie bas carbone robuste, fondée sur un diagnostic approfondi, une participation large des agents et une modélisation prospective. Le diagnostic initial, basé sur les BEGES 2019 et 2022, a identifié six axes d'analyse, couvrant à la fois les activités internes et le pouvoir d'influence de l'institut. Plus de 600 agents ont été mobilisés pour proposer 1 500 leviers d'action, consolidés pour formuler des scénarios de réduction des émissions à l'horizon 2050. Ces scénarios ont été simulés grâce à un outil de modélisation intégrant les leviers identifiés et des trajectoires de référence issues de la Stratégie nationale bas carbone (SNBC), du *Science-Based Target initiative* (SBTi) et du Green Deal européen. Une trajectoire cible a été définie, visant une réduction des émissions de 70 % d'ici 2050. Les leviers ont été évalués selon leur faisabilité, leur impact, leur acceptabilité et leur mise en œuvre. Le plan d'action final, prévu pour 2025, intégrera ces actions priorisées. Ce travail pionnier offre un cadre méthodologique répliquable pour d'autres établissements de recherche. Il souligne l'importance d'une approche systémique, participative et évolutive pour intégrer durablement la transition bas carbone dans les missions de la recherche publique.

MOTS-CLÉS

Trajectoire bas carbone ; atténuation des émissions carbone

¹ INRAE, DRSE, 75007 Paris, France

ADEME's "Assessing low Carbon Transition" method: a basic approach for INRAE's low-carbon strategy

Isabelle Bonnin¹
Frédéric Huard¹

CORRESPONDENCE

isabelle.bonnin@inrae.fr

frédéric.huard@inrae.fr

ABSTRACT

To contribute to national and European climate targets, INRAE has adopted and adapted the "ACT Step by Step" (Assessing Low Carbon Transition) method, developed by ADEME, to its research activities. This approach enables the institution to build a robust low-carbon strategy based on a comprehensive diagnostic, broad staff engagement, and prospective modelling. The initial assessment, based on the 2019 and 2022 greenhouse gas inventories (BEGES), identified six analytical axes covering both internal operations and INRAE's influence potential. More than 600 staff members contributed over 1,500 proposed actions, which were consolidated into emissions reduction scenarios for 2050. These scenarios were simulated using a modelling tool incorporating the identified levers and reference trajectories from the French National Low-Carbon Strategy (SNBC), the Science-Based Target initiative (SBTi), and the European Green Deal. A target trajectory was established aiming for a 70% reduction in emissions by 2050. The identified levers were evaluated based on feasibility, impact, acceptability, and implementation capacity. The final action plan, to be published in 2025, will include these prioritized measures. This pioneering effort provides a replicable methodological framework for other research institutions. It highlights the importance of a systemic, participatory, and adaptive approach to effectively embed low-carbon transition into the core missions of public research.

KEYWORDS

Low-carbon trajectory; carbon mitigation

¹ INRAE, DRSE, 75007 Paris, France

Introduction

Pour contribuer aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre fixés par la SNBC et en accord avec la réglementation, INRAE a réalisé des bilans des émissions de gaz à effet de serre (BEGES) en 2019 et 2022 pour diagnostiquer ses émissions et engager des actions de réduction (plan de mobilité dans les centres, plan de maîtrise de l'énergie, plan d'action achats durables, etc.).

Fin 2022, pour pouvoir se projeter sur la trajectoire de ses futures émissions et décider d'un scénario, l'institut a décidé de mobiliser une démarche de transition bas carbone éprouvée et reconnue à l'international. Cette démarche, « ACT pas à pas » (*Assessing Low Carbon Transition*, renommée récemment *Accelerate Climat Transition*), est portée par l'ADEME en France dans le but de faire contribuer les entreprises privées à l'atténuation des émissions nationales.

Elle a été adaptée aux activités d'un établissement de recherche publique en partenariat avec l'ADEME et la méthode adaptée est devenue une copropriété ADEME-INRAE. Elle a été publiée sur le site internet de l'ADEME fin 2024 et est d'ores et déjà utilisée par d'autres établissements.

La méthode ACT pas à pas adaptée aux activités d'un organisme de recherche

La Stratégie nationale bas carbone (SNBC), mise en place en 2015 puis renforcée par la suite par le plan climat, définit la trajectoire des émissions futures de la France pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Elle fixe des trajectoires carbone pour chaque secteur d'activité en France (industrie, transport, énergie, bâtiment, agriculture) à travers des budgets carbone qui sont revus tous les quatre ans, la troisième version de la SNBC étant attendue prochainement. Cet objectif est traduit au niveau de l'UE par le plan d'action ou *Green Deal* et le paquet *Fit for 55* (55 % de réduction entre 1990 et 2030). Le plan de transformation écologique de

l'État (mars 2024) promeut une fonction publique « écologiquement » ambitieuse avec la circulaire Services publics Écoresponsables (SPE) objectivant une baisse des émissions de 22 % en 2027 par rapport à 2022 et une division par cinq des émissions de l'État d'ici 2050.

Dans ce contexte, INRAE développe une stratégie pour tendre vers la neutralité carbone qui articule trois niveaux d'actions : 1) appliquer une méthode internationalement reconnue et portée par l'ADEME en France pour réduire ses émissions ; 2) consolider sa capacité de stockage du carbone en interne, notamment dans ses unités expérimentales ; 3) identifier des leviers de compensation pour ses émissions résiduelles. Cet article illustre le premier niveau.

Le cabinet I Care Environnement, accrédité par l'ADEME, a accompagné INRAE dans l'adaptation et la mise en œuvre de la démarche ACT qui a abouti à six axes d'analyse de l'activité d'INRAE au regard des enjeux carbone : deux portant sur l'activité interne de l'établissement et quatre portant sur son pouvoir d'influence et sa contribution à la transition globale (Figure 1).

Les cinq étapes de sa mise en œuvre à INRAE

L'étape 1 de la mise en œuvre de la démarche adaptée (Figure 2), c'est-à-dire le diagnostic initial de la maturité d'INRAE sur ces enjeux, a été conduite selon ces axes début 2023, à partir d'entretiens ciblés et de documents de travail internes à l'établissement et à partir des BEGES 2019 et 2022. Ce diagnostic sera reconduit quand la démarche sera terminée.

Pour avoir une démarche ACT à INRAE plus participative que dans la démarche classique, la Direction générale a souhaité que les agents de l'institut prennent part à la définition des leviers de réduction des émissions de GES sur le long terme (étape 2) et qu'ils contribuent à l'élaboration du plan d'action bas carbone (étape 5), l'étape finale de la démarche.

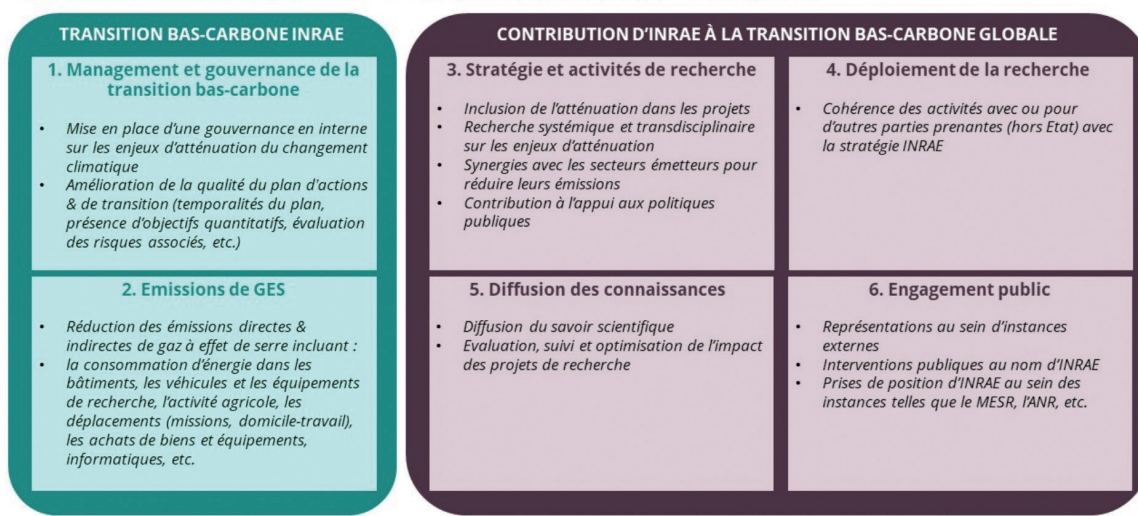


Figure 1. Axes d'analyse de la méthode adaptée

Ainsi, plus de 600 participants ont été mobilisés en juin 2023 lors d'un atelier national et dans les centres (1 500 propositions) pour produire des leviers (Photos 1 & 2). Ceux-ci ont été regroupés et synthétisés et ont servi de base aux étapes 3 « construire la vision et les ambitions carbone réalistes pour l'institut » et 4 « identifier des scénarii et valider une stratégie » de la méthodologie ACT pas à pas (figure 2).

En parallèle, afin de définir des ambitions réalistes en termes de réduction des émissions de GES dans le futur et de proposer une vision d'INRAE en 2050, la Direction de la responsabilité sociale et environnementale (DRSE) et le cabinet I Care Environnement ont analysé toutes les trajectoires de référence nationales et internationales correspondant aux activités INRAE. Ils ont ainsi construit une trajectoire cible théorique qui sert de référence pour situer les scénarii à 2030 et 2050 de diminution des émissions de GES. Ceux-ci sont obtenus par un outil de modélisation utilisant les leviers identifiés dans les ateliers participatifs et validés par les

directions en charge des activités émettrices concernées. Selon l'intensité des leviers actionnés et leur ambition, différents scénarii sont produits qui décrivent des chemins potentiels futurs pour l'institut. L'encadré 1 décrit la construction de la trajectoire cible à 2050, et l'encadré 2 donne un exemple de scénario.

La dernière étape de la démarche consiste à élaborer un plan d'action bas carbone. Pour cela, les leviers retenus ont été déclinés en actions, sous différents angles : faisabilité technique, acceptabilité sociale, impact GES, parties prenantes impliquées, effets rebonds associés, ressources financières nécessaires et calendrier de mise en œuvre. Un deuxième atelier national de concertation a été réalisé en juin 2024 avec les 100 agents volontaires mobilisés en 2023. Leurs propositions d'actions ainsi que les actions déjà en route dans les directions d'appui à la recherche formeront le plan d'action bas carbone d'INRAE qui sera produit en 2025.

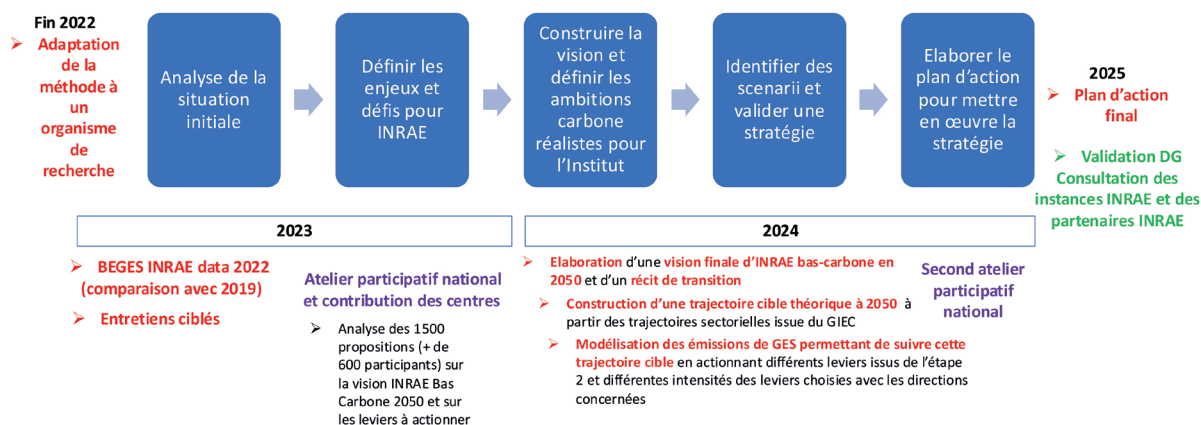


Figure 2. Calendrier pour mettre en œuvre ACT pas à pas à INRAE



Photos 1 & 2. Atelier national du 26 juin 2023 avec introduction de la journée par Philippe Mauguin, PDG d'INRAE

Encadré 1. Construction de la trajectoire cible à 2050

La trajectoire cible à 2050 est construite à partir des trajectoires issues de stratégies nationale (Stratégie nationale bas carbone (SNBC)¹) et internationales (*Science-Based Target initiative* (SBTi)², ACT³, CRREM⁴), en initialisant les courbes de réduction avec les émissions telles qu'estimées par le BEGES INRAE 2019. Les données du BEGES 2022 permettent d'estimer le positionnement d'INRAE par rapport à cette projection.

La trajectoire SNBC est choisie pour toutes les activités qui le permettent et notamment celle spécifique aux activités agricoles. Dans l'attente de la publication de la troisième version de la SNBC au deuxième semestre 2024, nous avons pris en compte la deuxième version réajustée jusqu'en 2030 avec les objectifs de France nation verte pour s'ajuster à l'objectif 55 de l'Union européenne. Plus ambitieuse, elle a ainsi pour objectif une diminution de 50 % des émissions en 2030 par rapport à 1990 (soit 37 % par rapport à 2019).

Des trajectoires issues de SBTi sont choisies pour un certain nombre d'activités telles que le transport de personnes, le bâtiment ou la consommation directe d'énergie qui ne sont pas les plus adaptées à INRAE dans la SNBC, car celle-ci traite de la fabrication d'énergie plutôt que de la consommation, des bâtiments résidentiels plutôt que des tertiaires et du fret plutôt que du transport de passagers.

Ces trajectoires théoriques, appliquées sur toutes les émissions de GES d'INRAE, permettent d'aboutir à une trajectoire cible globale visant une baisse des émissions de 70 % à l'horizon 2050 (Figure 3).

À titre indicatif est positionnée sur cette figure la trajectoire définie dans le plan de transformation de l'État, mis en œuvre par la circulaire Services publics écoresponsables⁵, qui ne prend pas en compte les émissions liées à l'agriculture. Pour les trajectoires débutant avant 2019, elles ont été intégrées à partir de 2019 avec des taux de réduction annuels.

La méthode de construction de la trajectoire cible à 2050 a été validée par la Direction générale et par le conseil d'administration d'INRAE. Cette trajectoire sera analysée tous les trois ans à l'aune des résultats des BEGES de l'institut, et prendra en compte l'avancée des connaissances scientifiques et de la réglementation.

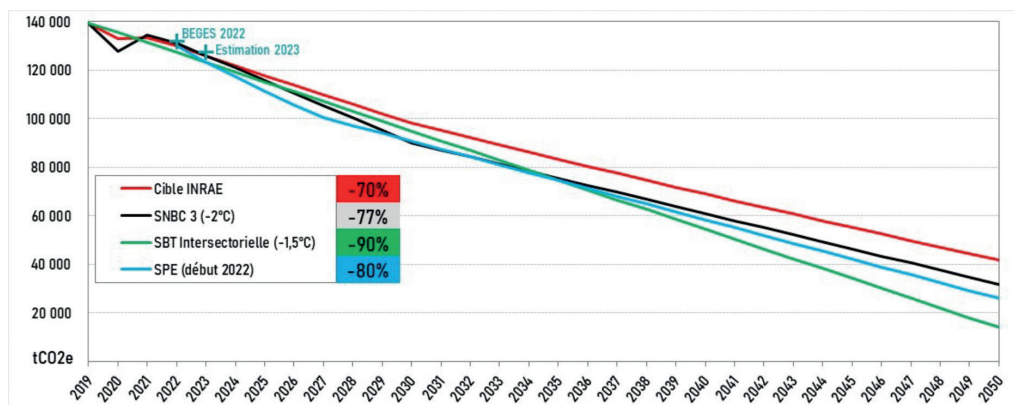


Figure 3. Projection à 2050 des émissions de GES en tCO2e de différentes trajectoires dont la trajectoire cible INRAE

1 . <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>

2 . Science-Based Targets (SBT) définit des « objectifs fondés sur la science » de réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre pour différents secteurs d'activité. Voir : <https://sciencebasedtargets.org>

3 . <https://actinitiative.org/fr/act-methodologies>

4 . <https://www.crrem.eu>

5 . La nouvelle circulaire SPE, n° 6425-SG du 21 novembre 2023, fixe 15 engagements pour la transformation écologique de l'État et intègre : le plan de sobriété énergétique, la stratégie de décarbonation de l'État (2023-2050), le plan national achats durables (PNAD), la feuille de route Numérique et environnement, et l'ensemble des obligations législatives et réglementaires (loi Égalim, loi Agéc, loi Climat et résilience...).

Encadré 2. Identification de scénarii de décarbonation cohérents avec la trajectoire cible d'INRAE

Une fois la définition de cibles sectorielles et globales fixées, il faut identifier comment INRAE peut se projeter pour les atteindre : c'est l'objectif de la simulation. Les projections d'émissions de GES à INRAE dans le futur sont simulées à partir d'une modélisation actionnant des leviers (paramètres du modèle). Il est à noter que les leviers modélisés incluent des paramètres endogènes (mesures mises en place directement par INRAE) et exogènes (mesures extérieures qui influenceront la décarbonation de l'institut via la décarbonation de l'électricité ou des produits manufacturés par exemple). Les leviers modélisés sont principalement des mesures quantitatives et peuvent être soutenus par des mesures qualitatives facilitant la mise en place et la propagation des leviers au sein d'INRAE et de ses centres de recherche (par exemple par la formation des agents).

Les leviers obtenus en 2023 ont été classés en suivant les grands secteurs d'émissions d'INRAE, ils ont été répartis en types de leviers (par exemple le levier de type sobriété, report modal, efficacité, etc.). Tous les leviers énoncés n'ont pu être modélisés en raison du manque de connaissances suffisantes sur leurs impacts GES. Ainsi, les émissions GES des achats sont calculées à partir de données monétaires plutôt que physiques, ce qui permet de modéliser des leviers de réduction des achats mais assez difficilement l'impact de l'écoconception des produits achetés. Il est par ailleurs difficile de modéliser avec précision l'impact GES de la mise en œuvre à INRAE de la réparation du matériel scientifique, sauf à dire qu'elle permet d'augmenter sa durée de vie et donc de diminuer les investissements d'autant.

Ainsi, en partant du BEGES 2019, les activités d'INRAE ont été regroupées en 6 secteurs afin de simuler les émissions de GES permettant d'arriver à la trajectoire cible INRAE globale (Figure 4).

Les leviers identifiés à l'étape 2 grâce aux ateliers participatifs nationaux et dans les centres permettent de projeter des scénarii pour chacun des secteurs grâce à un outil de modélisation et d'aide à la décision développé par la DRSE (Figure 5). Ces leviers sont en cours de consolidation auprès des directions INRAE concernées par les secteurs étudiés. Une première projection montre des résultats légèrement plus ambitieux que la trajectoire cible à 2050.

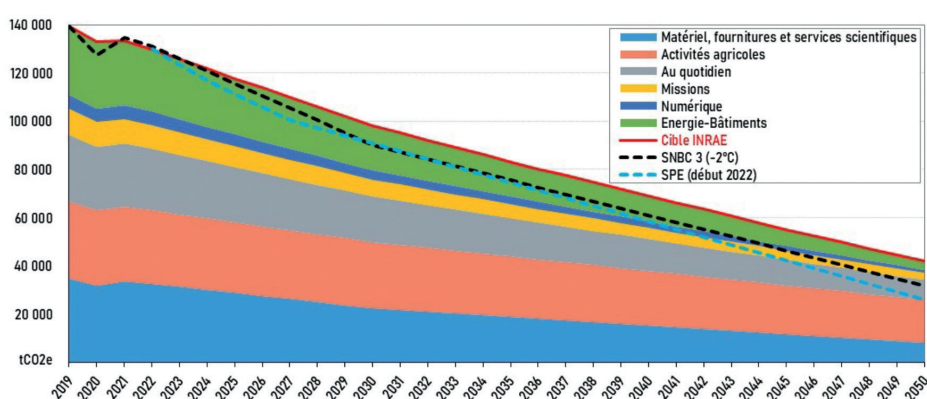


Figure 4. Trajectoire théorique INRAE bas carbone par grands secteurs d'activité

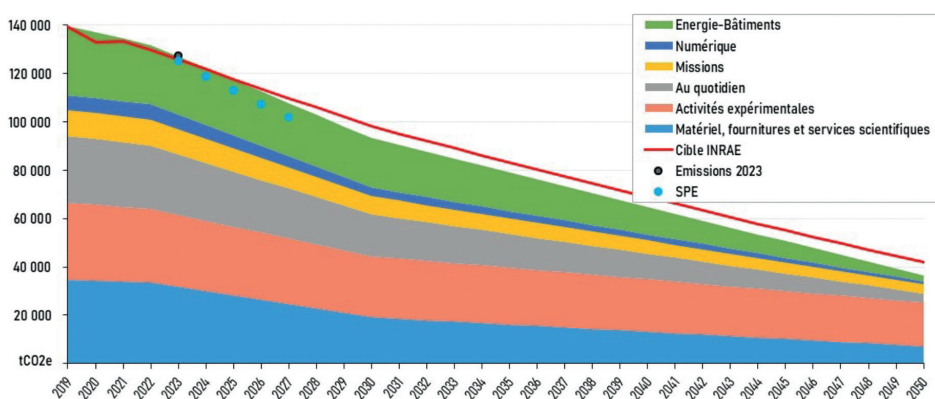
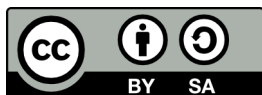


Figure 5. Modélisation INRAE bas carbone par secteurs (leviers issus des ateliers participatifs)

Conclusion

Ce plan d'action suivra un processus d'amélioration continue. En effet, tout le travail sur les trajectoires cibles et les scénarii devra être mis à jour au fur et à mesure de l'amélioration de la qualité des données des BEGES (par exemple sur les achats), de l'évolution des émissions mondiales (influant notamment la trajectoire cible de référence mais aussi certains paramètres de modélisation qui ne dépendent pas de la stratégie INRAE, comme la décarbonation de l'électricité) et de l'évolution des émissions d'INRAE (au regard des actions mises en œuvre dans le plan d'action). ■



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Le plan de mobilité : un outil pour repenser durablement les déplacements et ouvrir de nouvelles voies

Anne Guillaumet¹

CORRESPONDANCE

anne.guillaumet@inrae.fr

RÉSUMÉ

Fortes émettrices de gaz à effet de serre, les mobilités professionnelles et domicile-travail sont une des cibles de la transition écologique. Pouvoir les identifier, les quantifier, les questionner semble essentiel pour trouver les leviers permettant de réduire leurs émissions. Initialement prévus pour le secteur privé, les plans de mobilité sont un des outils pour piloter la décarbonation des trajets au sein d'INRAE. Cet outil systémique des questions de mobilité va au-delà d'une approche qui pourrait être uniquement technique (électrification du parc auto, équipement de stationnement vélo, etc.) pour accompagner le développement de mobilités plus vertueuses : par exemple, le vélo plutôt que la voiture ou le covoiturage au lieu de l'autosolisme. Les centres Nouvelle-Aquitaine-Poitiers et Provence-Alpes-Côte d'Azur témoignent, dans cet article, de son intérêt pour impulser de nouvelles pratiques et favoriser de nouvelles interactions.

MOTS-CLÉS

Plan de mobilité ; mobilités durables ; réduction des émissions de gaz à effet de serre ; déplacements professionnels ; déplacements domicile-travail

¹ INRAE, DRSE, 34060 Montpellier, France

The mobility plan: a tool to sustainably rethink travel and open new avenues

Anne Guillaumet¹

CORRESPONDENCE

anne.guillaumet@inrae.fr

ABSTRACT

Strong emitters of greenhouse gases, professional and home-to-work commutes are one of the targets of the ecological transition. Being able to identify, quantify, and question them seems essential to find the levers to reduce their emissions. Initially intended for the private sector, mobility plans are one of the tools to manage the decarbonization of journeys within INRAE. This systemic tool for addressing mobility issues goes beyond a purely technical approach (such as electrifying the vehicle fleet, providing bicycle parking facilities, etc.) to support the development of more sustainable modes of transportation—for example, cycling instead of driving, or carpooling instead of driving alone. In this article, the Nouvelle-Aquitaine–Poitiers and Provence–Alpes–Côte d'Azur centers share their experience, illustrating the tool's value in initiating new practices and fostering new interactions.

KEYWORDS

Mobility plan; sustainable mobility; reducing greenhouse gas emissions; business travel; home-work travel.

¹ INRAE, DRSE, 34060 Montpellier, France

Les mobilités, un secteur à décarboner

En France, l'enquête nationale sur les mobilités des personnes réalisée par le SDES (Service des données et études statistiques des ministères de l'Aménagement du territoire et de la Transition écologique) et l'INSEE en 2018-2019 comptabilise en moyenne trois déplacements quotidiens par Français, soit 181 millions de déplacements par jour à titre individuel ou professionnel. Se déplacer est un besoin essentiel qui contribue fortement aux émissions de gaz à effet de serre avec un total d'émissions directes de 86,4 MtCO₂ (SDES-INSEE, 2019). Avec l'accélération du changement climatique, les mobilités représentent un levier de réduction d'émission important. Faire évoluer les infrastructures et les habitudes devient prioritaire aussi bien pour les déplacements domicile-travail, les déplacements professionnels, les modes de travail...

Agir pour des mobilités plus vertueuses est l'ambition portée par INRAE, car les déplacements représentent 14 % des émissions de gaz à effet de serre de l'institut, soit 46 % des déplacements professionnels réalisés en avion et 66 % des trajets domicile-travail en voiture thermique (données BEGES 2022).

En 2021, INRAE intègre les mobilités dans son premier plan d'action RSE. Pour « promouvoir les déplacements responsables des agents d'INRAE » à l'horizon 2025, l'institut s'engage dans le déploiement national de plans de mobilité à l'échelle de ses 19 centres, à l'instar des politiques de l'État pour des services publics écoresponsables.

Outil diagnostic et outil d'aide à la décision, les plans de mobilité initient une nouvelle approche dans la gestion des mobilités.

Un outil d'aide à la décision réglementaire

Les plans de mobilité sont des outils obligatoires institués par la loi d'orientation des mobilités de 2019. Initialement prévue pour les agglomérations et les entreprises, cette disposition réglementaire s'est élargie aux ministères et aux organismes engagés dans le dispositif Services publics écoresponsables.

Pour les agglomérations et les autorités organisatrices de la mobilité (AOM), la loi indique que le plan de mobilité « *détermine les principes régissant l'organisation de la mobilité des personnes et du transport des marchandises, la circulation et le stationnement dans le ressort territorial de l'autorité organisatrice de la mobilité. Il est élaboré par cette dernière en tenant compte de la diversité des composantes du territoire ainsi que des besoins de la population, en lien avec les collectivités territoriales limitrophes.* »

Pour les entreprises, il s'agit d'« *optimiser et augmenter l'efficacité des déplacements liés à l'activité de l'entreprise, en particulier ceux de son personnel, dans une perspective de diminution des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques et de réduction de la congestion des infrastructures et des moyens de transports.* »

Au-delà d'un outil pour faciliter et optimiser les mobilités, les plans de mobilité contribuent plus largement à lutter contre le changement climatique et améliorer la qualité de vie des citoyennes et des citoyens : « *Le plan de mobilité vise à contribuer à la diminution des émissions de gaz à effet de serre liées au secteur des transports, selon une trajectoire cohérente avec les engagements de la France en matière de lutte contre le changement climatique, à la lutte contre la pollution de l'air et la pollution sonore ainsi qu'à la préservation de la biodiversité.* »

Pour résumer, ils participent à quatre objectifs majeurs :

- diminuer les émissions de gaz à effet de serre ;
- contribuer à la qualité des conditions de travail ;
- réaliser des économies financières ;
- réduire la congestion des moyens de transport.

Ils sont élaborés à partir d'un état des lieux de l'accessibilité du site (offres de transport disponibles, infrastructures d'accès, etc.), d'une analyse des déplacements domicile-travail et des déplacements professionnels, et des habitudes de travail (télétravail, horaires...). Une phase de diagnostic est ensuite menée pour établir un plan d'actions avec un plan de financement, un calendrier et les modalités de son suivi.

Le déploiement des plans de mobilité à INRAE

En 2022, la Direction de la responsabilité sociétale et environnementale (DRSE) d'INRAE propose un guide pratique à destination des centres pour mettre en place leur plan de mobilité. Outre la méthodologie, sont rappelés les bénéfices attendus à la fois pour l'institut et les agents (Encadré 1).

Les bénéfices vont au-delà des facilités de transports et font du plan de mobilité non seulement un outil d'aide à la décision pour améliorer les déplacements et infléchir les émissions de gaz à effet de serre, mais également un outil systémique appliqué aux mobilités avec une prise en compte des enjeux économiques, sociaux et environnementaux, et un outil d'intelligence collective où tous les acteurs (aménageurs, employeurs, agents...) sont impliqués (Encadré 2).

Au sein d'INRAE, l'un des premiers centres à s'être engagé dans l'élaboration de son plan de mobilité est celui de Provence-Alpes-Côte d'Azur pour ses sites d'Avignon. Ce sont les domaines de Saint-Paul et Saint-Maurice accueillant près de 650 agents, localisés sur la communauté d'agglomération du Grand Avignon ; une implantation urbaine située à une demi-heure du centre d'Avignon. Avec 200 000 habitants, l'agglomération d'Avignon dispose d'équipements de transports en commun (bus, tram) et d'aménagements cyclables. Toutefois, l'accessibilité décarbonée des sites INRAE, situés en périphérie, n'est pas encore optimale. Dès 2019, le centre a décidé de mettre en place une gouvernance pour se doter d'une politique en faveur des mobilités douces et décarbonées via un plan de mobilité. Leur expérience de

Encadré 1. Extraits du Guide méthodologique à l'usage des centres, DRSE INRAE (juillet 2022)

Bénéfices pour les agents INRAE (titulaires et non titulaires) :

- Réduire leur budget transport ;
- Avoir accès à un choix et une visibilité plus large des modes de déplacement existants et des aides financières auxquelles ils ont droit ;
- Bénéficier d'une meilleure accessibilité au site, via une amélioration des itinéraires cyclistes et piétons, de la desserte en transports collectifs, et des possibilités de stationnement (covoiturage, vélo) ;
- Profiter d'impacts positifs en matière de santé et de réduction du stress ;
- Participer à un projet collectif pour le bien commun.

Bénéfices pour INRAE :

- Contribuer à déployer la démarche de RSE et renforcer l'attractivité de l'institut au travers d'action concrètes ;
- Fédérer autour d'un projet porteur de valeurs collectives ;
- Contribuer à un climat social apaisé grâce à une prise en compte du bien-être des agents, de leurs attentes et de leurs besoins ;
- Développer des synergies avec d'autres projets internes de l'établissement tel que le développement du travail à distance ou le plan d'action relatif au BEGES ;
- Coopérer avec les acteurs locaux et les établissements voisins en mutualisant les ressources ;
- Être acteur du développement durable des territoires dans lesquels les centres sont insérés ;
- Contribuer à l'amélioration des services et infrastructures de transport en ayant un rôle de partie prenante incitative auprès des pouvoirs publics.

Encadré 2. Extraits Mobilité INRAE 2024 / Bilan & perspectives (données actualisées en juin 2025)

Quelques chiffres :

- 2025 : 84 % des centres INRAE bénéficient d'un plan de mobilité actif ou en cours ;
- 2025 : 12 sites récompensés des labels Or et Argent pour leur politique vélo (label OEPV – Opération employeur pro-vélo – porté par la Fédération des usagers de la bicyclette ;
- 2024 : 2 765 agents ont bénéficié du remboursement à 75 % de leur abonnement transports et vélo, soit 24 % des effectifs ;
- 2024 : 2 623 agents ont bénéficié du forfait mobilités durables, soit 23 % des effectifs ;
- 2024 : 17 centres ont été équipés de bornes de recharge pour véhicules électriques.

pionnier a permis de nourrir les réflexions des autres centres INRAE, notamment sur le volet de la mobilisation des acteurs et la mise en place d'une dynamique participative. Le témoignage (ci-après) d'Estelle Ferrari, la responsable RSE de ce centre, nous livre un premier retour d'expérience cinq ans après le début de cette initiative.

Plus récemment, en 2024, c'est le centre Nouvelle-Aquitaine-Poitiers qui s'est doté d'un plan de mobilité pour les sites de Lusignan et Rouillé dans la Vienne et du Magneraud et Saint-Laurent de la Prée en Charente-Maritime, qui sont pour la plupart composés d'unités expérimentales éloignées des agglomérations et peu accessibles en transport. 277 agents sont concernés, en

majorité des techniciens qui sont contraints à être présents quotidiennement sur le site. La plupart utilisent leur véhicule thermique en solo pour se rendre sur leur lieu de travail. Toutefois, une communauté de cyclistes existe malgré des infrastructures cyclables peu adaptées. Maddalena Riess, la responsable RSE du centre Nouvelle-Aquitaine-Poitiers, nous livre, ci-après, son témoignage sur la mise en place du plan de mobilité.

En dépit des différences de contexte, ces deux témoignages laissent entrevoir des similitudes, notamment dans l'approche systémique des enjeux de mobilité du plan de mobilité et de ses co-bénéfices.

Interview de Estelle Ferrari, responsable RSE du centre Provence-Alpes-Côte d'Azur

« La mobilité c'est aussi questionner notre rapport au temps et à l'immédiateté »

Les sites d'Avignon du centre INRAE Provence-Alpes-Côte d'Azur ont été parmi les premiers à s'engager dans l'élaboration d'un plan de mobilité. Six ans après, Estelle Ferrari fait le bilan de ce dispositif et revient sur son caractère innovant.

Le programme d'actions du premier plan de mobilité du Centre PACA-Avignon arrive à son terme. Quelles avancées majeures reprenez-vous ?

Nous avons été un des premiers centres INRAE à mettre en place un plan de mobilité. À l'époque, les collègues ont réellement ouvert la voie. Impulsé par la direction du centre, ce travail novateur a été mené par la précédente chargée de mission développement durable, Caroline Guilbaud, et le groupe de travail dédié. Ils ont dû faire preuve d'inventivité pour mobiliser un collectif autour des questions de mobilité, élaborer et traiter les enquêtes structurelles et comportementales, rédiger les fiches action et le rapport final. C'est tout ce travail mené en amont qui a facilité la mise en œuvre des actions. Mon arrivée en 2021 coïncide avec le démarrage du plan d'action. Pour mener à bien son déploiement, la collaboration et l'intégration des enjeux mobilité dans l'activité des différents services des services d'appui à la recherche (SDAR) ont été indispensables, tout comme le responsable RSE de centre a un rôle central pour orchestrer et contribuer au bon déroulement du plan de mobilité.

Le plan de mobilité a permis effectivement de mettre en avant les questions de mobilité. Au fur et à mesure de sa mise en place, nous avons constaté que les actions individuelles seules ne peuvent répondre aux besoins ; il faut justement avoir une vision et une approche globale et transversale. La mobilité n'est pas juste une question d'abri vélo. Il en faut mais ça ne suffit pas. Si vous n'êtes

pas en contact avec les collectivités pour améliorer les infrastructures pour plus de pistes cyclables et sécuriser les trajets, les abris vélos ne pourront pas à eux seuls favoriser les trajets à vélo. Si vous avez des pistes cyclables mais que la majorité des agents habitent à plus de 10 km, faire des campagnes de sensibilisation pour venir à vélo ne convaincra personne. Mais si vous faites un état des lieux des transports en commun disponibles, que vous encouragez leur usage par le forfait mobilités durables (FMD) et le remboursement partiel de l'abonnement aux transports au commun, vous aurez un réel impact. Ces exemples montrent que les solutions pour améliorer les mobilités sont plurielles et que nous avons encore à inventer, à innover.

En disposant d'un plan de mobilité, nous avons une expertise de nos besoins, ce qui nous permet d'être écoutés par les autorités organisatrices des mobilités et de tenter avec elles de trouver des solutions, mais aussi d'avoir plus de conviction pour embarquer d'autres structures voisines du site et d'avoir plus de poids dans les négociations. C'est une des pistes de travail de notre prochain plan de mobilité.

En termes d'avancées dans les usages, il est clair que la pratique du vélo pour les trajets domicile-travail a fortement progressé, que certains agents grâce aux différentes animations et campagnes de sensibilisation se sont remis au vélo ou ont gagné en assurance sur le bien-fondé de leur pratique et peut-être gagné en légitimité vis-à-vis de leurs collègues. Venir à vélo au travail ne fait plus de vous un « original » ! La labélisation du site de Sophia-Antipolis Employeur Pro-Vélo est une belle récompense collective qui met en valeur le chemin parcouru.

Il faut noter ici l'importance de la récurrence des campagnes de sensibilisation et le rôle essentiel de l'équipe communication pour la mise en œuvre des outils (Figure 1).

Grâce au PDM et à ces cinq années passées à dérouler le plan d'action, les mobilités sont devenues un véritable sujet. Par exemple, questionner l'opportunité de déplacements lointains en avion n'est plus tabou. Réfléchir, anticiper les déplacements pour favoriser le train ou le covoiturage devient légitime. Développer la mutualisation des véhicules de service, l'achat et l'usage des voitures électriques se transforme en un projet collectif RSE.



Animation sur le thème des mobilités dans le centre INRAE Provence-Alpes-Côte d'Azur (© Salima Kherchache, INRAE, 2023)

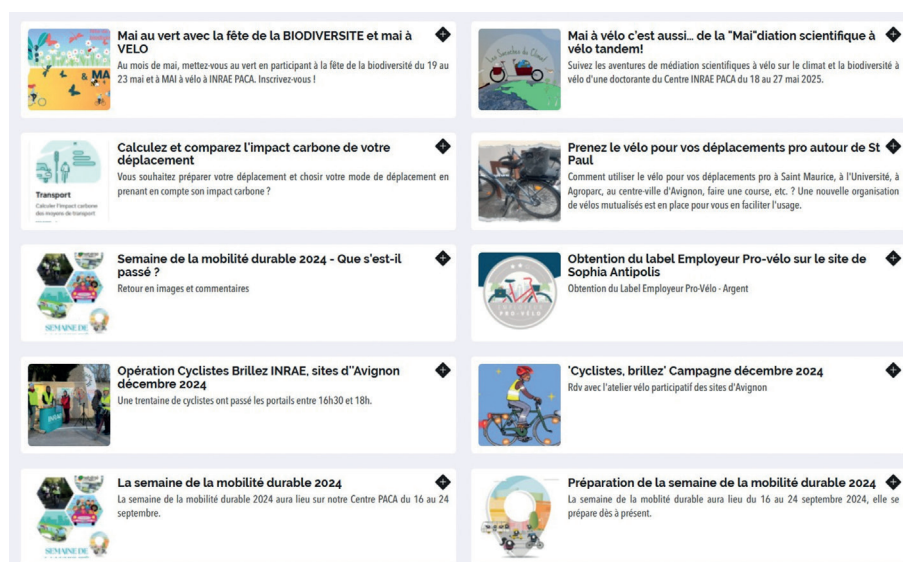


Figure 1. Exemple d'actions de sensibilisation aux mobilités douces menées sur le centre Provence-Alpes-Côte d'Azur et leur promotion sur l'intranet du centre (extrait mai 2025)

De plus, l'engagement de certains agents sur ces missions est mieux reconnu (même s'il y a encore du chemin à faire) et l'implication bénévole de certains, notamment pour les ateliers de réparation, a montré son importance (mais aussi sa fragilité). L'engagement de la direction du centre et des unités est également essentiel pour soutenir les actions de sensibilisation, tester des modalités, montrer l'exemple/la voie...

Diriez-vous que la mise en place du plan de mobilité a permis de faire progresser les réflexions vis-à-vis de la mobilité ?

Le PDM permet effectivement d'apporter des solutions matérielles pour faciliter les mobilités, et c'est son rôle premier. Pendant les cinq années de notre premier plan d'action, nous nous sommes focalisés sur la mise en place de ces solutions, afin d'améliorer par exemple les déplacements à vélo pour les trajets domicile-travail. Ces besoins « primaires » étant désormais en partie pourvus, de nouvelles réflexions peuvent être moins techniques et plus sociales commencent à émerger.

Questionner les mobilités, c'est questionner le temps, l'immédiateté et la prise de risque. Que nous disent réellement les agents quand ils affirment qu'en prenant l'avion, ils vont plus vite ? Qu'en

prenant leur voiture personnelle, ils sont plus libres ? Que venir à vélo, c'est fatigant ? Que conduire une voiture électrique, ce n'est pas sûr ? Quelle société ces exigences personnelles révèlent-elles ? Travailler sur les mobilités engage au-delà de la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Elles questionnent effectivement nos déplacements mais aussi nos modes de travail, d'évaluation, notre organisation, nos priorités et nos valeurs.

Selon moi, le plan de mobilité est un élément déclencheur. Il met en avant l'importance de travailler, en même temps, sur les cinq leviers de la mobilité durable. La présentation de ces leviers est d'ailleurs très utile lors des échanges et séances de sensibilisation (Figure 2).

Analyser/réduire les déplacements, le report modal (véhicule solo thermique vs transports en commun, vélo ou marche), l'optimisation du remplissage des véhicules, le choix des véhicules et leur mode d'utilisation (éco-conduite) et enfin le choix du mode de propulsion (thermique versus électrique) deviennent des clés de choix. Le plan de mobilité invite à questionner notre rapport au temps, aux priorités professionnelles et personnelles. Il y a un enjeu essentiel à se déplacer moins, mais mieux, c'est l'un des piliers de la transition écologique et sociale.

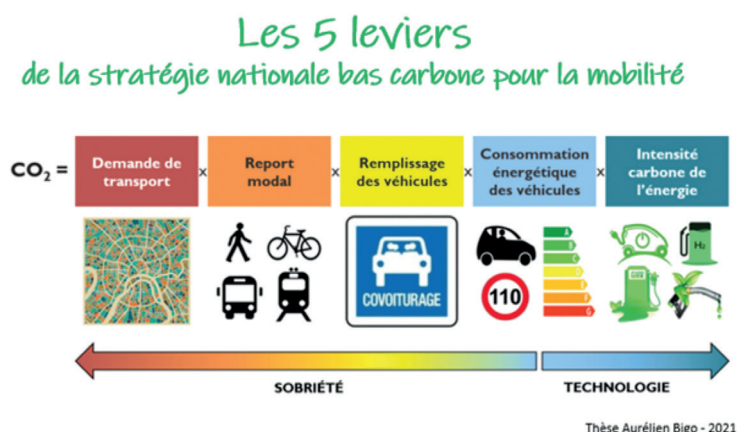


Figure 2. Les cinq leviers de la stratégie nationale bas carbone pour la mobilité

Interview de Maddalena Riess, responsable RSE du centre Nouvelle-Aquitaine-Poitiers

« Le déploiement du plan de mobilité est l'occasion d'amorcer une nouvelle dynamique collective »

Initié en 2022, le plan de mobilité du centre Nouvelle-Aquitaine-Poitiers est paru en 2024 avec un plan d'action pour la période 2024-2027. Maddalena Riess, qui a piloté ce projet, nous partage son expérience.

Quand le projet de plan de mobilité a été lancé en 2022, les enjeux en matière de mobilité étaient-ils déjà clairement identifiés ou partagés ?

Quand je suis arrivée à INRAE en tant que responsable RSE pour le centre Nouvelle-Aquitaine-Poitiers, une de mes premières missions a été de réaliser son plan de mobilité.

Très rapidement, j'ai identifié que la thématique des mobilités était prégnante. De nombreux agents étaient déjà convaincus de l'intérêt de s'emparer de ce sujet et d'autres souhaitaient se voir proposer de nouvelles solutions de mobilités plus vertueuses. Au même moment, du côté des collectivités, des réflexions étaient en cours pour développer de nouvelles lignes de bus, avec notamment une ligne prévue dans le secteur du site de Lusignan.

Le timing pour engager l'élaboration du plan de mobilité du centre était parfait.

Que retenir de l'état des lieux réalisé ?

Tout d'abord, nous retenons la forte participation des agents lors des enquêtes menées sur leurs habitudes de déplacement (57 % de retours) confirmait que la majorité d'entre eux étaient intéressés et présageait de leur implication pour participer à l'élaboration du plan de mobilité.

L'état des lieux a montré une forte proportion de déplacements à vélo avec 21 % des répondants affirmant utiliser leur vélo sur des déplacements domicile-travail, malgré des infrastructures cyclistes peu développées. Des agents se sont également dits intéressés pour effectuer leurs déplacements en transport en commun plutôt qu'en voiture personnelle. Par ailleurs, un groupe informel de covoiturage entre agents était déjà actif.

L'état des lieux a également rappelé que la configuration de notre centre – avec de nombreuses unités expérimentales – implique de fortes contraintes horaires et une présence sur site indispensable, ce qui offre peu de possibilités pour le télétravail.

Cette phase du plan de mobilité a aussi permis de travailler avec des partenaires externes au centre, à la fois avec les organismes voisins de nos sites et avec les autorités et collectivités en charge des transports. Cette phase essentielle d'état des lieux a été l'occasion de faire de la mobilité un enjeu transversal au sein du centre en impliquant

les services en charge des ressources humaines, de la prévention, de la formation, des travaux, pour ne citer qu'eux, et de la RSE bien entendu.

Avec le lancement du plan d'action du plan de mobilité en mars 2024, y a-t-il déjà des résultats encourageants, des évolutions dans les modes de déplacement ?

Pendant la période d'élaboration du plan de mobilité, des négociations étaient en cours avec l'AOM de Grand Poitiers pour mettre en place un nouvel itinéraire de bus potentiellement capable de desservir la commune de Lusignan dans un premier temps, puis notre site INRAE en septembre 2023. Grâce à cette nouvelle desserte (à mettre directement au crédit de la démarche du plan de mobilité et de l'intérêt renouvelé d'agents volontaires), des agents ont sauté le pas et délaissé leur voiture au profit du bus. C'est mon cas.

Par ailleurs, travailler avec les autres services (communication, formation, prévention, travaux et budget) à l'occasion du plan de mobilité a permis de démultiplier les canaux d'information et d'avoir plus d'impact lors des différentes animations autour du vélo. On constate une plus grande participation au fil des années. Près de 150 agents ont participé à des animations en 2024, cinq fois plus qu'en 2023.

Depuis juin, trois vélos de service mutualisés sont disponibles pour permettre de faire des allers-retours entre des sites proches. Deux stations de réparation sont également en cours d'installation.

La prochaine enquête nationale sur la mobilité menée à l'automne devrait nous apporter des éléments pour mesurer l'évolution de ces pratiques.

Selon vous, le plan de mobilité est plus qu'un outil technique d'aide à la décision pour améliorer les mobilités. Aurait-il un caractère innovant ?

Oui, c'est un outil également « politique ». S'engager dans un plan de mobilité a une portée politique car c'est affirmer que les mobilités sont un enjeu fort pour le centre. C'est une caution donnée pour ensuite avoir toute légitimité pour travailler avec nos collègues en interne mais aussi avec nos partenaires extérieurs. Le plan de mobilité permet de se concentrer sur une thématique, de lui donner plus d'importance, plus de visibilité, et de faciliter sa mise en œuvre. Sans plan de mobilité, il y aurait des actions plus diffuses, moins visibles, moins efficaces.

Le plan de mobilité permet de donner du sens. Il place les agents au cœur du dispositif, en les interrogeant sur leurs habitudes de déplacement, en récoltant leurs propositions et en les intégrant dans le PDM. C'est très valorisant ! C'est indirectement un outil de cohésion et de mobilisation.

Le plan de mobilité est aussi au service du rayonnement d'INRAE. C'est l'occasion de porter hors-les-murs notre exemplarité en matière d'environnement et de montrer l'adéquation entre nos recherches et notre organisation. Par ailleurs, travailler sur l'amélioration de l'offre d'accessibilité, c'est donner l'opportunité à de nouveaux publics de venir à notre rencontre. La ligne de bus qui relie directement Poitiers ainsi que trois communes limitrophes à

notre site principal facilite la venue de publics scolaires pour des animations et du grand public pour des événements nationaux comme la Fête de la nature ou la Fête de la science. C'est aussi un facteur d'attractivité pour de futurs recrutés qui auront plus de facilité pour venir travailler.

Le travail mené pendant l'état des lieux avec nos voisins institutionnels et privés ainsi que les collectivités nous donne accès à

de nouvelles opportunités, bien au-delà de la thématique des mobilités : nouer de nouveaux partenariats, échanger des bonnes pratiques, mutualiser... Le plan de mobilité offre une visibilité et un rayonnement auprès de nouveaux acteurs.

Et pour finir, effectivement le plan de mobilité permet aussi d'accompagner, d'encourager et de valoriser le changement.

Conclusion

Actuellement, les plans de mobilité sont identifiés comme un outil de référence pour définir les politiques de mobilité au sein des organisations, et dont la quasi-totalité des centres INRAE s'est emparée. Ils ont pu établir leur premier état des lieux sur l'ensemble des composantes de la thématique des mobilités, qu'elles soient professionnelles ou pour le trajet domicile-travail, et ainsi identifier les enjeux et proposer des solutions. Lors du déploiement de cet outil, les mobilités doivent être envisagées de manière systémique et non uniquement via un volet

purement technique. Par ailleurs, les témoignages montrent que travailler sur les mobilités génère des co-bénéfices qui dépassent largement le périmètre des déplacements et de la réduction des émissions carbone. Les plans de mobilité semblent également reposer sur l'intelligence collective, notamment avec des dispositifs participatifs. À l'heure pour certains centres de réviser leur plan de mobilité, et après avoir mis en place de nombreuses actions, les attentes ont évolué et soulèvent, bien au-delà des mobilités, des questions plus essentielles, en particulier celle de notre rapport au temps. La transition écologique n'attend pas uniquement des solutions techniques. ■

Références

ADEME (2015). Boîte à outils Plan de mobilité employeur.

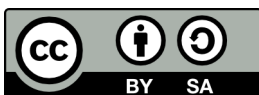
Bigo, A. (2020). Les transports face au défi de la transition énergétique. Explorations entre passé et avenir, technologie et sobriété, accélération et ralentissement. [Thèse de doctorat, Institut polytechnique de Paris]. <https://theses.fr/2020IPPAXo68>

Dossier « Mobilité des Français : comment changer de voie ? » (automne 2024). *ADEME magazine*, 174. <https://bibliothèque.ademe.fr/mobilite-et-transport/7633-ademe-magazine-n174-octobre-2024.html>

DRSE INRAE (juillet 2022). Comment faire son plan de mobilité ? Guide méthodologique à l'usage des centres.

Enquête « Mobilité des personnes » 2018-2019, SDES-INSEE. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/resultats-detailles-de-lenquete-mobilite-des-personnes-de-2019>

Légifrance. « Chapitre IV : Les plans de mobilité (articles L1214-1 à L1214-38) ». https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000023086525/LEGISCTA000023069061



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

StopGES : un outil d'aide à la décision pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les unités INRAE

Frédéric Huard¹
Isabelle Bonnin¹

CORRESPONDANCE

frederic.huard@inrae.fr

RÉSUMÉ

INRAE s'est engagé dans une politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). La réalisation des bilans de ses émissions de GES (BEGES) en 2020, puis en 2023, a contribué à la mise en œuvre de plans d'action autour notamment de la mobilité, de la maîtrise énergétique, et des achats durables.

En parallèle de mesures inscrites dans le périmètre national, des leviers de réduction sont mobilisés aux autres échelles d'organisation et de fonctionnement. Les unités en sont une, et la direction Responsabilité sociétale et environnementale (DRSE) a développé l'outil StopGES pour les accompagner dans une démarche de réduction. StopGES se présente sous la forme d'un tableur qui, à travers un exercice animé par les responsables RSE de centre durant une demi-journée, permet à l'unité d'identifier ses postes d'émissions pour ensuite proposer des leviers de réduction adaptés, qui sont enfin évalués au regard de l'organisation, de la maturité et des finances de l'unité afin de les intégrer potentiellement dans un plan d'action. Lancé en 2022, StopGES a déjà été utilisé par une quarantaine d'unités à INRAE, qu'elles soient de recherche, d'appui ou expérimentales.

MOTS-CLÉS

Gaz à effet de serre ; outil d'aide à la décision ; leviers de réduction ; unités INRAE

¹ INRAE, DRSE, 75007 Paris, France.

StopGES: a decision support tool for reducing greenhouse gas emissions in the INRAE laboratories

Frédéric Huard¹
Isabelle Bonnin¹

CORRESPONDENCE

frederic.huard@inrae.fr

ABSTRACT

INRAE is committed to reducing its greenhouse gas (GHG) emissions. It conducted assessments of GHG emissions (BEGES) in 2020 and then in 2023. This contributed to the implementation of action plans related to mobility, energy management, sustainable purchasing, etc.

In parallel with measures at the national level, reduction levers are also activated at other organizational and operational levels within INRAE, such as in laboratories. The DRSE (Social and Environmental Responsibility Department) has developed StopGES, a tool designed to support INRAE laboratories in their reduction process. StopGES is a spreadsheet that first identifies emission sources and then suggests suitable reduction levers, which are subsequently evaluated in terms of organization, maturity, finances, to integrate them into an action plan. Launched in 2022, StopGES has already been used by around 50 laboratories, support units, and farm units at INRAE.

KEYWORDS

Greenhouse gas; decision support tool; reduction lever; INRAE laboratories

¹ INRAE, DRSE, 75007 Paris, France.

Introduction

En réalisant son premier bilan des émissions de gaz à effet de serre réglementaire (BEGES) en 2020, suivi d'un deuxième en 2023, INRAE s'est inscrit dans une stratégie en cohérence avec les objectifs nationaux de réduction pris à la suite de la COP21 à Paris en 2015. Ces objectifs nationaux affichent une ambition de neutralité carbone à l'horizon 2050 afin de limiter le réchauffement en dessous de 2°C, par rapport à l'ère préindustrielle.

Le BEGES réglementaire n'est pas seulement une comptabilisation ; il intègre également une stratégie de réduction. Si le BEGES concerne le périmètre institutionnel d'INRAE (un BEGES par établissement public), les unités ont également un rôle à jouer. Pour les aider, et de façon complémentaire à leurs propres démarches de comptabilisation, la direction Responsabilité sociétale et environnementale (DRSE) a développé StopGES, un outil d'aide à la décision (OAD) qui permet d'identifier les postes d'émission pour proposer des leviers de réduction opérationnels et adaptés et enfin les accompagner à la mise en œuvre d'un plan d'action. StopGES est déployé et animé par les responsables RSE de centre, et a déjà été utilisé par une quarantaine d'unités à INRAE depuis sa mise en œuvre en 2022.

Les enjeux climat-carbone à INRAE

INRAE participe aux objectifs nationaux et internationaux de réduction des émissions de GES (Stratégie nationale bas-carbone, plan climat du MESR¹, Fit for 55 de l'Union européenne, etc.) pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. Les enjeux climat-carbone sont pris en compte dans les problématiques de

recherche d'INRAE et dans son fonctionnement. L'orientation de politique générale OP3 d'INRAE 2030 prévoit en effet de réduire notre impact environnemental et le plan d'action RSE 2021-2025 explicite le volet GES avec une « *politique carbone affirmée* » à travers deux axes prioritaires :

- la réalisation des BEGES sur le périmètre institutionnel tous les 3 ans selon les principes réglementaires, afin d'élaborer un dispositif national de réduction des émissions de GES à décliner dans les unités ;
- l'accompagnement de la transition des pratiques de recherche et la conception d'outils opérationnels au service des unités.

Pour répondre à ces objectifs et suite à des besoins exprimés par les unités et remontés aux responsables RSE, la DRSE a initié le développement de StopGES avec plusieurs unités pilotes en 2021 puis l'a proposé à l'automne 2022.

Les émissions de GES à INRAE

Le second BEGES d'INRAE, réalisé par la DRSE en 2023 sur un périmètre complet et détaillé d'activités, permet d'estimer les émissions de GES de l'Institut à approximativement 130 000 tCO₂e (Figure 1). La moitié des émissions provient des achats et immobilisations de matériel scientifique (même si les estimations sont associées à une forte incertitude) et des activités expérimentales dans les unités expérimentales (UE).

L'analyse des postes d'émission a permis de travailler sur un plan d'action national (achats durables, énergie, déplacements, etc.) et constitue la première étape du projet INRAE bas-carbone² pour définir une stratégie à plus long terme avec des trajectoires sectorielles jusqu'en 2050.

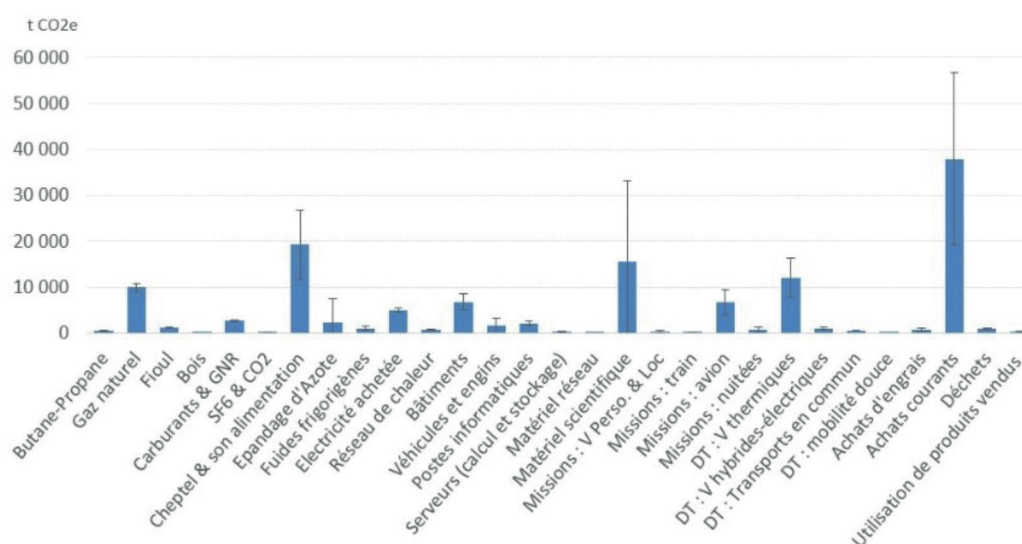


Figure 1. BEGES INRAE 2022

1 Plan climat-biodiversité et transition écologique du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

2 Cf. l'article de Bonnin, I. et Huard, F. « La méthode « ACT pas à pas » de l'ADEME : une démarche socle de la stratégie bas carbone d'INRAE », dans ce numéro.

Les unités, acteurs de la réduction

En parallèle de la stratégie nationale, et pour la décliner à l'échelle locale, les unités peuvent entreprendre leurs propres actions de réduction. À travers des leviers de sobriété, d'optimisation des pratiques et de fonctionnement organisés autour des postes d'émission du BEGES, les unités peuvent ainsi contribuer à l'effort de réduction des émissions de GES de l'établissement.

Un OAD axé sur la sensibilisation et la réduction

Si des outils de comptabilisation des émissions sont déjà disponibles (e.g., méthode Bilan Carbone®, GES 1point5), il n'en est pas de même pour l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan de réduction. Dans ce contexte, plusieurs unités ont exprimé dès 2021 le besoin d'un outil complémentaire pour les accompagner dans le deuxième volet de leur stratégie carbone. L'analyse des besoins ayant mis en évidence la nécessité d'y associer une démarche de sensibilisation pour faciliter l'adhésion de l'ensemble du collectif et garantir la réussite de la stratégie carbone de l'unité, le lancement de StopGES a été accompagné d'un module de présentation des enjeux climat-carbone et des stratégies, tant nationales qu'internationales.

Objectifs et fonctionnement

StopGES procède à l'identification des postes d'émission propres à l'unité puis propose des actions de réduction adaptés, sans nécessiter une étape préalable de comptabilisation même si elle peut avoir été déjà réalisée. Dans ce cas, elle est complémentaire de StopGES. En termes d'approche ou de principe, le parallèle peut être fait avec la production de déchets à l'échelle individuelle ou collective : il n'y a pas obligation de connaître la quantité pro-

duite (information très difficile à appréhender) pour réduire son impact au travers par exemple de la sobriété, des écogestes, du tri. StopGES est construit dans cet esprit, même si des calculs sont proposés pour sensibiliser aux émissions évitables à travers quelques modifications des pratiques.

StopGES est déployé par les responsables RSE de centre, compétents pour expliciter aussi bien les enjeux que les leviers de réduction ainsi que leur contextualisation au regard du fonctionnement des unités.

L'exercice StopGES débute par une rencontre avec le responsable RSE afin de connaître les objectifs et l'état d'appropriation de la problématique des émissions de GES de l'unité.

Une sensibilisation peut être réalisée dans un premier temps avec une intervention en assemblée générale d'unité avant d'initier concrètement l'exercice.

Celui-ci se déroule sur une demi-journée sous la forme d'une réunion, animée par le responsable RSE, avec des agents (ou l'ensemble des agents en fonction de la taille de l'unité) représentatifs des activités, métiers et missions exercées (relais développement durable, animateurs d'équipe, gestionnaires d'unité ou d'infrastructure, informaticiens, personnes ressources informatique, responsables qualité, chefs de culture) et la direction de l'unité.

StopGES s'appuie sur un tableur et la démarche est adaptée à tout type d'unité INRAE. Au terme de l'exercice, l'unité dispose d'un panel de leviers de réduction cohérents avec son fonctionnement dont la mise en œuvre pourra être opérée en fonction des contraintes et du niveau d'engagement souhaité par l'unité. La démarche n'impose ni calendrier ni objectif de réduction. En s'appuyant sur le tableur StopGES dédié, le fonctionnement est structuré en 5 étapes (Figure 2).

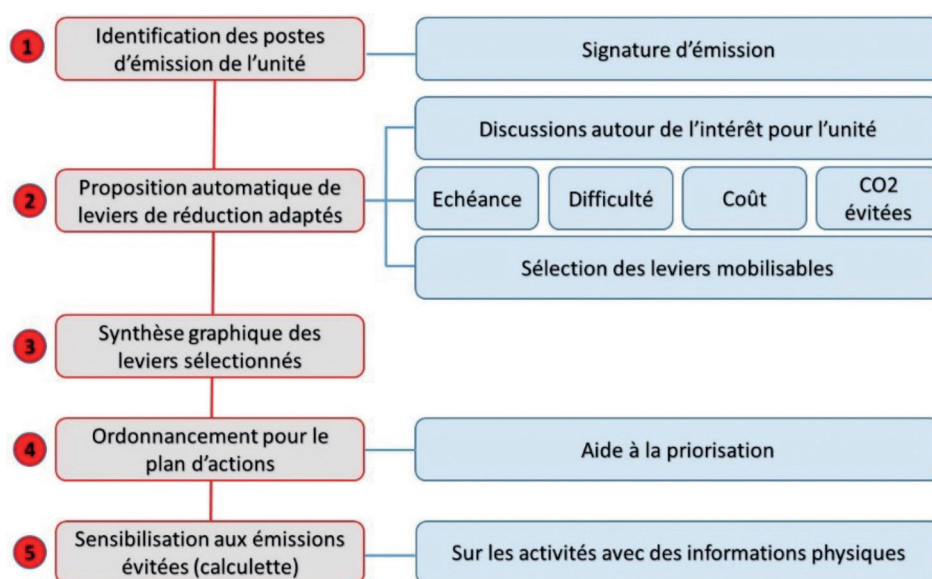


Figure 2. Organisation de l'outil et exercice StopGES

Diagnostic et signature d'émission de l'unité

StopGES suppose que les émissions des unités sont une composante des émissions d'INRAE telles que décrites dans les BEGES réglementaires de l'institut. Il s'appuie donc sur celui-ci pour établir leur signature d'émission. Il s'agit d'identifier

les postes d'émission de l'unité parmi les 29 du BEGES, indépendamment de leur intensité. L'unité dispose alors de sa propre signature (Figure 3) au travers de laquelle des pistes et leviers de réduction seront proposés et discutés au cours de l'étape suivante.

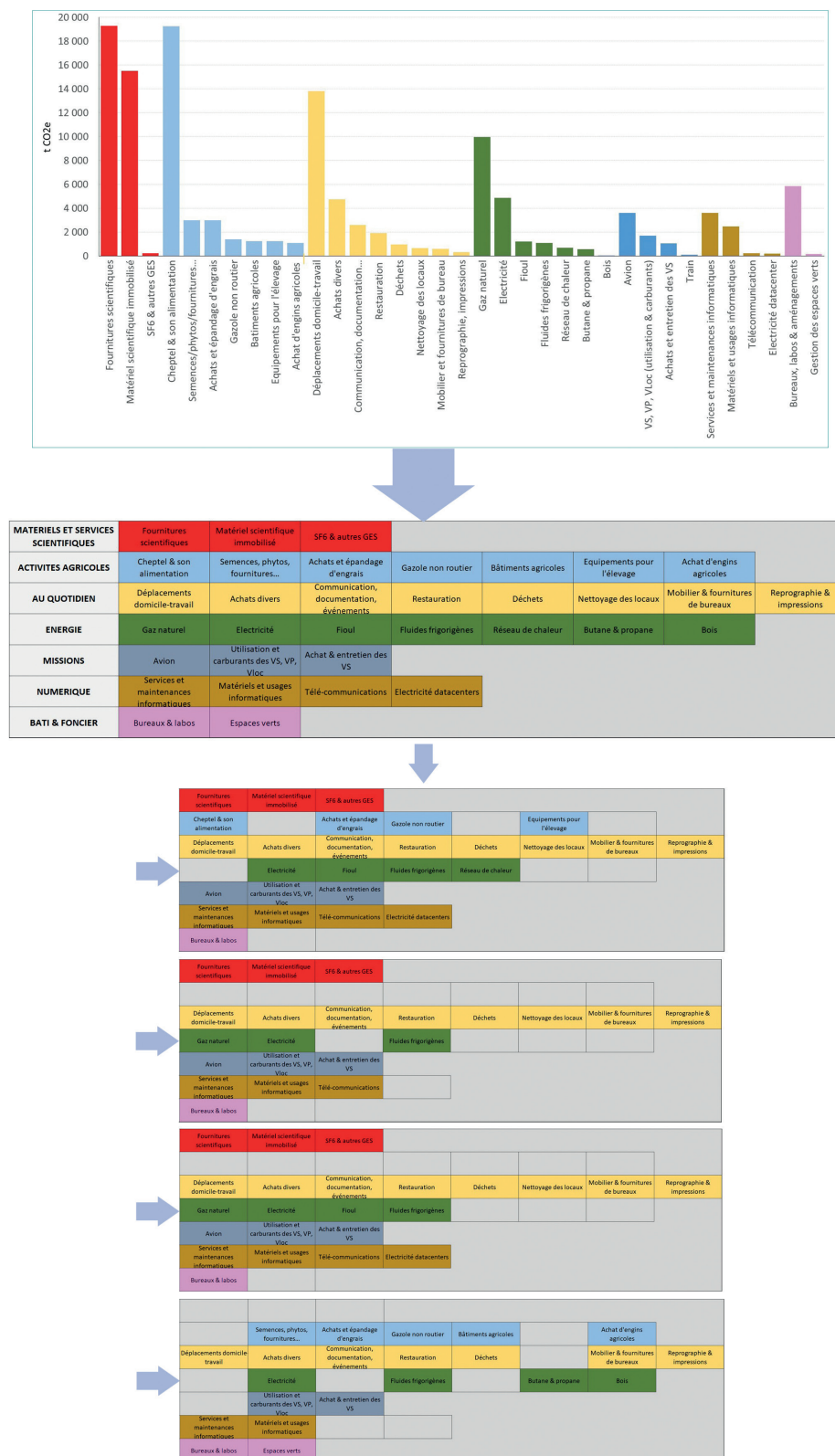


Figure 3. Signature d'émission et exemples sur des unités

Leviers de réduction adaptés à l'unité

Le tableur StopGES propose ensuite des leviers de réduction adaptés et cohérents avec la signature d'émission (environ 150 au total). Ils sont discutés par l'unité sur la base de leur pertinence au regard du fonctionnement et des objectifs du collectif (d'où l'importance de la présence des acteurs métiers). Le rôle de facilitateur du responsable RSE de centre, à travers son expertise, est essentiel afin de contextualiser les enjeux et expliciter les conditions de mise en œuvre des leviers en lien avec les spécificités des unités. L'intitulé des leviers dans le tableur étant concis, ils sont détaillés et illustrés dans un document associé au tableur. Par exemple, le levier « Fonctionnement compatible avec les déplacements bas carbone » fait ainsi référence à :

- des aménagements horaires adaptés aux transports collectifs et au covoiturage ;
- la disponibilité d'abris à vélo sécurisés ;
- la présence de vestiaires et de douches ;
- la possibilité de recharge des batteries des véhicules, etc.

Pour chaque levier proposé, l'unité renseigne des indicateurs en lien avec l'échéance, la difficulté, le coût ou le niveau de réduction, et associés à plusieurs niveaux (faible, moyen fort) qui seront utiles pour prioriser les options du plan d'action (Figure 4).

Si, au cours des échanges, des pistes non proposées par StopGES émergent, l'outil permet de les intégrer.

Bilan graphique

L'objectif est de synthétiser toutes les informations relatives à la signature d'émission, aux leviers sélectionnés, et de sensibiliser l'unité sur son niveau d'intégration des enjeux climat-carbone. Ces éléments peuvent ainsi alimenter les bilans d'activité et être utilisés pour évaluer la progression de la démarche (Figure 5).

Éléments pour un plan d'action

L'expérience montre que les leviers retenus peuvent être nombreux (généralement entre 30 et 50). Ils sont donc difficiles voire impossibles à mettre tous en œuvre simultanément. Les fonctions de tri et de filtre permettent de sélectionner les leviers selon l'état des indicateurs associés. Dans une première étape de son plan d'action, l'unité peut, par exemple, cibler les actions faciles, rapides, sans investissement lourds tout en permettant des réductions significatives. De même, elle peut se concentrer sur des activités sectorielles, puis développer une démarche à une échéance plus lointaine sur d'autres postes d'émission. L'unité ayant totalement la maîtrise de son calendrier et de ses objectifs, elle pilote sa stratégie selon ses propres contraintes et ambitions. L'unité dispose ainsi de tous les éléments classiques permettant la construction du plan d'action.

Sensibilisation aux émissions évitées

StopGES ne repose pas sur une approche quantitative mais sur la mise en œuvre d'actions de réduction : ce n'est pas un outil de comptabilisation des émissions de GES, mais il permet

INRAE

RSE

StopGES

INRAE

BAS CARBONE

Etape 2. PISTES DE REDUCTION ADAPTEES A LA SIGNATURE

Date :
Unité :

29/02/2024
XXX

MATERIELS ET SERVICES SCIENTIFIQUES

S'organiser pour réduire l'empreinte liée à l'achat des matériels, fournitures, prestations... scientifiques

Activités	Leviers de reduction (décocher les cellules vides dans le filtre)	✓	Échéance	Difficulté	Coût	CO2e évités	Commentaires
Tout achat de matériel, fourniture et prestation	Sobriété et adéquation aux besoins	✓	A faire	Facile	Modique	Forte	
	Mutualisation des équipements	✓	Fait				Plateforme mutualisée
	Réduction des produits plastiques et/ou à usage unique	✓	En cours	Moyenne	Raisnable	Marginale	A améliorer, réflexion
	Seconde main, allongement de la durée de vie & réparabilité	✓	En cours	Moyenne	Modique	Significative	
	Valorisation en fin de vie	✓	Fait				Dons auprès de labos + déchets.
	Indicateur carbone des achats et prestations	✓	En cours	Moyenne	Modique	Marginale	
	Prestations animalerie (achats animaux, alimentation, hébergement)	✓	En cours	Moyenne	Elevé		
Saisissez votre piste, validez en cochant la case à droite et choisissez les indicateurs de réalisation							
Fournitures scientifiques	Recherche d'équivalents de gaz ou produits chimiques moins émetteurs	✓	Envisageable	Moyenne	Modique	Marginale	Manque de information sur le sproduits
	Regroupement des achats	✓	Fait				A améliorer
Saisissez votre piste, validez en cochant la case à droite et choisissez les indicateurs de réalisation							
Matériel scientifique immobilisé							
Saisissez votre piste, validez en cochant la case à droite et choisissez les indicateurs de réalisation							
SF6 & autres GES	Cartographie et optimisation du fonctionnement des sorbonnes	✓	Envisageable	Moyenne	Modique	Forte	
	Optimisation du parc des sorbonnes	✓	Fait				
Saisissez votre piste, validez en cochant la case à droite et choisissez les indicateurs de réalisation							

AU QUOTIDIEN

Fiches Réduction

Contribuer à des activités du quotidien moins émettrices

	Échéance	Difficulté	Coût	CO2e évités	Commentaires	
Déplacements domicile-travail	Favoriser les possibilités et conditions de télétravail	✓	Fait			
	Fonctionnement compatible avec les déplacements bas carbone	✓	Fait		A améliorer	
	Faciliter le covoiturage	✗				
Saisissez votre piste, validez en cochant la case à droite et choisissez les indicateurs de réalisation						
Achats divers	Utilisation du clausier et de la grille d'analyse RSE pour des achats durables	✓	A faire	Difficile	Modique	Forte
	Se référer également aux leviers du numérique					
Communication, documentation, événements	Sites web écoconçus	✗				Outils INRAE : site interne
	Réduction des documents papier	✓	En cours	Moyenne	Modique	Marginale
	Organisation d'événements en mixte présentiel-distanciel, choix des sites minimisant les distances...	✓	En cours	Moyenne	Modique	Forte
	Covoiturage prévu dès l'organisation d'événements	✓	Fait			
	Réduction des écrans d'accueil	✗				
Saisissez votre piste, validez en cochant la case à droite et choisissez les indicateurs de réalisation						
Restauration	Matériel & gestes écoresponsables dans les cafétérias d'unité	✓	Fait			Reste à faire : compost
	Repas bas-carbone dans les événements	✓	Envisageable	Moyenne	Modique	Significative
Saisissez votre piste, validez en cochant la case à droite et choisissez les indicateurs de réalisation						

Figure 4. Feuille StopGES proposant les pistes de réduction

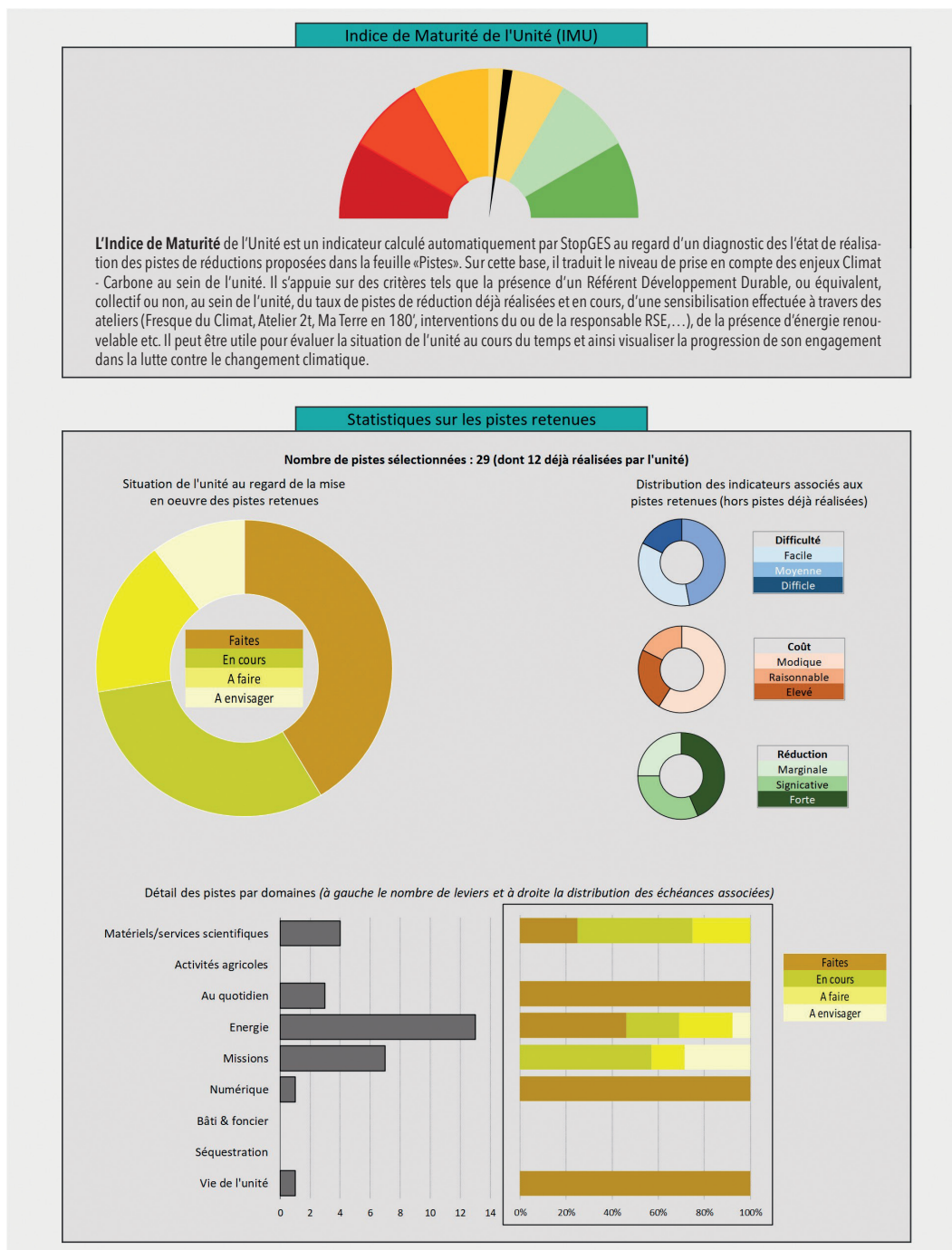


Figure 5. Bilan graphique de l'exercice

d'identifier des leviers de réduction pertinents pour les activer et les organiser au sein d'une véritable stratégie d'unité. Toutefois, des références chiffrées illustrant l'impact de mesures de réduction à partir d'études de l'ADEME, du CEREMA sont indiquées dans les documents associés aux 7 catégories des postes d'émission.

Pour sensibiliser à l'impact des émissions évitées par l'activation des leviers, un module de calcul est proposé pour les déplacements professionnels, la consommation énergétique, l'achat et l'utilisation des postes informatiques et des engrais. En saisissant un état initial (e.g., nombre de PC et serveurs, comptes de messagerie,

distances effectuées selon différents modes de transport) et des objectifs de réduction à différentes échéances (l'année n est imposée et deux autres sont facultatives pour travailler en mode trajectoire), l'outil affiche les émissions évitées (Figure 6). Les résultats expriment alors uniquement les réductions directement issues des actions (paramètres d'entrée) et n'intègrent pas de facteurs externes (par exemple l'impact GES de la production électrique via l'évolution du mix énergétique français, l'évolution de la part des biocarburants dans les carburants ou encore la décarbonation des produits manufacturés associés à la fabrication des matériels informatiques).



Figure 6. Exemples de projections d'émissions évitées sur quelques postes

Bilan et perspectives

Depuis son lancement opérationnel à l'automne 2022, StopGES a été utilisé par un large panel d'unités INRAE (UMR, UR, US, UAR et UE³) et a fait l'objet d'une mise à jour (prise en compte du périmètre du BEGES 2022 en remplacement du BEGES 2019 qui proposait moins de postes d'émission). Au total, plus de 40 unités INRAE ont utilisé StopGES, seul ou en complément d'une méthode de comptabilisation.

La collaboration et l'engagement des responsables RSE de centre contribuent à ce bilan positif. Le transfert de l'outil aux responsables RSE, qui sont les interlocuteurs directs des unités pour animer les exercices et initier leurs stratégies de décarbonation, a permis d'être au plus près des besoins des unités et comprendre leurs problématiques. Les retours d'expériences sont positifs même si l'aspect qualitatif et générique peut nécessiter la poursuite de réflexions internes.

En matière d'évolution, l'accent sera porté dans un premier temps sur une synergie avec la démarche SME (Système de management environnemental) portée par la DRH et qui s'appuie sur la norme ISO 14001 pour fournir un cadre et les exigences en matière de protection de l'environnement. En effet, compte tenu des nombreux points de convergence entre StopGES et SME, d'autant plus avec l'amendement intégrant la question du changement climatique inscrit dans la norme en 2024, il est apparu nécessaire de ne pas multiplier les diagnostics pour les unités expérimentales engagées dans la démarche SME et d'avoir un outil unique autour de la réduction des risques et des impacts. Cela nécessite une adaptation de la partie « expérimentale agricole » de StopGES avec le référentiel SME (premier trimestre 2025). Ce travail s'inscrit également dans le cadre du groupe de travail sur l'estimation des émissions des GES et le potentiel de séquestration de carbone des UE⁴.

3. UMR : Unité mixte de recherche, UR : Unité de recherche, US : Unité de service, UAR : Unité d'appui à la recherche, UE : Unité expérimentale.

4. Cf. l'article de Bouquet, D. et Huard, F. « Évaluation du potentiel de séquestration du carbone dans les unités expérimentales enjeux, méthodologie et état d'avancement », dans ce numéro.

À plus long terme, la troisième mise à jour est prévue à l'occasion du prochain BEGES (publication en 2026) ; il s'agira de développer un volet bilan des actions déjà réalisées, d'intégrer de nouveaux leviers et de compléter le volet sur les impacts des émissions évitées (a posteriori et projections).

Enfin, il est prévu d'ouvrir StopGES aux autres organismes de l'enseignement et de la recherche suite à des manifestations d'intérêt de la part d'universités, d'écoles ou d'EPST⁵ pour l'adapter et le décliner selon leur fonctionnement et postes d'émission. ■

5. Établissements publics à caractère scientifique et technologique.



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Comptabiliser les émissions de GES des événements INRAE pour mieux les réduire

Frédéric Huard¹

CORRESPONDANCE

frederic.huard@inrae.fr

RÉSUMÉ

L'organisation d'événements de type colloques, conférences et séminaires est une composante importante de l'activité de recherche. En mobilisant un public d'horizons géographiques parfois très lointains, ils peuvent générer des émissions de gaz à effet de serre (GES) significatifs. Pour les connaître, les compter et les réduire, la Direction de la responsabilité sociétale et environnementale (DRSE) a développé un outil mis à disposition des collectifs. Il permet d'évaluer rapidement l'impact GES des manifestations, de sensibiliser en temps réel les participants et d'initier une réflexion autour de réductions possibles à intégrer pour leurs expériences futures.

MOTS-CLÉS

Émissions de GES ; événements ; comptabilisation ; réduction

¹ INRAE, DRSE, 75007 Paris, France.

Tracking GHG emissions from INRAE events to drive reductions

Frédéric Huard¹

CORRESPONDENCE

frederic.huard@inrae.fr

ABSTRACT

Organization of events such as conferences or seminars is essential in research activity. With participants sometimes coming from very far away, the events can generate significant greenhouse gas (GHG) emissions. To know, count and reduce them, the Department of Social and Environmental Responsibility of INRAE has developed a tool for the organizers. It allows to quickly measure the GHG impact of the events, to inform participants and to initiate a reflection around possible reductions to integrate for their future experiences.

KEYWORDS

Green house gaz emissions; events; accounting; reduction

¹ INRAE, DRSE, 75007 Paris, France.

Introduction

L'organisation et la participation aux séminaires, colloques et autres événements est une activité récurrente à INRAE. Les déplacements, l'hébergement, la restauration peuvent être des postes à forte émission de GES pour lesquels les leviers de réduction sont activables de façon à suivre la trajectoire bas-carbone d'INRAE. La DRSE a donc développé un outil de comptabilisation à destination des organisateurs pour les aider à mettre en place des solutions moins émettrices, mais également pour sensibiliser l'ensemble des participants aux impacts des différents postes d'émission sur lesquels ils peuvent réduire leur empreinte.

Cette démarche s'inscrit dans le cadre de la communication responsable proposée par la Direction de la communication¹.

Les postes d'émission d'un événement

Pour estimer l'impact des GES d'un événement INRAE, nous avons décomposé le calcul en deux compartiments :

- les émissions du ressort des organisateurs : hébergement, alimentation (e.g., repas, pauses café), communication (e.g., messagerie, édition papiers), visioconférence, prestations externes ;
- les impacts des déplacements des participants de leur domicile jusqu'au lieu de l'événement, et sur le lieu de l'événement (e.g., visite de sites, d'expérimentations).

Ce sont donc six postes d'émission qui sont pris en compte dans la comptabilisation et qui peuvent faire l'objet d'une réflexion vers une démarche de réduction (Figure 1).

Comme toute comptabilisation carbone, la recherche de la



Figure 1. Postes d'émission de GES pris en compte dans la comptabilisation

précision absolue n'est pas l'objectif et l'outil se doit d'être d'une utilisation simple et rapide. Des postes d'émission, tels que les déchets ou la distribution de goodies, ne sont pas pris en compte en raison de la difficulté à les caractériser.

Les déplacements

Les déplacements sont appréhendés par le biais d'une courte enquête (7 groupes de questions) pré-construite, que les organisateurs téléchargent puis adressent aux participants (généralement lors de l'inscription, ou éventuellement pendant l'accueil). Elle renseigne sur les distances parcourues pour chaque mode de transport, du domicile jusqu'au site de la manifestation et elle prend en compte le trajet retour. Plusieurs modalités peuvent être combinées (par exemple véhicule personnel + transport en commun + véhicule de service), et incluent la pratique du covoiturage (Figure 2).



Figure 2. Schéma des types de déplacements pris en compte

1. <https://intranet.inrae.fr/national/vie-de-linstitut/le-guide-pour-une-communication-responsable-a-inrae-17410>

Tableau 1. Exemples de déplacements pour 3 événements passés

Exemple d'événement en présentiel	Véhicule (km)	Train (km)	Avion (km)
Séminaire INRAE national à Bordeaux 145 participants sur 1,5 jours	23 500	54 500	18 500
Manifestation INRAE nationale à Sète 130 participants sur 3 jours	26 000	35 000	17 500
Séminaire INRAE national à Versailles 75 participants sur 1,5 jour	1 500	48 000	1 200

Les déplacements peuvent avoir un impact fort dans le bilan de GES de l'événement en fonction de la provenance et du mode de transport des participants, du choix du site (accessibilité en train par exemple) ou encore de pratiques en amont pour optimiser le covoiturage. Le tableau 1 présente quelques exemples de distances parcourues par les participants lors d'événements.

Sans surprise, les événements organisés en région parisienne, de par leur accès « central » en train, minimisent les déplacements fortement émissifs en véhicules thermiques. C'est pourquoi, au regard des implantations des agents INRAE, la localisation « optimale » des événements nationaux, en termes d'émission de GES, est quasiment systématiquement en région parisienne (un outil d'optimisation avait été initié sans toutefois être concrétisé par la DRSE pour cette raison).

L'hébergement

L'hébergement peut s'avérer être avec les déplacements, le poste d'émission principal.

L'ADEME indique une empreinte moyenne de 9,9 kg CO₂e par nuitée, mais avec des différences selon les classes, avec un spectre allant de 4,7 à 17,1 kg CO₂e par nuitée². La base Empreinte de l'ADEME, utilisée dans le bilan des émissions de gaz à effet de serre (BEGES), propose un ratio de 32 kg CO₂e pour 100 euros dépensés pour l'hébergement (taux 2019 à corriger en fonction de l'évolution des prix).

L'impact d'une nuitée, tel qu'appréhendé dans nos calculs, prend en compte un certain nombre de postes d'émission (Figure 3). Les nuitées sur le site de l'événement sont comptabilisées à partir des données fournies par les organisateurs et les participants lorsqu'elles sont intégrées à leur déplacement.

La restauration

L'impact des repas est variable selon leur composition, ce qui permet d'imaginer des leviers de réduction. Dans les calculs et dans un souci de simplicité, seuls deux types de repas sont pris en compte ; repas moyens (2,04 kg CO₂e) et repas végétariens (0,51 kg CO₂e).

Les pauses café sont également intégrées. Chaque pause a été intégrée sous forme d'une tasse de café/thé, d'une viennoiserie et de trois biscuits par participants.

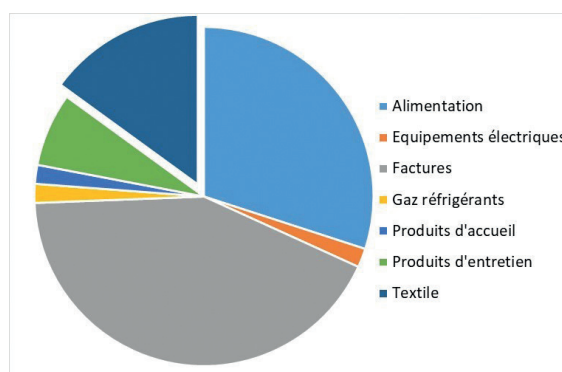


Figure 3. Émissions de l'hébergement (source : ADEME)

La communication et le numérique

Sont intégrés dans ces deux postes d'émission l'impact de l'envoi des messages liés à la communication et à l'organisation de l'événement, aux impressions de documents, mais aussi aux visioconférences (que ce soit pour un mode de fonctionnement hybride présentiel-distanciel ou pour la préparation en amont par les organisateurs). Ces émissions sont calculées à partir des données du tableur rempli par les organisateurs. Comme il peut être difficile de connaître avec précision le nombre de messages ou d'impressions, seul un ordre de grandeur n'est demandé, sachant qu'il s'agit de postes d'émission « secondaires ».

Les prestations

Les organisateurs peuvent faire appel à des prestataires, dans le domaine de la formation, de l'animation, du conseil. C'est un poste difficile à estimer en termes d'émissions de GES car il est très hétérogène ; les résultats sont donc associés à une forte incertitude. Nous avons choisi de les prendre toutefois en compte à la suite des demandes des organisateurs et pour considérer le plus largement possible les postes d'émission liés à un événement.

Le fonctionnement de l'outil

L'objectif étant de construire un outil simple et rapide d'utilisation à destination des organisateurs, les informations à collecter puis à traiter sont limitées. La version V1 se présente sous la forme d'un site internet faisant appel à un module de calcul externe alimenté par deux fichiers de données fournis par l'organisateur (Figure 4) :

2. <https://nosgestesclimat.fr/documentation/logement/vacances/empreinte-hotel-par-nuit>

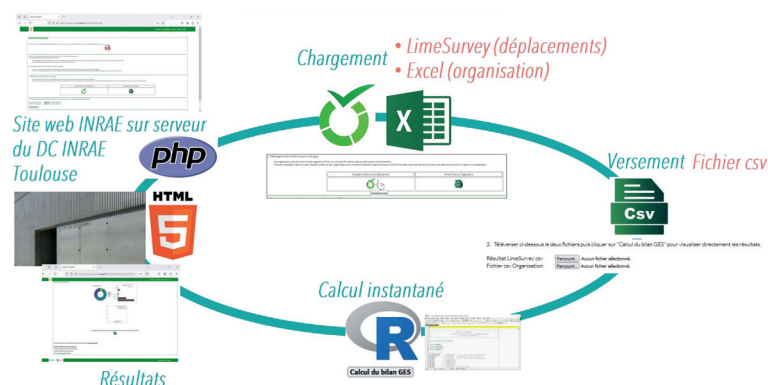


Figure 4. Synoptique de fonctionnement de l'outil

- l'enquête LimeSurvey, déjà préparée et disponible en téléchargement, à transmettre aux participants puis à téléverser, une fois remplie, au format csv ;
- le tableur à saisir par l'équipe d'organisation puis à téléverser, toujours au format csv.

Les calculs sont alors réalisés de façon automatisée et les résultats sont aussitôt proposés sous forme de synthèses graphiques et d'un fichier de données pour permettre aux organisateurs de réaliser eux-mêmes leur valorisation.

D'un point de vue organisationnel, il est conseillé de transmettre l'enquête LimeSurvey aux participants lors de leur inscription,

en amont de l'événement, ce qui permet des relances pour maximiser le taux de réponse, et donc réduire l'incertitude des résultats. Ces derniers étant facilement interprétables, ils peuvent être directement présentés lors d'une session et initier ainsi une première analyse des leviers et potentiels de réduction.

Les résultats

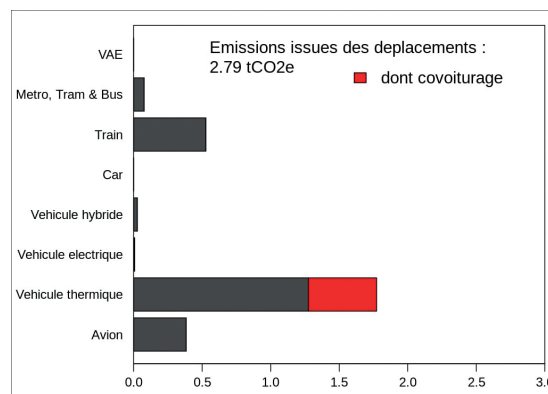
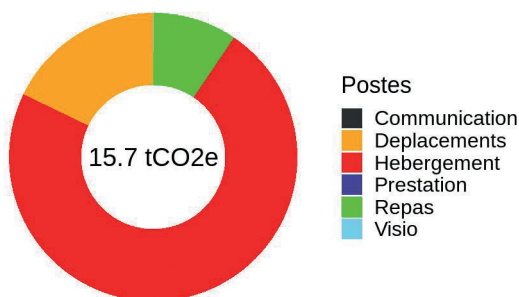
Les traitements proposent des représentations graphiques permettant de caractériser :

- les émissions totales et leurs répartitions dans les 6 postes, avec un focus sur les déplacements (Figure 5) ;

Quelques données contextuelles de l'événement :

- 170 participants, dont 2 en visio ;
- taux de réponse à l'enquête sur les déplacements : 32 % ;
- 725 repas servis (dont 0 végétariens) et 354 nuitées opérées ;
- un total de 4 891 kilomètres en voiture thermique (extrapolation au nombre de participants) ;
- un total de 107 273 kilomètres en train (extrapolation au nombre de participants).

**Emissions de GES : 15.7 tCO₂e
soit 0.092 tCO₂e/participant**



Les émissions évitées par le mode mixte (présentiel et visioconférence) sont de 0.2 tonnes de CO₂e.

Les émissions ont un impact GES équivalent à :

- la consommation de 4 768 litres de fioul domestique ;
- un trajet de 104 027 km en voiture essence ;
- 79 tonnes d'ordures ménagères incinérées...

Figure 5. Résultats globaux et centrés sur les déplacements

- l'équivalence des émissions de l'événement au regard de comparaisons (e.g., consommation de fioul, distance en véhicule thermique, quantités de déchets) dans une optique de sensibilisation supplémentaire ;
- les émissions évitées par le fonctionnement hybride ;
- des exemples d'impact de réductions issues d'une modification des pratiques des mobilités et de l'alimentation ;
- l'analyse des estimations des participants (Figure 6).

Dans l'enquête « Déplacements », et à des fins de sensibilisation et de perception de quantités de GES émises, il est demandé aux participants d'estimer les émissions de l'événement. Ces réponses sont représentées à travers une boîte à moustache et un histogramme avec l'émission totale mesurée. Il est courant de constater des estimations assez éloignées de la réalité.

Quelques exemples d'impacts de mesures de réduction sur le bilan total de l'événement sont également présentés au regard des pratiques en matière de mobilité et de restauration :

- 30 % de repas végétariens supplémentaires ;
- 30 % des déplacements en véhicules thermiques réalisés en véhicules électriques.

D'autres pistes seront prochainement proposées concernant le covoiturage et l'hébergement.

Perspectives

Les perspectives sont de communiquer sur l'outil afin qu'il puisse être utilisé comme un élément d'organisation des événements permettant d'initier une réflexion autour des émissions de GES liées et ainsi réduire les bilans suivants. Pour ce faire, un diagnostic automatique des sources d'émission de l'événement sera opéré de façon à proposer des leviers de réduction adaptés.

Si l'outil est largement utilisé, une analyse statistique des différents bilans pourra être réalisée, ce qui permettra de situer les émissions de l'événement au regard d'un large panel et fournir un indicateur de « sobriété » de l'événement à travers une sorte de « carboscore » (Figure 7) calculé selon une grille de type tCO₂e/participant pondérée par le nombre de postes d'émission couverts. Une refonte informatique de l'interface et l'intégration de plusieurs formats d'enquête (Sphynx, Google Forms...) sont prévus pour assurer une plus large utilisation du calculateur.

À l'écriture de l'article, l'adresse web définitive de l'outil n'a pas encore été créée. Pour accéder au calculateur, contacter la DRSE : frederic.huard@inrae.fr. ■

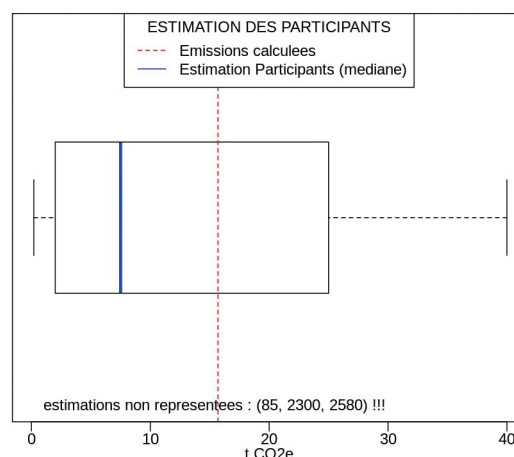


Figure 6. Estimation du bilan GES de l'événement par les participants (en tCO₂e)



Figure 7. Exemple de « carboscore » possible pour qualifier le niveau d'émission de l'événement : le rouge traduit un événement « émissif » et le vert un événement « sobre »



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Évaluation du potentiel de séquestration du carbone dans les unités expérimentales : enjeux, méthodologie et état d'avancement

Dorine Bouquet¹
Frédéric Huard¹

CORRESPONDANCE

dorine.bouquet@inrae.fr

RÉSUMÉ

Pour répondre aux enjeux de neutralité carbone et de décarbonation, INRAE doit être en capacité d'évaluer les quantités de carbone absorbées et stockées dans ses sols par an, ainsi que le stockage additionnel issu de la mise en place de pratiques agricoles stockantes. Les approches existantes pour évaluer le stockage du carbone restent à l'heure actuelle peu opérationnelles ou insuffisantes, sans distinction des systèmes et des pratiques.

Un groupe de travail a donc été lancé avec l'objectif de développer une méthodologie pour évaluer le potentiel de séquestration du carbone dans les unités expérimentales (UE), en s'appuyant sur l'expertise scientifique d'INRAE. Cet article vise à présenter les enjeux de la séquestration du carbone aux différentes échelles, dont celle d'INRAE, les pratiques identifiées dans la littérature comme stockantes, la méthodologie utilisée pour évaluer le potentiel de séquestration du carbone dans les sols des unités expérimentales et l'état d'avancement de ces travaux.

Avant de pouvoir évaluer l'effet de l'application des pratiques stockantes sur le stockage du carbone, la première étape est de réaliser le diagnostic du stockage actuel des UE dans les sols et la biomasse. Cette évaluation est en cours sur les parcelles forestières d'INRAE et sur les UE ayant une activité de grandes cultures. Le travail mené montre des enjeux forts autour de la collecte des données et des outils, les modèles qui prennent en compte les pratiques étant encore sur le front de science et par conséquent encore peu opérationnels à l'échelle d'une UE.

MOTS-CLÉS

Séquestration ; stockage ; neutralité carbone ; expérimentation agricole

¹ INRAE, DRSE, 75007 Paris

Evaluation of carbon sequestration potential in experimental units: challenges, methodology, and progress

Dorine Bouquet¹
Frédéric Huard¹

CORRESPONDENCE

dorine.bouquet@inrae.fr

ABSTRACT

To meet the decarbonation goal, INRAE must be able to assess annual carbon absorption and storage in its soils, as well as the additional storage resulting from the implementation of carbon-storing agricultural practices. However, current methods for evaluating carbon storage remain largely insufficient, as they do not distinguish between different systems and practices.

A working group was established to develop a methodology for assessing the carbon sequestration potential of experimental units (UE), leveraging INRAE's scientific expertise. This article presents the challenges of carbon sequestration at various scales, including INRAE's own, the carbon-storing practices identified in the literature, the methodology used to evaluate sequestration potential in experimental unit soils, and the current progress of this initiative.

Before assessing the impact of carbon-storing practices, the first step is to diagnose current biomass and soil carbon stocks and storage within experimental units. This evaluation is currently underway for INRAE forest plots and experimental units with arable crops. The ongoing work highlights major challenges related to data collection and modeling tools, as models that take into account practices remain at the cutting edge of science but are sometimes difficult to apply at the scale of a single experimental unit.

KEYWORDS

Sequestration; storage; carbon neutrality; agricultural experimentation

¹ INRAE, DRSE, 75007 Paris

Introduction

La séquestration du carbone est un pilier majeur pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050, objectif fixé lors de l'accord de Paris en 2015 (COP21). Processus inverse des émissions de CO₂ dans l'atmosphère, la séquestration du carbone correspond à la captation de CO₂ atmosphérique et à son stockage à long terme dans d'autres réservoirs, sous forme minérale ou organique. Les sols et la biomasse sont connus pour être des puits de carbone naturels, séquestrant le carbone sous forme organique. Les stocks de carbone dans ces compartiments et la capacité de stockage du système dépendent du contexte pédoclimatique, mais aussi de l'usage et des pratiques d'utilisation faites de ces systèmes (voir les définitions dans l'encadré). Dans le secteur de l'agriculture, l'étude « 4 pour 1000 » (Pellerin *et al.*, 2020) a montré que l'adoption à l'échelle nationale de certaines pratiques agricoles dites stockantes, comme la mise en place de cultures intermédiaires, le développement de l'agroforesterie ou la plantation de haies, permettrait d'avoir un important stockage additionnel de carbone des terres agricoles et ainsi, de participer à atteindre la neutralité carbone.

INRAE s'engage à contribuer à l'objectif de neutralité carbone, avec un volet de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et un volet de consolidation de la captation du carbone interne, c'est-à-dire via les puits de carbone naturels que gère l'institut. Avec un vaste dispositif expérimental qui compte des terres agricoles et forestières, INRAE est à part dans l'écosystème des

établissements publics scientifiques et techniques sur la question de la séquestration du carbone, appelé aussi « carbone interne » dans la suite de l'article.

Les bilans des émissions de gaz à effet de serre (BEGES) réalisés à l'échelle de l'institut ont permis de quantifier les émissions de GES produites par l'activité globale d'INRAE sur une année (+ 130 000 tCO₂e émises en 2022) et de construire une trajectoire de réduction jusqu'à un niveau dit incompressible. Cependant, il n'existe actuellement pas de quantification de la séquestration faite dans les sols et la biomasse des terres de l'institut¹. Pour parer à ce manque et être en capacité de suivre les émissions nettes d'INRAE (émissions brutes – séquestration interne), un groupe de travail a été lancé en juin 2023 pour travailler avec les unités expérimentales (UE) sur l'évaluation de leur potentiel de séquestration. Il est co-animé par la Direction responsabilité sociétale et environnementale (DRSE) et la Commission nationale des unités expérimentales (CNUE)². Piloté par Jean-François Soussana, président du Haut Conseil pour le climat (HCC), jusqu'en mars 2025, puis par Thierry Caquet, nouveau vice-président international d'INRAE, le groupe de travail a pour objectif d'améliorer la quantification des émissions de GES selon les postes, d'évaluer les stockages, actuel et additionnel, de chaque UE, d'identifier les pistes d'action adéquates aux spécificités des UE, et ainsi développer une méthode adaptée aux spécificités des UE. Cet article vise à présenter les enjeux de la séquestration du carbone, de l'échelle mondiale à celle de l'agriculture française, l'état des connaissances sur les pratiques

Encadré 1. La séquestration du carbone dans les sols : définition des termes

« Le **stock de carbone** est la quantité totale de carbone contenue dans une couche de sol donnée, par unité de surface [à un instant t] » (Pellerin *et al.*, 2020, p. 41.). Ce carbone peut être sous forme organique ou inorganique. Les définitions suivantes concernent le carbone organique du sol (COS).

« La **séquestration de carbone dans le sol** est le retrait net de CO₂ de l'atmosphère résultant du transfert de son carbone dans des compartiments à temps de renouvellement lent du carbone organique du sol par comparaison à une situation où ce CO₂ serait resté dans l'atmosphère [...] » (Pellerin *et al.*, 2020, p. 43.).

Une autre définition a été proposée récemment dans une revue bibliographique sur les termes utilisés dans les publications. Don *et al.* (2023) propose de définir la **séquestration de carbone** comme processus de transfert du carbone de l'atmosphère vers le sol par l'intermédiaire des plantes ou d'autres organismes, qui est retenu sous la forme de carbone organique du sol, ce qui entraîne une augmentation du stock global de carbone dans le sol.

« Le **stockage de carbone** est l'augmentation du stock de carbone dans le temps. Il est très largement déterminé par deux paramètres : la quantité de carbone entrant qui va alimenter le pool de carbone du sol, et son temps moyen de résidence avant minéralisation. [...] »

Le **stockage additionnel** lié à une pratique agricole B est la différence entre le stock de carbone mesuré dans un sol après la mise en œuvre de la pratique B pendant une période donnée, et le stock de ce même sol sous une pratique de référence A mise en œuvre durant la même période, à partir d'un état initial commun. Le stockage additionnel est donc défini pour deux pratiques, un site donné, et un temps écoulé depuis la différenciation des pratiques [...] » (Pellerin *et al.*, 2020, p. 41).

Il est donc positif lorsque la pratique est stockante. Il peut être négatif en cas de déstockage, mais ces situations sont rarement représentées.

1. On peut faire référence à la séquestration faite dans les sols et la biomasse des terres en utilisant le terme d'émissions négatives.

2. Le groupe de travail est composé d'un représentant de centre, de départements « animal » et « végétal », d'UE, de la CNUE et de la DRSE, et d'experts scientifiques sur les différentes thématiques des GES agricoles et du stockage du carbone dans les sols.

permettant d'augmenter le stockage de carbone dans les sols, et enfin comment ces questions se traduisent au sein de l'institut, avec un focus sur le groupe de travail et la méthodologie utilisée pour évaluer la séquestration du carbone dans les UE. Enfin, nous présenterons l'état d'avancement des travaux.

Les enjeux de la séquestration du carbone

La neutralité carbone, un enjeu mondial

La Terre étant un système fermé depuis 4 milliards d'années, les éléments présents sont conservés. Ils se transforment et sont conditionnés par des grands cycles biogéochimiques, tels que le cycle du carbone (Figure 1). Le carbone circule d'un réservoir à l'autre en fonction de processus biologiques, physiques et chimiques, telles que la photosynthèse chez les végétaux, la respiration des organismes ou encore la fermentation.

Depuis la révolution industrielle, la combustion des énergies fossiles et la déforestation libèrent des quantités très importantes de dioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère. Les systèmes naturels n'étant pas en mesure d'absorber aussi vite cette forte libération de carbone dans l'atmosphère, le CO_2 s'y accumule, s'ajoutant aux émissions d'autres GES. Cela se traduit par une augmentation de la concentration de + 51 % en CO_2 et de + 165 % en méthane (CH_4) depuis l'ère préindustrielle (WMO Greenhouse Gas Bulletin, 2024). Cette accumulation de GES dans l'atmosphère provoque une augmentation de la température moyenne sur terre, et de multiples conséquences sur le climat.

L'accord de Paris (COP21) en 2015 engage les 195 pays signataires à limiter l'élévation de la température moyenne mondiale en dessous des + 2 °C par rapport à l'ère préindustrielle. Les conclusions du GIEC, mandaté lors de la COP21, montrent que

pour respecter cet objectif de limitation du réchauffement climatique, les émissions mondiales doivent **atteindre la neutralité carbone d'ici 2050**.

Pour répondre à cet objectif, des stratégies ont été définies à l'échelle de l'Union européenne, avec le pacte vert, et à l'échelle de la France, avec la Stratégie nationale bas carbone (SNBC). Cette dernière, revue tous les cinq ans, s'appuie à chaque itération sur un scénario de référence. Selon ce scénario qui actionne au maximum les leviers de réduction disponibles (hors paris technologiques), des émissions de GES resteront incompressibles en 2050, notamment dans les secteurs non énergétiques, tels que l'agriculture (Figure 2).

Pour atteindre la neutralité, ces émissions brutes incompressibles devront donc être contrebalancées par des absorptions sur les moyens et longs termes au niveau des puits de carbone, tels que : i/ les écosystèmes gérés par les humains (forêts, terres agricoles, etc.), appelés secteur des terres, ii/ les produits et matériaux fabriqués à partir de matières végétales et issus de la bioéconomie (bois, paille, etc.), et iii/ les procédés industriels (capture et stockage ou réutilisation du carbone ; Figure 3).

L'agriculture face au changement climatique, un secteur impacté, impactant et à fort enjeu pour la séquestration du carbone

Fortement dépendants du climat et des cycles biogéochimiques, les systèmes agricoles sont directement impactés par les conséquences du changement climatique⁴, en particulier la modification du régime des eaux, la multiplication des événements climatiques extrêmes (vagues de chaleur, fortes précipitations, sécheresses), mais aussi l'augmentation de la population des ravageurs. L'adaptation des systèmes agricoles est un enjeu primordial⁵.

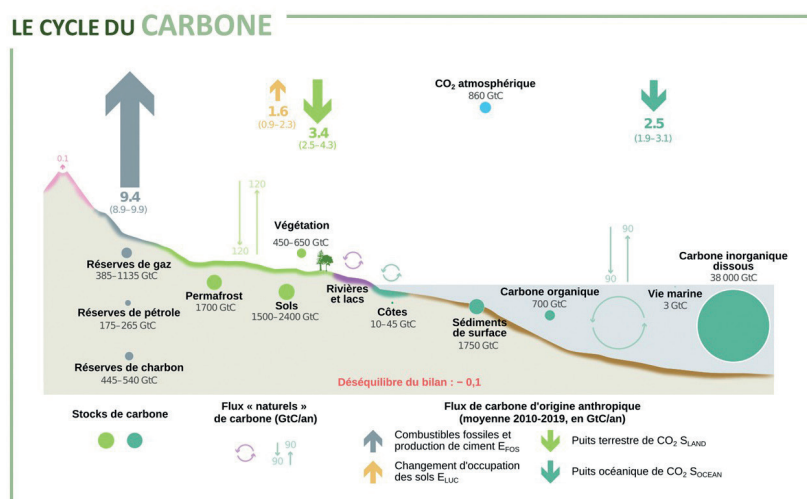


Figure 1. Le cycle du carbone³. Les stocks de carbone sont représentés par des ronds tandis que les flux de carbone sont figurés par des flèches de différentes couleurs. Rose : volcanisme ; gris : combustibles fossiles et production de ciment ; jaune : changements d'occupation des sols (déforestation principalement) ; vert clair : flux net correspondant à la photosynthèse ; bleu-vert : flux net correspondant à la dissolution du carbone atmosphérique dans les océans (Friedlingstein *et al.*, 2020).

3. <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/ecologie/cycles-biogeochimiques/la-place-des-sols-dans-le-cycle-du-carbone>

4. <https://awa.agriadapt.eu/fr>

5. Leviers techniques d'adaptation des systèmes agricoles : <https://geco.ecophytopic.fr/adaptation-changement-climatique>

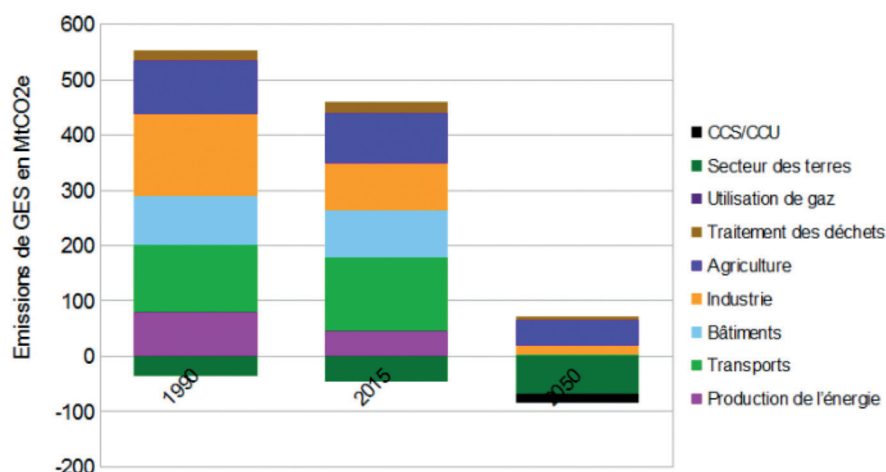


Figure 2. Évolution des émissions de GES dans le scénario « avec mesures supplémentaires » (AMS) de la SNBC 2 (en vigueur actuellement)
 CCS (Carbon Capture and Storage) : capture et stockage de carbone / CCU (Carbon Capture and Use) : capture et utilisation du carbone.

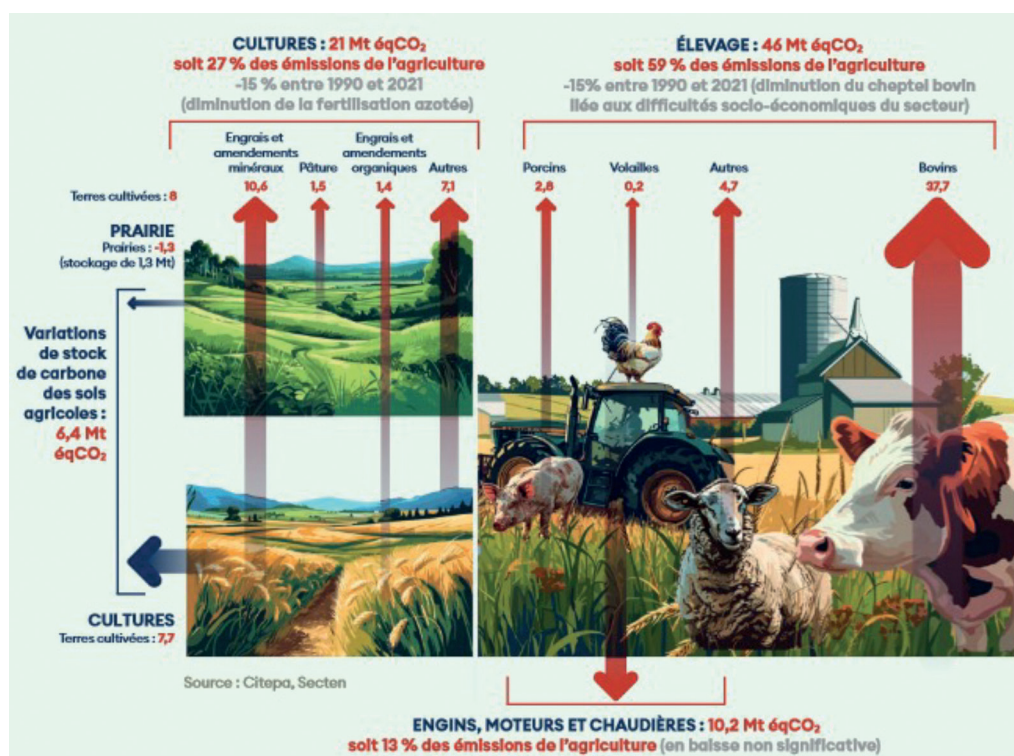


Figure 3. Émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture française (flèches en rouge) et des variations de stock de carbone des sols agricoles, dans le secteur Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie ou UTCATF (flèches en bleu) / (Source : Haut Conseil pour le climat, 2023).

L'agriculture a aussi un impact non négligeable sur le changement climatique, elle représente 19 % des émissions nationales de GES en 2022, avec 59 % pour l'élevage et 27 % pour les cultures (Figure 3). Les objectifs fixés par la SNBC 2 sont de réduire ces émissions de 18 % entre 2015 et 2030 et de 46 % entre 2015 et 2050.

La particularité du secteur agricole est que ses émissions sont majoritairement directes et non énergétiques, avec 56 % d'émissions de méthane (CH_4), principalement liées à l'élevage, et 29 % de protoxyde d'azote (N_2O), principalement liées à la fertilisation azotée (Citepa, 2024). Intrinsèques aux processus biologiques,

les émissions de CH_4 sont liées au métabolisme des ruminants, avec la fermentation entérique et celles de N_2O sont liées aux apports d'azote, élément nécessaire à la croissance des plantes. Ces émissions ne seront donc pas éliminées par la décarbonation de l'énergie ou des transports. Elles peuvent être réduites, mais cela nécessite un changement de pratique ou de système.

Enfin, les sols et la biomasse agricoles sont considérés comme des puits de carbone naturels, grâce à la photosynthèse, « voie quasi unique de fixation biologique du CO_2 atmosphérique dans les écosystèmes terrestres » (Arrouays *et al.*, 2002). Cependant, il existe une forte variabilité des stocks et du stockage de carbone

selon le contexte pédoclimatique, mais aussi selon l'occupation des sols : stocks de carbone dans les 30 premiers centimètres des sols : sol artificialisé < vigne < vergers = cultures < prairies < forêts (Botton *et al.*, 2023).

Les systèmes agricoles actuels stockent peu de carbone dans les sols. Sur l'année 2021, les sols agricoles ont émis plus qu'ils n'ont stocké (Figure 3), avec un déstockage des terres cultivées (+ 8 MtCO₂e) et un stockage en prairies (-1,3 MtCO₂e). Les sols et la biomasse agricoles sont donc des puits de carbone naturels à préserver, pour maintenir le stockage actuel, des prairies et des forêts notamment, et éviter que le carbone déjà stocké ne soit émis dans l'atmosphère, ou à régénérer, pour augmenter le stockage et la séquestration, notamment sur les terres cultivées.

En effet, les pratiques agricoles influent significativement sur le stockage de carbone, et l'adoption de pratiques dites stockantes peut augmenter la séquestration du carbone dans les sols. Le potentiel de stockage est donc fortement dépendant de l'écosystème considéré.

L'agriculture est, ainsi, l'un des secteurs les plus impactés, mais également l'un des plus impactants en termes d'émission et d'absorption de carbone, ce qui fait sa complexité face à l'ensemble des enjeux liés à ce secteur et son importance dans la lutte contre le changement climatique.

Améliorer le stockage de carbone dans les sols

Dynamique du carbone dans les sols

Le carbone se trouve dans le sol essentiellement sous forme organique, et en faible proportion sous forme minérale. Le carbone organique provient des végétaux et organismes morts, des déjections animales, mais aussi de molécules organiques excrétées par les racines. La matière organique « morte » entrant dans le système sol subit plusieurs processus de dégradation libérant du CO₂ : une première phase de décomposition, processus rapide, puis une phase plus lente de minéralisation par des micro-organismes. L'évolution du stock de carbone est déterminée par le bilan entrée de matière organique/sortie de CO₂ » (extrait d'Arrouays *et al.*, 2002, p. 6). Les deux moyens d'augmenter le stockage de carbone dans les sols sont d'accroître les « entrées » de matière organique et de retarder les « sorties » par minéralisation.

Les leviers pour améliorer le stockage de carbone dans les sols agricoles

Certaines pratiques agricoles sont reconnues comme des pratiques permettant d'augmenter le stockage de carbone dans le sol. L'étude « 4 pour 1000 » (Pellerin *et al.*, 2020) a sélectionné,

Tableau 1. Stockage additionnel et coût unitaire technique des pratiques dites stockantes étudiées dans l'étude « 4 pour 1000 » (données issues de Pellerin *et al.*, 2020)

Occupation des sols	Stocks de carbone (tC/ha)	Stockage moyen (kgC/ha/an)	Pratiques stockantes étudiées	Stockage additionnel (kg C/ha/an)	Coût unitaire technique (€/ha/an)
Écosystèmes forestiers	81,0	+ 240	Pas de pratiques identifiées plus stockantes qu'actuellement	-	-
Prairies permanentes	84,6	+ 50	Intensification modérée des prairies extensives	+ 176	28
			Exploitation de l'herbe par pâturage plutôt que par fauche	+ 265	73
			Mise en place ou allongement des cultures intermédiaires	+ 126	39
			Accroissement de la part des prairies temporaires dans les successions culturales	+ 114	91
Grandes cultures (y compris prairies temporaires)	51,6	- 170	Apport de nouvelles ressources organiques	+ 61	- 52
			Développement de l'agroforesterie intraparcélaire (parcelles > 1 ha et profondeur du sol > 1 m)	+ 207	118
			Plantation de haies sur les terres arables, autour de parcelles ou d'îlots de parcelles d'au moins 8 ha	+ 17	73
Cultures pérennes	na	na	Enherbement des inter-rangs en vignoble, permanent ou hivernal	+ 182	- 26 - 15

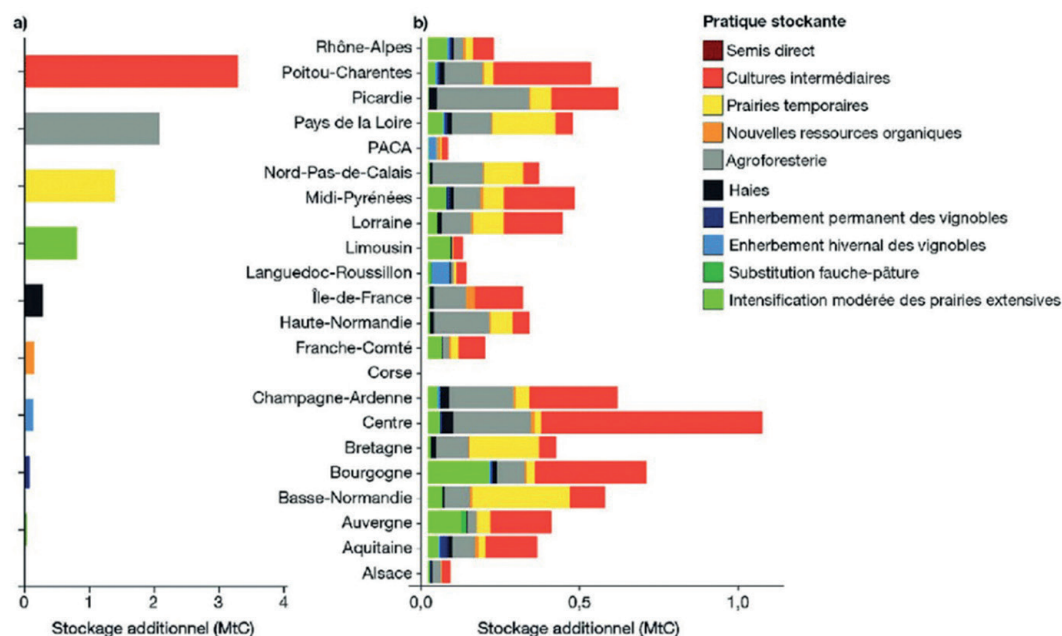


Figure 4. Contribution des pratiques au stockage additionnel maximal calculé sur le territoire français hexagonal (à gauche) et au niveau régional (à droite) (Source : Pellerin *et al.*, 2020).

à partir d'une synthèse de la littérature, les pratiques dites stockantes avec les plus forts potentiels à l'échelle nationale et étudié le stockage additionnel associé au changement de pratique et leur coût de mise en œuvre à l'échelle régionale. Le tableau 1 reprend les résultats principaux.

Le potentiel de chaque levier (Figure 4) dépend du stockage additionnel apporté grâce à la mise en œuvre de cette nouvelle pratique, mais aussi de l'assiette technique⁶ de mise en œuvre. Par exemple, l'agroforesterie, qui présente un stockage additionnel élevé (+ 207 kg C/ha/an), n'a été appliquée que sur les parcelles faisant plus de 8 ha, et présentant un sol de plus d'un mètre de profondeur, ce qui limite l'assiette. L'extension des cultures intermédiaires, avec un stockage additionnel moindre (+ 126 kg C/ha/an), présente une assiette technique étendue, quasiment l'ensemble des surfaces de grandes cultures (introduction de cultures intermédiaires, augmentation de leur fréquence dans les successions culturales ou encore allongement de leur durée), ce qui explique le fort stockage additionnel potentiel à l'échelle hexagonale.

Les pratiques à mettre en œuvre pour augmenter le stockage de carbone dans les sols apportent aussi des co-bénéfices vis-à-vis de la fertilité du sol mais aussi de la qualité de l'eau, de la biodiversité et de l'érosion des sols.

INRAE : quelle contribution à la neutralité carbone en 2050

Objectifs et suivi

Avec sa stratégie bas carbone, INRAE s'est engagé à contribuer à l'objectif national de neutralité carbone à l'horizon 2050 par :

- la réduction des émissions de GES jusqu'à l'horizon 2050, en suivant une trajectoire de décarbonation cible qui respecte les objectifs nationaux ou internationaux sectoriels et vise un niveau d'émissions incompressibles en 2050 de l'ordre de 45 000 tCO₂e/an ;
- l'augmentation de la séquestration interne du carbone, c'est-à-dire la consolidation du stockage de carbone dans les sols et la biomasse sur le périmètre de l'institut, afin de réduire au maximum les émissions nettes ;
- l'identification des leviers de compensation des émissions résiduelles suite à la mise en œuvre des deux premiers niveaux d'action, le niveau de compensation à atteindre restant à définir.

Par son activité expérimentale de terrain, l'institut gère un grand domaine de terres agricoles et forestières qui, en 2021, représentaient 7 140 ha de surface agricole totale dont 6 407 ha de surface agricole utile. L'assolement INRAE (Figure 5) compte :

- 53 % de prairies et bois, des puits de carbone qui présentent **des stocks de carbone élevés et un stockage significatif** (Pellerin *et al.*, 2020), avec des enjeux de préservation mais aussi d'adaptation ;
- 47 % de cultures annuelles et pérennes, **des puits de carbone qui peuvent être consolidés** en adoptant des pratiques qui permettent d'avoir un stockage additionnel de carbone dans ces sols.

Pour répondre à cet engagement, INRAE doit être en capacité d'évaluer les **stocks de carbone dans le dispositif expérimental**, le **stockage de carbone actuel**, ce stockage étant fortement lié aux pratiques utilisées sur les systèmes et le **potentiel de stockage additionnel** du dispositif suite à un changement de pratiques (voir la définition complète dans l'encadré).

6. Surface sur laquelle peut être appliquée la pratique.

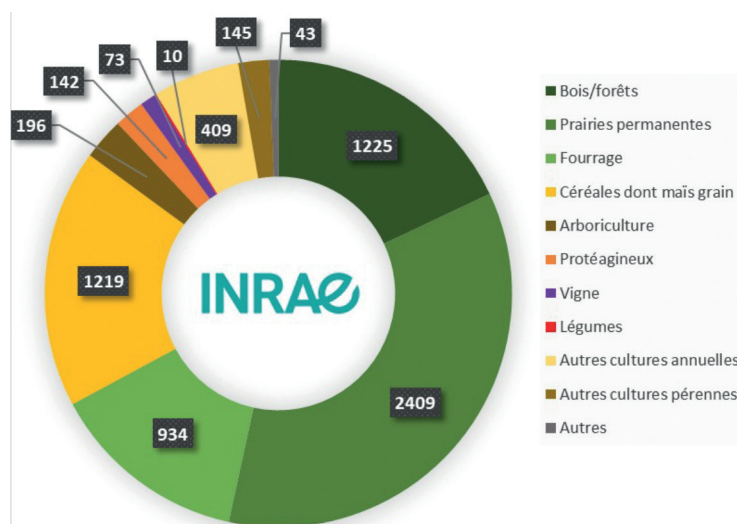


Figure 5. Assolement des surfaces agricoles utiles (en ha) gérées par INRAE (à partir des données 2021 de la CNUE)

Absence de méthode opérationnelle pour quantifier le stockage de carbone dans les sols

Selon la littérature, INRAE présente donc un potentiel de séquestration de carbone intéressant, ainsi qu'un enjeu d'exemplarité sur les thématiques liées à l'agriculture.

Comme pour le volet émissions, avec les BEGES de l'institut, le diagnostic du stockage du carbone sur le périmètre de l'institut servirait à suivre l'évolution de ce stockage, et ainsi quantifier les émissions nettes d'INRAE et les émissions à compenser. Toutefois, les méthodes de diagnostic de la séquestration du carbone sont actuellement limitées. L'utilisation de valeurs de stock et de stockage de référence ne permet pas de faire un diagnostic adapté aux activités d'INRAE. Les méthodes actuelles (UTCATF ; ALDO⁷) n'incluent pour le secteur agricole que les flux (émissions et séquestration) liés aux changements d'occupation des sols. Les pratiques utilisées ne sont pas prises en compte à l'heure actuelle. La méthode Bilan Carbone®, développée par l'ADEME et utilisée à l'échelle d'INRAE, ne quantifie que les émissions brutes et ne couvre pas l'ensemble du secteur des terres (UTCATF ; Citepa, 2020), tout comme d'autres outils d'évaluation développés par des instituts techniques agricoles. L'utilisation de ces méthodes et outils ne permet pas de voir l'impact d'un changement de pratiques sur le stockage de carbone du système.

Suivre la capacité de stockage de carbone interne à INRAE

Méthode de travail et état d'avancement

Le périmètre de l'étude a été défini, ainsi seules les activités agricoles (expérimentales ou non) sont considérées. La figure 6 représente les grandes étapes de la méthodologie de travail proposée et suivie par le groupe de travail pour évaluer le potentiel de sé-

questration de carbone dans les unités expérimentales.

Le groupe de travail a débuté par un inventaire des outils existants (GES agricoles et séquestration) internes ou externes à INRAE, qui a montré que les outils externes sont peu adaptés aux objectifs internes. Ils ne prennent pas en compte les pratiques et ne permettent pas de modifier le formalisme (méthode de calculs) de l'outil et donc sa mise à jour en fonction des avancées scientifiques sur les facteurs d'émission. De plus, le modèle le plus largement utilisé dans ces outils pour le stockage de carbone dans les sols est le modèle AMG, développée depuis 1999 par INRAE. Le groupe de travail a donc décidé de travailler avec les modèles et outils internes d'INRAE, dont AMG.

Les outils et modèles existants étant spécifiques à une activité, une typologie a été réalisée sur l'ensemble des UE, en fonction des ateliers agricoles présents (Figure 6). Pour chaque type défini, le groupe de travail s'est employé à identifier les outils ou modèles internes permettant de quantifier les émissions de GES agricoles ou le stockage de carbone (Figure 6), dont le modèle AMG pour le carbone dans les sols de grandes cultures (Clivot *et al.*, 2019) ou encore les cartes issues de FORMS pour les forêts (Schwartz *et al.*, 2023).

Evaluation du stockage actuel de carbone dans les sols de grandes cultures

Une première phase d'évaluation de la séquestration de carbone a été lancée avec ce modèle AMG sur des unités pilotes : grandes cultures dans l'UE de La Motte en Ile-et-Vilaine, UE d'agroécologie et de phénotypage des cultures (APC) en Haute-Garonne et ruminants/bovins lait dans l'UE du Pin dans l'Orne.

Plusieurs données ont été collectées auprès des UE : parcellaire, itinéraires techniques (ITK ; fertilisation, travail du sol, récolte, semis, cultures intermédiaires, traitements, etc.) extraits depuis

7 : <https://aldo.territoiresentransitions.fr/>

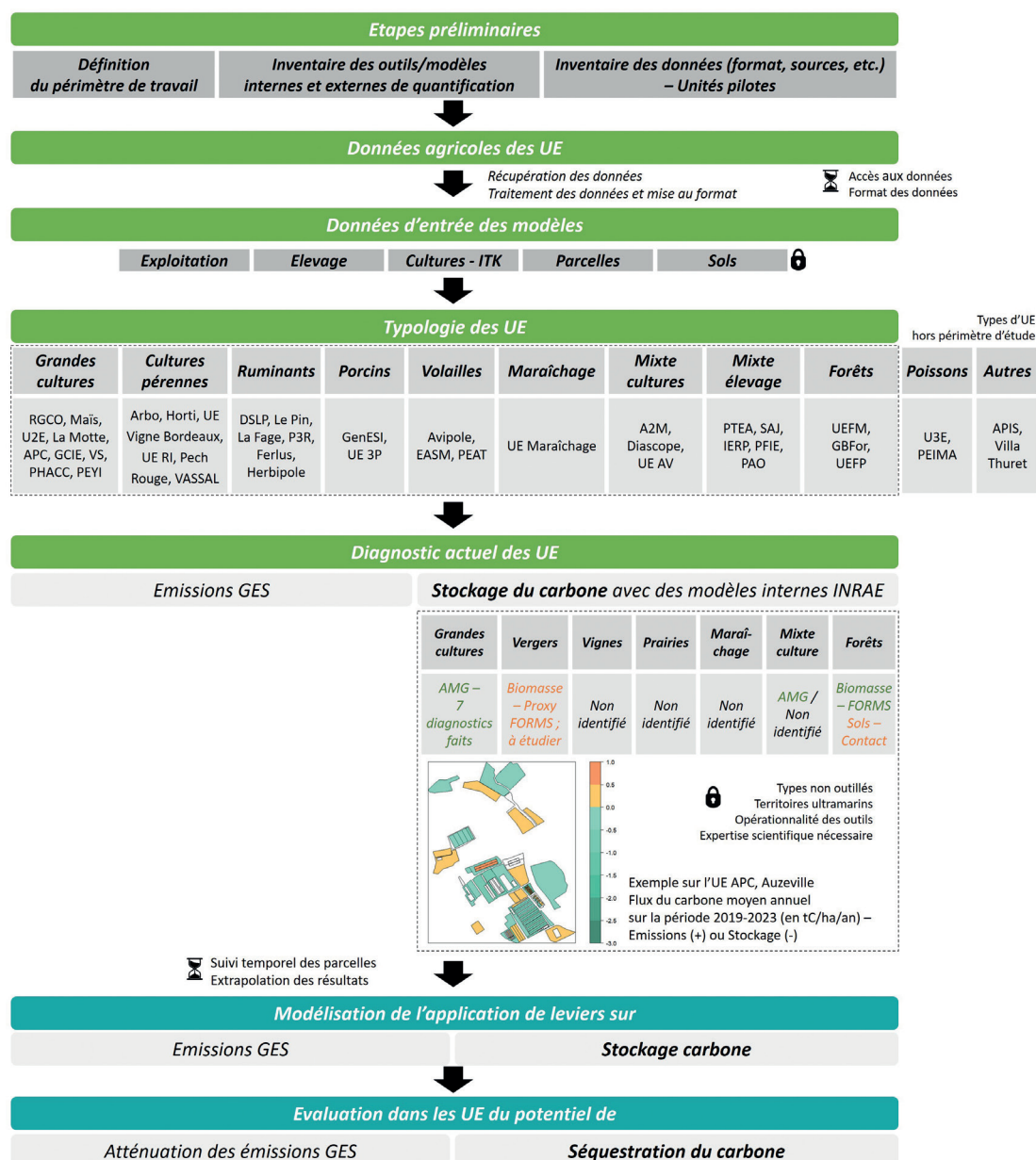


Figure 6. Schéma de la méthodologie proposée par le groupe de travail pour évaluer le potentiel de séquestration de carbone dans les UE, avec l'état d'avancement des différentes étapes (vert : faite ou en cours ; bleu : à venir)

les systèmes de gestion des parcelles des unités pilotes (Geofolia, Mes Parcelles), et analyses de sol (données du réseau CAREX⁸, analyses agronomiques).

Via une programmation sur R, les données ont été extraites à partir des fichiers bruts fournis par les UE et mises au format des données d'entrée du modèle AMG. Elles ont ensuite été utilisées avec le script AMG R (version 2 ; Clivot *et al.*, 2019), en comparant les parcelles par couple d'années. Les parcelles étant difficiles à suivre dans le temps (leurs noms ont été changés d'une année sur l'autre et elles ont été découpées pour les expérimentations), les données ne permettent pas d'obtenir rapidement

des quantifications pour l'ensemble des parcelles d'une UE. Un travail supplémentaire d'homogénéisation des données sur les années d'étude permettrait d'améliorer ce point, mais nécessite la connaissance du terrain et de son historique. De même, une meilleure caractérisation des sols et de l'état initial pour la modélisation améliorerait le diagnostic.

Les résultats sont en cours d'expertise et de validation par l'expert du groupe de travail en carbone du sol, Fabien Ferchaud (UMR Éco&Sols). Les diagnostics de stockage actuel du carbone avec AMG R (version 2) ont été réalisés sur 7 UE avec des grandes cultures (UE La Motte ; APC ; Le Pin ; P3R ; RGCO ; PHACC ; UE Maïs).

⁸ CAREX est un réseau de 13 unités expérimentales conduisant des essais en productions végétales. L'axe du projet est de caractériser l'environnement de ces essais, dont les sols.

Evaluation du stockage actuel de carbone dans la biomasse forestière d'INRAE

Le carbone dans la biomasse forestière est en cours d'évaluation. En collaboration avec Clément Battista et Jean-Pierre Wigneron (UMR ISPA), la carte des parcelles forestières d'INRAE, produite par Antoine Savoie (1297 UE PAO), a été intersectée avec les cartes issues de FORMS, des cartes à sources multiples de hauteur forestière, de volume de bois et de biomasse forestières en France à une résolution de 10 à 30 mètres basées sur les données Sentinel-1, Sentinel-2 et GEDI (Schwartz et al., 2023). Cette méthode inédite permet de quantifier la biomasse forestière aérienne et souterraine, qui est ensuite convertie en quantité de carbone. Les résultats sont en cours de traitement.

Le groupe de travail n'a pour l'instant pas identifié de modèles transférés en outils opérationnels pour les prairies, les vignes et le maraîchage, mais poursuit sa recherche.

Suite et perspectives

Le travail en cours permet d'évaluer le stockage actuel des UE dans les sols de grandes cultures, mais pas encore le potentiel de stockage additionnel, c'est-à-dire le stockage supplémentaire que permettrait l'adoption de pratiques dites stockantes. Une des problématiques de l'étude est que les leviers connus dans la littérature sont difficilement applicables par les UE en raison des fortes contraintes sur les expérimentations. Par exemple, la fertilisation azotée des cultures, en général fixée par les protocoles expérimentaux, souvent sous forme d'azote minéral, est plus prévisible. Sans adaptation de ces protocoles, les UE ont peu de marge de manœuvre sur le périmètre des expérimentations. Toutefois, un travail d'étude de l'applicabilité de ces leviers sur le périmètre hors expérimental des UE a été initié.

L'absence d'outils et de modèles pour certains types de végétation (prairies, haies, espaces verts, vignes) soulève la question de la représentativité du stockage de carbone dans les sols de grandes cultures, dans les forêts et les vergers par rapport à l'ensemble des puits des UE et d'INRAE et de l'intégration de ces résultats dans la trajectoire bas carbone. La collecte de données et l'existence d'outils opérationnels restent les enjeux principaux de ce travail d'état initial et de monitoring.

Conclusion

Pour calculer ses émissions nettes ou un ratio absorptions/émissions, INRAE devra être en capacité d'évaluer, en parallèle des émissions de GES annuelles, le stockage de carbone annuel interne, afin de mesurer pleinement sa contribution à la neutralité carbone, et éventuellement permettre de construire une trajectoire de séquestration et de compensation pertinente. Les méthodes existantes ne permettant pas de distinguer les systèmes et les pratiques, et donc de suivre l'impact de la mise en place de pratiques stockantes, le groupe de travail UE bas carbone a été constitué avec l'objectif d'évaluer ce stockage dans les sols et la biomasse des UE et le potentiel de séquestration qui serait associé à des modifications de pratiques. Le stockage de carbone dans les sols d'UE avec grandes cultures a été évalué grâce au modèle AMG v2 sur des unités pilotes, puis étendu à l'ensemble du périmètre grandes cultures d'INRAE. Le stockage de carbone dans la biomasse forestière d'INRAE est en cours d'évaluation via l'utilisation conjointe des cartes FORMS et des parcelles forestières d'INRAE. Les résultats sont en cours d'expertise et de validation. Les outils pour les autres types de culture restent encore à identifier. Se posera ensuite la question de l'évaluation du potentiel de stockage des UE, en appliquant les leviers connus dans la littérature sur l'assiette technique disponible à INRAE, assiette à définir. L'enjeu majeur à INRAE est d'adopter ces pratiques dites stockantes, tout en maintenant un niveau de qualité expérimentale élevé.

Face à la nécessité d'agir, le groupe de travail a également lancé une démarche semi-quantitative de diagnostic des pratiques. Cette démarche, ne nécessitant pas de quantification des GES et de la séquestration, permettrait d'accompagner les UE dans la transition via l'utilisation de l'outil StopGES expérimentations agricoles, un outil d'aide à la décision qui se base sur un diagnostic des activités et des grandes pratiques, pour identifier les pistes d'action bas carbone qui pourraient être incluses dans leur plan d'action d'unité ou identifier comme telles celles qui sont déjà incluses dans le cadre d'autres démarches (par exemple la réduction de la consommation de gazole non routier (GNR)). ■.

Références

Arrouays D., Balesdent J., Germon J.-C., Jayet P.-A., Soussana J.-F., Stengel P. (2002). *Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ? Synthèse du rapport d'expertise réalisé par l'INRA*. 334 p.

Boton Xavier, Nitschelm Laure, ARVALIS - van der WERF Hayo. INRAE - (Gis Revalim) (2023). *Variations de stock de carbone organique du sol en analyse du cycle de vie* - Agribalyse - Projet ACV Carbone. 52 pages. p7.

Citepa (2020). *Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et des forêts. Émissions des gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques de France*. Rapport Secten.

Citepa (2024). *Émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en France | 1990-2023*. Rapport Secten éd. 2024. <https://www.citepa.org/donnees-air-climat/donnees-gaz-a-effet-de-serre/secten/>

Clivot H., Mouny J.-C., Duparque A., Dinh J.-L., Denoroy P., Houot S., Vertès F., Trochard R., Bouthier A., Sagot S., Mary B. (2019). Modeling soil organic carbon evolution in long-term arable experiments with AMG model. *Environmental Modelling and Software*, 118, 99-113. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.04.004>

Don A., Seidel F., Leifeld J., Kätterer T., Martin M., Pellerin S., Emde D., Seitz D., Chenu C. (2024). Carbon sequestration in soils and climate change mitigation. Definitions and pitfalls. *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/gcb.16983>

Friedlingstein P., O'Sullivan M., Jones M. W., Andrew R. M., Hauck J., Olsen A., et al. (2020). Global Carbon Budget 2020, *Earth System Science Data*, 12, 3269-3340. <https://doi.org/10.5194/essd-12-3269-2020>

Haut Conseil pour le Climat (2024). *Accélérer la transition climatique avec un système alimentaire bas carbone, résilient et juste*. Version grand public, Résumé du rapport thématique du Haut conseil pour le climat. 12p.

Pellerin S. et Bamière L. (pilotes scientifiques), Launay C., Martin R., Schiavo M., Angers D., Augusto L., et al. (2020). *Stocker du carbone dans les sols français, Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? Rapport scientifique de l'étude*, INRA.

Schwartz M., Ciais P., De Truchis A., Chave J., Ottlé C., Vega C., Wigneron JP., Nicolas M., Jouaber S., Liu S., Brandt M., Fayad I. (2023). FORMS: Forest Multiple Source height, wood volume, and biomass maps in France at 10 to 30 m resolution based on Sentinel-1, Sentinel-2, and GEDI data with a deep learning approach. [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7840108>

WMO Greenhouse Gas Bulletin (2024). *The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2023*. Collections Greenhouse Gas Bulletin, no 20. <https://library.wmo.int/idurl/4/69057>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Comment évaluer les impacts environnementaux des ouvrages scientifiques ? Une analyse du cycle de vie (ACV) des ouvrages papier et numériques publiés par les éditions Quæ

Marcia Magnet¹

CORRESPONDANCE

marcia.magnet@inrae.fr

RÉSUMÉ

Face à l'essor du numérique dans le secteur de l'édition scientifique (41,5 % des ventes en 2021), les éditions Quæ ont souhaité objectiver les impacts environnementaux associés à la production de livres papier et numériques. Le livre imprimé, bien que dominant, est fortement tributaire de l'industrie papetière, générant des pressions environnementales notables : consommation d'eau, émissions de CO₂ (2 % des émissions industrielles mondiales), rejets d'effluents et déforestation partielle (Granger *et al.*, 2019 ; IEA, 2022 ; Pacheco *et al.*, 2021). À l'inverse, le livre numérique, souvent perçu comme « dématérialisé », repose sur des infrastructures matérielles très concrètes (terminaux, *data centers*) aux impacts tout aussi significatifs, notamment en termes de consommation énergétique.

Dans ce contexte, Quæ a conduit une analyse de cycle de vie (ACV) afin d'identifier les principales sources d'impact et de définir des leviers d'écoconception pouvant réduire leur empreinte écologique. L'étude compare notamment les versions papier et numérique d'un même ouvrage pour évaluer, selon le nombre de lectures, à partir de quand l'une devient plus avantageuse. Elle inclut également l'analyse comparative de différentes collections papier, dans une optique d'optimisation des pratiques éditoriales et de fabrication. Réalisée selon les normes ISO 14040 et 14044 à l'aide du logiciel SimaPro, l'étude modélise plusieurs indicateurs d'impact (changement climatique, acidification, toxicité humaine, etc.). L'inventaire repose sur des données spécifiques (issues des éditions Quæ) et génériques, selon le poids environnemental des processus.

Ce travail exploratoire, soutenu par la pépinière de projets RSE, vise à expérimenter une approche d'écoconception adaptée au secteur de l'édition scientifique, en dépit de l'absence de revue critique externe pour l'instant.

MOTS-CLÉS

Édition ; analyse du cycle de vie ; environnement

¹ INRAE, SDAR 78000 Versailles France

Environmental impact assessment of scientific publishing: a life cycle analysis (LCA) of print and digital books by editions Quae

Marcia Magnet¹

CORRESPONDENCE

marcia.magnet@inrae.fr

ABSTRACT

In response to the growing role of digital publishing in the scientific sector (41.5% of sales in 2021), Editions Quae set out to objectively assess the environmental impacts of producing both print and digital books. Printed books, though still dominant, depend heavily on the paper industry, which exerts significant environmental pressure: water use, CO₂ emissions (2% of global industrial emissions), effluent discharge, and partial deforestation (Granger *et al.*, 2019; UEA, 2022; Pacheco *et al.*, 2021). Digital books, often seen as “dematerialized” rely on very real infrastructures such as devices and *data centers*, with equally significant energy-related impacts.

In this context, Quae conducted a Life Cycle Assessment (LCA) to identify the main impact sources and define ecodesign strategies to reduce their environmental footprint. The study notably compares print and digital versions of the same book to determine, based on number of readings, which format becomes more advantageous. It also includes a comparison of different print collections, aiming to improve editorial and production practices. Conducted according to ISO 14040 and 14044 standards using SimaPro software, the study models several environmental indicators (climate change, acidification, human toxicity, etc). The inventory combines specific data (from Editions Quae) with generic data, depending on the processes' environmental weight. This exploratory work, supported by the “Pépinière RSE”, aims to test an ecodesign approach tailored to the scientific publishing sector, despite the current lack of an external critical review.

KEYWORDS

Publishing; life cycle assessment; environment

¹ INRAE, SDAR 78000 Versailles France

Introduction

L'industrie du livre est une chaîne complexe reliant auteurs, éditeurs, imprimeurs, distributeurs et lecteurs. Dans l'édition scientifique, la dématérialisation des ouvrages et l'essor de l'accès ouvert (*open access*) ont transformé la manière dont les connaissances scientifiques sont diffusées (Chartron, 2016). Cette évolution favorise un accès élargi et immédiat aux publications, mais amène également à se questionner sur l'impact environnemental de ces transformations. En effet, certaines pratiques comme la réduction de l'usage du papier au profit du numérique, nommée « dématérialisation », est loin d'être immatérielle et sans impact sur l'environnement (Berkhout & Hertin, 2004 ; Suckling & Lee, 2015). En 2019, le secteur du numérique représente 3,8 % des émissions de gaz à effet de serre mondiales et 4,2 % de la consommation mondiale d'énergie primaire (Bordage, 2019). Comment une maison d'édition peut-elle alors réduire l'empreinte environnementale de ses ouvrages en évitant des transferts d'impact ? Dans une optique d'écoconception de ses ouvrages, les éditions Quæ (Encadré 1) ont décidé de mener une analyse du cycle de vie (ACV) pour quantifier l'impact environnemental de divers scénarios de lecture mais également de différents formats d'ouvrage. Ces scénarios correspondent aux différentes manières dont un livre peut être utilisé (format papier ou numérique, lecture courte ou longue durée), ainsi que des variations des paramètres des ouvrages papier (nombre de pages, grammage du papier, format du livre...). La modélisation ACV permet d'identifier les pôles ayant le plus d'impact et de présenter des alternatives possibles et réalisables. Une fois l'interprétation des résultats de l'étude ACV réalisée avec la direction de Quæ, des mesures concrètes permettront de modifier certaines pratiques afin de limiter l'empreinte environnementale des ouvrages tout au long de la chaîne éditoriale.

Qu'est-ce que l'analyse du cycle de vie (ACV) ?

L'ACV est une méthode d'évaluation environnementale définie par les normes ISO 14040 et ISO 14044 comme la « compilation et l'évaluation des intrants, des extrants et des impacts environnementaux potentiels d'un système de produit tout au long de son cycle de vie ». Elle repose sur une approche dite « fonctionnelle », fondée sur une unité de référence, une approche cycle de vie qui prend en compte toutes les étapes de la vie d'un produit – de l'extraction des matières premières à la fin de vie – ainsi qu'une évaluation multicritère intégrant une diversité d'impacts environnementaux tels que le changement climatique, l'épuisement des ressources ou la toxicité/écotoxicité (Encadré 2). L'ACV modélise le produit comme un système de flux de matières, d'énergie et d'émissions, permettant une vision globale des performances environnementales. Tandis qu'un bilan carbone se focalise sur les émissions de gaz à effet de serre, et que l'étude d'impact environnemental est plus souvent centrée sur la phase de production

Encadré 1. Les éditions Quæ

Les éditions Quæ, fondées en 2006, sont une maison d'édition spécialisée dans la publication d'ouvrages scientifiques et techniques. Elles rassemblent les activités éditoriales de trois instituts de recherche publique : INRAE, le Cirad et l'Ifremer. Le catalogue s'inscrit dans le mouvement pour la science ouverte en proposant des ouvrages au format papier (payant) et numérique (PDF et epub) en accès ouvert.

Encadré 2. Les trois piliers de l'ACV

1. Une approche « du berceau au tombeau », qui est une représentation systémique de l'objet étudié. L'analyse considère l'ensemble des étapes en amont et en aval de l'utilisation.

2. Une approche par la fonctionnalité du système, qui est l'expression d'un service rendu par l'objet étudié, que l'on quantifie. Cette définition d'une « unité fonctionnelle » décrit un référentiel sur lequel l'ensemble des flux de matières et des émissions de polluants sont rapportés afin de mesurer l'impact environnemental pour une quantité de fonction fournie (Jolliet *et al.*, 2017). En effet, la comparaison entre des scénarios alternatifs et le scénario initial ne peut se faire que s'ils fournissent le même service.

3. Une approche multicritère, qui caractérise l'outil comme un moyen de mesurer les impacts environnementaux du système étudié selon plusieurs critères d'impact, comme les émissions de gaz à effet de serre, l'eutrophisation des milieux marins, d'eau douce et terrestres, l'utilisation des ressources fossiles, minières et métalliques, les émissions de rayonnements ionisants, etc. Cette approche est plus exhaustive que des méthodes dites « monocritères » comme le bilan carbone, qui n'évalue que les émissions de gaz à effet de serre.

ou d'implantation d'un projet, l'ACV se distingue par sa capacité à couvrir l'ensemble du cycle de vie et à identifier d'éventuels transferts d'impacts entre étapes ou critères environnementaux.

En permettant une approche systémique, l'ACV constitue un outil d'aide à la décision stratégique pour hiérarchiser les leviers d'action et orienter les choix vers les options les plus pertinentes sur le plan environnemental. Depuis les premiers bilans énergétiques réalisés au cours du choc pétrolier de 1973, les préoccupations initialement centrées sur l'énergie se sont progressivement étendues pour inclure les questions de gestion des ressources, des émissions dans l'air, dans l'eau et dans les sols ou des déchets (Jolliet *et al.*, 2010). Au fur et à mesure du développement de la méthodologie, un besoin de standardisation a été comblé notamment par la définition des normes ISO 14040 et 14044. Ces dernières établissent les lignes directrices pour la pratique des ACV².

1. <https://www.iso.org/fr/standard/37456.html>

2. Pour en savoir plus sur les étapes d'élaboration de l'ACV : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:fr>

L'ACV appliquée aux livres

L'objectif de cette ACV est de quantifier les impacts environnementaux associés à l'édition des ouvrages scientifiques des éditions Quæ, dans une logique d'alignement avec les engagements environnementaux portés par l'éditeur et ses instituts fondateurs. L'objectif est d'identifier les étapes les plus contributrices au sein de la chaîne d'édition, afin de proposer des pistes concrètes d'amélioration, tant sur les choix d'impression et de distribution que sur les pratiques éditoriales elles-mêmes. Les résultats de l'étude ont permis d'orienter des décisions internes, telles que la modification du format des ouvrages, et d'informer plus largement les partenaires de la filière et les lecteurs.

Ainsi, il est primordial d'engager dès le départ un dialogue entre les parties prenantes du système étudié afin que ces définitions reflètent le plus fidèlement la réalité. Le périmètre de l'analyse a été défini en lien étroit avec les acteurs concernés, en commençant avec les équipes de Quæ, mais également avec un imprimeur et un distributeur, afin de refléter la réalité opérationnelle des ouvrages Quæ (Encadré 3).

La figure 1 représente les cinq grandes étapes du cycle de vie d'un ouvrage, qui ont servi de base pour la construction du système étudié.

Les étapes de ce système, composées de processus interconnectés, sont reliées les unes aux autres par des transferts de flux de produit intermédiaire. Chaque processus reçoit des ressources

Encadré 3. Hypothèses du système étudié

La phase d'utilisation d'un livre papier, c'est-à-dire la lecture, n'entraîne pas d'impact environnemental significatif, puisqu'elle ne nécessite aucun intrant, à l'exception de l'électricité pour l'éclairage. Elle ne génère pas non plus de pollution notable.

L'impression peut être en offset ou en impression numérique selon le profil de l'ouvrage sélectionné. L'impression offset, adaptée aux grands tirages, repose sur un procédé de plaques encrées transférant l'image sur le papier, garantissant une haute qualité et un coût unitaire réduit pour les volumes importants. À l'inverse, l'impression numérique, plus flexible et sans besoin de plaques, convient mieux aux petits tirages et permet des personnalisations aisées.

Les livres types évalués sont classés comme des ouvrages de référence, susceptibles de rester en vente pendant plusieurs décennies. De plus, l'analyse intègre les efforts des éditions Quæ pour limiter la destruction des exemplaires invendus, en adaptant progressivement leurs pratiques de pilonnage. Par conséquent, l'étape de fin de vie des ouvrages papier n'affiche pas d'impact significatif.

Les ouvrages types ont été modélisés comme ayant eu un succès commercial, mais n'ayant pas nécessité de second tirage (pas d'impression supplémentaire au tirage initial).

La lecture du livre numérique n'est évaluée que sur ordinateur, smartphone et tablette. L'hypothèse de la liseuse a été écartée estimant que ce support est peu utilisé par les lecteurs de Quæ.

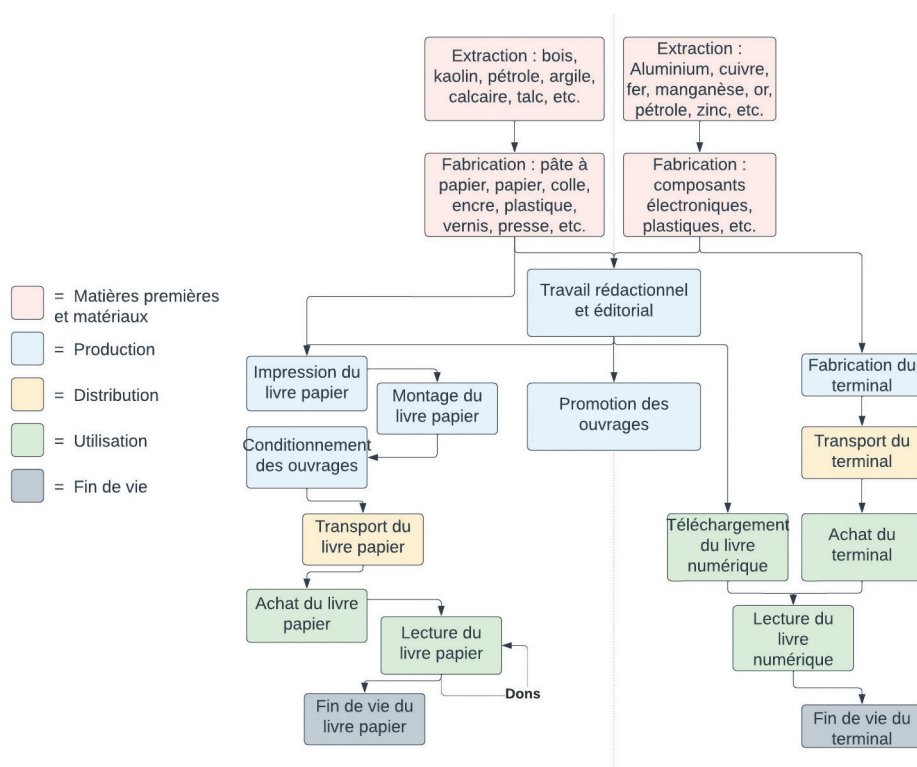


Figure 1. Frontière du système étudié

en provenance des étapes en amont, et en transfère en flux sortants vers les étapes en aval. Le tout représente un service rendu quantifiable. Dans cette étude, le service rendu est la lecture d'un ouvrage papier et/ou numérique scientifique de référence dont la quantification (= l'unité fonctionnelle) est la suivante : « lire un livre publié par les éditions Quæ, en France, en 2023 ».

Description de la chaîne du livre et collecte des données

La vie d'un manuscrit débute sous la plume de son auteur. Une fois qu'il est rédigé, évalué et accepté par l'éditeur, de nombreux acteurs se coordonnent (correcteur, infographiste, maquettiste...) avant l'envoi chez l'imprimeur. En amont, il aura fallu produire du papier, de l'encre, de la colle, du carton, du plastique pour construire la version papier du livre. Tous ces produits intermédiaires nécessitent l'extraction de matières premières comme le bois ou le pétrole, ainsi que la fabrication de composants synthétiques tels que les pigments. Une fois imprimé, le livre doit être conditionné dans des cartons puis transporté jusqu'à son point de vente. Il peut transiter un temps chez le distributeur, avant de cheminer jusqu'à son lieu de lecture, où il peut voyager entre plusieurs mains. Il finira ses jours incinéré, enfoui ou en partie recyclé.

La production des livres numériques, bien que ceux-ci soient considérés comme « dématérialisés », requiert tout de même des infrastructures réseaux pour la diffusion, le téléchargement ainsi que le stockage des ouvrages (dans des centres de données ou *data centers*), mais également un terminal de lecture (ordinateur, smartphone). Autant de composants électroniques gourmands en métaux, terre rares et plastiques (Fangeat *et al.*, 2022).

Chacune de ces étapes de fabrication des ouvrages papier et numériques (succinctement décrites) consomme des ressources naturelles et contribue à la pollution de l'environnement. Ce sont ces « intrants » et « extrants » que l'on comptabilise pour réaliser une ACV.

Six collections représentant la diversité des collections publiées par Quæ ont été étudiées afin d'évaluer les différents formats papier (caractéristiques techniques), les différents modes de diffusion (mixte, tout payant³) ou encore les modes colorimétriques (quadrichromie, bichromie, noir et blanc). Pour chacune, un livre type a été caractérisé précisément pour être utilisé comme « représentant » de cette collection et ses spécificités. Cette analyse tient compte de la proportion d'ouvrages numériques téléchargés par rapport aux ouvrages papier vendus.

Pour illustrer de manière concrète la modélisation, les tableaux 1 et 2 détaillent les données utilisées pour l'ouvrage papier type de la collection Synthèses. Le tableau 1 présente les caractéristiques techniques de cet ouvrage qui servent de base à la définition de l'unité fonctionnelle. Le tableau 2 décrit, pour chaque étape du cycle de vie, les procédés modélisés ainsi que les quantités associées. Chaque flux est exprimé en référence à l'unité fonctionnelle définie précédemment, c'est-à-dire la lecture d'un exemplaire imprimé de la collection Synthèses. Les procédés associés à chaque étape (production des matières premières, impression, distribution, etc.) sont quantifiés en fonction des besoins nécessaires pour satisfaire cette unité fonctionnelle.

Les outils utilisés

Le logiciel d'ACV SimaPro⁴ utilisé pour cette étude réalise des milliers de calculs pour des systèmes regroupant des centaines voire des milliers de processus. Avoir recours à un logiciel d'ACV permet de conserver une transparence des pratiques et de respecter les exigences définies par les normes ISO tout au long de la mise en œuvre de l'ACV⁵. Plusieurs bases de données d'ACV reconnues internationalement, comme Ecoinvent⁶, sont exploitables avec ce logiciel pour construire le système de produit étudié. Le logiciel SimaPro permet également d'intégrer des données provenant de nos propres recherches. La figure 2 représente un arbre des procédés : derrière chaque rectangle se cache un agrégat de données, un inventaire de substances, représentant les quantités de matières premières, de produits

Tableau 1. Tableau des paramétrages de la collection Synthèses dans le logiciel SimaPro V9.4

Paramètres	Description	Synthèses
Nb_pages	Le nombre de page de l'ouvrage	250
P_livre	Le poids du livre papier (en g)	580
Nb_tirage	La quantité de livres papier tirés	400
W_edit	La quantité d'heures de travail éditorial (en h)	500

3. Un ouvrage diffusé en tout payant signifie que ses versions numériques et papier sont payantes, ce qui favorise la vente des versions papier. En diffusion mixte, la version numérique étant gratuite, c'est la diffusion du format numérique qui est favorisée.

4. <https://simapro.com/>. Il existe d'autres logiciels d'ACV, visant également à accompagner les praticiens dans la réalisation de leurs études, comme GaBi, Open LCA, Brightway, Umberto.

5. Précisons que les normes ISO 14040 et 14044 ne permettent pas d'obtenir d'accréditation. Ainsi, ce n'est pas parce que l'étude est menée sur SimaPro, ou sur tout autre logiciel d'ACV, que cela signifie une compatibilité totale aux normes ISO.

6. <https://ecoinvent.org>

Tableau 2. Inventaire de la production d'un ouvrage papier de la collection Synthèses, selon les paramètres issus du tableau 1

Étapes de production		Nom du procédé Ecoinvent 3.9.1	Quantité	Unité	Type de données	Origine
Étape fabrication intérieur			552	g		
input	Encre noir	Encre_noir_numérique_avec_cartouche	8,62	g	Primaire	Données imprimeur
input	Encre couleur	Encre_yellow_numérique_avec_cartouche	0,25	g	Primaire	Données imprimeur
input	Encre couleur	Encre_magenta_numérique_avec_cartouche	0,25	g	Primaire	Données imprimeur
input	Encre couleur	Encre_cyan_numérique_avec_cartouche	0,25	g	Primaire	Données imprimeur
input	Papier intérieur	Paper, woodfree, coated (RER) market for Cut-off, U_NonIntMill	0,63	kg	Primaire	Données imprimeur
input	Imprimante	Industrial machine, heavy, unspecified (RoW) market for industrial machine, heavy, unspecified Cut-off, U	3,9E-05	kg	Secondaire	Base Ecoinvent v3.9.1
output	Chute de papier	Paper (waste treatment) (GLO) recycling of paper Cut-off, U	0,08	kg	Primaire	Données imprimeur
Étape fabrication couverture			22,38	g		
input	Film plastique	Polypropylene, granulate (GLO) market for Cut-off, U	0,06	g	Primaire	Données internes Quæ
input	Transport couverture	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro5 (RER) market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 Cut-off, U	1,1E-04	tkm	Primaire	Données imprimeur
input	Vernis	Alkyd resin, long oil, without solvent, in 70 % white spirit solution state (RER) market for alkyd resin, long oil, without solvent, in 70 % white spirit solution state Cut-off, U	4,8E-06	kg	Primaire	Données internes Quæ
Étape conditionnement du livre			580	g		
input	Carton	Corrugated board box (RER) market for corrugated board box Cut-off, U	17,05	g	Secondaire	Konstantas, 2018
input	Film plastique	Packaging film, low density polyethylene (GLO) market for packaging film, low density polyethylene Cut-off, U	0,89	g	Secondaire	Données internes Quæ
output	Déchets carton	Core board (waste treatment) (GLO) recycling of core board Cut-off, U	11	g	Secondaire	Citéo, 2021
output	Déchets carton	Waste paperboard (FR) market for waste paperboard Cut-off, U	6,06	g	Secondaire	Citéo, 2021
output	Déchets film plastique	Disposal, plastic film, to municipal waste treatment (FR) S	0,89	g	Secondaire	Données internes Quæ
Électricité						
input	Électricité - consommée pour la production du livre	Electricity, low voltage (FR) market for Cut-off, U	1,81	kWh	Primaire	Données imprimeur
Transport du livre						
input	Transport - mouvements de stocks	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 (RER) transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 Cut-off, U	0,22	tkm	Primaire	Données imprimeur
input	Transport - livraisons de la librairie aux clients	Transport, passenger car, EURO 5 (RER) transport, passenger car, EURO 5 Cut-off, U	0,03	km	Secondaire	Commission européenne, 2021
input	Transport - déplacements des clients vers les lieux de vente	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO6 (RER) transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO6 Cut-off, U	4,7E-05	tkm	Secondaire	Commission européenne, 2021

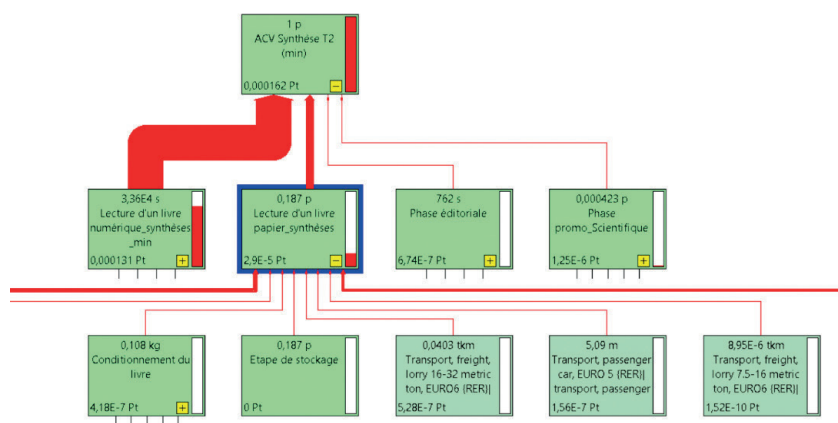


Figure 2. Arbre des procédés d'une collection d'ouvrages des éditions Quæ. Capture d'écran du logiciel SimaPro

transformés et de ressources naturelles ainsi que l'ensemble des pollutions associées à la production du processus affiché.

C'est à partir de ces agrégats de données qu'est conduite l'évaluation des impacts du système étudié. Dans le cadre de cette étude, la méthode sélectionnée est celle développée par la Commission européenne dans le cadre du « Product Environmental Footprint » (PEF)⁷, à savoir la méthode EF 3.0 (European Commission, 2021). Brièvement, l'ensemble des flux de substances inventoriés sont multipliés par des facteurs de caractérisation, pour obtenir un résultat exprimé sous la forme d'impacts intermédiaires à l'aide de 16 critères environnementaux couvrant des domaines tels que le changement climatique, l'acidification des sols, la toxicité humaine ou encore la consommation d'eau.

Qualité des données et limites de l'étude

La récolte de données précises et complètes pour l'ensemble des étapes identifiées n'est pas toujours possible, obligeant parfois à recourir à des approximations. L'interprétation des résultats obtenus doit donc tenir compte des choix subjectifs effectués au début de l'étude, tels que la méthodologie, les frontières du système, les scénarios d'utilisation, ou encore l'unité fonctionnelle. Par conséquent, les conclusions d'une étude ACV sont à recontextualiser plutôt qu'à généraliser à d'autres situations.

Trois types de données peuvent être utilisées : des données de production, de consommation et d'émissions ; celles-ci peuvent provenir de différentes sources : mesure, estimation, statistiques, facteurs d'émissions ; enfin, elles peuvent être de premier plan (données spécifiques) ou d'arrière-plan (données génériques⁸). Pouvoir les reconnaître et les caractériser est important pour assurer la transparence des analyses réalisées.

Afin de trouver un équilibre entre les données d'arrière-plan (qui ne permettraient pas une représentation correcte de la réalité de nos ouvrages), et les données de premier plan (qui nécessiteraient

une collecte intense sur l'ensemble du cycle de vie et qui surtout risqueraient d'augmenter l'incertitude des données collectées), on peut s'appuyer sur trois critères :

- le degré de contrôle que l'éditeur peut exercer sur les processus élémentaires en question. En effet, plus l'éditeur a le contrôle, plus la récolte de données de premier plan a un intérêt. Ceci concerne par exemple les activités au sein de la maison d'édition comme le travail éditorial, la promotion ou encore la commercialisation, mais aussi l'impression ou la diffusion. Les données de ces activités sont récoltées au travers d'échanges qui permettent d'identifier les différents processus à l'œuvre, et les flux qui les relient.
- la contribution au résultat final. Ceci sous-entend d'avoir une idée de ce qui pèsera le plus dans la balance des impacts, en se basant sur des études préalables par exemple. Pour un processus qui influence fortement les résultats, il est préférable de collecter des données de premier plan, puisqu'un trop grand écart entre des données génériques et notre réalité risque de fausser les résultats pour une part importante des impacts. Dans le secteur de l'édition, la spécificité réside dans le fait que l'étape ayant le plus d'impact, à savoir la production de pâte à papier et de papier (Laulhère & Dubus, 2012), est également un secteur opaque en matière de données. Il faut choisir judicieusement les données à utiliser.
- la sensibilité induite sur les résultats par le processus en question. Lorsqu'un processus est caractérisé par une variabilité intrinsèque, il aura tendance à influencer sur les résultats, comme c'est le cas du mix énergétique utilisé lors de la fabrication. Il sera alors préférable d'avoir des données de premier plan pour diminuer les risques d'incertitude.

Par ailleurs, l'exigence à l'égard des données (âge, portée géographique, type de technologie ou encore mix de technologies utilisées) est tout aussi important, pour notamment être en phase avec l'unité fonctionnelle définie, mais aussi avec les spécificités du système évalué. Par exemple, la comparaison entre une

7. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/EnvironmentalFootprint.html>

8. Les données accessibles dans la base de données Ecoinvent sont des moyennes, ce sont des données d'arrière-plan puisqu'elles ne sont pas spécifiques à un cas particulier mais génériques. Les processus dans les bases de données sont alimentés par des informations sur une quantité exhaustive, ou s'en rapprochant, des émissions dans l'air, l'eau, le sol, sur les composés chimiques et organiques utilisés ou émis. Ces données, complètes, sont finalement agrégées afin de simplifier leur utilisation dans les logiciels. Elles s'opposent donc aux données de premier plan, qui sont issues de récoltes directes auprès des acteurs concernés.

impression numérique et une impression offset a nécessité des données spécifiques et à jour pour chacune de ces technologies d'impression telles que la taille moyenne de chaque type d'imprimante, la production moyenne de gâche de papier (perte de papier à l'impression), ou encore la consommation énergétique.

Les pôles majeurs d'impacts

Les premiers résultats montrent que la fabrication du papier est le principal facteur d'impact environnemental dans la production des livres papier, représentant en moyenne plus de 50 % des contributions, suivi par l'électricité utilisée pendant la production. Parce qu'il est difficile, pour une maison d'édition, d'agir sur ce levier en raison des spécificités des processus et du matériel de l'imprimeur, les éditions Quæ ont pris des mesures de réduction de la quantité de papier pour certaines collections (par exemple en supprimant les rabats).

Pour les livres numériques, plus de 90 % des impacts proviennent de la fabrication des terminaux, un aspect également hors du contrôle de l'éditeur. Néanmoins, des réflexions pertinentes sur l'hébergement des données sont à creuser. En effet, même si le flux de fichier textuel est bien moindre que les flux de vidéos (Sandvine, 2023), il existe un enjeu global autour de la consommation énergétique des centres de données et du trafic internet (Morley *et al.*, 2018 ; Obringer *et al.*, 2021 ; Freitag *et al.*, 2021).

Enfin, la comparaison entre livre papier et livre numérique donne des résultats nuancés car dépendants de l'usage : le format numérique est à privilégier pour une consultation brève, tandis que le format papier a moins d'impact pour une utilisation fréquente. Ces constats ouvrent la voie à des analyses plus approfondies qui testeraient des hypothèses d'usage permettant d'identifier les leviers d'action les plus pertinents.

Conclusion

L'étude ACV fournit une perspective globale sur les impacts environnementaux, mais elle présente des limites. L'une des principales concerne la disponibilité et la qualité des données. En effet, l'accès à des données spécifiques et précises a pu représenter un obstacle lors de la phase de collecte. Par conséquent, la qualité des données peut varier considérablement, et les différences dans la fiabilité des informations utilisées peuvent introduire des incertitudes dans les résultats obtenus. Des données plus précises sur la fabrication des pâtes à papier et des papiers, par exemple, auraient pu permettre d'affiner les comparaisons des différents types de papiers utilisés (couché, non couché, bouffant, etc.).

Une autre limite concerne la base de donnéescoinvent 3.9.1. Celle-ci est enrichie de milliers de procédés, mais certains n'existent pas encore, notamment ceux liés au numérique. Il n'a, par exemple, pas été possible de modéliser le cycle de vie des réseaux ou des centres de données (*data centers*) dans l'hypothèse d'une lecture en ligne des ouvrages numériques.

De plus, des approximations ont parfois été nécessaires, comme pour les quantités d'électricité consommée pour produire un ouvrage. En effet, il n'a pas été possible d'obtenir des données précises de la consommation d'électricité pour chacune des étapes de fabrication des ouvrages papier, les quantités ayant été estimées à partir de la consommation totale du bâtiment divisé par la quantité de travaux produits⁹. Les quantités sont alors surestimées puisque des activités tertiaires sont aussi hébergées dans le même bâtiment.

Par ailleurs, les données brutes récoltées n'étaient spécifiques ni aux différentes étapes de fabrication ni à un seul ouvrage, ce qui a nécessité une mise à l'échelle de l'unité fonctionnelle pouvant altérer la qualité des données. D'autres données récoltées pourraient aussi bénéficier d'améliorations, notamment sur la production des pâtes à papier et du papier, sur l'impression offset ainsi que celles relatives aux usages numériques.

Par ailleurs, le champ de l'étude a exclu certaines étapes pouvant avoir un impact sur le cycle de vie des ouvrages, par exemple la fin de vie des livres papier ou encore le stockage des données des ouvrages numériques. Ces exclusions, qui ont été justifiées au vu des utilisations des ouvrages ou de la fiabilité des données sur le sujet, peuvent créer des biais dans l'évaluation des impacts.

Les objectifs de l'étude étaient d'évaluer les impacts environnementaux de l'activité éditoriale des éditions Quæ pour identifier et activer des leviers d'action concrets et viables pour les réduire. Les suggestions proposées à partir des résultats obtenus sont une première étape dans la démarche d'écoconception que souhaite poursuivre Quæ. Ces suggestions concernent pour l'essentiel :

- la diminution du grammage des papiers intérieur et de couverture (propositions spécifiques par collection)
- le choix du type de papier utilisé (origine pulpe, origine bois, recyclé vs vierge...)
- le choix du design des maquettes
- le pelliculage des couvertures
- les matériaux du conditionnement
- le choix des technologies d'impression (propositions spécifiques par collection)
- le choix de l'imprimeur (effets sur le mix énergétique, les pratiques de production et les distances de transport des matières premières et produits finis).

L'évaluation pourrait être affinée afin de répondre à des questionnements encore non abordés, comme sur le traitement des ouvrages en fin de vie ou encore la gestion des données numériques par les hébergeurs, et pouvoir comparer les résultats actuels avec ceux d'une évaluation mise à jour. Par ailleurs, un approfondissement de la réflexion, à l'aide d'une étude d'analyse du cycle de vie organisationnelle (ACVo) par exemple, permettrait d'appréhender aussi les impacts environnementaux issus du fonctionnement même de la maison d'édition. ■

9. L'imprimeur a fourni les données de sa consommation électrique globale (atelier + bureaux) pour l'année 2020, qui s'élevait à 585 748 kWh. Sur la même période, la quantité d'ouvrages imprimés représente 187 584 073,04 g. Ainsi, pour 1 g de livre, la consommation énergétique est de 0,00312 kWh.

Références

- Berkhout, F., Hertin, J. (2004). De-materialising and re-materialising: digital technologies and the environment. *Futures*, 36(8), 903-920.
- Bordage, F. (2019). *Empreinte environnementale du numérique mondial*. Green IT. <https://www.greenit.fr/etude-empreinte-environnementale-du-numerique-mondial/#introduction>
- Carbon Trust (2021). *Carbon impact of video streaming*.
- CEPI (2022). *Key statistics 2021: European pulp & paper industry*. <https://www.cepi.org/wp-content/uploads/2022/07/Key-Statistics-2021-Final.pdf>
- Chartron, G. (2016). Stratégie, politique et reformulation de l'open access. *Revue française des sciences de l'information et de la communication* (8).
- Citéo (2021). *Sorting and recycling of household packaging. Key figures 2020*. https://bo.citeo.com/sites/default/files/2021-09/20210930_Infographie_Chiffres_cles_2020_EN.pdf
- European Commission (2021). Commission recommendation 2021/2279 of 15 December 2021 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021H2279&from=EN>
- Fangeat, E., Eskenazi, L., Fourboul, E., Orgelet-Delmas, J., Lees Perasso, E., Domon, F. (2022). Évaluation de l'impact environnemental d'un ensemble de produits reconditionnés. Synthèse intermédiaire smartphone. <https://librairie.ademe.fr/economie-circulaire-et-dechets/5241-evaluation-de-l-impact-environnemental-d-un-ensemble-de-produits-reconditionnes.html#product-presentation>
- Freitag, C., Berners-Lee, M., Widdicks, K., Knowles, B., Blair, G. S., Friday, A. (2021). The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations. *Patterns*, 2(9).
- Granger, M., Marnane, I., & Martin-Montalvo Alvarez, D. (2019). *Industrial Waste Water Treatment—Pressures on Europe's Environment*. Publications Office of the European Union.
- Horner, N. C., Shehabi, A., & Azevedo, I. L. (2016). Known unknowns: Indirect energy effects of information and communication technology. *Environmental Research Letters*, 11(10), 103001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/103001>
- Huijbregts, M. A., Steinmann, Z. J., Elshout, P. M. F. et al. (2017). ReCiPe2016: a harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22, 138-147.
- International Energy Agency (2022). *Pulp and Paper*. <https://www.iea.org/reports/pulp-and-paper>.
- Jolliet, O., Saadé, M., Crettaz, P. (2010). *Analyse du cycle de vie. Comprendre et réaliser un écobilan* (Vol. 23). EPFL Press.
- Konstantas, A., Agatha, M., Donetello, S., Wolf, O., & Riera, M. R. (2018). *Revision of European Ecolabel Criteria for printed paper products. Preliminary report*. European Commission.
- Lauthère, C., Dubus, T. (2012). Le papier. Dans *La fabrication* (pp. 41-56). Éditions du Cercle de la Librairie. <https://shs.cairn.info/la-fabrication--9782765410133-page-41?lang=fr>
- Morley, J., Widdicks, K., Hazas, M. (2018). Digitalisation, energy and data demand: The impact of Internet traffic on overall and peak electricity consumption. *Energy Research & Social Science*, 38, 128-137.
- Obringer, R., Rachunok, B., Maia-Silva, D., Arbabzadeh, M., Nateghi, R., Madani, K. (2021). The overlooked environmental footprint of increasing Internet use. *Resources, Conservation and Recycling*, 167(4), 105389.
- Pacheco, P., Mo, K., Dudley, N., Shapiro, A., Aguilar-Amuchastegui, N., Ling, P.Y., Anderson, C. and Marx, A. (2021). Deforestation fronts: Drivers and responses in a changing world. WWF.
- Sandvine (2023). Global Internet Phenomena Report. https://www.appligicnetworks.com/hubfs/Sandvine_Redesign_2019/Downloads/2023/reports/Sandvine%20GIPR%202023.pdf
- Shift Project (2021). *Décarbonons la culture ! Plan de transformation de l'économie française*. <https://theshiftproject.org/article/decarboner-culture-rapport-2021>
- Suckling, J., Lee, J. (2015). Redefining scope: the true environmental impact of smartphones?. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20, 1181-1196.



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Chapitre 3

Une recherche sobre en ressources

Introduction

Le large champ de questions et actions considérées dans ce chapitre invite à questionner non seulement la « responsabilité sociale et environnementale » des organisations communément nommée RSE pour responsabilité sociétale des entreprises dans son sens générique et responsabilité sociétale et environnementale à INRAE mais aussi le sens de chacun des termes dont l'expression est composée.

Dans « responsabilité sociale et environnementale », le premier terme est à entendre dans son sens commun : assumer la charge confiée, répondre des actions entreprises, mais aussi, et peut-être plus encore, dans le sens nouveau construit au siècle dernier par Hans Jonas¹ : la responsabilité des générations présentes vis-à-vis des générations futures. L'expression RSE permet par ailleurs de bien identifier les deux dimensions de cette responsabilité, en très forte interaction l'une avec l'autre, ici et maintenant et pour les générations futures : la dimension humaine, tant individuelle que collective, celle de l'adjectif « sociale », et la dimension naturelle, celle de « l'environnement ». Derrière l'acronyme RSE, la responsabilité sociale est parfois dite aussi « sociétale ». Le premier qualificatif renvoyant d'abord au commun, à l'organisation et à la distribution de la production ; le second à l'individu, à ses comportements et à l'évolution des mœurs, aux normes plus qu'à la redistribution des biens. Si l'un et l'autre des qualificatifs sont tour à tour utilisés lorsqu'on parle de RSE, c'est certainement parce que les deux dimensions doivent être considérées, sans prééminence, par la RSE, dans une perspective de développement réellement durable.

Les horizons temporels des volets « social » et « environnemental » de la RSE ne sont pas les mêmes. Les actions entreprises dans le domaine « social » peuvent avoir un effet immédiat ou à court terme, tandis que les actions entreprises aujourd'hui dans le domaine « environnemental » n'ont souvent qu'un effet très modeste à court terme (la biodiversité d'un écosystème que l'on a dégradé ne retrouve pas un niveau initial immédiatement après sa protection, par exemple). Pour autant, les deux types d'action sont motivés, entre autres considérations, par le souci des générations futures. Par ailleurs, les impacts environnementaux résultant généralement d'effets cumulatifs, même les actions modestes aujourd'hui ont un impact positif (chaque tonne de CO₂ émise a un impact, tout comme chaque tonne de CO₂ évitée contribue à atténuer le dérèglement climatique), quand bien même l'évolution de l'environnement et du climat n'est observable que sur la longue durée.

La RSE représente une ambition. Il s'agit ensuite de transformer cette ambition en un engagement puis de mettre en œuvre un plan d'action pour déployer concrètement cet engagement. Les articles de ce chapitre décrivent des projets de natures très diverses, conduits par des collectifs INRAE plus ou moins larges et qui ont d'ores et déjà abouti à des résultats concrets. Redplast² et EcoLabWare³ ont permis le développement de méthodes et outils permettant aux laboratoires de recherche de réduire leur empreinte plastique. Sobre⁴ et Agrosyst⁵ ciblent la réduction de la consommation d'énergie par une installation expérimentale et des systèmes d'information, respectivement. Melting Pot⁶ est consacré à l'économie de la ressource eau dans un bâtiment de recherche, Tero⁷ est dédié au recyclage de matières consommables utilisées dans un dispositif expérimental et aussi à l'économie d'énergie. Le projet Reversaal⁸ développe une approche *low-tech* permettant de rendre accessible à tous des instruments de mesure performants mais durables et ayant un faible impact environne-

1. Hans, J. (1979). *Le Principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique* (Greisch, J., Trad.). Éditions du Cerf, 1990 ; rééd. Flammarion, coll. Champs, 2008.

2. Cf. l'article de Tison-Roseberry, J. *et al.* « Redplast : comment réduire l'"empreinte plastique" de la recherche ? », dans ce numéro.

3. Cf. l'article de Schbath, S. *et al.* « Le verre réutilisable au laboratoire a-t-il un impact environnemental moindre que le plastique à usage unique ? Analyse avec l'outil EcoLabWare », dans ce numéro.

4. Cf. l'article de Gardet, R. *et al.* « Sobre : une formation continue au service des économies d'énergie dans les serres de recherche », dans ce numéro.

5. Cf. l'article de Vuittenez, B. et Peyrard, T. « Optimiser l'efficacité énergétique des systèmes d'information : étude comparative d'architectures de mise à disposition des données issues d'Agrosyst », dans ce numéro.

6. Cf. l'article de Lombard-Latune, R. *et al.* « Le projet Melting Pot : repenser la gestion de l'eau dans un bâtiment tertiaire », dans ce numéro.

7. Cf. l'article de Chauveau, C. et Hanemian, M. « Tero : création d'une filière pour la gestion du déchet terreau sur le centre INRAE Occitanie-Toulouse », dans ce numéro.

8. Cf. l'article de Clément, R. *et al.* « Les contours d'une instrumentation durable », dans ce numéro.

mental. PréDis⁹ interroge les impacts de nos façons de travailler, à distance sur les sites d'INRAE. L'article sur le système de management environnemental¹⁰ (SME) décrit une démarche d'accompagnement des unités expérimentales sur différents plans qui contribue à une diminution de leur impact environnemental et à une réduction des risques pour les agents de ces unités. Enfin, l'article sur l'éthique des projets de recherche¹¹ décrit une démarche d'accompagnement éthique opérationnel des chercheurs lors de la construction de leurs projets.

Ces actions et résultats s'inscrivent tous dans le plan d'action RSE, coordonné par la Direction responsabilité sociétale et environnementale (DRSE). Ainsi la démarche SME présentée correspond à une action centrale du volet du plan dédié à l'accompagnement des unités et entités expérimentales dans l'évolution de leurs pratiques. Les projets Tero, Sobre, Melting Pot et Redplast sont quant à eux des projets conduits et financés dans le cadre de la pépinière de projets RSE qui a constitué une des premières briques effectives de ce plan d'action. L'accompagnement à la réflexion éthique des projets est un élément central du dispositif du plan d'action consacré à la déontologie, l'intégrité scientifique et l'éthique. Enfin, les projets EcoLabWare et Reversaal décrivent des initiatives prises par des chercheurs indépendamment du cadre formel du plan d'action mais qui contribuent néanmoins très concrètement à celui-ci.

Les actions décrites s'appuient le plus souvent pour leur conception et leur mise en œuvre sur les expertises et les résultats scientifiques de l'équipe projet ou/et d'autres équipes INRAE (REVERSAAL, Melting Pot, Sobre, Agrosyst). Plusieurs projets ont dépassé largement le cadre INRAE à travers leur mise en œuvre ou les résultats obtenus. C'est le cas notamment du projet Redplast qui est aujourd'hui poursuivi à une échelle inter-institutionnelle (Redplast-up), du projet EcoLabWare qui a produit un calculateur ouvert à tous les laboratoires, du projet Reversaal dont les résultats ont été présentés au niveau international et qui suscitent un très fort intérêt, y compris au-delà de la sphère académique, mais aussi de la démarche Éthique des projets puisque cette initiative a été étendue au Cirad et à l'Ifremer. D'autres ont vocation à être disséminés dans de nombreuses structures INRAE similaires à celle dans laquelle ils ont été développés (Tero, Sobre, Agrosyst). Enfin, les acteurs proposent aujourd'hui d'étendre la démarche SME à d'autres structures que les unités expérimentales pour lesquelles elle a été initialement conçue et mise en œuvre.

Les projets regroupés dans ce chapitre illustrent bien par ailleurs les différents impacts que la démarche RSE peut – et doit – traiter, tant dans son volet environnemental que dans son volet social. Ainsi les projets Sobre, Agrosyst et Tero ciblent d'abord la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), directement (diminution de la biomasse incinérée) ou indirectement (diminution de la consommation électrique). Les projets Redplast et EcoLabWare ciblent principalement la qualité de l'environnement et donc la préservation de la biodiversité à travers la réduction de la pollution plastique. Mais la réduction de l'usage du plastique et sa substitution par d'autres matières entraînent aussi une diminution des émissions de GES et de l'usage de la ressource eau. Melting Pot et REVERSAAL contribuent à la préservation de ressources naturelles. Mais REVERSAAL, tout comme Tero, ont aussi une dimension sociale à travers un accès facilité, plus large et libre, à des instruments de mesure ou des biens d'usage privé. La démarche sur l'éthique des projets s'inscrit clairement dans la dimension sociale, ou plutôt sociétale, de la RSE. Et la démarche SME, parce qu'elle traite de manière systémique de nombreux aspects du fonctionnement des unités expérimentales, contribue au volet environnemental, par différents aspects (ressources naturelles, biodiversité, émissions de GES), mais aussi au volet social (sécurité au travail, organisation du travail et consolidation des collectifs, transparence vis-à-vis des personnels).

Les articles de ce chapitre décrivent des actions concrètes illustrées par des résultats parfois contre-intuitifs ou encore extrêmement précis. Par exemple, la mobilisation, dans le projet EcoLabWare, d'une analyse de cycle de vie, paramétrable et générique, fournit *in fine* des informations pour modifier les pratiques jusqu'à un grain très fin, comme le choix de contenant verre ou plastique à privilégier lorsque son usage le rend difficile à laver.

Ils invitent aussi à réfléchir et à agir en anticipation plutôt que devoir réparer plus tard, à prendre du recul en replaçant l'activité de recherche dans un cadre plus général comme dans la démarche d'éthique des projets : « *Ayant pour premier objectif l'avancée des connaissances scientifiques, la recherche ne peut s'affranchir d'une réflexion sur ses finalités, ses mé-*

9. Cf. l'article de Gaymard, F. *et al.* « PréDis : analyse multicritère des impacts du caractère présentiel ou distanciel de réunions de travail », dans ce numéro.

10. Cf. l'article de Besson, Th. « Dix ans du système de management environnemental collectif : quelles nouvelles dynamiques ? », dans ce numéro.

11. Cf. l'article de Lurin, C. « Éthique des projets de recherche : un changement d'échelle pour une éthique "opérationnelle" », dans ce numéro.

thodes et ses conséquences sur le monde au sens large : les femmes et les hommes, la société mais aussi l'environnement, la biodiversité et les écosystèmes. C'est pourquoi la nécessité de mener une réflexion éthique sur les projets de recherche est non seulement une préoccupation des personnels et des organismes mais aussi une demande croissante des bailleurs, des institutions partenaires, des revues, de la société, voire, dans certains cas, une obligation légale¹². » ■

Stéphane Aymerich

Directeur de recherche INRAE

Délégué aux infrastructures de recherche auprès de la direction générale
Président du Comité d'orientation et de suivi de la stratégie (COS RSE) d'INRAE

12 . Cf. l'article de Lurin, C. « Éthique des projets de recherche : un changement d'échelle pour une éthique "opérationnelle" », dans ce numéro.

Dix ans du Système de Management Environnemental collectif : quelles nouvelles dynamiques ?

Thomas Besson¹

CORRESPONDANCE

thomas.besson@inrae.fr

RÉSUMÉ

Le Système de management environnemental (SME) collectif d'INRAE, lancé en 2013, vise des objectifs d'excellence et d'exemplarité en matière de protection de l'environnement pour les unités et installations expérimentales engagées. Inscrit dans la stratégie RSE (Responsabilité Sociétale et Environnementale), il permet d'évaluer et de réduire l'impact environnemental de l'institut, tout en garantissant la cohérence entre les recherches menées et les pratiques de travail. Ce système, porté par la direction d'INRAE et piloté par la Commission nationale des unités expérimentales (CNUE) et le pôle prévention de la Direction des ressources humaines (DRH), repose sur une gouvernance collective et participative. Le SME poursuit quatre objectifs clés : respecter la réglementation environnementale, prévenir les pollutions, contribuer aux enjeux stratégiques de l'institut, et favoriser l'amélioration continue des pratiques. En 2025, 56 entités sont engagées dans cette démarche collective, dont 34 ont obtenu la certification ISO 14001, reconnaissance externe par une norme internationale pour les systèmes de management environnementaux. INRAE met à disposition des outils, des formations, des méthodologies et un accompagnement pour aider les unités à s'intégrer dans ce collectif et à obtenir cette certification. Cette démarche SME, essentielle pour répondre aux enjeux environnementaux, continue d'évoluer, avec des perspectives de simplification pour mieux intégrer les démarches transversales et une potentielle ouverture à d'autres typologies d'entités (unités de recherche, unités mixtes de recherche, unités de service, plateformes...).

MOTS-CLÉS

Système de management environnemental (SME) INRAE ; Responsabilité Sociétale et Environnementale (RSE) ; ISO 14001 ; impact environnemental ; amélioration continue ; certification ; prévention des risques

¹ INRAE, DRH, STEPS, 86600 Lusignan, France.

Ten years of the collective Environmental Management System: what new dynamics?

Thomas Besson¹

CORRESPONDENCE

thomas.besson@inrae.fr

ABSTRACT

INRAE's collective Environmental Management System (EMS), launched in 2013, aims to achieve high standards of environmental protection and serve as a model of excellence for its experimental units and facilities. Embedded in the institute's Corporate social responsibility (CSR) strategy, the EMS enables the assessment and reduction of INRAE's environmental impact while ensuring consistency between research activities and day-to-day operational practices. Led by INRAE Management Board and coordinated by the National Commission for Experimental Units and the Prevention Division of the Human Resources Department, the EMS is founded on a collective and participatory governance model. It is built around four key objectives: compliance with environmental regulations, pollution prevention, alignment with the institute's strategic priorities, and continuous improvement of practices. As of 2025, 56 entities are involved in this collective approach, including 34 that have obtained ISO 14001 certification — an international standard recognizing robust environmental management systems. INRAE provides tools, training, methodologies, and support to help units join this initiative and work toward certification. This EMS initiative is a key component in addressing environmental challenges. It continues to evolve, with future prospects including streamlined processes to better integrate cross-cutting approaches, and a potential expansion to other types of entities such as research units, joint research units, service units, and technological platforms.

KEYWORDS

INRAE Environmental Management System (EMS); Corporate social responsibility (CSR); ISO 14001; environmental impact; continuous improvement; certification; risk management

¹ INRAE, DRH, STEPS, 86600 Lusignan, France.

Introduction

Dans un contexte où la responsabilité sociale et environnementale est un enjeu majeur, INRAE a impulsé une forte dynamique sur les pratiques des unités en relation avec leur impact sur l'environnement par la mise en œuvre d'une démarche collective d'un système de management environnemental (SME) dans les unités et installations expérimentales. Ce SME se positionne comme un levier stratégique essentiel pour l'institut. Depuis son lancement en 2013, cette démarche a pour objectif de répondre aux exigences environnementales tout en contribuant à assurer la cohérence entre les recherches menées au sein de l'institut et les pratiques de travail.

Pleinement inscrit dans la stratégie RSE d'INRAE, le SME est une des démarches contributives à l'évaluation, la maîtrise et la réduction des impacts environnementaux des activités de l'institut et l'un des objectifs du contrat d'objectifs, de moyens et de performance (COMP). La démarche SME repose sur une structure de gouvernance forte et une organisation collective : elle est portée par le directeur général délégué ressources (DGDR), et coordonnée par la Commission nationale des unités expérimentales (CNUE) et le pôle prévention en charge du développement des outils et méthodes, de l'animation du collectif et de l'accompagnement individualisé des entités. Le SME d'INRAE se distingue par son approche collective et participative, impliquant divers acteurs internes et externes, allant des agents des unités aux auditeurs, pour favoriser l'amélioration continue des pratiques environnementales.

Cet article sur la démarche SME d'INRAE détaille son cadre historique, ses objectifs clés, son fonctionnement, ainsi que ses perspectives d'évolution. Dans un premier temps, nous reviendrons sur le contexte et les fondements de cette initiative. Ensuite, nous analyserons les principaux objectifs du SME, avant de décrire le fonctionnement de la démarche et les outils mis à disposition. Enfin, nous aborderons les perspectives d'avenir du SME, en particulier les nouvelles dynamiques à mettre en œuvre et les évolutions à venir pour poursuivre son développement en accord avec les autres engagements de l'institut.

Contexte et historique de la démarche SME

Le SME a été mis en place en 2013 avec un objectif clair : répondre aux exigences environnementales croissantes et intégrer des pratiques durables dans les activités (Gauguery & Besson, 2016). En effet, le SME est une démarche structurante qui permet aux unités volontaires de s'organiser en vue d'évaluer et de réduire leurs impacts sur l'environnement. Cet engagement d'amélioration dans la durée leur permet de se perfectionner continuellement. À l'initiative de ce projet, la CNUE, accompagnée du pôle prévention, a effectué le choix d'une démarche centrée sur les dispositifs expérimentaux de l'institut. Les effets attendus sont les suivants :

- La création d'une dynamique collective : un SME collectif favorise le développement du travail en réseau, les échanges

entre les unités, le partage des expériences et des compétences et la structuration autour d'un sujet incontournable : le respect de l'environnement.

- La maîtrise des risques et la réduction des impacts environnementaux, la connaissance et le respect de la réglementation, la transparence vis-à-vis du personnel, des partenaires et des riverains, et bien sûr la préservation de l'environnement.
- La reconnaissance des travaux des unités par une certification collective selon la norme ISO 14001, norme reconnue internationalement pour les SME, permettant l'attractivité pour les partenaires de recherche et le renforcement du rayonnement européen voire international du dispositif expérimental d'INRAE.
- Le renforcement des liens des unités avec les fonctions transversales de centre.
- La contribution aux axes stratégiques, dans le cadre des recherches menées, tout en assurant une forte cohérence entre celles-ci et les pratiques de travail.

Dans sa phase pilote, entre juillet 2013 et mars 2015, un groupe de dix unités expérimentales a déployé cette démarche SME collective (Besson & Gavaland, 2016). Dès le démarrage, un cadre structuré a été mis en place par deux spécialistes des SME, nommés pour accompagner les unités et développer les outils et les méthodes nécessaires. Dans chaque unité participante, un correspondant SME a été nommé par son directeur ou sa directrice d'unité (DU) et formé à la démarche SME. Il a pour mission de conseiller son ou sa DU, animer la démarche au sein de l'unité, coordonner les actions à mener et suivre les différentes étapes d'avancement. Au niveau des centres, les fonctions d'appui à la recherche ont été associées à cette démarche en fonction des besoins et de leurs domaines d'activités.

La certification ISO 14001 de ce collectif piloté a été obtenue en avril 2015. Forte de ce succès, la direction a validé la poursuite de la démarche, et plusieurs unités ont successivement rejoint le collectif SME. En 2025, 56 entités sont engagées dans cette démarche, dont 34 ont déjà obtenu la certification (Figure 1). 40 des 42 unités expérimentales sont engagées dans le SME ainsi que 15 des 33 installations expérimentales, soit 60 % du dispositif expérimental de l'institut engagé dans la démarche.

Afin de renforcer l'implication et sa politique volontariste en la matière, la démarche SME est inscrite dans les différents documents d'orientation de l'institut, comme le plan stratégique INRAE 2030 ou encore le plan d'action RSE. Atteindre 65 unités engagées dans la démarche SME en 2026 est inclus dans le contrat d'objectifs, de moyens et de performance (COMP) signé entre l'institut et ses tutelles.

Pour accompagner cette ambition importante, l'institut poursuit ses investissements au bénéfice de la démarche, notamment en permettant la mise en place de plusieurs budgets de soutien opérationnel mais aussi en renforçant l'équipe SME. À ce jour, 5 équivalents temps plein (ETP) sont en charge du développement des outils et méthodes, de l'animation du collectif et de l'accompagnement individualisé des unités.

Démarche SME : les unités INRAE engagées et certifiées ISO 14001 EMS collective : engaged and certified entities

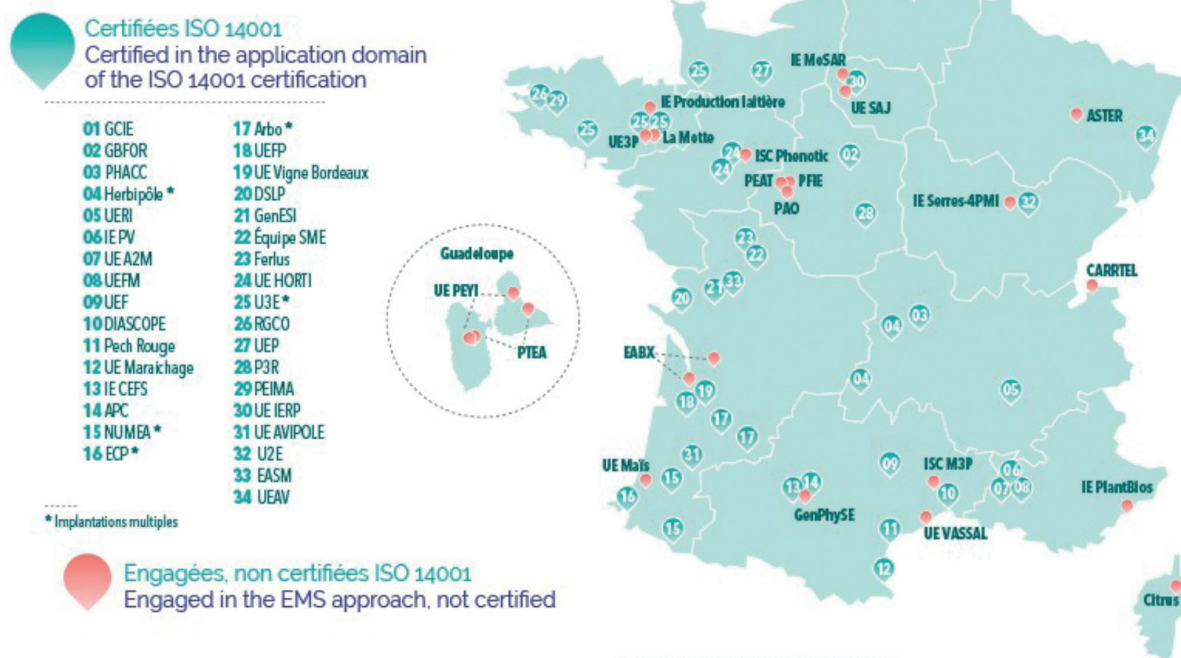


Figure 1. Les unités engagées et certifiées de la démarche SME collective en 2025

Les objectifs clés du SME

Le SME d'INRAE repose sur quatre grands objectifs, clairement définis par la politique signée par Philippe Mauguin, le PDG de l'institut. Ces objectifs servent de ligne directrice pour toutes les unités impliquées dans la démarche SME.

Respect de la législation environnementale et des autres exigences

Le respect des réglementations environnementales est un pilier fondamental du SME. Cet objectif est essentiel pour assurer la conformité des activités des unités engagées dans le SME. Cela inclut une veille réglementaire constante, suivie au niveau national par le pôle prévention, avec la création de fiches d'évaluation de la conformité par l'équipe SME, puis leur vérification par les unités, afin de garantir le respect des exigences nationales en vigueur. Un appui local des services prévention des centres permet de prendre en compte les exigences locales applicables (par exemple : règlement sanitaire départemental, arrêté préfectoral, zone vulnérable nitrate, zone Natura 2000).

Prévention des pollutions

La prévention des pollutions par la réduction et la maîtrise des risques associés est un autre objectif majeur du SME. Il s'agit de prendre les mesures nécessaires afin de les prévenir et de réagir en cas de survenue.

Pour citer un exemple, dans le cadre du SME, les unités identifient les principales situations d'urgence en lien avec leurs activités ou leur position géographique qui peuvent avoir un impact sur l'environnement (incendie/explosion, risques naturels et sanitaires, accidents technologiques). La réponse adaptée aux situations d'urgence est réfléchie et préparée en amont pour prévenir et/ou réduire les impacts environnementaux négatifs associés. L'organisation d'urgence mise en place au sein de l'unité s'inscrit dans le cadre global de l'organisation d'urgence et de crise déployée au niveau du centre, et chaque année, un test est réalisé au sein des unités sur l'une des situations d'urgence identifiées.

Contribution aux grandes orientations stratégiques

En complément des aspects réglementaires et de maîtrise des risques environnementaux, la démarche SME a pour autre vocation la réduction des impacts environnementaux négatifs et la valorisation des impacts positifs des activités. Comme les enjeux environnementaux sont au cœur des orientations scientifiques de l'institut (nombre des projets déployés dans les unités permettent de répondre aux défis environnementaux globaux), la démarche SME doit les intégrer et les valoriser.

Un exemple : face au changement climatique, certaines recherches portent sur l'atténuation combinant la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et le stockage à long terme

du carbone, avec en complémentarité des stratégies d'adaptation pour augmenter la résilience. Cet enjeu majeur est pris en compte et est valorisé pour les unités portant des projets en lien.

Amélioration continue

L'amélioration continue est au cœur de la démarche SME. Elle n'est pas une démarche statique, mais un processus dynamique qui vise à identifier des opportunités d'amélioration à travers les différentes étapes de sa mise en œuvre, depuis l'analyse environnementale initiale jusqu'aux audits internes et externes permettant l'obtention de la certification ISO 14001.

Les unités engagées doivent d'abord évaluer leur niveau de performance environnementale : gestion des déchets, consommation de matières premières et d'énergie, respect de la faune et de la flore, pollution sonore, visuelle, de l'eau et de l'air... Cet état des lieux permet de définir des objectifs d'amélioration et un plan d'action adapté.

L'unité mesure ensuite sa progression avec l'appui d'indicateurs chiffrés (consommation d'énergie, production de déchets, biodiversité...) et fait reconnaître et pérennise la démarche grâce à la certification ISO 14001 collective.

L'objectif est d'assurer que les pratiques environnementales évoluent pour rester en phase avec les défis environnementaux, les attentes sociétales et les objectifs scientifiques de l'institut précédemment cités, en se basant sur un accompagnement adapté à chaque unité.

Fonctionnement du SME : une approche collective et structurée

La mise en œuvre du SME repose sur une approche collective impliquant différents acteurs au sein d'INRAE. Chaque unité engagée dans cette démarche bénéficie d'un accompagnement personnalisé et adapté à sa maturité dans la démarche, notamment par l'intermédiaire des chargés d'ingénierie de l'équipe SME au niveau national, et du soutien des SDAR (services déconcentrés d'appui à la recherche) au niveau du centre.

La structuration du SME collectif

La démarche SME s'appuie sur une organisation collective (Tableau 1).

Dans chaque unité participante, le pilotage est assuré par la direction de l'unité et au moins un correspondant SME qui assure l'animation de la démarche en lien avec les agents de l'unité et les structures ou personnes associées à l'unité en termes d'activité (chercheurs, partenaires, département de recherche, services d'appui...).

Au niveau des centres, les unités bénéficient du soutien des SDAR, qui jouent un rôle crucial dans leurs domaines de compétences respectifs, notamment sur les aspects en lien avec la prévention, les travaux, la responsabilité sociétale et environne-

mentale, la qualité ou encore la communication et la formation. Leur expertise et leur appui aident à la mise en œuvre efficace et conforme du SME.

Au niveau national, deux revues de direction sont réalisées chaque année. Présidées par le directeur général délégué ressources (DGDR), elles permettent de déterminer les grandes orientations de la démarche SME à travers un plan d'action collectif, suivi de manière opérationnelle par un comité copiloté par la CNUE et le pôle prévention pour garantir une coordination optimale des actions.

Les outils et méthodes mis à disposition

INRAE met à disposition des unités engagées des outils et des méthodes pour faciliter l'intégration du SME dans leurs activités quotidiennes. Une des forces de la démarche SME est son aspect collectif, qui permet de mutualiser et d'harmoniser ses pratiques. Les ressources communes disponibles sont notamment :

- L'équipe SME du pôle prévention : une équipe consacrée composée de 5 chargés d'ingénierie SME qui coordonnent l'ensemble de la démarche et aident à sa mise en œuvre dans les unités (via des points de suivi réguliers et au moins une visite annuelle).
- Des fiches méthodologiques décrivant le système collectif et sa mise en œuvre à INRAE, pour assurer la conformité de celui-ci aux exigences de la norme ISO 14001, ainsi qu'un outil commun servant de base au SME, développé sous Excel, qui permet aux unités de répondre à la norme et aux exigences du système collectif.
- Une veille réglementaire, effectuée par le pôle prévention et essentielle pour suivre les évolutions des réglementations environnementales, des fiches d'évaluation de la conformité, au nombre d'environ 220, qui permettent de vérifier que chaque unité respecte la réglementation applicable, et des consignes environnementales pour expliciter la réglementation.
- Des budgets d'aide à la réalisation d'actions : différents budgets sont mobilisables par les unités, soit spécifiques à la démarche SME (mise en conformité CNUE), soit généraux en lien avec des thématiques environnementales (suppression des fluides frigorigènes interdits, enlèvement et traitement des déchets historiques dangereux, ...).
- De la communication régulière via une information SME mensuelle, des articles dans le bulletin d'information prévention et environnement, dans la lettre de la CNUE, et via les intranets prévention et CNUE..., des séminaires organisés tous les 18 mois permettant de renforcer les connaissances et de partager les retours d'expérience entre les unités, et des formations proposées aux acteurs des nouvelles unités et aux nouveaux acteurs des unités déjà engagées sur la démarche SME.

L'engagement dans la démarche conditionne l'utilisation des outils et méthodes collectifs qui sont complémentaires aux autres outils utilisés par les unités.

Tableau 1. L'organisation de la démarche SME collective

Revue de direction Directeur Général Délégué Ressources Commission Nationale des Unités Expérimentales Direction des Ressources Humaines Département Sécurité au Travail, Environnement et Politique Sociale Équipe SME du Pôle Prévention Direction de la Responsabilité Sociétale et Environnementale Direction du Patrimoine et de l'Immobilier Direction Coordination des Services Déconcentrés d'Appui à la Recherche Pôle Management par la Qualité Représentant des Présidents de centre Représentant des Chefs de Département
Comité de suivi Commission Nationale des Unités Expérimentales Direction des Ressources Humaines Département Sécurité au Travail, Environnement et Politique Sociale Équipe SME du Pôle Prévention Direction de la Responsabilité Sociétale et Environnementale Direction du Patrimoine et de l'Immobilier Sécurité Biologique Formation Tout au long de la Vie Représentant des DSA Représentant des Correspondants SME Représentant des Directeurs d'unité expérimentale Représentant des Directeurs d'unité de recherche
Équipe SME du pôle prévention (direction des ressources humaines / département Sécurité au travail, environnement et politique sociale)
Personnes ressources Départements – Centre : Service d'appui à la recherche Prestataires : fournisseurs, formateurs, auditeurs...
Unités/installations Directeurs des unités expérimentales/responsables d'installations expérimentales Correspondants SME Chefs d'équipe, fonctions transversales, ensemble des agents

Les nouvelles dynamiques : perspectives de développement de la démarche SME

Le SME continue d'évoluer, avec plusieurs perspectives d'avenir. Deux sont particulièrement intéressantes car directement issues du retour d'expérience des dix ans de déploiement de la démarche SME collective. D'une part, une réflexion sur l'adaptation du SME aux unités de recherche est initiée et sera prolongée avec l'identification et l'accompagnement d'unités volontaires pour s'engager dans la démarche et en évaluer la pertinence dans leur contexte. D'autre part, le renforcement de la cohérence des pro-

cessus internes et le souhait de leur simplification a permis d'initier le rapprochement des démarches transversales et la réflexion sur la mise en commun d'outils et de méthodes.

L'ouverture à d'autres typologies d'unité

La potentielle intégration d'autres types d'unités dans le périmètre, notamment les unités de recherche, est une évolution importante et attendue par la direction de certaines de ces unités, intéressées par la mise en œuvre d'un SME. Depuis 2022, une phase d'expérimentation est menée, privilégiant dans un premier temps celles qui ont des installations expérimentales référencées par la CNUE.

À l'issue de ce test, prévu pour 2026, le retour d'expérience lié à l'intégration des premières unités de recherche sera effectué avant d'étendre la démarche à d'autres unités, y compris les unités de type plateformes analytiques et technologiques, ou encore les unités de service. Cette ouverture pourra éventuellement prendre une autre forme qu'une certification collective ISO 14001 et, en tous les cas, à ce retour d'expérience sera associée une étude poussée des moyens humains et financiers nécessaires afin de bien définir des priorités et des calendriers réalistes répondant à l'extension du SME sous la forme la plus appropriée. Ce temps d'analyse permettra de poursuivre le développement de cette démarche dans un cadre sécurisé et adapté à l'établissement tant en matière de coût que de charge de travail.

La simplification de la démarche SME et le rapprochement des démarches transversales

L'une des principales initiatives à venir est le rapprochement des démarches transversales, permettant une simplification à tous les niveaux. Ce rapprochement a pour objectif de créer un cadre unifié, où les différentes démarches transversales sont traitées de la manière la plus optimale possible.

À l'origine, une demande portée par les unités engagées dans la démarche SME était d'avoir un plan d'action commun pour les démarches transversales (SME, prévention, RSE, qualité notamment). En parallèle, l'équipe SME souhaitait une évolution de l'outil sous format Excel vers un outil sous format base de données. Enfin, en revue de direction, la direction a souligné la montée en puissance de la politique de l'établissement en matière de RSE et la nécessité d'être vigilants face aux lourdeurs administratives.

Ces constats ont mené à une réflexion pour faire évoluer les pratiques. Une première étape a été la réalisation lors de l'AG DISC-CNUE-CNOC de novembre 2024 d'un atelier sur le fonctionnement des activités transversales. Un groupe de travail avec l'ensemble des acteurs concernés a été mis en place pour poursuivre cette réflexion sur la simplification et le rapprochement des outils.

L'évolution récente de l'outil d'évaluation des risques professionnels de l'institut (PREVENTEO) est une opportunité, d'autant que cet outil dispose d'un module capable d'intégrer des aspects environnementaux pris en compte dans le SME, ainsi que des aspects réglementaires associés. Le groupe de travail devra aussi intégrer à sa réflexion la nécessaire prise en compte de la RSE et des outils comme StopGES (outil de sensibilisation, de diagnostic et d'aide à la décision développé par la DRSE pour accompagner les unités volontaires dans une démarche opérationnelle et immédiate de réduction de leurs émissions de GES), Labos 1point5 (groupement de recherche pour mieux comprendre et réduire l'empreinte carbone des activités de recherche), ainsi que de la

qualité et des exigences des normes de système de management de la qualité (comme l'ISO 9001).

L'objectif affiché est d'atteindre une simplification significative, à tous les niveaux, grâce à une démarche co-construite par les porteurs des différentes démarches, en associant les unités, dont certaines se sont d'ores et déjà portées volontaires.

Conclusion

Le SME collectif d'INRAE constitue une réponse pragmatique et ambitieuse aux enjeux environnementaux actuels. En mettant en place dans le cadre de ce SME collectif des outils de gestion partagés et pratiques ainsi qu'une gouvernance forte, l'institut affirme son engagement environnemental, en cohérence avec sa stratégie RSE.

Les unités engagées dans cette démarche collective d'amélioration de la performance environnementale participent, par leur forte implication à tous les niveaux, à son bon fonctionnement, et contribuent à une meilleure gestion de l'impact environnemental. Ce SME a un apport au sein des entités de par sa force structurante, qui permet de mobiliser les personnels pour un projet collectif d'unité. De plus, cette démarche et sa reconnaissance par la certification ISO 14001 collective sont les preuves d'un fort engagement des entités du dispositif expérimental vis-à-vis des questions environnementales, valorisable auprès des partenaires scientifiques, locaux, ou encore professionnels (filières agricoles par exemple). Enfin, la maîtrise des risques et la réduction des impacts environnementaux, notamment via la connaissance et le respect de la réglementation, est une aide précieuse lors des diverses inspections à laquelle les entités sont soumises.

Toutefois, la démarche n'est pas figée et tend à s'améliorer encore, pour simplifier et améliorer les processus et méthodes déployés.

Ainsi, les perspectives d'évolution de la démarche SME s'orientent vers une approche encore plus flexible, l'intégration de nouvelles unités et l'amélioration continue des outils et méthodes pour renforcer l'efficacité du système. ■

Ressources

Portail environnemental INRAE SME – ISO 14001 : <https://cnue.intranet.inrae.fr/media/files/qse-reglementation/systeme-de-management-environnemental/politique-et-leadership/politique-sme>

Page intranet de la CNUE – démarche SME : <https://cnue.intranet.inrae.fr/qse-reglementation/systeme-de-management-environnemental-sme>

Site intranet national de la prévention : <https://prevention.intranet.inrae.fr/>

Références

Besson, T., & Gavaland, A. (2016). Un exemple d'application de la démarche SME (système de management environnemental) dans l'Unité Expérimentale Grandes Cultures d'Auzeville. *NOV'AE - Ingénierie Et Savoir-Faire Innovants*, (88 Cahier des techniques), 18–25. <https://revue-novae.fr/article/view/8531>

Gauguery, A., & Besson, T. (2016). Mise en place d'un système de management environnemental selon le référentiel ISO 14001. *NOV'AE - Ingénierie Et Savoir-Faire Innovants*, (88 Cahier des techniques), 1–17. <https://revue-novae.fr/article/view/8530>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Éthique des projets de recherche : un changement d'échelle pour une éthique opérationnelle

Claire Lurin¹

CORRESPONDANCE

claire.lurin@inrae.fr

RÉSUMÉ

Une réflexion éthique dans le cadre des projets de recherche est essentielle pour réfléchir aux impacts des recherches. INRAE a développé des outils pour accompagner cette réflexion, répondant ainsi aux demandes des chercheurs, des institutions et de la société. Les deux dispositifs, un questionnaire d'auto-évaluation éthique et un comité d'éthique des projets de recherche (CEPR), permettent aux scientifiques, pour l'un, d'analyser de façon autonome leurs projets et, pour l'autre, de recueillir une évaluation éthique indépendante. Le questionnaire favorise une auto-analyse critique, tandis que le comité d'éthique émet des recommandations et des avis. La démarche proposée étend la réflexion au-delà des considérations traditionnelles sur l'implication d'individus ou d'animaux dans les expérimentations, incluant en particulier une analyse des conséquences des projets en termes d'impact sur la société, l'environnement et les écosystèmes.

MOTS-CLÉS

Éthique de la recherche ; recherche responsable ; environnement ; biodiversité ; société

¹ INRAE, CODIR, 75007 Paris, France

Ethics in research projects: a shift in scale toward operational ethics

Claire Lurin¹

CORRESPONDENCE

claire.lurin@inrae.fr

ABSTRACT

Ethical reflection in the context of research projects is essential to consider the impacts of research. INRAE has developed tools to support this reflection, thereby meeting the demands of researchers, institutions, and society. The two resources—a self-assessment ethical questionnaire and an ethics committee for research projects—enable scientists to autonomously analyse their projects, and to obtain an independent ethics assessment. The questionnaire thus promotes critical self-analysis, while the ethics committee issues recommendations and opinions. The proposed approach extends reflection beyond traditional considerations regarding the involvement of individuals or animals in experiments, and includes in particular an analysis of the consequences of projects in terms of their impact on society, the environment, and ecosystems.

KEYWORDS

Research ethics; responsible research; environment; biodiversity; society

¹ INRAE, CODIR, 75007 Paris, France

Introduction

Ayant pour premier objectif l'avancée des connaissances scientifiques, la recherche ne peut s'affranchir d'une réflexion sur ses finalités, ses méthodes et ses conséquences sur le monde au sens large : les femmes et les hommes, la société mais aussi l'environnement, la biodiversité et les écosystèmes. C'est pourquoi la nécessité de mener une réflexion éthique sur les projets de recherche est non seulement une préoccupation des personnels et des organismes mais aussi une demande croissante des bailleurs, des institutions partenaires, des revues, de la société, voire, dans certains cas, une obligation légale.

Menée depuis plus de 25 ans à l'échelle des stratégies scientifiques d'établissement par le Comité d'éthique et de précaution de l'INRA (COMEPA) devenu le Comité consultatif commun d'éthique INRAE-Cirad-Ifremer-IRD¹, plus récemment nommé le comité Éthique en commun, cette réflexion éthique demande un changement d'échelle afin d'être transposée à chaque projet de recherche, au cas par cas, en s'intéressant aux individus, à la société mais aussi à l'environnement et à la biodiversité.

Depuis 2023, un accompagnement et des outils à destination des scientifiques sont proposés à par INRAE afin de permettre à la fois une meilleure appropriation de la réflexion éthique et de ses enjeux par les équipes de recherche et une évaluation des projets en réponse aux demandes de « certificat éthique » de la part des éditeurs de revues ou de l'Union européenne. Ces outils et méthodologies, souples et opérationnels, sont destinés à être utilisés par tous les scientifiques désireux de mener une démarche de réflexion éthique sur leur recherche, quels que soient les projets, leur périmètre et leurs enjeux : projets multi-partenariaux de grande envergure, projets d'équipe, projets individuels (comme une thèse) ou même simples protocoles expérimentaux.

Éthique de la recherche : du respect de la réglementation à une réflexion approfondie sur nos projets

L'éthique, une discipline de la philosophie se penchant sur le sens et les conséquences des actions humaines, est un pilier incontournable de toute recherche responsable. Historiquement, la réflexion éthique en recherche a d'abord été centrée sur le respect des individus et l'application de principes fondamentaux tels que l'autonomie, la bienfaisance, la non-malfaisance et l'équité. Elle s'est ensuite élargie à la protection des animaux utilisés dans les

expérimentations, reconnaissant leur sensibilité et la nécessité de limiter leur souffrance. Plus récemment, l'éthique environnementale a émergé, soulignant la responsabilité des chercheurs envers l'environnement, les écosystèmes et les générations futures. L'éthique environnementale est ainsi désormais indissociable de toute réflexion éthique approfondie en recherche comme le soutiennent deux avis de 2022 du comité d'éthique du CNRS (COMETS) et du comité Éthique en commun².

D'un point de vue opérationnel, l'éthique de la recherche ne peut être dissociée du respect de la réglementation. En effet, au cours du temps, pour éviter certaines dérives et face à une pression sociétale croissante, la pratique de la recherche a été réglementée dans ses activités les plus sensibles. À INRAE, nous sommes concernés par de très nombreuses réglementations, par exemple :

- la loi Jardé (2012) qui encadre les recherches impliquant la personne humaine (RIPH) ;
- la directive européenne sur la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques (2010) qui encadre l'expérimentation animale ;
- le dispositif APA (accès et partage des avantages découlant de l'utilisation des ressources génétiques et des connaissances traditionnelles associées) qui est un des piliers de la loi de 2016 permettant la ratification du protocole de Nagoya par la France ;
- la loi relative aux organismes génétiquement modifiés (2008) et plusieurs décrets qui régissent la production et l'utilisation d'OGM ;
- le règlement général sur la protection des données (RGPD) qui depuis 2016 apporte un cadre légal européen à la collecte et aux traitements des données à caractère personnel ;
- l'arrêté relatif aux règles de bonnes pratiques tendant à garantir la sécurité et la sûreté biologiques (2013).

Avec cette réglementation, certains projets de recherche ont depuis longtemps une obligation légale d'évaluation éthique par des comités spécifiques : en particulier, les Comités de protection des personnes (CPP) évaluent les projets de recherche en santé humaine, et les Comités d'éthique en expérimentation animale (CEEA) vérifient le respect du bien-être animal et de la règle des 3 R (remplacer, réduire, raffiner). Les OGM sont évalués par des comités qui abordent certaines questions éthiques, en particulier celles relatives aux risques biologiques : le Comité d'expertise des utilisations confinées d'OGM (CEUCO) et le comité de l'ANSES.

Par ailleurs, à INRAE, en dehors de toute obligation légale et après la publication des avis n°11 et 12 du comité Éthique en commun

1. <https://www.ethique-en-commun.org>

2. Voir les avis :

- Avis n° 2022-43 du COMETS : « Intégrer les enjeux environnementaux à la conduite de la recherche – Une responsabilité éthique ». <https://comite-ethique.cnrs.fr/wp-content/uploads/2022/12/AVIS-2022-43-.pdf>

- Avis n° 15 du comité Éthique en commun : « Quels droits et devoirs pour les scientifiques et leurs institutions face à l'urgence environnementale ? ». <https://www.ethique-en-commun.org/Nos-avis/Avis-N-15-Quels-droits-et-devoirs-pour-les-scientifiques-et-leurs-institutions-face-a-l-urgence-environnementale>

relatifs à l'édition des génomes³, le collège de direction a rendu obligatoire dès 2018 (pour les végétaux) et 2020 (pour les animaux) la soumission à un comité *ad hoc*⁴ de certains projets d'édition du génome⁵. Plus récemment, en 2023, cette obligation a été étendue à des projets impliquant des modifications de type « gain de fonction » chez des micro-organismes. Dans ces trois cas, l'avis du comité est utilisé par la direction générale pour autoriser ou non la réalisation du projet⁶.

Enfin, en dehors de ces obligations d'examen éthique d'origine légale ou institutionnelle, en particulier lorsque des participants humains sont impliqués dans des recherches, un certificat éthique peut être demandé par l'Union Européenne, des fondations, certains partenaires ou les éditeurs des journaux scientifiques. Pour cela, il est nécessaire de soumettre son projet à un comité d'éthique consultatif qui, sur la base d'une réflexion préalable des chercheurs présentée dans un dossier spécifique, s'assurera du respect des quatre principes fondamentaux de l'éthique lorsque des participants sont impliqués : respect de l'autonomie (respect des choix et des opinions personnelles), bienfaisance (obligation d'agir pour le bien-être d'autrui), non-malfaisance (interdiction de faire du mal) et équité (entre les individus ou proportionnalité des actions). Cette évaluation peut par exemple être assurée par une instance appelée Comité d'éthique de la recherche (CER) mis en place par de nombreuses universités afin de permettre l'évaluation de projets impliquant des volontaires humains non soumis à une obligation d'évaluation réglementaire, par le Comité d'évaluation éthique de l'INSERM (CEEI) ou par le Comité consultatif éthique pour la recherche en partenariat (CCERP) de l'IRD.

Trop souvent décriée pour son côté procédural, réglementaire ou normatif, cette évaluation éthique ne se résume pas en réalité à la simple vérification de conformité à des lois, principes et valeurs. En invitant les scientifiques à questionner eux-mêmes leurs projets et à proposer des solutions adaptées aux enjeux éthiques soulevés, cette réflexion doit les conduire à mettre en pratique les principes éthiques dans le contexte spécifique de leur recherche en leur permettant de s'interroger sur leurs objectifs cognitifs ou sociétaux et sur les conséquences éventuelles de leur projet pour les individus, les communautés, la société, mais aussi le monde et l'environnement au sens large (incluant la biodiversité et les écosystèmes).

Un accompagnement à la réflexion éthique pour chaque projet à INRAE

L'objectif de l'accompagnement à la réflexion éthique proposé à INRAE est à la fois de permettre une appropriation des sujets éthiques par la communauté scientifique INRAE, et de proposer une méthodologie et des instruments pour répondre à la demande croissante d'évaluation éthique. Cet accompagnement repose sur deux outils : le questionnaire d'auto-évaluation éthique et le Comité d'éthique des projets de recherche (CEPR).

Le questionnaire d'auto-évaluation éthique

Le questionnaire d'auto-évaluation éthique⁷ se présente sous la forme d'un « guide à la réflexion éthique sur un projet de recherche ». La démarche proposée inclut des vérifications réglementaires qui ouvrent la réflexion éthique. Pour cela, l'auto-évaluation comporte de nombreuses questions ouvertes qu'il est souhaitable de discuter à plusieurs, idéalement de façon multidisciplinaire. Il s'agit de mener une analyse critique des objectifs du projet, des motivations des différents partenaires, des méthodes employées et des risques encourus en se mettant à la place des participants, des partenaires, des générations futures, des espèces vivantes et de l'environnement. En aidant à faire le point sur les enjeux éthiques du projet avant sa mise en œuvre, cette auto-évaluation éthique permet aux scientifiques de faire émerger un questionnement éthique, d'y répondre en proposant des solutions, de mettre en évidence un besoin d'accompagnement spécifique sur une réglementation et d'anticiper la nécessité de soumettre le projet au comité d'éthique des projets. Cette réflexion peut conduire à faire évoluer le projet en fonction de la réflexion et du contexte.

Le Comité d'éthique des projets de recherche

Le Comité d'éthique des projets de recherche (CEPR)⁸ est un comité d'éthique consultatif qui examine les projets qui lui sont soumis, formule des recommandations et émet des avis. Ses quatorze membres, nommés par les PDG d'INRAE, du Cirad et de l'Ifremer, sont des acteurs de l'éthique, de la recherche ou de la société. Ils peuvent être saisis pour réfléchir à l'ensemble des questions éthiques soulevées par un projet (du simple protocole de recherche à un projet plus large) dans les champs de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement. À une échelle différente

3. Voir les deux avis du Comité consultatif commun d'éthique INRAE-Cirad-Ifremer-IRD :

- Avis n°11 « Analyser des questions éthiques et politiques posées par l'édition du génome des végétaux » <https://www.ethique-en-commun.org/Nos-avis/Avis-N-11-Analyser-des-questions-ethiques-et-politiques-posees-par-l-edition-du-genome-des-vegetaux>

- Avis n°12 « La modification génétique des animaux à l'épreuve de l'édition du génome » <https://www.ethique-en-commun.org/Nos-avis/Avis-N-12-La-modification-genetique-des-animaux-a-l-epreuve-de-l-edition-du-genome>

4. Comité « Edition et expérimentation » jusqu'en 2023 et comité d'éthique des projets désormais..

5. Projets impliquant des essais en champs de plantes dont le génome a été modifié par une technique d'édition et projets impliquant la création ou l'élevage d'animaux de rente présentant une modification génétique obtenue par édition du génome.

6. Voir les deux décisions du collège de direction de 2018 et 2020 :

- Stratégie d'INRAE en matière d'utilisation des technologies d'édition du génome végétal, <https://www.inrae.fr/actualites/strategie-dinrae-matiere-dutilisation-technologies-dedition-du-genome-vegetal>

- Stratégie INRAE en matière d'utilisation des technologies d'édition des génomes dans le cas des animaux d'élevage, https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/EditionGénomes_AnimauxElevage_StrategieINRAE_VF.pdf

7. <https://hal.inrae.fr/hal-05093443>

8. <https://ethique-projets.hub.inrae.fr>

de celle du comité Éthique en commun INRAE-Cirad-Ifremer-IRD, le comité met en œuvre une réflexion éthique « opérationnelle » qui analyse au cas par cas l'ensemble des caractéristiques du projet (méthodologie, finalités, partenariats, etc.) et ses conséquences et risques pour l'humain, la société et l'environnement au sens large. Créé en 2022 par INRAE, le CEPR a été rejoint fin 2024 par le Cirad et l'Ifremer. Bien que son périmètre thématique soit assez différent de celui des CER des universités, son organisation s'inspire largement de leurs principes de fonctionnement. Ainsi, il a rejoint la fédération des CER et obtenu la labellisation International Review Board (IRB) dès 2023.

La soumission d'un projet au comité peut être à l'initiative des chercheurs (motivés par le bilan de l'auto-évaluation éthique ou un questionnaire spontané), en réponse à une demande d'avis éthique de la part d'un financeur, par l'anticipation d'un besoin en vue d'une publication des résultats, face à une obligation interne INRAE ou une demande spécifique d'un département d'INRAE, du CIRAD ou de l'Ifremer, etc. Les projets sont soumis avant leur démarrage (en parallèle ou avant les demandes de financement et formalités réglementaires). L'évaluation s'effectue de façon collégiale en utilisant, lorsqu'ils existent, les avis et recommandations du comité Éthique en commun comme guides à l'évaluation éthique. Le comité ne s'occupe pas de vérifier le respect de la réglementation (RGPD, APA, OGM, etc.) mais alerte les chercheurs sur l'existence de celle-ci si nécessaire. Deux à trois semaines après examen en réunion, un premier rapport est généralement envoyé aux porteurs accompagné d'un certain nombre de questions ou de recommandations auxquelles les porteurs doivent répondre avant obtention d'un avis final.

Ainsi, bien que l'avis final qui sert de « certificat éthique » auprès des éditeurs de revues ou des bailleurs soit généralement le « sésame » administratif attendu par la plupart des porteurs, la plus-value du comité tient surtout dans ses rapports intermédiaires qui questionnent les projets et permettent une analyse approfondie des enjeux éthiques qu'ils soulèvent. Par ailleurs, une attention particulière est portée aux questions éthiques des projets en partenariat, dans lesquels la transparence sur les objectifs, l'utilisation future des résultats et les valeurs de chacun nécessitent une vigilance accrue.

C'est cette analyse, couplée à la démarche d'auto-évaluation, qui permet de garantir que les projets menés à INRAE peuvent bénéficier d'un environnement institutionnel de recherche responsable, au service de l'intérêt général et soucieuse de ses impacts.

Conclusion

L'accompagnement à la réflexion éthique sur les projets de recherche à INRAE repose sur deux outils clés, que sont le questionnaire d'auto-évaluation et le CEPR. Ils offrent un cadre souple et opérationnel pour répondre aux besoins de la communauté scientifique « agriculture, alimentation et environnement » et intégrer l'éthique comme un levier central pour une recherche responsable, au service de la société et des défis globaux.

Cette démarche, obligatoire dans quelques cas de modification génétique, à l'initiative des chercheurs dans tous les autres cas, participe à une appropriation de la réflexion éthique par la communauté INRAE. Elle consiste en une approche globale, combinant le respect des principes éthiques universels relatifs aux humains et une analyse des conséquences sociétales et environnementales des projets. ■

Témoignages

Deux outils à disposition des scientifiques

Interview de Sandrine Petit, ingénieure de recherche au laboratoire CESAER (INRAE, Dijon)

À quelle occasion avez-vous eu recours à l'auto-évaluation éthique INRAE ?

Avec Marie-Hélène Vergote, enseignante-chercheuse à l'Institut Agro Dijon, nous co-coordonnons un projet de recherche interdisciplinaire sur l'impact du changement climatique sur le travail des éleveurs et leur santé mentale au travail. Comme nous abordons la dimension santé et bien-être au travail, nous avons voulu prendre toutes les précautions. Notre démarche est d'aller à la rencontre d'éleveurs et d'éleveuses et de nous entretenir avec elles et eux sur la base d'un guide d'entretien. Nous savons qu'elles et eux sont souvent en situation de vulnérabilité et qu'il existe un fort mal-être, en particulier en élevage bovin.

Quelles raisons vous ont conduit à soumettre un projet au CEPR ?

Nous avons répondu à l'auto-questionnaire proposé par INRAE sur les recherches en santé humaine (questionnaire de la faculté de médecine, maïeutique et sciences de la santé de l'Université de Strasbourg) ; celui-ci nous recommandait de consulter un comité d'éthique. En parallèle, nous avons suivi une formation de Claire Lurin au centre INRAE de Dijon avec un atelier pratique qui mobilisait l'auto-évaluation éthique. Nous avons trouvé la démarche très stimulante, faisant émerger des questions auxquelles nous n'avions pas pensé. Nous avons réalisé un atelier avec l'équipe du projet et abordé trois dimensions repérées dans l'auto-questionnaire : (i) les impacts liés à la sollicitation de la participation de volontaires qui peuvent être vulnérables ; (ii) les impacts liés au partenariat ; (iii) l'impact environnemental du projet.

Que vous ont apporté les retours du comité ?

Grâce au document d'auto-évaluation et à notre réflexion au sein de l'équipe projet, nous étions déjà bien préparées au moment de la soumission au comité d'éthique. Celui-ci a apprécié favorablement les mesures prises pour la protection d'éventuels éleveurs en détresse dans l'échantillon, notamment la communication des organismes de prévention en matière de mal-être, la consolidation de la posture d'écoute empathique pour les enquêteurs et les séances d'analyses de pratiques. Cela nous a confortées dans notre capacité à anticiper les risques psycho-sociaux pour les interviewé-e-s et les enquêteurs. Les recommandations visaient à être très précis sur les objectifs, modalités et usages des données de l'enquête pour donner une information la plus exhaustive et transparente possible aux enquêté-e-s avant l'entretien et pour bien leur apporter les garanties d'anonymisation, de stockage sécurisé de ces données et de réutilisation éventuelle post-entretien. Les recommandations convergeaient avec la mise en conformité avec le RGPD que nous menions en parallèle.

Du comité Éthique en commun à l'éthique des projets

Interview de Patrick du Jardin, président du Comité Éthique en commun INRAE-Cirad-Ifremer-IRD

En tant que président d'Éthique en commun, quel est votre regard sur l'auto-évaluation éthique et le CEPR ?

Il s'agit ici de donner une dimension opérationnelle à la réflexion éthique, ce qui est évidemment essentiel. L'éthique délibère sur le sens de l'action, mais cette délibération n'a de sens qu'en prélude à l'action ! Si l'éthique n'appartient à personne mais doit au contraire être appropriée par tous, il n'en demeure pas moins que le raisonnement éthique repose sur des savoirs et des méthodes qu'il est utile de mettre à la disposition des scientifiques, grâce à des structures et des outils spécifiques, à des éthicien-ne-s professionnel-le-s ou non. Ces structures d'accompagnement jouent également un rôle important en clarifiant l'articulation entre le droit, la déontologie et l'éthique, autrement dit entre le respect des lois et règlements, celui des codes de conduite professionnels, et la pratique réflexive qui peut donner sens à l'action. L'éthique prolonge le droit et la déontologie, et permet de responsabiliser les chercheurs sur les questions qui débordent les exigences légales, réglementaires et déontologiques, dans les matières sociales et environnementales en particulier. J'aime beaucoup la double approche de l'auto-évaluation et du CEPR, qui évite l'écueil d'une éthique *top-down* mais permet au contraire de faire surgir les questions éthiques pertinentes au sein des équipes, tout en offrant une expertise pour les traiter. En tant que président d'Éthique en commun, je ne peux que me réjouir de la complémentarité entre notre comité qui traite de questions génériques, sur saisine des directions et des comités scientifiques des organismes, ou par auto-saisine d'ailleurs, et le CEPR qui en utilise les conclusions et les met à l'épreuve du réel !

Quelles réflexions vous inspire l'utilisation du terme « grande éthique » pour qualifier les activités du comité Éthique en commun, comparées à celles du CEPR qui pratiquerait alors une « petite éthique » ?

Pour tout dire, je n'aurais pas choisi ces termes, car ils semblent exprimer des degrés d'importance, alors que « petite » et « grande » éthique ne peuvent se déployer l'une sans l'autre. Comment délibérer sur l'éthique d'un projet (la « petite éthique ») sans balises éthiques posées par une réflexion en amont, qui pose les prémisses morales de l'action (la « grande éthique ») ? Mais à quoi bon mener une réflexion éthique sur les valeurs et les principes si celle-ci s'avère impuissante à diriger l'action ? « Petite » et « grande » éthiques : toutes deux sont nécessaires pour cultiver cette vertu aristotélicienne de « sagacité » (*phronesis*) et qui consiste à situer à tout moment l'action servant le bien !

Une aide à la décision

Interview de Carole Caranta, Directrice générale déléguée adjointe Science et Innovation. INRAE

Pourquoi INRAE a-t-il mis en place le Comité d'éthique des projets de recherche ?

INRAE a mis en place le Comité d'éthique des projets de recherche pour répondre à plusieurs enjeux. Tout d'abord, il s'agit d'accompagner les scientifiques dans leurs projets, en répondant à des demandes de plus en plus fréquentes de certificat éthique. Néanmoins, l'objectif dépasse largement ce besoin de certificat. Le comité vise surtout à offrir une déclinaison opérationnelle des réflexions éthiques menées par le comité Éthique en commun, en les adaptant aux besoins concrets des équipes de recherche. Cela permet d'intégrer des réflexions philosophiques souvent un peu abstraites directement dans les pratiques quotidiennes.

INRAE souhaite ainsi accompagner et développer une véritable culture de l'éthique au sein de ses communautés scientifiques. Cet effort s'appuie également sur le questionnaire d'auto-évaluation, qui constitue un précieux support pour structurer des débats collectifs au sein des unités de recherche. Même en l'absence d'une demande formelle d'avis au CEPR, les directeurs d'unité sont encouragés à utiliser la grille d'auto-évaluation pour alimenter la réflexion éthique au sein de leurs collectifs.

Enfin, dans un contexte où certains sujets de recherche suscitent des débats au sein de la société et de la communauté scientifique, le CEPR joue un rôle essentiel pour apporter une réflexion éthique approfondie, en lien avec certains avis d'Éthique en commun (par exemple les avis 11¹ et 12² sur l'édition des génomes et l'avis 7³ sur le bien-être des animaux d'élevage). Alors que les nouvelles connaissances scientifiques apportées par INRAE peuvent être utilisées à des fins diverses par d'autres acteurs, cette réflexion garantit que nos recherches s'inscrivent dans un cadre responsable en accord avec les missions de recherche publique d'INRAE et sa stratégie INRAE 2030.

Quelles sont les raisons qui ont conduit le collège de direction à décider de demander un avis du CEPR pour certains projets ?

La direction générale d'INRAE a décidé de systématiquement demander un avis formel du CEPR pour certains sujets en raison de leur nature particulière et des enjeux qu'ils soulèvent, en cohérence avec la stratégie d'INRAE. C'est le cas par exemple des projets d'expérimentation de végétaux en milieu non confiné et de ceux impliquant la naissance et l'élevage d'animaux de rente dont le génome est édité, et pour lesquels des grands principes d'utilisation ont été définis par INRAE⁴. D'autres projets méritent également une attention particulière et un avis éthique, comme ceux mobilisant certaines modifications de type « gain de fonction » de micro-organismes.

Ainsi, bien que pour la majorité des projets l'initiative de solliciter le CEPR soit laissée aux chercheurs, la direction générale considère qu'il est essentiel de recourir à un avis éthique pour certains d'entre eux.

Comment les rapports du CEPR peuvent-ils aider à la décision ?

Les rapports du CEPR jouent un rôle essentiel pour éclairer la prise de décision, notamment pour les projets présentant des enjeux complexes ou sensibles. Ils se distinguent par la qualité de leurs analyses qui offrent une vision approfondie et structurée et mettent en lumière les implications éthiques et sociétales des projets, en particulier lorsqu'ils visent à produire des connaissances tout en étant susceptibles d'être utilisés à des fins diverses par d'autres acteurs. Ce regard critique aide à anticiper les potentiels impacts de nos recherches.

Les rapports du comité ne se limitent pas à évaluer les projets, mais contribuent de manière déterminante à la qualité et à la légitimité des décisions prises. Ils permettent au collège de direction de disposer d'analyses approfondies et adaptées aux enjeux spécifiques de chaque projet, renforçant ainsi l'engagement d'INRAE en faveur d'une recherche responsable.

1. Éthique en commun, avis n° 11, « Analyser des questions éthiques et politiques posées par l'édition du génome des végétaux ». <https://www.ethique-en-commun.org/content/download/7443/file/Avis11.pdf>

2. Éthique en commun, avis n° 12, « La modification génétique des animaux à l'épreuve de l'édition du génome ». <https://www.ethique-en-commun.org/content/download/7442/file/Avis12.pdf>

3. Éthique en commun, avis n° 7, « Le bien-être des animaux d'élevage ». <https://www.ethique-en-commun.org/content/download/74452/file/Avis7.pdf>

4. Voir les deux décisions du collège de direction de 2018 et 2020 : <https://www.inrae.fr/actualites/strategie-dinrae-matiere-utilisation-technologies-dedition-du-genome-vegetal> et https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/EditionGénomes_AnimauxElevage_StrategieINRAE_VF.pdf



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Le verre réutilisable au laboratoire a-t-il un impact environnemental moindre que le plastique à usage unique ? Analyse avec l'outil EcoLabWare

Sophie Schbath¹
Max-Henri Chanut²
Marianne De Paepe³

CORRESPONDANCE

marianne.depaepe@inrae.fr
sophie.schbath@inrae.fr

RÉSUMÉ

Au fil des décennies, la verrerie réutilisable des laboratoires de sciences de la vie a été remplacée par des alternatives en plastique à usage unique. Récemment, des initiatives pour réduire l'utilisation du plastique ont émergé, mais des scientifiques hésitent, incertains des bénéfices environnementaux réels des solutions réutilisables en raison de l'énergie et des ressources nécessaires pour leur décontamination, lavage et stérilisation. Pour éclairer cette question, nous avons développé EcoLabWare, un calculateur en ligne d'empreintes carbone et eau de matériels de laboratoire réutilisables et à usage unique, dans différentes conditions de lavage et de stérilisation. Il montre que la réutilisation est largement avantageuse.

MOTS-CLÉS

Empreinte carbone ; empreinte eau mono-impact ; matériel en verre ; matériel en plastique ; changement de pratiques

1 Université Paris-Saclay, INRAE, MalAGE, 78350 Jouy-en-Josas, France.

2 Ecovamed, 75005 Paris, France.

3 Université Paris-Saclay, INRAE, Micalis, 78350 Jouy-en-Josas, France.

Does laboratory reusable glassware have a lower environmental impact than single-use plasticware? An analysis using the Ecolabware tool

Sophie Schbath¹
Max-Henri Chanut²
Marianne De Paepe³

CORRESPONDENCE

marianne.depaepe@inrae.fr

sophie.schbath@inrae.fr

ABSTRACT

Over the decades, reusable laboratory glassware has been replaced by its single-use equivalent in plastic. Recently, initiatives aimed at reducing plastic use emerged, but a disincentive to this transition lies in scientists' uncertainty about whether reusable glass solutions are truly beneficial, due to the amount of energy and materials required for decontamination, washing and sterilization of glassware. To address this question, we developed EcoLabWare, an online calculator that compares the carbon and water scarcity footprints of several reusable or single-use lab items, in different conditions of washing and sterilization. It shows that reuse is highly favorable in most of cases.

KEYWORDS

Carbon footprint; water scarcity footprint; laboratory glassware; single-use plastic; practice change

¹ Université Paris-Saclay, INRAE, MaIAGE, 78350 Jouy-en-Josas, France.

² Ecovamed, 75005 Paris, France.

³ Université Paris-Saclay, INRAE, Micalis, 78350 Jouy-en-Josas, France.

Introduction

L'Union européenne s'est engagée dans un processus de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre (GES) pour l'atténuation du changement climatique. Dans ce contexte, tous les services de l'État, dont la recherche publique, sont tenus d'engager une démarche de réduction de leurs émissions. Pour cibler les démarches utiles, la quantification des émissions associées à nos différentes activités est nécessaire. Les bilans des émissions de gaz à effet de serre (BEGES) des instituts de recherche publique¹ et des laboratoires ont montré que les achats de consommables et d'équipements constituent les premiers postes d'émission (De Paepe *et al.*, 2024). En sciences de la vie en particulier, les consommables en plastique à usage unique (tubes, pointes de pipettes, etc.) représentent en moyenne 5,5 % des émissions de GES, soit presque autant que les trajets domicile-travail des agents. Au-delà du changement climatique, l'usage du plastique pose d'autres problèmes, car même si la gestion de nos déchets de laboratoire est très bonne, des rejets de plastique dans l'environnement associés à leur production sont inévitables, comme l'a encore illustré récemment la marée blanche de micro-billes de plastique sur les côtes espagnoles en 2024.

Il existe donc une volonté dans de nombreux laboratoires de réduire l'usage des plastiques à usage unique, qui sont devenus omniprésents dans notre quotidien². Un frein à cette transition est notamment la crainte d'un report d'impact : l'usage de matériel réutilisable, avec tous les flux de matière (eau, détergent, équipement), d'énergie (gaz, électricité) et de temps agent nécessaire à sa décontamination et à son lavage, est-il vraiment avantageux d'un point de vue environnemental ? Le moyen de répondre à cette question est de réaliser une analyse de cycle de vie (ACV) comparative, méthode qui considère l'ensemble des flux de matière et d'énergie qui entrent dans l'utilisation de matériels ou procédés que l'on veut comparer. Les résultats d'une ACV comparant usage unique et réutilisation ne sont pas toujours intuitifs ; ainsi une étude du CIRAI³ a montré que, pour être plus écologique qu'un sac en plastique à usage unique, un sac en coton doit être réutilisé entre 100 et 3 000 fois selon les critères d'impact environnemental considérés (CIRAI³, 2017).

La question mérite donc d'être posée pour le matériel de laboratoire, sur lequel pèsent des exigences fortes d'hygiène et de sécurité, en particulier pour le matériel qui a été en contact avec des agents biologiques de groupe 2 (agents pathogènes et cultures cellulaires) ou des OGM. Ces exigences induisent des procédures de lavage et de décontamination intensives en énergie et en matériel. Une étude (Farley et Nicolet, 2023) a comparé les émissions de gaz à effet de serre (GES) associées à l'utilisation de matériel réutilisable ou à usage unique en laboratoire, mais elle ne concerne qu'une seule procédure de lavage et de

stérilisation (sans décontamination préalable par exemple). Or, ces procédures sont très variables d'un laboratoire à l'autre, ce qui peut induire des différences notables dans les résultats. Pour couvrir un plus grand éventail de conditions de lavage et de stérilisation, nous avons conçu EcoLabWare, un calculateur en ligne³ qui permet de calculer l'empreinte carbone et l'empreinte eau (épuisement de la ressource en eau) de l'utilisation de matériel de laboratoire réutilisable et à usage unique, selon une approche ACV. EcoLabWare permet de comparer les matériels pour lesquels l'alternative unique/réutilisable est la plus courante : les tubes, les pipettes graduées et les flacons coniques Erlenmeyer.

L'objectif d'EcoLabWare est double. D'une part, dans le contexte d'un laboratoire qui offrirait déjà la possibilité aux utilisateurs d'avoir soit un matériel à usage unique, soit un matériel réutilisable, EcoLabWare permet de faire un choix éclairé quant aux impacts environnementaux. D'autre part, cet outil permet indirectement de quantifier les gains environnementaux de la présence d'une laverie de laboratoire, et donc d'éclairer les décideurs lors du réaménagement ou de la construction de nouveaux laboratoires, ou encore d'éclairer les décisions d'ouverture de postes de préparateurs dans les laboratoires.

Cet article décrit d'une part la méthode utilisée dans l'outil EcoLabWare pour le calcul des empreintes carbone et eau des deux types de matériel et l'outil lui-même, et présente d'autre part une étude comparative visant à pointer les étapes du cycle de vie générant les empreintes les plus importantes et les paramètres d'utilisation associés.

Méthode

Périmètre de l'étude

EcoLabWare permet la comparaison des empreintes carbone et eau associées à l'utilisation de 12 types de matériel différents : 3 tailles de tubes, 4 de pipettes et 5 d'Erlenmeyer. Les principales étapes du cycle de vie du matériel de sa fabrication à sa fin de vie sont considérées, comme la stérilisation ou l'inactivation des agents pathogènes, le trempage, le lavage manuel et le lavage en machine, mais également les deux étapes de transport (Figure 1). L'étape d'utilisation du matériel n'a pas été incluse dans la comparaison car elle est considérée comme similaire pour les deux types de matériel. De plus, les activités de logistique (commande, stockage et ramassage) n'ont pas été incluses car bien qu'elles diffèrent dans les deux cas, en première approximation elles nous sont apparues équivalentes en termes de temps de travail et d'espace utilisé. Enfin, l'emballage des matériels ainsi que les bouchons des matériels en verre ne sont pas considérés car des études préliminaires ont montré que leur part est négligeable dans l'empreinte totale.

1. <https://www.inrae.fr/actualites/bilan-emissions-gaz-effet-serre-2022-trajectoire-diminution-inrae>

2. Voir par exemple l'article sur le projet REDPLAST : Tison-Rosebery J *et al.*, « Comment réduire l'empreinte carbone de la recherche » dans ce numéro.

3. Les résultats de cet article ont été obtenus à partir de la version 24.10 de l'application EcoLabWare R Shiny : <https://shinyproxy-dev.migale.inrae.fr/app/EcoLabWare>.

Matériel en plastique à usage unique

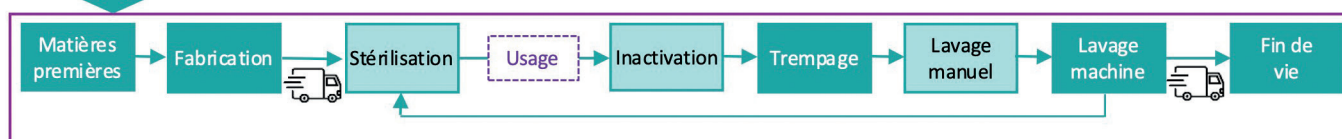
Ressources (matière, énergie)



Emissions, déchets

Matériel en verre réutilisable

Ressources (matière, énergie)



Emissions, déchets

■ Etape toujours considérée ■ Etape optionnelle (si stérilité ou inactivation) □ Etape non considérée 🚚 Transport

Figure 1. Périmètre de l'étude et étapes du cycle de vie considérées

Méthodologie de l'analyse de cycle de vie

Pour chaque étape, les quantités d'électricité, de gaz naturel, de temps de travail et de matière, ainsi que l'équipement nécessaire, sont déterminés. Certaines de ces données d'activité ont été mesurées ou estimées lors de ce travail sur la base du fonctionnement des services de préparation/laverie des unités INRAE Micalis (microbiologie) et VIM (virologie et immunologie) du centre de Jouy-en-Josas-Antony. D'autres données d'activités proviennent de documents publiés par les fabricants d'autoclaves et de laveurs de laboratoire, ou de publications scientifiques (Schbath *et al.*, 2025). L'ensemble des données d'activité et les principales hypothèses réalisées sont répertoriées dans le tableau 1 (en bleu, les données modifiables par l'utilisateur depuis l'interface EcoLabWare), tandis que l'ensemble des hypothèses et calculs sont disponibles depuis l'interface du calculateur et dans le rapport Schbath *et al.* de 2025.

L'empreinte carbone et l'empreinte eau monocritère (avec la méthode de référence en Europe AWARE, pour Available WAter REMaining) de chacun des flux sont ensuite obtenues grâce à l'utilisation de facteurs d'émission, qui associent à chaque quantité de matière ou d'énergie des quantités de GES, exprimées en CO₂ équivalent (CO₂e), et des litres équivalents mondiaux (L eq. monde). Ces derniers ne correspondent pas directement aux litres d'eau utilisés dans les processus, mais plutôt aux pertes d'eau (ou eau consommée) pondérées par un indice moyen de stress hydrique. Les facteurs d'émission utilisés ont été calculés et fournis par Ecovamed, entreprise française spécialisée dans l'empreinte environnementale des produits de santé et partenaire de ce travail.

Présentation du calculateur en ligne

L'interface utilisateur d'EcoLabWare comprend quatre onglets : Formulaire, Résultats, Méthodologie et Aide. Tout d'abord, l'onglet Formulaire permet à l'utilisateur de rentrer des données permettant de déterminer les empreintes carbone et eau. Trois types de données d'activité sont utilisées pour le calcul : des données fixes, des données avec des valeurs proposées par défaut pouvant être modifiées par l'utilisateur, et des données sans valeur par défaut qui doivent être rentrées par l'utilisateur. Les paramètres fixes et par défaut correspondent au fonctionnement dans l'unité Micalis, un très grand laboratoire de microbiologie ayant un usage important de ses autoclaves et laveurs.

L'onglet Résultat présente sous forme de graphique les empreintes carbone et eau des différentes étapes du cycle de vie des deux types de matériel substituables (réutilisable et à usage unique) sous forme de valeurs absolues et de pourcentage. L'onglet Méthodologie précise le périmètre de l'étude, les principales hypothèses utilisées et un lien vers le rapport Schbath *et al.* de 2025 détaillant l'intégralité des calculs et hypothèses. Enfin, l'onglet Aide donne le poids indicatif de matériels en verre et en plastique. Nous recommandons cependant à l'utilisateur d'utiliser le poids du matériel qu'il compte utiliser, car d'importantes variations de poids existent pour un matériel équivalent, allant jusqu'à 50 %, en particulier pour des types de plastique différents. L'interface est bilingue (français et anglais) et l'outil peut être utilisé internationalement.

Tableau 1. Principales données d'activités et hypothèses de l'inventaire de cycle de vie (en bleu, ce qui peut/doit être spécifié par l'utilisateur)

	Donnée d'activité	Valeur, hypothèse
Données générales	Type de matériel	Choisi par l'utilisateur dans un menu déroulant
	Pays d'utilisation	Rentré par l'utilisateur, modifie l'intensité carbone de l'électricité
	Distance moyenne domicile-travail	24,5 km aller-retour (source Ademe)
Production	Poids du matériel	Rentré par l'utilisateur
	Matière première du matériel	Rentrée par l'utilisateur
	Région du monde de fabrication	Rentrée par l'utilisateur
	Nombre de réutilisations du matériel	31 par défaut, modifiable par l'utilisateur
Autoclavage (décontamination et stérilisation)	Taux de remplissage de l'autoclave	80% par défaut, modifiable par l'utilisateur
	Nombre de matériels en verre par autoclave	Dépend du type de matériel et de la taille de l'autoclave, voir calculateur
	kWh par matériel	Fixe par type de matériel, voir interface du calculateur
	L d'eau osmosée par cycle d'autoclavage	200
	Durée de vie d'un autoclave	20 ans
	Nombre de paires de gants par cycle	1 par défaut, modifiable par l'utilisateur
	Temps de travail par autoclave de verrerie	1 heure pour un autoclave de 600 L
	Empreinte de la fabrication d'un autoclave	Proportionnelle à sa taille (8000 kg CO2e pour un autoclave de 600L)
	Fréquence d'utilisation de l'autoclave	10 utilisations par semaine par défaut, modifiable par l'utilisateur
	kWh par kg de déchet plastique	1,4
	Temps de travail pour les déchets plastiques	12 minutes par autoclave de décontamination (15 kg de déchets)
Trempage	L d'eau pour le trempage	Proportionnel au volume interne, de 1x (flasques) à 3x (pipettes)
	L de détergent pour le trempage	5% du volume d'eau de trempage
Lavage manuel	L d'eau chaude pour le lavage manuel	2,5 par défaut, modifiable par l'utilisateur
	Temps de travail	30 s pour les tubes et les pipettes, 1 min pour les autres matériels
	Énergie pour chauffer 1 L d'eau	0.04 kWh, chauffage de l'eau de 15°C à 37°C avec 65% de rendement
	L de détergent	1% du volume interne du matériel
Lavage en machine	Nombre de matériel par laveur	Nombre fixe par type de matériel
	kWh/cycle de lavage	10
	L d'eau par cycle de lavage machine	120
	Empreinte de la fabrication d'un laveur	1122 kg CO2e pour un laveur de 180L
	Temps de travail	1 heure par cycle de lavage
	Nombre total d'utilisations d'un laveur	1170
	L de détergent par lavage en machine	0,12
Transport	Transport depuis le lieu de production	Dépend de la région de production, voir calculateur
	Distance du transport de fin de vie	150 km
Fin de vie	Hypothèse de fin de vie	Incineration avec récupération d'énergie

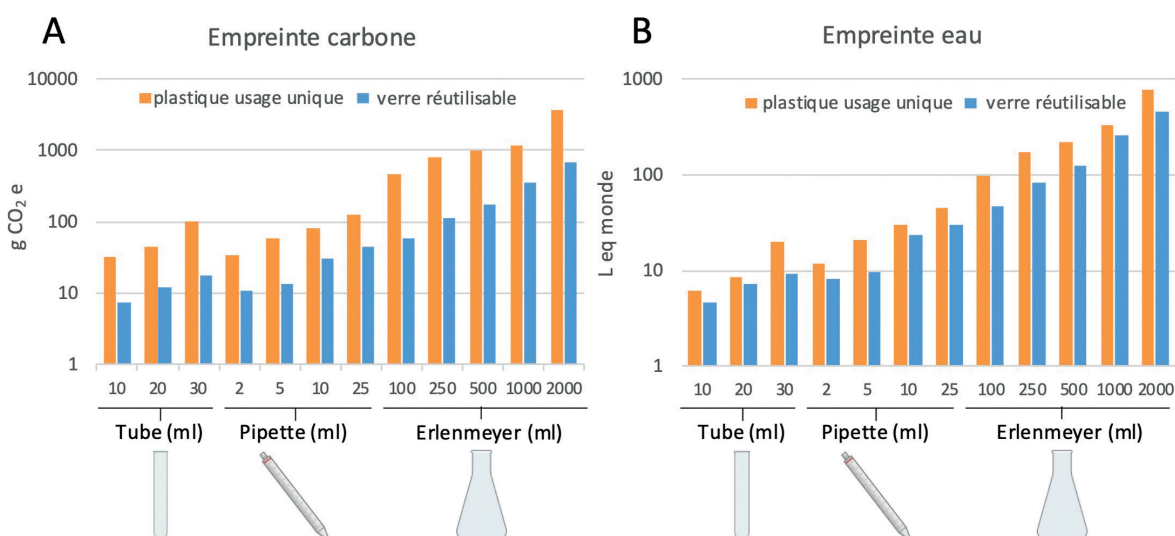


Figure 2. Empreintes carbone et eau de l'ensemble des matériels avec les paramètres par défaut

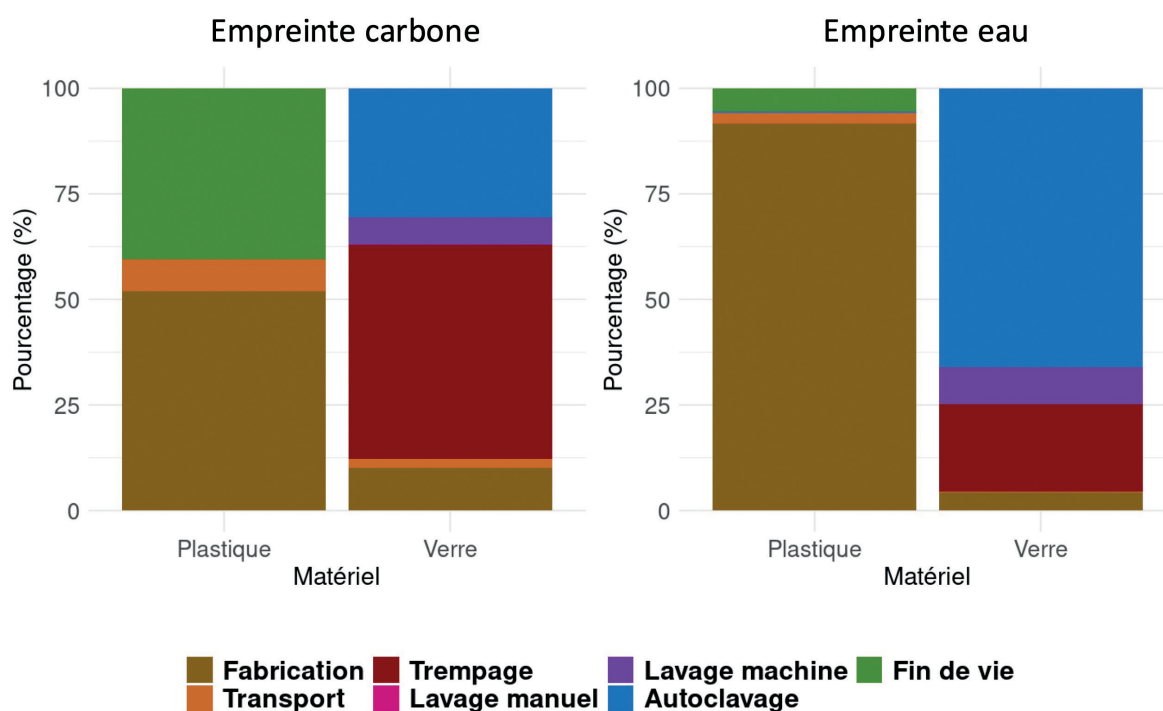


Figure 3. Répartition des empreintes carbone et eau en fonction des étapes du cycle de vie, pour des tubes de 30 mL, en verre réutilisable et en polypropylène à usage unique, fabriqués en Europe

Résultats

Avantage du matériel en verre réutilisable

Bien que les empreintes varient avec le type de matériel et la façon dont il est lavé et stérilisé, une grande tendance émerge en faveur du matériel réutilisable. Ainsi, une comparaison de l'ensemble des matériels proposés, pour du matériel stérile nécessitant une étape de décontamination mais sans étape de lavage manuel et avec les paramètres par défaut, montre que l'empreinte carbone

du matériel réutilisable est en moyenne cinq fois plus faible que celle du matériel plastique (Figure 2A, échelle log.). Dans cet exemple, les matières les plus classiques par type de matériel ont été utilisées (polypropylène pour les tubes, polystyrène pour les pipettes et polycarbonate pour les flacons Erlenmeyer). Concernant l'empreinte eau, elle est en moyenne une fois et demi plus faible pour le matériel réutilisable (Figure 2B). Comme attendu, les empreintes carbone et eau augmentent fortement (échelle log. dans la figure 2) avec la taille du matériel.

Tableau 2. Empreintes d'un tube de 6 g selon la matière première et le lieu de fabrication

Type de plastique	Empreinte carbone (g CO ₂ e)			Empreinte eau (L monde eq.)		
	Asie	Amérique	Europe	Asie	Amérique	Europe
polypropylène (PP)	51	50	38	9	9	7
polycarbonate (PC)	70	69	61	13	13	13
polystyrène (PS)	54	53	50	17	17	17

Étapes les plus émissives

Le calculateur EcoLabWare fournit à l'utilisateur la répartition des émissions par grandes étapes du cycle de vie, ce qui permet d'identifier les étapes les plus émissives. La figure 3 représente les graphiques apparaissant dans l'onglet Résultat, en mode pourcentage, ici pour des tubes de 30 mL. On voit que le profil est entièrement différent pour le verre et le plastique. Pour le plastique à usage unique, ce sont les étapes de fabrication en premier lieu puis de fin de vie qui représentent la plus grosse part de l'empreinte carbone, avec 50 % et 38 % de l'empreinte respectivement, tandis que le transport a une part modeste, de l'ordre de 10 %, et la décontamination par autoclavage négligeable. Concernant l'empreinte eau, la part de la fabrication est encore plus dominante, avec plus de 90 % de l'empreinte. Pour le matériel réutilisable, avec les paramètres par défaut et en l'absence de lavage manuel, les empreintes carbone et eau sont dominées par les étapes de trempage et d'autoclavage. La fin de vie et le transport ont une empreinte négligeable. Pour le trempage, l'utilisation de détergent explique l'essentiel de l'empreinte, et plus précisément le bidon en plastique du détergent. Pour l'autoclavage, la consommation d'électricité est responsable de la plus grosse part de l'empreinte.

Pour les pipettes et les flacons, les répartitions sont assez similaires : fabrication et fin de vie dominent pour le plastique à usage unique, tandis que le trempage et l'autoclavage dominent pour le réutilisable. L'ensemble de ces résultats montre qu'une optimisation de ces deux étapes, trempage et autoclavage, est essentielle pour diminuer l'empreinte carbone et eau du matériel réutilisable, par exemple en achetant du détergent concentré et en optimisant les quantités utilisées.

Influence de différents paramètres

Afin d'évaluer la robustesse du résultat général, c'est-à-dire l'avantage du matériel en verre réutilisable, nous avons fait varier certains paramètres par défaut pour déterminer leur impact sur les empreintes carbone et eau. Nous présentons ici les résultats pour des tubes de 30 mL, mais ceux-ci sont largement transposables aux autres types de matériel.

Matériel en plastique à usage unique

Poids du matériel

Que ce soit l'empreinte carbone ou l'empreinte eau, elle est d'au-

tant plus grande que le poids du matériel en plastique est grand. Autrement dit, choisir le matériel le plus léger pour un usage donné réduit l'empreinte générée.

Type de plastique et continent de fabrication

En faisant varier le type de plastique, le tableau 2 montre que les empreintes associées sont très différentes ; le tube en polycarbonate a une empreinte carbone plus importante que celles des tubes en polypropylène et polystyrène, tandis que le tube en polystyrène a la plus forte empreinte eau. Globalement, c'est le tube en polypropylène qui a de plus faibles empreintes. En faisant cette fois varier le continent de fabrication, on voit que l'empreinte eau est très peu affectée, contrairement à l'empreinte carbone qui est moindre en Europe.

Matériel en verre réutilisable

Nombre de réutilisations

Le nombre de réutilisations du matériel détermine la part de l'empreinte de la fabrication du matériel allouée à chaque utilisation. Les figures 4A et 4D montrent que l'empreinte totale diminue rapidement avec le nombre de réutilisations et se stabilise dès une dizaine de réutilisations.

Concentration en détergent pour l'étape de trempage

L'empreinte croît linéairement avec la quantité de détergent utilisé à l'étape de trempage (figures 4B et 4E). Une augmentation d'environ 16 g de CO₂e d'empreinte carbone et 4 L eq. monde d'empreinte eau est observée entre 1 % et 10 % de concentration. Toutefois, les empreintes restent très inférieures à celle du matériel en plastique (ligne horizontale orange sur les figures).

Volume d'eau chauffée pour le lavage manuel

Dans certains cas, le lavage en machine n'est pas suffisant, et une étape de lavage manuel à l'eau courante est alors nécessaire. C'est souvent le cas par exemple des tubes en verre, car il n'existe pas de panier à injecteurs pour laveur adapté aux tubes. Dans l'unité Micalis, le volume d'eau chaude nécessaire par tube peut s'élever à 8 L, avec une moyenne à 2,5 L. Les empreintes carbone et eau dépendent fortement de la source énergétique utilisée pour chauffer l'eau : avec du gaz l'empreinte carbone sera plus élevée, tandis qu'avec de l'électricité c'est l'empreinte eau qui sera plus élevée. Si l'eau est chauffée par une chaudière au gaz, au-delà de 9 L d'eau utilisés, l'empreinte carbone d'un tube en plastique à usage unique est plus faible que celle d'un tube en verre (Figure 4C).

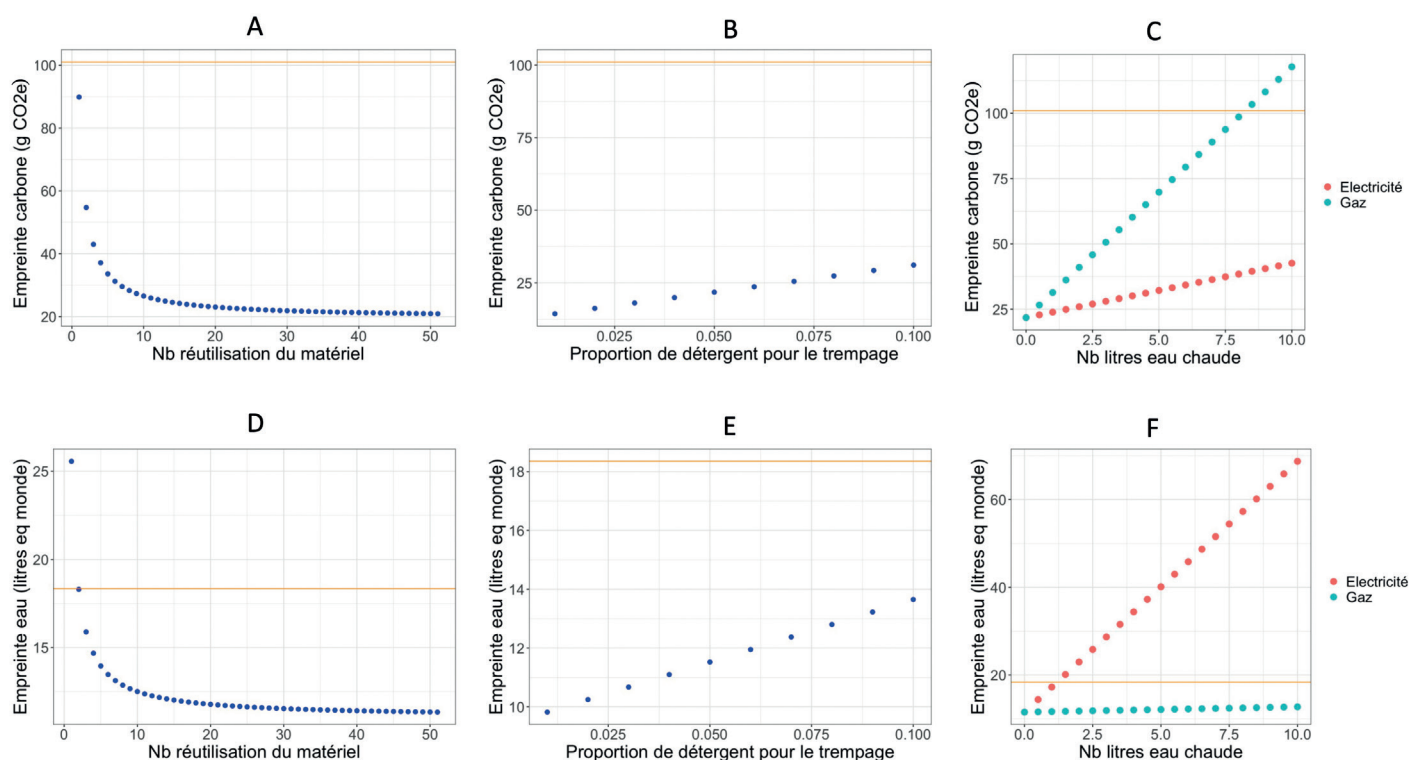


Figure 4. Variation de l'empreinte carbone (A, B, C) et de l'empreinte eau (D, E, F) pour un tube de 30 mL lorsque l'on fait varier le nombre de réutilisations du matériel en verre (A, D), la proportion de détergent pour l'étape de trempage (B, E), et le nombre de litres d'eau chaude pour le lavage manuel (C, F) selon que l'eau est chauffée au gaz ou à l'électricité. La ligne orange représente l'empreinte pour un matériel équivalent en polypropylène à usage unique.

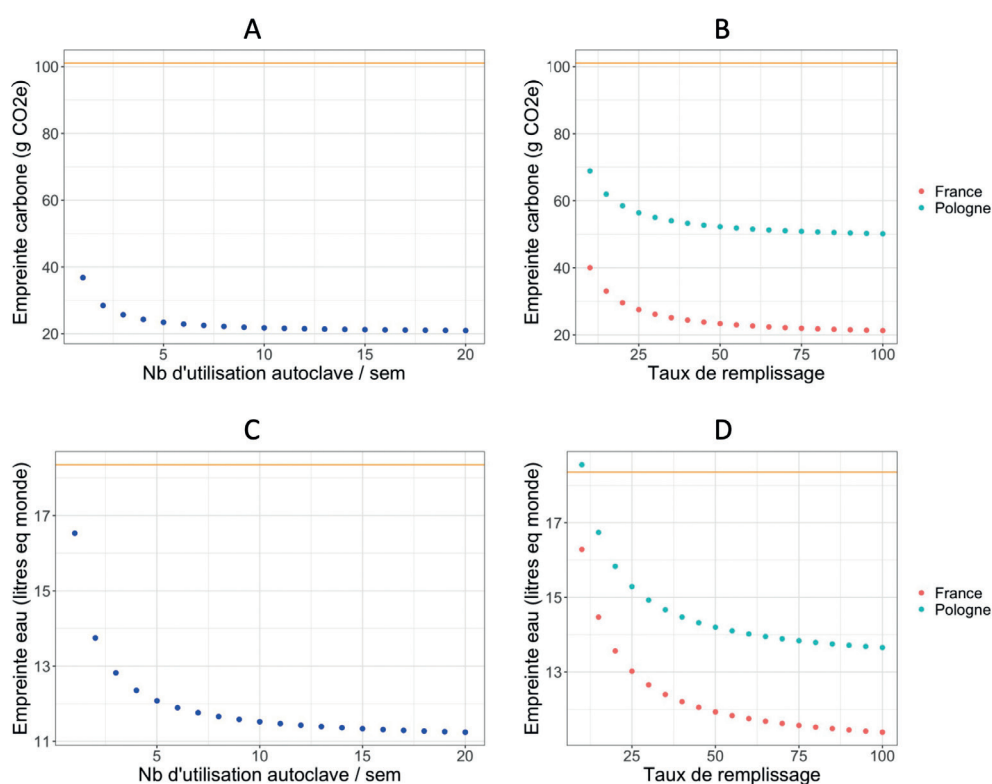


Figure 5. Variation de l'empreinte carbone (A, B) et de l'empreinte eau (C, D) pour un tube de 30mL lorsque l'on fait varier le nombre d'utilisations de l'autoclave par semaine (A et C) et le taux de remplissage de l'autoclave (B et D) dans deux pays différents, la France et la Pologne. La ligne orange représente l'empreinte du matériel équivalent en plastique à usage unique.

Si l'eau est chauffée à l'électricité, le verre reste largement avantageux pour l'empreinte carbone, qui résulte alors essentiellement du temps humain alloué à cette tâche (via l'empreinte des trajets domicile-travail de l'agent). En revanche, l'empreinte eau est défavorable au verre dès que plus d'un litre d'eau chaude par tube est utilisé (Figure 4F). Cela montre que pour un matériel difficile à laver, l'utilisation de matériel à usage unique est à privilégier.

Nombre d'utilisations de l'autoclave par semaine et taux de remplissage

Le nombre d'utilisations de l'autoclave détermine la part de l'empreinte de la fabrication de l'autoclave allouée à chaque utilisation. On voit sur les figures 5A et 5C que cette part est d'autant plus importante que l'autoclave est peu utilisé (moins de cinq fois par semaine). La variation du taux de remplissage (Figures 5B et 5D) modifie principalement la quantité d'électricité utilisée par matériel. Les résultats sont représentés pour deux pays ayant des intensités carbone d'électricité très différentes, faible en France et élevée en Pologne, pour illustrer l'impact de l'intensité carbone de l'électricité. Les résultats montrent que même à un faible taux de remplissage, le verre reste plus avantageux, en France comme en Pologne, où l'empreinte carbone est plus élevée et l'empreinte eau plus faible.

Conclusion et perspectives

EcoLabWare permet d'objectiver et de quantifier les avantages environnementaux de l'utilisation de verrerie réutilisable à la place de matériel en plastique à usage unique, tant en ce qui concerne l'atténuation du changement climatique que la raréfaction de la ressource en eau. À notre connaissance, ce calculateur est le seul existant pour effectuer ce type de comparaison.

EcoLabWare permet également de déterminer les conditions limites au-delà desquelles le matériel réutilisable n'est plus avantageux. Les points d'attention doivent porter sur la consommation électrique, la quantité de détergent ainsi que sur la quantité d'eau chaude en cas de lavage manuel. D'autres aspects ont également un impact significatif, comme l'optimisation de l'utilisation de l'autoclave, ce qui peut être obtenu en jouant soit sur sa taille soit sur sa mutualisation. Le nombre de réutilisations du matériel a finalement un impact assez modeste, ce qui s'explique par la faible part relative des étapes de production et de fin de vie du verre.

L'utilisation de matériel réutilisable n'est pas toujours possible, et EcoLabWare révèle aussi l'importance du choix du consommable à usage unique, en particulier concernant le poids et le type de plastique. Pour un usage donné, le matériel le plus léger doit toujours être choisi en priorité, et en polypropylène si possible. Enfin, une origine de fabrication européenne est préférable pour limiter l'empreinte du transport mais surtout de la fabrication, qui dépend beaucoup de l'intensité carbone du mix énergétique du pays.

Bien qu'un choix important de données d'utilisation soit proposé dans l'application, EcoLabWare n'est pas adapté à l'ensemble des procédures rencontrées dans les laboratoires. Par exemple, certains laboratoires réutilisent non pas des matériels en verre, mais des matériels en plastique. D'autres encore stérilisent leur matériel non pas par autoclavage, mais par chaleur sèche (four à air chaud ou Poupinel). Enfin, des matériels non proposés actuellement sont très probablement réutilisés en routine dans certains laboratoires. De telles extensions de l'outil sont tout à fait envisageables, mais il permet dès à présent d'amorcer la réflexion sur les pratiques au sein des laboratoires. ■

Références

- De Paepe, M. et al. (2024). Purchases dominate the carbon footprint of research laboratories. *PLOS Sustainability and Transformation*, 3 (7). e0000116. <https://doi.org/10.1371/journal.pstr.0000116>
- CIRAIG (2017). *Analyse du cycle de vie des sacs d'emplettes au Québec*. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/acv-sacs-emplettes-rapport-complet.pdf>
- Farley, M. et Nicolet, B. (2023). Re-use of laboratory utensils reduces CO₂ equivalent footprint and running costs. *PloS One*, 18(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283697>
- Schbath, S. et al. (2025). *EcoLabWare: Assessing the carbon footprint of single-use plastic ware versus reusable glassware*. <https://hal.inrae.fr/hal-04889693>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOVÆ », la date de sa publication et son URL.

Comment réduire l'empreinte plastique de la recherche ?

Juliette Tison-Rosebery¹
Valérie Guillard²
Isabelle Halgand¹
Clara Priou-Sédillot¹
Fiona Ruhnau²
Eva Truant¹
Marie-Hélène Andrieu³
Eric Cotteux⁴
Virginie Dupuy⁵
Géraldine Gourgues³
Olivier Fabreguettes⁶
Carinne Puech⁵
Peggy Riou⁷
Hervé Tournadre⁸
Vincent Véron⁹
Nathalie Gontard²

CORRESPONDANCE

juliette.rosebery@inrae.fr

RÉSUMÉ

Alors que notre consommation de plastique ne cesse d'augmenter, le monde de la recherche doit plus que jamais participer à l'effort mondial de réduction de la pollution persistante qui en résulte. En effet, cette consommation de plastique (notamment à usage unique) par les activités expérimentales de laboratoire est devenue courante. Ces plastiques, non biodégradables et non recyclés, deviennent des déchets qui seront majoritairement incinérés ou accumulés dans des stations d'enfouissement. Via le projet Redplast, nous proposons d'accompagner concrètement les laboratoires souhaitant se placer dans une dynamique de réduction de l'utilisation du plastique. Nous avons développé une méthodologie permettant d'abord de quantifier cette utilisation, puis d'évaluer la faisabilité du remplacement des plastiques par d'autres pratiques ou matériaux plus durables. Cette méthodologie, mise au point par les unités de recherche EABX (Ecosystèmes Aquatiques et Changements Globaux) et IATE (Ingénierie des Agropolymères & Technologies Emergentes), a été testée au sein d'un réseau de laboratoires pilotes. Elle peut être mise en œuvre par toute unité motivée pour réduire son usage du plastique, quelle que soit sa discipline scientifique.

MOTS-CLÉS

Plastique ; réduction ; laboratoire ; protocole

¹ INRAE, UR EABX, 33610 Cestas, France.

² Univ. Montpellier, INRAE, Institut Agro, UMR IATE, 34000 Montpellier, France.

³ Univ Bordeaux, INRAE, UMR BFP, Villenave d'Ornon, France.

⁴ INRAE, Institut Agro Montpellier, UMR ITAP, 34000 Montpellier, France.

⁵ CIRAD, INRAE, UMR ASTRE, 34000 Montpellier, France.

⁶ INRAE, Bordeaux Sciences Agro, UMR SAVE, 33140 Villenave d'Ornon, France.

⁷ Univ. Montpellier, INRAE, Institut Agro, UMR SPO, 34000 Montpellier, France.

⁸ INRAE, UE HERBIPOLÉ, 56450 Theix, France.

⁹ Univ. Pau et Pays de l'Adour, INRAE, UMR NuMÉA, 64310 Saint-Pée-sur-Nivelle, France.

How can the 'plastic footprint' of research be reduced?

Juliette Tison-Rosebery¹
Valérie Guillard²
Isabelle Halgand¹
Clara Priou-Sédillot¹
Fiona Ruhnau²
Eva Truant¹
Marie-Hélène Andrieu³
Eric Cotteux⁴
Virginie Dupuy⁵
Géraldine Gourgues³
Olivier Fabreguettes⁶
Carinne Puech⁵
Peggy Riou⁷
Hervé Tournadre⁸
Vincent Véron⁹
Nathalie Gontard²

CORRESPONDENCE

juliette.rosebery@inrae.fr

ABSTRACT

As global plastic consumption continues to rise, the research community must contribute actively to the global effort to reduce persistent plastic pollution. In laboratory settings, the use of plastic, especially single-use plastic, has become widespread. As these plastics are neither biodegradable nor recyclable, they mostly end up being incinerated or accumulating in landfills. Through the Redplast project, we aim to provide practical support to laboratories wishing to reduce their plastic use. Our methodology first quantifies plastic consumption and then assesses the feasibility of replacing plastics with more sustainable practices or materials. Developed by the EABX (Aquatic Ecosystems and Global Change) and IATE (Agropolymers Engineering and Emerging Technologies) research units, this methodology was tested in a network of pilot laboratories. It can be implemented by any research unit, regardless of scientific discipline, that is committed to reducing its plastic footprint.

KEYWORDS

Plastic; reduction; laboratory; protocol

1 INRAE, UR EABX, 33610 Cestas, France.

2 Univ. Montpellier, INRAE, Institut Agro, UMR IATE, 34000 Montpellier, France.

3 Univ. Bordeaux, INRAE, UMR BFP, Villenave d'Ornon, France.

4 INRAE, Institut Agro Montpellier, UMR ITAP, 34000 Montpellier, France.

5 CIRAD, INRAE, UMR ASTRE, 34000 Montpellier, France.

6 INRAE, Bordeaux Sciences Agro, UMR SAVE, 33140 Villenave d'Ornon, France.

7 Univ. Montpellier, INRAE, Institut Agro, UMR SPO, 34000 Montpellier, France.

8 INRAE, UE HERBIPOLE, 56450 Theix, France.

9 Univ. Pau et Pays de l'Adour, INRAE, UMR NuMÉA, 64310 Saint-Pée-sur-Nivelle, France.

Introduction

Dans son dernier rapport publié en juin 2022, l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques) dresse un constat alarmant de la consommation de plastique mondiale (supérieure à 350 Mt par an et presque autant de déchets produits) et une projection à 2060 assez pessimiste avec une consommation qui atteindrait plus de 1 200 Mt par an produisant près de 1 000 Mt de déchets (OCDE, 2022). Aujourd'hui déjà, on estime que la quantité de plastique accumulée sur Terre équivaut à quatre fois la biomasse des animaux vivants : la production mondiale cumulée de plastiques depuis 1950 atteindrait 8,3 gigatonnes de carbone (Geyer *et al.*, 2017), alors que la biomasse totale des animaux est estimée à environ 2 gigatonnes (Bar-On *et al.*, 2018).

Ce plastique s'accumule car il ne s'intègre dans aucun des grands cycles biogéochimiques de la nature (Gontard, 2021). Il se fragmente peu à peu, en quelques dizaines ou centaines d'années, en microparticules puis en nanoparticules (inférieures à un micromètre). Ces microscopiques déchets sont facilement transportés, se chargent en polluants et s'accumulent dans les océans, l'eau de surface, les sols, l'air, les aliments et les organismes vivants (Macleod *et al.*, 2023). Cette « empreinte plastique » n'est pas comptabilisée par les méthodologies classiques d'analyse du cycle de vie (Gontard *et al.*, 2022), même si de récents travaux vont dans ce sens (Loubet *et al.*, 2022).

Peu à peu les consciences s'éveillent face à ce constat. En France la loi anti-gaspillage pour une économie circulaire (AGEC) vise à interdire certains plastiques à usage unique, et dans le monde 175 pays ont voté, sous l'égide des Nations unies en mars 2022 à Nairobi, la mise en place d'un traité mondial de lutte contre la pollution plastique. Une résolution historique qui lance officiellement les négociations sur un accord juridiquement contraignant.

L'omniprésence du plastique dans les laboratoires de recherche

Dans ce contexte, le monde de la recherche doit fournir un effort particulier. Une étude menée il y a dix ans par l'Université d'Exeter (Urbina *et al.*, 2015) évalue en effet qu'un scientifique en sciences de la vie « consomme » d'environ 1 000 kg de plastique par an. À titre de comparaison, la consommation annuelle moyenne de plastique par habitant en Europe est de 140 kg (OCDE, 2022). Pratique, stérile et peu cher, le plastique s'est en effet rapidement invité puis imposé dans les laboratoires. Des initiatives pour réduire son impact ont vu le jour très récemment, tels que le LEAF (Laboratory Efficiency Assessment Framework¹) ou le SELS (Sustainable European Laboratories Network²) qui facilitent la mise

en réseau des laboratoires souhaitant réduire leur usage du plastique, et mettent à disposition des ressources documentaires incitant à l'adoption d'écogestes. Mais ces initiatives restent assez isolées et peu connues, notamment en France.

Les laboratoires de recherche étant une source importante de pollution plastique, la mise en place d'une stratégie efficace de réduction est aujourd'hui nécessaire et doit être basée sur une approche spécifique aux activités expérimentales. Remplacer le plastique par d'autres pratiques ou d'autres matériaux, comme le verre, dépend fortement de l'usage dans la discipline considérée et pose de nombreuses questions : le nettoyage du matériel réutilisable représente-t-il un réel gain environnemental lorsqu'il faut pour cela utiliser plusieurs produits chimiques et de nombreux litres d'eau ? Est-ce économiquement viable ? Est-ce socialement acceptable ? Les retours d'expérience sont rares sur ce sujet complexe, même si les travaux de Farley et Nicolet (2023) ou de Kilcoyne *et al.* (2022) peuvent être cités, ceux-ci étant parvenus à réduire significativement l'usage du plastique dans leur laboratoire. Ces initiatives doivent se généraliser dans le monde de la recherche. Pour cela, une méthode générique doit être proposée, déroulant une démarche didactique pour tout laboratoire souhaitant entamer une stratégie de réduction de sa consommation de plastique. Si chaque laboratoire doit opter pour des protocoles spécifiques en fonction de sa discipline, il est nécessaire d'établir une démarche globale permettant de dresser un état des lieux de l'usage du plastique, de repérer dans quelles conditions celui-ci est évitable ou remplaçable et si les coûts environnementaux, économiques et humains de ces changements de pratiques sont acceptables. C'est le but du projet Redplast.

Questionner nos pratiques pour les rendre plus écoresponsables

Travailler avec des laboratoires-pilotes

Afin d'établir si la démarche qui allait être proposée dans le cadre de ce projet était concrètement applicable et ensuite généralisable, il est apparu indispensable de s'appuyer sur un réseau de laboratoires pilotes. En lien avec les unités coordinatrices du projet, à savoir EABX et IATE, les chargés de mission RSE des centres INRAE correspondants (respectivement Nouvelle-Aquitaine Bordeaux et Occitanie-Montpellier) ont été sollicités. Le projet a ainsi été présenté aux unités concernées et permis de faire émerger sept laboratoires pilotes, appartenant aux unités ASTRE, BFP, ITAP, NuMeA, SAVE, SPO et Herbiopôle³. Un réseau de collaborations s'est ainsi formé, riche de motivations et plus tard d'expériences et de bonnes idées à partager.

1. <https://www.uclac.uk/sustainable/make-your-lab-sustainable-leaf>

2. <https://sels-network.org>

3. Unités mixtes de recherche ASTRE (Animal, santé, territoires, risques et écosystèmes), BFP (Biologie du fruit et pathologie), ITAP (Technologies et méthodes pour les agricultures de demain), NuMeA (Nutrition, métabolisme, aquaculture), SAVE (Santé et agroécologie du vignoble), SPO (Sciences pour l'oenologie), unité expérimentale Herbiopôle (plateforme expérimentale sur les herbivores et les prairies).

Initier une prise de conscience en dressant le bilan de la consommation de plastique du laboratoire

Quantifier la masse de plastique « consommée » annuellement par les laboratoires pilotes a été la première étape du projet, une étape importante qui a permis aux agents impliqués de se représenter la masse de déchets produits chaque année. Afin de calculer cette masse, tous les achats correspondant à du plastique de laboratoire ont été recensés de 2019 à 2022, à partir de la nomenclature NACRES (ainsi, par exemple, le code NB.11 correspond aux achats de « microtubes, cryotubes, tubes à usage unique »). Au total 21 codes NACRES ont été retenus. Chaque type de consommable a été caractérisé par son poids (par exemple, un microtube de 0,5 ml pèse 0,46 g), la quantité annuelle commandée, et par le polymère qui le compose (polypropylène ou polystyrène en général). L'évaluation a abouti à une consommation plastique moyenne allant de 100 kg.an⁻¹ à 1,8 tonne.an⁻¹ selon le laboratoire pilote considéré (médiane = 950 kg.an⁻¹). Rapportée au nombre total d'agents dans les unités considérées, cette consommation correspond à une moyenne de 1,5 kg à 28,1 kg de plastique par personne et par an. Ces valeurs sont bien en deçà de celles avancées par Urbina *et al.*, mais ces auteurs ne précisent pas comment ils ont évalué la consommation de plastique, ni comment ils ont calculé les ratios par personne. En ne considérant pas les emballages dans nos bilans (dont bidons et boîtes), et en calculant le ratio par personne à partir du nombre total d'agents de l'unité (dont administratifs), notre évaluation est certainement très optimiste. Dans tous les cas, la consommation de plastique varie en fonction de la discipline. Parmi les laboratoires pilotes, ceux menant des expérimentations en biologie moléculaire et en microbiologie présentent une empreinte plastique bien supérieure à celles des laboratoires de chimie ou d'écologie par exemple, car les activités exigeant un niveau élevé de stérilité du matériel sont grandes consommatrices de plastique à usage unique.

La recherche d'alternatives : les « 3 R »

Ce bilan fait, un travail d'équipe au sein de chaque laboratoire pilote a permis d'identifier des pistes de diminution de la consommation du plastique, en suivant la logique des « 3 R » : réduire, réutiliser, recycler (Bistulfi, 2013).

Réduire l'utilisation du plastique signifie le remplacer par des options plus durables : dans la mesure du possible, les laboratoires pilotes ont utilisé de la verrerie autoclavable plutôt que du plastique. Cela a pu être mis en œuvre dans de nombreuses situations pour les tubes et les pipettes par exemple, ainsi que certains flacons. Le *Sustainable Lab Consumables Guide* (Franssen et Johnson, 2021) proposé par l'University College of London a offert quelques pistes intéressantes à ce sujet. L'achat de pointes de pipettes en vrac ou en racks en carton a également permis de réduire le volume des emballages plastiques. Enfin, une attention particulière a été accordée à un usage raisonné des gants en nitrile, dont l'impact environnemental est connu pour être particulièrement élevé (Ragazzi *et al.*, 2023).

Lorsque le plastique ne pouvait pas être facilement remplacé par des alternatives plus durables, des efforts ont été faits pour le réutiliser. Cela a nécessité d'établir des protocoles de décontamination, dont le développement a été réalisé par les laboratoires pilotes étant donné que de tels protocoles sont très peu disponibles dans la littérature (Howes, 2019 ; Bryant *et al.*, 2023).

Le dernier « R » en revanche, relatif au recyclage, n'a pas pu être mis en pratique car dans les laboratoires de recherche, les déchets plastiques sont rarement exempts de risques biologiques ; ils sont donc majoritairement incinérés.

Sur ces bases, chaque laboratoire pilote a été invité à optimiser une ou plusieurs expériences de routine en tenant compte de la quantité de déchets plastiques générée. Plusieurs scénarios étaient possibles en fonction du niveau d'optimisation proposé. Pour chacun d'entre eux, la masse de plastique (selon les différents types de polymères), l'empreinte carbone (en équivalent CO₂) et le coût financier ont été calculés. Une attention particulière a été portée au temps de travail nécessaire pour leur mise en œuvre.

Faire face aux freins

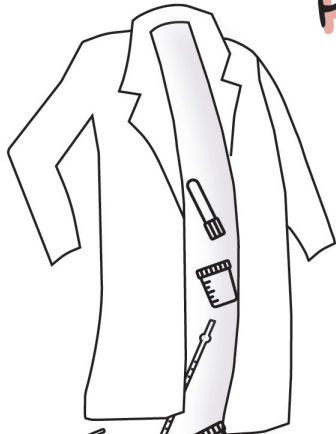
S'affranchir du plastique en laboratoire ne s'est pas toujours avéré aisé, ni même possible. Mais une démarche telle que celle que nous proposons au travers du projet Redplast n'a pas vocation à contraindre les laboratoires à abandonner totalement ce matériau. Nous invitons simplement chacun à s'interroger sur ses pratiques et à identifier des pistes d'amélioration. Celles-ci en revanche ne doivent pas entrer en conflit avec la qualité des mesures attendues, ni générer un fort accroissement du temps de travail.

Certaines contraintes techniques sont réelles. Comme évoqué précédemment, les activités expérimentales qui sont au cœur des laboratoires de biologie moléculaire ou de microbiologie consomment énormément de plastique à usage unique, car elles requièrent une stérilité absolue et du matériel « DNA/RNA free ». Dans de tels cas, le réemploi n'est pas pour autant systématiquement exclu (Bryant *et al.*, 2023), mais plus difficile à mettre en œuvre.

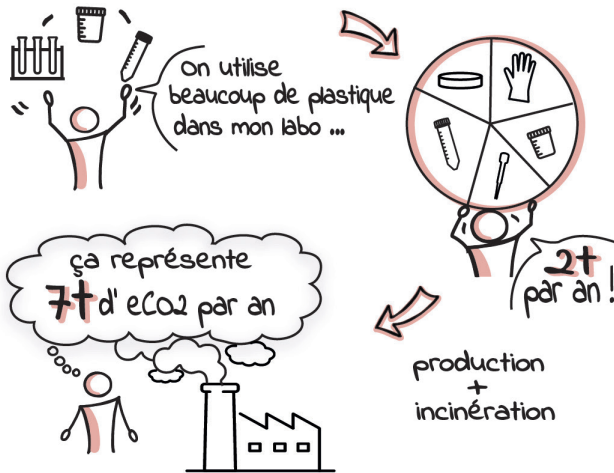
Une fois les contraintes techniques levées, il faut aborder la question du temps de travail que nécessitent le lavage, le séchage et parfois la stérilisation du matériel réemployé. Cette dimension a parfois été bloquante, notamment dans les laboratoires non équipés en machines à laver. Tous les laboratoires pilotes ont appelé de leurs vœux le retour des agents de laverie, dont les postes ne sont plus renouvelés. Il s'agit là d'une question de politique d'établissement, qui représente un levier très puissant de mise en œuvre concrète de la transition écologique dans la recherche.

Enfin, un dernier frein repose sur l'offre restreinte des fournisseurs en matériel de laboratoire écoresponsable, dans le cadre des marchés d'établissement. Il est permis d'espérer que cette situation change si la demande s'accroît dans les années à venir.

REDUIRE L'UTILISATION DU PLASTIQUE AU LABO



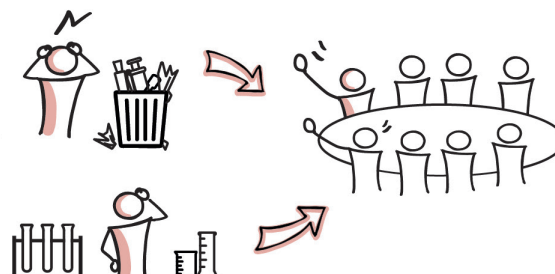
1 FAIRE LE BILAN



2 TROUVER DES ALTERNATIVES



3 AGREGER LES INITIATIVES



Des changements de pratiques qui s'amorcent et qui essaient

Accompagner les changements de pratiques

Afin d'accompagner le changement de pratiques au sein des laboratoires participants, le projet a développé et mis à disposition une méthode pas à pas d'évaluation de l'impact environnemental des différents scénarios alternatifs déterminés pour chaque expérimentation de routine.

L'« empreinte plastique » d'une expérimentation a été calculée de façon très simplifiée, sur la base de la masse totale de plastique utilisée.

L'empreinte carbone correspondante a été déterminée selon les facteurs d'émission fournis par l'ADEME (Agence française de la transition écologique)⁴. Il a été pris en compte à la fois les facteurs liés à la production (de l'extraction à la fabrication) et ceux liés à l'élimination de chaque polymère (principalement le polystyrène et le polypropylène pour le matériel de laboratoire) ou du verre. Nous avons supposé que l'incinération était le mode d'élimination le plus courant pour ce type de déchets. Les émissions liées au moulage et au transport du matériel n'ont pas été considérées car elles sont généralement secondaires dans le bilan global (Ragazzi *et al.*, 2023). Les émissions carbone liées au séchage et/ou à l'autoclavage (électricité) des matériaux après leur lavage, ont été calculées à partir de la consommation électrique (en kWh) des étuves et des autoclaves lors de cycles standards, en tenant compte des taux de remplissage, et les émissions associées à la production électrique en France (en g.kWh⁻¹). Les émissions carbone liées à la fabrication de ces instruments ont également été déterminées (données transmises par le fournisseur) et ramenées à l'expérience en tenant compte de leur durée de vie attendue (généralement dix ans) et de leur fréquence d'utilisation. Les laboratoires participants ont généralement lavé le matériel à la main (pour une estimation de la demande d'énergie et d'eau d'un laveur de laboratoire, voir Farley et Nicolet, 2023). Lorsque le prélavage nécessitait de l'éthanol, les émissions correspondantes (production et élimination de l'éthanol) ont elles aussi été notées. Enfin, nous avons supposé un taux de casse de 5 % pour les articles en verre.

Pour ce qui concerne les coûts financiers, nous avons déterminé le nombre d'expériences à partir duquel les scénarios alternatifs (comprenant l'achat d'articles en verre et un taux de casse de 5 %) devenaient moins onéreux que les scénarios non optimisés. Alors que le coût d'achat du plastique à usage unique est le même pour chaque expérience, le coût du verre est maximal dans la première expérience et décroît à chaque réutilisation.

Enfin, afin d'évaluer le temps de travail supplémentaire potentiellement généré par la mise en place de pratiques alternatives, il était à l'origine prévu de chronométrer les agents. Ceci s'est avéré trop fastidieux et a laissé place à une évaluation, certes subjective mais utile, de la faisabilité de tels protocoles en routine.

Des habitudes d'achat qui changent, des protocoles qui consomment moins de plastique

Plusieurs protocoles moins gourmands en plastiques ont ainsi été établis.

Un laboratoire pilote a par exemple travaillé à l'optimisation d'un protocole d'extraction d'ADN sur matrice végétale, fournissant un rendement d'extraction moyen de 500 µg d'ADN (il est intéressant de noter qu'extraire 1 g d'ADN avec ce protocole dans sa version non optimisée génère 400 fois plus de déchets plastiques). Un premier niveau d'optimisation a consisté à réutiliser 40 fois les pipettes en plastique de 5 ml et de 10 ml avant de les remplacer par des pipettes en verre dans la version la plus optimisée. Celle-ci a permis de diviser par 4 l'empreinte plastique et par 3 l'empreinte carbone de cette expérimentation, en tenant compte de l'élimination, du lavage, du séchage et/ou de la stérilisation des articles (réutilisés) en plastique ou en verre. L'achat de ces articles en verre a été financièrement compensé à partir de la 25^e répétition de l'expérience.

Un autre exemple concerne le dosage colorimétrique de protéines par la méthode BCA (BiCinchoninic acid Assay). Le niveau intermédiaire d'optimisation a consisté à réutiliser 40 fois les pointes de pipette de 5 ml et les tubes Falcon™ de 50 ml. Leur remplacement respectif par des pipettes et des béchers en verre dans la version optimisée de l'expérience a conduit à une empreinte plastique divisée par 1,6 pour une empreinte carbone correspondante divisée par 2,7. Les coûts financiers ont été compensés à partir de la 5^e répétition de l'expérience.

Pour ces deux exemples, l'impact de la mise en œuvre des protocoles optimisés sur le temps de travail n'a pas été jugé significatif par les opérateurs. Ils sont donc dorénavant réalisés en routine dans tous les laboratoires pilotes.

Les changements de pratiques opérés par ces derniers ont également modifié certaines de leurs habitudes d'achat : le vrac a ainsi été privilégié dans la mesure du possible, les boîtes de pointes ont été fréquemment remplacées par des modules de recharge (soit une réduction de 40 % des déchets plastiques). Un des laboratoires a remplacé les boîtes de pointes de 10 µl en plastique par des boîtes en carton, faisant ainsi l'économie de 38 kg de déchets plastiques sur l'année.

Travailler à l'échelle inter-établissements

Grâce à l'accompagnement et au soutien financier de la direction RSE d'INRAE, une vidéo de type *motion design*, pour la présentation du projet Redplast, a été réalisée⁵. Ce format de communication a permis une diffusion large et rapide de la démarche et donc déclenché de nombreuses sollicitations de la part d'unités désireuses de réduire leur usage de plastiques. Cette mise en relation de différents acteurs a permis d'agréger de nombreuses initiatives, au sein d'INRAE comme d'autres instituts, et a fait émerger

4. <https://base-empreinte.ademe.fr>

5. <https://www.youtube.com/watch?v=gxN3nXyaoyc>

Interview de Géraldine Gourgues, Technicienne de la Recherche

UMR 1332 BFP, équipe Mollicutes

Qu'est-ce qui a motivé votre participation au projet ?

Je pense que chaque geste, même petit, contribue à diminuer notre consommation de plastique dans notre vie quotidienne. Dans mon équipe nous consommons beaucoup de plastique à usage unique. Certaines références me paraissent irremplaçables à l'heure actuelle, car elles garantissent la fiabilité et la reproductibilité de nos expériences. En revanche, nous pouvons et devons faire des efforts pour aller vers une utilisation plus raisonnée du plastique dans les laboratoires quand cela est possible.

Comment le projet a-t-il été accueilli dans l'équipe ?

Plutôt bien, car j'ai proposé dans un premier temps des alternatives moins consommatrices de plastique sans trop de contraintes ou changements drastiques pour les utilisateurs. La bonne nouvelle également est que ces changements de consommables plastiques représentent des économies, car les alternatives proposées sont moins coûteuses.

Qu'est-ce qui a changé depuis en termes de nouvelles pratiques d'achats et nouveaux protocoles ?

Nous avons définitivement adopté les alternatives qui consomment moins de plastique. Nous avons également commandé des flacons en verre de petite contenance pour les substituer aux nombreux tubes plastiques utilisés par exemple pour le stockage des solutions. Enfin dans certains protocoles d'extraction d'ADN, les consommables plastiques sont maintenant réutilisés : chaque solution a une pipette plastique dédiée et elle n'est changée qu'après une vingtaine d'utilisations.

un souhait commun : disposer d'une librairie de protocoles sobres, écoresponsables et d'un calculateur permettant d'évaluer quantitativement l'empreinte environnementale de ces protocoles. Ces protocoles devront être testés afin de garantir que le remplacement du plastique par des pratiques ou des matériaux plus durables n'a pas d'impact sur la qualité des mesures et des résultats. Ainsi, tout laboratoire ayant l'ambition de réduire sa consommation de plastique pourrait au préalable interroger cette base et vérifier l'existence d'une version optimisée de l'expérimentation envisagée. Dans le cas contraire, il pourrait développer un protocole et le soumettre via la base. Le calculateur permettra quant à lui d'analyser les données contenues dans la base afin de repérer les étapes et conditions techniques responsables des émissions carbonées et déchets plastiques générés par la mise en œuvre du protocole. Un groupe de travail inter-instituts, composé d'agents d'INRAE, du CNRS, de l'INSERM, de l'ENS, de l'IFREMER, de l'IRD, de l'Institut Pasteur et de Sorbonne Université s'est constitué afin de travailler collectivement à la mise en œuvre concrète de ces objectifs. L'obtention récente de financements de la part de l'Université de Bordeaux dans le cadre du programme ACT (PIA 3) et de l'OASU (Observatoire aquitain des sciences de l'univers) apporte le soutien nécessaire à ce changement d'échelle (projet Redplast-Up).

Conclusion

Le projet Redplast a permis de prendre la mesure du défi réel que représente la transformation des pratiques de recherche. En démontrant qu'elle est possible, il en est devenu une « preuve de concept ». Les laboratoires pilotes engagés dans l'initiative Redplast ont aujourd'hui intégré dans leurs pratiques de routine les protocoles écoresponsables mis au point durant le projet. Cette démarche doit maintenant se généraliser dans le monde de la recherche, c'est le nouveau défi que le collectif, élargi aux participants et participantes du groupe inter-instituts nouvellement créé, se propose aujourd'hui de relever. N'hésitez pas à nous contacter afin de rejoindre l'initiative Redplast-Up ! ■

Références

- Bar-On Y. M., Phillips R. et Milo R. (2018). The biomass distribution on Earth. *PNAS*, 115, 6506-6511. <https://doi.org/10.1073/pnas.171184211>
- Bistulfi, G. (2013). Reduce, reuse and recycle lab waste. *Nature*, 502(170).
- Bryant, J. A. J., Longmire, C., Sridhar, S., Janousek, S., Kellinger, M., et Wright, R. C. (2023). TidyTron: Reducing lab waste using validated wash-and-reuse protocols for common plasticware in OpenTrons OT-2 lab robots. *SLAS Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.slast.2023.08.007>
- Farley, M., et Nicolet, B. P. (2023). Re-use of laboratory utensils reduces CO2 equivalent footprint and running costs. *PLoS One*, 18(4), 1-11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283697>
- Franssen, T., et Johnson, H. (2021). The implementation of LEAF at public research organisations in the biomedical sciences: a report on organisational dynamics. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5771609>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., et Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science advances*, 3(7), e1700782).
- Gontard, N. (2021). Que faire des emballages plastiques ? *Pour la science*, 524(6), 46-52. <https://doi.org/10.3917/pls.524.0046>
- Gontard, N., David, G., Guilbert, A., et Sohn, J. (2022). Recognizing the long-term impacts of plastic particles for preventing distortion in decision-making. *Nature Sustainability*, 5(6), 472-478. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-00863-2>
- Howes, L. (2019). Can Laboratories Move Away from Single-Use Plastic? *ACS Central Science*, 5(12), 1904-1906. <https://doi.org/10.1021/acscentsci.9b01249>
- Kilcoyne, J., Bogan, Y., Duffy, C., et Hollowell, T. (2022). Reducing environmental impacts of marine biotoxin monitoring: A laboratory report. *PLOS Sustainability and Transformation*, 1(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pstr.0000001>
- Loubet, P., Couturier, J., Arduin, R. H., et Sonnemann, G. (2022). Life cycle inventory of plastics losses from seafood supply chains: Methodology and application to French fish products. *Science of The Total Environment*, 804. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150117>
- Macleod, M., Domercq, P., Harrison, S., et Praetorius, A. (2023). Computational models to confront the complex pollution footprint of plastic in the environment. *Nature Computational Science*, 3, 486-494. <https://doi.org/10.1038/s43588-023-00445-y>
- OCDE. (2022). Plastics use by region. <https://doi.org/10.1787/bab5b88f-en>
- Ragazzi, I., Farley, M., Jeffery, K., et Butnar, I. (2023). Using life cycle assessments to guide reduction in the carbon footprint of single-use lab consumables. *PLOS Sustainability and Transformation*, 2(9), 1-21. <https://doi.org/10.1371/journal.pstr.0000080>
- Urbina, M. A., Watts, A. J. R., et Reardon, E. E. (2015). Labs should cut plastic waste too. *Nature*, 528(479). <https://doi.org/10.1038/528479c>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Sobre : une formation continue au service des économies d'énergie dans les serres de recherche

Rémi Gardet¹
Laurent Charlon²
Stéphane Bernard³
Étienne Chantoiseau⁴

CORRESPONDANCE

remi.gardet@institut-agro.fr

RÉSUMÉ

Soutenu par la DRSE d'INRAE, le projet « Sobre » a permis de concevoir et d'expérimenter une formation continue destinée à renforcer les compétences des ingénieurs et techniciens responsables des serres et des salles de culture de recherche. Les compétences acquises permettront aux participants de s'appuyer sur des leviers d'optimisation des consignes, afin de réduire les consommations énergétiques, notamment concernant le chauffage et l'éclairage. Cette initiative pilote ayant démontré son efficacité, elle pourrait être déployée à plus grande échelle sous une forme décentralisée et à distance, et bénéficier ainsi à l'ensemble des agents intervenant dans les infrastructures de recherche végétale en conditions contrôlées.

MOTS-CLÉS

Serre ; salle de culture ; énergie ; sobriété ; formation

1 INRAE, Institut Agro Rennes-Angers, Université d'Angers, UMR IRHS, SFR QUASAV, 49071 Beaucouzé, France.

2 INRAE, Institut Agro Rennes-Angers, Université de Rennes, UMR IGEPP, 35653 Le Rheu, France.

3 INRAE, Université Clermont-Auvergne, UMR GDEC, 63000 Clermont-Ferrand, France.

4 Institut Agro Rennes-Angers, UP Ephor, 49045 Angers, France.

Sobre: a continuing education program to support energy savings in research greenhouses

Rémi Gardet¹
Laurent Charlon²
Stéphane Bernard³
Étienne Chantoiseau⁴

CORRESPONDENCE

remi.gardet@institut-agro.fr

ABSTRACT

Supported by INRAE's division for Social and Environmental Responsibility, the "Sobre" project enabled the design and testing of a training program aimed at strengthening the skills of engineers and technicians responsible for managing research greenhouses and growth chambers. By leveraging optimization strategies for setpoint management, the program aims to allow the trainees to reduce energy consumption, particularly for heating and lighting. Having proven its effectiveness, this pilot initiative could be scaled up and delivered in a decentralized, remote format, thereby benefiting all personnel involved in controlled-environment plant research facilities.

KEYWORDS

Greenhouse; grow chamber; energy; sobriety; conserver training

1 INRAE, Institut Agro Rennes-Angers, Université d'Angers, UMR IRHS, SFR 42071 QUASAV 49071 Beaucouzé, France.

2 INRAE, Institut Agro Rennes-Angers, Université de Rennes, UMR IGEPP, 35653 Le Rheu, France.

3 INRAE, Université Clermont-Auvergne, UMR GDEC, 63000 Clermont-Ferrand, France.

4 Institut Agro Rennes-Angers, UP Ephor, 49045 Angers, France.

Introduction

La recherche met chaque jour en lumière les enjeux cruciaux du réchauffement climatique et la nécessité impérieuse de dé-carboner nos sociétés. Dans ce contexte, l'exemplarité est devenue une priorité pour les directions des instituts de recherche. Dans un contexte particulièrement marqué par l'inflation, elles redoublent d'efforts pour mettre en œuvre des plans de sobriété énergétique.

Cependant, au-delà de ces gestes visibles, la recherche s'appuie sur des processus régulés, automatisés et continus, souvent très énergivores. Les serres ou les salles de culture climatisées et éclairées, indispensables aux études en recherche végétale, représentent des points de consommation énergétique majeurs. La transition énergétique dans ce domaine repose sur deux leviers principaux : l'investissement, avec l'adoption de technologies plus économiques telles que l'éclairage LED et la sobriété, en limitant la taille des essais ou en améliorant la régulation de ces processus pour réduire leur consommation.

Le projet « Sobre », retenu par l'appel à projets « pépinière RSE » d'INRAE vise à réduire la consommation énergétique des infrastructures de recherche végétale, telles que les serres et les salles de culture. Il s'agit de renforcer les compétences des ingénieurs et techniciens chargés de leur exploitation, grâce à une formation conçue dans le cadre du projet. Dans cet article, nous expliquons le processus de création de cette formation technique, depuis l'idée initiale jusqu'à sa mise en œuvre. Nous commençons par une analyse des besoins en rappelant le contexte, puis nous expliquons la conception du contenu pédagogique. Nous présentons ensuite un retour sur la mise en œuvre de la formation et terminons avec la proposition d'un déploiement de la formation à l'échelle de l'Institut.

La plateforme Phenotic

Les données présentées dans cet article proviennent de la plateforme angevine Phenotic, ISC (infrastructure scientifique collective) de l'UMR Institut de Recherche en Horticulture et Semence (IRHS), membre de l'Infrastructure de Recherche Phenome-Emphasis. Sur 8 000 m² de serres et salles de culture, Phenotic met en œuvre des équipements de phénotypage haut débit et des surfaces d'expérimentation en conditions contrôlées et confinées. <https://phenotic.hub.inrae.fr>

Intérêt d'une formation approfondie

Une consommation énergétique élevée des serres et des salles de culture inhérente à la recherche sur le végétal

La recherche en biologie végétale requiert souvent des conditions de culture très contrôlées pour analyser les effets des facteurs génétiques sans biais expérimental. Les serres

et les salles de culture offrent un environnement stable et reproductible, essentiel pour comparer différents génotypes dans des conditions identiques ou au contraire pour appliquer des variations environnementales contrôlées à un même ensemble de génotypes. Cependant, ces infrastructures sont extrêmement énergivores, en particulier en raison des besoins en chauffage, refroidissement et éclairage pour maintenir un environnement contrôlé. La consommation énergétique d'une serre peut être jusqu'à 25 fois supérieure à celle d'un bâtiment tertiaire ou d'un logement conforme aux normes actuelles. Ainsi, une serre destinée à la production de tomates peut consommer près de 300 kWh/m²/an (Grisey *et al.*, 2022), contre seulement 12 kWh/m²/an pour le chauffage d'un logement conforme à la réglementation RT2020. Les salles de culture ne font pas exception : pour atteindre un éclairage comparable à celui de la lumière naturelle, il faut installer des équipements très puissants, pouvant atteindre 400 W électrique par m². Combinés aux systèmes de contrôle de la température, qui consomment aussi de l'électricité, ces équipements conduisent à une consommation électrique importante (jusqu'à 3800 kWh/m²/an sur Phenotic à Angers).

L'amélioration de la performance énergétique des serres et salles de culture

L'amélioration de l'enveloppe des bâtiments est une solution déployée au sein d'INRAE sur les nouveaux bâtiments, également valable pour les serres. Les graphiques A et B de la figure 1 montrent que la serre HPE (haute performance environnementale) de Bordeaux a des besoins énergétiques divisés par 1,8 par rapport à la serre témoin. Le graphique C montre qu'en retranchant la production de panneaux photovoltaïques installés sur la toiture de l'annexe, les besoins en chauffage sont totalement compensés.

Toutefois, ces solutions impliquent des investissements conséquents. Comme en témoigne le projet réussi de la serre HPE, la consommation énergétique est 5 fois moins importante qu'une serre témoin (Figure 1), mais pour un coût de construction d'environ 4400 €/m² (double vitrage, verre à faible émissivité), contre 1000 €/m² pour une serre de même niveau de confinement à Angers construite la même année (coûts 2014 non révisés).

L'efficacité énergétique des serres et salles de culture

Pour réduire la consommation énergétique des serres et des salles de culture, plusieurs solutions technologiques existent. Parmi elles, l'éclairage LED se distingue par son efficacité énergétique accrue, ce qui limite la consommation d'électricité tout en produisant moins de chaleur et en réduisant notamment les besoins en refroidissement des salles de culture. Mais l'amélioration de l'enveloppe est aussi un levier important en serre avec, entre autres, la possibilité d'utiliser un double vitrage ou un revêtement à faible émissivité. Cependant, la nécessité de garder une transparence importante limite les gains possibles.

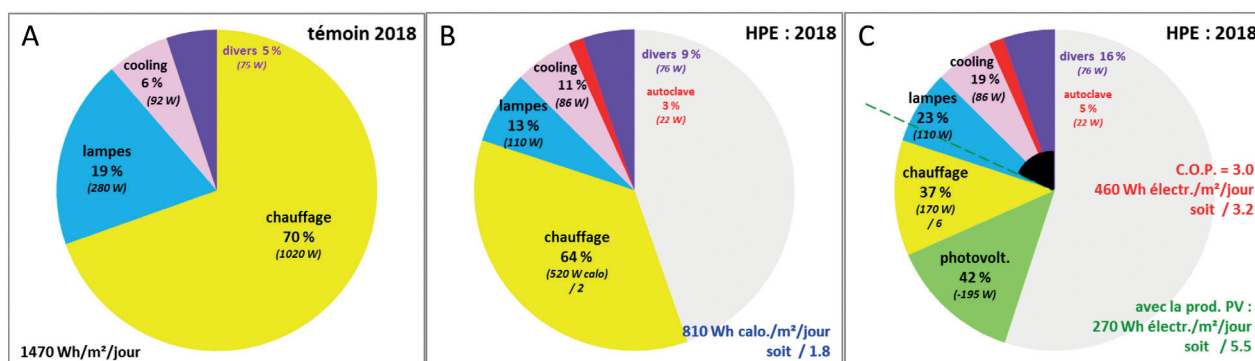


Figure 1. L'exemple réussi d'efficacité de la serre HPE à INRAE Bordeaux (données moyennes de 2014 à 2018, confirmées entre 2019 et 2024) (Just, 2018)

La sobriété possible dans les serres par la maîtrise de leur régulation

Alors que l'efficacité énergétique permet d'utiliser moins d'énergie pour satisfaire un besoin, la sobriété consiste elle à réduire le besoin « à la source » (négaWatt, 2016). L'efficacité correspond plutôt à la performance des équipements alors que la sobriété est liée à nos usages.

Afin de réduire de manière significative la consommation énergétique des serres et des salles de culture, le projet « Sobre » privilégie une approche de sobriété énergétique. En s'appuyant sur des actions simples mais efficaces, il vise à optimiser l'utilisation des ressources énergétiques sans recourir à de lourds investissements. La formation des utilisateurs est ainsi un levier de sobriété.

Par souci de rigueur scientifique et par nécessité de répétabilité d'un essai à l'autre, le chercheur va souvent demander la programmation d'un jeu de consignes simples, avec une alternance de températures jour/nuit complétée par une durée d'éclairage photosynthétique supplémentaire pour assurer le fonctionnement physiologique « normal » de la plante étudiée. Ce paramétrage semble adapté à une salle de culture. En serre, il ne permet pas de prendre en compte les consignes de régulation climatique pour lesquelles un optimum technico-économique est recherché afin de réaliser des économies d'énergie, par exemple en ajustant le chauffage au rayonnement et donc à l'activité photosynthétique potentielle. Ces principes de régulation des serres de production horticole appliqués dans les serres de recherche peuvent être une source de sobriété importante.

La régulation des salles de culture plus simple que celle d'une serre

La régulation climatique d'une salle de culture, par une enveloppe isotherme équipée d'actionneurs nécessaires au contrôle environnemental, ne dépend que très faiblement du climat extérieur. Cette régulation repose sur des boucles de régulation qui agissent directement sur les actionneurs, avec des modulations

assurées par des fonctions PID (proportionnel, intégral, dérivé) préprogrammées. L'opérateur a peu de paramètres à configurer, au-delà des jeux de consignes simples présents dans un protocole standard. Une formation de perfectionnement semble donc moins pertinente que pour la régulation des serres, même si la consommation énergétique d'une salle de culture est nettement supérieure rapportée au m². Pour réduire cette consommation énergétique, la recherche d'efficacité semble le principal levier (éclairage LED), complétée par une gestion optimisée des périodes d'utilisation.

Construction et réalisation d'une formation pilote

Le projet Sobre s'est appuyé dès sa conception sur trois installations expérimentales (Phenotic, VégéPôle¹, IE-IGEPP²), avec des programmes de recherche de trois départements (SPE³, BAP⁴, AES⁵), portant sur des espèces différentes (grandes cultures et cultures spécialisées) et dans des contextes climatiques contrastés (océanique et continental) pour construire une formation pilote entre octobre et décembre 2023, pour une durée totale de 2,5 jours.

Une formation pilote : la physique pour comprendre les principes de régulation et atteindre des cibles d'économie d'énergie

L'étude approfondie des principes de thermodynamique appliqués à l'environnement confiné d'une serre (ou d'une salle de culture) permet de mieux comprendre les interactions entre les différents paramètres climatiques et leurs impacts sur la croissance des plantes. Les déperditions énergétiques d'une serre, nettement supérieures à celles d'un bâtiment tertiaire, soulignent la nécessité d'une régulation précise et adaptée. Les facteurs tels que l'ensoleillement, la conductivité des matériaux et la ventilation jouent un rôle primordial dans la dynamique thermique de la serre. Cette compréhension approfondie est indispensable pour optimiser et comprendre les stratégies de régulation.

1. <https://piaf.clermont.hub.inrae.fr/le-piaf/dispositifs-d-experimentation/vegepole>

2. <https://igepp.rennes.hub.inrae.fr/l-igepp/plateformes/serres-et-installations-experimentale>

3. Santé des Plantes et Environnement

4. Biologie et Amélioration des Plantes

5. AgroEcoSystèmes

La compréhension des principes thermodynamiques permet également de différencier les systèmes de culture fermés, tels que les salles de culture, des systèmes ouverts comme les serres. En effet, la serre, soumise aux fluctuations climatiques extérieures, constitue un système thermodynamique bien plus complexe. Les leviers d'optimisation de la régulation sont donc plus nombreux et plus difficiles à maîtriser.

Or, les phénomènes physiques en environnement contrôlé sont en lien direct avec la physiologie végétale. Les processus de photosynthèse et de respiration sont étroitement liés aux conditions environnementales. La transpiration végétale, par exemple, joue un rôle crucial dans la régulation du microclimat de la serre (en refroidissant l'air). Dans les serres de production, une forte densité de plantes peut entraîner une hygrométrie élevée, tandis que dans les serres de recherche, avec des densités de plantes parfois faibles, un climat sec peut induire une fermeture stomatique, limitant ainsi les échanges gazeux et la photosynthèse. Ces interactions soulignent l'importance d'une régulation précise pour garantir des conditions de culture optimales et éviter les biais expérimentaux.

Enfin, ces compétences en physique permettent également d'appréhender la régulation climatique nécessaire, non seulement

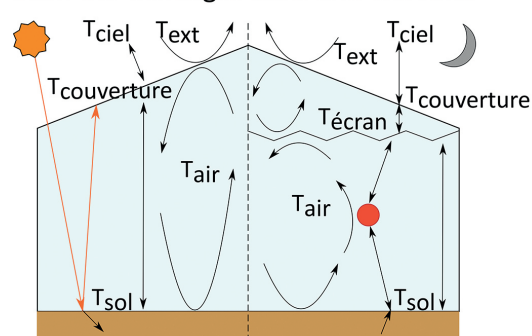
pour optimiser la croissance des plantes en contexte de production de matériel végétal, mais aussi pour étudier les interactions complexes entre les plantes et leurs pathogènes dans le cadre d'activités de recherche. En effet, la régulation précise des conditions environnementales est essentielle pour reproduire des conditions d'infection optimales et ainsi mieux comprendre les mécanismes de développement des maladies. Il en va de même pour l'étude de stress abiotique, par exemple l'application d'un stress hydrique.

Les bilans de ces échanges physiques diurnes et nocturnes (Figure 2) constituent donc la base des principes de régulation mis en œuvre dans la gestion du climat d'un environnement contrôlé d'une serre. La formation balaye l'ensemble de la régulation, en s'attachant à expliquer le lien entre les jeux de consignes, les principes physiques sous-jacents et les besoins des végétaux.

L'écran thermique, un exemple concret de régulation

Le tableau 1 est un exemple de la modulation de la régulation d'un écran thermique. Les écrans thermiques sont dépliés pour permettre de limiter les déperditions liées aux échanges entre

Bilan des échanges dans une enceinte



Bilan des échanges autour d'une plante

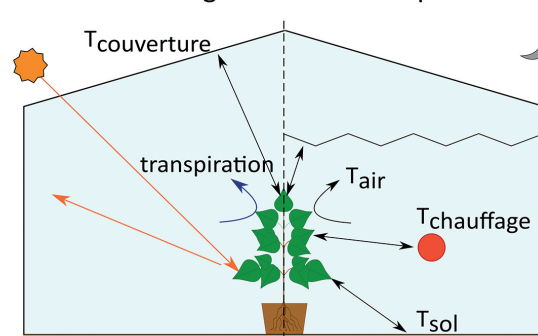


Figure 2. Bilans des échanges sous serre et sous abris (Chantoiseau, 2023)

Tableau 1. Modulation de la régulation (sur rayonnement et température) d'un écran mixte ombrage-thermique (exposé de 3 consignes sur les 23 consignes disponibles)

Consignes dans l'ordre de priorité (de la plus prioritaire à la moins prioritaire)		
Jeux de consignes	Objectifs de la régulation	Fonctionnement
Utilisation des toiles d'écran en thermique (1)	Autorise ou non l'utilisation des écrans en thermique. Si l'autorisation est donnée, les écrans thermiques seront déployés de l'heure du coucher du soleil à l'heure de lever du soleil	Heure du coucher du soleil = déploiement Heure de lever du soleil = repliement
Écart entre la température ambiante et la température extérieure au-dessus duquel on autorise le déploiement en thermique (2)	Automatise le fonctionnement de l'écran thermique en fonction de la différence entre les températures de chauffage ($T^{\circ}\text{chauffage}$) et extérieure ($T^{\circ}\text{ext}$) dès que des déperditions peuvent générer des consommations énergétiques dues au chauffage ($T^{\circ}\text{ext} < T^{\circ}\text{chauffage}$ en hiver), et a contrario n'autorise pas le déploiement de l'écran thermique pour permettre un rafraîchissement nocturne ($T^{\circ}\text{ext} > T^{\circ}\text{chauffage}$ en été)	Par exemple pour une $T^{\circ}\text{chauffage}$ de 18°C et pour une valeur de cette consigne de -1°C Si $T^{\circ}\text{ext} < 19^{\circ}\text{C}$ Respect de la consigne (1) Si $T^{\circ}\text{ext} > 19^{\circ}\text{C}$ L'écran n'est pas déployé en thermique
Écart entre la température ambiante et la température extérieure au-dessus duquel on respecte le seuil d'ensoleillement (3)	Autorise la modulation du déploiement et repliement de l'écran en fonction du seuil d'ensoleillement, en fonction d'un écart de température plus important entre la température de chauffage et la température extérieure	Consigne = $+13^{\circ}\text{C}$ Si $T^{\circ}\text{ext} < 5^{\circ}\text{C}$ Déploiement et repliement en fonction de consignes de rayonnement

l'intérieur et l'extérieur (Figure 2) en créant une couche isolante supplémentaire non permanente. Le gain est estimé entre 10 et 30 % (Grisey *et al.*, 2022).

Les consignes exposées dans le tableau 1 permettent de réaliser des économies d'énergie en adaptant automatiquement le déploiement de l'écran thermique en fonction des conditions météorologiques et des besoins de la plante en termes de photosynthèse. Ainsi, plus le temps devient couvert et froid, plus les déperditions thermiques sont estimées importantes et peuvent être limitées par le déploiement de l'écran thermique. Cependant, ce déploiement anticipé est limité afin de ne pas contrarier la photosynthèse des plantes. Si la serre est équipée d'un éclairage photosynthétique, le paramétrage pourra anticiper davantage les déploiements en considérant que les économies d'énergie sur le chauffage sont plus importantes que la consommation de l'éclairage, qui permet le maintien de la photosynthèse avec des écrans déployés en pleine journée. Ce cas de figure peut paraître paradoxal, mais il peut être source d'économie d'énergie et compatible avec un fonctionnement physiologique normal des plantes.

Toujours en s'appuyant sur cet exemple, l'intérêt de l'automatisation pour les économies d'énergie peut être démontré. Si le déploiement de l'écran thermique n'est pas automatisé au-delà d'une autorisation horaire (consigne 1 du tableau 1), il est logique de désactiver cette fonction en été pour permettre le rafraîchissement thermique nocturne. Mais il existe alors un risque d'oubli de réactivation des écrans thermiques en période de chauffage et donc de consommation énergétique accrue. Par ailleurs, à la mi-saison, l'opérateur peut ne pas faire les bons choix. La modulation du déploiement de l'écran thermique en fonction de l'écart entre la température intérieure et la température extérieure (consignes 2 et 3 du tableau 1) permet d'automatiser complètement cette fonction et de réaliser éventuellement des ajustements des valeurs seuils (températures ou rayonnement) en fonction du développement de la plante et des objectifs d'économie d'énergie.

Cet exemple illustre un jeu de consignes complexes pour réali-

ser des économies d'énergie. Il existe d'autres jeux de consignes ayant le même objectif de sobriété qui permettent de moduler la consigne de chauffage en fonction du rayonnement d'ajuster l'éclairage artificiel ou de foisonner les appels de puissance sur une installation comportant plusieurs modules.

Mise en œuvre des cibles, analyses des résultats et discussion

Premiers résultats issus des compétences acquises lors de la formation pilote

La figure 3 présente la modulation de la consigne de chauffage en fonction du rayonnement extérieur mise en place sur Phenotic, qui a permis de ramener une consigne de chauffage présente sur un protocole expérimental de 22 °C à 20 °C pour éviter des consommations superflues quand la photosynthèse est naturellement limitée et, inversement, utiliser le réchauffement par effet de serre pour favoriser la photosynthèse quand celle-ci est importante.

Les gains énergétiques se visualisent par l'abaissement de la consigne de chauffage de 20 °C au lieu de 22 °C en l'absence de rayonnement et par du chauffage partiellement « gratuit » apporté par le rayonnement, avec une courbe de la température désirée qui suit la courbe du rayonnement. Au coucher du soleil (rayonnement décroissant puis nul), la température désirée est de nouveau à 20 °C, ce qui correspond à un jour étendu avec de l'éclairage photosynthétique, puis une température désirée de nuit de 18 °C. Cette modulation permet donc aussi d'adapter les besoins en chaleur à l'éclairage installé et, ainsi, d'ajuster la température à l'activité photosynthétique supposée plus élevée avec un rayonnement naturel élevé par rapport à un éclairage artificiel. Une fois encore, le paramétrage peut être affiné en faisant varier à la baisse ou à la hausse les températures et le rayonnement seuils pour trouver le meilleur compromis physiologique et énergétique.

En plus de l'exemple précédent, d'autres cibles ont été mises en place dans une partie des serres de la plateforme Phenotic. L'analyse montre une diminution des températures de chauffage



Figure 3. Visualisations de la modulation de la température désirée en fonction du rayonnement

calculées et imposées par la régulation ou des heures de fonctionnement de l'éclairage photosynthétique. Mais les économies d'énergie sont compliquées à calculer car elles dépendent de la météorologie (température extérieure, couverture nuageuse, ...).

Sur la plateforme mutualisée Phenotic, le cumul des efforts d'efficacité et de sobriété a permis de réduire de 33 % les consommations post-Covid de 2021 à 2023, passant de 3,18 MWh à 2,12 MWh (données de la direction du patrimoine et de l'immobilier INRAE) pour une activité croissante (mise en service de robots de phénotypage haut débit en conditions contrôlées).

Pour conclure, les interactions sont nombreuses : le déploiement des écrans thermiques en fonction du rayonnement permet des gains de chauffage, mais peut générer une consommation électrique supplémentaire par l'utilisation accrue de l'éclairage photosynthétique lui-même modulé, et cette cible doit être différenciée d'une serre à l'autre.

De la formation pilote vers un cycle de formation continue pour une sobriété durable

Initialement prévue entièrement en présentiel pour faciliter les échanges, la formation s'est déroulée à la fois en présentiel et en distanciel. Cette dernière modalité, sans contrainte logistique, a été évaluée en adéquation avec le contenu, aussi bien sur les apports théoriques que sur la mise en œuvre pratique et l'analyse des résultats, les participants pouvant partager leurs écrans, voire prendre en main à distance les logiciels pour l'exploitation des données.

En s'appuyant sur l'exemple du groupe témoin de cette première formation, dans le cas de sessions en distanciel sur une durée de deux jours (3000 €) pour les agents chargés de la régulation climatique de trois installations expérimentales (totalisant 400 K€ de dépenses de fluide), une formation annuelle représente moins de 1 % du budget en fluide de ces installations pour des gains supérieurs. Un rythme annuel permettrait un retour sur les cibles, l'analyse des résultats, le reparamétrage si nécessaire et l'exploration de nouvelles pistes d'amélioration.

L'analyse des cibles dans la formation pilote a montré qu'il était difficile de mesurer quantitativement les gains en économie d'énergie. C'est pourquoi il est nécessaire de définir des indicateurs pour suivre « l'efficacité » des mesures de sobriété mises en œuvre. Ces indicateurs peuvent identifier la consommation spécifique d'un équipement, mesurer les changements de pratiques après sensibilisation des utilisateurs ou établir un suivi à une échelle plus globale de l'installation expérimentale pour informer les tutelles, qui apportent des financements pérennes.

Avec les utilisateurs scientifiques, intégrer les nouvelles compétences dans les protocoles et en mesurer les gains

Lors de la formation pilote menée avec Phenotic, les cibles n'ont pas pu être mises en place sur l'ensemble des modules de serres, car l'essentiel des utilisations doit respecter un

protocole dont l'adaptation à un paramétrage plus économe nécessite une phase de discussion avec l'équipe scientifique utilisatrice.

Une formation spécifique à ces jeux de consignes permettant la sobriété est d'autant plus nécessaire qu'ils sont complexes à comprendre, même avec une documentation technique, du fait des interactions entre paramètres et mesures environnementales (Tableau 1).

Ces nouvelles compétences doivent être l'occasion de discuter avec les scientifiques utilisateurs des serres pour revoir les protocoles en intégrant ces jeux de consignes déjà présents dans la plupart des systèmes de régulation, conçus également pour la production. Si ces changements de paramétrage doivent rester compatibles avec les objectifs scientifiques, l'évolution de consignes basiques vers un paramétrage plus économe en énergie peut s'accompagner d'une meilleure prise en compte des besoins physiologiques de la plante, par exemple l'adaptation de la température au rayonnement.

Conclusion et perspectives

Nous terminons par la proposition d'un déploiement de la formation à l'échelle d'INRAE. Une formation fondée sur la définition de cibles et l'analyse de leurs résultats mériterait d'être organisée de manière pluri-annuelle en distanciel auprès de la communauté des serristes par groupes homogènes de deux ou trois unités. L'ancrage des compétences dans les équipes en charge des serres de recherche et une évaluation quantitative des gains énergétiques seraient alors possibles.

Ces formations sur le pilotage de serres et de salles de culture pourraient également répondre, dans la durée, aux besoins d'expertises croissants en matière d'environnement contrôlé. En effet, les questions biologiques soulevées par la transition agroécologique sont complexes, avec la prise en compte d'interactions multiples nécessitant de croiser les données génétiques, d'environnement et de conduite des cultures afin de gérer les risques multiples. L'utilisation d'environnements contrôlés semble une piste d'investigation robuste, notamment du point de vue du traitement statistique des données, mais un contrôle imparfait peut être à l'origine de biais expérimentaux. Pour continuer à être pertinentes, les installations en environnement contrôlé doivent être de mieux en mieux régulées en se rapprochant des besoins de la plante, tout en permettant la différenciation de certains paramètres, en intégrant la régulation climatique, mais aussi d'autres paramètres comme l'irrigation, la fertilisation et l'environnement biologique des cultures, tel que le microbiote. Cette perspective incite, dans la continuité de la formation proposée pour la sobriété, à intégrer l'acquisition de ces compétences supplémentaires pour les agents d'INRAE chargés du fonctionnement des serres et des salles de culture, aux régulations et automatismes complexes. ■

Références

- Grisey, A., Brajeul, E., & Oudin, T. (2022). *Évolution du parc de serres et des équipements de chauffage en France depuis 2016*. CTIFL, 385.
- Association négaWatt (2016). Sobriété et efficacité énergétique. Consulté le 22 avril 2025 sur <https://negawatt.org/sobriete-efficacite>.
- Just, D. (2018). La Serre pilote HPE de Bordeaux. [École technique]. Intégration de la démarche écoresponsable dans les pratiques expérimentales.
- Chantoiseau, É. (2023). Culture sous serres et sous abris. [Cours magistral en master, Institut Agro Rennes-Angers].



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Optimiser l'efficacité énergétique des systèmes d'information : Étude comparative d'architectures de mise à disposition des données issues d'Agrosyst

Bérenger Vuittenez¹
Thibault Peyrard¹

CORRESPONDANCE

berenger.vuittenez@inrae.fr

thibault.peyrard@inrae.fr

RÉSUMÉ

L'augmentation de la consommation énergétique des data centers, susceptible de doubler entre 2024 et 2026, et plus généralement de l'impact grandissant du numérique sur le climat, justifient de réfléchir aux meilleures solutions technologiques à l'aune de leur consommation énergétique. Dans le cadre de l'évolution des modalités de mise à disposition des données agricoles des plus de 2000 fermes et expérimentations du réseau DEPHY contenues dans le système d'information Agrosyst à des chercheurs et data scientists, la question de l'optimisation de l'efficacité énergétique s'est posée. Deux types d'architecture de livraison de données sont comparés : une architecture historique caractérisée par un stockage systématique des tables finales, et une architecture caractérisée par la création de nombreuses tables intermédiaires et un processus de génération à la volée. L'étude montre que le choix de l'une ou l'autre des architectures va dépendre du volume et du degré de particularité des requêtes. Compte tenu des habitudes actuelles d'utilisation du SI Agrosyst, il semble justifié de changer d'architecture, et donc de diminuer le stockage sur serveur et préférer l'exécution de certaines procédures à chaque génération de jeux de données. Ce changement de paradigme pourrait diviser au moins par deux la consommation énergétique du système de mise à disposition des données. Nous pensons que la méthodologie déployée pour réaliser cette analyse revêt un caractère générique potentiellement intéressant pour d'autres situations plus ou moins similaires. Ce travail pose les bases de la prise en compte systématique de la sobriété énergétique pour les évolutions du SI Agrosyst, et pourrait appuyer l'élaboration d'un cadre méthodologique plus robuste et généralisable.

MOTS-CLÉS

Système d'information ; efficacité énergétique ; livraison de données ; stockage de données ; stockage sur serveur

¹ Agroécologie, INRAE, DPA3P, 21065 Dijon

Optimizing the energy efficiency of information systems: a comparative study of data delivery architectures from Agrosyst

Bérenger Vuittenez¹
Thibault Peyrard¹

CORRESPONDENCE

berenger.vuittenez@inrae.fr
thibault.peyrard@inrae.fr

ABSTRACT

The increase in energy consumption by data centers, which is projected to double between 2024 and 2026, and more generally the growing impact of digital technology on the climate, justify the need to consider the best technological solutions regarding their energy consumption. As part of the evolution of the methods for providing agricultural data from more than 2,000 farms and experiments in the DEPHY network, stored in the Agrosyst Information System, to researchers and data scientists, the issue of optimizing energy efficiency has emerged. Two types of data delivery architecture are being compared: a traditional architecture characterized by the systematic storage of final tables, and an architecture characterized by the creation of numerous intermediate tables and an "on-demand" generation process. The study shows that the choice between these architectures depends on the volume and specificity of the queries. Given the current usage patterns of the Agrosyst system, it seems justified to change the architecture, thereby reducing server storage and favoring the execution of certain procedures at each instance of data generation. This paradigm shift could reduce the energy consumption of the data provisioning system by at least half. We believe that the methodology used for this analysis has a broad applicability and may show potential interest for other similar situations. This work lays the foundation for systematically considering energy efficiency in future developments of the Agrosyst Information System and could support the development of a more robust and generalizable methodological framework.

KEYWORDS

Information system; energy efficiency; data delivery; data storage; server storage

¹ Agroécologie, INRAE, DPA3P, 21065 Dijon

Introduction

Avec l'essor d'internet, des objets connectés et des systèmes d'information, le volume de données générées et stockées dans le monde croît rapidement. Son augmentation est estimée à plus de 80% entre 2023 et 2025 (Hassani et MacFeely, 2023).

Les data centers, qui assurent le stockage de ces données, représentent environ 14 % de l'empreinte carbone du numérique en France (Lees Perasso *et al.*, 2023). Celle-ci est imputable à leur consommation d'électricité – environ 2 % de l'électricité mondiale (Baude *et al.*, 2021) – et plus encore à la construction des infrastructures et la fabrication des batteries nécessaires à leur fonctionnement. Minimiser le niveau de charge de ces services permettrait à la fois de diminuer leur consommation d'électricité et d'agir contre la dynamique de croissance du nombre de ces équipements.

La livraison de données est un rouage essentiel du fonctionnement d'internet, influencé par les pratiques de stockage et de référencement des ressources populaires (Llorca *et al.*, 2013). Cependant, il reste difficile de trouver des ressources pour arbitrer entre différentes architectures de livraison de données du point de vue des systèmes d'information dans la littérature technique. L'optimisation de ces fonctionnalités pourrait pourtant entrer dans le cadre des bonnes pratiques en éco-conception de services numériques (Bonamy *et al.*, 2022).

Notre étude vise à combler ce manque en éclairant la prise de décision au sein d'une équipe responsable d'un système d'information. Le cas d'étude s'appuie sur le système Agrosyst, développé par INRAE dans le cadre du plan Écophyto (Ancelet *et al.*, 2014). Agrosyst collecte des données issues du réseau DEPHY, regroupant plus de 2000 exploitations agricoles sur plus de dix ans, ainsi que des expérimentations visant à réduire l'usage de produits phytosanitaires. Enrichi chaque année par plus de 300 ingénieurs, il centralise des données variées (quantitatives, qualitatives, textuelles) réparties sur une centaine de tables et représentant un volume total de 30 Go.

En 2023, la mise en place d'un entrepôt de données pour Agrosyst a soulevé la question de l'architecture de livraison à adopter. Deux scénarios ont été envisagés : un stockage systématique des données générées ou une génération à la volée suivie d'une suppression après usage. Cet article présente la méthodologie développée pour arbitrer entre ces deux approches, en mettant l'accent sur la comparaison des performances énergétiques. Après une présentation de la démarche de conception de l'entrepôt, nous décrivons les critères et outils permettant de guider ce choix architectural.

La démarche de conception de l'entrepôt et des magasins de données

Génération d'un entrepôt de données

Historiquement, la fourniture des données issues d'Agrosyst à des valorisateurs impliquait l'envoi d'un jeu de données volumineux et non spécifique à leurs usages. Si ce système permettait à n'importe quel utilisateur de trouver les informations nécessaires à son travail, la valorisation était rendue complexe par l'architecture de la base. Dans cette configuration, on avait donc un format unique couvrant toute l'information, mais nécessitant ensuite un important travail individuel des utilisateurs pour extraire ce dont ils avaient besoin. De plus, des données inutiles à l'utilisateur étaient susceptibles d'être stockées sur le poste, aggravant l'impact énergétique de la procédure.

La première étape de mise en place d'un nouveau système de fourniture de données a consisté à créer un entrepôt de données. Celui-ci est une copie de la base de données opérationnelle (à un moment donné). Il est stocké en PostgreSQL et contient toute la logique métier¹ issue de la base de données opérationnelle du système d'information. Pour ce faire, les informaticiens et les agronomes de l'équipe ont conjointement choisi la nomenclature la plus pertinente pour chacune des entités métiers² manipulées. La base de données obtenue constitue la brique élémentaire de tout le travail subséquent. Cet entrepôt est généré grâce à un ensemble de scripts SQL. Ce nouvel entrepôt a été mis à disposition en 2024 sur un site internet : <https://agrosyst.fr/datagrosyst/> (Vuittenez *et al.*, 2025).

Définition des magasins de données

Une fois l'entrepôt mis en place, nous avons conçu des jeux de données appelés « magasins de données » pour répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs. Ces magasins, adaptés à des objectifs métiers déterminés, simplifient l'accès aux données en intégrant des prétraitements et une structure adaptée aux profils types identifiés.

Par exemple, un utilisateur analysant les performances agronomiques d'une variété de blé aura des besoins différents de celui étudiant les performances environnementales d'une exploitation. La diversité des besoins s'explique par le large spectre couvert par la base Agrosyst, où certains pans, comme les rotations culturales, peuvent être inutiles pour des filières comme la vigne.

Certains magasins servent à des plateformes partenaires, comme DEPHYGraph³ et MoCoRiBa⁴, ou à l'animation interne du réseau DEPHY. Ce processus de génération, dynamique et automatisé, répond aux besoins de mise à jour fréquente des utilisateurs.

1. La logique métier de l'application, c'est la raison pour laquelle elle existe. Dans le cadre d'Agrosyst, il s'agit de toutes les informations pouvant avoir un intérêt agronomique.

2. Par extension de la logique métier, toute entité concernant le cœur de l'application est appelée entité métier.

3. <https://dephygraph.fr/#/>

4. <https://mocariba.fr/general/>

Choix d'architecture

Il existe donc un large éventail de données à livrer périodiquement, pour une pluralité importante de profils. Le volume de données et le besoin d'automatisation appellent une vraie réflexion sur les outils informatiques à mobiliser pour faire face à ces défis. En d'autres termes : si on dispose déjà, à ce stade, d'un entrepôt et de la spécification des magasins, il reste à réfléchir à la façon de coordonner au mieux l'ensemble de ces entités. Le choix de l'architecture sera réalisé à la lumière de son coût énergétique et de sa complexité.

Construction de la proposition d'architecture

Choisir une architecture de livraison de données, c'est arbitrer entre une consommation d'énergie au stockage et une consommation d'énergie au moment de l'exécution d'un processus de génération. Certaines architectures font le choix de stocker directement les données à livrer à l'utilisateur final tandis que d'autres font appel à des processus de génération intermédiaires. Pour ces dernières, le coût en stockage sera moins grand mais le coût en génération sera d'autant plus grand que le nombre de requêtes sera élevé.

Présentation de l'architecture

La fourniture d'un jeu de données apparaît triviale de prime abord : il s'agit de déplacer une donnée d'un point A (souvent un serveur) à un point B (souvent le poste d'un utilisateur), comme le montre la figure 1.

Cependant, pour des jeux de données au volume important, il peut être énergivore de stocker en base de données l'intégralité du jeu de données tel que l'obtiendra l'utilisateur. On sera donc amené à complexifier le processus de livraison en intercalant, entre le serveur et l'utilisateur, une étape de génération de l'état final : c'est la méthode de génération à la volée (Figure 2). Une fois les résultats finaux obtenus et délivrés, ceux-ci sont détruits et l'espace disque libéré.



Figure 1. Architecture de livraison sans intermédiaire

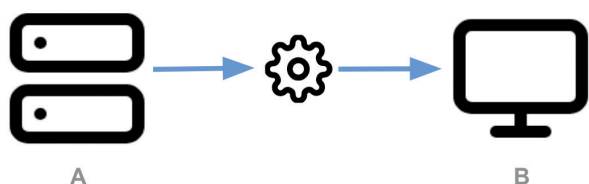


Figure 2. Architecture de livraison avec calculs à la volée

Le problème de cette solution, notamment pour les données issues d'Agrosyst où le nombre de traitements à effectuer est important, est que le coût de la génération peut s'avérer plus élevé que la solution de stockage (en fonction du nombre de requêtes, de leur fréquence...). Face à ce constat, nous considérons qu'il est judicieux d'introduire une approche intermédiaire, détaillée dans la figure 3 :

- stocker en base de données les données complexes à générer ;
- générer à la volée les jeux de données finaux à forte redondance.

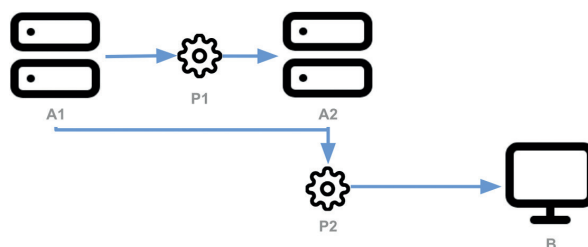


Figure 3. Architecture de livraison retenue

Les composants de cette solution intermédiaire sont les entités suivantes :

- A1 : base de données, appelée entrepôt de données et contenant toutes les données brutes utilisées dans la suite du processus ;
- A2 : base de données, appelée outils, contenant l'ensemble des tables complexes à générer ; elle est générée grâce au processus P1 et permet au processus P2 de disposer de toutes les informations sans être trop coûteux ;
- P1 : processus permettant d'obtenir les tables complexes à générer (en Python) ;
- P2 : processus permettant à l'utilisateur d'obtenir les jeux de données finaux (en SQL) ;
- B : poste de l'utilisateur final.

La version complète de l'article apporte plus d'informations sur ce qu'il est sous-entendu par « tables complexes à générer », sur les raisons du choix des différents langages et sur les limites de cette architecture, notamment vis-à-vis de la dynamique d'accès aux données (Vuittenez et Peyrard, 2025).

Quantification des différences de performances entre les deux scénarios d'architecture

Afin de justifier notre choix, nous avons comparé deux architectures :

- l'une correspondant à une extension de l'ancienne version d'architecture et caractérisée par un stockage systématique des tables finales ;
- l'autre correspondant à une nouvelle version d'architecture et caractérisée par la création de nombreuses tables intermédiaires et un processus de génération à la volée.

Pour quantifier les différences espérées grâce à la nouvelle méthodologie, on cherchera à quantifier l'énergie utilisée pendant la durée de vie de la donnée. Afin de quantifier le gain énergétique associé à la nouvelle architecture, nous définissons G , exprimé comme suit :

$$G = 1 - \frac{e_B}{e_A} = 1 - \frac{1}{Q} \quad (1)$$

avec :

- e_A : énergie mobilisée par l'ancienne architecture, c'est-à-dire la somme des énergies nécessaires au stockage de l'ensemble des tables ;
- e_B : énergie mobilisée par la nouvelle architecture, c'est-à-dire la somme des énergies nécessaires au stockage des tables nécessaires à la table générée, à laquelle s'ajoute l'énergie de génération de la table finale, multipliée par le nombre de fois où la table est générée par des utilisateurs (nombre d'exécutions du processus P2) ;
- Q : quotient d'efficacité, rapport de e_A sur e_B .

On espère calculer un gain supérieur à 0, prouvant que l'énergie mobilisée par la nouvelle architecture est inférieure à celle mobilisée par l'ancienne architecture.

Or, on peut montrer que ces énergies peuvent s'écrire, dans le cadre de l'insertion d'une nouvelle table accessible à l'export gn et grâce à la majoration sur le terme de génération expliquée dans l'annexe de la version complète de l'article (Vuittenez et Peyrard, 2025), comme :

$$e_A = e_{s_{gn}} \approx \sum_{s_i \in P'_{gn}} e_{s_{s_i}} \quad (2)$$

$$e_B = \sum_{s_i \in P'_{gn}} e_{s_{s_i}} + m \cdot e_{g_{gn}} < \sum_{s_i \in P'_{gn}} e_{s_{s_i}} + m \cdot \alpha \cdot \sum_{s_i \in P_{gn}} e_{l_{s_i}} \quad (3)$$

e_A est l'énergie de stockage de la table gn et celle-ci peut être approchée par la somme de l'énergie nécessaire au stockage de toutes les tables requises pour sa génération dans la nouvelle architecture,

avec :

- S_j : ie table stockée ;
- g_j : ie table générée ;
- e_{st} : énergie utilisée pour le stockage de la table t ;
- e_{gt} : énergie utilisée pour la génération de la table t ;
- e_{lt} : énergie utilisée pour fusionner la table t au résultat (jointure) ;
- P_{g_j} : ensemble tel que $S_j \in P_{g_j}$ si la table S_j est utilisée lors de la génération de g_j ;
- P'_{g_j} : sous-ensemble de P_{g_j} , correspondant à l'ensemble des tables stockées uniquement pour la table générée (spécifique à la nouvelle architecture) ;
- m : entier naturel correspondant au nombre de fois où le processus P2 est lancé pour la nouvelle table (c'est-à-dire le nombre de fois où la table considérée a été générée) ;

- $\alpha = (\text{Card}(P_{gn}) - 1)$ correspondant au nombre de tables jointes au résultat auquel on retranche 1.

En définissant F_p comme le ratio d'énergie entre le stockage de la table t et son utilisation dans une jointure, supposé constant :

$$F_p = \frac{e_{st}}{e_{lt}} = \frac{p_s \cdot v_t \cdot T_{st}}{p_{e_l} \cdot v_t \cdot T_{gt}} = \frac{p_s \cdot T_{st}}{p_{e_l} \cdot T_{gt}} \quad (4)$$

avec :

- P_s : la puissance nécessaire par Go stocké (en W/Go) ;
- P_{e_l} : la puissance nécessaire pour mener à bien la fusion (en W/Go) ;
- V_t : le volume de la table t (en Go) ;
- T_s : le temps de stockage (en h) ;
- T_g : le temps de génération (en h) ;

En définissant un terme r correspondant au rapport énergétique entre la génération des nouvelles tables et l'information totale utile à la génération :

$$r = \frac{\sum_{s_i \in P'_{gn}} e_{s_{s_i}}}{\sum_{s_i \in P_{gn}} e_{s_{s_i}}} \quad (5)$$

En mobilisant l'inégalité obtenue dans l'équation (3), en l'appliquant au quotient d'efficacité et en mobilisant l'ensemble des termes définis ci-dessus, on obtient :

$$Q = \frac{e_A}{e_B} > \frac{\sum_{s_i \in P_{gn}} e_{s_{s_i}}}{\sum_{s_i \in P'_{gn}} e_{s_{s_i}} + m \cdot \alpha (\sum_{s_i \in P_{gn}} e_{l_{s_i}})} = \frac{1}{\frac{\sum_{s_i \in P'_{gn}} e_{s_{s_i}}}{\sum_{s_i \in P_{gn}} e_{s_{s_i}}} + \frac{m \cdot \alpha}{F_p}} = \frac{1}{r + \frac{m \cdot \alpha}{F_p}} \quad (6)$$

Plus de détails de calculs sont disponibles dans les équations (3.1) et (4.1) de la version complète de l'article (Vuittenez et Peyrard, 2025).

Après réarrangement des termes, on obtient :

$$\text{si } m < \frac{(1-r) \cdot F_p}{\alpha} \Rightarrow Q > 1 \quad (7)$$

Estimation des paramètres

Comme on peut le voir dans la dernière équation du quotient d'efficacité, notre fonction dépend de plusieurs paramètres (r , m , α et F_p).

Dans ce qui suit, on prend en exemple la génération de la table *intervention_realise* telle qu'elle est souhaitée par la cellule d'animation nationale du réseau DEPHY :

- $T_{st} = 4320$ h (en moyenne, les données sont stockées 6 mois sur les serveurs) ;
- $T_{gt} = 0.02$ h (en moyenne la génération de la table dure moins d'une minute) ;
- $P_s = 0.03$ W/Go (en moyenne sur des serveurs de base de données en Europe correspondant à 0.3 kWh/Go sur un an (Farfan et Lohrmann, 2023)) ;

- $P_{ej} = 12.9 \text{ W/Go}$ (en moyenne pendant l'exécution de la génération, estimée sur des machines locales à partir de données constructeurs) ;
- $r = 1/5$ (environ un cinquième de l'information utilisée n'est stockée que pour cette nouvelle table) ;
- $\alpha = 12$ (on a 12 jointures successives pour constituer la table).

D'autres hypothèses importantes sur ces estimations sont disponibles dans la version complète de l'article (Vuittenez et Peyrard, 2025).

Application de la méthode

En utilisant l'inégalité (6), on aura alors :

$$\text{et donc : } Q > \frac{1}{0.20 + \frac{12m}{502}}$$

$$m < 34 \Rightarrow Q > 1$$

$$\Rightarrow G > 0$$

En d'autres termes, on est sûr d'avoir de meilleures performances énergétiques avec la nouvelle architecture si le nombre d'exécutions du processus P2 ne dépasse pas 34 occurrences. Dans le cadre de l'utilisation des données issues d'Agrosyst, même pour les magasins de données les plus utilisés, l'ordre de grandeur du nombre de téléchargements est plutôt d'une dizaine tous les 6 mois.

Conclusion et perspectives

Comme la consommation importante d'électricité par le secteur numérique impose de penser les processus de livraison de données dans une perspective d'économie d'énergie, nous avons mis en place une méthodologie permettant d'optimiser la performance énergétique du système d'information Agrosyst dans le cadre d'une évolution récente et majeure, à savoir la mise à disposition de données à des valorisateurs externes. La modalité d'arbitrage présentée dans cet article a permis de comparer deux architectures :

- l'une proposant un stockage complet des tables désirées par l'utilisateur ;
- l'autre proposant un stockage des données complexe et une génération à la volée des tables complètes.

La méthodologie proposée permet de rendre compte d'une dynamique intuitive : plus le nombre de requêtes pour un jeu de données est important, plus il sera intéressant de stocker le jeu de données plutôt que de le générer.

En appliquant la méthodologie au contexte d'Agrosyst, il nous est apparu que le stockage systématique des jeux de données complets n'est pas la bonne solution, ce qui nous a conduit à nous orienter vers la solution à deux temps. En reprenant l'exemple de

intervention_realise avec un nombre usuel de téléchargements (c'est-à-dire dix), on trouve un quotient d'efficacité d'environ 2,3, soit un gain de 60 %. En extrapolant à un magasin de données du type de celui attendu dans le cadre de l'animation du réseau DEPHY, on peut conclure que l'économie permise par l'architecture est d'environ 890 Wh soit l'équivalent de 20 h de réfrigérateur tous les 6 mois par magasin de données équivalent (en prenant une consommation de 40 W pour un réfrigérateur).

Dans le cadre de notre problématique, nous avons donc prouvé sur l'exemple étudié que le nombre usuel de requêtes justifiait un changement d'architecture et avons donc construit notre outil de mise à disposition en fonction de ce résultat.

Cette méthodologie comporte néanmoins plusieurs limites qu'il convient de souligner :

- La difficulté à estimer les puissances : par exemple, celles annoncées par les constructeurs sont toujours des puissances nécessaires à l'alimentation de la machine. Il est difficile de connaître la part de cette puissance réellement allouée à la tâche en cours d'exécution.
- La définition $e_A = e_{sgn}$ est imparfaite. En effet, on ne tient pas compte de la redondance d'informations entre clé primaire et clé étrangère (nécessaire lorsqu'on stocke l'information dans plusieurs tables). Cependant, nous considérons que le stockage de ces clés et des index liés est négligeable par rapport à d'autres champs omniprésents (textuels par exemple).
- La majoration dont la démonstration est proposée dans l'annexe de la version complète (Vuittenez et Peyrard, 2025) est forte mais il est complexe d'en proposer une meilleure. Il est donc important de comprendre que l'on garantit une économie en dessous du nombre de 34 requêtes mais avoir un nombre d'occurrences supérieur n'implique pas forcément un gain inférieur à 0.
- L'absence de prise en compte du stockage temporaire du fichier généré à la volée (le temps que l'utilisateur télécharge son jeu de données).

Pour s'affranchir de ces limites et avoir une idée plus précise du nombre d'occurrences limite entre les deux architectures, il serait intéressant d'affiner la majoration.

On pourrait envisager des choix différents en fonction de la popularité du magasin de données considéré (si le magasin de données est téléchargé fréquemment, opter pour la solution de stockage sinon, opter pour celle retenue ici).

Cet article peut servir de base à une systématisation de ces questionnements sur l'optimisation énergétique des évolutions du système d'information Agrosyst, mais également à une réflexion plus générale et à plus grande échelle afin d'établir un cadre méthodologique robuste pour l'ensemble des systèmes d'information d'INRAE. ■

Références

- Alsharif, M. H., Kelechi, A. H., Jahid, A., Kannadasan, R., Singla, M. K., Gupta, J., *et al.* A comprehensive survey of energy-efficient computing to enable sustainable massive IoT networks. *Alexandria Engineering Journal*, 91,12-29. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.01.067>
- Ancelet E., Schellenberger A., Jolys, O., Munier-Jolain, N., Cadoux, S. (2014). Système d'information Agrosyst, HAL [cité 3 sept 2024]. <https://hal.science/hal-02800677>
- Baude, M., Colin, A., Duvernoy, J., Foussard, A. (2021). *Chiffres clés du climat: France, Europe et monde*. Édition 2021. Ministère de la Transition écologique [cité 3 sept 2024]. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-du-climat-france-europe-et-monde-edition-2021-0>
- Bonamy, C., Boudinet, C., Bourgès, L., Dassas, K., Lefèvre, L., Ninassi, B. *et al.* (2022). Je code : les bonnes pratiques en éco-conception de service numérique à destination des développeurs de logiciels. <https://hal.science/hal-03009741/>
- Commission de l'aménagement du territoire et du développement durable. *Rapport d'information de la mission d'information sur l'empreinte environnementale du numérique*. 2020 [cité 3 sept 2024]. <https://www.senat.fr/rap/r19-555/r19-555-syn.pdf>
- Dayarathna, M., Wen, Y., Fan, R. (2015). Data Center Energy Consumption Modeling: A Survey. *IEEE Communications Surveys Tutorials*, 18(1), 732-794. DOI:10.1109/COMST.2015.2481183
- DELL Technologies. Precision 7560 Configuration et caractéristiques. 2023 [cité 3 sept 2024]. <https://dl.dell.com/content/manual38050698-precision-7560-configuration-et-caractéristiques.pdf?language=fr-fr>
- Farfan, J., Lohrmann, A. (2023). Gone with the clouds: Estimating the electricity and water footprint of digital data services in Europe. *Energy Conversion and Management*, 290. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.117225>
- Hassani, H., MacFeely, S. (2023). Driving Excellence in Official Statistics: Unleashing the Potential of Comprehensive Digital Data Governance. *Big Data and Cognitive Computing*, 7(3):134. <https://doi.org/10.3390/bdcc7030134>
- International Energy Agency (2024). Electricity 2024. *Analysis and forecast to 2026* [cité 3 sept 2024]. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6b2fd954-2017-408e-bf08-952fdd62118a/Electricity2024-Analysisandforecastto2026.pdf>
- Lees Perasso, É., Corbet, L., Drapeau P., Ollion L., Vigneron V., Prunel D., *et al.* (2023). *Évaluation de l'impact environnemental du numérique en France et analyse prospective. État des lieux et pistes d'action*. ADEME [cité 3 sept 2024]. <https://bibliothèque.ademe.fr/consommer-autrement/5226-evaluation-de-l-impact-environnemental-du-numerique-en-france-et-analyse-prospective.html#>
- Llorca, J., Tulino, A. M., Guan, K., Esteban, J., Varvello, M., Choi, N., *et al.* (2013). Dynamic in-network caching for energy efficient content delivery. 2013 *Proceedings IEEE INFOCOM*. Turin, Italie [cité 9 sept 2024], 245-249. <http://ieeexplore.ieee.org/document/6566772>
- Osman, N.I. (2014). Energy Efficiency in Content Delivery Networks. The University of Leeds School of Electronic and Electrical Engineering. <https://etheses.whiterose.ac.uk/id/eprint/7866/1/EEinCDNs.pdf>
- Vuittenez, B., Baude, L., Badie, T., Peyrard, T., Reboud, X., Rousselet S., *et al.* (2025). Datagrosyst : plateforme d'accès aux données issues d'Agrosyst. Recherche Data Gouv [cité 29 avr 2025]. <https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/citation?persistentId=doi:10.57745/CCG800>
- Vuittenez B., Peyrard T. (2025). Optimiser l'efficacité énergétique des systèmes d'information : Étude comparative d'architectures de mise à disposition des données issues d'Agrosyst (version complète). <https://hal.inrae.fr/hal-05092654>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Les contours d'une instrumentation durable

Rémi Clément¹
Arnold-Fred Imig¹
Stéphanie Prost-Boucle¹

CORRESPONDANCE

remi.clement@inrae.fr

RÉSUMÉ

L'instrumentation conventionnelle utilisée en sciences environnementales n'est pas toujours adaptée aux contraintes de terrain et peut se révéler coûteuse en maintenance et en réparation. L'unité de recherche REVERSAAL du centre Lyon-Grenoble Auvergne-Rhône-Alpes a initié un concept d'instrumentation durable qui intègre de nombreuses préoccupations de la responsabilité sociétale et environnementale (RSE) portée par INRAE : réduire les impacts des outils utilisés pour les activités de recherche et pour les installations de protection de l'environnement, promouvoir une science totalement ouverte à tous et rendre accessibles et réutilisables les outils développés ou leurs composants. En effet, la philosophie de cette instrumentation se base sur trois piliers : des codes *open source*, une conception *open hardware* et une approche *low-tech* de l'électronique. Deux projets phares illustrent le concept. Le premier, intitulé « Ohm-Pi », propose un résistivimètre pour caractériser les milieux poreux tels que les sols. Le second, nommé « SETIER », développe une instrumentation durable pour le suivi du traitement des eaux résiduaires. Ces projets dessinent les contours d'une instrumentation innovante, maîtrisée et fiable : ils fournissent les preuves de concepts d'outils de mesure *open source* et *open hardware* qui sont facilement réparables, adaptables et appropriables par l'utilisateur, autrement dit *low-tech*.

MOTS-CLÉS

Mesure ; *low-tech* ; traitement de l'eau ; géophysique ; environnement

¹ INRAE, REVERSAAL, 69100 Villeurbanne, France

Outlining the scope of sustainable instrumentation

Rémi Clément¹
Arnold-Fred Imig¹
Stéphanie Prost-Boucle¹

CORRESPONDENCE

remi.clement@inrae.fr

ABSTRACT

Conventional instrumentation used in environmental sciences is not always suited to fieldwork and can be costly to maintain and repair. The REVERSAAL research unit, which is based at the Lyon-Grenoble Auvergne-Rhône-Alpes INRAE center, has initiated a sustainable instrumentation concept that addresses many of the social and environmental responsibility concerns promoted by INRAE, such as reducing the environmental impact of research tools and environmental protection facilities, promoting fully open science, and making developed tools and their components accessible and reusable. This instrumentation philosophy is built on three pillars: open-source software, open-hardware design, and a low-tech approach to electronics. Two flagship projects embody this concept. The first, OhmPi, is a resistivity meter designed for characterising porous media such as soils. The second, SETIER, develops sustainable instrumentation for monitoring wastewater treatment processes.

These projects provide a framework for innovative, reliable instrumentation and demonstrate the feasibility of open-source and open-hardware measurement tools that are easy to repair, adaptable and user-friendly.

KEYWORDS

Instrumentation; measurement; low-tech; water management; geophysics; environment

¹ INRAE, REVERSAAL, 69100 Villeurbanne, France

Introduction

Les outils de mesure actuels utilisés en sciences environnementales, bien que fiables et performants, se caractérisent par des coûts élevés liés à l'achat et à la maintenance. Ils répondent difficilement aux exigences spécifiques des scientifiques : intégration de nouveaux paramètres, protocoles de communication entre capteurs, spatialisation des points de suivi et réparation rapide pour limiter la perte de données.

Depuis 2017, des ingénieurs et techniciens de l'unité REVERSAAL, du centre INRAE Lyon-Grenoble Auvergne-Rhône-Alpes, créent des instruments de mesure à la fois peu coûteux, réparables et dont les composants sont pour partie réutilisables, réduisant ainsi leur empreinte environnementale. Ces solutions sont flexibles et transparentes afin de permettre aux utilisateurs de comprendre, reproduire et s'approprier pleinement ces technologies. Cette approche définit les contours d'une instrumentation alternative qui se veut partagée (*open source* et *open hardware*) et davantage adaptable et durable que le matériel industriel propriétaire.

Bien que cette démarche n'ait pas été initiée exclusivement pour des préoccupations liées à la responsabilité sociale et environnementale (RSE), son objectif initial était de maîtriser l'instrumentation tout en réduisant les coûts. Aujourd'hui, elle contribue pleinement au développement des concepts inhérents à la responsabilité sociétale des instituts de recherche sur cette thématique. Par exemple, la notion de réparabilité permet à la fois des économies de ressources et une meilleure appropriation des outils par l'ensemble des opérateurs. Le matériel développé devient ainsi économiquement et technologiquement accessible, tout en ayant une portée sociétale, notamment grâce à une éducation à la science en lien avec les enjeux environnementaux.

Une stratégie d'instrumentation qui repose sur trois concepts et huit piliers essentiels

Cette stratégie d'instrumentation réunit trois concepts de plus en plus reconnus et adoptés dans de nombreuses disciplines scientifiques, et huit piliers essentiels.

Les trois concepts :

- l'*open source*, autrement dit « logiciel libre », où les éléments de programmation en particulier les codes des dispositifs sont rendus publics afin que tout un chacun puisse les modifier pour ses besoins spécifiques, les reproduire et les utiliser librement ;
- l'*open hardware*, qui repose sur le principe de matériel libre et ouvert ;
- la *low-tech*, ou « basse technologie », qui vise des solutions simples et peu consommatrices en ressources pour tendre vers une sobriété technologique ; l'objectif est la réparabilité en fournissant des documentations pour accompagner l'utilisateur dans sa démarche d'instrumentation ouverte.

Les huit piliers :

- un **dépôt de type GitLab** qui centralise les développements et la gestion collaborative des projets et développements ;
- des **licences adaptées** (Open Source Initiative®, CERN Open Hardware Licence) qui garantissent à la fois l'ouverture du code, la libre utilisation des designs matériels et les droits des développeurs ;
- un **site internet** qui fournit une documentation rigoureuse sur l'assemblage, l'utilisation et la maintenance des instruments développés ;
- des **formations (à l'assemblage, l'utilisation et la réparation)** destinées à accompagner les utilisateurs et à favoriser leur appropriation des logiciels, centrales d'acquisition et capteurs ;
- une **diffusion active des connaissances** à travers des conférences, des journées techniques, des articles scientifiques, des salons professionnels et des supports pédagogiques (tutoriels) pour encourager l'adoption de ces solutions ;

Le caractère original et innovant de cette stratégie repose sur plusieurs aspects clés qui la distinguent des approches classiques en instrumentation scientifique :

- une **approche complète et structurée de l'*open hardware*** : contrairement à de nombreuses initiatives qui se concentrent uniquement sur le développement technique, cette stratégie propose une **approche globale** intégrant la conception d'instruments, la documentation, la diffusion et l'appropriation par une communauté d'utilisateurs ;
- **transparence et compréhension des outils scientifiques** : cette stratégie permet de lever le voile sur des instruments souvent considérés comme des « boîtes noires » ; cette transparence favorise un regard critique sur les mesures et permet aux étudiants, techniciens, ingénieurs et chercheurs de mieux maîtriser et interpréter les données collectées ;
- un **modèle reproductible et évolutif** : en fournissant des plans, des guides d'assemblage et un accès libre aux sources des instruments développés, la répliquabilité et l'adaptation des outils par d'autres équipes sont encouragées. Cela permet une diffusion rapide des innovations et une évolution constante en fonction des retours des utilisateurs.

Il convient de souligner que ce projet répond à des enjeux de RSE, lesquels s'inscrivent dans une dynamique internationale. À ce titre, il constitue un levier important pour le développement de collaborations à l'échelle mondiale, offrant ainsi à l'unité de recherche REVERSAAL une visibilité et des opportunités de partenariat non négligeables.

OhmPi : un résistivimètre pour caractériser les milieux poreux

L'objectif d'OhmPi (*Open source and open hardware resistivity-meter*) est de proposer un résistivimètre dit *open hardware*, à la fois flexible et réparable (Figure 1), entièrement à la disposition de la communauté scientifique (Clement *et al.*, 2020). Le projet est coordonné par l'unité REVERSAAL d'INRAE, en collaboration avec

plusieurs partenaires académiques et scientifiques : l'université de Mons et l'université de Liège (Belgique), le Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST), l'université Gustave Eiffel, le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) et l'Institut de recherche pour le développement (IRD).

La tomographie de résistivité électrique (TRE) est une technique très utilisée dans le milieu environnemental pour caractériser les milieux poreux. En fournissant la distribution de la résistivité électrique, cette technique permet d'obtenir des informations inédites en 2D et 3D (Figure 2).

Ce projet répond aux besoins croissants des utilisateurs de caractérisation par tomographie de résistivité électrique, dans des

domaines variés tels que l'infiltration, la surveillance des digues, les pilotes de laboratoire ou encore les filtres plantés de roseaux. À titre de comparaison, un résistivimètre classique coûtera environ 25 à 45 k€ tandis que celui développé avec OhmPi coûtera entre 4 et 7 k€, en fonction du nombre d'électrodes. Les fonctionnalités ne sont pas exactement les mêmes, OhmPi étant destiné aux expérimentations en suivi temporel en laboratoire ou à de petites expérimentations de terrain. Il est moins puissant que les équipements commerciaux, mais il offre une plus grande flexibilité et une intégration simple dans des réseaux de capteurs grâce à la Raspberry Pi embarquée et au protocole MQTT, ainsi qu'une rétrocompatibilité.

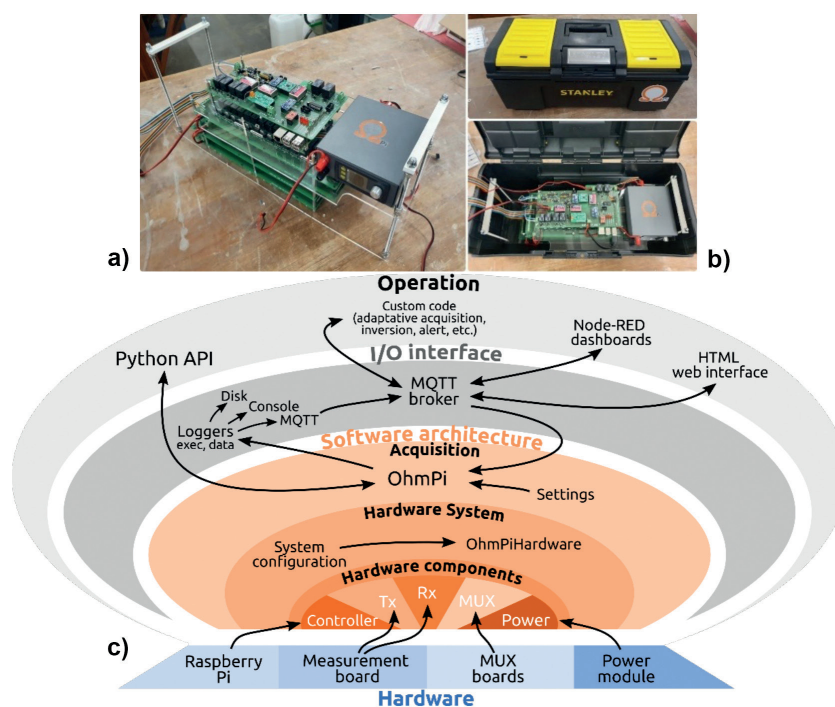


Figure 1. Résistivimètre Ohmpi V2024, 16 électrodes 50V-4A (en haut), architecture logicielle (en bas) (d'après OhmPi.org)

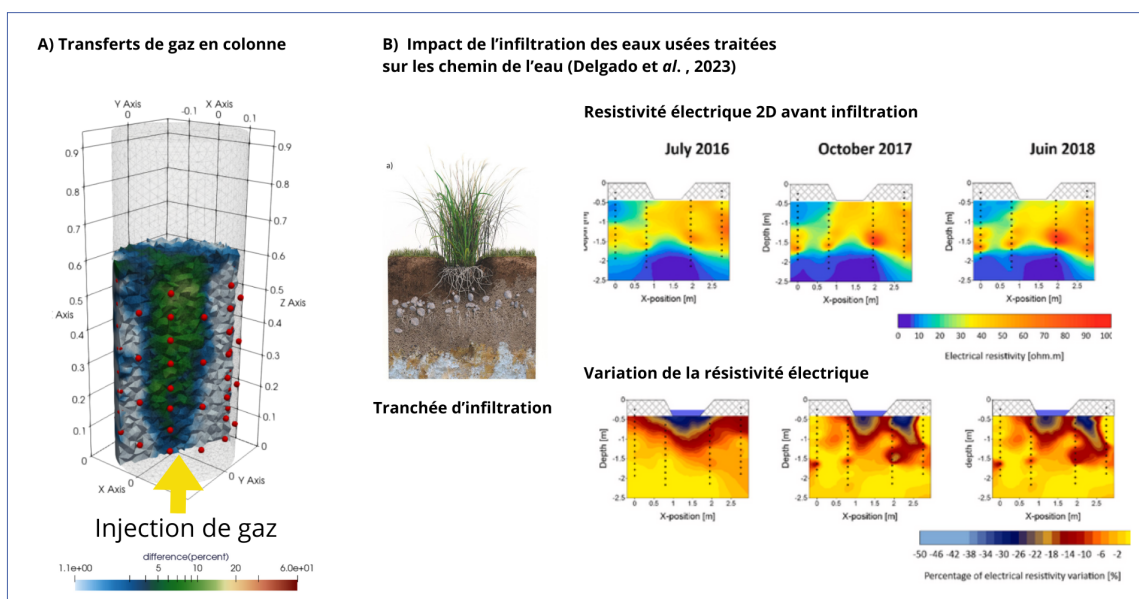


Figure 2. Exemples d'applications de la tomographie de résistivité électrique

L'intégralité des développements d'OhmPi est regroupée dans un dépôt accessible à tous¹. Outre les plans et les codes, la description des différentes cartes et l'assemblage de l'équipement complet sont centralisés sur une page². Le site inclut également des « dépannages » qui aident l'utilisateur à maintenir son équipement.

Principales avancées techniques du projet :

- L'architecture logicielle d'OhmPi se distingue par une approche modulaire, offrant une flexibilité remarquable pour répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs. Il est à noter que toutes les cartes électroniques sont rétrocompatibles, ce qui garantit que chaque module peut être utilisé avec les versions précédentes ;
- L'intégration d'un Raspberry Pi dans le système OhmPi simplifie considérablement la connectivité IoT (*internet of things*). Autrement dit, OhmPi est un résistivimètre connecté qui peut s'intégrer dans un réseau de capteurs pour publier de l'information ou, à l'inverse, OhmPi peut recevoir des informations d'autres capteurs (celles d'un pluviomètre par exemple) pour déclencher ces mesures ;
- OhmPi est conçu pour être facilement réparable grâce à sa structure modulaire et à une documentation détaillée pour les utilisateurs. Les guides fournis simplifient l'entretien et permettent facilement la mise à jour du système.

SETIER : instrumentation pour le traitement des eaux résiduaires

L'objectif du projet SETIER³ est de développer des centrales de mesures *low-tech* pour le suivi des installations de traitement des eaux usées. Ce projet est coordonné par l'unité REVERSAAL d'INRAE, en partenariat avec l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, l'IRD et l'unité PROSE (Procédés biotechnologiques au service de l'environnement) d'INRAE. Dans ce cadre, trois types de centrales différentes ont été développés et permettent la mesure et l'enregistrement des données :

- consommation énergétique (par pinces ampérométriques) ;
- débit (avec capteur ultrason de hauteur d'eau) ;
- physico-chimie (pour les paramètres pH, conductivité, redox, oxygène dissous et température).

Le choix des centrales a été effectué à l'issue d'une enquête nationale menée auprès des services de l'État, des collectivités et des bureaux d'études. La centrale d'acquisition se distingue par son originalité car elle ne requiert aucune soudure : sa conception repose sur des connecteurs type « Lego ». L'ensemble des composants (Figure 3), tous accessibles sur le marché français, peut être adapté par l'utilisateur.

Les 3 principales avancées techniques du projet :

- Des centrales d'acquisition ouvertes, modulables et *open hardware*, capables de collecter des données de capteurs variés ont été conçues. Elles sont équipées d'un module Wi-Fi permettant la gestion à distance, l'étalonnage en ligne et la télétransmission des mesures. Réparables et évolutives, ces centrales réduisent les coûts et limitent l'obsolescence des équipements industriels classiques (Guyard *et al.*, 2025).
- Le projet a identifié et testé des capteurs à coût abordable pour surveiller les paramètres clés en eaux usées. Ces capteurs ont été validés en conditions réelles sur banc d'essai et en stations d'épuration, garantissant leur précision et leur fiabilité pour une utilisation en recherche et en exploitation sur sites réels.
- Tous les développements matériels et logiciels de SETIER sont publiés en *open source* sur GitLab⁴, accompagnés de guides détaillés et de tutoriels permettant à toute structure (laboratoires, bureaux d'études, collectivités) d'assembler et d'utiliser ces instruments. Cette démarche favorise l'innovation collaborative et l'accessibilité des outils scientifiques.

À titre d'exemple, un débitmètre classique de type bulle-à-bulle coûte entre 2 000 et 4 000 €, tandis que celui développé par SETIER est proche de 600 €, pour des fonctionnalités et une précision similaires.

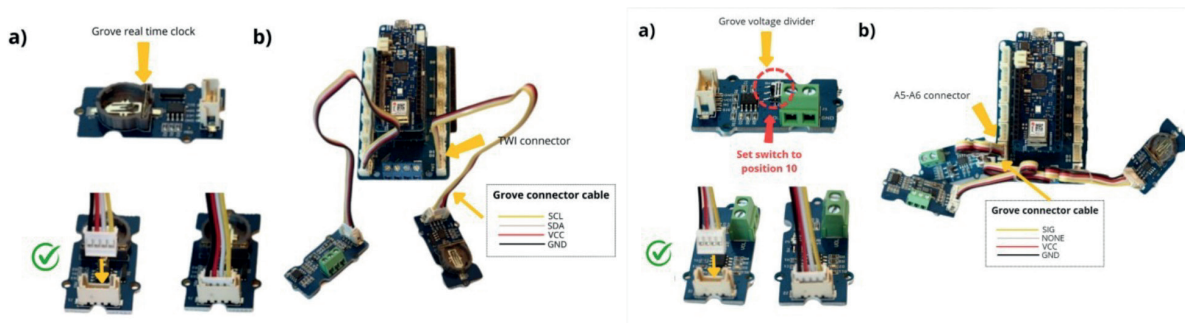


Figure 3. Assemblage d'une centrale SETIER de type « Lego » sans soudure

1. <https://gitlab.com/ohmpi/ohmpi>

2. <https://ohmpi.org>

3. <https://www.setier.fr/>

4. <https://forgemia.inra.fr/open-hardware/setier-datalogger>

Conclusions et perspectives

Les scientifiques de l'unité de recherche REVERSAAL ont développé des instruments de mesure environnementale durables, principalement à travers les projets OhmPi et SETIER. Bien que l'instrumentation ouverte soit encore peu connue dans le domaine de la recherche, elle offre de nouvelles perspectives en matière de partage, d'innovation et d'instrumentation plus flexible pour les chercheurs.

Le projet OhmPi s'est déjà imposé comme un outil de référence reconnu par la communauté scientifique géophysique mondiale. Un premier *workshop* international OhmPi, dont les places étaient limitées à 16 personnes, a été organisé en avril 2025 par REVERSAAL. Les participants ont eu l'opportunité de fabriquer leur propre résistivimètre. Initialement, 128 candidats se sont manifestés pour participer, ce qui révèle l'importance grandissante pour les scientifiques et techniciens du domaine de s'approprier le savoir-faire lié à la construction de leurs outils de mesure.

Les projets OhmPi et SETIER bouleversent les pratiques au-delà du monde académique. Les industriels adoptent ces solutions *open source* pour compléter leurs équipements commerciaux dans le suivi environnemental, notamment pour la surveillance des sols pollués et la gestion des eaux. Des domaines d'application inattendus tels que des associations de sauvegarde du patrimoine expriment également leur intérêt pour ces outils.

Le succès de ces projets a déclenché une dynamique d'innovation en géophysique et en instrumentation environnementale, dans une logique d'indépendance et de sobriété technologique. REVERSAAL ambitionne de développer, en collaboration avec un fabricant d'instrumentation scientifique, une plateforme *open source*, *open hardware* et *low-tech* pour favoriser l'essor d'une instrumentation résiliente dans les années à venir.

REVERSAAL affiche donc une cohérence entre ses recherches menées pour l'environnement, en particulier le traitement et l'infiltration des eaux usées, et des pratiques de travail vertueuses d'un point de vue de la responsabilité sociétale. Les outils développés sont réparables, modulables et réutilisables pour réduire les coûts et l'obsolescence, et leur développement garantit une science ouverte à tous. ■

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Adeline Dubost (responsable du service communication du Centre INRAE Lyon-Grenoble Auvergne-Rhône-Alpes) pour ses conseils et son accompagnement dans l'élaboration de cet article, ainsi que les relecteurs et éditeurs de notre article qui ont contribué à son amélioration.

Références

Clement, Rémi *et al.* (2020). OhmPi: An open source data logger for dedicated applications of electrical resistivity imaging at the small and laboratory scale. *HardwareX*, Volume 8, e00122. [https://www.hardware-x.com/article/S2468-0672\(20\)30031-6/fulltext](https://www.hardware-x.com/article/S2468-0672(20)30031-6/fulltext)

Delgado-Gonzalez L. *et al.* (2023). Flow path monitoring by discontinuous time-lapse ERT: An application to survey relationships between secondary effluent infiltration and roots distribution. *Journal of Environmental Management*, Volume 326, Part B. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479722024124>

Guyard, H. *et al.* (2025). An open source ultrasonic flowmeter for monitoring the input/output flow rates of wastewater treatment plants. *HardwareX*, Volume 21, e00613. [https://www.hardware-x.com/article/S2468-0672\(24\)00107-X/fulltext](https://www.hardware-x.com/article/S2468-0672(24)00107-X/fulltext)



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

TERO. Création d'une filière pour la gestion du déchet TERreau sur le centre INRAE Occitanie-Toulouse

Carine Chauveau¹
Mathieu Hanemian¹

CORRESPONDANCE

carine.chauveau@inrae.fr
mathieu.hanemian@inrae.fr

RÉSUMÉ

La France s'est dotée d'une stratégie nationale bas carbone afin d'atteindre la neutralité carbone en 2050. INRAE participe à la réflexion collective avec pour objectif une diminution de 70 % des émissions de gaz à effet de serre par rapport à l'année 2019. Le campus INRAE Occitanie-Toulouse est un centre de recherche multidisciplinaire comprenant notamment des laboratoires travaillant dans le domaine du végétal, impliquant une utilisation importante de terreaux et de pots pour la culture de plantes. L'ensemble est jeté en fin d'expérimentation, si bien que les ordures ménagères de ces laboratoires contiennent principalement des déchets de culture, que ce soit en poids ou en volume. Le projet TERO a pour objectif principal de réduire la quantité de déchets de culture évacuée dans les ordures ménagères en créant une nouvelle filière de gestion, et ainsi de réduire significativement les émissions de gaz à effet de serre liées à leur collecte et incinération.

MOTS-CLÉS

Terreau ; recyclage ; valorisation ; déchets de culture

¹ INRAE, CNRS, Université de Toulouse, LIPME, 31320 Castanet-Tolosan, France

TERO Creation of a procedure for the management of potting soil waste at the INRAE Occitanie-Toulouse center

Carine Chauveau¹
Mathieu Hanemian¹

CORRESPONDENCE

carine.chauveau@inrae.fr
mathieu.hanemian@inrae.fr

ABSTRACT

France has adopted a national low-carbon strategy to achieve carbon neutrality by 2050. INRAE is taking part in this collective reflection, with the aim of reducing greenhouse gas emissions by 70% relative to 2019. The INRAE Occitanie-Toulouse campus is a multi-disciplinary research center including laboratories working in the field of plant biology, implying a significant use of potting soils and pots for growing plants. All of this is thrown away at the end of the experiment, so that the household waste of these laboratories mainly contains cultivation waste, whether by weight or volume. The main aim of the TERO project is to reduce the amount of cultivation waste disposed of in household waste by creating a new management procedure, and thus significantly reduce the greenhouse gas emissions associated with its collection and incineration.

KEYWORDS

Potting soil; recycling; valorization; plant growth waste

¹ INRAE, CNRS, Université de Toulouse, LIPME, 31320 Castanet-Tolosan, France

Introduction

La COP21 a abouti en décembre 2015 à l'adoption de l'accord de Paris, qui fixe des objectifs de long terme d'une réduction globale des émissions de gaz à effet de serre (GES), dans l'objectif de maintenir le réchauffement mondial à 1,5 °C. Ceci implique une redéfinition des politiques nationales par les pays développés et en développement. L'Union européenne a ainsi fixé un objectif de réduction de ses émissions nettes (émission moins absorption) d'au moins 55 % entre 1990 et 2030 et s'est engagée à atteindre la neutralité climatique au plus tard en 2050. La France s'est dotée d'une stratégie nationale bas carbone et de budgets carbone afin de mettre en œuvre la transition vers une économie sobre en gaz à effet de serre.

Sur le campus INRAE Occitanie-Toulouse, près de 400 agents travaillent dans le domaine végétal, impliquant une utilisation importante de terreaux et de pots pour la culture de plantes. Cette activité, une fois les expérimentations terminées, entraîne une forte production de déchets, dont la quasi-totalité est éliminée en tant que déchets industriels. En plus du coût économique, la gestion de ces déchets a un impact environnemental non négligeable à cause de leur transport et de leur incinération. En France, en 2024, le secteur des déchets correspond à 3,6 % des émissions de GES. Ainsi, le projet TERO a été élaboré pour améliorer la gestion de nos déchets de culture en les détournant du circuit d'élimination habituel et en les valorisant par la création d'une nouvelle filière sur le campus. Plus globalement, ce projet s'inscrit dans un objectif de limitation de l'impact des activités de recherche sur l'environnement.

Une évaluation rapide au Laboratoire des interactions plantes-microbes-environnement (LIPME) a mis en lumière la consommation de plusieurs tonnes de terreau et dizaines de milliers de pots en plastique chaque année pour la culture de plantes. Ce constat a motivé la création d'un groupe de travail de 11 agents appartenant à toutes les structures utilisatrices de terreau sur le campus INRAE Occitanie-Toulouse, et dont l'objectif était de réfléchir à un nouveau mode de gestion des déchets. Ce groupe de travail a été constitué par simple sollicitation auprès des agents en lien direct avec cette problématique (expérimentateurs, services de production des végétaux, unité expérimentale) et sur la base du volontariat, sans distinction de postes. Les équipes de direction des différentes unités ont toutes encouragé cette démarche.

Liste des unités impliquées dans le groupe de travail :

- 3 unités INRAE : le LIPME¹ (qui a porté le projet), l'UMR Agroécologie innovations territoires (AGIR)² et l'UE Agroécologie et phénotypage des cultures (APC)³ ;
- le Laboratoire de recherche en sciences végétales (LRSV)⁴ : une unité hébergée sur notre site, sous la tutelle commune

- du CNRS, de l'Université Toulouse et de Toulouse-INP ;
- la fédération de recherche Agrobiosciences interactions et biodiversité (FR AIB)⁵, également hébergée sur notre site, sous la tutelle commune du CNRS et de l'Université Toulouse ;
- 2 installations expérimentales : HeliaPhen et Toulouse Plant Microbe Phenotyping (TPMP).

Le constat (Sketchnote 1)

Sur la base des achats, ce groupe de travail a estimé que les activités de recherche de ces structures génèrent 40 tonnes de déchets de culture (Tableau 1). En 2021, seules 8 tonnes de terreau issues de la plateforme HeliaPhen avaient été recyclées par simple mise à disposition des agents du LIPME, de l'UMR AGIR, de l'UE APC et du jardin partagé ADAS du centre (environ 250 agents sur les 1300 que compte le centre).

Pour des raisons de biosécurité en fin d'expérimentation, l'ensemble des autres déchets est stérilisé par autoclave avant élimination en tant que déchets industriels. Il est important de noter qu'après cette étape, puisque la terre est gorgée d'eau, l'élimination de ce type de déchets par incinération est absurde. À cela s'ajoute une consommation importante de pots plastiques majoritairement de petite taille (de 7 x 7 cm à 9 x 9 cm) à usage unique, estimée à plus de 110 000 pots par an, soit approximativement 550 kg de plastique.

Concertation et élaboration du projet (Sketchnote 2)

Ce constat a motivé les membres du groupe de travail à déposer un dossier à l'appel à projets pépinière d'INRAE. Il a fallu réfléchir à des solutions et à la faisabilité du projet, puis choisir du matériel pour la mise en œuvre concrète du projet (Tableau 1 ; Figure 1). Ces réflexions en intelligence collective ont permis de tenir compte des spécificités de chaque unité (pratiques, contraintes) et de la topologie des différents sites.

Le projet TERO a nécessité cinq réunions du groupe de travail ainsi que l'aide ponctuelle du service RSE et logistique du campus INRAE Occitanie-Toulouse, notamment pour déterminer l'emplacement d'une plateforme pour entreposer les déchets de culture. Le service communication du campus a également été sollicité pour informer du lancement du projet et en faire la publicité.

Le budget alloué à ce projet était de 20 k€ et les achats se sont répartis comme indiqué dans le tableau 2. Afin de faciliter la mise en œuvre du projet, nous avons acheté les sondes pour équiper de manière simultanée les autoclaves des trois unités concernées, ainsi que les bennes pour les trois sites de collecte. Nous avons privilégié des fournisseurs locaux pour les bennes et les blocs béton. Avec le reliquat d'argent, nous avons fait appel à la société de communication ComScience (<https://www.comscience.fr>) qui a élaboré un logo reconnaissable par tous.

1. <https://www.lipme.fr>.

2. <https://agir.toulouse.hub.inrae.fr/>

3. <https://ueapc.toulouse.hub.inrae.fr/>

4. <https://lrsv.cnrs.fr/>

5. <https://www.fraib.fr>.

1 LE CONSTAT



2 LA CONCERTATION

Quelques semaines plus tard, des collègues de LIPME, AGIR, LRSV, FRATB, UE-APC se réunissent



Tableau 1. Quantité annuelle de déchets de culture dans les unités impliquées dans le groupe de travail (années 2019-2020)

	Terreau	Mottes de tourbe déshydratées	Nombre de pots
LIPME (TPMP inclus)	22 tonnes	2 tonnes	64 000
Heliaphen (LIPME:AGIR:UE APEC)	12 tonnes		
LRSV et FRAIB	3 tonnes	0,1 tonne	46 400
TOTAL	37 tonnes	2,1 tonnes	110 400

Tableau 2. Liste du matériel acheté pour la mise en œuvre du projet TERO

Fournisseur	Description	Quantité
LABRUCHE	Benne surbaissée avec couvercle 1000 L	1
	Benne surbaissée avec couvercle 1500 L	2
MANUTAN	Bac de transport intégral 46 L	30
OMEGA	Sonde OM CP HITMP140	6
	Sonde OM CP PRTEMP140 LVL	2
	Interface multiplex pour sondes 140 serie	4
MPI	Bloc béton	24
COMSCIENCE	Logo TERO + pochoirs	1
MANOMANO	Pelle à terre	3
	Armoire de jardin	1



Figure 1. Principaux éléments achetés pour le projet TERO : A) Bac de transport, B) Sonde, C) Benne, D) Plateforme déchets

La mise en œuvre du projet TERO (Sketchnote 3)

Étape 1 : le tri

Avant le projet TERO, à la fin de leur expérience, les agents devaient jeter sans distinction les plantes, la terre, les pots et les étiquettes dans un sac en plastique afin qu'ils soient décontaminés par autoclave (Tableau 3). Pour cela, les sacs étaient placés dans un bac de transport (Figure 1A) adapté à l'autoclave qui était lancé dès que sa capacité maximale était atteinte. Seuls des agents habilités (principalement ceux du service laverie, du service des végétaux et quelques utilisateurs) peuvent s'occuper de cette tâche. Les bacs étaient ensuite vidés dans les conteneurs de déchets ménagers relevés par le service de la communauté d'agglomération en charge de l'élimination des déchets industriels. Quant aux tuteurs et aux pots de 1 L ou plus, ils étaient trempés dans l'eau de Javel pour être décontaminés puis rincés avant d'être réutilisés. Désormais, les expérimentateurs doivent trier les différents éléments en fin d'expérimentation (Tableau 3). La partie biologique (plante et terre) est mise dans les bacs de transport labellisés avec le logo TERO, facilement reconnaissables par tous. Les pots sont déposés dans d'autres bacs de transport. Le reste des petits déchets plastiques est traité comme précédemment.

Étape 2 : la décontamination

Les autoclaves sont lancés par les personnes habilitées avec une étape de vérification supplémentaire par rapport au procédé habituel, qui repose sur les constantes relevées sur l'autoclave. En effet, une sonde (Figure 1B) positionnée dans l'un des bacs de l'autoclave permet de s'assurer que les niveaux de température et de pression ont été atteints en cœur de charge pour la stérilisation du terreau. Une fois cette vérification faite, les agents évacuent les déchets biologiques étiquetés TERO dans la benne prévue à cet effet (Figure 1C). Les bacs contenant les pots sont mis de côté, et les autres sont vidés dans le conteneur des déchets ménagers.

Étape 3 : la valorisation

Plusieurs bennes TERO sont réparties sur le campus INRAE Occitanie-Toulouse et mises à disposition des agents du centre. Ces bennes sont également devenues le point de collecte du marc de café généré par le laboratoire. Lorsque ces bennes sont pleines, l'UEAPC, qui a le matériel adéquat pour déplacer les bennes (tracteurs, fourches...), assure le transfert du contenu de la benne vers une plateforme de stockage des déchets de culture créée dans le cadre de TERO (Figure 1D). Cette plateforme, qui est délimitée grâce aux blocs béton, a une capacité d'environ 10 m³. Elle est située à côté de la plateforme déchets (polystyrène, DEEE, tout venant...) connue de tous. Elle est libre d'accès à l'ensemble des agents du centre et facilement accessible en voiture pour charger la terre.

Les bacs contenant les pots sont centralisés vers le service production des végétaux des unités et mis à disposition des agents pour leurs besoins personnels. Courant 2025, il est prévu d'installer une armoire de jardin en bois à côté de la plateforme déchets de culture TERO pour y entreposer les pots, une pelle et des sacs vides de terreau afin de permettre à tous les agents du centre de prélever le terreau dont ils ont besoin.

Gestion d'une nouvelle filière : les freins identifiés et solutions

La création de cette nouvelle filière entraîne de nouvelles habitudes de travail aussi bien pour les utilisateurs que pour les agents en charge de leur élimination.

Tri des déchets

Il est désormais demandé aux manipulateurs de trier leurs déchets selon leur nature (terre, pots, autres déchets) en fin d'expérimentation. Des bacs spécifiques avec le logo TERO ont été mis à disposition. Cette étape est la plus critique car elle implique un changement d'habitude.

Tableau 3. Comparatif du devenir des éléments issus des expérimentations avant et après le projet TERO

	Éléments	Conditionnement 1	Conditionnement 2	Méthode de décontamination	Destination finale
Avant TERO	Plantes + terre + pots ≤ 1L + étiquettes + attaches	Sac à autoclave	Bacs de transport	Autoclave (120°C pendant 20 min)	Déchets industriels
	Tuteurs et pots ≥ 1L	Bac de décontamination/évier	-	Trempés dans l'eau de Javel	Réutilisation en interne
Avec TERO	Plantes et terre	-	Bacs de transport TERO	Autoclave (120°C pendant 20 min)	Benne puis plateforme centre
	Pots ≤ 1L	-	Bacs de transport TERO	Autoclave (120°C pendant 20 min)	Réutilisation en externe
	Étiquettes et attaches	Sac à autoclave	Bacs de transport	Autoclave (120°C pendant 20 min)	Déchets industriels
	Tuteurs et pots ≥ 1L	Bac de décontamination/évier	-	Trempage 1h dans l'eau de Javel	Réutilisation en interne

3 LE PROJET TERO

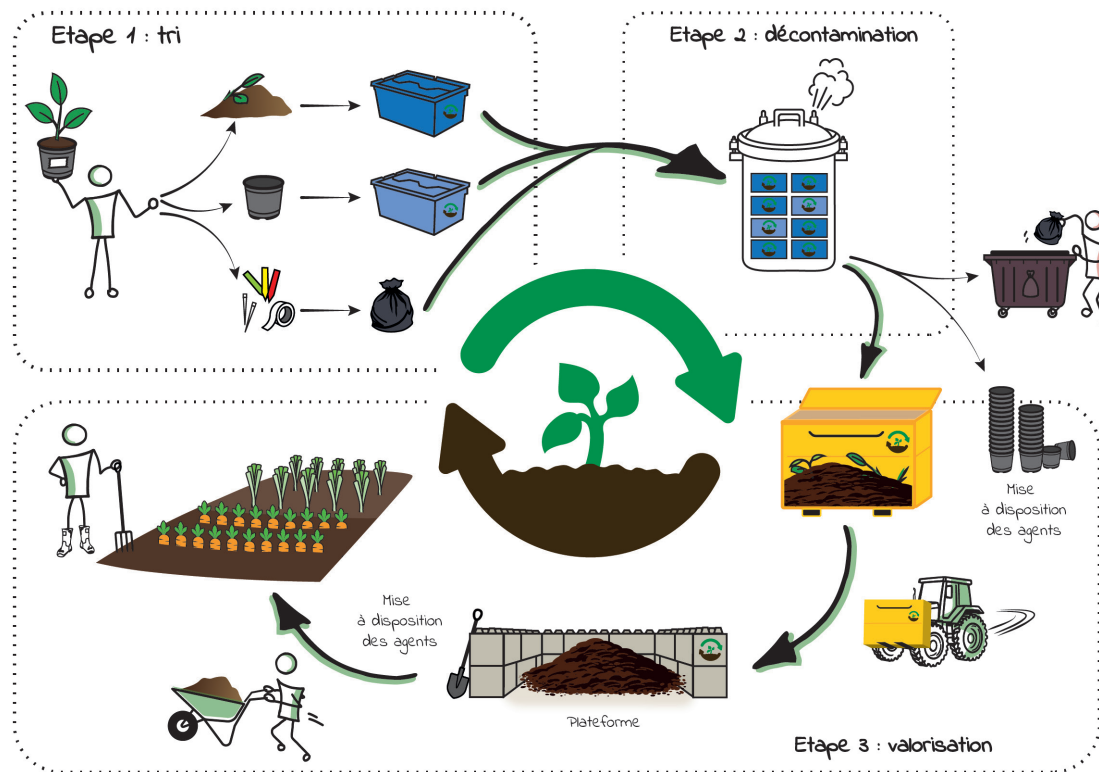


Figure 2. Infographie de synthèse à destination des agents, leur permettant d'identifier les différents types de déchets et leur mode de tri.

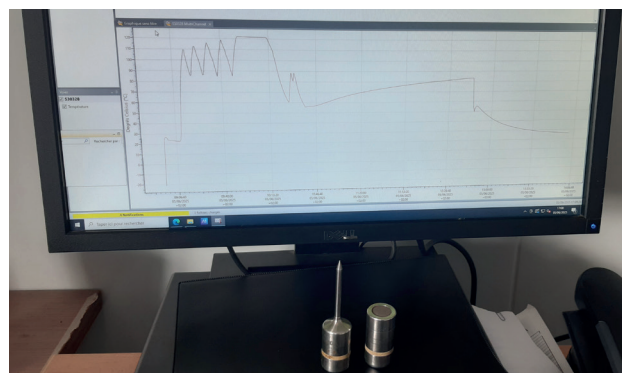


Figure 3. Sonde et relevé de température pour vérification du bon déroulement du cycle d'autoclave

Une présentation de la mise en œuvre en amont du lancement en assemblée générale ainsi que la création d'une affiche explicative simple et imagée ont permis d'expliquer ce changement de procédure aux agents, y compris les non-francophones (Figure 2). Pour les agents les plus réfractaires, l'ancienne procédure restera possible, mais nous comptons sur l'effet collectif pour amener l'ensemble des agents à trier.

Traçabilité de la décontamination

Après expérimentation, le traitement des déchets continue d'être assuré par chaque unité. En complément des procédures de décontamination déjà en place, des sondes supplémentaires (pression, température) avec relevé électronique sont désormais ajoutées dans un bac de terreau dans chaque lot autoclavé afin de garantir la biosécurité des déchets (Figure 1B). Cela permet de vérifier le bon déroulement du cycle d'autoclave de manière systématique par la lecture du relevé des sondes, en plus du contrôle interne à l'autoclave (Figure 3). Si le cycle est conforme, le contenu des bacs est éliminé dans la benne de collecte. En cas de cycle non conforme, il est établi qu'un nouveau cycle de décontamination est réalisé. La traçabilité est assurée par le stockage des enregistrements. Par ailleurs, et comme l'exige la réglementation, les autoclaves sont contrôlés annuellement avec une cartographie à cœur de charge.

Avant le lancement effectif du projet, des tests de décontamination ont été réalisés par les responsables biosécurité du LIPME sur l'ensemble des organismes manipulés au laboratoire (plantes et agents pathogènes) afin d'assurer leur innocuité. Il ne s'agit pas d'un durcissement de la législation mais d'une volonté interne

due au changement de destination des déchets. Les déchets industriels sont détruits par incinération alors qu'à l'issue de la procédure TERO, le terreau est valorisé. Nous avons voulu écarter tout risque potentiel de dissémination en renforçant les procédures de contrôle.

Évacuation des déchets des laboratoires

Trois points de collecte ont été répartis sur le centre (Figure 4), avec des bennes surbaissées de 1 000 L ou 1500 L clairement identifiées en jaune avec le logo TERO (Figure 1C). Les bennes sont situées à proximité des dépôts habituels pour ne pas ajouter une charge de travail supplémentaire aux agents responsables de l'évacuation des déchets. En effet, le poids des déchets reste inchangé, seule la destination des bacs est légèrement modifiée.

Création d'une plateforme de déchets de culture accessible à tous

Lorsque les bennes sont pleines, elles sont acheminées par l'unité expérimentale et vidées au niveau d'une plateforme spécifique qui a été aménagée dans le cadre de TERO à côté de la plateforme déchets connue de tous (Figure 1D). Cela permet de centraliser les déchets de culture et de faciliter leur mise à disposition aux agents du centre.

Valorisation et conclusions

Le premier résultat est une diminution drastique de la quantité de déchets éliminés aux ordures ménagères. Bien que 2024 ait été la première année effective de lancement du projet, qui ne soit déployé qu'au tiers de sa capacité, cinq bennes de 1500 L ont



Figure 4. Plan des implantations des bennes et de la plateforme sur le centre

été remplies. Trois bennes ont été vidées au niveau de la plateforme déchets TERO et les deux autres ont été valorisées par les prélèvements des agents au fur et à mesure des apports. Près de 8 tonnes de terreau de plus ont été valorisées par rapport à avant. La conséquence directe est une réduction de la pollution générée par la rotation hebdomadaire des camion-bennes qui gèrent les ordures mais aussi celle produite lors de l'incinération des déchets.

Bien que le projet ne soit pas entièrement déployé, nous avons montré que le dispositif est fonctionnel et efficace, sans trop de surcharge pour les personnels chargés de remplir ou vider la benne. Nous avons vu son acceptabilité par les agents et son impact rapide. Nous avons également identifié des pistes d'amélioration concernant la quantification des déchets au moment du dépôt dans les bennes. Étant donné le nombre important de pots générés, il est probable que l'ensemble ne sera pas réutilisé par les agents pour leur usage personnel, une nouvelle filière de recyclage sera à développer. Quant au terreau, il n'est pas envisageable de le réutiliser pour les expérimentations car il devient complètement inerte après le passage à l'autoclave, ce qui ne permet pas la culture de plantes de manière reproductible et fiable.

Le deuxième objectif de ce projet concerne la valorisation des déchets de culture par leur réutilisation. Les bennes ainsi que la plateforme sont clairement identifiées grâce à un affichage et une communication large sur le centre, pour permettre au maximum d'agents d'utiliser la filière de déchets et de pouvoir récupérer du substrat de culture pour leur usage privé. Ainsi, les agents du centre peuvent directement se servir au niveau des points de collecte grâce à la mise à disposition d'une pelle, de sacs et des pots. Le terreau et les pots récupérés par les agents du centre ne seront pas achetés par ailleurs à titre personnel et cela aura un impact environnemental supplémentaire.

Potentiel de dissémination et élargissement

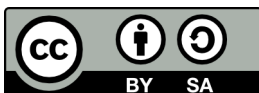
Ce projet a un fort potentiel de dissémination car d'autres unités en France travaillant dans le domaine végétal pourraient se baser sur notre expérience pour mettre en place une procédure similaire de gestion des déchets de culture. Nous savons que d'autres unités réfléchissent à cette problématique car nous avons été contactés par des agents d'autres sites notamment via le réseau serriste. Ce qui se chiffre en dizaine de tonnes de substrat de culture à l'échelle du centre Occitanie-Toulouse, se chiffrerait en centaines de tonnes à plus large échelle.

La dissémination est donc réalisable à l'échelle d'INRAE voire même plus largement à d'autres instituts (académiques et techniques). Des retours d'expériences, un accompagnement des services (techniques et RSE) et un accompagnement financier seront sans doute nécessaires à cette dissémination. ■

Remerciements

Ce projet a été financé par la pépinière de projets RSE d'INRAE.

Nous tenons à remercier l'ensemble des membres du groupe de travail pour leurs réflexions et suggestions : C. Pince (LIPME), F. Devoilles (LIPME), M.-C. Boniface (LIPME), N. Blanchet (LIPME), P. Luis (LIPME), É. Lecloux (AGIR), G. Tison (UE APC), J.-F. Liévin (UE APC), W. Delaporte (FRAIB), S. Rochange (LRSV). Nous remercions également J. Melilli (RSE SDAR) pour son accompagnement et sa coordination avec le service logistique des SDAR Toulouse-Occitanie. Nous remercions également Anaïs Botello, Roxane Lion et Marie Invernizzi pour leur talent artistique. Enfin nous tenons à remercier Adeline Besnault qui a assuré l'illustration des sketchnotes.



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Le projet Melting Pot : repenser la gestion de l'eau dans un bâtiment tertiaire

Rémi Lombard-Latune¹
Sophie Besnault¹
Adeline Dubost³
Leslie Gauthier³
Christophe d'Ignazio³
Antonin Azais¹
Céline Berni²
Pascal Breil²

CORRESPONDANCE

melting.pot@inrae.fr

RÉSUMÉ

Le projet « Melting Pot » a permis de concevoir, chiffrer et prioriser des scénarios de valorisation d'eaux non conventionnelles à mettre en œuvre au niveau du bâtiment du site INRAE de Lyon-Villeurbanne. Ces scénarios ont porté sur les eaux de pluie, les eaux industrielles, les eaux ménagères et la collecte sélective de l'urine. Le projet a été construit dans une démarche participative impliquant tous les agents du site afin de rendre notre bâtiment moins dépendant des ressources en eaux conventionnelles. Certaines actions ont pu être testées (démonstrateur « toilettes du futur »), d'autres sont encore en cours d'étude car elles nécessitent une caractérisation plus fine des gisements d'eaux non conventionnelles.

MOTS-CLÉS

Eaux non conventionnelles ; REUT ; séparation à la source ; circularité ; eaux ménagères ; eaux de pluie, bâtiment

1 INRAE, REVERSAAL, 69100, Villeurbanne, France

2 INRAE, RIVERLY, 69100, Villeurbanne, France

3 INRAE, SDAR, 69100, Villeurbanne, France

The Melting Pot project: rethinking water management in an office building

Rémi Lombard-Latune¹
Sophie Besnault¹
Adeline Dubost³
Leslie Gauthier³
Christophe d'Ignazio³
Antonin Azais¹
Céline Berni²
Pascal Breil²

CORRESPONDENCE

melting.pot@inrae.fr

ABSTRACT

The "Melting Pot" project designed, budgeted and prioritized unconventional water recovery scenarios to be implemented at the INRAE building in Lyon Villeurbanne. These scenarios covered rainwater, industrial water, grey water and urine source separation. The project was built on a participatory approach involving all site staff, with the aim of making our building less dependent on conventional water resources. Some actions have been implemented as demonstrators ("toilets of the future"), while others are still under study, as they require more detailed characterization of non-conventional water resources.

KEYWORDS

Unconventional water; REUT; source separation; circularity; grey water; rainwater; building

¹ INRAE, REVERSAAL, 69100, Villeurbanne, France

² INRAE, RIVERLY, 69100, Villeurbanne, France

³ INRAE, SDAR, 69100, Villeurbanne, France

Introduction

Le changement climatique impacte fortement le cycle de l'eau : les épisodes de sécheresse et d'inondations sont amenés à s'intensifier et à se multiplier, entraînant de nouveaux enjeux sur la gestion des ressources en eau. Une des réponses apportées est le Plan eau annoncé par le chef de l'État le 30 mars 2023 qui ambitionne de réduire de 10 % les consommations en eau sur le territoire ou encore de développer 1 000 projets de réutilisation des eaux usées traitées (REUT¹) d'ici 2028, afin de porter à 10 % le taux de REUT sur le territoire (contre 0,5 % en 2017, Franck-Neel *et al.*, 2020). Les pouvoirs publics conditionnent de plus en plus leurs appuis aux projets à la notion de substitution. En effet, dans le cas d'usages existants, pour qu'elle soit vertueuse d'un point de vue environnemental et n'augmente pas la pression sur les milieux, la mobilisation d'eaux non conventionnelles (ENC) doit se substituer à des prélèvements sur la ressource conventionnelle.

Si le recours à la REUT ou aux ENC est déjà bien balisé pour certains usages (agricoles et espaces verts), c'est moins le cas pour les usages domestiques (à l'exception des eaux de pluie). Pourtant, les chiffres de 2023 (ministère des Territoires, de l'Écologie et des Logements) montrent que les prélèvements d'eau dans le milieu naturel pour la production d'eau potable en France sont largement supérieurs (5,4 milliards de m³/an) à ceux pour les usages agricoles (3,5 milliards de m³/an) et industriels (2,3 milliards de m³/an). Seuls 7 % de l'eau potable utilisée par les ménages sont destinés à l'alimentation alors que 12 % correspondent au nettoyage du linge, 20 % à l'usage pour les toilettes et 39 % pour l'hygiène corporelle (Davoisne, 2021). Le potentiel de substitution par des ENC est donc important, même sans aller jusqu'aux usages alimentaires, les plus sensibles.

De multiples exemples existent à l'étranger. Au Japon, 76 millions de m³/an d'eaux ménagères sont réutilisées pour les chasses d'eau des toilettes dans des centres commerciaux, des immeubles ou chez des particuliers (Takeuchi *et al.*, 2020). En Australie, le bâtiment de bureaux de SydneyWater réutilise quotidiennement 44 m³ d'eaux ménagères qu'il produit pour les chasses d'eau des toilettes et l'air conditionné. Sa consommation d'eau est estimée à 75 % de celle d'un bâtiment conventionnel comparable (Radcliffe *et al.*, 2020).

C'est dans ce contexte que les équipes hébergées dans le bâtiment du site INRAE de Lyon-Villeurbanne ont construit une proposition conjointe lauréate du premier appel à projet « pépinière RSE » au printemps 2022. L'objectif du projet « Melting Pot » est de concevoir, chiffrer et prioriser des boucles de valorisation d'ENC à mettre en œuvre au niveau du bâtiment. Le projet a été mené

principalement par des agents du site de Lyon-Villeurbanne, sur la base du volontariat.

Ce document est un premier retour d'expérience sur la démarche du projet. Pour être synthétique, il est construit autour d'un sketchnote (Figure 1) qui présente les différentes étapes du projet, complétée par des textes qui détaillent et illustrent chaque étape.

Étape 1. Constitution d'une équipe projet

L'équipe projet rassemble des représentants de l'ensemble des unités (recherche et administration) présentes sur le site, ce qui permet d'avoir un relais vers chaque collectif mais également de prendre en compte les contraintes propres à chaque activité dans le pilotage du projet.

Étape 2. État des lieux initial

L'état des lieux a visé à identifier à la fois les usages de l'eau dans le bâtiment, les ressources mobilisées (dans notre cas, eau potable et eau de forage) et celles qui ne le sont pas (eaux de pluie², eaux pluviales³, eaux usées). Les eaux usées gagnent à être détaillées en fonction de l'usage qui les a produits (Tableau 1), afin de les classer en fonction de leur qualité possible : eaux vannes (toilettes), eaux ménagères (lavabos, coins café, douches), eaux industrielles à distinguer en fonction de l'usage (dans notre cas, canaux hydrauliques d'une part et élevages d'organismes aquatiques modèles de l'autre).

Étape 3. Atelier de restitution et « diagnostic participatif »

En décembre 2022, la présentation de l'état des lieux initial à l'ensemble des agents lors d'un atelier participatif a permis de partager et de compléter le diagnostic. Une vingtaine d'agents ont rejoint le projet à l'issue de l'atelier. Des groupes de travail thématiques ont été constitués, dans notre cas, par gisements : eaux de pluie, eaux ménagères et industrielles, toilettes séparatives pour la récupération des urines. Lors de cet atelier participatif, de premiers scénarios de valorisation des ENC au sein du bâtiment ont été proposés par les participants et approfondis par les groupes de travail.

Étape 4. Caractérisation et cadre réglementaire

Un premier travail bibliographique a été réalisé par chaque groupe de travail pour déterminer les caractéristiques des gisements à partir de la littérature et évaluer ce que permet le cadre

1. Le réseau REUSE d'INRAE définit la REUT comme la pratique qui « vise à réutiliser, après traitement approprié, les eaux usées pour certains usages anthropiques avant de les rejeter dans l'environnement, évitant par là-même de mobiliser des eaux prélevées dans le milieu pour ces besoins. Ce schéma vise à passer d'une politique linéaire de la mobilisation et de l'utilisation de l'eau à une approche circulaire, afin de baisser la pression, qualitative puis quantitative, sur les ressources, et de limiter les conflits d'usages. » (Ait-Mouheb *et al.*, 2022).

2. Eaux collectées à l'aval des toitures inaccessibles.

3. Eaux ayant ruisselé sur les chaussées, donc de moins bonne qualité que les eaux de pluie.

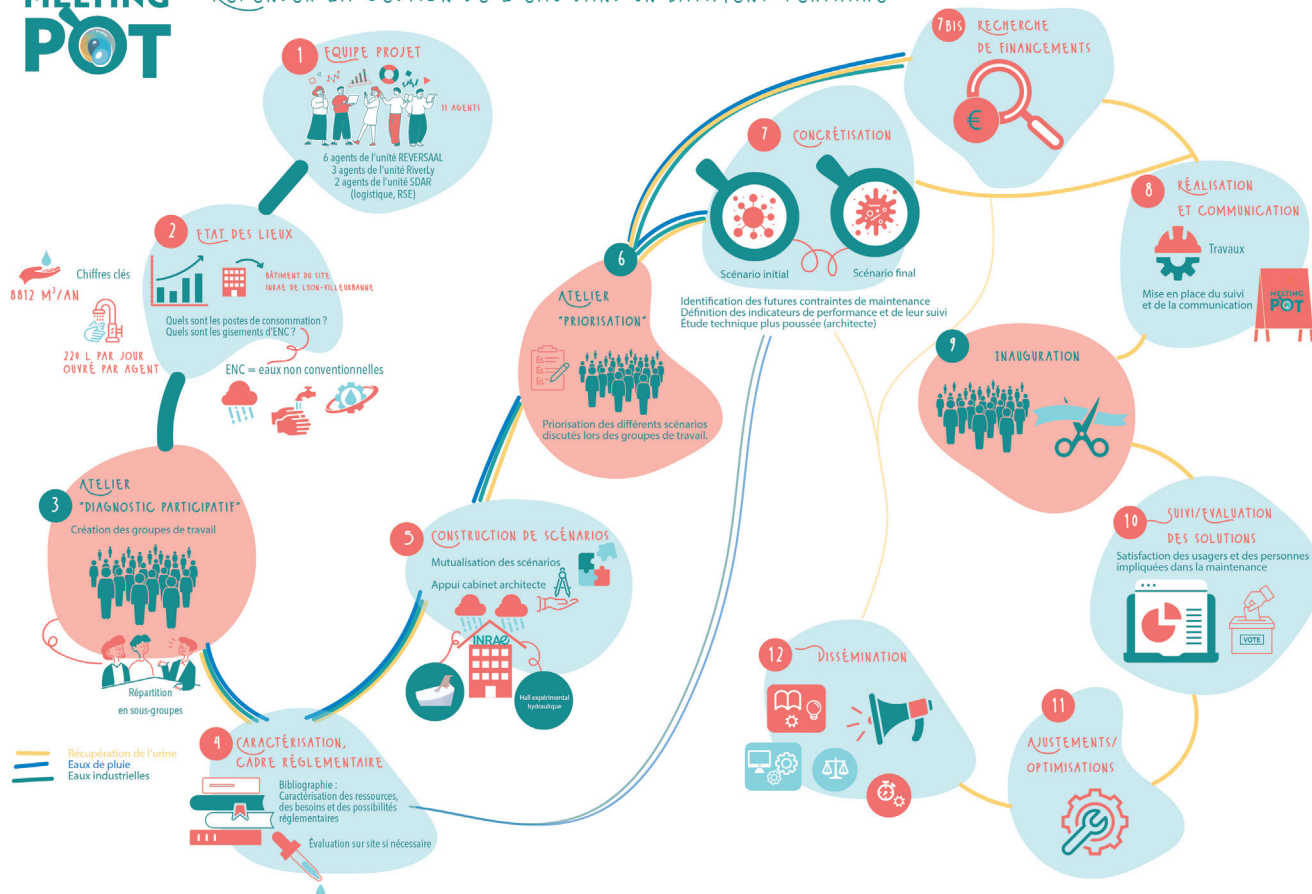


Figure 1. Sketchnote : repenser la gestion de l'eau dans un bâtiment tertiaire

Tableau 1. Synthèse des informations sur les gisements d'eaux non conventionnelles identifiés sur le bâtiment de Villeurbanne

Eaux non conventionnelles	Source	Volume (m³/an)	Qualité
Eaux ménagères	Éviers coin café + lavabos sanitaires + douches	500	Moyenne
Eaux vannes	WC	500	Mauvaise
Eaux usées pailles	Pailles	?	Mauvaise
Eaux des bassins d'élevage des organismes aquatiques modèles	Bassins d'élevage	> 2 000	Bonne à moyenne
Eaux bassins d'exposition des organismes aquatiques modèles	Bassins d'exposition	?	Moyenne à mauvaise
Eaux de vidange du canal hydraulique	Canal hydraulique	> 1 000	Bonne à moyenne
Eau de pluie	Toitures	2 100	Bonne
Eau pluviale	Ruissellement chaussées	1 870	Moyenne à mauvaise

réglementaire pour chaque gisement. Aujourd'hui, c'est l'arrêté EICH (eaux impropres à la consommation humaine)⁴ du 12 juillet 2024 qui s'applique principalement dans notre bâtiment.

Lors des études techniques préalables aux travaux (étape 7), il a été identifié un besoin de caractériser plus finement certains gisements (eaux de pluie et eaux industrielles) pour concevoir les chaînes de traitement nécessaires à leur valorisation. Des prélèvements et des analyses pour réaliser une caractérisation physi-

cochimique et microbiologique de nos gisements d'ENC sont en cours, en s'appuyant en partie sur les compétences analytiques internes de notre centre.

Étape 5. Construction de scénarios

Chaque groupe de travail a travaillé sur différents scénarios pour définir les infrastructures nécessaires à leur mise en œuvre (réseau, stockage, traitement), ainsi que les risques et moyens de

4. Les EICH sont les eaux qui ne répondent pas à la définition des eaux destinées à la consommation humaine (eau potable) : eaux de pluie, eaux douces, eaux de forage, eaux grises, eaux de piscine...

gestion associés à prévoir (notamment en termes de traitement). Différentes échelles ont été étudiées : pilote/décentralisé et pleine échelle au niveau du bâtiment (Lombard-Latune *et al.*, 2024). Des professionnels du bâtiment (des étudiants en école d'architecture et un cabinet d'architecte) sont intervenus auprès de chacun des groupes de travail pour contribuer à la réflexion et réaliser l'étude de faisabilité technique et financière des scénarios. Des réunions entre les groupes de travail ont permis de prioriser des scénarios, mutualiser les infrastructures et phaser les réalisations.

Les eaux ménagères des lavabos de notre bâtiment, déjà collectées par une canalisation distincte de la canalisation des eaux vannes (eaux des toilettes), pourraient être traitées en bas de la colonne d'eau avant renvoi en toiture pour le stockage (2 m³) et l'alimentation gravitaire des chasses d'eau. En fonction de leurs qualités, les eaux industrielles pourraient suivre la même voie.

Les eaux de pluie, collectées sur les toitures inaccessibles, pourraient être traitées, stockées puis utilisées dans le hall hydraulique à la place des eaux de forage, dans les chasses d'eau des toilettes, voire pour les bassins d'élevage des organismes aquatiques. Les eaux pluviales ayant ruisselé sur les chaussées pourraient être infiltrées vers la nappe via la désimperméabilisation du parking et de la cour du bâtiment. Elles feront l'objet d'un traitement éventuel préalable dans le cadre des préconisations du Grand Lyon pour ce type d'ouvrage.

La collecte sélective d'urine (Encadré 1) dans le bâtiment grâce à des urinoirs masculins ou féminins ou des toilettes à séparation permettrait de diminuer la consommation d'eau pour les chasses d'eau, ainsi que de valoriser en agriculture les nutriments contenus principalement dans les urines.

Étape 6. Atelier de priorisation

En novembre 2023, un second atelier participatif à l'échelle du site a permis de présenter les différents scénarios, leurs impacts attendus et les conditions de faisabilité technico-économique. En parallèle, un rapport de synthèse a été diffusé aux agents du centre pour ceux qui ne pouvaient pas participer à l'atelier. Un sondage, par mail et pendant l'atelier, a permis de collecter les avis de plus de 40 % des agents du centre.

Les échanges au cours de l'atelier sur l'acceptabilité de l'utilisation de toilettes alimentées avec des ENC, sèches ou séparatives, ont permis d'identifier le besoin d'une étape de démonstration sur un bloc sanitaire avant la généralisation à l'ensemble du bâtiment.

L'ensemble des travaux a été estimé à près de 270 k€, répartis en 6 lots, dont un lot central (47 500 €) pour le transfert des ENC après traitement vers la toiture, deux petits stockages (2x2 m³) et l'alimentation gravitaire des chasses d'eau des différents blocs sanitaires du bâtiment.

Étapes 7 et 7 bis. Concrétisation/ études techniques et recherche de financement

Ces deux étapes ont été menées conjointement. Le découpage des travaux en lots et leur priorisation permet d'adresser des demandes ciblées et contenues aux différentes opportunités de financement (ADEME, Agence de l'eau, métropole, etc.). La constitution des dossiers a montré que pour certains lots, il était nécessaire de repasser par une étape de caractérisation des gisements (eaux de pluie, eaux ménagères et industrielles). Par ailleurs, il est nécessaire également de réaliser un travail pour identifier des solutions de stockage des ENC, qui ne sont généralement pas produites quand on en a le besoin ou pas dans les volumes suffisants. Différentes options de stockage sont à l'étude pour repenser l'espace afin d'inclure des réservoirs, mais aussi un réseau de canalisations voire un traitement.

Un premier lot sur le démonstrateur de « toilettes du futur » pour la collecte séparative des urines a été financé et nous attendons une réponse pour un second pour l'eau de pluie.

Les différents fournisseurs de « toilettes du futur » (urinoirs secs féminins et masculins, toilettes à séparation d'urine) ont été consultés afin d'évaluer la faisabilité technique et le coût d'installation dans les toilettes existantes. Les services logistiques qui gèrent le bâtiment ont été associés à ces différentes phases d'étude. Le cabinet d'architecte a proposé un plan d'installation de la canalisation spécifique permettant de collecter l'urine et des cuves de stockage, ainsi que le budget nécessaire pour mettre en place ces éléments.

Encadré 1. Pourquoi collecter l'urine séparément ?

Outre la réduction de la consommation d'eau par les chasses d'eau, la collecte sélective de l'urine permet de récupérer des ressources comme les nutriments (azote, phosphore, potassium...) des eaux usées qui sont très peu valorisées aujourd'hui par le traitement dans les stations d'épuration. Ces nutriments, indispensables à la croissance des plantes, sont apportés aux sols agricoles en France principalement sous forme d'engrais de synthèse : engrais azotés produits en usine dont la production représente 5 % des émissions de gaz à effet de serre dans le monde (Gao & Cabrera Serrenho, 2023) et engrais phosphorés extraits de mines, dont aucune n'est située en France, qui sont des ressources finies, non substituables. Ils sont donc apportés grâce à des procédés avec un fort impact environnemental, consommés pour l'alimentation humaine, excrétés dans les urines (majoritairement) et les matières fécales puis éliminés dans les stations d'épuration qui consomment beaucoup d'énergie. En France, seul 10 % de l'azote excrété est valorisé, tandis que 90 % est perdu (Starck *et al.*, 2024). Dans un nouveau cycle vertueux des nutriments, l'urine serait utilisée pour fertiliser les sols : la consommation d'engrais azotés et la quasi-totalité de la consommation de phosphore en Île-de-France pourraient être couvertes par les excréments des habitants de l'agglomération parisienne (Esculier, 2018) !

Étape 8. Réalisation et communication

L'installation des toilettes sélectionnées n'a pas posé de problème particulier mais a nécessité un échange avec le plombier par rapport aux spécificités propres à ces nouveaux modèles (siphons secs et double canalisation). Un mois et demi avant les travaux, un dispositif de suivi a été mis en place pour évaluer l'impact sur la consommation en eau du bâtiment de la modification apportée (compteur d'eau sur la canalisation qui alimente les blocs sanitaires et compteurs de passage sur les portes de chaque toilette).

En parallèle des travaux, des éléments de communication (Figure 2) ont été préparés avec l'aide du service communication du centre, pour les usagers, les visiteurs externes et les agents d'entretien.

Étape 9. Inauguration

L'inauguration des toilettes a permis de convier les agents du site à un point d'étape et de leur présenter les modalités d'utilisation des nouveaux équipements. L'inauguration a également été l'occasion de présenter le protocole de suivi des installations mis en place, tant sur le volet consommation en eau que sur la perception des utilisateurs des nouvelles infrastructures.

Étape 10. Suivi des indicateurs et collecte d'avis

Le suivi des indicateurs d'utilisation et de consommation a été réalisé à une fréquence hebdomadaire sur une période de 6 mois pour nourrir un rapport d'étape. Les relevés ont permis d'estimer une diminution de la consommation d'eau d'environ 35 % après la mise en place des nouvelles toilettes. Le potentiel d'économie est important (150 m³/an) si le dispositif est étendu à tout le bâtiment.

Des enquêtes à chaud, à froid et des entretiens semi-directifs ont été réalisés sur une période de 2 mois et demi afin d'évaluer la perception des usagers avec des retours très positifs : 76 % des répondants ont déclaré utiliser les toilettes de manière occasionnelle ou régulière, 77 % sont favorables ou très favorables à l'installation de ces toilettes à leur étage.

Étape 11. Ajustements et optimisations

Les retours des utilisateurs collectés précédemment ont été pris en compte et ont conduit à effectuer plusieurs ajustements sur la communication et sur les infrastructures elles-mêmes.

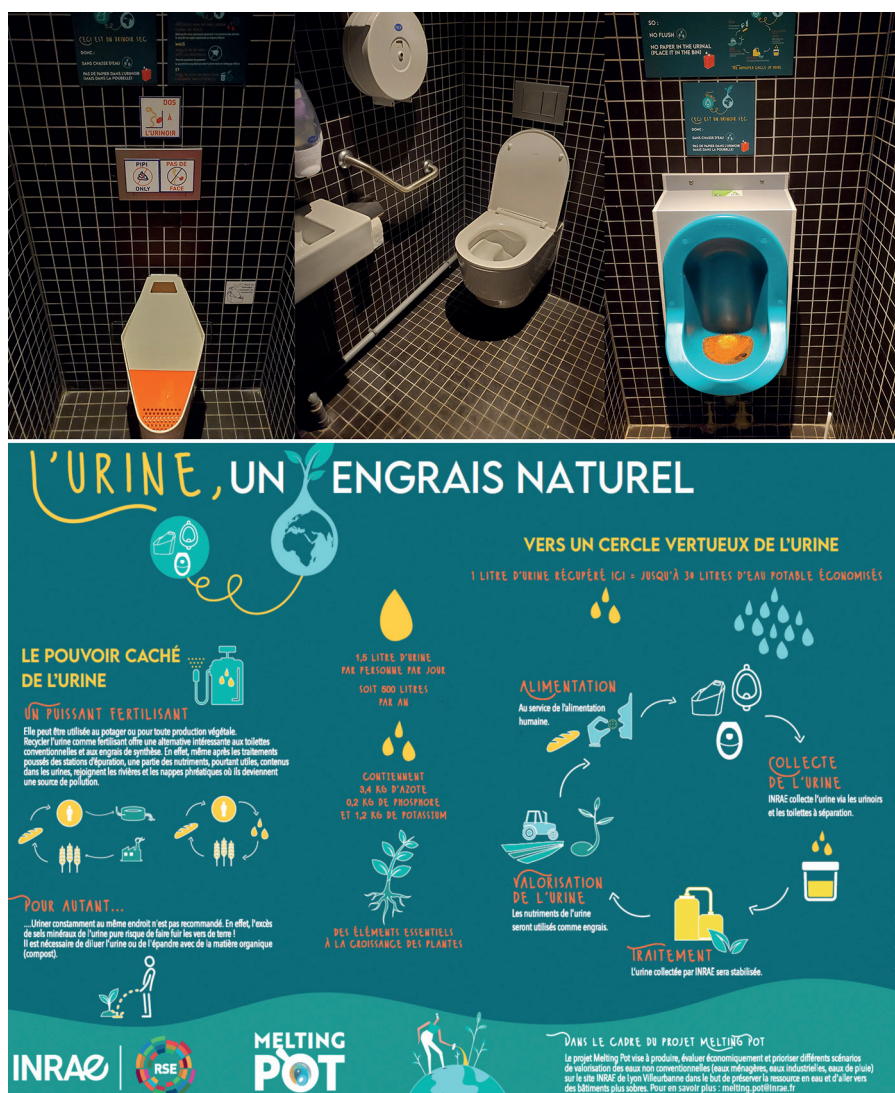


Figure 2. Signalétique spécifique mise en place afin d'expliquer les modalités d'utilisation de ces différentes « toilettes du futur » et d'informer sur les enjeux du projet.

Étape 12. Dissémination

Le projet « Melting Pot » n'est pas encore terminé. Les résultats préliminaires ont été ou seront présentés dans des congrès (Association scientifique pour l'eau et l'environnement (ASTEE), Labos 1point5, ...) ou dans des articles afin de les valoriser et de permettre de repenser la gestion de l'eau sur d'autres bâtiments tertiaires. Ce projet a généré de nombreux échanges avec des acteurs INRAE ou externes (ADEME, Grand Lyon, Maison de l'Environnement de Lyon...) qui sont venus visiter les toilettes et échanger sur le sujet.

construction d'un bâtiment neuf permettrait de simplifier la mise en place de solutions durables de la gestion de l'eau à l'échelle du bâtiment. La valorisation de l'urine n'est pas encore possible partout, notamment à cause d'un manque de filières régionales et d'un modèle économique à trouver, mais de plus en plus d'acteurs se positionnent sur cette thématique. Les solutions techniques pour repenser la gestion de l'eau dans un bâtiment tertiaire existent et la réglementation le permet, alors lancez-vous ! ■

Crédit pour toutes les illustrations : ©INRAE – UR REVERSAAL

Conclusion

La mise en place de solutions techniques permettant de valoriser les ENC, diminuer les prélèvements d'eau sur la ressource et valoriser les nutriments produits dans un bâtiment tertiaire est possible mais complexe si le bâtiment n'a pas été conçu pour cela dès le début. L'intégrer dès les étapes de planification de la

Références

- Ait-Mouheb, N., et al. (novembre 2022). *Les enjeux du Génie des Procédés pour la réutilisation des eaux usées traitées au sein du réseau REUSE d'INRAE – de la nécessité d'une approche pluridisciplinaire et multi-échelles* [Conférence]. Sciences et Solutions technologiques pour la Transition SFGP 2022, Toulouse. <https://hal.inrae.fr/hal-04166926v1>
- Davoisne, N. (2021). *Quels sont les bons gestes pour mieux consommer l'eau ?* CIEAU. Consulté le 14 février 2025 sur <https://www.cieau.com/le-metier-de-leau/usages-consommation-conseils/quels-sont-les-bons-gestes-pour-mieux-consommer-leau/>
- Esculier, F. (2018). *Le système alimentation/excrétion des territoires urbains : régimes et transitions socio-écologiques* [Thèse de doctorat en sciences et techniques de l'environnement, Université Paris-Est]. <https://pastel.hal.science/tel-01976550>
- Franck-Neel, C. et al. (2020). *Réutilisation des eaux usées traitées, le panorama français*. CEREMA. https://www.cerema.fr/system/files/documents/2020/07/2020_06_panorama_reut_pour_edition_vdef-1.pdf
- Gao, Y., Cabrera Serrenho, A. (2023). Greenhouse gas emissions from nitrogen fertilizers could be reduced by up to one-fifth of current levels by 2050 with combined interventions. *Nature Food*, 4, 170-178. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00698-w>
- Ministère des Territoires, de l'Écologie et des Logements (30 novembre 2023). *L'eau en France : ressource et utilisation. Synthèse des connaissances en 2023*. Consulté le 14 février 2025. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/leau-en-france-ressource-et-utilisation-synthese-des-connaissances-en-2023>
- Lombard-Latune, R., Thomas, A.-R., Azais, A., Besnault, S. (2024). *Rapport de synthèse du projet Melting Pot*. INRAE-UR REVERSAAL. <https://hal.science/hal-04774292v1>
- Starck, T., Fardet, T., Esculier, F. (2024). Fate of nitrogen in French human excreta: Current waste and agronomic opportunities for the future. *Science of The Total Environment*. 912. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168978>
- Radcliffe, J. C., Page, D. (2020). Water reuse and recycling in Australia — history, current situation and future perspectives. *Water Cycle*, 1, 19-40. <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2020.05.005>
- Takeuchi, H., Tanaka, H. (2020). Water reuse and recycling in Japan — history, current situation, and future perspectives. *Water Cycle*, 1, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2020.05.001>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

PréDis : analyse multicritère des impacts du caractère présentiel ou distanciel de réunions de travail

Frédéric Gaymard¹
Françoise Boudet-Bône¹
Celeste Le Bourhis¹
Pascal D'Hour¹
Taous Guerchouh³
Benjamin Cartron²
Denis Tagu¹

CORRESPONDANCE

frederic.gaymard@inrae.fr

RÉSUMÉ

Le projet « PréDis » vise à construire une analyse multicritère des conditions de travail en réunions en présentiel ou en distanciel. Une enquête a été menée auprès des 600 évaluateurs et évaluatrices des commissions d'évaluation des ingénieurs (CEI) et des commissions scientifiques spécialisées (CSS, qui réunissent des chercheurs), complétée par des entretiens individuels. Nous cherchons à expliciter et pondérer des critères portant sur les modalités des réunions et à les situer au regard d'autres enjeux de responsabilité sociétale et environnementale (RSE) tels que la qualité et l'efficacité du travail, la convivialité et les contraintes organisationnelles.

Deux enseignements principaux ont été tirés. D'une part, le présentiel est préféré concernant la qualité du travail : la réunion en présence est perçue comme plus fluide, plus efficace, plus riche et adaptée aux dossiers délicats. D'autre part, lorsqu'on considère les contraintes personnelles, c'est bien le mode distanciel qui est préféré, par la plupart des répondants, au regard des déplacements, des coûts induits, de l'organisation personnelle et de l'empreinte CO₂. La présence est synonyme de contraintes, d'autant plus fortes que l'on habite loin.

On constate donc une tension sur les motifs qui font préférer l'une ou l'autre modalité : les questions professionnelles de sens au travail, de dynamique collective, de rencontre font préférer le présentiel, alors que les enjeux personnels, d'équilibre entre vie professionnelle et vie privée font préférer le distanciel. Chacun se positionne alors dans un choix de modalité qui est parfois un dilemme. De nombreux participants témoignent qu'il est délicat d'imposer « son » mode aux autres. Apparaît donc une responsabilité nouvelle de l'organisateur, qui s'inscrit de fait dans des enjeux de RSE. Puisqu'aucune de ces modalités n'est pleinement satisfaisante, il appartiendrait à l'employeur de donner un cadre, et aux organisateurs d'ajuster leurs choix lorsque c'est possible.

MOTS-CLÉS

Réunion ; modalité de travail ; évaluation

1 INRAE, DEV, 75338 Paris Cedex 07, France

2 Cabinet Singuliers-Pluriel, 78670 Médan, France (<http://www.singuliers-pluriel.com/agence.html>)

3 CNAM, M2 Conseil intervention en développement des compétences, France.

PréDis: Multi-criteria analysis of the impacts of the presence or distancing nature of work meetings

Frédéric Gaymard¹
Françoise Boudet-Bône¹
Celeste Le Bourhis¹
Pascal D'Hour¹
Taous Guerchouh³
Benjamin Cartron²
Denis Tagu¹

CORRESPONDENCE

frederic.gaymard@inrae.fr

ABSTRACT

The "PréDis" project aimed to develop a multi-criteria analysis of working conditions in so-called "in-person" or "remote" meetings. A survey was designed for approximately 600 evaluators from the engineering (CEI) and research (CSS) evaluation committees, supplemented by individual interviews. We sought to clarify and weigh criteria relating to meeting arrangements and situate them in relation to other Corporate Social Responsibility and Environmental Responsibility issues such as work quality and efficiency, conviviality, and organizational constraints.

Two main lessons were learned. First, face-to-face meetings are preferred in terms of work quality: face-to-face meetings are considered more fluid, more efficient, richer, and more suited to sensitive issues. On the other hand, when considering personal constraints, the "remote" mode is clearly the preferred option: for most respondents, travel and associated costs, personal organization, and carbon footprint are among the main factors. Being present is synonymous with constraints, which are even greater the further away one lives.

Therefore, there is tension over the reasons for preferring one or the other method: professional issues of meaning at work, collective dynamics, and meeting others lead to a preference for in-person meetings, while personal issues of work-life balance lead to a preference for remote meetings. Each participant then positions themselves in a choice of method, which is sometimes a dilemma. Many participants report that it is difficult to impose "their" method on others. This presents a new responsibility for the organizer. Since none of these modalities is fully satisfactory, it would be up to the employer to provide a framework, and for the organizers to adjust their choices where possible.

KEYWORDS

Meeting; working modality; assessment

¹ INRAE, DEV, 75338 Paris Cedex 07, France

² Cabinet Singuliers-Pluriel, 78670 Médan, France (<http://www.singuliers-pluriel.com/agence.html>)

³ CNAM, M2 Conseil intervention en développement des compétences, France.

Introduction

Le déploiement et l'apprentissage des outils propres aux réunions à distance ont été accélérés depuis ces dernières années, permettant à de nombreuses réunions de se conduire désormais de chez soi, ou de son bureau, en visio-conférence.

Désormais, le choix se pose entre plusieurs modalités : la présence pour tous (« présentiel »), la visio-conférence pour tous (« distanciel ») ou un panaché (« hybride »). Aujourd'hui, nos choix reposent rarement sur une analyse objective de la modalité qui serait la plus appropriée ; ils oscillent de façon plus ou moins rationnelle en considérant différents impacts et contraintes (coûts induits, empreinte écologique, qualité du travail, informel, convivialité, contraintes personnelles, distance géographique...). « PréDis » se propose d'élaborer une analyse multicritère des spécificités de ces modalités, à partir de l'étude du vécu des réunions des commissions d'évaluation qui sont organisées par la direction de l'évaluation (DEV).

Ces commissions d'évaluation des ingénieurs (CEI) ou des chercheurs (CSS) fournissent un cadre précis de rencontre : pour chaque réunion, un groupe de plus d'une vingtaine de participants, géographiquement dispersés en France, voire à l'étranger, se réunissent au moins pour trois jours consécutifs (habituellement à Paris dans les locaux d'INRAE).

À partir d'une démarche d'enquête, cette analyse a pour but d'objectiver les impacts de la modalité présentiel/distanciel sur la dynamique collective de travail. Des préconisations sont proposées pour accompagner les choix futurs : cette approche peut permettre de pondérer différents critères, pour orienter les choix en fonction du contexte et de l'objectif de l'événement.

Méthodes

Nous nous inscrivons dans une référence à la psychosociologie et à la sociologie du travail et des organisations. Nous cherchons à rendre compte des situations vécues, du sens qu'en donnent les acteurs, et des ambivalences individuelles et collectives. Notre approche est mixte, basée sur une analyse quantitative au travers d'un questionnaire transmis aux 600 évaluateurs et évaluatrices des CEI et CSS, complétée par des entretiens menés auprès d'une quinzaine d'évaluateurs et évaluatrices. Les données brutes de l'enquête sont disponibles sur la plateforme HAL INRAE : <https://hal.science/view/index/docid/5104501>.

Pour aborder la perception des impacts de la modalité, nous prêtons attention aux enjeux de processus et de résultat du travail conduit en commission d'évaluation. Le processus relève de la participation aux débats, l'expression des points de vue, la facilitation de la parole, l'inclusion des points de vue, tandis que le résultat décrit la qualité de l'avis rendu et sa validation par tous. Un troisième axe porte sur les effets à long terme et la généralisation : ces pratiques en présentiel et en distanciel se confirment-elles pour d'autres réunions ? Quelle évolution envisager dans les années à venir ?

Les étapes de cette approche ont été mises en œuvre par Taous Guerchouh, étudiante en M2 Conseil intervention en développement des compétences du CNAM, et discutées en amont et en aval par un comité de suivi, constitué de membres de la DEV, et de cinq membres de CEI et CSS.

Résultats

Le profil des répondants

Soixante pour cent (60 %) des personnes interrogées ont répondu à l'enquête, soit 360 personnes avec une bonne répartition entre femmes et hommes, et une bonne représentativité d'agents INRAE (58 %) *versus* externes (42 %) et de membres de CEI (54 %) *versus* CSS (46 %). La question du déplacement étant centrale, il est important de souligner que deux tiers des personnes interrogées se situent à plus de 3 heures de trajet du lieu de la réunion (INRAE Paris). Les répondants ont globalement une grande habitude des réunions en distanciel : ce type de réunion est usuel pour 85 % des répondants ; et seuls 2 % d'entre eux n'ont jamais assisté à des réunions en distanciel (Figure 1). Les répondants ont fait preuve d'une grande implication, qui s'est traduite notamment par un grand nombre de commentaires aux questions ouvertes où ils partagent leurs réflexions, leurs positions ou leurs manières de concilier les modalités existantes. Ces commentaires, de même que ceux recueillis lors d'entretiens, confirment largement les données recueillies dans le questionnaire.

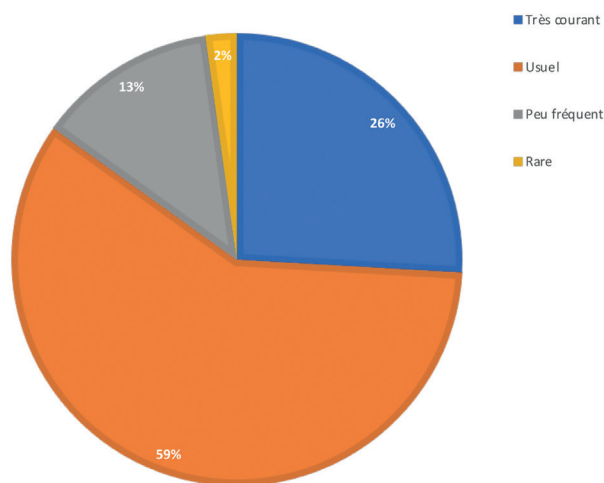


Figure 1. Fréquence d'utilisation des réunions menées en distanciel par les répondants (hors CSS et CEI). Très courant : 75 % ou plus des réunions. Usuel : entre 30 et 75 % des réunions. Peu fréquent : entre 10 et 30 % des réunions. Rare : moins de 10 % des réunions.

Influence de la modalité de travail sur l'efficacité et la qualité du travail

Trois quarts des répondants pensent que le présentiel favorise la qualité du travail (Figure 2). Même si les personnes qui ont une grande habitude du distanciel rejettent moins cette modalité, ou la considèrent plus neutre, la plupart d'entre elles considèrent tout de même la présence comme un facteur de « bon travail ».

Les principaux motifs qui font préférer le présentiel se regroupent en trois catégories :

- les interactions : les échanges, le relationnel, le convivial, l'informel, le non-verbal ;
- la qualité du travail : qualité d'animation, concentration, implication, production, analyse réflexive ;
- la co-présence : le fait d'être ensemble rassure – en particulier les présidents – sur le travail et les décisions prises ; cela facilite la discussion sur les dossiers plus difficiles ou sensibles.

Ainsi, la quasi-totalité des personnes (94 %) qui estiment que la qualité du travail est améliorée en présentiel évoquent des raisons liées à la possibilité d'échanges informels et à la qualité des débats (pour les CEI comme les CSS) et deux tiers d'entre eux (63 %) à la qualité de l'écoute mutuelle. En interrogeant des critères précis, 20 à 30 % des personnes considèrent toutefois les deux modalités comme équivalentes. Plus particulièrement, 70 % estiment que la modalité n'a pas d'impact par exemple sur la gestion des liens d'intérêt. Enfin, l'analyse des dossiers de promotion/titularisation (par les CSS) indique nettement une préférence pour le présentiel, permettant semble-t-il un meilleur ajustement, une plus grande finesse en raison de l'attention portée au non-verbal et ainsi à l'inclusion des différents points de vue.

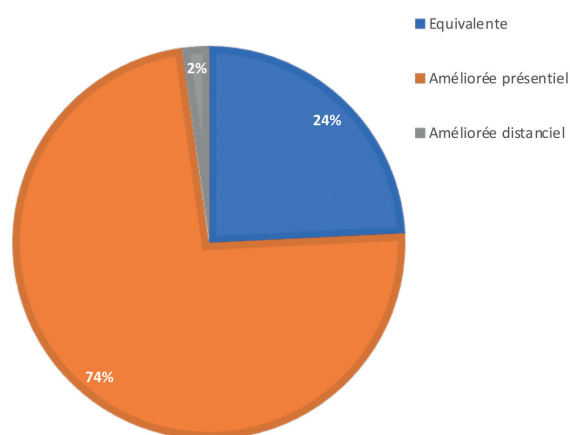


Figure 2. Avis des répondants sur la qualité du travail d'évaluation en fonction de la modalité de réunion. Equivalente : la qualité du travail est identique en présentiel et en distanciel. Améliorée présentiel : la qualité du travail améliorée lors des réunions en présentiel. Améliorée distanciel : la qualité du travail améliorée lors des réunions en distanciel.

Influence de la modalité de travail sur les contraintes personnelles

Le questionnement sur les préférences au regard des contraintes personnelles fait apparaître que le distanciel est préférable, plus spécifiquement pour les motifs d'organisation personnelle, de déplacement, de temps passé, de fatigue, des dépenses induites, et aussi de l'impact sur le climat ou les ressources planétaires.

Une corrélation claire apparaît entre la distance et le niveau de contrainte : plus l'expert habite loin du lieu de réunion, plus le niveau de contrainte est fort, et plus les répondants ont tendance à préférer la visio. La moitié au moins des répondants favoriserait le

distanciel, jusqu'à 60 à 70 % pour les enjeux climatiques, les dépenses induites et l'organisation personnelle. Pour de nombreux répondants qui ont pris l'habitude du distanciel, l'outil « visio » n'est plus une contrainte : 20 à 30 % d'entre eux considèrent la modalité comme étant neutre sur ces différents critères. Cependant, plusieurs inconvénients sont relevés lors des entretiens.

La fatigue fait moins préférer le distanciel (50 %), ce qui corrobore les mentions de la « fatigue visuelle » dans les commentaires et les entretiens, notamment à propos de réunions très longues (sur une journée et plusieurs journées consécutives). Le niveau de maîtrise des outils informatiques peut également avoir une influence sur les préférences. La confidentialité est soulignée comme un inconvénient : elle n'est pas facile à gérer en distanciel, dans un contexte de bureau partagé, par exemple.

Certains répondants précisent aussi leur ressenti d'un risque d'iniquité dans le traitement de certains dossiers, car des détails risquent davantage de passer inaperçus en distanciel. Ils évoquent le sentiment que les réponses peuvent se systématiser, et ont l'impression que la distance influe dans ce sens en diminuant les interactions.

Des « styles » différents sont apparus chez les présidents. Pour ceux qui sont plus axés sur le résultat (la production d'un texte qui fasse consensus), la modalité peut être vécue comme assez neutre, ou comme un simple outil. Pour ceux centrés sur le processus (se préoccupant d'abord de la qualité des débats), le distanciel apparaît comme un dispositif qui limite l'animation : « en distanciel, on fait correctement le travail, mais je suis moins sûr du résultat. »

Le cas de la modalité « hybride »

Bien que peu exploré par le questionnaire, le mode « hybride » est presque unanimement rejeté dans les expressions libres ou les entretiens. Il est toléré pour un petit nombre de personnes ; mais lorsqu'une partie significative des participants est à distance, les

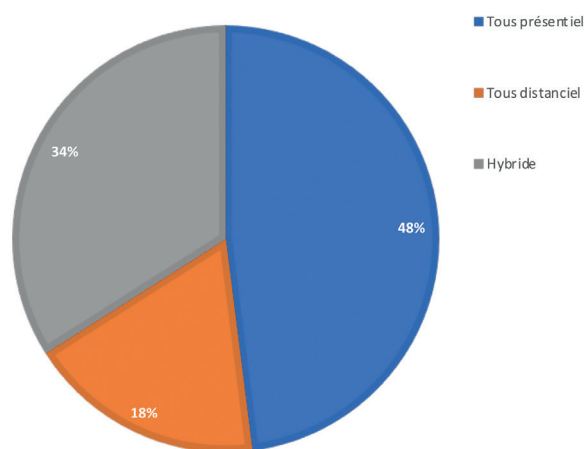


Figure 3. Réponse à la question « si vous étiez seul à décider, pour quelle modalité opteriez-vous ? » Tous présentiel : tous les membres en présentiel. Tous distanciel : tous les membres en distanciel. Hybride : possibilité de réunion mixte avec des experts en présentiel et d'autres en distanciel.

membres autant que les présidents y voient beaucoup d'inconvénients. Lorsqu'on propose aux experts de décider « pour tout le monde », c'est la présence qui s'impose de nouveau. Mais une partie importante des répondants opte pour le mode hybride, laissant ainsi le choix aux participants (Figure 3). Paradoxalement, alors que ce mode semble rejeté, beaucoup ne souhaitent pas imposer une décision à leurs collègues. Ceci indique la complexité du débat et des jeux de contraintes différents pour les personnes.

Discussion

Les préoccupations principales sur les effets à long terme du mode distanciel portent sur trois points, et existent pour la moitié des répondants : (i) la réduction des débats et un stéréotypage progressif, (ii) la perte d'efficacité des réunions et de la qualité de l'animation, et (iii) la dégradation du lien et de l'interconnaissance entre chercheurs ou ingénieurs. La question de l'élargissement à d'autres réunions que les CSS et les CEI a également été évoquée. Concernant l'élargissement de la modalité présentiel/distanciel à d'autres réunions, environ un tiers des personnes pense que cette approche est généralisable ; un tiers pense que ce n'est pas le cas en raison des spécificités du travail en CSS et CEI. Les distinctions posées dans le questionnaire en termes de type d'acteur (interne/externe, CSS/CEI, lieu de résidence...) nous permettent de constater que ces groupes sont très homogènes. Le vécu dont ils rendent compte montre des résultats très indépendants de ces catégories, sur les différentes questions. Ces résultats se confirment aussi indépendamment de la distance du domicile (alors que celle-ci est clairement corrélée avec les contraintes personnelles, logistiques, les coûts induits, et la perception de l'empreinte écologique). Les personnes qui habitent loin, ou qui sont très habituées au travail à distance, considèrent globalement le distanciel de la même façon que les autres.

Ces différents groupes étant très homogènes, le vécu « présentiel/distanciel » semble avoir une forme de cohérence statistique avec ce public. Nous en voyons deux raisons possibles, qui seraient à confirmer : soit cela renvoie à un vécu des réunions à distance « en général », soit cela renvoie à un vécu de la spécificité des CEI/CSS ou des réunions de même configuration (grand nombre de participants et sur une longue durée), deux conditions qui semblent « sur-conditionner » les réponses des répondants. La pertinence des résultats de l'étude pour des réunions au-delà des spécificités des CSS et des CEI serait donc à tester avec un questionnaire homologue.

Bien que très récentes, les pratiques de travail à distance ont été largement intégrées, depuis l'époque « Covid ». Elles font partie du quotidien des chercheurs et ingénieurs, qui explorent et arbitrent régulièrement entre ces modalités : les avantages et les inconvénients apparaissent bien connus, et globalement plutôt partagés. Cependant, les positionnements individuels sont divers, et leur prise en compte de façon raisonnée dans des organisations collectives n'est pas aisée. Et il reste difficile d'imposer son choix aux autres, car cela signifie porter une contrainte sur les collègues.

Lors des commissions, le travail en présentiel reste le support et le repère du travail collectif. Les professionnels y tiennent, et sont prêts à consentir à des efforts pour faire valoir cela. Plusieurs précisent d'ailleurs qu'ils ne seraient pas d'accord pour maintenir leur implication dans ces commissions si elles se tenaient uniquement à distance. La dynamique collective de travail « pèse » dans la balance, plus fort que les contraintes personnelles. Pour une grande majorité de répondants, le travail à distance ne peut totalement remplir les fonctions d'une commission : en particulier en raison de la fluidité, de la rencontre et des possibilités d'échanges informels. Le présentiel est donc coûteux, mais il vaut le « coût » !

Toutefois, il semble acquis que cela ne peut pas être la réponse unique, d'autres aspects entrant en considération : distance géographique, organisation personnelle, contraintes de déplacement, coûts induits, empreinte écologique... Si le distanciel ne peut pas remplacer la rencontre, en particulier pour les CSS et les CEI, « on peut s'y faire ». Il est probable que les usages et les pratiques d'animation continuent d'évoluer dans ce sens. Certains évoquent pourtant la crainte d'un virage vers un « tout distanciel », avec l'idée d'un travail qui deviendrait moins humain, plus procédural. Une crainte qui peut être renforcée par les échos médiatiques récents concernant l'intelligence artificielle.

Il s'agit donc de rechercher des points d'équilibre ou de compromis entre confort personnel, coût financier et coût écologique d'une part, et pertinence, efficacité ou qualité du travail et rencontres d'autre part. Auparavant (y compris pendant la crise sanitaire !), la question ne se posait pas. Désormais, une nouvelle responsabilité incombe aux organisateurs de réunions : celle de choisir la modalité de la réunion, en pondérant différents éléments qui répondent le mieux aux objectifs et besoins de la réunion et qui prennent en compte la volonté des participants. Cet arbitrage doit permettre de soulager les participants de ce dilemme (et éviter l'écueil qui serait de laisser tout le monde libre de son choix, tombant ainsi dans un fonctionnement hybride qui est unanimement rejeté).

Enfin, il est saisissant de constater comment cette étude, dans ses différentes étapes, a pu amener des partages et des réflexions qui ont dépassé largement les questions de la modalité présentiel/distanciel. Nous relevons, notamment dans les échanges lors des séances de restitution, des partages sur l'objet même du travail des commissions d'évaluation, comme sur les questions en amont des réunions (la préparation et l'organisation), et en aval (la question des suites, la réception des messages produits). Ces échanges montrent pour nous la vitalité de l'implication et l'importance de continuer à penser ce travail spécifique et riche des travaux en commissions d'évaluation.

Préconisations et perspectives

Nos principales conclusions ici peuvent sembler évidentes autour de la nécessité d'être présent pour une meilleure convivialité ou de l'avantage organisationnel de rester chez soi. Cependant, elles mettent en avant l'enjeu fort et les attendus de toutes et tous sur ces choix. Après environ quatre ans environ d'expérience

des outils propres au distanciel, il est nécessaire de faire de ces derniers une réelle modalité de travail à distance, au sens où la modalité influe sur le travail mené.

Nous proposons donc à la discussion quelques préconisations qui pourraient améliorer les réunions en tenant compte de la modalité.

Pour le présentiel, les conditions matérielles d'organisation sont un point essentiel : une salle dont la taille et l'équipement sont adaptés permet d'améliorer la convivialité et l'efficacité du travail collectif (que ce soit pour les commissions ou pour d'autres réunions).

Pour les pratiques d'animation à distance :

- un guide de l'animation à distance peut être envisagé, en particulier à l'attention des organisateurs des réunions ;
 - donner les moyens de faire vivre les rituels d'accueil et de salutation ;
 - envisager des modalités pour favoriser l'interconnaissance au sein du groupe ;
 - intégrer des habitudes de temps « libres » ou « off » ;
- former en particulier les organisateurs ou animateurs qui le souhaitent (perfectionnement/usage des outils, échange de bonnes pratiques...) ;
- prendre en considération, quand c'est possible, les conditions particulières des participants (équipement informatique, maîtrise technique, conditions de visio...).

Sur l'organisation propre des réunions à distance :

- envisager une temporalité qui correspond mieux aux réunions en distanciel : comme les journées entières sont très difficiles pour beaucoup de participants, cela suppose d'adapter les emplois du temps, les programmes ;
- explorer les outils ou méthodes de travail collaboratifs à distance (par exemple pour le travail en petits groupes ou la co-rédaction), et les partager ou mieux se les approprier ;
- articuler les modalités lorsque les séances ont lieu sur plusieurs jours : effectuer le premier jour ou la première séance en présence et les suivants en distanciel ; ou choisir selon les objectifs et attendus des réunions, etc.

À plus long terme, il est important d'élargir les résultats de l'étude « PréDis », dans la mesure où le mode distanciel est encore « jeune ». Il serait intéressant de conduire une enquête similaire auprès de collectifs différents et dans plusieurs années, afin de consolider ces premières analyses qui demandent à être renforcées, voire contredites en fonction des contextes. En effet, plusieurs éléments contextuels peuvent influencer le degré d'appropriation et d'adhésion à des réunions en distanciel. Par exemple, la durée de la réunion (une heure, une demi-journée ou plusieurs jours), la typologie du public concerné (managers, ingénieurs, chercheurs, techniciens, gestionnaires), le degré de maîtrise des outils et l'objet de la réunion (partage d'information, travail collaboratif, formation) ont un impact sur le bon déroulement des échanges. ■

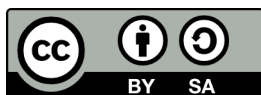
Pour aller plus loin

Dejours, C. (2022). Le télétravail à l'aune du corps. *Travailler*, 47, 13-29.

Lamrani, J., Maisondieu, S. (2022). *Accompagner la transformation digitale. Perspective psychosociologique*. L'Harmattan.

Schütz, G., Noûs, C. (2021). Pour une sociologie du télétravail ancrée dans les organisations. *Sociologies pratiques*, 43, 1-12.

Senik, C. (2023). *Le travail à distance. Défis, enjeux et limites*. La Découverte.



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Chapitre 4

De la biodiversité pour et par tous

Introduction

Sur le centre INRAE, l'activité est intense en ce beau matin de printemps frais et humide. Une belle journée ensoleillée s'annonce. De tous côtés, chacun et chacune s'agite pour donner vie à cet endroit où se croisent une multitude d'histoires, de projets, de joies et de menaces. Le gardien ouvre le portail quand les dernières chauves-souris terminent leur ronde de nuit, repues des myriades de moustiques dévorés. Le merle, qui niche dans le vieux noisetier, réveille son voisinage de son chant mélodieux. Quand il partira en chasse pour nourrir sa couvée, gare aux chenilles imprudentes ! Elles sont si nombreuses sur les choux du jardin, dévoreuses infatigables, presque prêtes à se métamorphoser en fragiles papillons qui iront butiner les fleurs alentour. Les coquelicots commencent à déployer leurs fragiles pétales rouge sang ; ce soir ils seront bien lisses et accueillants. Des files de fourmis traversent la route où se suivent les vélos des premiers arrivants à leur bureau. Elles savent qu'ils laisseront des miettes bien sucrées qu'elles viendront glaner. Sous terre, les mouvements sont plus lents, mais vers et racines, mycélium et taupes avancent avec persévérance. Les herbes en profitent pour pousser dru, dans leur course pour disperser leurs graines. La tondeuse viendra peut-être les écourter temporairement. Les moutons ne sont plus là pour le faire, ils sont maintenant bien rangés dans les frigos de la cantine. Une feuille colorée sort d'une imprimante dans un bruit mécanique : c'est un graphique qui montre que le nombre d'oiseaux a encore diminué cette année. Malgré tout, les vies du centre INRAE sont bien là, si familières et denses qu'on finit par ne plus les voir ; si évidemment indispensables qu'on oublie ce qu'on leur doit ; si apparemment robustes qu'on les maltraite souvent. La biodiversité est bien là avec nous, sur nos lieux de travail, en nous (une pensée pour nos microbiotes), dans les objets que nous utilisons et consommons, dans un formidable foisonnement d'imbrications et d'interactions, d'évolutions et d'événements inattendus. Il faudrait bien des pages pour en donner une description complète, mais ce bref aperçu suffit pour donner corps à cette biodiversité du quotidien, qui est au cœur des projets concrets soutenus par la démarche RSE et présentés dans ce chapitre.

La complexité immense et toujours changeante de la biodiversité, elle-même source de diversité et de nouvelles évolutions, est un défi pour nos capacités de compréhension. Néanmoins, grâce à des recherches scientifiques opiniâtres, et aux savoirs empiriques accumulés par des foules de naturalistes, nous en savons assez, aujourd'hui, pour affirmer clairement qu'une partie des activités humaines dégrade trop fortement la biodiversité et menace des fonctions qui nous sont nécessaires. Ces dégradations sont parfois discrètes, souterraines, infimes et progressives, et nous oublions trop vite ce qui a déjà disparu dans une amnésie environnementale. À INRAE, par nos activités, nous connaissons ces enjeux, parce que nous avons contribué à en mesurer les effets, mais aussi parce que nous avons contribué à favoriser certains de ces facteurs délétères. Une responsabilité particulière incombe par conséquent à nos collectifs pour donner des exemples inspirants des façons les plus pertinentes et scientifiquement fondées pour protéger la biodiversité sur nos lieux de travail et en lien avec nos activités. C'est tout le fondement du volet de la démarche RSE d'INRAE déployé à propos de la biodiversité.

Pour être concrète et applicable, cette démarche se décline en diverses actions, dont ce chapitre donne quelques beaux exemples. Ces actions abordent des facettes particulières des enjeux relatifs à la biodiversité. Chacune en soi fait sens et contribue à donner une visibilité accrue aux enjeux de biodiversité et à initier de nouvelles pratiques.

Alors que de nombreux enjeux environnementaux importants nécessitent souvent une réflexion intellectuelle et une formalisation scientifique parfois ardues, la biodiversité, ou la nature dans son expression la plus commune, est perçue, vécue, ressentie au quotidien de façon beaucoup plus directe et sensible. Qui n'a pas une émotion, agréable ou non, devant une prairie fleurie, le chant d'un oiseau, une araignée sur sa toile ou une souris dans le bureau ? La démarche scientifique cherche à maîtriser les biais induits, par nos perceptions sensibles et nos émotions, dans l'étude de la biodiversité. Au contraire, la prise de conscience de ses enjeux et les changements de pratiques reposent bien souvent sur des leviers faisant appel à d'autres dimensions, apparemment moins rationnelles, parfois culturelles ou personnelles. Plusieurs projets soutenus par la démarche RSE s'attachent à mobiliser ces leviers sensibles et à mieux les comprendre. C'est le cas, notamment,

des projets « ABioBE¹ » et « Rewild² » qui s'intéressent spécifiquement au bien-être procuré par la proximité à des espaces plus naturels. Cela n'allait pas de soi dans un institut de recherche où le réflexe de vouloir « objectiver », quantifier, qualifier, mesurer est souvent dominant, au risque de « chosifier » les êtres vivants placés sous nos appareils. La biodiversité, c'est le vivant, d'autres êtres qui ont eux aussi parfois leurs histoires de vie, des sentiments, des projets, des craintes et des joies. Et s'y intéresser, les prendre en compte, ce n'est pas trahir notre nécessaire rigueur scientifique.

Le partage est sans doute un mot clé pour la prise en compte de la biodiversité. En effet, l'attention portée aux autres espèces débouche rapidement sur l'idée que nous devons mieux partager les espaces et les ressources avec elles, réduire notre tendance à l'accaparement. Les projets soutenus par la démarche RSE sont aussi des occasions de partage entre les personnes impliquées qui vont réaliser des choses en commun et échanger des impressions, des idées, des envies et des ressources. Le projet « Hiboù »³ de cartographie des implantations INRAE, ainsi que l'*Inventorium*⁴ qui recense les actions pour la biodiversité, contribuent à donner une consistance à ces partages sous des formes numériques, nécessaires pour le suivi mais aussi vitrine de ce qui se fait dans les différentes implantations d'INRAE. Il s'agit aussi de rompre avec une vision très dominatrice forgée au cours des siècles où on voyait dans la nature surtout une compétition effrénée pour atteindre des positions dominantes. Des regards nouveaux, comme celui exprimé par Vinciane Despret à propos du comportement territorial des passereaux⁵, montrent aussi la pertinence d'une lecture plus altruiste, moins violente et dominatrice que celle des observateurs masculins.

Quitter cette posture dominatrice vis-à-vis de la nature s'avère aussi une inspiration importante pour engager des changements de pratiques. Ces changements consistent souvent à réduire la pression exercée par les humains pour un contrôle, supposé, de la biodiversité. Il s'agit, par exemple, de tondre moins souvent, pas partout, de laisser les espaces tranquilles, donner du temps pour que les changements se produisent. C'est notamment le sens du projet « Rewild », mais aussi des projets de plantations de haies sur les terrains d'INRAE⁶. Bien sûr, il peut parfois être utile d'intervenir, par exemple en posant des nichoirs pour faciliter l'implantation d'une espèce, mais globalement, les projets visent surtout à réduire l'emprise de nos activités et à donner une chance aux processus naturels (ou tout au moins que nous ne pilotons pas directement) pour qu'ils se déroulent à leurs rythmes. Avec peu de moyens, en faisant même des économies, il est possible d'avoir des impacts positifs et rapides.

C'est une grande satisfaction pour les collègues impliqués de voir rapidement les résultats de leurs actions. La biodiversité locale réagit souvent très vite à des changements dans les pratiques : moins de tonte, une mare, un peu de bois mort suffisent souvent à faire revenir de nombreuses espèces visibles. Les jardins partagés (voir le projet « Candide⁷ ») sont aussi une façon très efficace de donner du sens à la restauration de la biodiversité et des services écosystémiques qu'elle rend dans l'activité de production alimentaire. Ces résultats, loin d'être une fin, doivent être vus comme des incitations à poursuivre dans la même direction, à renforcer les actions, les rendre visibles et motiver d'autres à agir. Ils ont valeur d'exemple et sont des étapes dans une trajectoire qui se doit d'être plus ambitieuse. Le projet « Pourprée⁸ » s'inscrit pleinement dans cette vocation pédagogique, allant au-delà du cercle des agents INRAE, pour donner à voir à des visiteurs d'une ferme expérimentale comment la préservation de la biodiversité peut s'inscrire dans une activité de production agricole. Cependant, ces résultats visibles et rapides doivent aussi être mis en regard des effets indirects, plus lointains dans l'espace et le temps, mais parfois bien plus importants. Notre alimentation, nos modes de transport, nos choix de consommation, ou même nos choix de sujets de recherche peuvent avoir des impacts majeurs sur la biodiversité ailleurs que dans les espaces verts de nos implantations de travail. Percevoir et rendre visible ces impacts est beaucoup plus difficile mais essentiel.

1. Cf. l'article de Porte, M. et Rossard, V. « ABioBE : aménagement pour la biodiversité et le bien-être » dans ce numéro.

2. Cf. l'article de Andrieu, E. « Rewild : histoire du passage d'une gestion traditionnelle des espaces verts à une gestion différenciée » dans ce numéro.

3. Cf. l'article de Savoie, A. et Félix, V. « Hiboù, gardez un œil sur la biodiversité » dans ce numéro.

4. Cf. l'article de Félix, V. « L'*Inventorium* : un outil pour recenser les actions de préservation de la biodiversité sur les espaces INRAE » dans ce numéro.

5. Despret, V. (2019). *Habiter en oiseau*. Actes Sud.

6. Cf. l'article de Delaunay, A. et al. « L'implantation de haies dans les unités expérimentales du végétal » dans ce numéro.

7. Cf. l'article de Verger, M. et al. « Candide : un projet de science participative reliant centres de ressources biologiques et jardins partagés » dans ce numéro.

8. Cf. l'article de Kernéis, E. et Zippert, A.-C. « Pourprée : un projet pédagogique pour faire du lien entre thématique de recherche, formation et communication sur une UE » dans ce numéro.

Les actions engagées par les collectifs d'INRAE pour la biodiversité montrent une responsabilité partagée et une volonté d'améliorer des pratiques et des attitudes que l'on sait aujourd'hui néfastes. Ces actions ne sont pas isolées, elles font partie de mouvements plus grands impliquant d'autres composantes de la société, localement et globalement. Il faudra, à l'avenir, chercher à articuler ces actions avec d'autres initiatives, y compris celles, invisibles, que chacun et chacune mène chez soi ou au travail, afin de renforcer la cohérence entre nos lieux de vie et leur environnement. Le projet « ABioBE » illustre comment des relations avec d'autres partenaires enrichissent la démarche en l'inscrivant dans des visées plus globales.

Prêter une attention plus grande au vivant et vouloir le protéger se réalise avec des actions concrètes, comme celles qui sont soutenues dans la démarche RSE. Mais cela entraîne bien souvent des réflexions plus profondes, philosophiques, sur notre place d'humains dans le monde vivant, sur l'altérité, les interdépendances et notre dépendance au reste du vivant. Il est probable que ces actions auront un impact plus profond sur nos façons de concevoir nos métiers qu'une simple adaptation réparatrice de nos pratiques. Le vivant est au cœur d'une grande partie des recherches conduites à INRAE, et pourtant les réflexions éthiques à ce sujet restent à développer. ■

Marc Deconchat

UMR1201, Dynafor, Centre Occitanie-Toulouse
Co-directeur du métaprogramme Biosefair

L'Inventorium : un outil pour recenser les actions de préservation de la biodiversité sur les espaces INRAE

Victoria Félix¹

CORRESPONDANCE

isabelle.bonnin@inrae.fr

RÉSUMÉ

Lancé en 2021 par la direction de la responsabilité sociétale et environnementale (DRSE) d'INRAE, l'Inventorium est un outil de centralisation d'actions en faveur de la biodiversité mis en place à INRAE. Cet outil, accessible via le site intranet de la DRSE, permet aux agents de l'institut d'alimenter les informations relatives aux diverses actions de conservation et de protection de la biodiversité sur les implantations d'INRAE et de les consulter à tout moment. Il centralise aujourd'hui près de 300 actions, portées par une centaine d'acteurs issus de diverses unités, qui couvrent un large éventail d'interventions : inventaires de biodiversité, restauration, installation de gîtes à faune, changements de pratiques de gestion des espaces verts... Plus qu'une base de données, l'Inventorium vise à devenir un véritable catalyseur d'actions. Sa structuration (typologie des actions, champs de description, géolocalisation, liens vers les données ou publications) facilite la recherche, la mutualisation des pratiques et le suivi des plans d'action biodiversité à l'échelle des centres. Avec une adoption croissante depuis 2021, l'Inventorium s'affirme comme un levier stratégique pour structurer et amplifier les efforts de conservation de la biodiversité au sein d'INRAE. Toutefois, pour renforcer son usage et son impact, l'article recommande une stratégie de communication interne plus dynamique (newsletter, témoignages, valorisation des bonnes pratiques), une meilleure intégration dans les processus existants, ainsi qu'un accompagnement renforcé des utilisateurs. Enfin, le développement d'un tableau de bord interactif basé sur DigDash permettrait une visualisation claire et dynamique des données en temps réel.

MOTS-CLÉS

Base de données ; biodiversité ; conservation ; inventaire ; restauration ; communication ; faune ; flore

1. INRAE, DRSE, 75007 Paris, France.

The Inventorium: a tool to catalogue biodiversity conservation actions on INRAE sites

Victoria Félix¹

CORRESPONDENCE

isabelle.bonnin@inrae.fr

ABSTRACT

Launched in 2021 by INRAE's Corporate Social Responsibility (CSR) Directorate, the Inventorium is a centralized tool designed to document and promote biodiversity-related actions across the institute. Accessible via the CSR intranet site, it enables staff members to contribute and access information on various biodiversity conservation and protection initiatives implemented across INRAE facilities. To date, the platform consolidates nearly 300 actions led by over a hundred contributors from diverse units, encompassing a wide range of activities such as biodiversity inventories, habitat restoration, installation of wildlife shelters, and changes in green space management practices. More than just a database, the Inventorium aims to become a catalyst for action. Its structure—based on a typology of actions, descriptive fields, geolocation features, and links to data or publications—enhances the visibility, sharing of practices, and monitoring of biodiversity action plans at the local level. Since its launch, the tool has seen growing adoption and is establishing itself as a strategic lever for structuring and amplifying INRAE's biodiversity conservation efforts. However, to further strengthen its impact, the article recommends a more dynamic internal communication strategy (e.g., newsletters, testimonials, and best practice highlights), better integration into existing processes, and enhanced user support. Finally, the development of an interactive dashboard using DigDash is suggested to allow for clear, real-time data visualization.

KEYWORDS

Database; biodiversity; conservation; inventory; restoration; communication; fauna; flora

1. INRAE, DRSE, 75007 Paris, France.

Introduction

L'ensemble de ses implantations s'étendant sur plus de 8 000 ha, INRAE a souhaité inscrire dans son plan d'action responsabilité sociétale et environnementale (RSE) le développement et la mise en valeur de la biodiversité conformément à ce qui est attendu de la gestion de toutes ses implantations, c'est-à-dire tous les espaces hormis ceux dont la vocation expérimentale ne s'y prête pas. Les actions menées en faveur de la biodiversité, qu'il s'agisse d'inventaires, de restauration d'habitats ou de sensibilisation du public, sont souvent menées par différents services qui partagent peu ces informations, faute d'animation et de coordination globale des acteurs protégeant et restaurant la biodiversité sur les sites d'INRAE.

C'est dans ce cadre que la centralisation des informations relatives aux actions favorisant la biodiversité devient cruciale, afin non seulement d'optimiser les ressources et les efforts, mais aussi de favoriser les synergies entre les différents projets et acteurs.

La DRSE a développé, en 2021, un outil spécifique pour répondre à ce défi : l'Inventorium. L'ambition principale de cet outil est de regrouper, d'organiser et de rendre accessibles toutes les informations relatives aux actions de conservation menées par INRAE. Accessible via l'intranet de la DRSE, il facilite la recherche d'informations, garantit la cohérence des données et permet un partage rapide des actions mises en place. Les agents peuvent ajouter des liens vers des données brutes, des protocoles et des publications scientifiques, techniques et de communication.

Au-delà du stockage d'informations, l'Inventorium vise à trans-

former les connaissances en actions concrètes de préservation de la biodiversité. Il participe à renforcer une culture institutionnelle de conservation en valorisant les contributions individuelles et collectives. Bien plus qu'une base de données, l'Inventorium a pour ambition d'avoir un véritable catalyseur pour la collaboration et le passage à l'action.

Dans cet article, nous explorons en détail les fonctionnalités de cet outil, son mode de fonctionnement, et son impact sur la gestion des connaissances et des actions liées à la biodiversité au sein d'INRAE. Nous examinons comment cet outil facilite la collecte, le partage et l'analyse des données, afin d'avoir une approche plus intégrée et efficace de la conservation de la biodiversité.

Un panel d'actions variées

L'Inventorium comptabilise aujourd'hui près de 300 actions et une centaine de porteurs d'actions. Les actions recensées reflètent la variété des activités de conservation et de protection de la biodiversité menées sur les implantations d'INRAE (Figure 1). Elles incluent :

- 70 inventaires de biodiversité. Exemple : inventaire naturae liste et pédologique sur le site de Saint-Gilles, CR Bretagne-Normandie ;
- 20 actions de restauration. Exemple : replantation de haies composites sur le site d'Alenya, CR Occitanie-Montpellier ;
- 33 actions de communication et sensibilisation. Exemple : atelier d'observation de la biodiversité sur le site d'Avignon Saint-Paul, CR PACA ;



Figure 1. Objectifs, cibles et types d'espace des 294 actions recensées

- mise en place de gîtes à faune pour soutenir certaines populations d'espèces. Exemples : poses de 13 ruches, 22 nîl choirs à oiseaux, 7 hôtels à insectes, 10 refuges à chauve-souris ;
- adaptation des modes de gestion des espaces verts. Exemple : gestion durable des espaces verts (zéro pesticide + tonte tardive + pratique du mulching) sur le site de Dijon, CR Bourgogne-Franche-Comté.

Une contextualisation des actions pour une recherche facilitée

Une typologie a été créée spécifiquement pour définir au mieux les actions recensées. Les différents champs ont été pensés pour pouvoir situer facilement l'action dans le temps (date de début et de fin de l'action) et l'espace (centre de recherche, implantation). Par ailleurs, il est demandé aux contributeurs de préciser l'objectif de l'action (préservation, restauration, communication, etc.).

Pour caractériser l'action en soi, deux champs précisent le type d'espace concerné (champs, forêt, plan d'eau, etc.), le sujet de l'action (faune, flore, fonge, habitats). Il est également possible de donner des précisions avec des mots clés et des liens vers des données et/ou de la documentation.

Enfin, l'ajout du nom du responsable d'action et son adresse mail dans le formulaire facilite la traçabilité et le partage d'expérience.

Au-delà de la description des actions, cette typologie permet de faire des recherches dans l'outil grâce à des filtres de champs ou des mots-clés.

Une démarche participative pour une diffusion à l'échelle institutionnelle

L'Inventorium est hébergé sur un site SharePoint qui permet une intégration fluide avec les systèmes d'information existants d'INRAE. L'outil est accessible à tous les agents via le site intranet de la DRSE. Ils l'alimentent par un formulaire qui facilite la collecte et la mise à jour des informations. Les responsables RSE des centres sont chargés de rappeler aux agents de leur centre de remplir et mettre à jour les données de l'Inventorium. Ce sont également eux qui valident les informations proposées, ce qui leur permet d'une part d'identifier les actions mises en place et les acteurs locaux, et d'autre part de suivre la réalisation des plans d'action biodiversité des centres. Cette méthodologie garantit a priori que la majorité des actions menées sur les différents sites et centres de recherche soient prises en compte et partagées de manière efficace (Figure 2).

Comme le montre la figure 1, le nombre d'actions est en constante augmentation depuis 2021. La contribution des plans d'action SME (système de management environnemental, volet biodiversité) a permis d'obtenir un premier socle d'actions, avant l'ouverture de l'outil à tous les agents.

À ce jour, l'outil comporte 97 porteurs d'actions provenant de 71 unités différentes. Tous les types d'unité y sont représentés en différentes proportions. Les porteurs d'actions proviennent de missions variées de l'institut, avec les responsables RSE comme premiers contributeurs.



Figure 2. Les étapes de complétion de l'Inventorium

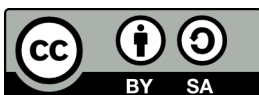
Conclusion et perspectives

L'Inventorium constitue un outil essentiel pour la coordination et l'optimisation des efforts de conservation. La centralisation et le partage efficaces des informations simplifient la collaboration entre les différents sites et centres de recherche, et contribuent ainsi à une meilleure gestion et protection de la biodiversité.

L'outil est en constante évolution pour répondre aux besoins croissants d'INRAE. Une stratégie de communication bien pensée permet non seulement de valoriser ses bénéfices, mais aussi de mobiliser les équipes autour de son utilisation.

Pour renforcer la communication interne et favoriser l'adoption de l'outil, plusieurs actions pourraient être mises en place :

- Création de supports spécifiques : une newsletter spécifique pourrait présenter l'Inventorium, ses fonctionnalités et ses bénéfices, avec en complément des articles publiés sur l'intranet d'INRAE pour illustrer comment il s'intègre dans la stratégie RSE globale.
- Intégration dans les processus existants : l'outil pourrait être inclus dans les procédures actuelles de gestion de projets et de sites pour en faciliter l'utilisation.
- Valorisation des bonnes pratiques : les projets et actions exemplaires utilisant l'outil pourraient être mis en lumière à travers des témoignages. L'instauration d'un système de reconnaissance pourrait également récompenser les utilisateurs les plus actifs.
- Simplification et accompagnement : une interface intuitive et conviviale pourrait être développée, accompagnée de tutoriels et de guides adaptés aux différents profils des agents.
- Visualisation des données et suivi des résultats : des infographies pourraient illustrer les données collectées et leur impact sur la biodiversité. Par ailleurs, des statistiques sur l'utilisation de l'Inventorium et les résultats obtenus pourraient être régulièrement communiquées pour maintenir l'engagement des utilisateurs. La mise en place d'un tableau de bord interactif utilisant la plateforme DigDash, solution éprouvée par la direction Diagonal, semble une perspective envisageable, et permettrait une visualisation claire et dynamique des données. ■



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Hiboù, gardez un œil sur la biodiversité

Antoine Savoie¹
Victoria Félix²

CORRESPONDANCE

antoine.savoie@inrae.fr

RÉSUMÉ

Le projet Hiboù de la Direction de la responsabilité sociétale et environnementale (DRSE) vise à centraliser et harmoniser les données de biodiversité et d'occupation des sols des sites INRAE sur l'ensemble du territoire national. Le projet répond aux objectifs de la stratégie Responsabilité sociétale et environnementale (RSE) de l'institut, en cartographiant les espaces qu'il gère pour mieux protéger et restaurer la biodiversité. Hiboù repose sur une base de données géospatiales (PostgreSQL avec extension PostGIS) qui centralise les informations gérées localement. Les données sont publiées sur la plateforme Geodata INRAE pour une accessibilité élargie. En valorisant les données préexistantes et en intégrant de nouvelles contributions, Hiboù fournit une « photographie » nationale des implantations INRAE, offrant ainsi un outil pratique pour les utilisateurs afin de faciliter la gestion écologique des sites et le partage d'informations entre unités.

MOTS-CLÉS

Biodiversité ; SIG ; données géospatiales ; RSE

¹ INRAE, UE PAO, 37380 Nouzilly, France.

² INRAE, DRSE, 75338 Paris, France.

Hiboù: keep an eye on biodiversity

Antoine Savoie¹
Victoria Félix²

CORRESPONDENCE

antoine.savoie@inrae.fr

ABSTRACT

The article presents Hiboù, which aims to centralize and harmonize biodiversity and land-use data across its national sites. The project aligns with the institute's Corporate Social and Environmental Responsibility strategy by mapping INRAE-managed areas to better protect and restore biodiversity. Hiboù relies on a geospatial database (PostgreSQL with PostGIS extension) that consolidates locally managed information. Data is published on Geodata INRAE for broader accessibility. By leveraging pre-existing data and integrating new contributions, Hiboù provides a national "snapshot" of INRAE areas, facilitating ecological site management and information sharing across units.

KEYWORDS

Biodiversity; GIS; geospatial data; Corporate Social and Environmental Responsibility

¹ INRAE, UE PAO, 37380 Nouzilly, France.

² INRAE, DRSE, 75338 Paris, France.

Introduction

INRAE a choisi d'être un institut exemplaire en matière de préservation de la biodiversité, souhaitant le développement d'une cohérence entre les recherches menées et la gestion de ses sites. INRAE s'est donc doté d'une stratégie de RSE, dont le plan d'action 2021-2025 aborde la mise en valeur, la protection et la restauration de la biodiversité des sites dont INRAE est responsable. Concrètement, il s'agit de réduire les pressions qui s'exercent sur la biodiversité tout en restaurant la biodiversité dégradée partout où c'est possible.

INRAE exerce son activité expérimentale dans des sites répartis sur l'ensemble du territoire national dans des lieux très divers. Les implantations sont rurales ou urbaines, d'un seul tenant ou morcelées. Une connaissance fine de ces espaces, et en particulier des habitats présents, est un atout pour servir l'objectif de préservation de la biodiversité. Cependant, les données concernant la biodiversité des sites sont conservées au niveau de chaque implantation INRAE et ne sont pas centralisées. Le projet Hiboù a donc éclo pour rassembler ce type de données et doter la DRSE d'un véritable système d'information géographique (SIG) sur le thème de la biodiversité.

La base de données Hiboù

Intérêt d'un SIG pour la gestion de la biodiversité

Les SIG présentent de nombreux intérêts dans la gestion d'un territoire. Ils sont notamment utilisés pour le suivi des infrastructures et le zonage des terrains (Gavaland, 2014). On les mobilise afin d'inventorier la faune et la flore, cartographier leurs habitats et les corridors écologiques (Foody, 2008), et ainsi agir pour la préservation de la biodiversité.

Les SIG permettent de travailler simultanément sur des données géospatiales provenant de diverses sources et ayant des échelles temporelles et spatiales variées. Ainsi, ils facilitent le stockage, la gestion et l'analyse des données hétérogènes ayant

en commun une étendue spatiale. Les outils actuels permettent aussi une mise à jour aisée. L'intérêt des SIG dépasse donc la seule représentation cartographique du territoire (Bernier *et al.*, 2014).

Par ailleurs, disposer de telles cartes du territoire facilite les échanges avec les parties prenantes internes et externes afin de bâtir des stratégies territoriales de gestion des espaces. Il devient notamment possible d'identifier des perspectives de connectivités écologiques. Socle commun pour plusieurs métiers, les cartes permettent de renforcer la prise en compte de l'environnement en amont des projets immobiliers.

Le projet Hiboù propose de cartographier les implantations INRAE en décrivant l'occupation du sol (champs, forêt, espaces verts, parking et bâtiment). À travers cette cartographie, transparaissent les activités d'INRAE (agriculture, expérimentation, recherche, administration) et une description des habitats présents (champs cultivés, prairies permanentes, bois, surface couverte ou urbanisée). Ces informations sont renforcées par des données d'inventaires de faune et de flore quand les données existent.

Description de la base de données

Hiboù est une base de données stockée dans le système de gestion de base de données (SGBD) PostgreSQL avec l'extension PostGIS. Par rapport au simple stockage de fichiers sur un serveur, PostgreSQL optimise la gestion des données en indexant efficacement un nombre important d'enregistrements tandis que son extension PostGIS ajoute des index spatiaux pour accélérer les requêtes. Mais pour le projet Hiboù, l'intérêt premier est que plusieurs utilisateurs peuvent modifier les données simultanément.

La base Hiboù est constituée de différentes couches de données pour décrire des éléments de différentes natures : surfaciques (parcelles agricoles, espaces verts), linéaires (haies, éléments fragmentants) ou ponctuels (gîtes pour la faune), ainsi que le montre la figure 1.



Figure 1. Représentation schématique des cartes dans Hiboù

D'autres entités ponctuelles sont présentes dans la base, telles que les inventaires de biodiversité. Elles ne représentent pas des entités physiques comme les arbres ou les nichoirs mais peuvent être localisées. On pourra donc, par exemple, rattacher un inventaire de flore à une parcelle agricole en le positionnant dans le polygone représentant cette parcelle.

Alimentation de la base

Agréger l'existant

Les unités INRAE, en particulier les unités expérimentales (UE) et les services déconcentrés d'appui à la recherche, possèdent de nombreuses données géographiques produites à l'aide des logiciels de gestion de parcelles agricoles (Geofolia, MesParcelles, TelePAC) ou des logiciels de dessin (AutoCAD).

Un entretien est d'abord proposé aux responsables des UE pour établir la liste des données spatiales disponibles qu'ils acceptent de mettre à disposition du projet Hiboù. Certaines données demeurent peu accessibles du fait d'un format peu adapté à la réutilisation ou parce qu'elles sont détenues par différents utilisateurs, donc non centralisées. À titre d'exemple, une UE peut disposer d'un plan des haies édité au format pdf non exploitable en l'état. Les données brutes sont alors à demander directement auprès du prestataire ayant réalisé l'inventaire des haies.

Après l'obtention des données brutes, une étape de traitement est nécessaire pour les homogénéiser. Par exemple, toutes les parcelles agricoles n'étant pas décrites de la même manière dans les UE, des champs standards sont utilisés pour décrire chaque entité. Concrètement, il s'agit de renseigner la table d'attributs de la couche SIG (Figure 2). Cette étape est réalisée avec QGIS, un logiciel SIG libre et gratuit, largement diffusé à INRAE.

Les attributs sont spécifiques à chaque couche : « type de culture » pour la couche parcelles agricoles ou « taxon » pour les inventaires de biodiversité. D'autres champs sont communs à toutes les couches : le « millésime » est l'année de production de la donnée ; la « source » est le nom du fichier de données brutes pour la traçabilité ; le « contact » est le gestionnaire local de la donnée. Un dictionnaire de données a été rédigé pour chaque couche avec le nom du champ, sa description, son format (numérique, texte, date) et des exemples de modalités prises par le champ.

Pour les inventaires de biodiversité, quand l'information existe, des liens hypertextes sont ajoutés pour accéder d'une part au site internet du projet de recherche à l'origine de l'inventaire et d'autre part au jeu de données lui-même. La couche inventaire de Hiboù ne fournit donc pas des données d'inventaire mais constitue davantage une métadonnée géographique de façon à découvrir les données sur la biodiversité associées à un site.

Après l'étape d'homogénéisation et avant d'alimenter la base, les entités sont vérifiées au moyen d'outils du logiciel QGIS afin de corriger les erreurs de géométrie et de topologie telles que les doublons et les chevauchements de polygones. Enfin, les entités (polygones, lignes, points) sont ajoutées aux tables de la base de données Hiboù (Figure 3).

Fin 2024, 19 sites ont été cartographiés dans Hiboù : Ardon, Auzeville, Beaucouzé, Bourran, Bourges-Osmoy, Bretenière, Gotheron, Le Pin, La Fage, Laqueuille, Lusignan, Lavalette, Mirecourt, Nogent-sur-Vernisson, Nouzilly, Saint-Maurice (Nord), Saint-Paul, Toulence et Versailles.

Production de données nouvelles

Certains contributeurs du projet produisent aussi des données nouvelles selon un modèle proposé. Des fichiers de forme (*shape files*) vierges leur sont fournis avec quelques lignes

id	date	domaine	taxon	espece	methode	lien	nom_projet	lien_data	source	millésime
3123	2023	Faune	Insectes	15 espèces de papillons	observations	https://obs37.fr/index.php?mod...	Plan de gestion de la biodive...	https://obs37.fr/...	https://obs37....	2024
3124	2023	Faune	Insectes	17 espèces de papillons	observations	https://obs37.fr/index.php?mod...	Plan de gestion de la biodive...	https://obs37.fr/...	https://obs37....	2024
3121	2023	Faune	Insectes	11 espèces de papillons	observations	https://obs37.fr/index.php?mod...	Plan de gestion de la biodive...	https://obs37.fr/...	https://obs37....	2024
3086	2016	Sol	NULL	NULL	résistivité, mottes...	https://hal.inrae.fr/hal-02801594	CarEX	https://entrepot...	NULL	NULL
3128	prosp...	Faune	Chiropt...	NULL	observation	https://biosefair.hub.inrae.fr/ru...	AMDORE	NULL	survey123	2024

Figure 2. Extrait de la table d'attribut de la couche « Inventaires de biodiversité »

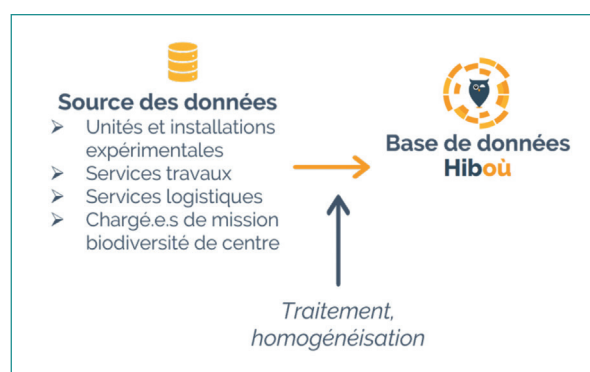


Figure 3. Schéma fonctionnel de Hiboù (étape 1)

d'exemple dans la table d'attributs. Ainsi les fichiers complétés n'ont pas besoin d'être retravaillés puisque leur structure est déjà conforme à celle des tables de la base de données Hiboù.

La modalité de production de données qui vient d'être décrite concerne les utilisateurs familiers des outils SIG. Pour qu'un nombre plus important d'agents puisse être impliqué, il était nécessaire de proposer d'autres modalités de participation :

- Les responsables RSE des centres INRAE ont été sollicités pour géolocaliser des éléments ponctuels, linéaires

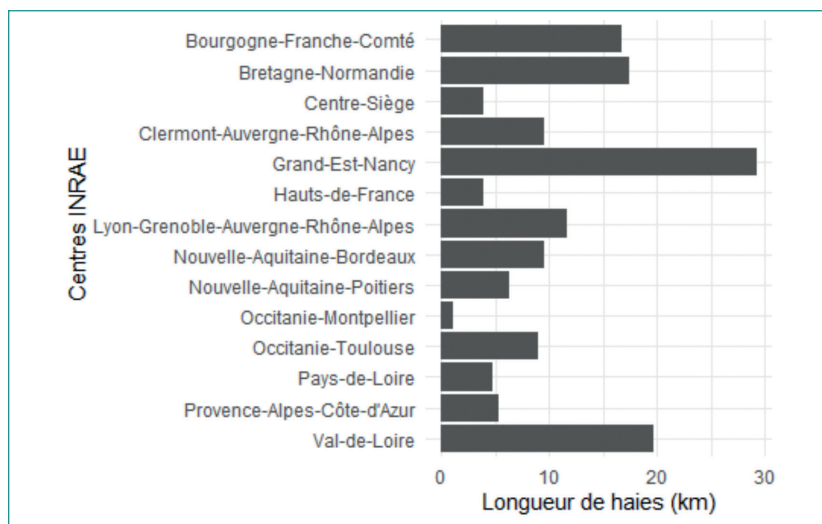


Figure 4. Linéaire de haies recensé par centre INRAE dans Hiboù fin 2024

ou surfaciques (nichoirs, ruches, ruisseaux, jardins participatifs) à l'aide de l'application ArcGIS Survey123 qui présente l'avantage d'être utilisable depuis un navigateur internet sur un *smartphone* ou un ordinateur, à partir d'un simple lien, sans installation d'application.

- Les membres utilisateurs de l'application de reconnaissance des plantes vasculaires PI@ntNet⁵ sont invités à partager leurs observations floristiques. Un groupe PI@ntNet⁶ a été créé pour recueillir les identifications géolocalisées sur les sites INRAE. En 2024, 144 membres ont partagé 285 observations. Les données présentes sur le site PI@ntNet sont ensuite téléchargées au format csv et ajoutées manuellement à la base de données Hiboù après reprojection des données.

Analyse des données et indicateurs de suivi

Plus que de simples cartes, les SIG permettent d'analyser les données à différentes échelles (implantation, centre, national). En plus des données collectées lors du projet, il est possible pour enrichir les analyses de mobiliser des données externes de l'Institut géographique national (IGN) ou d'autres producteurs de données. La base de données BD TOPO⁸ de l'IGN contient notamment des cartes du bâti, du réseau routier, de l'hydrographie et des forêts.

Des indicateurs sont produits à partir de la base de données Hiboù au moyen du logiciel R et du *package* sf⁷. Par exemple, en intersectant la couche des haies avec la couche des sites INRAE,

on obtient le linéaire total de haies par site ou par centre INRAE (Figure 4). Les indicateurs sont exportés dans un document R Markdown⁸ pour automatiser l'édition et faciliter la diffusion des rapports de suivi.

Les surfaces de référence des sites utilisées pour les calculs sont issues de la base de données S3IMMO et du référentiel spatial associé, gérés par la Direction du patrimoine et de l'immobilier d'INRAE (DPI).

Partager l'information

L'accès à la base de données Hiboù est réservé à un nombre restreint d'administrateurs, pour des raisons de sécurité. Les indicateurs ou les vues cartographiques issus de la base peuvent certes être présentés et partagés dans des rapports ou mis à disposition sur un site intranet, mais ils ne permettent pas au plus grand nombre d'interagir avec les données spatiales. Pour cela, les tables doivent être publiées sur un serveur cartographique et affichées dans un visualiseur (ou *viewer*).

Geodata INRAE, un entrepôt pour les jeux de données géographiques

Le projet Hiboù utilise la plateforme institutionnelle Geodata INRAE pour publier ses données. Cet entrepôt de données spatiales est basé sur geOrchestra⁹, une infrastructure de données spatiales, libre, créée en 2009 pour répondre aux exigences de la directive européenne INSPIRE. Geodata est composé des modules principaux suivants :

5. « PI@ntNet est une plateforme de science citoyenne qui s'appuie sur l'intelligence artificielle (IA) pour faciliter l'identification et l'inventaire des espèces végétales. Il s'agit de l'un des plus grands observatoires de la biodiversité au monde, avec plusieurs millions de contributeurs dans plus de 200 pays. » <https://plantnet.org>.

6. Groupe INRAE PI@ntNet : <https://identify.plantnet.org/fr/groups/29859024695>.

7. Simple Features for R. <https://cran.r-project.org/web/packages/sf/index.html>.

8. R Markdown from R Studio. <https://rmarkdown.rstudio.com>.

9. geOrchestra : <https://www.georchestra.org>.

- un catalogue de données (GeoNetwork¹⁰) permettant aux chercheurs et aux institutions de publier des jeux de données spatiales (*datasets*) et aux visiteurs de les trouver facilement grâce aux métadonnées ;
- un serveur cartographique (GeoServer¹¹) qui permet de partager et d'éditer des données spatiales via des flux normalisés ;
- un visualiseur (viewer).

Les tables de la base de données Hiboù (PostGIS) sont déposées sur Geodata à l'aide d'un *workflow* de publication codé en langage R (Geoflow). En une seule étape, ce programme envoie les données sur GeoServer et les métadonnées sur GeoNetwork (Figure 5).

Au moment de la publication, une fiche contenant les métadonnées est créée pour chaque couche d'information (parcelles agricoles, espaces verts, etc.). Les métadonnées regroupent les informations essentielles concernant la couche, ses auteurs, sa licence, ses mots-clés, etc.

Geodata INRAE est accessible à toutes les personnes détentrices d'un identifiant sur la fédération RENATER. L'utilisateur y découvre les différentes fiches grâce au moteur de recherche du catalogue (Figure 6). On retrouve dans les fiches les métadonnées, un aperçu des données sous formes cartographique et tabulaire, ainsi que des liens de téléchargement des données pour une utilisation spécifique ultérieure.

Visualisation des données

Les données peuvent être explorées en détail grâce au module de visualisation de Geodata INRAE.

Afin de rendre accessible la cartographie au plus grand nombre, une fenêtre (*widget*) peut être intégrée aux sites intranet des unités et des centres INRAE. À l'ouverture de la page, la vue

cartographique peut être centrée et « zoomée » sur l'unité ou l'implantation comme dans la figure 7. Pour agrandir le visualiseur, un mode plein écran est disponible. Comme sur Geodata, il est possible d'utiliser le zoom, la légende et l'outil de mesure des distances entre 2 points.

Avec ce visualiseur facilement accessible, des gestionnaires peuvent réfléchir à l'implantation d'une haie, mesurer la longueur de câble nécessaire pour renouveler une clôture, mettre en avant des dispositifs expérimentaux ou des jeux de données sur la biodiversité présents sur leur site. Des chercheurs peuvent identifier les surfaces sur lesquelles lancer de nouvelles expérimentations. Les utilisations potentielles se révèlent nombreuses et variées.

Conclusion

Le projet Hiboù va doter INRAE d'un premier SIG sur ses données RSE, étape nécessaire pour améliorer la connaissance des surfaces à l'échelle nationale et pour la préservation de la biodiversité. La première phase du projet consiste en la valorisation des données déjà présentes dans les UE pour aboutir à une première photographie des surfaces d'INRAE. En parallèle, une démarche participative de production de données nouvelles pour caractériser les espaces non décrits sera nécessaire pour compléter le puzzle des surfaces gérées par l'institut.

Sur d'autres thématiques que la biodiversité, le collectif des agents INRAE pourra bénéficier de la cartographie Hiboù. À titre d'exemple, la carte des parcelles agricoles sera mobilisée pour fiabiliser les enquêtes sur les surfaces. Le suivi des pratiques de gestion des espaces verts devrait être facilité par la carte des espaces verts. Ce travail pourrait également à terme contribuer à d'autres sujets tels que la mobilité et la prévention des risques. ■

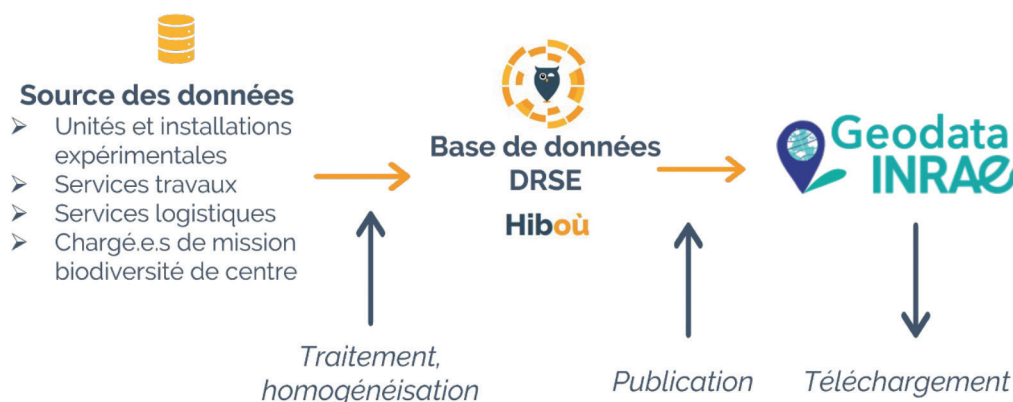


Figure 5. Schéma fonctionnel de Hiboù (étapes 1 et 2)

10 . GeoNetwork : <https://www.geonetwork-opensource.org>.

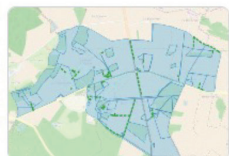
11 . GeoServer : <https://geoserver.org>.



Centres de recherche INRAE

Le jeu de données présenté a été produit dans le cadre d'une action de mise en place d'un SIG sur le thème de la biodiversité pour la connaissance et la gestion des sites INRAE (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement). Le jeu de données présente la...

INRAE



Haies des sites INRAE

Le jeu de données présenté a été produit dans le cadre d'une action de mise en place d'un SIG sur le thème de la biodiversité pour la connaissance et la gestion des sites INRAE (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement). Le jeu de données présente ic...

INRAE



Parcellaire agricole des centres INRAE

Le jeu de données présenté a été produit dans le cadre d'une action de mise en place d'un SIG sur le thème de la biodiversité pour la connaissance et la gestion des sites INRAE (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement). Le jeu de données présente ic...

INRAE



Espaces verts des centres INRAE

Le jeu de données présenté a été produit dans le cadre d'une action de mise en place d'un SIG sur le thème de la biodiversité pour la connaissance et la gestion des sites INRAE. Le jeu de données présenté ici concerne les surfaces des espaces verts et leur mode de gestion.

INRAE

Figure 6. Extrait des couches Hiboù présentes dans le catalogue Geodata

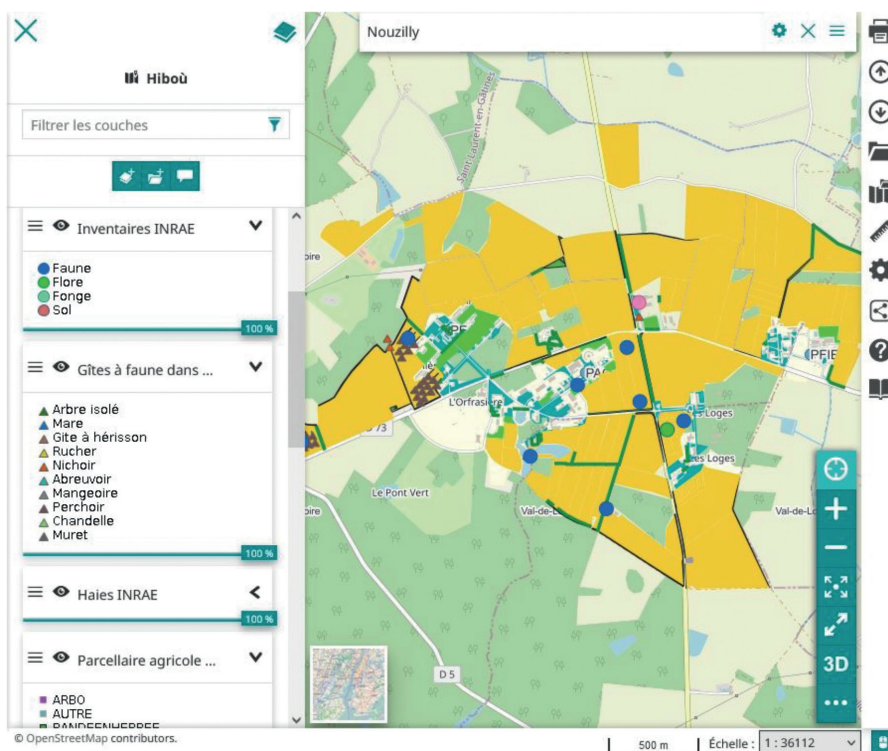


Figure 7. Capture d'écran de la fenêtre du visualiseur intégré à l'intranet de l'unité expérimentale PAO

Références

Bernier, S., Duthoit, S., Ladet, S., Baudet, D. (2014). Les concepts de base des systèmes d'information géographique (SIG) : les données et les fonctions générales. *Le cahier des techniques de l'INRA*, 19-27. <https://revue-novae.fr/article/view/8850>

Foody, G. M. (2008). GIS: Biodiversity Applications. *Progress in physical geography*, 32(2). p. 223-235. <https://doi.org/10.1177/0309133308094656>

Gavaland A. (2014). GPS et SIG pour l'aide à la gestion d'un domaine expérimental. *Le cahier des techniques de l'INRA*. GPS et SIG : pour la conduite de dispositifs expérimentaux, numéro spécial.



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

POURPRÉE : un projet pédagogique pour faire du lien entre thématique de recherche, formation et communication sur une unité expérimentale

Éric Kernéis¹
Anne-Catherine Zippert¹

CORRESPONDANCE

eric.kerneis@inrae.fr

RÉSUMÉ

L'unité expérimentale INRAE de Saint-Laurent-de-la-Prée a pour finalité de recherche d'accompagner les fermes utilisant des marais (zones humides) dans leur transition agroécologique en s'appuyant notamment sur notre ferme de polyculture-élevage en agriculture biologique. La biodiversité (sauvage et domestique) est au cœur de nos programmes de recherche. Nous accordons cette démarche scientifique avec une posture de travail écoresponsable depuis de nombreuses années. Pour faire du lien entre ces deux aspects de la recherche et communiquer sur ce point avec la population locale (adultes et enfants), nous avons proposé de mettre en place un parcours pédagogique « biodiversité » autour de nos bâtiments, pour des visites guidées s'appuyant sur des aménagements écologiques et sur les compétences naturalistes et écologiques des agents de l'unité. La « pépinière de projet » proposée par la direction générale INRAE en 2022 et 2023 nous a permis de faire des aménagements favorables à la biodiversité, d'acquérir du matériel pédagogique (jumelles...) et de produire des documents pédagogiques (livret de découverte, vidéos). Depuis septembre 2023, nous avons accueilli 156 enfants et 94 adultes sur ce parcours.

MOTS-CLÉS

Biodiversité ; parcours pédagogique ; documents pédagogiques ; visites ; adultes ; enfants ; ferme expérimentale

¹ INRAE, DSLP, 17450, Saint-Laurent-de-la-Prée, France.

POURPRÉE: an educational project linking research themes, training, and communication within an experimental unit

Éric Kernéis¹
Anne-Catherine Zippert¹

CORRESPONDENCE

eric.kerneis@inrae.fr

ABSTRACT

The INRAE Experimental Unit of Saint-Laurent-de-la-Prée aims to support farms using marshes (wetlands) in their agroecological transition, relying in particular on our mixed crop-livestock farm in organic agriculture. Biodiversity (wild and domestic) is at the heart of our research programs. We have aligned this scientific approach with an eco-responsible working posture for many years. To make a link between these two aspects of research and communicate on this point with the local population (adults and children), we proposed setting up a "biodiversity" educational trail around our buildings, for guided tours. Relying on ecological developments and the naturalist and ecological skills of the unit's agents. The project incubator proposed by the INRAE's general directorate in 2022 and 2023 allowed us to make arrangements favorable to biodiversity, acquire educational materials (binoculars, etc.) and produce educational documents (discovery booklet, films). Since September 2023 we welcomed and guided 156 children and 94 adults through the educational trail.

KEYWORDS

Biodiversity; educational trail; educational documents; visits; adults; children; experimental farm

¹ INRAE, DSLP, 17450, Saint-Laurent-de-la-Prée, France.

Origine du projet POURPRÉE

Un contexte particulièrement favorable

L'unité expérimentale INRAE de Saint-Laurent-de-la-Prée (Charente-Maritime, centre NAP, département ACT) a pour finalité de produire des connaissances pour accompagner la transition agroécologique des fermes dans des territoires de marais. Les marais littoraux atlantiques sont des zones particulièrement riches du point de vue de la biodiversité du fait de leurs caractéristiques de zones humides, de l'interface entre terre et mer qu'elles constituent, mais aussi de leur position le long du littoral atlantique, voie privilégiée de migration pour de nombreux oiseaux, étape accueillante entre les zones d'hivernage en Afrique et des zones de reproduction en Europe du Nord.

Pour produire des connaissances utiles à cette transition agroécologique des fermes de marais, nous menons une expérimentation système à l'échelle de notre ferme de polyculture-élevage en agriculture biologique, dans laquelle la reconquête de la biodiversité est centrale. La ferme de 160 ha, à 90 % en marais, produit de la viande de race bovine maraîchine et des cultures à destination de l'alimentation humaine. Au-delà de la collecte de données sur le troupeau, les cultures, la gestion hydraulique et agricole, nous réalisons de très nombreux suivis de plantes (des prairies naturelles ou adventices des cultures), insectes (carabes, abeilles sauvages, libellules, papillons), poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux.

Pour cela, plusieurs ingénieurs et techniciens de l'UE ont une formation en écologie et/ou se sont spécialisés dans les suivis de ces différents éléments de la biodiversité. De plus, la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO) a son siège national à Rochefort, au cœur des marais, à quelques kilomètres de l'UE, et nous hébergeons depuis 2021 l'équipe LPO de suivi et de gestion de la réserve naturelle nationale du marais d'Yves. Un environnement riche, des compétences naturalistes en interne et des voisins professionnels de l'environnement ne pouvaient que conforter une sensibilité écologique du collectif de notre UE.

Par conséquent, nous avons également très tôt cherché à être plus vertueux sur le plan environnemental dans nos activités quotidiennes, dans nos bâtiments administratifs et agricoles de même que dans leurs abords afin d'accorder nos démarches scientifiques avec une posture de travail écoresponsable. Nous avons participé à l'étude pilote sur le bilan carbone de l'INRA en 2009, et à la mise en place de la démarche SME (Système de management environnemental) dans les UE dès 2013. En 2019, nous avons opté pour l'entretien par éco-pâturage de nos espaces verts avec des moutons. En 2020, nous avons acquis des vélos pour nos déplacements sur le terrain...

Par ailleurs, nous avons mis en place un projet pédagogique sur l'agriculture et l'élevage de marais avec des écoles primaires de Saint-Laurent-de-la-Prée et de La Rochelle depuis 2017.

Un nouvel objectif : le projet POURPRÉE

En 2022, nous cherchions à aller plus loin en projetant de constituer un parcours pédagogique « biodiversité » à proximité de nos bâtiments administratifs et agricoles.

Nous l'avons baptisé POURPRÉE (Parcours pédagogique biodiversité de la ferme de la Prée). Ce projet avait pour objectif de permettre des visites accompagnées, adaptées aux enfants comme aux adultes, que ce soit dans un cadre scolaire, professionnel ou citoyen, pour :

- faire découvrir divers aspects de la biodiversité (flore, insectes, oiseaux, mammifères, reptiles, amphibiens) à différentes saisons de l'année ;
- faire visiter la ferme expérimentale INRAE par la population locale (jeunes et moins jeunes) ;
- faire le lien avec les programmes scientifiques impliquant la biodiversité en zone de marais développés par l'unité expérimentale ;
- conforter une dynamique interne autour des questions de biodiversité avec l'ensemble des agents.

Nous envisagions un rythme de deux visites par mois aux périodes favorables (avril, mai, juin, septembre, octobre) soit 10 visites par an. Avec un nombre moyen de 15 visiteurs par session, nous pouvions espérer toucher environ 150 personnes par an.

Nous souhaitons nous appuyer sur des aménagements déjà existants (spirale à herbes aromatiques, nichoirs à oiseaux), de nouveaux aménagements et des supports pédagogiques.

Nous avons donc sollicité une participation financière lors de l'appel « pépinière de projets » 2022 (POURPRÉE), puis un complément en 2023 (POURPRÉE 2).

Ce qui a été fait

Organiser des visites sur le sentier pédagogique pour les groupes scolaires et le grand public nous a amené à compléter les aménagements autour des bâtiments, à nous équiper en documents et outils pédagogiques et à nous former à la communication avec les enfants.

Des aménagements pour la biodiversité et la pédagogie

Deux mares ont été creusées avec pour objectif d'accueillir une faune et une flore amphibie et aquatique (notamment des amphibiens, des libellules) caractéristiques des terres hautes (hors marais) et près des bâtiments pour les visites.

La première (Figure 1), rectangulaire, mesure 10 m sur 6 m pour une profondeur maximale de 1 m. Elle a été creusée en octobre 2022, s'est rapidement remplie d'eau dans ce sol argileux et a été colonisée par la faune et la flore. Malheureusement, les écrevisses de Louisiane s'y sont aussi installées, limitant l'attractivité pour les amphibiens et les libellules.



Figure 1. La première mare au printemps 2024



Figure 2. Un hibernaculum à bois

La seconde, ronde, mesure 10 m de diamètre avec une profondeur maximale de 1,50 m, et a été creusée en décembre 2024. Elle commence à se remplir et sera rapidement entourée d'un grillage empêchant l'accès aux écrevisses pour privilégier les libellules même au détriment des amphibiens. Les deux mares ont été creusées par une entreprise de terrassement.

L'hibernaculum-solarium : un *hibernaculum* est un abri hivernal pour les insectes, reptiles, amphibiens, hérissons... qui sert également à l'intersaison de solarium (lieu d'exposition au soleil) notamment pour les reptiles. À la belle saison, il peut accueillir également de nombreux insectes. Huit gabions métalliques de 100 x 50 x 50 cm ont été achetés et garnis pour la moitié avec des bûches de bois (Figure 2) et pour l'autre avec des tuiles. Ces gabions permettent de déplacer les *hibernaculum* facilement en cas de besoin. Ils complètent un grand *hibernaculum* fixe déjà en place. Ils ont été disposés autour des bâtiments de la ferme et de la mare.

Des **nichoirs à oiseaux** ont été acquis dans le cadre de ce projet pour compléter ceux qui sont déjà en place, notamment des nicher à rapaces diurnes et nocturnes. 8 nicher (huppe, mésange, hirondelle, moineau, sitelle) ont été accrochés sur les bâtiments et des arbres à l'aide d'une nacelle louée. Une petite tronçonneuse a été acquise pour élaguer les emplacements à nicher. 4 **gîtes à chauves-souris** ont également été installés. Si les nicher ont été rapidement utilisés par l'avifaune, seul un gîte à chauves-souris a été régulièrement fréquenté la première année.

3 **pièges photographiques** nous ont permis de suivre la fréquentation de nos nicher à rapaces en toute discrétion et de réaliser un suivi des mammifères nocturnes qui fréquentent les abords de la ferme.

Vidéos et livret pédagogique

Nous avons conçu, avec l'aide d'une graphiste, un **livret pédagogique** de 24 pages intitulé « Découvrir une ferme de nature : mon carnet de découverte de la ferme expérimentale de Saint-Laurent-de-la-Prée » (Figure 3). Il a été rédigé par les ingénieurs et techniciens de l'unité sur différentes thématiques (origine des marais, élevage, vache maraîchine, cultures, engins agricoles, biodiversité de la mare et des nicher) pour un public d'enfants de 6-11 ans. Des enseignants de La Rochelle et de Saint-Laurent-de-la-Prée et leurs classes ont participé à son élaboration (notamment pour des illustrations et certains jeux) ainsi que le service communication du centre. Outre des présentations synthétiques des différentes thématiques, il est enrichi de jeux et de quiz. Nous en avons imprimé 700 exemplaires pour l'instant, distribués aux enfants et parents lors des visites, complétés par 500 exemplaires financés par le service communication d'INRAE et distribués sur notre stand lors du salon de l'agriculture 2024.

Nous avons également conçu et réalisé **deux vidéos**. La première, « Accompagner la transition agro-écologique des fermes en marais » (5:45 minutes), présente les marais, les activités de la ferme expérimentale et les types de suivis et expérimentations



Figure 3. Page de garde du livret pédagogique

que nous y réalisons. La seconde, « Une chouette à la ferme » (5:53 minutes), raconte, pour les enfants, l'histoire d'un couple de Chouettes effraies qui s'est installé dans un de nos hangars, dans un nicher mis à sa disposition. Le film est basé sur les vidéos captées par les pièges photographiques. Ces films sont le fruit de collaborations entre des agents de l'unité, un vidéaste, une graphiste, la Ligue pour la protection des oiseaux et le service communication du centre.

Matériel pédagogique

Afin d'assurer l'animation avec les classes, nous avons investi dans divers types de matériels pédagogiques : jumelles, épuisettes, boîtes-loupes, pinces à insectes, mais aussi des nicher à abeilles sauvages et des documents pédagogiques (livres, DVD).

Formation

Faire passer des messages à un public de jeunes enfants n'était pas notre spécialité. C'est pourquoi nous avons organisé trois visites en collaboration avec des agents de la LPO sur les thèmes de la pêche à la mare, les abeilles solitaires et la découverte des oiseaux du marais (Figure 4). Trois agents de l'unité, co-encadrants de ces visites, ont pu « apprendre », au contact des agents de la LPO rompus à ces pratiques, à renforcer leurs techniques pédagogiques.

Les visites

Les visites sur le parcours (Figure 5) ont débuté en septembre 2023 à l'occasion des portes ouvertes sur l'unité. Jusqu'à novembre 2024, nous avons accueilli 8 visites de groupes, constitués de 94 adultes et 156 enfants d'écoles primaires de Saint-Laurent-de-la-Prée, La Rochelle et Angoulins.



Figure 4. Une visite avec une école élémentaire co-encadrée par la LPO

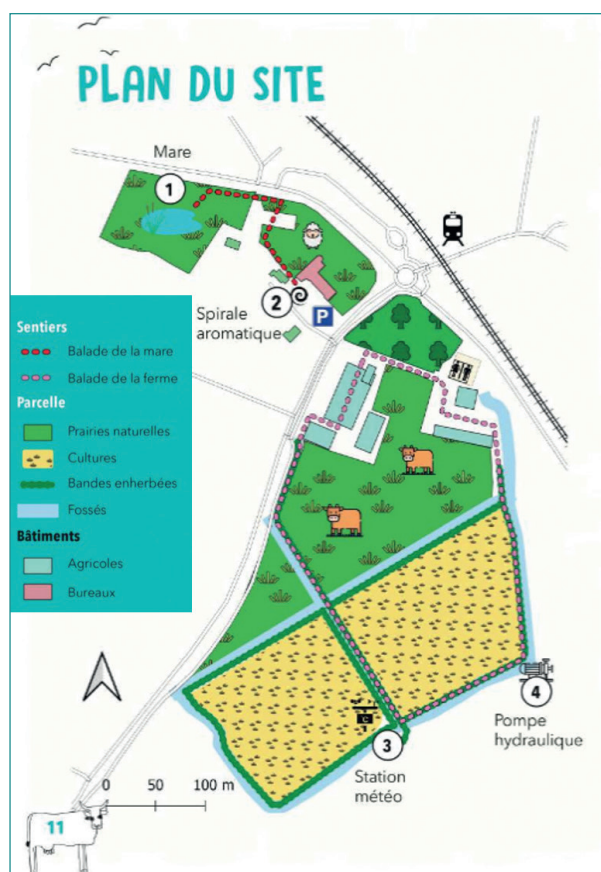


Figure 5. Plan des parcours

Une bonne partie du personnel de l'unité s'est investie dans ce projet (13 sur 25 agents) dans la mise en place des aménagements, l'animation des visites ou l'élaboration des documents pédagogiques.

Conclusion

Ce projet de parcours pédagogique sur notre ferme expérimentale a eu des effets sur la biodiversité, sur notre façon de concevoir les visites du grand public et notamment les enfants, sur la dynamique interne à l'équipe autour des questions de biodiversité et sur notre communication vis-à-vis de l'extérieur.

Les aménagements comme les mares, les *hibernaculum*, les nichoirs et gîtes à chauves-souris, puisqu'ils ont été rapidement colonisés et utilisés par la faune sauvage, ont sûrement eu un effet positif sur la biodiversité, bien qu'il soit difficile de le quantifier. Si les visites d'agriculteurs, de techniciens ou de chercheurs nous étaient familières, l'accueil du grand public, et en particulier des enfants, l'était moins. Ce projet nous a permis de mieux appréhender le travail en amont avec les enseignants, d'apprendre à adapter notre langage à un public naïf en matière d'agriculture voire de biodiversité et d'approfondir les ressorts pédagogiques mobilisables avec les enfants grâce à la collaboration avec des animateurs de la LPO. Ce travail avec les enfants nous oblige à remettre en cause ce qui nous semblait des évidences comme le fonctionnement du marais ou la notion de pratique agricole.

Cela réinterroge également notre communication vers les adultes grand public, notamment lors des portes ouvertes, voire nos visites plus classiques d'agriculteurs, techniciens ou chercheurs. Une réflexion collective sur l'unité, issue du retour d'expérience des visites depuis 2023, se met en place pour discuter de l'organisation et du contenu des visites à venir, notamment de la spécialisation de certains agents sur la communication avec certains types de publics. Ce projet a permis de valoriser les compétences naturalistes des agents en interne et celles de nos voisins de la LPO. Les aménagements et les visites stimulent bien sûr la réflexion de l'équipe biodiversité, acquise à la cause, mais aussi celle des agents plus éloignés de ces préoccupations qui, en participant à la mise en place des aménagements, à l'animation des visites dans leur domaine, et aux discussions dans la salle café ou en réunions de service, s'approprient ces enjeux environnementaux. Ce projet a été l'occasion de communiquer sur le fonctionnement du marais, ses enjeux environnementaux et agricoles, et sur notre rôle de production de connaissances pour alimenter une transition agro-écologique des fermes de marais auprès de nos voisins enfants et adultes et de mieux faire connaître INRAE. La diffusion de notre livret pédagogique au salon de l'agriculture

et de nos vidéos sur notre site internet permet d'élargir le public cible, de donner de la visibilité à notre unité expérimentale et de parfois surprendre et intéresser un large public sur ce qu'INRAE peut faire en matière d'agriculture et de biodiversité. ■

Remerciements

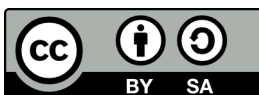
Nous tenons à remercier tous les agents de l'unité expérimentale de Saint-Laurent-de-la-Prée qui ont permis la réalisation de ce projet (direction, gestion, animation-coordination, mise en place des aménagements, accompagnement des visites). Nous remercions également le personnel de LPO de la réserve naturelle nationale du marais d'Yves pour leurs conseils pédagogiques et leur participation à la vidéo « Une chouette à la ferme ». Nous sommes reconnaissants au service communication du centre Nouvelle-Aquitaine-Poitiers pour ses conseils et son soutien. Enfin, nous remercions la direction générale d'INRAE et sa pépinière de projets contribuant à la stratégie RSE INRAE pour son soutien moral et financier sans lesquels rien n'aurait été possible.

Pour aller plus loin

Le site de l'unité expérimentale : <https://dslp.nouvelle-aquitaine-poitiers.hub.inrae.fr>

Le livret pédagogique : <https://dslp.nouvelle-aquitaine-poitiers.hub.inrae.fr/content/download/4486/42881?version=1>

Les vidéos « Accompagner la transition agro-écologique des fermes en marais » et « Une chouette à la ferme » : <https://dslp.nouvelle-aquitaine-poitiers.hub.inrae.fr/photos-videos/videos>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Rewild : histoire du passage d'une gestion traditionnelle des espaces verts à une gestion différenciée

Émilie Andrieu¹
David Charamel²
Julien Melilli²

CORRESPONDANCE

emilie.andrieu@inrae.fr

RÉSUMÉ

Le projet Rewild (Réinvention écologique et innovante de la gestion des espaces verts) a été financé par l'appel à projets « pépinière RSE » en 2022. Ses objectifs étaient de transformer les modalités de gestion des espaces verts des trois sites toulousains concernés par le marché d'entretien (soit 94 000 m² au total) afin d'améliorer leur qualité écologique, mais aussi de mieux comprendre les perceptions et utilisations de ces espaces par les agents en les impliquant le plus possible dans la réflexion globale. Ce projet a été porté par le groupe de travail biodiversité (GTB) créé dans le cadre de la politique RSE du centre INRAE Occitanie-Toulouse, qui porte des actions en faveur de la biodiversité. Le GTB regroupe 12 agents volontaires issus de 6 des 26 unités du centre, ainsi que des représentants des services d'appui directement concernés par la thématique.

MOTS-CLÉS

Espaces verts ; gestion différenciée ; services écosystémiques ; concertation

¹ INRAE, UMR DYNAFOR 1201 INRAE-INPT Agro Toulouse El-Purpan, 31326 Castanet-Tolosan Cedex, France.

² INRAE, SDAR, 31326 Castanet-Tolosan Cedex, France.

Rewild: From traditional to differentiated management of green spaces

Émilie Andrieu¹
David Charamel²
Julien Melilli²

CORRESPONDENCE

emilie.andrieu@inrae.fr

ABSTRACT

The Rewild project (Ecological and Innovative Reinvention of Green Space Management) was funded in 2022 through the «CSR Incubator» call for projects. Its main goals were to transform the green space management practices across three Toulouse INRAE sites – covering a total of 94,000 m²– to enhance their ecological quality, and to get a better understanding of how employees use and perceive these spaces by involving them as much as possible in the overall design process. The project was led by the Biodiversity Working Group (GTB), created under the CSR policy of the INRAE Occitanie-Toulouse center, which coordinates biodiversity-focused initiatives. The GTB brings together 12 volunteer staff members from 6 of the center's 26 units, along with representatives from support services directly involved in the topic.

KEYWORDS

Green spaces; differentiated management; ecosystem services; consultation

¹ INRAE, UMR DYNAFOR 1201 INRAE-INPT Agro Toulouse El-Purpan, 31326 Castanet-Tolosan Cedex, France.

² INRAE, SDAR, 31326 Castanet-Tolosan Cedex, France.

Introduction : La nature sur le lieu de travail

Les espaces verts peuvent supporter de nombreuses fonctions écologiques et services écosystémiques en zone urbaine. Ils participent au maintien de la biodiversité en ville, d'un sol vivant contribuant au bon fonctionnement des cycles biogéochimiques. Ils permettent aussi la régulation des flux d'eau dans ces espaces très imperméabilisés et améliorent les conditions micro-climatiques (augmentation de l'humidité et diminution de la température du sol), d'où leur qualificatif d'îlots de fraîcheur. De nombreux projets d'aménagement tentent de les connecter en réseaux écologiques, créant ainsi des trames vertes (végétales), brunes (sol), etc., qui favorisent les échanges d'organismes entre ces petits îlots plus ou moins artificialisés.

Par ailleurs, il a été démontré qu'être en présence de nature, y compris sur son lieu de travail, a un effet bénéfique à plusieurs niveaux (Hartig, 2014 ; van den Bosch et Sang, 2017, et Gritzka *et al.*, 2020) : sur la santé mentale, par exemple le stress, l'anxiété ou la dépression, mais aussi sur la santé physique, sur les capacités cognitives et sur la créativité. Deux hypothèses sont avancées pour expliquer ces effets bénéfiques de la nature : la théorie de la restauration de l'attention (Kaplan et Kaplan, 1989) et la théorie de la réduction du stress (Ulrich, 1983). Ces effets bénéfiques peuvent être liés à une utilisation directe de ces espaces verts, via la réalisation d'activités physiques ou le simple passage dans ces espaces, ou de façon indirecte par une vue de la fenêtre de son bureau. Enfin, ces espaces sont aussi des lieux de convivialité et d'échanges.

Redonner sa place à la nature sur le lieu de travail est donc non seulement un enjeu de responsabilité sociétale et environnementale (RSE), mais aussi de qualité de vie et conditions de travail (QVCT).

De nouvelles pratiques en faveur de la biodiversité, mais pas que !

Les espaces verts sont donc des espaces multifonctionnels dont les différentes fonctions doivent être considérées de concert et dont la qualité dépend directement de la façon dont ils sont gérés. Afin d'adapter cette gestion aux différents usages de ces espaces tout en améliorant leur état écologique, de nombreuses collectivités, entreprises, mais aussi des particuliers, font appel à la gestion dite différenciée. Ainsi les zones de passage sont régulièrement entretenues, mais en limitant au maximum leur emprise et la sévérité des interventions (par exemple en définissant une hauteur de coupe d'herbe minimum, un nombre de tontes maximum). Les autres zones sont gérées de la façon la moins interventionniste possible (par exemple avec une unique fauche annuelle automnale). Les objectifs sont de réduire les perturbations infligées à la faune et à la flore et d'améliorer la qualité des habitats, tout en proposant un meilleur cadre de vie aux utilisateurs de ces espaces. En outre, la diminution de la fréquence des passages et l'utilisation d'un matériel plus adapté réduisent les

pollutions de l'air par les véhicules et l'outillage thermique, du sol par la limitation de l'utilisation des plastiques (rotofil) et la pollution sonore (matériel en partie électrique).

La gestion des espaces verts du centre Occitanie-Toulouse était jusqu'alors très interventionniste, causant une dégradation importante de l'intérêt écologique de ces espaces. Elle était aussi source de nuisances récurrentes pour les agents telles qu'une pollution sonore importante liée à la multiplication des passages de tondeuses et de souffleuses, une incompréhension sur les tailles des arbres et arbustes créant régulièrement des conflits entre le personnel de l'entreprise gestionnaire des espaces verts et des agents du centre. Une transition vers une gestion différenciée semblait donc opportune.

La méthode de travail souhaitée était d'associer les agents au changement de gestion :

- en travaillant de façon concertée entre les agents et les services d'appui dès le début du projet, ce que permet la structure même du GTB ;
- en proposant aux unités de recherche et autres structures présentes sur le campus de rencontrer le GTB afin de recueillir leurs avis et leurs attentes sur un changement de gestion des espaces verts, ou de travailler sur des projets ciblés avec des étudiants de l'école d'ingénieurs agronomes AgroToulouse (Institut national polytechnique de Toulouse) ;
- en favorisant des échanges interactifs avec tous les agents afin de connaître leurs perceptions des espaces verts, de quantifier leurs usages et l'apport de ces espaces à leur qualité de vie au travail, et d'initier une réflexion sur leurs aménagements futurs.

Déroulé du projet en 4 étapes

Un changement aussi important que le passage d'une gestion traditionnelle des espaces verts à une gestion différenciée ne peut se faire qu'à l'occasion du renouvellement du marché public ; cela oblige à respecter le calendrier de la procédure de formalisation des pièces du marché, sa publication et la sélection du prestataire, impliquant les services prescripteurs Logistique et RSE, accompagnés par le service achats-marchés (environ 8 mois entre la finalisation du cahier des charges et la notification du marché). Dans notre cas, la publication de l'offre de marché en décembre 2023 contraignait le GTB à avoir défini les besoins techniques permettant la rédaction du nouveau cahier des charges en mars 2023, soit 7 mois à partir du début du projet Rewild.

La première étape pour le GTB a été le recrutement d'un prestataire ayant une expertise en gestion différenciée afin d'organiser des animations, d'expliquer le projet, de conduire les réunions au sein du GTB. Cette étape était essentielle afin que chaque représentant des services d'appui et chaque membre volontaire du groupe puisse faire valoir ses attentes et contraintes de façon sereine. Ainsi, pour traduire l'ensemble des éléments dans un cahier des charges, les conseils fournis par le prestataire ont été mis en confrontation avec les contraintes techniques iden-

tifiées par les services Logistique et travaux du centre, invités au GTB pour leurs compétences métiers essentielles à la bonne conduite des espaces verts (exemple de contraintes : distance minimale entre les branches et les bâtiments, présence de réseaux enterrés). La prise en compte de ces facteurs a permis la définition de trois niveaux de contraintes (forte, intermédiaire, faible), eux-mêmes renvoyant aux trois types d'entretien de la gestion différenciée. Ces modalités ont respectivement pris la forme de zones de tonte (entretien régulier nécessaire), de zones de fauche (entretien intermédiaire pour empêcher le développement de végétaux à racines profondes pouvant endommager les réseaux) et d'îlots de biodiversité (zones sans contraintes particulières et sanctuarisées). Un document technique a été rédigé et établi de façon concertée, détaillant l'ensemble des modalités de gestion validées par les différentes parties prenantes du GTB (Encadré 1).

En parallèle, le GTB a initié plusieurs discussions et projets autour des modalités de gestion des espaces verts.

Tout d'abord, le GTB a contacté les directions des six principales unités concernées par le marché de gestion des espaces verts (sites de Auzeville-Tolosane, de Saint-Martin-du-Touch et domaine de Langlade), ainsi que les autres structures présentes sur ces sites (Chambre Régionale d'Agriculture d'Occitanie et Université Paul Sabatier), afin de proposer une réunion permettant de recueillir leurs avis et demandes spécifiques. Trois unités ont accepté, dont

une qui a participé à un des deux projets partenariaux étudiants de l'Agro Toulouse portant sur des aménagements en faveur de la nature.

Une réunion d'échange a aussi été réalisée avec des représentants du collectif CO2R (Collectif pour une recherche responsable, qui regroupe 73 agents de 14 unités du centre INRAE Occitanie-Toulouse).

Ensuite, des animations à la sortie des deux restaurants INRAE ont permis à un grand nombre de collègues de parler de leurs attentes sur la gestion des espaces verts et de se positionner sur le sujet de façon ludique. La publicité a été réalisée par le service communication du centre, qui a adressé un message à tous les agents et relayé l'information via l'intranet. Ce type d'animation a eu un véritable succès grâce à la richesse des échanges avec les dizaines d'agents ayant participé. Nous avons montré une frise représentant toute la diversité des gestions des espaces verts, de la nature ultra-maîtrisée au jardin dit « punk ». Les collègues devaient placer sur la frise leur perception de la gestion actuelle et leur envie d'évolution de cette gestion. La perception de la gestion réalisée jusqu'alors était celle d'une nature très maîtrisée basée sur des espèces exotiques. Lorsqu'il leur a été demandé de positionner leur espace vert idéal sur leur lieu de travail, ils ont pour l'immense majorité exprimé le désir d'avoir des espaces verts plus sauvages tout en restant maîtrisés, avec de la végétation locale (Figure 1).

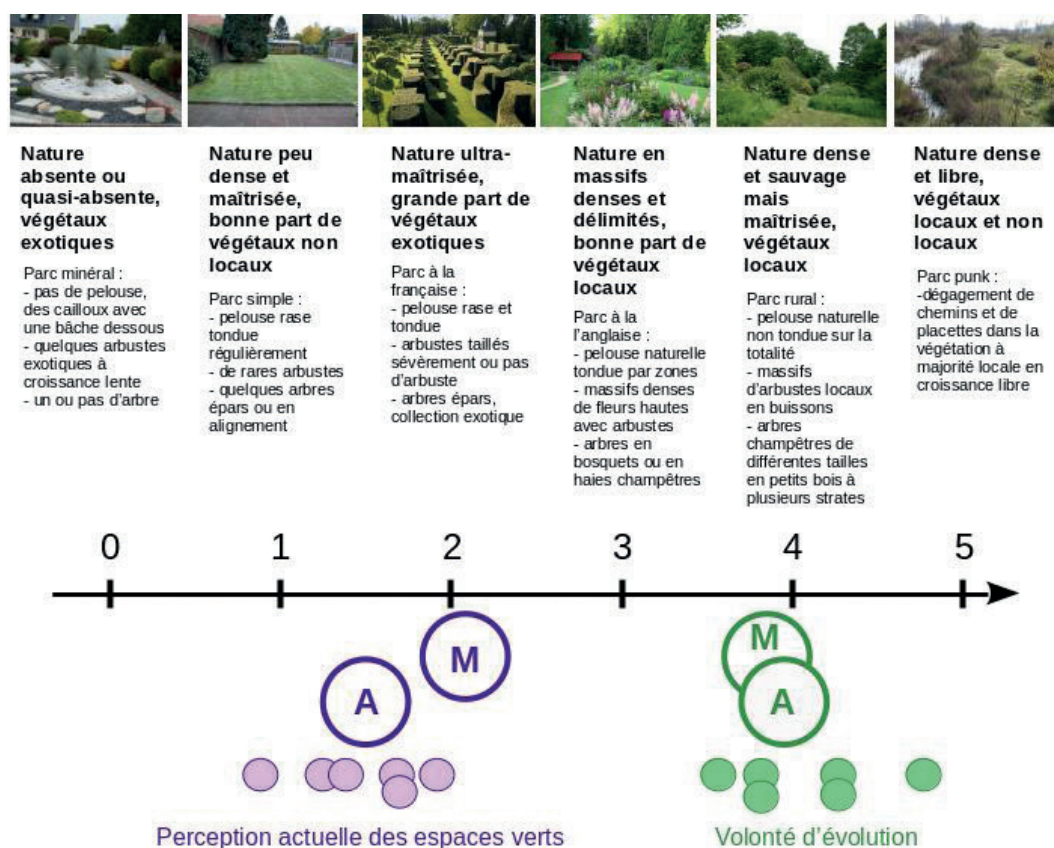


Figure 1. Frise représentant la perception qu'ont les agents des modes de gestion des espaces verts actuelle et souhaitée, par site (grands cercles : A pour Auzeville, M pour Saint-Martin-du-Touch, unité Toxalim) et pour les différentes unités d'Auzeville ayant le plus répondu (Agir, CEFS, Dynafor, GenPhySe, LIPME et SDAR).

Encadré 1. La nouvelle gestion sur les sites INRAE Occitanie-Toulouse

Des arbres et des arbustes respectés

Dorénavant, la taille des ligneux doit être une exception et non la norme. Ainsi, ne sont taillés que les individus qui le nécessitent pour des raisons de mise en sécurité des personnes (chutes de branches), de facilité de passage (en bordure de voirie et de chemins piétonniers) ou pour assurer l'intégrité des bâtiments (branches en contact des murs ou des toitures). Les dates de taille (pas de taille entre le 15 mars et le 31 juillet) seront dorénavant respectées afin de préserver l'intérêt des arbres et arbustes pour la faune (période de nidification, de floraison et de fructification qui sont d'importantes ressources alimentaires). Les produits de taille et de coupe sont laissés dans les îlots de biodiversité afin de fournir des abris (pour les hérissons par exemple) et du bois mort (un habitat très déficitaire en milieu urbain).

Des tontes moins sévères et sur des surfaces limitées

La surface des tontes a été drastiquement réduite, et elles sont uniquement réalisées dans les zones le nécessitant, sur 1 m de large, autour des bâtiments et des voies afin de faciliter l'accès, même lorsque les longues tiges des graminées ploient, et sur les petites surfaces ne permettant pas le passage des engins de fauche. Elles sont légèrement moins fréquentes annuellement (10 passages planifiés au lieu de 12) et une hauteur minimale de coupe a été instaurée (10 cm minimum) afin de protéger la flore et les sols. Les produits de tonte sont laissés à décomposer sur place. Dans ces zones, la tonte au rotatif à proximité immédiate des ligneux, qui causait de nombreuses blessures au collet et de la mortalité, a été proscrite (distance minimale de 50 cm), ce qui permet aussi de déposer à leurs pieds du paillage et du compost issus des tontes et des tailles.

Une augmentation des surfaces en zones de fauche

Les zones les plus éloignées des bâtiments et peu ou pas fréquentées sont gérées comme des prairies avec une fauche annuelle tardive. Celle-ci permet de préserver les habitats herbacés de nombreuses espèces et leurs ressources alimentaires (fleurs et graines), mais aussi de soutenir la reproduction des plantes et de protéger les sols (température, humidité, absorption de l'eau). Depuis le passage de la tonte régulière à la fauche annuelle, ces surfaces ont presque quadruplé en passant de 4 112 à 15 282 m².

La mise en place de sanctuaires : les îlots de biodiversité

Les îlots (Figure 1) sont des zones de non intervention, sans taille ni fauche. La libre évolution va progressivement faire la part belle aux ligneux par régénération naturelle, avec un point de vigilance sur la survenue d'espèces exotiques envahissantes (ailante, pyracantha, raisins d'ours, etc.). Des aménagements pourront être envisagés, par exemple le dépôt de produits de taille ou de coupe de ligneux, mais aussi en fonction des demandes de collègues (plantations) ou de manques de certains habitats (rocheux). Au total, ce sont 804 m² qui ont été sanctuarisés, soit l'équivalent de 2 % de la surface totale du marché d'entretien.

Une réflexion sur l'exportation des déchets verts

L'exportation systématique des produits de tonte, de taille ou de coupes entraîne un appauvrissement progressif des sols et de nombreux transports émettant des GES. Ce qui était autrefois vu comme des déchets est maintenant considéré comme une richesse. Les produits de tonte ou de fauche sont laissés sur place pour améliorer la qualité du sol, ceux des coupes de ligneux sont laissés en tas, en bordure des îlots, pour fournir des habitats à différentes espèces et protéger les communautés d'organismes saproxyliques (qui dégradent le bois mort). L'excédent est composté et réutilisé localement dans les espaces verts ou dans le jardin partagé.



Les 12 îlots de biodiversité (d'une surface d'environ 800 m²) ont été délimités par des poteaux et de la corde dans les espaces verts du site d'Auzeville, lors d'un chantier participatif en février 2024. Aucune intervention n'est prévue dans ces espaces (hormis la gestion des plantes exotiques envahissantes) : ils vont donc évoluer naturellement.

Enfin, durant la même période, deux groupes de 8 étudiants ingénieurs de l'Agro Toulouse en projet partenarial ont été encadrés par le GTB afin, d'une part, de proposer des suivis de biodiversité sur les sites toulousains d'INRAE, avec des protocoles adaptés et autant que possible associés à des dispositifs de science participative nationaux et, d'autre part, de proposer des aménagements en faveur de la biodiversité en concertation avec l'unité concernée (Toxalim, site de Saint-Martin-du-Touch).

La seconde étape a consisté à transposer les dispositions du document technique dans les pièces constitutives du marché d'entretien lors de sa rédaction par les services d'appui Logistique et RSE du centre. Les principales attentes ont été listées dans un Cahier des Charges Techniques Particulières (CCTP), documentant les exigences concernant la prestation. En complément, certains facteurs ont été utilisés pour définir la trame du mémoire Développement durable, qui devait être complété par les candidats, et qui a permis de les départager. Les notes obtenues sur ces items, pour lesquels les membres du GTB ont pu émettre un avis consultatif, ont été prises en compte à hauteur de 20 % de la notation globale appliquée par les deux services prescripteurs du marché, Logistique et RSE.

La troisième étape a consisté à mieux cerner les usages et fréquentations des différentes zones des espaces verts et les attentes des collègues. L'ambition originelle était de proposer un

stage de master 2 en géographie humaine ou ethnologie pour évaluer en détail les différentes valeurs associées aux espaces verts grâce à des entretiens. À défaut de parvenir à recruter une ou un étudiant, le GTB a réalisé une enquête en ligne, envoyée début 2024 aux 1200 agents du centre Occitanie-Toulouse. Une contractualisation avec la Junior-Entreprise de l'Agro Toulouse a permis l'analyse et la mise à disposition d'un rapport sur cette enquête (Figure 2). Les résultats de l'enquête montrent une importante utilisation des espaces verts des sites de Toulouse, que ce soit pour des activités récréatives, conviviales, pour des moments calmes, pour manger, mais aussi pour des réunions de travail. La quantification de ces usages a permis une prise de conscience de l'importance des espaces verts dans notre quotidien de travail, la nécessité de dépasser l'idée qu'ils sont simplement ornementaux et de mieux penser leur gestion mais aussi leur aménagement.

La quatrième et dernière étape a permis de communiquer sur les changements de gestion grâce à la mise en place de panneaux pédagogiques (Figure 3) et à une animation des membres du GTB et de l'entreprise prestataire qui ont présenté la nouvelle gestion lors de la Fête de la nature 2024.

Et la suite ?

Le projet Rewild est aussi la base de différentes réflexions et actions qui sont ou seront menées dans le cadre de la RSE du centre, et en partie par le GTB.

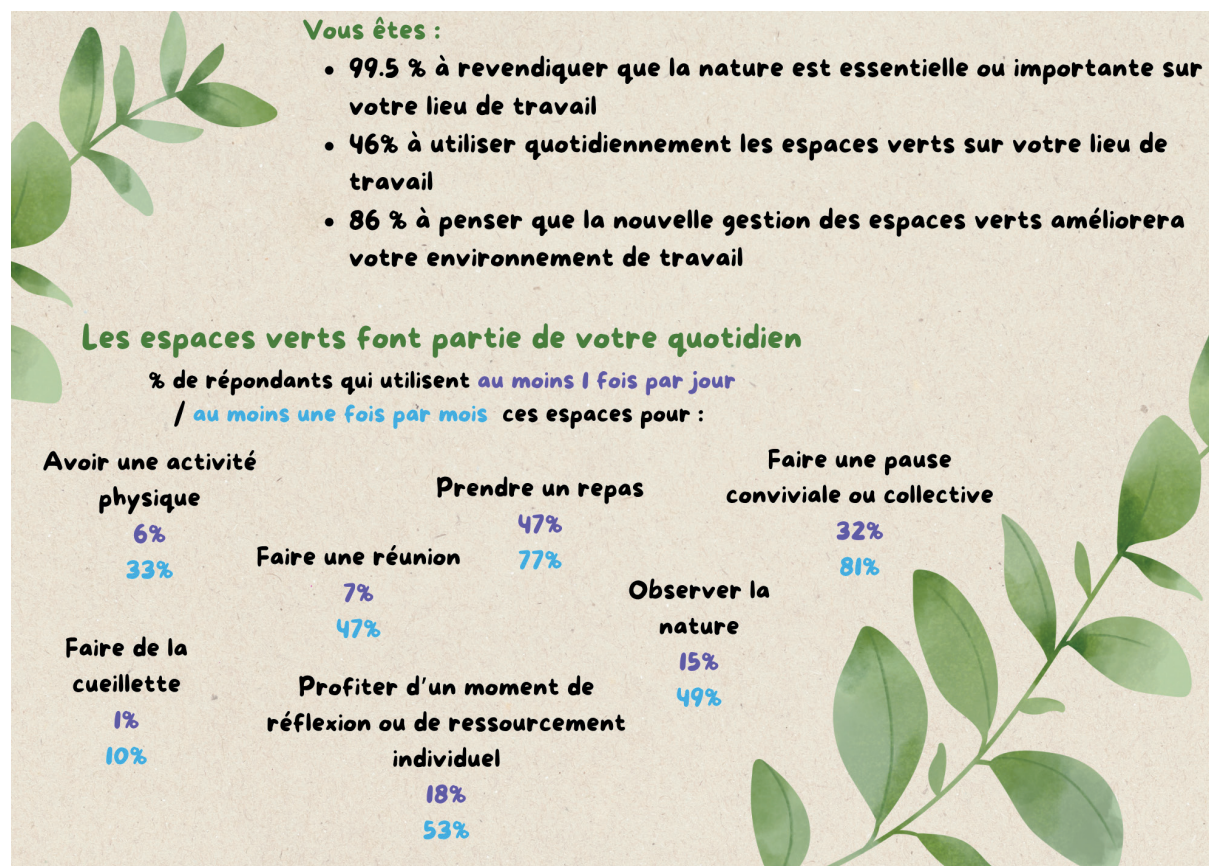


Figure 2. Principaux résultats de l'enquête « Les espaces verts font partie de votre quotidien » sur 207 répondants (envoyée aux 1 200 agents du centre).



Figure 3. Alice Varoquaux, illustratrice spécialisée dans la vulgarisation scientifique, a créé une synthèse dessinée expliquant la démarche de la gestion différenciée, visible sur des panneaux installés à l'accueil des sites d'Auzeville et de Saint-Martin-du-Touch.

Tout d'abord, un certain nombre de suivis de la biodiversité sont mis en place et seront étoffés (Figure 4). Les trois objectifs de ces suivis sont d'évaluer le niveau de biodiversité existant, de suivre l'évolution de cette biodiversité à la suite des changements de pratiques, mais aussi d'être un support pédagogique lors d'animations qui permettront aux collègues d'améliorer leurs connaissances sur la biodiversité. Ces suivis doivent être non létaux et dans la mesure du possible intégrables à des programmes de suivi participatifs régionaux ou nationaux. Actuellement, quatre suivis sont en place.

- **La flore** : 1) les relevés botaniques qui ont été réalisés dans les îlots de biodiversité en 2024 montrent déjà l'émergence de plantules issues des essences proches dont diverses espèces de chêne et d'érable, prémices de la recolonisation par les ligneux. Ils ont été complétés en 2025 et seront réactualisés tous les trois ou quatre ans. 2) Par ailleurs, toutes les espèces ligneuses du centre sont actuellement recensées et cartographiées. 3) les dendromicrohabitats des arbres, c'est-à-dire leurs particularités morphologiques support de biodiversité, comme les cavités, sont en cours de recensement. 4) Enfin, l'intégration de certains arbres au programme de sciences participatives l'Observatoire des saisons Occitanie permettra de suivre les effets du changement climatique sur la phénologie des espèces.
- **La faune nocturne** : un suivi des chauves-souris et des sauterelles (chants nocturnes dans les ultrasons) par enregistreurs a été mis en place en 2024 sur les espaces verts

et sur le domaine d'Auzeville, avant d'être étendu aux sites de Saint-Martin et de Langlade en 2026.

- **Les papillons de jour** : leur relevé débutera en 2026 et sera réactualisé tous les deux ans.

De plus, deux réflexions sont en cours dans le GTB.

- **Sur les nouvelles plantations** : le groupe réfléchit aux différents éléments guidant le choix des nouvelles espèces à planter et leur localisation, dont leur adaptation aux distances des bâtiments et voies, leur profondeur racinaire en fonction des contraintes techniques, l'origine des plants (locaux) et leur adaptation aux futures conditions climatiques, à leurs caractéristiques (besoin en eau et rusticité), leurs ressources pour la faune et leur étalement au cours de l'année.
- **Sur la régénération naturelle des ligneux** : une partie des espèces qui se sèment spontanément sont des espèces ornementales ou exotiques, voire envahissantes (*Pyracantha* par exemple), ce qui demande de réaliser une liste et un plan d'action afin de surveiller et d'éliminer les espèces non désirées.

Le projet Rewild a aussi permis d'initier des collaborations avec des enseignants de l'Agro Toulouse. En effet, la gestion différenciée mais aussi la plantation de haies sur le domaine expérimental sont d'un fort intérêt pédagogique pour les étudiants qui viennent régulièrement réaliser des relevés et expérimentations, par exemple sur la qualité du sol.

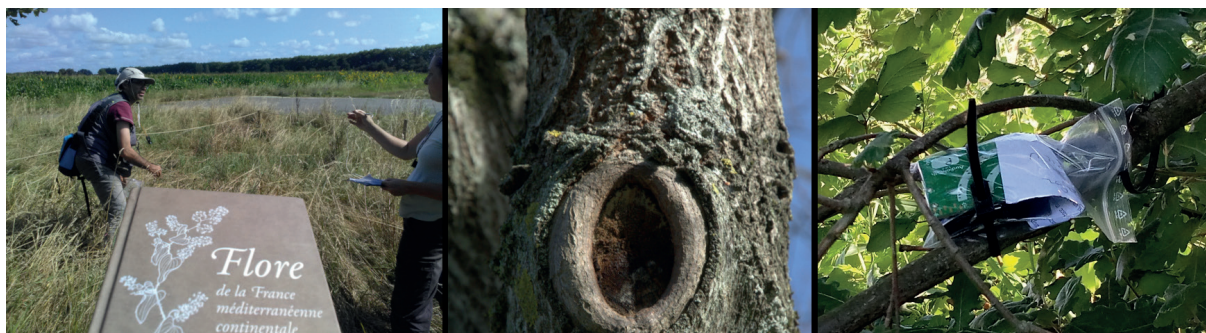


Figure 4. Plusieurs suivis de biodiversité ont été initiés sur le centre d'Auzeville, par exemple la flore dans les îlots de biodiversité (relevé botanique à gauche), la présence de dendromicrohabitats sur les arbres (au centre) et les chauves-souris et sauterelles qui émettent leurs chants la nuit et dans les ultrasons (capteur Audiomoth à droite).

Rewild, une base de travail pour les autres centres INRAE

Le projet Rewild est une base de travail solide pour les autres centres souhaitant modifier les pratiques de gestion.

En premier lieu, le projet a montré la possibilité d'une réflexion concertée. Il a été novateur au sein d'INRAE avec la mise en place d'une collaboration autour d'une des thématiques du plan d'action national de RSE entre des agents volontaires (voire experts scientifiques pour certaines et certains) et les services d'appui compétents en la matière. Cette réflexion concertée et croisant les différents cœurs de métier a été animée en fonction des échéances propres à la vie du centre pour permettre la déclinaison concrète de ses conclusions. En plus du volet technique, le projet Rewild représente un exemple réussi de collaboration appui/recherche dans le cadre du GTB, en cohérence avec le plan de modernisation des fonctions support 2022-2025 qui doit être décliné sur l'ensemble des centres. Cette méthodologie est expérimentée sur le centre Occitanie-Toulouse pour des thématiques RSE autres que la biodiversité (mobilité, numérique, déchets...) avec des retours très encourageants et représentant une réelle opportunité de déploiement en local du volet gouvernance de la politique RSE d'INRAE.

De plus, Rewild a permis de mettre en évidence certaines difficultés et points de vigilance. Ainsi, le changement en profondeur des pratiques liées au marché n'est possible que lors de son renouvellement, dont le calendrier très contraint nécessite d'obtenir une définition technique très en amont. Puisque le processus consultatif implique une complexité et des délais supplémentaires pour l'élaboration du cahier des charges, l'ensemble de la démarche nécessite un rétroplanning afin d'anticiper les échéances. Dans le cas du projet Rewild, qui a commencé en septembre 2022 avec une publication du marché public imposé en décembre 2023, il a fallu en 7 mois rédiger le nouveau document technique en concertation et intégrer le plus possible les collègues dans la démarche. Cela nous a contraint à envisager d'abord des discussions avec les directions d'unité et le collectif CO2R pour recueillir un maximum de réponses à la

question « quelle évolution des espaces verts désirez-vous », lors des animations à la sortie des deux restaurants. L'unanimité des réponses vers une gestion différenciée nous a confortés dans la démarche. Malheureusement, l'enquête détaillée n'a pu être réalisée qu'une fois le processus de rédaction du marché achevé. Nous recommandons donc aux futurs centres désirant une telle modification de la gestion des espaces verts de prévoir l'enquête et les différentes rencontres en amont de la rédaction, et aussi de prévoir une année entre le début du projet et la date limite de rendu du document technique (soit 20 mois avant la publication du marché public).

En ce qui concerne le financement, il a été principalement utilisé pour la prestation : 1) le prestataire qui a mené la phase de construction du cahier technique et les réunions associées ; 2) la Junior-Entreprise pour le questionnaire et son analyse, à la place du stage de master 2 initialement prévu, et 3) la réalisation des panneaux pédagogiques (rémunération de l'illustratrice et fabrication des panneaux). Comme nous disposons maintenant d'un modèle de cahier des charges et d'une enquête rédigée facilement transposables, disponibles sur demande pour les centres souhaitant déployer la gestion différenciée de leurs espaces verts, les coûts financiers et humains (encadrement des étudiants, lien avec le prestataire spécialisé et la Junior-Entreprise) devraient être largement inférieurs. ■

Financement et remerciements

Financé par le programme «Pépinières RSE» d'INRAE, ce projet a été mené dans le cadre des actions du Groupe de Travail Biodiversité du centre Occitanie-Toulouse dont les membres sont intervenus à différentes étapes. Nous remercions tous les collègues qui ont pris le temps de répondre à nos sollicitations lors des animations et de l'enquête en ligne, et les différents collègues et unités qui ont bien voulu interagir avec les étudiants des projets partenariaux.

Références

Gritzka, S. *et al.* (2020). The Effects of Workplace Nature-Based Interventions on the Mental Health and Well-Being of Employees: A Systematic Review, *Frontiers in Psychiatry*, 11. <https://www.frontiersin.org/journals/psychiatry/articles/10.3389/fpsy.2020.00323>

Hartig, T. *et al.* (2014). Nature and Health, *Annual Review of Public Health*. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182443>

Kaplan, R., et Kaplan, S. (1989). *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*, Cambridge University Press.

Ulrich, R. (1983). Aesthetic and Affective Response to Natural Environment. Dans Altman, I. et Wohlwill, J. (dir.), *Human Behavior and Environment* (vol. 6), Springer, p. 85-125.

Van den Bosch et Ode Sang (2017). Urban natural environments as nature-based solutions for improved public health. A systematic review of reviews, *Environmental Research*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.05.040>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

ABioBE : Aménagement pour la Biodiversité et le Bien-Être

Maud Porte¹
Virginie Rossard¹

CORRESPONDANCE

maud.porte@inrae.fr

RÉSUMÉ

Le projet ABioBE, initié en 2021 au Laboratoire de biotechnologie de l'environnement (LBE) de Narbonne, s'inscrit dans le cadre du plan RSE INRAE 2021-2025. Il vise à conjuguer préservation de la biodiversité et amélioration de la qualité de vie au travail (QVT).

Le site du LBE, implanté dans un environnement semi-naturel, présentait initialement des espaces peu aménagés et une biodiversité limitée. Le projet s'est appuyé sur des actions concrètes comme la plantation de 190 arbres, l'installation de nichoirs et d'hôtels à insectes pour la faune et l'amélioration des espaces extérieurs pour les agents avec notamment l'installation d'une pergola et d'aires sportives. Ces actions ont été développées grâce à une réflexion participative, impliquant les agents et des acteurs locaux tels que la Ligue de protection des oiseaux (LPO), le parc naturel régional de la Narbonnaise, ou encore le Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement (CAUE) de l'Aude, qui ont apporté des conseils techniques précieux, assurant une conception écologique et adaptée aux spécificités du site et contraintes locales.

Le projet a profité des compétences diversifiées des équipes internes, notamment des correspondantes développement durable, du service maintenance bâtiment et espaces verts, et de l'Association pour le Développement des Activités Sociales d'INRAE (ADAS), pour garantir une mise en œuvre efficace. Les aménagements mis en place valorisent l'environnement en transformant les espaces en lieux de vie agréables et conviviaux pour les agents. Les premiers retours sont positifs, avec une appropriation progressive des infrastructures par les agents, et prometteurs en termes de préservation de la biodiversité.

Le projet ABioBE illustre une approche collaborative et innovante pour répondre aux enjeux environnementaux et humains, tout en offrant des perspectives d'amélioration et de dissémination.

MOTS-CLÉS

Environnement ; développement Durable ; biodiversité ; Qualité de Vie au Travail ; sensibilisation écologique ; aménagement paysager ; espaces de convivialité ; approche participative

¹ INRAE, UR 0050 LBE, 11100 Narbonne, France

ABioBE : Development for Biodiversity and Well-Being

Maud Porte¹
Virginie Rossard¹

CORRESPONDANCE

maud.porte@inrae.fr

ABSTRACT

The ABioBE project, initiated in 2021 at the Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement (LBE) in Narbonne, is part of the INRAE 2021-2025 CSR plan. It aims to combine the preservation of biodiversity and the improvement of quality of life at work (QWL).

The LBE site, located in a semi-natural environment, was initially sparsely developed, with limited biodiversity. The project was based on concrete actions such as the planting of 190 trees, the installation of nesting boxes and insect hotels for wildlife, and the improvement of outdoor spaces for employees, notably with the installation of a pergola and sports areas. These actions were developed thanks to a participatory approach involving staff and local players such as the Ligue de protection des oiseaux (LPO), the Narbonnaise regional natural park, and the Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement (CAUE) de l'Aude, who provided invaluable technical advice, ensuring an ecological design adapted to the specific features of the site and local constraints.

The project benefited from the diversified skills of in-house teams, notably the Sustainable Development correspondents, the building maintenance and green spaces department, and ADAS, to ensure efficient implementation. The facilities installed enhance the environment by transforming the spaces into pleasant, user-friendly living spaces for employees. The initial results are positive, with staff gradually taking ownership of the infrastructure and promising results in terms of biodiversity preservation.

The ABioBE project illustrates a collaborative and innovative approach to meeting environmental and human challenges, while offering prospects for improvement and dissemination.

KEYWORDS

Environment; sustainable development; biodiversity; quality of life at work; ecological awareness; landscaping; user-friendly spaces; participative approach

¹ INRAE, UR 0050 LBE, 11100 Narbonne, France

Introduction

Le Laboratoire de biotechnologie de l'environnement (LBE) de Narbonne conduit des recherches visant à valoriser les rejets organiques en produits d'intérêt tout en minimisant leurs impacts environnemental et sanitaire. Ainsi, l'ensemble des agents du laboratoire, soit 38 titulaires et environ 70 équivalents temps plein en 2024, est particulièrement sensibilisé aux problématiques environnementales. C'est dans ce contexte que le projet ABioBE a émergé en 2021, lors des Journées de la qualité en recherche du département AgroEcoSystem. Inspiré par les projets pépinières Écobalade de la Grande Ferrade de Bordeaux et AREA de Saint-Gilles, le projet ABioBE ambitionne d'améliorer la biodiversité du site et la qualité de vie au travail des agents. Il s'inscrit à la fois dans l'axe 3.6 du plan d'action RSE visant la préservation de la biodiversité et dans l'axe 4.1 visant l'amélioration de l'environnement de travail des agents, notamment pour les repas et les activités de détente.

ABioBE, qui a été présenté lors du deuxième appel à projet pépinières 2022, a reçu un avis favorable du Comité d'orientation et de suivi RSE, ainsi qu'un soutien partiel à hauteur de 25 000 € sur les 42 000 € initialement prévus.

Diagnostic de l'environnement du site

Le site du LBE est situé à Narbonne dans l'Aude, un département au climat sec (faible pluviométrie et ensoleillement important) avec des vents importants. Le site se situe entre une zone commerciale et l'étang de Bages qui est un site Natura 2000. Il est implanté sur environ 1,6 hectares. Il se divise en trois zones :

- 0,2 ha de bâtiments de recherche ;
- 0,2 ha de parking bitumé ;
- 1,2 ha de terrain.

Le terrain de 1,2 ha possède un sol argilo-calcaire au pH légèrement basique. Il se compose majoritairement de surfaces faiblement enherbées, avec quelques pins d'Alep et une haie de cyprès de 150 mètres. L'entretien de ces espaces se limite à une tonte rase par trimestre et ponctuellement un élagage de sécurité des arbres. Un diagnostic écologique de la Ligue de protection des oiseaux (LPO) a souligné le manque de diversité végétale et la faible présence d'espaces pour les espèces animales, limitant les opportunités de développement de la biodiversité malgré la proximité d'un site ornithologique majeur.

En termes de qualité de vie au travail, plusieurs problématiques ont été identifiées. Bien que l'ADAS propose un certain nombre d'activités aux agents adhérents, celles-ci se déroulent soit dans un local spécifique dans le bâtiment, soit à l'extérieur du site. En effet, le terrain de 1,2 ha, malgré sa superficie, n'est pas propice à la détente ou aux activités sociales en plein air car il n'est que peu ombragé et aménagé. Par ailleurs, la zone repas, bien que dotée de quelques tables extérieures, manque d'ombre aussi, ce qui réduit son utilisation notamment pendant les périodes chaudes.

Amélioration du site : propositions collectives et partenariat local

Sous l'impulsion des correspondantes développement durable de l'unité, plusieurs actions ont été définies avec l'ensemble des personnels du LBE, grâce à de nombreux échanges avec différents organismes locaux, experts de la protection de l'environnement :

- le parc naturel régional de la Narbonnaise en Méditerranée a permis de mieux adapter le projet aux spécificités écologiques de la région ;
- le Grand Narbonne et le Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement (CAUE) de l'Aude ont été consultés pour leur connaissance et compétences en aménagement territorial et en conseil paysager ;
- la Ligue de protection des animaux (LPO) dont les études environnementales ont permis d'identifier les besoins en biodiversité du site, de proposer des actions adaptées en sensibilisant à l'écologie locale et d'accompagner à la labellisation « refuge LPO » ;
- Arbres et paysages 11 (AP11) a accompagné la sélection et la plantation d'essences locales diversifiées grâce à une convention régionale permettant de bénéficier d'arbres fournis par une pépinière départementale ;
- l'entreprise de paysagisme local BBC paysages a réalisé la mise en œuvre des travaux et la pépinière Grana a contribué par des conseils pratiques et la participation à des ateliers ;
- le lycée Docteur-Lacroix de Narbonne a également été impliqué dans le cadre du projet scolaire « Des arbres et des idées à semer » ;
- le Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CEFE) du CNRS a renforcé les liens inter-laboratoires grâce à un don d'arbres ;
- l'ESAT La Clape a contribué au projet de manière inclusive par la fabrication de structures en bois ;
- l'ADAS de Narbonne a soutenu le projet en finançant l'achat de matériel contribuant ainsi à l'aménagement d'espaces conviviaux.

Grâce à l'implication de ces acteurs locaux, le département de l'Aude et la région Occitanie ont indirectement contribué au succès du projet, en apportant leur expertise et leurs ressources.

Il a ainsi été décidé :

- de créer des zones végétalisées par la plantation d'arbres d'essences locales et diversifiées et le réaménagement de jardins ADAS ;
- d'installer des infrastructures favorisant la faune locale (nichoirs, hôtels à insectes...) et de faire labelliser le site en refuge LPO ;
- de mettre en place une gestion plus écologique des espaces verts ;
- de valoriser des espaces de détente pour les agents en améliorant la zone repas avec une pergola végétalisée et en créant des aires sportives extérieures.

Une étape essentielle du projet ABioBE a été la sélection des partenaires et la répartition des ressources financières. Face à un financement limité à 60 % du budget initialement prévu, le recours à des collaborations avec des associations telles que AP11, la LPO et l'ESAT, soutenues par des subventions publiques, s'est avéré indispensable. Un équilibre a été trouvé dans l'allocation des fonds, avec 60 % des ressources destinées aux actions en faveur de la biodiversité et 40 % destinées à l'amélioration de la qualité de vie au travail (QVT). Ce choix stratégique a permis de maintenir un équilibre entre ces deux axes prioritaires tout en garantissant la faisabilité des différentes initiatives.

La concertation entre correspondantes développement durable, équipe technique et professionnels locaux spécialisés tels que AP11, BBC Paysages et la LPO a permis d'optimiser l'agencement des infrastructures et des plantations, en prenant en compte les contraintes spécifiques du site : l'ensoleillement, les vents dominants, la nature du sol et la faible pluviométrie de la région. L'aspect visuel a également été soigneusement intégré dans la réflexion, afin que les aménagements s'intègrent harmonieusement dans le paysage tout en offrant une vue agréable depuis les laboratoires et l'extérieur du site. La finalisation de cette étape a été marquée par la visite de la CAUE de l'Aude qui a validé l'ensemble des choix réalisés. Seul un ajustement a été suggéré : le repositionnement d'une ligne d'arbres pour renforcer davantage la protection contre les vents dominants.

Exemple de réflexion collective pour le choix des essences à planter

En s'appuyant sur les échanges avec les pépinières et associations telles que la LPO et AP11, les correspondantes développement durable ont élaboré un livret floristique spécifique au site du LBE. Ce livret présente les différentes essences et variétés végétales adaptées pouvant être implantées sur le site, ainsi que les équipements propices à l'accueil de la faune locale.

À partir de ce document, un sondage a été mené auprès des agents du LBE afin d'intégrer leurs attentes et idées. Ce sondage, auquel plus de 60 % des agents ont participé, a révélé une forte volonté d'implication collective dans le projet. Le graphe ci-dessous présente une partie des souhaits des agents suite au sondage. Les espèces encadrées, qui représentent environ 50 % des souhaits des agents, sont celles qui ont été sélectionnées en collaboration avec AP11 lors de la phase de cadrage.

Une partie d'expression libre dans ce sondage a été mise à profit par les agents pour suggérer l'installation d'aménagements extérieurs améliorant leurs conditions de vie au travail. La création d'une pergola pour agrandir la zone ombragée pour les repas à l'extérieur est ce qui a été le plus évoqué.

ESSENCES MEDITERRANEENNES : ARBRES

Chêne vert

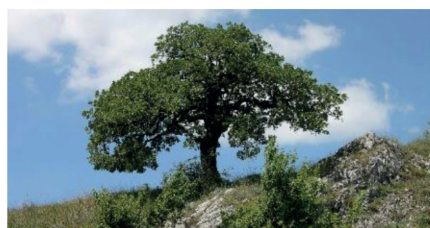


Quercus ilex

Feuillage : persistant vert foncé
Hauteur : 5 à 20 m

Supporte sol calcaire, chaleur et sécheresse, résiste au vent

Chêne pubescent



Quercus pubescens

Feuillage : caduc vert clair puis foncé
Hauteur : 8 à 15 m

Supporte sol calcaire, chaleur et sécheresse, résiste au vent mais pousse mal ici

Figure 1. Extrait du livret floristique du site du LBE

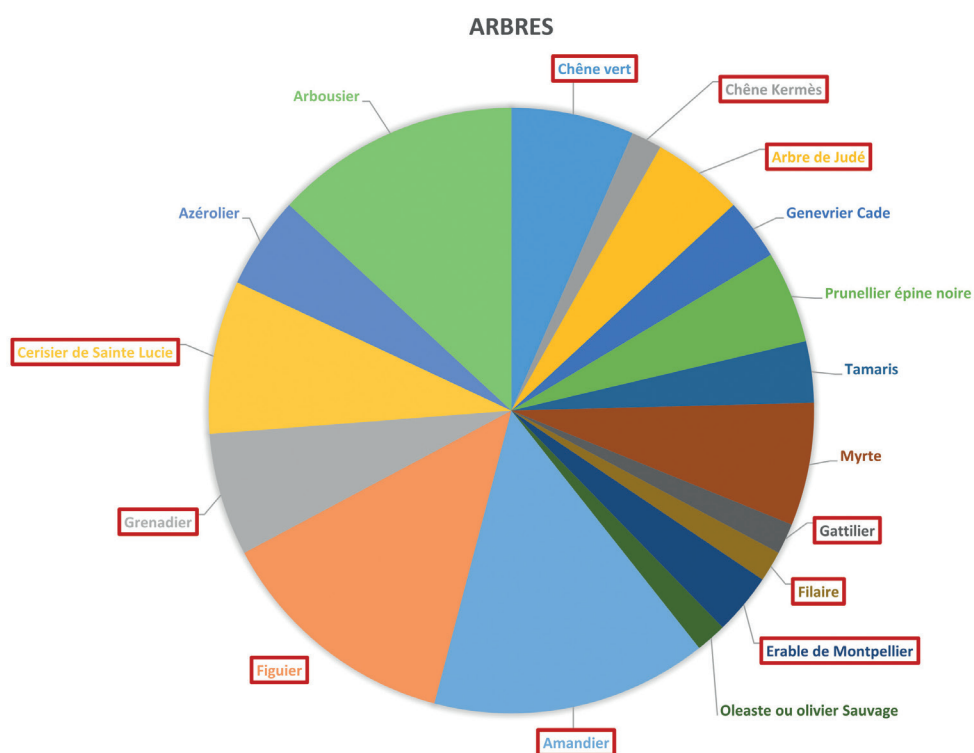


Figure 2. Extrait résultat du sondage des agents

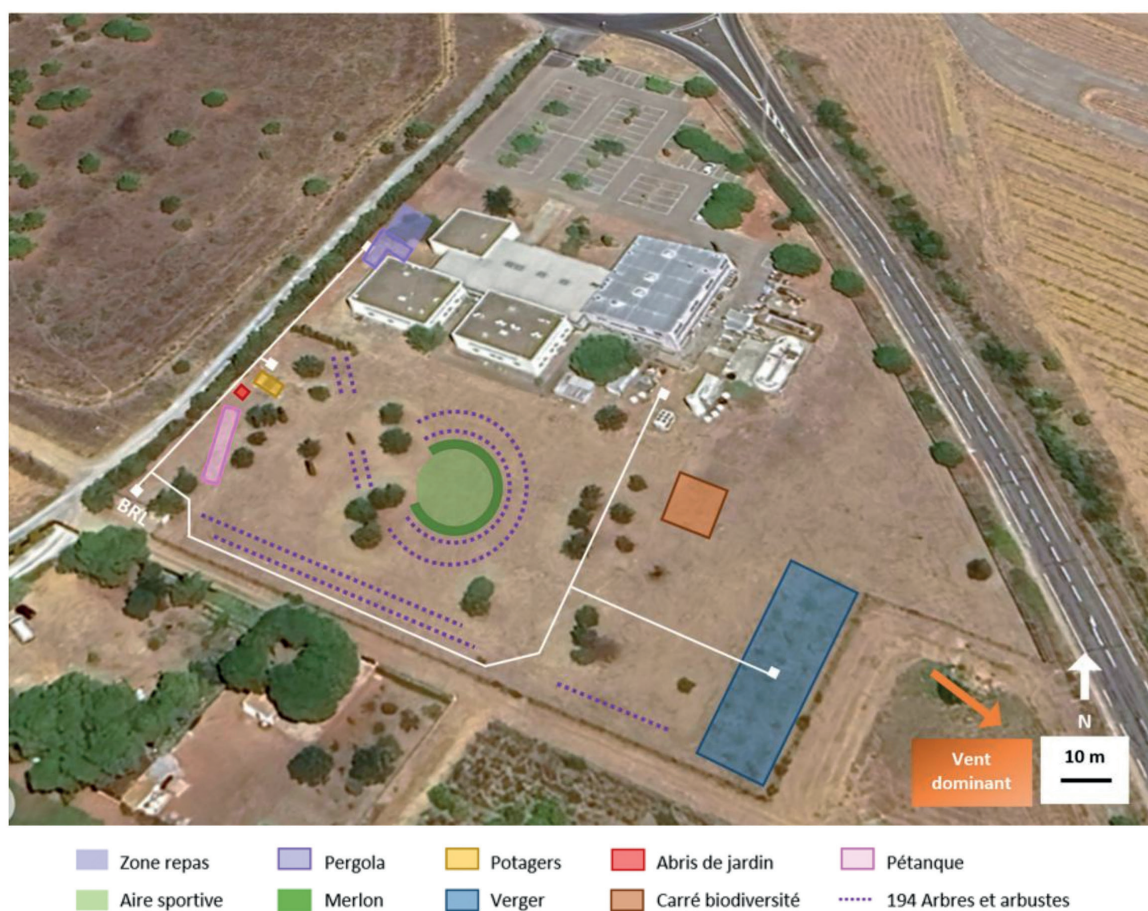


Figure 3. Plan général d'implantation des aménagements

Les réalisations : l'évolution concrète du site

Biodiversité

La préparation du terrain, réalisée par l'entreprise BBC paysages, a constitué la première étape de la plantation des 190 arbres et arbustes prévue dans le projet. Cette phase a inclus le décompactage du sol, permettant d'assurer des conditions favorables à la croissance des végétaux. Parmi les plants, 130 ont été fournis par AP11 et 60 par le CEFE du CNRS, renforçant ainsi les contributions inter-institutionnelles.

La plantation a mobilisé une large participation, réunissant les correspondantes développement durable de l'unité et du centre, une vingtaine d'agents du LBE, ainsi qu'une classe de seconde du lycée Docteur-Lacroix de Narbonne et la responsable de la pépinière La Grana. Les activités ont été réparties en plusieurs postes spécifiques : répartition des plants, coordination des ateliers, pralinage, creusement des trous, plantation, et arrosage des jeunes plants.

Une fois les plantations effectuées, le système d'arrosage a été installé par l'entreprise BBC paysages pour garantir un apport en eau raisonné et adapté aux conditions locales. Par ailleurs, deux ateliers de paillage ont permis à une dizaine d'agents de renforcer la protection des plants, grâce au broyat fourni gracieusement par le Grand Narbonne, consolidant ainsi les pratiques écoresponsables.

La régénération naturelle assistée qui a également été initiée consiste à protéger les jeunes pousses naturelles déjà présentes sur le site et à réduire les pressions environnementales ou les perturbations humaines, pour favoriser leur développement. Cette méthode mise sur la capacité des plantes locales à se réimplanter durablement tout en limitant les ressources nécessaires à la restauration écologique. Elle est réalisée ponctuellement sur des plants ciblés (généralement des amandiers).

En complément, d'autres initiatives ont été réalisées, telles que la création d'un carré de non-tonte et la rénovation des espaces existants, notamment le verger et les jardins ADAS, contribuant à favoriser la biodiversité floristique et faunistique du site. Des ateliers pédagogiques ont sensibilisé les participants à la richesse de la faune locale, notamment par l'observation des oiseaux présents sur le site avec la LPO et la participation à l'Observatoire des saisons animé par la référente développement durable de centre.

Qualité de vie au travail

Les espaces extérieurs ont été transformés pour offrir des lieux plus propices à la détente et aux échanges. Une pergola végétalisée a été aménagée dans la zone repas (par l'ESAT La Clape), accompagnée de bacs à condiments et de composteurs, apportant un véritable confort aux moments de pause-déjeuner. Pour encourager la pratique d'activités sportives durant les pauses, des infrastructures ont été créées par BBC paysages, notamment une aire sportive et un terrain de pétanque.

Par ailleurs, les aménagements liés à la biodiversité, réalisés au sein du verger de l'ADAS, ont également renforcé la QVT. Les jardins ont été enrichis par l'installation d'un cabanon équipé d'une serre. Ces initiatives stimulent non seulement l'activité physique des agents, mais favorisent aussi leur implication dans des activités collectives et conviviales. Ainsi, ces réaménagements renforcent les interactions sociales et l'esprit d'équipe tout en transformant les espaces extérieurs en lieux de vie accueillants, adaptés aux besoins de bien-être, de convivialité et de détente des agents.

Bilan, projection et conseils

Le bilan du projet est globalement positif, avec des résultats encourageants malgré sa mise en œuvre récente. Le taux de reprise des arbres et arbustes plantés est satisfaisant, avec seulement 7 % de pertes au bout d'un an. Pour compenser ces pertes, AP11 a fourni des plants réinstallés récemment. Certains spécimens présentent une croissance remarquable, atteignant jusqu'à quatre fois leur taille initiale. Cependant, il est encore prématuré d'évaluer pleinement l'impact sur la biodiversité. Un an après les plantations, les installations en faveur de la faune ne sont que partiellement achevées. Leur finalisation, prévue cette année, permettra d'envisager la labellisation LPO du site et des diagnostics approfondis viendront compléter cette évaluation.

En termes de qualité de vie au travail, les résultats sont également très encourageants. La zone repas agrémentée de la pergola a reçu de nombreux retours positifs. C'est devenu un espace convivial apprécié et régulièrement utilisé par les agents. Les jardins, bien que principalement investis par un groupe restreint, ont permis des plantations et des récoltes régulières durant l'été. Les infrastructures sportives sont régulièrement utilisées. La mise en place d'une activité pétanque témoigne de l'intérêt croissant des agents pour ces aménagements. Ce premier bilan souligne l'appropriation progressive des espaces extérieurs et l'émergence d'une dynamique participative au sein de l'unité.

Si le projet est globalement abouti, plusieurs pistes d'amélioration et de développement méritent d'être explorées. Le budget initialement alloué par le Comité d'orientation et de suivi du projet pépinières RSE, bien que significatif, s'est avéré insuffisant pour finaliser certains aménagements prévus. Ainsi, la végétalisation autour de l'aire sportive circulaire demeure une priorité, tout comme la création d'un parterre méditerranéen mellifère, essentiel pour renforcer l'attractivité du site pour les pollinisateurs et donc améliorer davantage la biodiversité du site. La création d'un « espace vignes » figure également parmi les ambitions futures du projet. Cet espace sera réalisé en partenariat avec l'unité expérimentale de Pech Rouge, symbolisant la collaboration historique entre le LBE et cette dernière. Ce lien s'appuie sur une histoire commune – les deux laboratoires formaient une seule entité il y a plus de 30 ans –, ainsi que sur une section syndicale partagée, des collaborations sur des projets et la proximité géographique entre les deux sites.

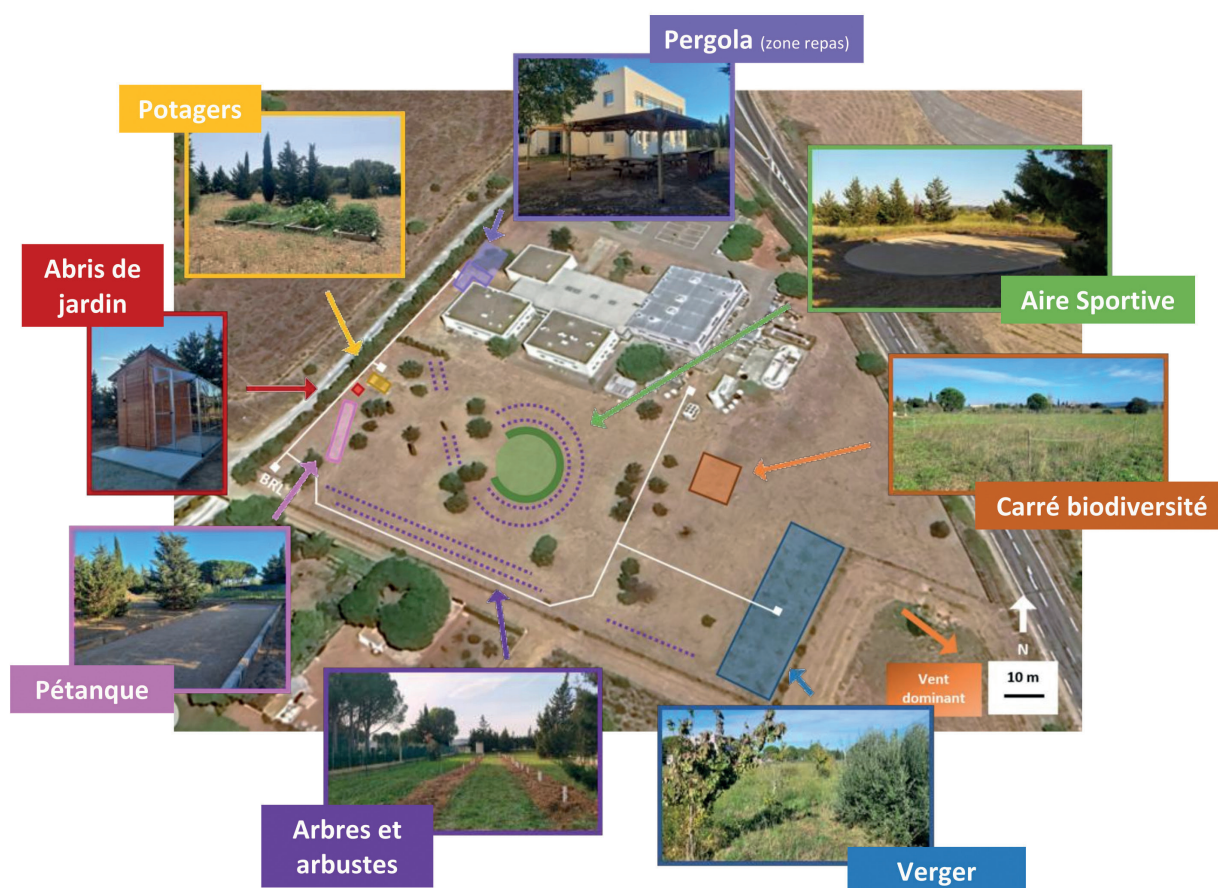


Figure 4. Réalisations du Projet ABioBE

Pour améliorer l'accessibilité et l'ergonomie du site, la réalisation de chemins d'accès adaptés est nécessaire. De plus, l'installation de panneaux pédagogiques par secteur est envisagée afin de mieux valoriser les réalisations. Ces supports expliqueraient les intérêts et bénéfices écologiques et les modes de gestion adoptés, tout en servant d'outils de sensibilisation lors d'animations auprès des agents. Ces perspectives s'inscrivent dans une démarche pérenne visant à renforcer l'adhésion et l'engagement des agents, à enrichir la biodiversité locale et faire du LBE un modèle d'aménagement durable et collaboratif.

La mise en œuvre du projet ABioBE a présenté certaines difficultés pas toujours envisagées et qu'il a fallu surmonter. Cependant, ce projet paraît pouvoir être adapté localement au sein d'autres unités, tout en prenant en compte cinq points de vigilance :

1. Identifier les acteurs stratégiques

Une des premières étapes consiste à s'assurer du soutien de l'ensemble du collectif et à identifier les parties prenantes susceptibles de soutenir le projet. Cela inclut les correspondants développement durable de l'unité et du centre, les équipes techniques, la direction, ainsi que les agents directement concernés par les espaces à aménager. Une collaboration précoce avec ces acteurs garantit un meilleur ancrage du projet et facilite sa réalisation.

2. Adapter le projet aux spécificités locales

Chaque site dispose de contraintes uniques (géographiques, climatiques, techniques) qu'il est crucial de prendre en compte grâce à la réalisation de diagnostics préalables. L'adaptation du projet implique de considérer les besoins locaux, tout en respectant les objectifs du site, notamment dans les zones où des activités professionnelles, telles que des expérimentations, doivent être maintenues.

3. S'assurer d'un accompagnement structuré et renforcé

Le développement de ce type de projet nécessite un soutien technique et institutionnel robuste à tous les niveaux. Si l'organisation locale au niveau de l'unité a permis d'avancer efficacement, la mise en place d'une équipe pluridisciplinaire au sein des centres, regroupant les compétences RSE, patrimoine et architecture, qualité de vie au travail et prévention, offrirait un appui organisationnel et technique aux correspondants développement durable porteurs du projet. De plus, une coordination renforcée entre les services développement durable de l'unité et RSE du centre permettrait d'aborder de manière concertée les volets biodiversité et qualité de vie au travail. Enfin, un partenariat avec le service communication du centre INRAE assurerait une mobilisation efficace des parties prenantes et une meilleure visibilité des initiatives.

4. Mobiliser des partenaires publics et locaux

Établir des relations avec des partenaires locaux liés à l'environnement, comme des associations (LPO, AP11) et des collectivités (Grand Narbonne, CAUE et le parc naturel régional de la Narbonnaise en Méditerranée) est un levier important. Ces partenaires peuvent apporter des expertises spécifiques et contribuer à sensibiliser les agents à l'échelle locale par le biais d'échanges ou de séminaires écologiques.

5. Assurer un soutien financier et logistique suffisant

Enfin, un financement pérenne est indispensable pour garantir la faisabilité des aménagements et leur durabilité. Les budgets alloués par des programmes comme le Fonds vert ou des projets tels que la pépinière RSE doivent être complétés par des contributions locales ou des dons en nature. La mobilisation des acteurs locaux, qu'ils soient publics ou privés, peut permettre de renforcer les moyens financiers et logistiques nécessaires. Après la finalisation du projet, il y a un coût d'entretien annuel à prendre à compte qui n'est pas financé par le projet pépinière. Il est donc nécessaire d'avoir une réflexion globale, à l'échelle de l'unité ou du centre, sur une gestion plus écologique et économique des espaces verts (par exemple en limitant le nombre de tontes et en réalisant un paillage pour diminuer la fréquence d'arrosage).

Conclusion

Le projet ABioBE illustre parfaitement la capacité d'un laboratoire de recherche à conjuguer excellence scientifique et engagement en faveur du développement durable. Sa réussite repose sur l'implication de nombreux acteurs qui ont permis à un espace initialement sous-exploité de devenir un véritable lieu de vie, fédérateur et inspirant.

En intégrant des dimensions environnementales et sociales, ce projet a permis de revitaliser la biodiversité locale à travers la plantation d'essences adaptées et l'installation d'infrastructures favorisant la faune. Parallèlement, des aménagements conviviaux et inclusifs ont renforcé la qualité de vie au travail. Ce bilan positif, tant sur le plan écologique que social, témoigne de l'engagement des acteurs et de la pertinence des partenariats noués. Pour aller plus loin, des actions complémentaires, comme l'extension des surfaces végétalisées ou la création d'un espace pour les pollinisateurs, pourraient encore enrichir ces avancées. Un suivi rigoureux et une mobilisation continue garantiront la pérennité du projet.

En conclusion, ABioBE se distingue comme une initiative emblématique de l'approche RSE d'INRAE, alliant ambition environnementale, cohésion sociale et innovation locale. Ce projet, reproductible et adaptable, constitue un modèle inspirant pour d'autres unités engagées dans la transition écologique. ■

Remerciements

Nous tenons à remercier chaleureusement l'ensemble des personnes ayant contribué à la mise en œuvre du projet ABioBE. Un remerciement particulier à M. Morvant et M. Guizard de l'équipe technique, dont l'expertise et l'investissement ont été essentiels, ainsi qu'à M. Bernet de la direction pour son soutien précieux.



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

L'implantation de haies dans les unités expérimentales du végétal

Anne Delaunay¹
Jean-Éric Chauvin²
Marie-Laure Greil³
Magali Joannin⁴
Stéphanie Arnoult⁵
Gilles Tison⁶

CORRESPONDANCE

anne.delaunay@inrae.fr

RÉSUMÉ

L'implantation de haies dans les unités expérimentales (UE) du domaine végétal contribue à leur transition agroécologique. Les haies favorisent la biodiversité, la régulation des ravageurs, la protection contre le vent et la stabilisation des sols. Elles jouent également un rôle dans la séquestration du carbone et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. L'implantation de haies doit être anticipée soigneusement, ce qui inclut le choix des essences adaptées, la préparation du sol et l'entretien à long terme. Les UE bénéficient souvent de l'accompagnement de structures locales et d'experts pour réussir cette démarche. Les haies doivent être positionnées stratégiquement pour ne pas interférer avec les expérimentations en cours, tout en maximisant leurs bénéfices environnementaux. En conclusion, l'implantation de haies dans les UE est une initiative prometteuse pour améliorer la durabilité des pratiques agricoles et répondre aux objectifs environnementaux d'INRAE. Ces initiatives pourraient également servir de support à des projets scientifiques.

MOTS-CLÉS

Haies ; implantation ; unités expérimentales ; transition agroécologique ; biodiversité ; expérimentation

1 INRAE BAP, 78026 Versailles, France

2 INRAE UE RGCO, KERAIBER 29260 Ploudaniel, France

3 INRAE UE Arboricole, 47320 Bourran, France

4 INRAE UE PHACC, 63000 CLERMONT-FERRAND, France

5 INRAE UE GCIE, Péronne, France

6 INRAE UE APC, 31326 CASTANET-TOLOSAN, France

The planting of hedges in experimental units in the plant sector

Anne Delaunay¹
Jean-Éric Chauvin²
Marie-Laure Greil³
Magali Joannin⁴
Stéphanie Arnoult⁵
Gilles Tison⁶

CORRESPONDANCE

anne.delaunay@inrae.fr

ABSTRACT

The planting of hedges in experimental units (EUs) in the plant sector aims to promote their agroecological transition. Hedges promote biodiversity, pest control, wind protection, and soil stabilization. They also play a role in carbon sequestration and the reduction of greenhouse gas emissions. The planting of hedges needs to be carefully anticipated, including the selection of suitable species, soil preparation, and long-term maintenance. EUs often benefit from the support of local organizations and experts to successfully implement this approach. Hedges must be strategically positioned to avoid interfering with ongoing experiments while maximizing their environmental benefits. In conclusion, the planting of hedges in EUs is a promising initiative to improve the sustainability of agricultural practices and meet INRAE's environmental objectives. These initiatives could also further serve as a support for scientific projects.

KEYWORDS

Hedges; planting; experimental units; agroecological transition; biodiversity; experimentation

¹ INRAE BAP, 78026 Versailles, France

² INRAE UE RGCO, KERAIBER 29260 Ploudaniel, France

³ INRAE UE Arboricole, 47320 Bourran, France

⁴ INRAE UE PHACC, 63000 CLERMONT-FERRAND, France

⁵ INRAE UE GCIE, Péronne, France

⁶ INRAE UE APC, 31326 CASTANET-TOLOSAN, France

Introduction

Les UE du végétal concilient la conduite d'un domaine agricole et la mise en œuvre d'essais. Les expérimentations imposent le plus souvent des contraintes sur les pratiques agricoles pour assurer autant que possible le contrôle de certains facteurs (comme la pression de ravageurs et la fertilisation) selon les objectifs des essais. Dans le même temps, les UE du végétal s'inscrivent dans les schémas stratégiques de département (SSD) de leurs départements de tutelle et plus globalement dans les orientations INRAE 2030. À ce titre, chacune d'entre elles mène une réflexion pour mettre en œuvre une transition agroécologique sur au moins une partie de son domaine. Il s'agit donc pour les UE d'effectuer cette transition en conservant leur capacité à prendre en charge des expérimentations répondant aux besoins des scientifiques.

Les leviers de la transition agroécologique sont nombreux et variés et, parmi eux, les infrastructures agroécologiques constituent un ensemble d'intérêt. Celles-ci, selon Jean-Pierre Sarthou¹, correspondent à tout habitat d'un agroécosystème dans lequel ou autour duquel se développe une végétation spontanée essentiellement composée d'espèces bisannuelles, pluri-annuelles ou pérennes, ou un couvert semé dit « de service » et intentionnellement non récolté. Elles peuvent être linéaires (bandes herbeuses au bord des parcelles ou dedans, lisières forestières, haies, talus...), surfaciques (prairies inondables, friches, bosquets, zones humides...), ou encore ponctuelles (mares, sources, arbres isolés, rochers...). Parmi ces exemples, les haies, pouvant être implantées dans nos UE, constituent un outil de choix. Elles remplissent plusieurs services intéressants pour la transition agroécologique.

Pourquoi planter des haies ?

Dans le plan d'action RSE 2021-2025 INRAE, l'implantation de haies figure dans les outils à mobiliser pour appuyer l'évolution des pratiques culturales, notamment en termes de restauration et de suivi de la biodiversité (action 3.6.3). Cela constitue également un indicateur suivi dans le cadre de la démarche SME (Système de management environnemental ISO 14001) des UE. C'est aussi un outil de compensation des émissions de gaz à effet de serre qui s'insère dans la stratégie bas carbone d'INRAE.

L'implantation des haies permet en effet de mobiliser de multiples leviers agissant pour la transition agroécologique des domaines agricoles.

Les haies sont des sources de biodiversité animale et végétale. Elles constituent un habitat à part entière offrant nourriture, abris et sites de reproduction pour de multiples espèces. Elles représentent, lorsqu'elles font la jonction entre des zones naturelles, un corridor permettant le cheminement d'espèces. Les haies abritent des pollinisateurs particulièrement recherchés dans les UE ayant des surfaces en vergers.

Parmi l'entomofaune abritée, certaines espèces peuvent être des ravageurs des cultures ou des prédateurs des bioagresseurs. Le

choix des essences est donc primordial pour créer un habitat favorable aux auxiliaires attendus en fonction des bioagresseurs ciblés et éviter d'attirer – voire repousser – ces derniers. L'UE Arboricole du centre INRAE Nouvelle-Aquitaine Bordeaux a ainsi mené une étude approfondie pour optimiser ce rôle de régulation (Encadré 1).

Les haies jouent également un rôle de brise-vent, limitant l'évapotranspiration des plantes et ainsi leur dessèchement, ou encore le transport des produits phytosanitaires. Cet effet est intéressant pour les UE en zone périurbaine. Pour les sites présentant de grands espaces ouverts avec peu de relief, les haies sont utiles car elles limitent l'érosion éolienne.

Les arbres et arbustes constitutifs des haies permettent la stabilisation et l'enrichissement des sols. Un accroissement des stocks de carbone dans les sols a été observé jusqu'à une distance de 3 mètres des arbres (projets INRAE « AgForward² » et « Carbocage³ »).

Les haies permettent aussi le ralentissement du ruissellement et le renforcement de l'infiltration de l'eau dans les sols. En filtrant l'eau, les haies limitent les fuites de nitrates ou de pesticides dans les cours d'eau, rendant leur implantation particulièrement intéressante en bordure de cours d'eau.

Enfin, les haies peuvent générer une source de revenu complémentaire grâce à la valorisation du bois sous forme de bûche ou de plaquettes pour le chauffage, le paillage pour les plantations ou en tant que litière animale (Encadré 2).

Selon leur contexte, les UE sont amenées à envisager l'implantation de haies pour profiter des bénéfices mentionnés, comme peuvent le faire des exploitants agricoles. Certains motifs plus spécifiques de l'expérimentation peuvent cependant être également considérés, par exemple l'effet brise-vue pour des parcelles équipées de capteurs.

Comment se faire accompagner ?

L'implantation de haies nécessite une réflexion importante en amont de la mise en œuvre. Les questions qui se posent le plus souvent sont : quels sont les objectifs attendus ? Est-il possible d'implanter les haies au niveau des sites envisagés (propriété des parcelles) ? Quelle réglementation s'applique ? Quelles essences choisir ? Comment les planter ? Comment financer cette action ? Comment entretenir les haies sur le long terme ? Les UE ne se lancent jamais seules dans cette démarche, elles sont accompagnées en interne comme en externe pour trouver des réponses à ces questions.

Les responsables RSE des centres sont souvent très moteurs dans le processus d'implantation des haies car c'est un outil clé de la thématique RSE INRAE « Biodiversité et aménagement des écosystèmes » pour répondre aux défis environnementaux et sociétaux.

Les UE s'appuient également souvent sur des structures locales qui les accompagnent sur de nombreux aspects techniques. Il peut s'agir par exemple des chambres d'agriculture, d'associations

1. Dictionnaire d'agroécologie : <https://dicoagroecologie.fr/auteur/jean-pierre-sarthou/>

2. <https://bagap.rennes.hub.inrae.fr/recherche/fonctionnement-des-exploitations-agricoles/projets-termines/ag-forward>

3. <https://rd-pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/projets/detail-du-projet/carbocage>

Encadré 1. À l'UE Arboricole, c'est pension complète pour les auxiliaires

Marie-Laure Greil, directrice de l'UE Arboricole, Centre Nouvelle-Aquitaine-Bordeaux

L'UE Arboricole¹ est implantée sur deux sites : Toulence (Gironde, 60 ha) et Bourran (Lot-et-Garonne, 50 ha). Spécialisée en cultures fruitières, notamment de *Prunus*, et forestières, elle s'est engagée depuis 2014 dans la plantation de haies pour renforcer les équilibres écologiques au sein de ses vergers expérimentaux.

Nous avons planté au total plus de 2,7 km de haies dès 2014, auxquels se sont ajoutés 2 km en 2022. Notre démarche visait en priorité à créer des zones refuges pour les auxiliaires de cultures, dans un contexte où l'arboriculture, très consommatrice de produits phytosanitaires (insecticides et acaricides en particulier), nécessite une évolution vers des pratiques plus durables.

Les haies implantées structurent le parcellaire et côtoient des espèces cultivées, souvent issues de la famille des rosacées (Figure 1). Afin d'éviter les risques sanitaires, nous avons choisi, pour ces haies, des espèces rustiques, locales, adaptées aux conditions pédoclimatiques du site, mais excluant les rosacées (risque de feu bactérien). L'objectif est double : héberger des auxiliaires en toute saison et favoriser leur reproduction assez tôt pour qu'ils soient opérationnels dès l'arrivée des premiers ravageurs au printemps. Pour cela, nous avons retenu un mélange de plantes à feuillage persistant et caduc, incluant notamment des essences à rameaux creux (comme le sureau noir) qui peuvent servir de refuge hivernal.

Nous avons également recherché la diversité structurelle des haies : des arbres de grande taille (frêne, érable), des arbustes de taille moyenne (arbre de Judée, noisetier) et des espèces basses comme le fusain ou le laurier-tin cohabitent. Pour assurer un approvisionnement en nectar et pollen du début à la fin de la saison, nous avons intégré des essences à floraison échelonnée, comme l'aulne à feuille en cœur (précoce), le tamaris ou l'arbousier (tardifs).

Certaines espèces attirent des proies inoffensives qui servent de nourriture aux auxiliaires. Le sureau noir, par exemple, héberge un puceron spécifique sans danger pour les cultures, mais utile pour nourrir coccinelles, chrysopes, syrphes ou araignées. Lorsqu'une haie est plantée en même temps que le verger, le choix des espèces peut être ajusté en fonction des ravageurs les plus présents localement. Dans un verger de pêcher, par exemple, les ravageurs identifiés sont les pucerons, les tordeuses, les acariens et les thrips. Grâce à la littérature et à notre expérience, nous identifions les auxiliaires de ces ravageurs présents et bien implantés dans notre environnement : cécidomyies, chrysopes, anthocorides, syrphes, araignées, micro-guêpes et phytoseiides. En nous appuyant sur l'ouvrage du CTIFL, *Haies composites réservoirs d'auxiliaires*, et sur l'outil en ligne Auxil'Haie², nous obtenons une liste d'arbres et arbustes susceptibles de favoriser l'implantation des auxiliaires qui nous intéressent. Nous choisissons parmi cette liste ceux naturellement adaptés à notre terroir, comme le lierre, l'aulne glutineux, le noisetier ou encore le buis, le chêne pubescent et le charme.

À ce jour, l'UE ne peut pas encore quantifier l'impact direct des haies sur les cultures, mais les premiers relevés par piégeage et battage indiquent que les haies anciennes abritent une entomofaune abondante et diversifiée. Des études complémentaires seront nécessaires pour mieux mesurer leur influence sur l'entomofaune utile en verger et affiner les choix d'espèces en fonction des objectifs de protection biologique.



Figure 1. Haies implantées en bordure de parcelle expérimentale à l'UE Arboricole (Photo UE Arbo)

1. <https://www6.bordeaux-aquitaine.inrae.fr/uea>

2. <https://auxilhaie.chambres-agriculture.fr/>

Encadré 2. De quel bois l'UE RGCO se chauffe ?

Jean-Eric Chauvin, directeur de l'UE RGCO, Centre Bretagne-Normandie

L'UE RGCO (Ressources génétiques végétales en conditions océaniques)¹, qui se trouve sur un domaine de 82 ha dont 67 ha de surface agricole utile (SAU) dans le Finistère, expérimente en grandes cultures et pomme de terre.

L'UE se situe dans une région bocagère bretonne typique, marquée par un grand morcellement des terrains agricoles. Ainsi, nous disposons de 45 parcelles dont la taille varie de 1000 m² à 5 ha séparées par des talus et des haies. Au total, nous avons 6,4 km de haies arbustives principalement constituées d'espèces indigènes : chêne, châtaignier, hêtre, saule. L'usage de résineux a été abandonné car ces arbres prennent de grandes dimensions et supportent difficilement la taille. Les haies ont été préservées (ou reconstituées) depuis l'installation de l'institut sur le site en 1949 pour profiter des nombreux avantages déjà cités, mais aussi pour le maintien des berges du cours d'eau qui traverse le domaine (Figure 2) et la préservation de la qualité des eaux car nous nous trouvons en amont d'un captage d'eau potable (usine de Kerlouron qui alimente le secteur du Bas-Léon comprenant 90 000 habitants), la création de zones tampon en période de crue et la délimitation de propriété.



Figure 2. Talus et haie en bord de rivière. Parcelle Plougastel. UE RGCO, Ploudaniel (Photo UE RGCO)

Outre les inconvénients déjà largement mentionnés, nous pouvons ajouter une augmentation du temps de travail dans les parcelles du fait du morcellement et de la constitution d'obstacles pour le passage des engins ainsi que la présence de ravageurs de cultures (lapins, lièvres).

Afin de réduire les temps de travaux, l'entretien des haies et talus est confiée depuis plusieurs années à une entreprise extérieure qui intervient une fois par an (hors période de nidification) en utilisant des lamiers et des épareuses pour un coût d'environ 1600 euros. Une fois que les troncs et branches présentant une dimension suffisante ont séché, une entreprise vient les couper et les broyer pour la production de plaquettes forestières qui alimentent une chaudière utilisée pour le séchage des échantillons végétaux. Le coût de revient de ces opérations est de 460 euros par an, ce qui représente une économie substantielle par rapport à l'usage d'électricité ou de gaz. Ainsi, la haie naturelle, outre ses fonctions environnementales et agronomiques, peut être considérée comme un élément de rapport au niveau de l'exploitation.

1 . <https://rgco.isc.inrae.fr/>

régionales (comme Mission Haies Auvergne-Rhône-Alpes ou la fédération régionale des CIVAM d'Occitanie) ou encore de groupes d'étudiants. Ces structures s'appuient le plus souvent sur la réalisation d'un diagnostic du site, pouvant inclure un inventaire de la biodiversité. Le diagnostic et l'explicitation des objectifs attendus permettent d'établir des préconisations concernant les lieux d'implantation, les essences à privilégier, le choix des fournisseurs pour garantir des essences produites localement et les modalités d'entretien à prévoir (Encadré 3).

Les associations s'appuient dans certains cas sur des programmes régionaux qui permettent le financement de l'implantation de haies. Des financements internes INRAE en lien avec la politique RSE ont également contribué au financement des haies dans certains sites, comme le dispositif « pépinière de projets ».

Faire les bons choix pour planter des haies

Le retour des UE, s'appuyant sur leur expérience et sur l'accompagnement technique dont elles ont bénéficié, permet d'identifier quelques points clés qui favorisent la réussite de l'implantation des haies.

Le site d'implantation doit tenir compte des contraintes du terrain, telles que la présence d'un réseau d'irrigation. La présence de réseaux enfouis et la réglementation liée à l'implantation d'arbres en bordure de route sont autant d'éléments pouvant générer une certaine complexité administrative qui nécessite de l'anticipation. Enfin, les haies doivent être implantées dans un lieu ne gênant pas l'accès aux parcelles des machines agricoles.

Concernant les essences, il faut privilégier les essences locales bien adaptées au contexte pédoclimatique, occupant diverses strates (arbres de haut jet et moyen jet), offrant le gîte et le couvert toute l'année, attractives pour les auxiliaires mais pas pour les agents pathogènes des cultures environnantes, et/ou répulsives pour les ravageurs !

Les haies doivent être connectées à des zones naturelles pour assurer une circulation continue des espèces (ce qu'on appelle un corridor écologique) et à un point d'eau. Leur association avec d'autres infrastructures agroécologiques telles que des bandes enherbées ou des zones de jachère est bénéfique.

Lors de l'implantation, l'installation d'un paillage ou d'un film biodégradable est souvent déterminante pour réussir à gérer les adventices. Une bonne préparation de sol et une irrigation des jeunes plants les premières années favorisent logiquement l'implantation.

L'implantation mobilise de nombreuses personnes et est souvent l'occasion d'entraide entre l'UE, les unités de proximité et les SDAR.

Après quelques années, la croissance des arbres nécessite de prévoir leur entretien. Celui-ci peut être externalisé, pris en charge par l'UE ou par les SDAR selon les sites. Il est essentiel d'anticiper les modalités de leur entretien (matériel, main d'œuvre, externalisation) à la fois pour limiter l'impact sur l'expérimentation et assurer leur bonne gestion, ce qui permet de meilleures performances en matière de séquestration de carbone.

Concilier implantation des haies et réalisation d'expérimentations

La spécificité des UE du domaine végétal est la nécessité de faire coexister la présence de ces haies avec des parcelles d'expérimentation (Figure 3). Celles-ci doivent proposer les conditions les plus homogènes possible, or les arbres constitutifs des haies introduisent une hétérogénéité : l'ombre portée sur les parcelles et la concurrence pour l'eau entraînent une perte de rendement à proximité de la haie. Certaines associations spécialisées ont ainsi conseillé d'implanter des essais à une distance minimale équivalente à deux fois la hauteur de la haie.



Figure 3. Haies à proximité de parcelles d'expérimentation à l'UE APC à Auzeville (Photo UE APC)

Il s'agit donc de positionner les haies à des endroits stratégiques, leur permettant d'apporter les bénéfices escomptés sans pour autant avoir un impact sur les expérimentations. Certaines UE font ainsi le choix de privilégier des zones en périphérie, plutôt éloignées des plateformes portant les essais. Ces contraintes peuvent ainsi conduire à limiter le linéaire de haies.

Malgré ces contraintes, la plupart des UE du domaine végétal ont implanté des haies ou ont l'intention de le faire. Dans notre institut de recherche, ces actions pourraient être le support d'études intéressantes, par exemple pour le suivi de l'évolution de la biodiversité.

L'implantation de haies dans les UE a, jusqu'à présent, rarement fait l'objet d'inventaires et de suivis de la biodiversité. D'une part, les moyens humains ne sont pas suffisants, et d'autre part, il n'y a pas de projets scientifiques associés, peut-être par méconnaissance de ce type de démarche. Ainsi, les effets des haies sur la biodiversité ne sont généralement pas objectivés, d'autant plus que ces initiatives sont globalement récentes. L'outil « Hiboù » est d'ors et déjà utilement mobilisé à cet effet⁴. De la même façon, on pourrait imaginer que les haies soient utilisées pour valoriser les ressources forestières du centre de ressources biologiques (CRB).

En dépit des limites identifiées, l'implantation de haies dans les UE reste un levier intéressant. Elle permet non seulement d'avancer dans la transition agroécologique des sites, mais aussi de fédérer les collectifs autour du projet. ■

4. Cf. l'article de Savoie, A., et Félix, V., « Hiboù : gardez un œil sur la biodiversité », dans ce numéro.

Encadré 3. UE PHACC : un arbre flashé sur l'autoroute

Magali Joannin, technicienne à l'UE PHACC, Centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes

L'UE PHACC (Phénotypage au champ des céréales)¹ a un domaine expérimental de 90 ha répartis sur deux sites : le site de Crouël à Clermont-Ferrand avec 80 ha morcelés dont des parcelles en location et le site de Theix avec 10 ha, sur lesquels elle expérimente en grandes cultures, principalement en céréales.

Du fait de notre certification ISO 14001 et de la réflexion sur la réduction des produits phytosanitaires, l'UE et les SDAR (Services déconcentrés d'appui à la recherche) ont débuté un travail conjoint pour planter des haies sur le site de Crouël, venant compléter celle de 300 mètres qui existe depuis plusieurs années sur le site de Theix. La responsable développement durable a fait appel à Mission Haies, une association du Puy-de-Dôme², afin d'accompagner ce projet. Un diagnostic bocager a été réalisé sur le périmètre de l'unité PHACC du site de Crouël.

Mission Haies a proposé un conseil technique global quant à l'entretien et à la plantation de haies dont le but est de favoriser une approche agroécologique et d'améliorer des conditions de travail des usagers : amélioration du cadre de vie, réduction des risques des usagers et du temps de travail.

Enfin, il s'agissait de ne pas biaiser les expérimentations en place en modifiant l'environnement des parcelles.

Sept scénarios d'implantation de haies ont été identifiés par l'association sur le site de Crouël. Du fait de sa plus grande faisabilité et du moindre impact sur les essais, le scénario qui a été retenu est l'implantation d'une haie de 380 mètres sur la longueur d'une parcelle longeant l'autoroute, une bande enherbée appartenant à la société APRR (Autoroutes Paris-Rhin-Rhône). Cette implantation, qui a fait l'objet d'une convention entre APRR et le centre INRAE Clermont-Ferrand-Theix, a nécessité de vérifier les passages de câbles électriques et d'attendre la réalisation de travaux par APRR avant de commencer le travail du sol et le chantier de la haie.

Dix essences locales ont été choisies, avec la collaboration de Mission Haies, de taille type arbres buissonnants (cornouiller sanguin, viorne lantane, troène vulgaire, nerprun cathartique) et intermédiaires (érable champêtre, prunier domestique, poirier sauvage, cornouiller mâle, sureau noir, cormier). Les plants sont issus d'une pépinière locale labellisée « Végétal local³ » assurant une production locale.

L'impact des ombrages a été calculé à l'aide de l'outil « VegeSTAR » développé par l'UMR PIAF : l'ombre est à 100 % opaque, avec une orientation E/O, N/S, des hauteurs de haies à 3 mètres (haie basse, port libre), 8 mètres (haie moyen brise-vent) et 15 et 20 mètres (haie haute brise-vent).

Le travail du sol (décompactation puis trois passages de rotavator) et l'arrosage ont été deux facteurs essentiels pour une bonne implantation et une moindre perte de plants la première année. Le chantier collectif de plantation a été réalisé par les agents de l'UE, des agents SDAR et des agents d'une autre unité de recherche (Figure 4). Le département a alloué une subvention permettant de couvrir les frais liés aux plants, à leur paillage (réalisé grâce à l'association des chasseurs qui nous a prêté une dérouleuse à paillage) et leur protection. La taille de la haie sera à réaliser dans une vingtaine d'années.



Figure 4. Chantier collectif de plantation à l'UE PHACC (Photo UE PHACC)

1. <https://ue1375.clermont.hub.inrae.fr>

2. <https://missionhaies.wixsite.com/mission-haies>

3. <https://www.vegetal-local.fr>

Pour aller plus loin

Bergès, L., Roche, P., & Avon, C. (2010). Corridors écologiques et conservation de la biodiversité, intérêts et limites pour la mise en place de la Trame verte et bleue. *Sciences Eaux & Territoires*, 3, 34-39. <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2010.3.08>

Centre de ressources Trame verte et bleue. *Qu'est-ce qu'un corridor écologique ?* <https://www.trameverteetbleue.fr/presentation-tvb/foire-aux-questions/qu-est-ce-qu-corridor-ecologique>

Agroforesterie. *La haie agricole, définition et bénéfices*. <https://www.agroforesterie.fr/la-haie-agricole>

UMR Piaf. *VegeSTAR. Disposition du feuillage dans l'espace et capacité à capter la lumière*. <https://piaf.clermont.hub.inrae.fr/le-piaf/dispositifs-d-experimentation/methodes-et-modeles/vegestar>

Bernard, M., Daloz, A., Jung, D., Omnès, F., & Savinas, C. *L'essentiel sur la haie*. Office français de la biodiversité (OFB). <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-comprendre-agir/l'essentiel-haie>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Candide : un projet de science participative reliant centres de ressources biologiques et jardins partagés

Michel Verger¹
Florence Esnault²
Isabelle Debeaujon³
Jean-Éric Chauvin⁴
Jean-Paul Pillot³

CORRESPONDANCE

michel.verger@inrae.fr

RÉSUMÉ

Le projet Candide a comme objectif de mettre en relation des centres de ressources biologiques (CRB) de l'infrastructure de recherche RARE et des jardins partagés sous convention de l'ADAS, le comité d'entreprise INRAE. Il promeut une démarche de science participative permettant de valoriser la biodiversité cultivée. Ainsi les CRB fournissent des ressources biologiques (graines, plants), tandis que les jardins partagés les mettent en culture, et collectent des données agronomiques simplifiées. Ce partenariat offre des bénéfices mutuels, notamment la valorisation des collections pour les CRB, et l'accès à des variétés originales pour les jardins partagés.

Candide a permis de défricher un modèle visant à intégrer les sciences participatives dans la mise en valeur de la biodiversité cultivée et de définir des pistes d'amélioration dont s'inspirent déjà d'autres initiatives encore plus ambitieuses.

MOTS-CLÉS

Centre de ressources biologiques ; jardins partagés ; science participative ; qualité de vie au travail

1 INRAE, UE0995 GBFOR, 45075 Orléans, France

2 INRAE, UMR1349 IGEPP, 29260 Ploudaniel, France

3 INRAE, UMR1318 IJPB, 78026 Versailles, France

4 INRAE, UE1346 RGCO, 29260 Ploudaniel, France

Candide: a citizen science project connecting biological resource centers and shared gardens

Michel Verger¹
Florence Esnault²
Isabelle Debeaujon³
Jean-Éric Chauvin⁴
Jean-Paul Pillot³

CORRESPONDANCE

michel.verger@inrae.fr

ABSTRACT

The aim of the Candide project is to bring together Biological Resource Centers (BRCs) of the RARE Research Infrastructure and Shared Gardens under the ADAS agreement, the INRAE works council. It promotes a participatory science approach to enhance cultivated biodiversity. The BRCs provide biological resources (seeds, seedlings), while the Shared Gardens cultivate them and collect simplified agronomic data. This partnership offers mutual benefits, notably the valorization of collections for the BRCs, and access to original varieties for the Shared Gardens.

Candide has enabled us to pioneer a model for integrating participatory science into the enhancement of cultivated biodiversity, and to define avenues for improvement that are already inspiring other, even more ambitious initiatives.

KEYWORDS

Biological resource center; shared gardens; participatory science; quality of life at work

¹ INRAE, UE0995 GBForR 45075 Orléans, France

² INRAE, UMR1349 IGEPP, 29260 Ploudaniel, France

³ INRAE, UMR1318 IJPB, 78026 Versailles, France

⁴ INRAE, UE1346 RGCO, 29260 Ploudaniel, France

Introduction

« *Il nous faut cultiver notre jardin* », dit Candide à Pangloss à la fin du célèbre conte qui a inspiré son nom à ce projet original de science participative.

Le projet Candide, soutenu financièrement par la DRSE¹ sur 2022-2024 dans le cadre de son deuxième appel d'offre « Pépinière », s'inscrit dans un contexte marqué par des préoccupations de préservation de la biodiversité y compris cultivée, de déploiement de pratiques agricoles durables et de promotion de circuits alimentaires courts. Candide souhaite cultiver et perfectionner des modalités d'échange et de partage entre quatre centres de ressources biologiques (CRB) INRAE (Encadré 1), coordonnés par l'infrastructure de recherche RARE², et sept jardins partagés sous convention ADAS³ (Encadré 2), le comité d'entreprise de l'institut.

Cet article présente les objectifs du projet Candide, projet « défricheur » d'une interaction qui n'avait jamais été travaillée entre CRB et jardins partagés – mais aussi projet modeste dans ses ambitions comme dans ses moyens –, son déroulement, ses enseignements et ses perspectives. Il donne la parole à un échantillon représentatif d'acteurs engagés dans ce projet : le CRB BrAcYSol et le jardin partagé du site INRAE de Versailles.

Contexte et objectifs

Le projet Candide vise donc à tester un modèle de partenariat innovant où les CRB fournissent des ressources biologiques à des jardins partagés. En retour, ces derniers les mettent en culture, s'engageant à leur donner une visibilité locale, à collecter des données de comportements agronomiques standardisées et à les mettre à la disposition des CRB. Les bénéfices sont donc partagés, le modèle permettant pour les CRB :

- de valoriser et de mettre en vitrine une partie de la biodiversité agronomique qu'ils gèrent ;
- de s'engager dans une action de science participative, un attendu de leurs tutelles ;
- d'acquérir des informations agronomiques multi-sites obtenues dans des environnements climatiques contrastés et ainsi de disposer d'informations auxquelles ils n'avaient pas accès, notamment en termes d'interaction Génétique X Environnement (GXE).

Ce modèle permet pour les jardins partagés :

- de pouvoir mettre en culture gratuitement des variétés « originales » ;
- de bénéficier d'informations culturelles agroécologiques accompagnant les ressources mises en culture ;
- d'échanger avec d'autres jardins partagés ADAS ;
- de contribuer à une action de valorisation de la biodiversité

en général et de la biodiversité agronomique de l'institut en particulier (INRAE-Pride) ;

- d'obtenir un financement contribuant au fonctionnement du jardin partagé.

Et, pour tous, de créer un cadre d'échanges scientifiques et communautaires allant dans le sens de la qualité de vie au travail.

Encadré 1. Les centres de ressources biologiques, késako ?

Les CRB sont des **structures de conservation et valorisation des ressources biologiques** d'INRAE. Ce sont des entités – souvent incluses dans une Unité expérimentale ou dans une Unité (mixte) de recherche – qui se consacrent à la collecte, à la conservation sur le long terme, à la caractérisation (comportements phénotypiques, caractéristiques génotypiques) et à la distribution de ressources biologiques en biologie, agronomie et environnement. Pour le règne végétal, ces ressources peuvent correspondre à des ressources au champ (ex : arbres fruitiers ou forestiers, tubercules...), des lots de semences conservées en ambiances thermorégulées, ou encore des échantillons ou tissus biologiques comportant des éléments génétiques (ADN ou ARN).

Les centres de ressources biologiques sont coordonnés, animés et challengés (par exemple pour une certification ISO 90001) par l'infrastructure de recherche RARE.

Présentation du CRB BrAcYSol par ses animateurs : Florence Esnault et Jean-Éric Chauvin

« Le centre de ressources biologiques BrAcYSol conserve et caractérise des collections de ressources génétiques de différents genres cultivés : Brassica (chou, navet, colza et moutarde), Allium (échalote et ail) et Solanum (pomme de terre et espèces apparentées). Ces ressources sont distribuées sur demande à nos partenaires de réseaux, à la communauté scientifique nationale ou internationale, aux sélectionneurs ou aux particuliers.

Les accessions Brassica (1 200 choux, 2 200 colzas) sont conservées sous forme de graines dans des congélateurs et en cryocontainers. La production de graines est réalisée en plein champ ou en serres. Les lots de graines sont renouvelés tous les 10 à 15 ans, selon leur taux de germination.

Les accessions Allium (420 échalotes et aulx) sont conservées sous forme de bulbes et les accessions Solanum (12 000 pommes de terre cultivées ou sauvages) sous forme de tubercules, plantules in vitro ou méristèmes cryoconservés. La conservation sous forme de bulbes ou tubercules nécessite une plantation chaque année. Les accessions de pommes de terre sont multipliées végétativement au champ, en serres, sur une plateforme (suivant l'origine géographique du matériel, ses caractéristiques biologiques et ses exigences climatiques) et/ou in vitro et diffusées sous forme de tubercules ou de vitro plants. »

1 Direction responsabilité sociétale et environnementale d'INRAE.

2 <https://www.agrobrc-rare.org/>

3 Association pour le développement des activités sociales d'INRAE.

Encadré 2. Les jardins partagés ADAS, késako ?

Les jardins partagés sous convention ADAS sont **des espaces d'échanges sociaux et agroécologiques** qui favorisent les interactions humaines en valorisant des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement. Ces jardins interdisent ainsi l'utilisation de produits phytosanitaires. Ce sont donc aussi des vitrines d'innovations agroécologiques. Leur gestion repose sur des échanges de savoir-faire agronomiques et des pratiques collectives (travaux en commun de préparation du sol, gestion de l'irrigation, échanges de graines ou de plants...) dont l'enseignement peut ensuite ruisseler jusqu'aux jardins des particuliers.

Présentation par Isabelle Debeaujon et Jean-Paul Pillot du jardin partagé d'INRAE-Versailles

« Le jardin partagé ADAS du centre INRAE de Versailles a été créé en 2018, à notre initiative. Son objectif est d'offrir aux agents l'opportunité de se détendre et de jardiner durant la pause méridienne en partageant savoir-faire, expériences, matériel, plantes, graines etc., et en pratiquant collectivement des techniques de jardinage inspirées de la permaculture. Rappelons que la permaculture permet de réduire au maximum l'entretien tout en étant très productive et favorable à la biodiversité.

Nous sommes actuellement un petit groupe de 6 agents réguliers et nos cultures (environ 100 m²), vivaces ou annuelles, sont très variées : légumes, plantes aromatiques, fleurs et petits fruitiers. Nous disposons de deux espaces de culture situés sur le centre donc facilement accessibles et offrant deux environnements contrastés : d'anciennes couches horticoles avec coffre en béton équipées de châssis amovibles en plexiglass, ainsi que des carrés potagers surélevés en bois d'acacia installés sur une zone humide entourée par les tilleuls du parc du château de Versailles. Les semis précoces sont réalisés dans une serre froide désaffectée mise à la disposition des jardiniers amateurs. Nous avons aussi des composteurs recueillant les déchets organiques végétaux du jardin et des cafétérias du centre, et des collecteurs d'eau de pluie. À l'automne, nous récupérons également les feuilles mortes des espaces verts du centre pour pailler et enrichir le sol en matière organique. »

Les acteurs impliqués

Côté jardins partagés

Huit jardins partagés ADAS ont répondu à la prise de contact par le coordinateur du projet mais l'un des jardins partagés s'est retiré rapidement du projet. L'argument avancé mérite d'être donné car il éclaire les difficultés que peuvent rencontrer des projets de sciences participatives au sein d'un institut de recherche : la crainte du personnel de continuer à faire de la recherche durant son temps libre. Le terme « phénotypage » initialement utilisé par le porteur du projet a pu consolider cette crainte. Sa reformulation « collecte de variables agronomiques simplifiées », correspondant mieux à la réalité, a convaincu les sept autres jardins partagés à s'engager dans le projet Candide (Tableau 1).

Côté CRB

Au départ, trois CRB ont répondu au coordinateur du projet. Un quatrième CRB, informé du projet Candide via une présentation lors d'une assemblée générale de l'infrastructure de recherche RARE, s'est joint fin 2023 au projet. Le tableau 2 présente quelques caractéristiques de ces quatre CRB, notamment en matière de ressources distribuables.

Déroulement du projet Candide

Le projet a comporté plusieurs phases :

- Été 2022 : prise de contact par le coordinateur du projet, via RARE, avec les CRB susceptibles de pouvoir distribuer des ressources intéressant les jardins partagés et, via l'ADAS, avec les jardins partagés bénéficiant d'une subvention.

- Automne 2022-hiver 2022/2023 : concertation en visioconférence entre les CRB et les jardins partagés pour définir les ressources biologiques à mettre en culture et élaborer des grilles d'observation (simplifiées par rapport aux observations classiquement réalisées) de quelques variables agronomiques : taux de germination, précocité (ex : date de levée), rendement, état sanitaire. Création d'une liste de diffusion et d'un espace partagé de travail pour faciliter la communication entre CRB et jardins partagés : description des ressources que les jardins partagés peuvent commander, accès aux grilles d'observation...
- Hiver 2023-été 2023 : distribution des ressources par les CRB selon les besoins exprimés par les jardins partagés et mise en culture par ceux-ci.
- Été 2023-hiver 2023/2024 : collecte des variables agronomiques, évaluation des résultats par les CRB et actions de communication des jardins partagés en local (voir le témoignage du jardin partagé de Versailles).

En 2024, un nouveau cycle a été initié, enrichi par les enseignements tirés de la première année de culture. En particulier, les grilles d'observation relatives aux états sanitaires ont été simplifiées, souvent réduites à de simples photos. Plus d'échanges informels par mails se sont également instaurés entre CRB et jardins partagés (ex : confirmation de la réception des graines, interrogations agronomiques spécifiques...), indicateurs d'un fonctionnement fluide instauré de fait entre les deux composantes du projet.

Retours d'expérience

Sont ici rassemblés les témoignages du jardin partagé de Versailles et du CRB BrACySol, qui sont représentatifs des difficultés et succès rencontrés par les autres entités.

Tableau 1. Quelques caractéristiques des jardins partagés engagés dans le projet Candide

Centre / site	Caractéristiques du jardin partagé Surface / nombre d'adhérents
Centre Bretagne-Normandie / Le Rheu	800 m ² / 34 adhérents
Centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes / Crouël	350 m ² / 17 adhérents
Centre Île-de-France / Versailles-Saclay	100 m ² / 6 adhérents
Centre Occitanie-Montpellier / La Valette	450 m ² / 15 adhérents
Centre PACA / Aix-en-Provence	2000 m ² / 15 adhérents
Centre PACA / Sophia Antipolis	540 m ² / 13 adhérents et 10 étudiants
Centre Val-de-Loire / Orléans	400 m ² / 8 adhérents

Tableau 2. Quelques caractéristiques des CRB engagés dans le projet Candide

Nom du CRB	Localisation	Ressources susceptibles d'être mises à la disposition des jardins partagés
CRB BrACySol ¹	Centre Bretagne-Normandie Site de Ploudaniel	Pomme de terre, échalote, chou (chou pommé, chou-fleur, brocolis...), navet et rutabaga
CRB Prunus-Juglans ²	Centre Nouvelle-Aquitaine-Bordeaux	Cerisier
CRB Légumes ³	Centre PACA	Tomate, laitue, poivron, aubergine
CRB GAMÉT ⁴	Centre Occitanie-Montpellier	Maïs, sorgho, riz, arachide, niébé

1. <https://florilege.arcad-project.org/fr/crb/crb-bracysol>
2. <https://florilege.arcad-project.org/fr/crb/crb-prunus-juglans>
3. <https://florilege.arcad-project.org/fr/crb/crb-legumes>
4. <https://florilege.arcad-project.org/fr/crb/crb-gamet>

Côté jardins partagés

Témoignage d'Isabelle Debeaujon et de Jean-Paul Pillot, co-responsables du jardin partagé de Versailles

Difficultés

« Nous avons rencontré quelques problèmes de logistique. Ainsi nous n'avons pu faire acheminer des plants de cerisier. Nous avons aussi rencontré quelques problèmes agronomiques : par exemple pour quelques variétés (sorgho, maïs), nous avons eu de faibles taux de germination. Le maïs n'est pas allé jusqu'à épiaison. »

Succès

« Nous avons cultivé cinq variétés de pomme de terre, deux variétés de tomate, trois variétés de sorgho et deux variétés de maïs. Nous avons aussi eu des succès agronomiques avec de bons rendements sur tomates et pommes de terre.

Les échanges avec les CRB ont renforcé nos connaissances sur les plantes communément cultivées au jardin (tomates, pommes de terre, maïs) et ont permis d'en découvrir une nouvelle (sorgho). Une communication sur le projet Candide a été réalisée dans le rapport d'activité de l'ADAS Versailles (Figure 1), mettant en valeur notre engagement dans une action de valorisation de la biodiversité cultivée. »

Côté CRB

Témoignage de Florence Esnault et de Jean-Éric Chauvin, co-responsables du CRB BrACySol

Difficultés

« La première année de culture (2023), les retours obtenus de la part des jardins partagés sur le comportement du matériel fourni par notre CRB n'étaient pas assez standardisés pour que les données soient exploitées et pour faire des comparaisons. Cela nous a conduits à formaliser davantage les attendus en termes d'informations à fournir en 2024 et en particulier à mieux documenter les grilles d'observation. Nous avons aussi demandé aux jardins partagés des photos présentant les symptômes des maladies, afin de les identifier, ce qui était au final un schéma plus fluide de communication. »

Succès

« Prenons l'exemple de la pomme de terre. La distribution a porté sur 5 géniteurs améliorés porteurs de gènes de résistance au mildiou. Le nombre de tubercules distribués a été variable selon les demandes des jardins partagés (allant de 5 à 30). Ils ont été mis en culture dans trois sites : Versailles, Clermont-Ferrand et Montpellier, ce qui représente un intéressant gradient climatique Nord-Sud qui a fourni des résultats inédits quant à la résistance au mildiou des ressources distribuées. »

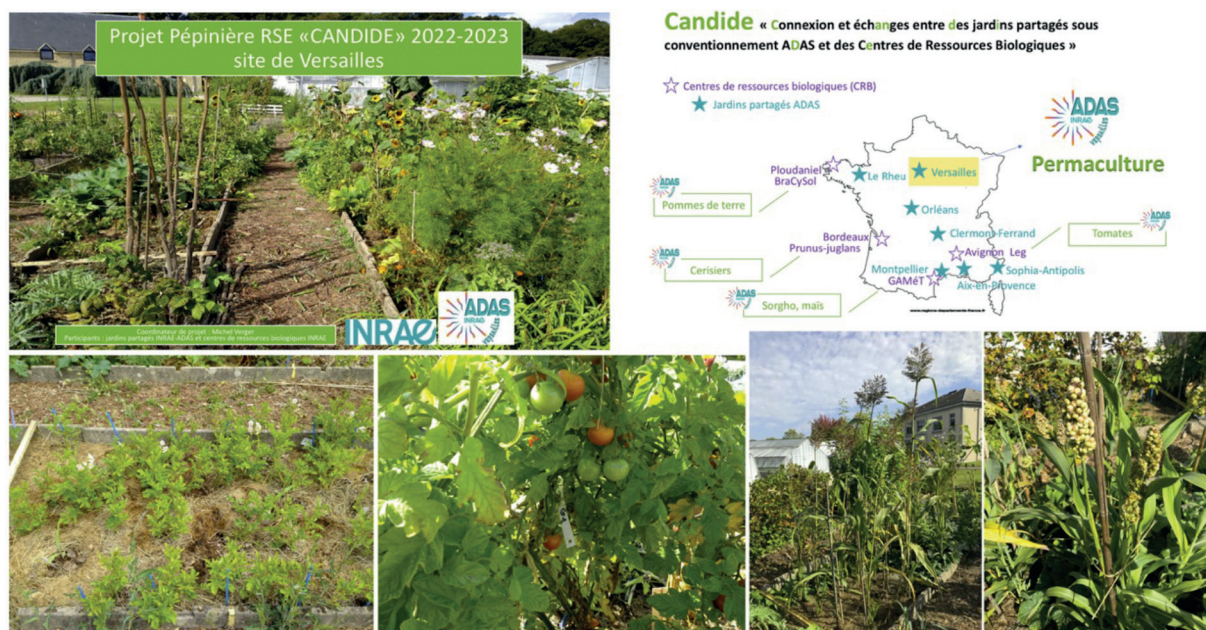


Figure 1. Extrait du rapport d'activité de l'ADAS Versailles de 2023 présentant Candide

Perspectives

Afin d'élargir cette approche à plus de CRB et à toutes sortes de jardins partagés, donc en dehors d'un environnement INRAE, quelques pistes d'améliorations devraient être envisagées :

- mieux expliciter les protocoles : organisation d'une session de formation pour mieux formaliser les attentes en termes de données ;
- renforcer la communication entre CRB et jardins partagés : création d'un site internet et d'un espace d'échange sur les réseaux sociaux pour animer, promouvoir la démarche, mobilisation d'acteurs locaux pour la communication ;
- disposer d'un espace partagé de travail plus performant, pour tracer les échanges de ressources, enregistrer les observations agronomiques ;
- promouvoir l'engagement : rédaction d'une charte d'engagement, attribution de badges numériques (*Open Badges*) pour valoriser le niveau d'implication des acteurs.

Ainsi, les enseignements de Candide nourriront le projet CATA (Culture de l'Assiette pour demain), soutenu par le métaprogramme METABIO⁴ et porté par un collectif de jeunes chercheurs de huit départements de recherche INRAE. Le projet propose de fédérer et d'accompagner un réseau multi-acteurs de gestionnaires de CRB d'un côté, de citoyens et d'agriculteurs œuvrant dans des jardins partagés de l'autre, afin de mener un projet multidisciplinaire et participatif questionnant le changement d'échelle de l'agriculture biologique depuis les semences jusqu'à l'assiette.

Il mobilisera des disciplines variées (sciences de l'aliment, agronomie, génétique, microbiologie, économie, sociologie, nutrition) et des territoires étendus (métropole et Antilles) permettant d'analyser les résultats en termes de qualité des produits, d'impact sur la qualité du sol, la biodiversité et les habitudes alimentaires des consommateurs/jardiniers.

Conclusion

Le projet Candide représente une initiative novatrice de création d'un partenariat gagnant-gagnant, valorisant une partie de la biodiversité cultivée dont certains CRB sont les dépositaires. Le projet a surtout permis de défricher un modèle visant à intégrer les sciences participatives dans la mise en valeur de la biodiversité cultivée, en reliant CRB et jardins partagés.

Bien que des défis logistiques et organisationnels subsistent, les enseignements tirés de cette collaboration permettent d'envisager, avec quelques améliorations, le déploiement de ce modèle à une échelle encore plus ambitieuse.

Candide n'en a pas fini de cultiver son jardin. ■

Remerciements

Merci à la DRSE pour son soutien financier, à l'ADAS, aux jardiniers passionnés des jardins partagés, à l'infrastructure de recherche RARE et aux collègues très professionnels des CRB. Merci à tous les acteurs qui ont croisé le chemin de Candide.

4. <https://metabio.hub.inrae.fr/>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Chapitre 5

Ensemble, acteurs RSE !

Introduction

Comme nous l'avons vu tout au long de ce numéro, le changement climatique et ses conséquences nous concernent tous, à l'échelle nationale, européenne et internationale. Les organismes de recherche ont un rôle majeur à jouer pour élaborer des solutions favorisant les transitions socio-écologiques, tout en veillant à leurs propres pratiques. Les articles présentés dans ce chapitre montrent que la communauté scientifique d'INRAE s'engage pleinement dans cette démarche, en développant une recherche responsable. INRAE conduit ainsi une politique proactive de responsabilité sociétale et environnementale (RSE), fondée sur trois piliers : économique, social et environnemental.

La RSE interpelle chacun et chacune d'entre nous. Au-delà de la seule sphère professionnelle, elle s'invite aussi dans notre sphère privée. Le chemin reste encore long pour accompagner la transition écologique et prendre soin de notre planète. Nous ne pourrions y parvenir qu'ensemble. Comme le conceptualise le Donut de Raworth, l'enjeu commun est d'éviter le dépassement des limites planétaires tout en garantissant un socle social minimum.

De nombreux défis restent à relever pour faire de nous tous des acteurs et actrices de la RSE. Dialogue social, formation, accompagnement des collectifs et des organisations : autant de leviers pour favoriser l'appropriation de ces enjeux par chacun et chacune. Au-delà de la sensibilisation, il est essentiel que chaque agente ou agent INRAE incarne ces valeurs, se sente concerné, responsable et engagé.

Les parties prenantes internes et externes, *i.e.* tous les acteurs qui prennent part de près ou de loin à une démarche RSE, jouent ici un rôle central. Armelle Carnet, Directrice de la DRSE, souligne dans son article¹ l'importance de mobiliser l'ensemble des parties prenantes internes pour mettre en œuvre la stratégie RSE de l'établissement, au-delà des seules transformations structurelles. Parmi celles-ci, le réseau des responsables RSE, créé en 2021 pour soutenir la direction, occupe une place clé. Dans son interview², la chargée d'animation de ce réseau décrit l'organisation de « retours d'expérience » destinés à créer une émulation, une entraide et une montée en compétences collective. Le dialogue social, lui aussi, fait partie intégrante de la démarche RSE, comme l'illustre le témoignage³ de deux syndicats.

Accompagner ces parties prenantes suppose de développer des compétences spécifiques, individuelles et collectives. Ces compétences transforment notre rapport aux autres et à notre environnement. Elles invitent aussi à sortir des stéréotypes et préjugés. Dans son article⁴, Sabine Duvaléix explicite les compétences en responsabilité sociétale à la lumière du *GreenComp*⁵, le cadre de référence européen pour les compétences en durabilité. Pour les acquérir et les renforcer, il faut se former tout au long de la vie. INRAE a mis en place un dispositif ambitieux de formation⁶, levier essentiel pour développer les compétences RSE. Destiné à l'ensemble des agents, une attention particulière est accordée aux « référentes » et « référents ». La politique d'accompagnement managérial, intégrant la RSE, soutient également les dynamiques collectives et les transformations en cours. Enfin, il est rappelé l'importance de lutter contre les biais inconscients⁷, dont nos collectifs ne sont pas exempts, en particulier à travers la politique d'égalité et de lutte contre les discriminations.

Un cadre de référence et des indicateurs sont indispensables pour avancer ensemble dans la bonne direction. INRAE élabore actuellement un outil de reporting interne⁸ destiné à suivre la mise en œuvre du plan d'action RSE. Cet outil repose sur le référentiel DD&RS (Développement Durable & Responsabilité Sociétale), conçu pour l'enseignement supérieur et la recherche, et adapté aux spécificités des organismes de recherche.

1 Cf. l'article de Carnet, A. « Accompagner les acteurs et actrices d'une démarche RSE au sein d'une organisation ».

2 Cf. l'interview de Legland, F. « Retour d'expérience sur les Retex ».

3 Cf. l'article de Michon, C., Champion I. et Lemaitre, A. « Le dialogue social au cœur de la RSE ».

4 Cf. l'article de Duvaléix, S. « Décrypter les compétences en responsabilité sociétale ».

5 Commission européenne, Centre commun de recherche. (2022). *GreenComp*, Le cadre européen des compétences en matière de durabilité. Office des publications de l'Union européenne. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/17791>.

6 Cf. l'article de Bonomo, W. *et al.* « Se former tout au long de la vie : une réponse individuelle et collective aux défis environnementaux et sociétaux ».

7 Cf. l'article de Beaumont, C. et Dubois, M. « Lever les biais inconscients dans le cadre professionnel ».

8 Cf. l'article de Boromé, E. « Méthodologie de construction d'un outil de reporting du Plan d'action responsabilité sociétale et environnementale (PA RSE) ».

Ce chapitre s'achève par la présentation de deux initiatives collectives. L'unité expérimentale de La Motte décrit une démarche inspirée du Donut de Raworth, qui a servi de support à une réflexion sur leur organisation⁹. Cette expérience illustre l'intérêt du management par la RSE comme levier de transformation au service des objectifs de développement durable. La deuxième initiative est portée par un collectif du centre INRAE Bourgogne-Franche-Comté, qui a défini et mis en œuvre de nouvelles pratiques de restauration plus durables¹⁰. Cette action a permis de sensibiliser les agents et de consolider des pratiques alimentaires responsables, en partenariat avec le service de restauration.

Puissent ces pages vous inspirer et nous inciter à devenir, ensemble, acteurs et actrices de la RSE afin de répondre tous ensemble aux nombreux défis de la transition socio-écologique. Chacun et chacune, à notre échelle, nous portons une part de responsabilité dans la préservation de la planète et la construction du monde de demain. Cela se décide, se prépare et s'accompagne. INRAE est en chemin.

Juliette Dibie-Barthélémy

Déléguée à l'égalité et à la lutte contre les discriminations

Chargée Emploi scientifique et responsable adjointe DevRH, DRH

⁹ Cf. l'article de Le Nézet, M. *et al.* « Optimiser l'organisation des activités via la responsabilité sociétale et environnementale : l'exemple de l'unité expérimentale de La Motte ».

¹⁰ Cf. l'article de Marty, L. et Martinet, N. « Le Collectif Alimentation Durable INRAE (CADI) : une démarche participative pour un service de restauration plus durable dans les centres ».

Accompagner les acteurs et actrices d'une démarche RSE au sein d'une organisation

Armelle Carnet¹

CORRESPONDANCE

armelle.carnet@inrae.fr

RÉSUMÉ

Au cœur de sa démarche de responsabilité sociétale et environnementale (RSE), INRAE mobilise l'ensemble de ses parties prenantes internes dans la mise en œuvre des actions prioritaires. Au-delà des transformations structurelles nécessaires à la mise en œuvre de la stratégie RSE, leur rôle est déterminant dans la réussite de la démarche engagée.

MOTS-CLÉS

Responsabilité sociétale des organisations ; partie prenante ; engagement ; transformation des organisations

¹ INRAE, DRSE, 75007 Paris, France

Supporting stakeholders in a Corporate Social and Environmental Responsibility initiative within an organization

Armelle Carnet¹

CORRESPONDENCE

armelle.carnet@inrae.fr

ABSTRACT

At the heart of its Corporate Social and Environmental Responsibility (CSER), INRAE mobilizes all its internal stakeholders in the implementation of prioritized actions. Beyond the structural transformations necessary to implement the CSER strategy, their role is decisive in the success of the approach undertaken.

KEYWORDS

Corporate Social and Environmental Responsibility; stakeholder; commitment; organizational transformation

¹ INRAE, DRSE, 75007 Paris, France

Introduction

La responsabilité sociétale des entreprises (RSE) est définie par l'organisation internationale de normalisation dans sa norme ISO 26000¹ comme la responsabilité d'une organisation vis-à-vis des impacts de ses décisions et activités sur la société et sur l'environnement. Ainsi, l'organisation identifie les leviers qu'elle peut actionner pour contribuer aux enjeux du développement durable, qui se concrétisent notamment par le cadre fixé par les Nations unies pour 2030 des dix-sept objectifs de développement durable. Ce cadre de la responsabilité sociétale se traduit entre autres par un comportement éthique et transparent et prend en compte les attentes des parties prenantes.

Les parties prenantes d'une organisation désignent tous les acteurs qui prennent part à une démarche RSE, que ce soit en l'influençant, en la mettant en œuvre ou en y contribuant via ses activités. Ces parties prenantes peuvent être internes (dirigeants, managers, agents, représentants des personnels...) ou externes (partenaires académiques, socio-économiques, fournisseurs...), et prennent ainsi part différemment à la stratégie RSE. La notion de « partie prenante » a été théorisée dans les années 1980 par R. Edward Freeman : « une partie prenante est tout acteur social, groupe ou individu, qui peut avoir ou a réellement une influence sur la vie de l'organisation, et qui lui-même est, ou peut être en retour influencé par l'activité de cette organisation² ». La norme internationale ISO 26000 définit cette notion comme « un individu ou un groupe ayant un intérêt dans les décisions ou les activités d'une organisation ».

Dans le cadre de la mise en œuvre de sa stratégie RSE (qui signifie dans ce contexte la responsabilité sociétale et environnementale), INRAE s'attache à mettre en œuvre une démarche pro-active qui va au-delà de la réglementation en vigueur pour agir avec ses parties prenantes à la construction d'une société responsable conciliant les dimensions

économique, sociale et environnementale dans le périmètre de son expertise scientifique.

Cet article s'intéressera aux parties prenantes internes mobilisées dans le cadre de la démarche RSE d'INRAE. Aussi, nous définirons dans un premier temps les acteurs d'INRAE ayant une responsabilité dans la mise en œuvre de la stratégie RSE, et nous verrons dans un second temps les dispositifs d'accompagnement de ces acteurs mis en œuvre ou projetés.

Toutes et tous acteurs de la RSE ?

La démarche RSE déployée concerne et impacte tous les métiers d'INRAE. Ce constat a particulièrement été marquant lors de la création d'INRAE et de la démarche participative mise en place pour élaborer le plan stratégique INRAE 2030. Entre décembre 2019 et février 2020, une plateforme ouverte et des ateliers-débats organisés dans les centres ont permis à plus de 2 600 agents de contribuer à ce plan en apportant près de mille propositions individuelles ou collectives. Dans la synthèse diffusée sur l'intranet³ (Figure 1), on voit que la sous-thématique « Notre responsabilité pour le développement durable » est parmi celle qui a fait le plus réagir et la plus riche de la consultation.

De manière générale, il ressort une réelle volonté de se positionner comme un institut exemplaire et pionnier en matière de pratiques écoresponsables. Le recueil de 159 contributions de cette thématique et de plus de 500 propositions concrètes montre la volonté des agents de faire d'INRAE un acteur exemplaire dans l'engagement pour le développement durable, aussi bien dans les modalités de fonctionnement que dans les pratiques de recherche. Le plan stratégique INRAE 2030 intègre la stratégie RSE de l'institut dans son troisième objectif de politique générale⁴.

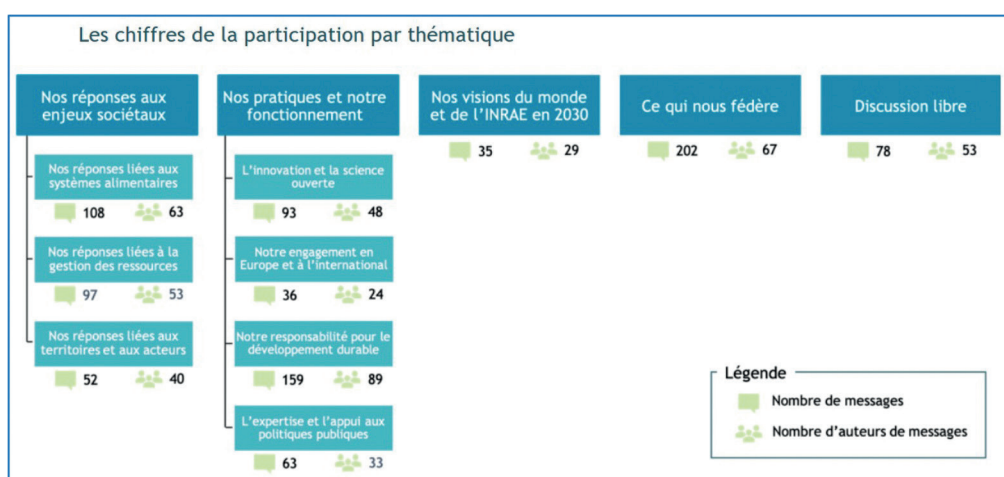


Figure 1. Extrait de la synthèse de la consultation interne INRAE 2030

1. <http://www.iso.org/iso/fr/home/standards/iso26000.htm>

2. Freeman Edward R. *Strategic Management: A Stakeholder Approach*, Pitman, 1984.

3. <https://intranet.inrae.fr/national/app/uploads/2020/05/INRAE-2030-Synth%C3%A8se-phase-1.pdf>

4. <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/INRAE2030-FR.pdf>

Le plan d'action RSE 2021-2025⁵ a été construit pour mettre en œuvre cette stratégie RSE. Il s'articule autour de quatre actions prioritaires qui identifient les acteurs RSE et leur niveau de responsabilité dans la démarche :

- déployer une organisation garante de la mise en œuvre de la stratégie RSE d'INRAE ;
- assurer la cohérence entre la recherche menée au sein de l'institut, son fonctionnement et les pratiques de travail ;
- évaluer et maîtriser l'impact environnemental des activités de l'institut pour en réduire les effets négatifs et accroître les effets positifs ;
- affirmer une politique sociale porteuse de sens et favorisant une meilleure qualité de vie au travail – un employeur engagé dans sa responsabilité sociétale.

La diffusion de ce plan d'action a été assurée par un travail de communication interne afin de valoriser les pratiques déjà existantes, au sein des unités et des centres, contribuant à la mise en œuvre de la stratégie RSE. Ainsi, une infographie a été réa-

lisée par la direction de la communication afin d'illustrer que tous les agents de l'institut sont acteurs de la RSE (Figure 2).

Cette communication régulière pour valoriser l'implication de toutes et tous dans la dynamique RSE se poursuit grâce à la prise en compte par la direction de la communication de cette dimension dans sa propre stratégie.

Une démarche complémentaire de communication a été assurée par le directeur et la directrice adjointe de la direction de la responsabilité sociétale et environnementale (DRSE) qui ont construit, avec les présidentes et présidents des centres de recherche régionaux, plusieurs journées d'échange et de présentation du plan d'action RSE. Afin d'associer toutes les parties prenantes des centres, ces journées étaient organisées autour de cinq séquences :

- une rencontre avec la gouvernance du centre ;
- un échange avec les responsables de services déconcentrés d'appui à la recherche (SDAR) ;
- une rencontre avec les directrices et directeurs d'unité ;

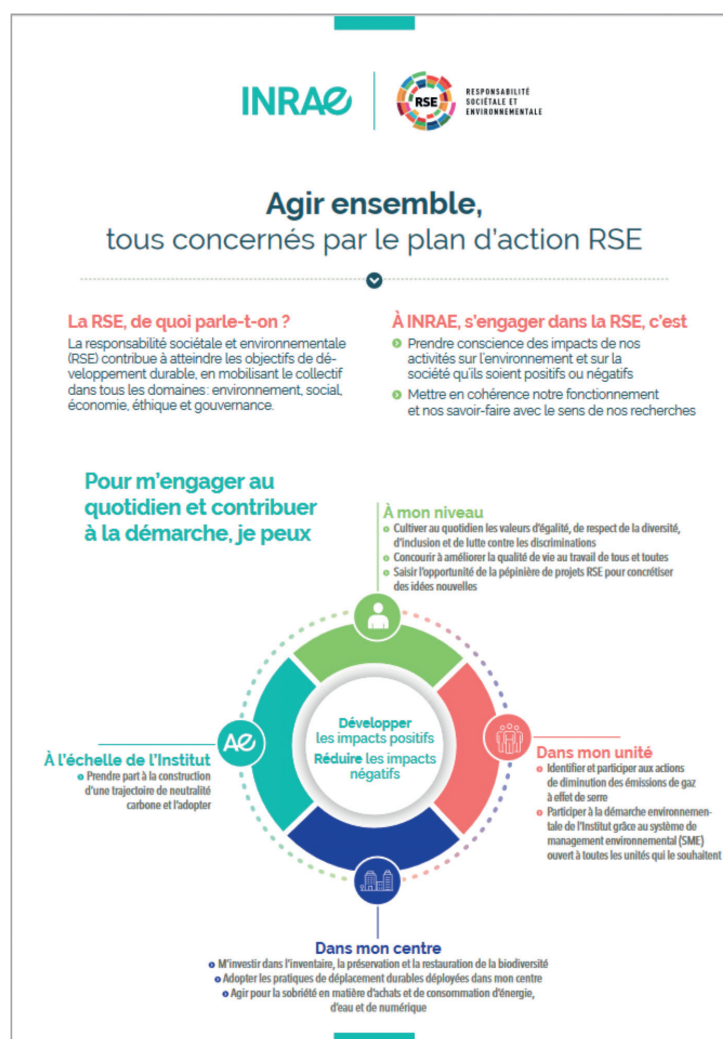


Figure 2. Infographie « Agir ensemble, tous concernés par le plan d'action RSE »

5. [https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/PLAN%20D&%23039%3BACCTION%20RSE%20\(25.01\).pdf](https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/PLAN%20D&%23039%3BACCTION%20RSE%20(25.01).pdf)

- une rencontre avec les partenaires académiques (notamment les représentants d'universités du site, d'écoles d'agro) ;
- un échange, avec tous les agents, organisé par la présidence du centre.

De ces rencontres, trois tendances ressortent :

- la volonté d'agir dans le cadre de la mise en œuvre de la démarche RSE avec parfois des dissensus observés dans les actions identifiées ;
- le souhait d'ajouter des objectifs chiffrés dans le plan d'action RSE ;
- l'importance de rendre compte et de valoriser les avancées de la démarche par le reporting afin de mesurer si les objectifs ont été atteints.

Le déploiement du plan d'action RSE s'appuie sur des démarches et méthodes favorisant l'implication des agents d'INRAE. Cela s'illustre par exemple lors de l'élaboration de la trajectoire INRAE bas carbone qui vise à atteindre la neutralité carbone⁶ en 2050. Au-delà des changements structurels nécessaires, cet objectif ambitieux n'est possible que si l'ensemble des collectifs et agents de l'institut font évoluer leurs pratiques et leurs comportements. Aussi, la DRSE a organisé deux ateliers participatifs en juin 2023 et juin 2024.

Le premier atelier visait à partager le deuxième bilan carbone d'INRAE et à se projeter collectivement vers un institut bas carbone. Cet atelier a été mis en œuvre à deux niveaux :

- dans tous les centres par des séances animées par les présidentes et présidents des centres avec les responsables RSE ;
- au niveau national par une séance regroupant 100 personnes volontaires tirées au sort.

Ce premier atelier a permis de recueillir près de 1 500 contributions, produites par un peu plus de 600 personnes. La synthèse de ces contributions a permis d'identifier des leviers d'action partagés par la communauté de travail INRAE.

Un deuxième atelier a été organisé en 2024, uniquement au niveau national, en réunissant à nouveau les 100 personnes tirées au sort en 2023. Il visait à décliner opérationnellement les leviers retenus en actions, en prenant en compte plusieurs axes d'analyse : la faisabilité technique, l'acceptabilité sociale, l'im-

pact des émissions de gaz à effet de serre (GES), les parties prenantes impliquées, les effets rebonds associés, les ressources financières nécessaires et le calendrier de mise en œuvre. Les propositions issues de cet atelier ainsi que les actions déjà mises en route dans les directions d'appui à la recherche (DAR) forment le plan d'action bas carbone d'INRAE.

La pépinière de projets RSE est un autre dispositif imaginé par INRAE offrant la possibilité de contribuer à la démarche RSE et de proposer des projets innovants. Sous forme d'appel à projets, ce dispositif permet à tous les agents travaillant au sein d'INRAE de proposer des pilotes innovants contribuant à l'amélioration continue des pratiques et des activités en intégrant les enjeux RSE. L'évaluation des projets est réalisée par le Comité d'orientation et de suivi (COS RSE), qui privilégie le caractère innovant, la prise de risque et le potentiel de dissémination. L'objectif étant d'identifier des pistes d'actions transformantes pour l'institut. Il est à souligner que ces projets mobilisent des équipes scientifiques au service du collectif et propose parfois des démarches impliquant elles-mêmes des parties prenantes comme le projet CADI (Collectif alimentation durable INRAE) issu du centre de Dijon⁷.

Lancé dès la sortie du plan d'action RSE, cet appel à projets annuel a rencontré un beau succès (Tableau 1).

Au-delà de l'implication des collectifs et des agents dans la démarche de RSE, INRAE a mis en place une organisation fonctionnelle reposant sur des acteurs RSE formés et accompagnés.

Les dispositifs d'accompagnement

La mise en œuvre de la stratégie RSE est assurée par l'ensemble des directions, chacune dans son domaine de compétences. Toutefois, afin de porter des problématiques transversales et d'assurer la prise en compte des différents enjeux, la direction générale d'INRAE a créé une nouvelle direction, la DRSE. De même, dans chacun des centres de recherche, des responsables RSE ont été identifiés ou recrutés au sein des services déconcentrés d'appui à la recherche (SDAR). Ainsi, de nouvelles fonctions et de nouveaux métiers viennent renforcer la dynamique RSE instaurée à la création de l'organisme. Afin d'assurer la professionnalisation et un socle de compétences commun aux agents de la DRSE et aux responsables RSE, le pôle Formation tout au

Tableau 1. Bilan de la pépinière de projets RSE

Année de réalisation des projets	2022	2023	2024	2025
Nombre de projets déposés	46	35	43	26
Nombre de projets retenus	24	18	25	18
Centres INRAE	17	13	13	10
Montant total du financement	180 k€	250 k€	180 k€	180 k€

6. Neutralité carbone : équilibre entre les émissions de gaz à effet de serre et leur séquestration.

7. Cf. article Marty, L. et Martinet, N., « Le Collectif Alimentation Durable INRAE (CADI) : une démarche participative pour un service de restauration plus durable dans les centres », dans ce numéro.

long de la vie de la DRH et la DRSE ont co-construit avec Nantes université et en partenariat avec Open Lande⁸ un parcours de formation certifiante : « Accompagner et réussir une démarche RSE dans son organisation »⁹. Ce parcours vise cinq compétences :

- analyser de manière systémique l'impact des activités de votre organisation ;
- identifier les parties prenantes et implications dans les enjeux de votre organisation ;
- contribuer à la stratégie RSE de son organisation ;
- co-construire, conduire et gérer des projets à impact ;
- piloter et animer un projet collectif mobilisant des entités hiérarchiques distinctes.

Il s'organise en quatre modules de deux jours et une journée de jury de certification :

- module 1 : mettre en œuvre une politique RSE au sein de son organisation ;
- module 2 : mobiliser les parties prenantes et initier la démarche ;
- module 3 : développer le management transversal ;
- module 4 : développer et porter un projet d'impact.

À la fin de l'année 2024, 23 agents ont ainsi été formés pour assurer leurs fonctions dédiées à la mise en œuvre de la stratégie RSE, et ce socle a permis de renforcer le réseau fonctionnel RSE d'INRAE.

Afin de poursuivre la montée en compétence collective du réseau fonctionnel RSE, plusieurs dispositifs complémentaires sont mis en place et coordonnés ou co-construits par la DRSE :

- Des formations complémentaires pour approfondir certains outils et notions abordés lors de la formation initiale, comme le BEGES-R d'INRAE, la démarche appréciative¹⁰ ou encore l'animation d'ateliers de sensibilisation (fresques du climat, de la biodiversité, du numérique, Ma Terre en 180 minutes...);
- Des partages d'expériences mensuels entre responsables RSE lors de séances animées par la chargée d'animation du réseau et selon les thématiques, avec la contribution occasionnelle d'un chargé de projet thématique ou d'un invité expert¹¹ ;
- Des séminaires dans les centres, en présentiel, afin de découvrir les contextes particuliers dans lesquels les responsables RSE mettent en œuvre leur plan d'action. Certains de ces séminaires peuvent être organisés en commun avec d'autres réseaux métiers, comme en 2022 avec les chargés de prévention de centre, ou en 2024 avec les responsables travaux. Ces séminaires inter-métiers sont l'occasion de travailler sur des problématiques communes, par exemple la

gestion des déchets, la biodiversité sur les implantations d'INRAE ou encore la végétalisation de l'immobilier.

Au niveau des unités, la démarche se structure en fonction des dynamiques enclenchées par les directrices et directeurs d'unité. Certaines d'entre elles ont choisi d'identifier un ou plusieurs relais qui viennent en appui des directrices et directeurs d'unité et de la ou du responsable RSE de centre. Ces relais sont eux-mêmes accompagnés par les responsables RSE dans leurs missions, notamment dans la mobilisation d'outils leur permettant de travailler sur différents leviers, comme les émissions de GES en mobilisant l'outil StopGES¹². Certains centres s'organisent également autour de structures spécifiques comme des commissions locales développement durable, composées d'agents volontaires des unités pour travailler à la mise en œuvre du plan d'action RSE du centre. Enfin, des unités s'impliquent aussi volontairement dans le cadre du collectif inter-organismes Labos 1point5¹³ afin comptabiliser leur empreinte carbone et de s'engager sur un plan de transition pour la réduire.

La stratégie de responsabilité sociétale d'INRAE, définie dans le troisième objectif de politique générale du plan stratégique INRAE 2030, est mise en œuvre par une dynamique collective qui implique toutes les directions d'appui à la recherche (DAR) et les délégations. Cette approche systémique de soutenabilité embarque les enjeux sociaux, environnementaux et économiques.

- La DRH pilote les enjeux de politique sociale, de prévention, d'accompagnement des carrières, de qualité de vie au travail et d'attractivité. En lien avec le ou la délégué.e à l'égalité et la lutte contre les discriminations, une démarche labellisée favorisant l'inclusion de tous les agents est mise en œuvre¹⁴.
- La direction du patrimoine et de l'immobilier pilote la politique immobilière, les enjeux de maîtrise énergétique, de maintenance et d'entretien des espaces verts.
- La direction du financement et de l'achat pilote le plan national d'achats durables et le financement des projets contribuant au plan d'action RSE.
- La direction centrale des services déconcentrés d'appui à la recherche (DCSDAR) pilote les notamment les enjeux d'alimentation ou encore de gestion des déplacements professionnels par des véhicules de service.
- La direction des systèmes d'information, la direction pour la science ouverte et la délégation informatique et liberté travaillent sur les enjeux de sobriété et d'éthique du numérique.

8. <https://openlande.co/>

9. Cf. article Bonomo, W., Lenoir, P., Manouchehri, N. et Rigalma, K. « Se former tout au long de la vie : une réponse individuelle et collective aux défis environnementaux et sociétaux », dans ce numéro.

10. Approche d'accompagnement du changement qui vise à poser des questions sur ce qui fonctionne bien dans une organisation ou un groupe, à identifier les éléments qui composent les expériences positives pour les disséminer.

11. Cf. l'interview de Legland, F. « Retour d'expérience sur les Retex », dans ce numéro.

12. Cf. l'article de Huard, F. et Bonnin, I. « StopGES : un outil d'aide à la décision pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les unités INRAE », dans ce numéro.

13. <https://labos1point5.org>.

14. Cf. l'article de Beaumont, C. et Dubois, M. « Le double label Égalité/Diversité », dans ce numéro.

Afin d'assurer la mise en œuvre cohérente et partagée de la stratégie RSE, une référente ou un référent RSE a été identifié dans toutes les directions d'appui. Ces référents ont été formés à la facilitation pour leur permettre de travailler en transversalité avec l'ensemble de leurs collègues au déploiement des enjeux RSE de leur direction. Ces référents RSE sont accompagnés par la DRSE pour mieux appréhender les enjeux de façon systémique et favoriser les liens inter-directions. Une animation spécifique a également été mise en œuvre pour ce réseau fonctionnel RSE des directions d'appui à la recherche (DAR). Grâce à ces différents réseaux fonctionnels, INRAE poursuit une trajectoire d'atténuation de son empreinte environnementale tout en garantissant la qualité de vie et des conditions de travail satisfaisante pour tout le monde. Au-delà de l'atténuation, le travail à mener sur l'adaptation de l'institut aux effets du changement climatique embarque l'ensemble des unités scientifiques (de recherche et expérimentales) et d'appui. Le travail d'accompagnement pour que chacun agisse à son niveau sera essentiel à poursuivre et renforcer.

Conclusion

Pour finir, les clés pour favoriser l'engagement des acteurs RSE sont d'avoir une démarche incarnée par la direction générale d'INRAE et une articulation à toutes les échelles pour aujourd'hui et pour demain. Un accompagnement spécifique à chacun des acteurs se construit au fur et à mesure du renforcement de la dynamique RSE afin qu'INRAE prenne toute sa place pour co-construire une société durable avec ses parties prenantes. En interne, les acteurs agissent dans leurs domaines de compétences et deviennent des ambassadeurs pour travailler avec les parties prenantes externes.

Après quatre années de mise en œuvre du premier plan d'action RSE, le bilan montre que l'accompagnement des acteurs et actrices de la RSE reste un enjeu majeur pour la fonction RSE comme pour les différents métiers de l'institut. La transformation d'INRAE pour intégrer pleinement les impacts écologiques et sociaux du changement climatique nécessite d'anticiper les compétences dont aura besoin l'institut demain afin de former les agents et recruter les bons profils. ■



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Décrypter les compétences en responsabilité sociétale

Sabine Duvaleix¹

CORRESPONDANCE

sabine.duvaleix@agrocampus-ouest.fr

RÉSUMÉ

L'acquisition des compétences en responsabilité sociétale doit permettre aux organisations de se transformer en interne pour que leurs activités préservent l'environnement et respectent les besoins sociaux. Le *GreenComp* offre un référentiel européen utile des grands domaines de compétences en responsabilité sociétale. Pour les décrypter, je le mobiliserai avec d'autres sources comme le guide *Compétences en développement durable et responsabilité sociétale* au niveau de l'enseignement supérieur et de la recherche en France. La pluralité des valeurs sur la nature doit être prise en compte pour déployer une stratégie RSE. Ainsi, cinq méta-compétences sont à renforcer : l'approche systémique, la responsabilité et l'éthique le collectif, la vision prospective et l'accompagnement du changement.

MOTS-CLÉS

Compétences ; systémique ; collectif ; responsabilité ; éthique ; prospective ; accompagnement du changement ; pluralité

¹ Institut Agro Rennes-Angers, UMR 1302 SMART, 35000 Rennes, France.

Decoding skills in social responsibility

Sabine Duvaleix¹

CORRESPONDENCE

sabine.duvaleix@agrocampus-ouest.fr

ABSTRACT

Acquiring skills in social responsibility should enable organizations to transform themselves so that their activities preserve the environment and respect social needs. GreenComp offers a useful set of the main skills in sustainability and social responsibility. To explain them, I will use it in association with other sources such as the guide *Compétences en développement durable et responsabilité sociétale* (Skills in sustainability and social responsibility) produced for French universities. The values of nature are diverse and need to be taken into account when building a CSR strategy. Five categories of skills must be reinforced: a systemic approach, responsibility and ethics, collective and foresight skills and support for change.

KEYWORDS

Skills; systemic; collective; responsibility; ethics; prospective; support for change; plurality

¹ Institut Agro Rennes-Angers, UMR 1302 SMART, 35000 Rennes, France.

Introduction

En janvier 2024, les présidents des organismes de recherche français se sont saisis des enjeux de transition sociale et écologique et ont signé une charte d'engagement pour décliner dans leurs instituts la transformation nécessaire. Parmi les actions phares, la formation des agents est l'un des leviers essentiels pour le développement des compétences en responsabilité sociétale. Cependant, plusieurs défis à l'encapacitation des agents à la transition écologique demeurent depuis une quinzaine d'années : faible compréhension sur la nécessité d'agir, moyens financiers et humains trop faibles au regard des besoins, ou encore un focus trop important sur l'acquisition des savoirs au détriment de l'apprentissage par l'action et la mise en situation et au développement de compétences transversales (SGPE, 2025). Cet article propose de décrypter les compétences en responsabilité sociétale à l'aune du *GreenComp* (Bianchi *et al.*, 2022) qui fixe un cadre de référence européen pour les compétences en matière de durabilité. Pour compléter cette exploration, d'autres sources seront mobilisées, comme le guide *Compétences en développement durable et responsabilité sociétale* de 2016, par la suite intitulé *Compétences DD&RS* ou encore *Manuel de la grande transition*. Ce guide précurseur (Mulnet *et al.*, 2016) offre un cadre analytique au travers de cinq méta-compétences qui complètent de manière pertinente le *GreenComp*.

Le *GreenComp* se fixe pour objectif de « cultiver une mentalité favorable à la durabilité en aidant les utilisateurs à développer les connaissances, les aptitudes et les attitudes nécessaires pour penser, planifier et agir avec empathie, responsabilité et égard pour notre planète ». Ainsi, il propose un socle commun de référence pour les apprenants et les formateurs ou enseignants, quels que soient leur âge, le niveau d'études et le contexte de formation. Il retient d'une compétence en matière de durabilité qu'elle « permet aux apprenants d'incarner les valeurs de la durabilité, et de s'ouvrir à des systèmes complexes, afin d'agir ou de réclamer une action pour rétablir et maintenir la santé des écosystèmes et favoriser la justice, et générer ainsi des visions pour des futurs durables » (Bianchi *et al.*, 2022).

L'acquisition de ces compétences doit permettre aux organisations de se transformer de l'intérieur et contribuer à éviter tout dépassement des limites planétaires tout en garantissant un positionnement au-dessus d'un plancher social (Kate Raworth, 2018). Je débute cet article avec le domaine de compétence *Incarner la durabilité* du *GreenComp* qui renvoie aux valeurs et aux différentes visions du monde. Puis, je décrypterai les cinq méta-compétences du guide *Compétences en DD&RS* complétés des autres domaines de compétences du *GreenComp*.

Au départ, incarner la durabilité

Le *GreenComp* débute par la présentation du domaine de compétences *Incarner la durabilité* qui « nous encourage à réfléchir aux valeurs personnelles et visions du monde qui nous sont propres en matière de non-durabilité et de durabilité, et à les remettre en question. Ce domaine prône l'équité et la justice pour les générations actuelles et à venir, en soutenant l'idée que les êtres humains font partie de la nature » (Bianchi *et al.*, 2022).

Ce domaine est le point de départ à une montée en compétences en durabilité dans la mesure où nos représentations des enjeux sociaux et environnementaux sont plurielles (Díaz *et al.*, 2015 ; Pascual *et al.*, 2023). En mettant l'accent sur nos valeurs, le *GreenComp* met en évidence qu'il n'existe pas une seule et unique manière d'intégrer la durabilité dans nos pratiques professionnelles. À titre d'exemple, le *Manuel de la grande transition* reprend cette logique en formalisant six portes qui chacune peut constituer un point de départ ou d'entrée à l'encapacitation à la transition écologique, sans ordre préétabli. Cette nécessité de tenir compte des différents modes de valorisation de la nature dans la société a été mise en lumière par l'IPBES¹. Pascual *et al.* (2022) classent les différentes valeurs de la nature présentes dans le monde et témoignent du fait que pour se saisir des problèmes et des situations complexes, il est important d'intégrer cette pluralité de valeurs qui diffèrent selon les individus, les communautés et où nous habitons sur Terre. En s'appuyant sur plus de 50 000 publications scientifiques, des rapports institutionnels et des sources de connaissances locales et indigènes, l'IPBES montre non seulement que la pluralité des valeurs de la nature se reflète de façon hétérogène dans les prises de décision mais aussi que la décision publique se concentre majoritairement sur un unique cadre de valeurs au détriment des autres. Ainsi, reconnaître la pluralité des valeurs de notre relation avec la nature peut contribuer à atténuer la radicalité des positions individuelles, institutionnelles et des entreprises, souvent facteur d'immobilisme. Cela peut favoriser le passage à l'action et éviter aux organisations de s'enfermer dans une « dépendance au sentier² ».

Individuellement, nous pouvons développer le domaine de compétence *Incarner les valeurs de la durabilité* pour comprendre la pluralité des valeurs de la nature et de la relation homme-nature. Une large offre de conférences et de webinaires sur l'état de notre planète et sur notre relation au monde sont disponibles à INRAE, sur les territoires où nous exerçons nos activités professionnelles et dans les collectifs qui s'organisent³ pour que les enjeux environnementaux et sociaux soient mieux intégrés. Il ne tient également qu'à nous d'échanger avec des personnes sortant de notre domaine d'expertise ou encore de nous confronter à d'autres points de vue pour développer notre pensée critique.

1. Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques.

2. La « dépendance au sentier » est un concept apparu avec Paul David (1985) à propos du déploiement massif du clavier QWERTY.

3. Par exemple, Labos 1point5 propose régulièrement des séminaires et des colloques.

Cinq méta-compétences à développer

Pour débiter l'analyse des méta-compétences en responsabilité sociétale, seront explorées la compétence *systémique*, puis la compétence *responsabilité et éthique*, suivie des compétences *collective* et *prospective*, et enfin celle concernant *l'accompagnement au changement* (Mulnet *et al.*, 2016).

Compétence systémique

La compétence systémique est celle à développer prioritairement par tous quel que soit le métier exercé. Développer la vision systémique a pour objectif lors d'un projet complexe d'en évaluer toutes les composantes : économique, environnementale et sociale. Kate Raworth (2018) propose un « concept visuel », le donut, qui se veut être une boussole d'un espace juste et sûr pour l'humanité, entre un fondement social de bien-être humain et un plafond écologique représentant les limites planétaires. La théorie du Donut a été utilisée pour analyser la dynamique des indicateurs sociaux et écologiques pour plus de 140 pays, montrant une tendance des pays à dépasser les limites planétaires avant d'atteindre les seuils sociaux tels que la réduction de la pauvreté, un taux de scolarisation de 95 %, une satisfaction des besoins nutritionnels, etc. (Fanning *et al.*, 2022). Ce cadre conceptuel a également été utilisé par des organisations comme l'Université de Lausanne en tant qu'outil de diagnostic pour identifier la trajectoire à suivre⁴.

Initialement, la compétence recherchée sera la prise de conscience de la complexité des problématiques tant du point de vue technique, organisationnel, économique que social soulevées par un projet puis l'analyse de cette complexité. Pour illustrer, prenons l'exemple du remembrement agricole. Dans le code rural, l'objectif du remembrement est défini par l'article L123-1 comme « la constitution d'exploitations rurales d'un seul tenant ou à grandes parcelles bien groupées, pour améliorer l'exploitation agricole des biens qui y sont soumis. » C'est en 1954 que le ministère de l'Agriculture en avait fait une priorité, le regroupement du parcellaire agricole devant permettre de favoriser la mécanisation et améliorer la productivité des exploitations agricoles. L'objectif, qui était alors essentiellement économique⁵, avait occulté la dimension environnementale et en particulier les dommages environnementaux générés par un remembrement systématique (destruction des habitats de la faune, érosion des sols...).⁶ De même, la dimension sociale et territoriale a été négligée, générant des tensions voire des conflits dans les communautés villageoises.

Le premier outil utile aujourd'hui pour développer notre compétence systémique est la participation à des ateliers de sensi-

bilisation. L'un des plus connus est la fresque du climat⁷ qui permet aux participants de comprendre les causes et les effets du changement climatique. Ainsi, bien qu'elle privilégie le prisme d'un lourd enjeu environnemental lié aux émissions de gaz à effet de serre, elle permet d'évoquer le rôle des océans, celui de la biodiversité et les inégalités sociales qui en résultent. En partant d'une thématique, elle illustre la complexité des phénomènes en cours, les interactions en chaîne que cela engendrent sur d'autres enjeux environnementaux et les conséquences sociales. Plusieurs ateliers de sensibilisation existent, chacun avec des objectifs différents. Certains sont conçus pour partager un socle commun de connaissances sur les causes et effets du changement climatique (atelier de la fresque du climat), d'autres permettent de réfléchir aux actions individuelles et collectives qui peuvent être déployées et à leur impact pour atteindre l'objectif de neutralité carbone (défi 2tonnes⁸). Enfin, des ateliers favorisent l'échange sur des actions à mettre en œuvre au sein des unités de recherche ou des unités de service en fonction de l'hétérogénéité des agents sur leur sensibilité aux enjeux de décarbonation et leur statut dans l'institution (Ma Terre en 180 minutes⁹).

Les ateliers de sensibilisation ne sont en soi pas suffisants pour acquérir la compétence systémique. Ils constituent une première étape indispensable et aident à la prise de conscience des agents de la nécessité de s'interroger sur l'impact des pratiques professionnelles. Ensuite, les services Formation tout au long de la vie se doivent de développer des formations plus ambitieuses par métier pour former à l'élaboration de diagnostics, leur analyse et l'identification des cibles à atteindre en fonction des critères de durabilité¹⁰.

Compétence responsabilité et éthique

« La prise en compte des impacts environnementaux de la recherche doit être considérée comme relevant de l'éthique de la recherche, au même titre que le respect de la personne humaine ou de l'animal d'expérimentation¹¹. »

Cette citation provenant de l'avis du Comité d'éthique du CNRS (COMETS) sur « l'intégration des enjeux environnementaux à la conduite de la recherche, une responsabilité éthique » montre l'importance de réfléchir à notre façon de vivre et travailler ensemble. Dans le *Manuel de la grande transition*, il s'agit de la porte *ethos*. Le guide *Compétences développement durable et responsabilité sociétale* se réfère à la méta-compétence *responsabilité et éthique*. Il précise que « la notion de responsabilité fait le lien entre un sujet ou un groupe, ses actions et le fait qu'il pourra avoir à répondre des conséquences de ces dernières sur

4. Cf. l'article de Frund, B. « Transition écologique, comment passer de *on fait tout ce qu'on peut* à *on fait ce qu'il faut* ? Le Donut de Kate Raworth et l'assemblée citoyenne pour nourrir la stratégie de transition écologique de l'Université de Lausanne », dans ce numéro.

5. Pour en savoir plus, Atlas, C. & Linotte, D. (1979). Le Remembrement rural. FenixX.

6. À propos du remembrement et de l'arasement des talus, voir l'interview de Paul Matagrin du 17 novembre 1964.

7. <https://fresqueduclimat.org/>

8. <https://www.2tonnes.org/>

9. <https://materre.osug.fr/>

10. Cf. l'article de Bonomo, W., Lenoir, P., Manouchehri, N. et Rigalma, K. « Se former tout au long de la vie : une réponse individuelle et collective aux défis environnementaux et sociétaux », dans ce numéro.

11. COMETS (2022). Avis n° 2022-43. Intégrer les enjeux environnementaux à la conduite de la recherche – Une responsabilité éthique.

autrui et la biosphère ». Le COMETS produit une analyse qui fait état des tensions existant dans le milieu de la recherche sur les trajectoires à suivre pour répondre aux défis sociétaux actuels et propose des recommandations. Tout d'abord, il souligne que les questionnements mis en exergue concernant la dimension environnementale des travaux de recherche sont relativement anciens. Le premier concerne la responsabilité des scientifiques sur les impacts des résultats de la recherche à l'égard de la société. Quels seront les usages et les applications faits des connaissances produites en recherche ? Le second est relatif à la liberté du chercheur à choisir ses sujets. La recherche peut-elle, doit-elle être guidée par les intérêts sociaux, remettant en cause ainsi l'autonomie de l'activité scientifique ? Le dernier questionnement porte sur l'ampleur des efforts à consentir pour réduire nos impacts. Comment conjuguer la recherche de haut niveau avec les objectifs environnementaux fixés ? Ainsi, pour le COMETS, la recherche responsable implique le respect de plusieurs principes éthiques. En premier lieu, la rigueur scientifique s'impose non seulement dans la prise en compte des résultats des travaux en sciences de l'environnement dans les autres domaines de recherche mais aussi dans les pratiques sobres et réfléchies des équipements et des ressources. Ensuite, le principe de justice renvoie à la prise en compte des inégalités sociales induites par la question environnementale, ce sont souvent les plus vulnérables qui sont affectés par la dégradation de notre environnement. Enfin, le principe de non-malfaisance permet de réduire les risques liés aux activités de recherche au minimum au regard des bénéfices attendus des travaux conduits¹². La méta-compétence *responsabilité et éthique* se construit en synergie avec d'autres compétences comme la compétence *collective*, développée plus loin dans l'article. En effet, le COMETS défend la responsabilité collective pour débattre des questionnements auxquels la recherche est soumise. Il met en avant le « rôle de sentinelle » des chercheurs si ces derniers se fondent sur des arguments scientifiques rigoureux. Le COMETS insiste sur la nécessité de s'appuyer sur des méthodologies et un cadre scientifique solide et partagé. Il note toutefois l'existence d'un décalage temporel entre le choix de travailler sur une thématique et les conséquences de ces travaux sur l'environnement, ce qui en rend difficile l'appréciation *ex ante*.

Compétence collective

La troisième méta-compétence relève de l'action collective et par conséquent de l'habilité des agents à travailler ensemble afin de bénéficier de la complémentarité de leurs expertises, de la diversité de leurs profils et de leurs parcours pour identifier des réponses possibles aux enjeux socio-écologiques. Cette

compétence met l'accent sur la coopération au détriment de la compétition et soulève ainsi la question de l'équilibre à trouver entre intérêts individuels et bénéfices collectifs. Grumbach et Hamant (2020) explorent cette tension entre les intérêts personnels et l'intérêt collectif à partir du concept de sous-optimalité. L'hétérogénéité, les aléas, la lenteur et la redondance, même s'ils sont des sources d'inefficacité, conduisent sur le long terme à un système plus résilient, durable voire robuste¹³. À titre d'exemple, Hamant montre, avec ses co-auteurs, que le développement des organes est hautement reproductible, bien qu'ils soient formés de cellules hétérogènes en termes de taille et de forme (Hong *et al.*, 2018).

Cette compétence est très largement développée dans le guide *Compétences en développement durable et responsabilité sociétale* qui en fait l'une des cinq méta-compétences à acquérir. Elle est aussi l'une des compétences du domaine *Agir pour la durabilité* dans le *GreenComp*. Les deux rapports mettent en avant la prise en compte de la diversité, des compétences psychosociales, des capacités de facilitation et de communication. Ainsi, cela oblige chacun d'entre nous, chaque collectif, à identifier les parties prenantes¹⁴ impliquées dans le projet pour établir un dialogue et les associer au processus de construction des actions à entreprendre. La prise en compte et la mobilisation des parties prenantes permet très facilement d'identifier le degré de maturité d'un collectif, d'un service, d'une institution sur sa stratégie de responsabilité sociétale. La norme ISO 26000 pose le dialogue avec les parties prenantes comme une communication bilatérale nécessaire en raison de l'impact du projet sur elles, et leur reconnaît une pluralité de formes, comme une simple consultation, une négociation ou encore une cogestion¹⁵.

De nombreux outils existent pour cartographier les parties prenantes et différencier celles qui sont internes au projet (équipe coordinatrice, services et collectifs associés) et celles qui sont externes (les donneurs d'ordre, les partenaires, les bénéficiaires principaux et indirects et les acteurs du déploiement). Les ministères de l'Aménagement du territoire et de la Transition écologique ont un service consacré à l'innovation pour les transformations. Ce service propose des accompagnements et une boîte à outils¹⁶, en fonction des stades du projet, de la priorisation des enjeux, cartographie des parties prenantes à la génération d'idées ou l'amélioration d'idées existantes, voire du prototype¹⁷.

Compétence prospective

Le philosophe Souleymane Bachir Diagne, lors de la conférence du 25 juin 2023 à l'occasion du premier atelier INRAE bas carbone, rappelle que « Gaston Berger a construit la notion de prospective précisément sur la relation vitale que nous pouvons

12. *Ibid.*, p. 14.

13. « Robuste » est le terme largement utilisé par Olivier Hamant en lieu et place de résilience.

14. La norme NF ISO 26000 :2010 définit une partie prenante comme un individu ou groupe ayant un intérêt dans les décisions ou activités d'une organisation.

15. Cf. l'article de Carnet, A. « Accompagner les actrices et acteurs d'une démarche RSE au sein d'une organisation » dans ce numéro.

16. <https://www.innovation-transformations.ecologie.gouv.fr/evenements/boite-a-outils-organiser-une-seance-de-test-avec-un-groupe-utilisateur-autour-dune-solution>

17. <https://www.innovation-transformations.ecologie.gouv.fr>

avoir au temps¹⁸. » Il précise que la prospective ne correspond pas simplement à des projections mathématiques, c'est-à-dire à des tendances qui se lisent aujourd'hui au présent, et qui vont être prolongées dans le futur grâce à la puissance de calcul. La prospective intègre un calcul de tendance, pour que les prédictions ne soient pas totalement irréalistes et laissent aussi le champ à l'imagination. Selon lui, l'imagination est nécessaire précisément parce que les choses sont imprévisibles. « Vous aurez beau faire les projections les plus solides sur le plan mathématique, sur le plan du prolongement de vos lignes indiquant quelles sont les tendances lourdes, vous ne pourrez jamais imaginer qu'à un moment donné, l'humanité puisse s'arrêter parce qu'un virus a fait le tour de la Terre. » Ainsi il montre que nous changeons notre relation à l'action en mobilisant simultanément deux compétences : notre capacité d'imagination associée à nos capacités analytiques.

Cette compétence est selon moi l'une des plus difficiles à développer. Nous éprouvons tous des difficultés à nous projeter dans le futur. Éventuellement, nous arrivons à anticiper ce que nous ferons dans cinq ans, dix ans éventuellement, mais au-delà, le flou prédomine. Nous, animatrices et animateurs des ateliers participatifs d'INRAE bas carbone, nous avons pu le constater lorsque nous avons essayé de travailler des propositions au-delà de 2030. Nous suivions la méthodologie « ACT pas à pas » de l'ADEME¹⁹ afin de projeter l'institut sur une trajectoire à horizon 2050. Néanmoins, pendant l'atelier, peu d'actions ont été proposées au-delà de 2030. La question demeure. Comment permettre aux agents d'acquérir un premier niveau de compétence *prospective* afin de pouvoir enclencher un processus de transformation ?

Compétence *changement*

Deux éléments constituent la compétence *changement* selon Mulnet *et al.* (2016). Le premier élément met l'accent sur le sens du changement et sa définition, qui renvoie à nos systèmes de valeurs et nos représentations, ce que le *GreenComp* intitule *Accorder de la valeur à la durabilité*. Le second élément relève de l'accompagnement au changement. Il est intéressant ici de noter que le changement peut se catégoriser en deux types (Kourilsky, 2022). Le premier relève de l'homéostasie, il permet à un système de se maintenir en équilibre. Dans la grande majorité des situations, nous avons besoin de préserver l'équilibre d'un système et donc, lorsqu'un choc se produit, de permettre à ce système de revenir à son état initial. Le second type est celui qui nous intéresse en responsabilité sociétale car il s'agit d'un changement qui affecte et modifie le système, l'organisation elle-même, un changement pour lequel une transformation s'opère. Les enjeux environnementaux nous obligent

aujourd'hui à modifier nos organisations pour nous adapter aux nouvelles conditions écologiques.

Les outils de la conduite de projet sont nécessaires pour acquérir la compétence *changement* mais ils ne seront pas suffisants pour transformer l'organisation et lever les résistances au changement qui ne manqueront pas d'apparaître. Comme le souligne Françoise Kourilsky, « la conduite du changement n'est pas une science, comme elle ne peut, non plus, être réduite à une série de techniques aussi sophistiquées soient-elles, car rien dans ce domaine n'est vraiment reproductible ». Bien que la modification d'une organisation soit inconfortable, le changement ouvre de nouveaux espaces. « Le management du changement fait donc fortement appel aux capacités de vision et de synthèse, d'intuition et de créativité, pour libérer le champ des possibles. » (Kourilsky, 2022, p. 96).

Au-delà des outils de conduite de projet, la montée en compétences psychosociales²⁰ est essentielle pour la gestion du changement dans une organisation. Dix compétences psychosociales sont présentées par l'Organisation mondiale de la santé (1993) dans un rapport sur la formation auprès des jeunes et l'impact de ces compétences en termes de santé, de bien-être et de comportement social. Ces dix compétences sont : savoir prendre des décisions, savoir résoudre les problèmes, savoir se faire comprendre, être habile dans les relations, avoir une pensée critique, avoir une pensée créative, se connaître soi-même, avoir de l'empathie pour les autres, savoir gérer le stress, savoir gérer ses émotions. L'OMS montre notamment l'importance du travail en équipe et de la capacité à débattre. Cela rejoint ainsi la compétence *collective* présentée précédemment.

Conclusion

L'acquisition des cinq domaines de compétences que sont une approche systémique, prospective et collective, complétée par une responsabilité et une éthique de projet et d'une capacité de changement est essentielle pour tout agent. Selon Tardif (2006), une compétence est un savoir-agir complexe qui s'appuie sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'un ensemble de ressources internes et externes dans une famille de situations. Autrement dit, dans un ensemble de situations qui partagent des caractéristiques communes, l'exercice de la compétence repose sur une variété de connaissances, de savoir-faire, d'attitudes, de postures dans lesquels la personne va puiser de façon pertinente (c'est-à-dire intégrative et combinatoire) pour faire face à la situation. La compétence implique également de savoir faire appel à des ressources externes telles que des documents, des

18. Cf. l'interview de Souleymane Bachir Diagne et Catherine Bastien, par Sabine Duvaleix. « Dialogue entre philosophie et sciences : traduction du vivant pour une transformation de l'humanité », dans ce numéro.

19. Cf. l'article de Bonnin, I. et Huard, F. « La méthode "ACT pas à pas" de l'ADEME : une démarche socle de la stratégie bas carbone d'INRAE », dans ce numéro.

20. « La compétence psychosociale est la capacité d'une personne à faire face efficacement aux exigences et aux défis de la vie quotidienne. Il s'agit de la capacité d'une personne à maintenir un état de bien-être mental et à le manifester par un comportement adaptatif et positif dans ses interactions avec autrui, sa culture et son environnement » (WHO, 1993).

outils, ou des personnes qui pourront jouer un rôle clé complémentaire. Aussi le degré de maîtrise des cinq domaines de compétences peut varier selon le métier de chacun. Les attentes seront ainsi différentes pour un responsable RSE, un encadrant de proximité, ou par exemple un acheteur.

Il est de la responsabilité de chacun de se sensibiliser aux enjeux sociétaux et de prendre conscience de la pluralité des valeurs qui existent sur la nature, et de celle des institutions de leur proposer de se former. La formation est un des leviers pour apprendre à intégrer la durabilité dans ses pratiques professionnelles et monter en compétences dans ces domaines, le partage d'expérience avec des pairs et des personnes ayant d'autres expertises en est un moyen. Par ailleurs, la compétence est par nature développementale (son développement n'est jamais achevé), contextuelle (elle s'exerce dans des contextes

qui orientent l'action) et évolutive (elle peut s'enrichir de nouvelles ressources et de nouvelles situations sans que sa nature ne soit compromise). Il est par conséquent nécessaire que la formation s'inscrive dans une logique d'apprentissage tout au long de la vie. ■

Remerciements

L'auteure remercie pour leurs précieux commentaires Armelle Carnet, Claire Coudrin, Christine Vandenkoornhuyse, ainsi que les relecteurs de la revue.

Références

- Anderson, C. B., Athayde, S., Raymond, C. M., Vatn, A., *et al.* (2022). Chapitre 2 : Conceptualizing the diverse values of nature and their contributions to people. Dans Balvanera, P., Pascual, U., Christie, M., Baptiste, B., et González-Jiménez, D. (dir.). *Methological Assessment Report on the Diverse Values and Valuation of Nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6493134>
- Bianchi, G., Pisiotis, U., Cabrera Giraldez, M. (2022). *GreenComp. Le cadre européen des compétences en matière de durabilité*. Bacigalupo, M., Punie, Y. (éd.). Office des publications de l'Union européenne. doi:10.2760/17791, JRC128040.
- COMETS (2022). Avis n° 2022-43. Intégrer les enjeux environnementaux à la conduite de la recherche – Une responsabilité éthique. <https://comite-ethique.cnrs.fr/avis-du-comets-integrer-les-enjeux-environnementaux-a-la-conduite-de-la-recherche-une-responsabilite-ethique>
- David, P. A. (1985). Clio and the Economics of QWERTY. *The American economic review*, 75(2), 332-337.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., *et al.* (2015). The IPBES Conceptual Framework—Connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002>
- Fanning, A. L., O'Neill, D. W., Hickel, J., & Roux, N. (2022). The social shortfall and ecological overshoot of nations. *Nature sustainability*, 5(1), 26-36. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00799-z>
- Grumbach, S., & Hamant, O. (2020). How humans may co-exist with Earth? The case for suboptimal systems. *Anthropocene*, 30, 100245.
- Hong, L., Dumond, M., Zhu, M., Tsugawa, S., *et al.* (2018). Heterogeneity and Robustness in Plant Morphogenesis: From Cells to Organs. *Annual review of plant biology*, 69(1), 469-495. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042817-040517>
- Kourilsky, F. (2022). *Du désir au plaisir de changer. Coaching et management du changement* (5^e éd.). Dunod.
- Mulnet, D., Majou, G., Fortin, E., Leroy, C. (2016). *Guide Compétences développement durable et responsabilité sociétale*. Rapport du groupe technique CPU/CGE. https://www.cti-commission.fr/wp-content/uploads/2022/11/guide_compétences_dd_et_rs.pdf
- Pascual, U., Balvanera, P., Anderson, C. B., Chaplin-Kramer, R., *et al.* (2023). Diverse values of nature for sustainability. *Nature*, 620(7975), 813-823. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06406-9>
- Raworth, K., & Bury, L. (2018). *La Théorie du Donut. Les sept principes qui régissent l'économie au xxi^e siècle*. Plon.
- Secrétariat général à la planification écologique (SGPE) (2025). *Planifier l'encapacitation des acteurs de la transition écologique*. Consulté le 4 juin 2025 sur: <https://www.info.gouv.fr/upload/media/content/0001/13/488edc58e71fe819854e89eeaa2c09e-5de38aa56.pdf>
- Tardif, J. (2006). *L'Évaluation des compétences. Documenter le parcours de développement*. Chenelière Éducation.
- World Health Organization (1993). *Life skills education in schools* (WHO/MNH/PSF/93.A Rev. 1). https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/63552/WHO_MNH_PSF_93.7A_Rev.2.pdf



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Se former tout au long de la vie : une réponse individuelle et collective aux défis environnementaux et sociétaux

Walter Bonomo¹
Philippe Lenoir¹
Nastaran Manouchehri²
Karim Rigalma¹

CORRESPONDANCE

karim.rigalma@inrae.fr

RÉSUMÉ

Dans un contexte de transitions multiples, INRAE mobilise la formation tout au long de la vie comme levier stratégique pour accompagner ses évolutions écologiques, sociales et organisationnelles. Son plan de développement des compétences 2023-2025 intègre les enjeux de responsabilité sociétale et environnementale (RSE) dans une approche co-construite, inclusive et territorialisée. Deux dispositifs structurent l'offre : un parcours certifiant pour les acteurs engagés dans la politique RSE d'INRAE, et une formation « 100 % RSE » à destination de tous les agents. Ces actions favorisent la reconnaissance individuelle des compétences au service de l'action collective. Depuis près de trente ans, INRAE déploie également une politique d'accompagnement managérial structurante, intégrant la RSE pour soutenir les compétences, les dynamiques collectives et les transformations en cours. Ainsi, la politique de formation contribue pleinement à l'émergence d'une culture de la durabilité et de la coopération, essentielle à une recherche publique exemplaire et résiliente.

MOTS-CLÉS

Formation tout au long de la vie ; développement des compétences ; ingénierie de parcours ; accompagnement managérial ; culture de durabilité

¹ INRAE, DRH, FTLV, 75007, France.

² INRAE, DRH, MO, 75007 Paris, France.

Lifelong learning at INRAE: an individual and collective response to environmental and societal challenges

Walter Bonomo¹
Philippe Lenoir¹
Nastaran Manouchehri²
Karim Rigalma¹

CORRESPONDENCE

karim.rigalma@inrae.fr

ABSTRACT

In a context of multiple transitions, INRAE is leveraging lifelong learning as a strategic driver to support its ecological, social, and organizational transformation. The 2023–2025 Skills Development Plan integrates corporate social responsibility (CSR) into a co-constructed, inclusive, and locally anchored approach. The training offer is structured around two programmes: a certification track for staff involved in the Institute's CSR policy, and a “100% CSR” programme aimed at all employees. These initiatives promote individual skills recognition in support of collective action. For nearly thirty years, INRAE has also implemented a structured managerial support policy that integrates CSR to strengthen leadership capabilities, foster collective dynamics, and support institutional change. In doing so, the training policy of INRAE actively contributes to the emergence of a culture of sustainability and cooperation – essential to a resilient and exemplary public research system.

KEYWORDS

Lifelong learning; skills development; learning pathway design; managerial support; culture of sustainability

¹ INRAE, DRH, FTLV, 75007, France.

² INRAE, DRH, MO, 75007 Paris, France.

Introduction

Dans un contexte de transitions multiples (écologiques, numériques, sociales), les organisations sont appelées aujourd'hui à repenser en profondeur leurs modes de fonctionnement, leurs métiers et les compétences qui leur sont associées. INRAE, notamment à l'occasion de la création du nouvel établissement en 2020, a fait le choix de placer le développement des compétences au cœur de sa stratégie pour accompagner son évolution et s'ancrer dans son environnement.

Le plan de développement des compétences, déployé par l'institut depuis lors, se distingue par son originalité : il ne se limite pas à une réponse technique aux besoins « classiques » et récurrents de formation, mais s'inscrit dans une dynamique plus globale d'évolution, en cohérence avec les objectifs politiques et scientifiques d'INRAE 2030 et des valeurs portées par sa politique RSE. En investissant durablement dans la formation tout au long de la vie, INRAE renforce l'employabilité de ses personnels, encourage l'innovation managériale, soutient la qualité de vie au travail, et promeut *de facto* l'inclusion et la durabilité dans ses pratiques.

Ce plan de développement des compétences, dont l'élaboration a été largement co-construite au cœur de l'organisation matricielle de l'institut, encourage à tous les niveaux, de manière transversale, l'appropriation des enjeux de RSE. Il favorise des pratiques managériales plus inclusives et responsables et développe une culture autour de la transformation des métiers et de la nécessaire émergence d'une ingénierie de parcours individuelle et collective.

La promotion soutenue d'une culture de l'apprentissage continu est un marqueur RSE très fort et partagé au sein d'INRAE. Elle constitue un levier puissant dont les agents et les collectifs se saisissent pour répondre aux nombreux défis scientifiques, pour une science adossée à une réelle dynamique d'appui des directions et services.

Comment INRAE a mobilisé la FTLV pour soutenir sa politique RSE ?

Le plan de développement des compétences 2023-2025 d'INRAE s'est fortement appuyé sur un axe nouveau dans sa politique de formation : INRAE et Société, où la RSE tient une place centrale, un pivot singulier qui irrigue de nombreux programmes et objectifs de formation. Cet axe vise notamment à sensibiliser et former les agents aux enjeux du développement durable, de l'éthique, de la science ouverte et de l'expertise au service des politiques publiques. Cet axe s'inscrit dans une stratégie portée par la DRSE, en lien étroit avec le pôle Formation tout au long de la vie au sein de la DRH (FTLV), qui accompagne la mise en œuvre opérationnelle de la politique RSE à l'échelle nationale.

Des actions concrètes ont rapidement été engagées, telles que :

- la formation des responsables RSE de centres, co-construite avec Nantes Université, pour renforcer leurs compétences spécifiques ;

- le déploiement du système de management environnemental (SME) avec des formations spécifiques pour les directeurs d'unité (DU), directeurs d'unité adjoints (DUA) et correspondants SME ;
- l'organisation de webinaires et de matinales thématiques pour offrir une vision globale du développement durable avec une approche multidisciplinaire.

Dans le même temps, le plan de transformation écologique de l'État, à travers la circulaire 6425-SG du 21 novembre 2023 (Premier ministre, 2023), fixe l'un de ses 15 engagements sur la formation de tous les agents de la fonction publique à la transition écologique, ce qui a donné lieu à la création d'un programme spécifique du plan de développement des compétences. Ce programme est décliné en offres de formation ciblées.

Dans sa structure et plus globalement, ce plan vise à renforcer les capacités individuelles à comprendre, à intégrer puis à diffuser les dimensions RSE dans les pratiques professionnelles, tout en soutenant les dynamiques collectives par le développement de communautés de pratiques, l'interdisciplinarité ou encore l'hybridation des modalités pédagogiques.

Dans une logique de reconnaissance formelle des acquis, INRAE a mis en place un dispositif structuré de valorisation des compétences en matière de RSE, s'appuyant sur l'attribution d'Open Badges et, pour certains parcours, sur la délivrance d'une certification universitaire.

Le pôle FTLV en lien avec le réseau métier des responsables formations en proximité dans les territoires, joue un rôle central en structurant une offre de formation accessible à tous les agents, quels que soient leur statut et leur métier. En 2025, une attention particulière est portée à des publics définis comme prioritaires, tels que les jeunes recrutés, les seniors et les techniciens de recherche. Ces choix contribuent à mieux intégrer et accompagner les agents tout en renforçant l'attractivité de l'établissement qui investit tout naturellement sur sa culture « employeur ».

En somme, la FTLV à INRAE est conçue comme un outil de transformation responsable, aligné sur les objectifs du plan d'action RSE 2021-2025, notamment via la priorité n° 2, « Assurer la cohérence entre la recherche menée au sein de l'Institut, son fonctionnement et les pratiques de travail », et plus spécifiquement l'action 2.4.3, « Concevoir un plan de développement des compétences impactant les métiers de l'Institut » sur les enjeux de durabilité.

La FTLV au cœur de la DRH, soutenue par un réseau métier, au plus près des agents, dans leur écosystème territorial, accompagne pleinement la dynamique de transformation. À INRAE, la formation ne peut se résumer à une obligation réglementaire : elle est pensée comme un outil de transformation responsable, au service d'une recherche ouverte, éthique et engagée.

Comment INRAE a accompagné les acteurs de la RSE ?

À l'heure où les enjeux écologiques (Merzaux, 2023) et les besoins de transformation s'intensifient, INRAE affirme son engagement en proposant une offre de formation RSE ambitieuse, conçue pour embarquer l'ensemble de ses agents dans une dynamique de transformation collective. La formation joue ici un rôle structurant : mobiliser, acculturer et faire coopérer les agents autour de la transition écologique et sociale. Structurée autour de deux volets complémentaires – un parcours RSE pour approfondir les enjeux et outiller les collectifs, et la formation « 100 % RSE » à destination de tout agent – cette offre constitue un levier stratégique au service de la RSE.

Le parcours RSE : accompagner et renforcer les collectifs engagés

Le parcours RSE est le fruit d'une coopération exemplaire avec Nantes Université et la start-up Open Lande, qui associe excellence académique, innovation sociale et ancrage territorial, en proposant une approche pédagogique adaptée aux réalités professionnelles des agents.

Destiné aux agents qui portent ou accompagnent des démarches RSE (référents et responsables RSE, responsables d'unité ou de service, pilotes de projets transversaux...), le parcours s'appuie sur une logique de projets concrets portés par les participants. Chaque participant mobilise les apports de la formation pour initier, consolider ou faire évoluer un projet en lien avec les enjeux RSE dans son environnement professionnel.

Le parcours est structuré en blocs de compétences et débouche sur une certification universitaire délivrée par Nantes Université. Il se compose de :

- 4 modules de 2 jours ;
- des sessions intercalaires de suivi de projet, facilitant le lien entre apprentissages et mise en œuvre concrète ;
- des webinaires thématiques, permettant d'approfondir certains sujets au choix des participants.

Cette approche permet :

- de développer une expertise en conduite de projet dans une démarche de formation-action ;
- de renforcer les dynamiques locales au sein des centres par l'identification et la mobilisation des parties prenantes pertinentes ;
- de contribuer à développer une vision stratégique partagée articulée avec des projets de terrain concrets.

Le parcours constitue ainsi un levier d'alignement entre les initiatives locales et les orientations stratégiques d'INRAE, au service d'une transition écologique portée collectivement.

La formation « 100 % RSE » à destination de tous les agents : créer un socle commun... et se distinguer

L'administration française est désormais tenue de sensibiliser et de former l'ensemble de ses agents aux enjeux de la transition écologique. Cette exigence repose sur un cadre juridique et stratégique clair. La loi n° 2019-828 du 6 août 2019 (République française, 2019) de transformation de la fonction publique réaffirme le rôle central de la formation tout au long de la vie, en l'élargissant aux défis contemporains tels que la transition écologique.

Le décret n° 2022-1043 du 22 juillet 2022 (République française, 2022) vient renforcer cette orientation en précisant que les parcours de formation doivent permettre l'acquisition de compétences adaptées aux missions de service public, notamment en matière de responsabilité sociétale.

Plus récemment, la circulaire du 21 novembre 2023 (Premier ministre, 2023) relative à l'obligation de formation à la transition écologique dans la fonction publique a fixé un cap clair : d'ici à 2027, tous les agents publics devront avoir été formés sur ces enjeux. Cette sensibilisation est considérée comme un levier incontournable pour accélérer les dynamiques d'écoresponsabilité et de transformation durable dans les administrations.

Ces textes s'appuient sur plusieurs documents stratégiques de référence : Stratégie de transition pour le développement durable (ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, 2023), le plan climat-biodiversité et transition écologique de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2023a) ainsi que le référentiel Développement durable et Responsabilité sociétale (DD&RS), qui a été co-construit par les établissements de l'enseignement supérieur et de la recherche et des représentants étudiants (ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2023b). Tous ces textes appellent à une intégration systématique de la RSE dans les politiques de ressources humaines, et tout particulièrement dans les parcours de formation.

C'est dans ce cadre que s'inscrit le parcours « 100 % RSE » proposé à l'ensemble des agents d'INRAE, contribuant à une prise de conscience individuelle et collective, au service d'une action publique exemplaire et durable. L'institut se distingue par :

- l'amplitude de son offre, pensée pour répondre à la diversité des métiers et des contextes ;
- l'introduction d'un système de reconnaissance des acquis via des Open Badges, valorisant les compétences développées, notamment en lien avec les mobilités ou évolutions professionnelles.

Cette formation permet :

- d'acquérir les bases de la RSE de manière simple, contextualisée et engageante ;
- de comprendre les liens entre ses missions quotidiennes et les enjeux de durabilité ;
- de développer une culture de la RSE, socle d'un changement systémique.

Cette offre va bien au-delà de la transmission de connaissances. Elle vise à outiller les collectifs de travail pour qu'ils deviennent pleinement acteurs de la transition, dans une logique de coopération, de responsabilisation et d'intelligence collective. En misant sur des formats hybrides, évolutifs et participatifs, INRAE fait de la formation un véritable levier de transformation environnementale, au service d'organisations plus résilientes, responsables et apprenantes.

Des managers responsables : quels accompagnements ?

L'accompagnement managérial ancré dans la culture d'INRAE depuis trente ans

L'accompagnement managérial sous forme d'actions de formation ou d'accompagnement sur mesure est une responsabilité sociétale de l'employeur ancrée dans la culture d'INRAE depuis 1996 pour soutenir l'engagement managérial à toutes les échelles (encadrants de proximité, directeurs d'unité, encadrement supérieur) au service de la réussite collective et de l'épanouissement individuel. L'offre de l'accompagnement managérial d'INRAE intègre la diversité des parcours et des fonctions managériales pour :

- soutenir les problématiques managériales en fonction du contexte : différents thèmes sont abordés dans ce cadre comme le management hybride, les outils managériaux pour accompagner le parcours des agents, l'animation participative, la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC), les parcours spécifiques aux différents publics de managers, la sensibilisation aux fonctions managériales, l'accompagnement des situations complexes et l'accompagnement aux changements ;
- faire émerger une communauté managériale en renforçant la dynamique collective et les échanges entre pairs pour différentes typologies de fonction managériale (encadrants de proximité, directeurs d'unité, encadrement supérieur) ;
- accompagner le déploiement des politiques institutionnelles en sensibilisant les managers au sens de l'action publique, à l'intégrité scientifique, au règlement général sur la protection des données (RGPD), à l'égalité/diversité et à la RSE.

La RSE : une thématique présente dans les différentes actions d'accompagnement managérial

La politique RSE d'INRAE et son déploiement sont au cœur des dispositifs d'accompagnement managérial. Les parcours de formation des managers intègrent plusieurs actions concrètes, parmi lesquelles :

- un kiosque de sensibilisation aux enjeux de la RSE au séminaire de prise de fonction et initiation à l'exercice des nouveaux directeurs d'unité ;
- des ateliers RSE et risques psychosociaux (mise en situation sur la gestion du risque environnemental et la gestion des risques psychosociaux) au séminaire d'exercice de la fonction/approfondissement destiné aux directeurs d'unité ;
- un accompagnement des unités dans le cadre des évaluations du Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur, pour une meilleure intégration et valorisation des enjeux RSE dans la trajectoire scientifique des unités ;
- un parcours « manager la diversité » en cours de construction (où comment faire collectif avec nos différences ?) ;
- une séquence de sensibilisation inter-organismes nationaux de recherche (INRAE, CNRS, INRIA, INSERM, CEA) sur le management de la diversité ;
- la conception à venir d'un parcours RSE spécifique pour les managers à l'horizon 2026.

Au-delà de ces sessions de formation, le pôle Management et organisation de la DRH pilote un réseau de consultants internes pour accompagner les managers et leurs collectifs à leur demande lors de changements stratégiques, organisationnels et managériaux dans un contexte de transition, d'évolution du paysage de l'enseignement supérieur et de la recherche et des nouvelles orientations stratégiques RSE d'INRAE.

Conclusion

À travers son engagement en faveur de la formation tout au long de la vie, INRAE affirme que le développement des compétences de ses agents constitue un levier stratégique pour accompagner les transitions écologiques, sociales et organisationnelles. L'approche portée conjointement par le pôle Formation tout au long de la vie et le pôle Management et organisation repose sur une dynamique de co-construction, un fort ancrage territorial et la reconnaissance des acquis. Elle s'inscrit pleinement dans les valeurs de RSE défendues par l'institut.

En outillant les individus, en soutenant les collectifs et en accompagnant les managers, la politique de formation d'INRAE agit à la fois comme révélateur des mutations à l'œuvre et comme catalyseur de l'action. Dans un monde en transition, elle contribue à faire émerger une culture de la durabilité, de l'ouverture et de la coopération, en tant que fondements nécessaires à la résilience et à l'exemplarité de la recherche publique. ■

Références

Merzaux, J. (2023). Le GIEC, urgence climat. Le rapport incontestable expliqué à tous de Sylvestre Huet. *Revue internationale et stratégique*, 132(4), 152-153. <https://doi.org/10.3917/ris.132.0152>

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (2023a). *Plan climat-biodiversité et transition écologique de l'Enseignement supérieur et de la Recherche*. République française. Consulté le 15 juin 2025 sur <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/plan-climat-biodiversite-et-transition-ecologique-de-l-enseignement-superieur-et-de-la-recherche-91292>

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (2023b). *Focus sur le label DD&RS dans l'enseignement supérieur et la recherche*. République française. Consulté le 15 juin 2025 sur <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/label-ddrs-developpement-durable-et-responsabilite-societale>

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (2023). *Stratégie de transition pour le développement durable*. République française. Consulté le 15 juin 2025 sur <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/strategie-transition-developpement-durable>

Premier ministre (2023). Circulaire n° 6425-SG du 21 novembre 2023 relative à l'obligation de formation à la transition écologique dans la fonction publique. *Journal officiel de la République française*. Consulté le 15 juin 2025 sur <https://www.legifrance.gouv.fr/circulaire/id/45511>

République française (2019). Loi n° 2019-828 du 6 août 2019 de transformation de la fonction publique. *Journal officiel de la République française*. Consulté le 15 juin 2025 sur <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000038889182>

République française (2022). Décret n° 2022-1043 du 22 juillet 2022 relatif à la formation et à l'accompagnement personnalisé des agents publics en vue de favoriser leur évolution professionnelle. *Journal officiel de la République française*. Consulté le 15 juin 2025 sur <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000046083043>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Méthodologie de construction d'un outil de reporting du Plan d'Action Responsabilité Sociétale et Environnementale (PA RSE)

Elsa Boromée¹

CORRESPONDANCE

elsa.boromee@inrae.fr

RÉSUMÉ

Dans le cadre de sa stratégie RSE 2030, INRAE a développé un outil de reporting interne pour suivre la mise en œuvre de son Plan d'Action RSE (PA RSE) 2021-2025. Actuellement en cours de stabilisation, cet outil, prend la forme d'un tableau de bord fondé sur le référentiel Développement Durable et de Responsabilité Sociétale (DD&RS). Il vise deux objectifs : un objectif stratégique, pour piloter et valoriser la performance RSE, et un autre opérationnel, pour centraliser, fiabiliser et analyser les données issues des différentes unités de l'institut. Le tableau de bord articule les actions du PA RSE avec les cinq axes du référentiel DD&RS, facilitant leur suivi et la préparation à une future labellisation. Il intègre également les exigences RSE de la circulaire Service Public Écoresponsable (SPE) et du Contrat d'Objectifs, de Moyens et de Performance (COMP). Des ajustements sémantiques et structurels ont été réalisés pour mieux refléter les réalités d'INRAE, notamment l'ajout d'un volet « numérique responsable » et la révision du champ « biodiversité ». La sélection des indicateurs repose sur leur pertinence, la faisabilité de leur collecte et leur qualité de mesure. Une attention particulière est portée à la cohérence interannuelle des données. Malgré certaines limites liées à l'évolution législative et à la couverture incomplète de ces documents de références, cet outil constitue un premier levier stratégique pour soutenir la démarche RSE de l'institut. Enfin, il positionne favorablement INRAE pour la labellisation DD&RS dès que celle-ci sera accessible aux organismes de recherche.

MOTS-CLÉS

Responsabilité sociale et environnementale ; plan d'action RSE ; reporting RSE ; référentiel DD&RS

¹ INRAE, Pôle ACCOVAL, DRSE, 97170 Petit-Bourg, Guadeloupe.

Methodology for developing a reporting tool for the Social and Environmental Responsibility Action Plan (SER Action Plan)

Elsa Boromé¹

CORRESPONDENCE

elsa.boromee@inrae.fr

ABSTRACT

As part of its 2030 Corporate Social Responsibility (CSR) strategy, INRAE has developed an internal reporting tool to monitor the implementation of its 2021–2025 SER Action Plan (SER AP). Currently being finalized, this tool takes the form of a dashboard based on the Sustainable Development and Social Responsibility framework (SD&SR). This tool serves two main purposes: a strategic one to guide and highlight INRAE's SER performance, and an operational one to centralize, secure, and analyze data from the institute's various units. The dashboard aligns the actions of the SER AP with the five axes of the SD&SR framework, facilitating monitoring and preparing for future certification. It also incorporates SER requirements: the "Service Public Eco-responsible" circular and the Objectives, Resources, and Performance Contract. Semantic and structural adjustments have been made to better reflect INRAE's context, notably by including a «responsible digital» component and revising the «biodiversity» scope. Indicator selection is based on relevance, feasibility of data collection, and measurement quality, with special attention paid to year-on-year consistency. Despite some limitations due to evolving regulations and partial alignment with existing frameworks, the tool is one of the strategic lever to structure, manage, and enhance INRAE's SER approach. It also positions the institute well for SD&SR certification as soon as it becomes available to research organizations.

KEYWORDS

Social and environmental responsibility; SER Action Plan; SER Reporting; Sustainable Development and Social Responsibility Framework (SD&SR)

¹ INRAE, Pôle ACCOVAL, DRSE, 97170 Petit-Bourg, Guadeloupe.

Introduction

Avec la création, au 1^{er} octobre 2021, d'une Direction responsabilité sociétale et environnementale (DRSE), INRAE s'est engagé à faire évoluer ses pratiques afin de contribuer à atteindre les Objectifs de Développement Durable (ODD) d'ici 2030. En cohérence avec la stratégie INRAE 2030, la démarche RSE vise à répondre, de manière systémique, aux enjeux du développement durable au sein de l'Institut, à travers un plan d'action ambitieux : le plan d'action RSE (PA RSE).

Ce premier plan, établi pour la période 2021-2025, s'articule autour de quatre priorités structurantes :

- Déployer une organisation garante de la mise en œuvre de la stratégie RSE d'INRAE.
- Assurer la cohérence entre la recherche menée au sein de l'Institut, son fonctionnement et les pratiques de travail.
- Evaluer et maîtriser l'impact environnemental des activités de l'Institut pour en réduire les effets négatifs et accroître les effets positifs.
- Affirmer une politique sociale porteuse de sens et favorisant une qualité de vie au travail améliorée – un employeur engagé dans sa responsabilité sociétale.

Le plan d'action RSE s'appuie sur le référentiel national Développement Durable et Responsabilité Sociétale (DD&RS). En effet, bien que ce référentiel ait été conçu à l'origine pour les établissements d'enseignement supérieur et de recherche, les organismes nationaux de recherche (ONR) sont également encouragés à le renseigner. C'est pourquoi il est nécessaire de le faire évoluer pour mieux prendre en compte les spécificités des ONR. INRAE, pour sa part, s'est engagé, auprès du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, en tant que pilote parmi les ONR, à mettre en œuvre ce dispositif au sein de l'Institut.

Afin de rendre compte de l'état d'avancement du plan d'action RSE au Conseil d'administration et au Collège de Direction, un outil de reporting RSE interne a été construit sous la forme d'un tableau de bord synthétique. Actuellement en cours de stabilisation, cet outil revêt deux enjeux principaux. Un enjeu stratégique d'abord, car l'outil développé doit permettre, à la fois, de mesurer et piloter la performance de la démarche RSE INRAE, et de valoriser cette démarche auprès des parties prenantes en communiquant clairement sur les performances et impacts des actions menées. Un enjeu opérationnel ensuite, car la mise en œuvre de l'outil nécessite d'organiser et de fiabiliser la collecte des données ainsi que de consolider et centraliser les informations provenant de différentes sources ; l'objectif étant *in fine* de communiquer de façon transparente sur l'ensemble des indicateurs relatifs au suivi des actions engagées, tout en facilitant l'identification des axes d'amélioration.

Notre outil de reporting RSE interne doit ainsi offrir à la gouvernance une vision claire et actualisée des avancées en matière de RSE, pour faciliter les prises de décision d'évolution et d'ajustement. À chaque actualisation, il devra permettre à la DRSE de suivre de façon concrète la mise en œuvre des actions.

Par ailleurs, INRAE doit se conformer aux exigences de reporting en matière de RSE référencées dans d'autres documents de référence, tels que le Service Public Écoresponsable (SPE) et le Contrat d'Objectifs, de Moyens et de Performance (COMP). L'outil de reporting devra, également, nous aider à renseigner ces derniers en évitant les doublons.

Cet article présente la méthodologie de conception de cet outil en s'appuyant sur les apports du référentiel DD&RS. Il détaille également son adaptation aux exigences d'autres référentiels internes et externes et souligne les enjeux liés à la collecte et à la fiabilisation des données.

Méthodologie de construction de l'outil de reporting

Les apports du référentiel Développement Durable et de Responsabilité Sociétale (DD&RS)

Au sein du pôle Accompagnement au changement et Valorisation, un groupe de travail a été mis en place pour structurer un outil interne de reporting. Après avoir défini ses objectifs et les acteurs concernés, la première étape a consisté à choisir un support adapté pour élaborer la trame du tableau de bord. L'utilisation du référentiel DD&RS s'est rapidement imposée.

Les principales décisions de ce groupe de travail ont été de :

- Construire une trame de tableau de bord reprenant les cinq axes du référentiel DD&RS : gouvernance, formation, recherche & innovation, environnement et social.
- Mettre en correspondance le plan d'action RSE INRAE avec le référentiel DD&RS en identifiant, pour chaque action du PA RSE, les items correspondants. Une même action inscrite au PA RSE peut ainsi contribuer à plusieurs items du référentiel DD&RS.

Le groupe de travail a également identifié les acteurs internes à mobiliser pour chacune des thématiques du référentiel DD&RS (73 items) et mené des entretiens pour établir cette correspondance. Les échanges avec ces acteurs ont permis de définir des objectifs, des cibles et des indicateurs pour chaque action du PA RSE ainsi que d'ajuster le développement de l'outil.

En plus d'assurer le suivi du PA RSE, cette mise en correspondance permettra de préparer le dossier de labellisation DD&RS¹ d'INRAE. En effet, cette labellisation repose sur un audit documentaire pendant lequel sont passés en revue, pour chaque

1 Label DD&RS : Le référentiel DD&RS, qui est éligible à une labellisation, permet une reconnaissance officielle de nos engagements en faveur du développement durable et de la responsabilité sociétale.

item du référentiel DD&RS, les objectifs, les cibles, les indicateurs et la preuve de l'engagement. En centralisant l'ensemble de ces informations dans le tableau de bord interne, nous facilitons la préparation et la justification des éléments nécessaires à l'audit.

Enfin, le référentiel DD&RS dispose d'une trame d'autodiagnostic permettant, aux établissements qui le renseignent, de situer le niveau de maturité des démarches engagées². Ainsi, la collecte des données quantitatives et qualitatives pour alimenter le tableau de bord permet de renseigner la trame de l'autodiagnostic du référentiel DD&RS. Cette trame renseignée permet à la DRSE d'évaluer les progrès réalisés et d'identifier les axes d'amélioration pour faire progresser la RSE dans l'institut.

Les apports de la circulaire Service Public Écoresponsable (SPE) et du Contrat d'Objectifs, de Moyens et de Performance (COMP)

En plus du suivi du référentiel DD&RS, INRAE établit deux reportings RSE annuels afin de se conformer à la fois à une exigence interne : son Contrat d'Objectifs, de Moyens et de Performance (COMP) signé avec ses ministères de tutelle, et à une exigence externe : la Circulaire Service Public Éco-responsable (SPE). Afin de répondre aux exigences de l'ensemble des référentiels nécessitant un reporting sans surcharger nos équipes, il est donc essentiel de disposer d'un outil unique. Pour ce faire, le groupe de travail a engagé un deuxième processus de mise en correspondance entre le PA RSE et le référentiel SPE, puis entre le PA RSE et le COMP (uniquement sur l'axe RSE).

Lors de cette seconde phase, l'équipe s'est fixée pour objectif de limiter le nombre d'indicateurs ; ceux permettant de suivre les référentiels SPE et COMP – dont le suivi est obligatoire pour INRAE – ont été intégrés au tableau de bord. Toutefois, les indicateurs SPE et COMP ne couvrent pas tous les champs du PA RSE INRAE. Aussi, en complément, des indicateurs issus du référentiel DD&RS ont été retenus en accord avec les acteurs internes.

En retenant l'ensemble de ces indicateurs (SPE, COMP et compléments issus du DD&RS), il n'est pas nécessaire d'en construire de nouveaux pour le suivi du PA RSE. Leur intégration au tableau de bord facilite le suivi et favorise une remontée de données cohérente à l'attention des différentes parties prenantes (Ministères de tutelle, Ministère de la Transition écologique, etc.). Toutefois, pour certains indicateurs SPE qui ne nous ont pas semblé pertinents au regard du plan d'action RSE INRAE, nous avons ajouté des indicateurs complémentaires. À titre d'exemple, la circulaire SPE propose de suivre les trois indicateurs suivants :

- Nombre de trajets réalisé en avion
- Nombre de trajets aériens moyen par agent
- Évolution de la différence du nombre de trajet réalisé en avion entre l'année de référence 2019 et l'année N (en %).

Il nous a semblé nécessaire et pertinent de suivre également l'évolution de la part (en %) :

- des distances parcourues en avion dans le cadre des missions par rapport à l'année de référence 2019,
- des émissions de gaz à effet de serre émis en avions dans le cadre des missions par rapport à l'année de référence 2019.

L'inclusion des indicateurs complémentaires permet de mieux comprendre de l'impact environnemental des voyages aériens. Nous avons également fait le choix de suivre ces deux indicateurs complémentaires pour les missions effectuées en train et en voiture, ce qui permet d'obtenir une vue d'ensemble sur le recours à ces modalités de transport. Nous pouvons ainsi suivre le report modal vers des modes de déplacements moins polluants comme le train.

Le tableau de bord ainsi obtenu permet de suivre la mise en œuvre du PA RSE et de suivre la capacité d'INRAE à répondre aux exigences de la circulaire SPE et du COMP.

Les aménagements et les modifications du référentiel DD&RS

Le référentiel DD&RS s'adressant initialement aux établissements d'enseignement supérieur, pour la construction de notre tableau de bord, nous avons dû apporter plusieurs aménagements et modifications pour l'adapter aux spécificités du PA RSE d'INRAE.

Nous avons ainsi exclu certaines variables du périmètre de l'axe « enseignement et formation » non pertinente, car elle concerne la formation initiale d'apprenants, qui n'est pas une mission de l'Institut. Autre modification notable : nous avons ajouté un volet dédié au numérique responsable au tableau de bord. En effet, le référentiel DD&RS prend en compte l'impact du numérique exclusivement sous l'angle du traitement des déchets d'équipements électriques et électroniques. La modification que nous avons apportée, quant à elle, permet d'évaluer et de suivre les thèmes environnementaux et sociétaux liés à toutes les pratiques numériques de l'institut. Parmi les champs qui ont été ajoutés figurent par exemple : sensibiliser et former tous les agents aux usages responsables et sobres du numérique ou encore, favoriser une gestion responsable des données numériques.

Enfin, le champ relatif à la biodiversité a été révisé pour mieux refléter les engagements et les actions spécifiques d'INRAE en matière de préservation et de valorisation de la biodiversité. Dans le référentiel DD&RS, la biodiversité est abordée sous l'angle de la gestion durable des espaces vert et des aménagements extérieurs. L'item du référentiel « mettre en place une gestion durable et agir en faveur de la biodiversité (milieux naturels et cultivés, espaces paysagers et aménagés) sur les sites de l'établissement » a, ainsi, été reformulé comme suit : « mettre en place une gestion durable et agir en faveur de la biodiversité sur les sites de l'établissement ». De plus, le groupe de travail a décliné cet item suivant les 4 actions du PA RSE :

² Cinq niveaux d'auto-évaluation : prise de conscience, initiation, conformité DD&RS, maîtrise DD&RS, exemplarité DD&RS.

- accompagner aux changements de pratique dans la gestion des espaces verts ainsi que dans les travaux d'aménagement extérieurs bâtimentaires ;
- valoriser les recherches de l'institut en matière de biodiversité pour améliorer les pratiques internes ;
- développer une communication nationale sur la biodiversité ;
- inventorier et valoriser les actions en faveur de la biodiversité des implantations.

Sélection et fiabilisation des indicateurs

Avec le soutien des acteurs internes, un travail d'identification des indicateurs clés a été réalisé pour assurer le suivi de toutes les actions du PA RSE de l'institut.

Comme évoqué précédemment, le groupe de travail a choisi de retenir les indicateurs du COMP et de la circulaire SPE comme obligatoires et de les intégrer au tableau de bord du reporting. Cependant, ces indicateurs ne permettent pas de couvrir l'ensemble des actions du PA RSE, car ils concernent des champs bien spécifiques de la RSE (gaz à effet de serre, mobilité, alimentation, etc.). Pour couvrir les autres aspects, le groupe de travail a retenu des indicateurs issus du référentiel DD&RS ou des indicateurs déjà disponibles en interne, en accord avec les

acteurs internes interrogés. Les indicateurs ont été sélectionnés en fonction de leur capacité à suivre les impacts de l'institut et à mesurer l'efficacité des actions RSE. Les indicateurs stratégiques retenus doivent :

- permettre un suivi continu, idéalement annuel ;
- être suivis par des pilotes désignés, responsables de la collecte des données ;
- avoir une mesure de qualité satisfaisante, avec un degré d'incertitude précisé le cas échéant.

La fiabilité des données est essentielle pour un reporting efficace et fiable. Pour ce faire, pour chaque indicateur retenu, il a été nécessaire de construire une grille reprenant le périmètre de l'indicateur, les modalités de calcul de la mesure, la donnée de référence (si existante), etc. En cas de remontée de données incohérentes par rapport à la collecte des données des années précédentes, un feedback est mis en place auprès des acteurs internes pour obtenir la justification des écarts observés (par exemple, changement de périmètre, affectation ou réduction de moyens, etc.).

La figure 1 illustre les interactions et les liens entre les différents documents de référence et la construction du tableau de bord interne.

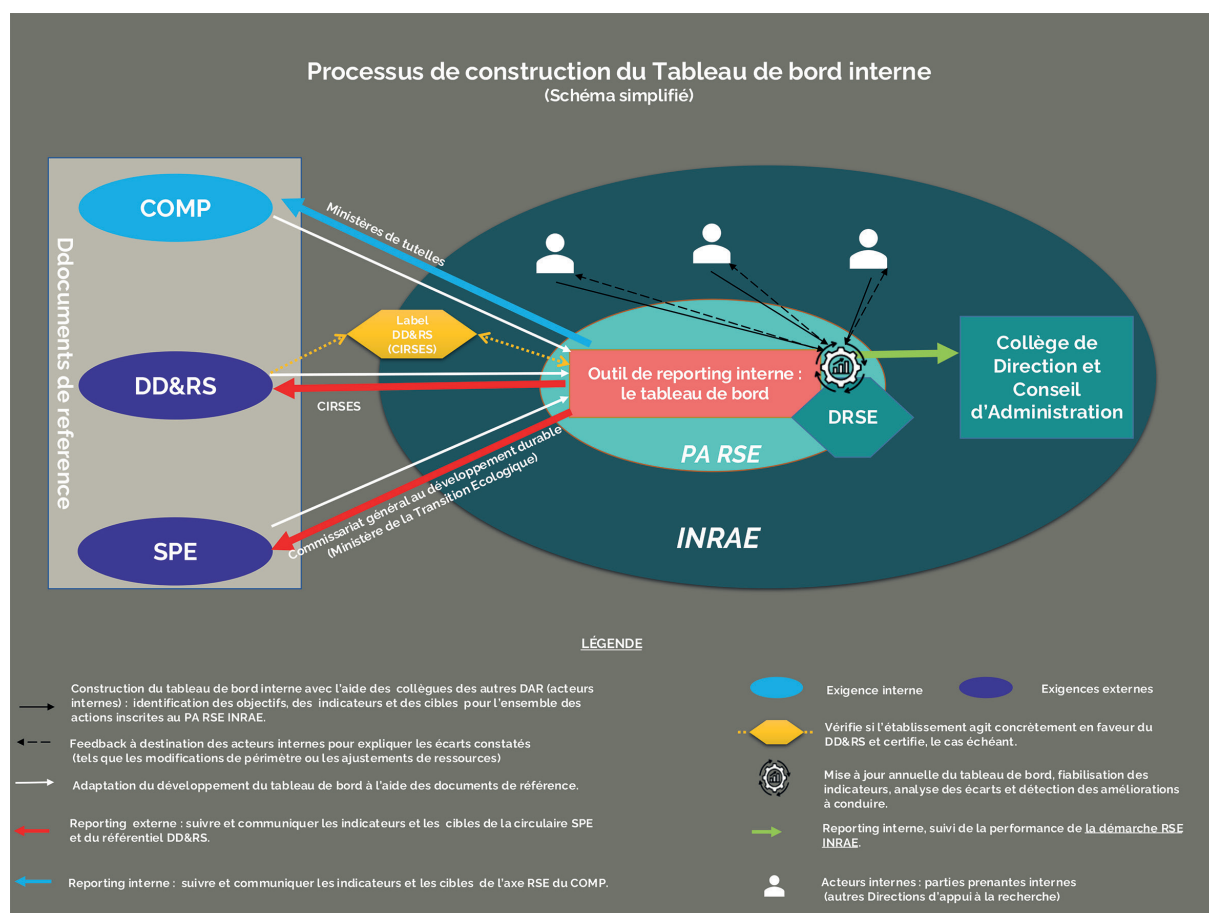


Figure 1. Vue d'ensemble de la méthodologie de construction de l'outil de reporting

Les limites liées aux documents de référence utilisés

Les documents de référence utilisés pour la construction de l'outil INRAE présentent certaines limites, notamment en raison de l'évolution constante des exigences du législateur. À titre d'exemple, depuis 2022, l'évolution de la circulaire SPE a engendré l'abandon et l'ajout de nouveaux indicateurs de suivi. Cette situation peut rendre difficile la mise en place d'un cadre stable pour le suivi des actions RSE et questionne le suivi des indicateurs SPE dans le temps.

Par ailleurs, dans certains cas, des indicateurs obligatoires imposés par les référentiels ne sont pas pertinents pour suivre les actions spécifiques listées dans le PA RSE. Cela nécessite une adaptation et une sélection rigoureuse des indicateurs pour qu'ils soient alignés avec nos objectifs internes.

Enfin, les trois documents de références utilisés, en particulier le COMP, ne couvrent pas l'ensemble des thèmes notés au PA RSE d'INRAE, ce qui n'est pas leur objectif initial. Cette couverture partielle des thèmes n'est pas un manque, mais simplement le reflet du fait que la démarche RSE d'INRAE s'attache à prendre en compte des sujets non traités par ces documents de références.

Conclusion

Grâce à l'adaptation du référentiel DD&RS et à l'intégration des exigences SPE et COMP, nous avons pu structurer un tableau de bord cohérent et complet, bien qu'il soit encore en cours de stabilisation. Le processus de construction de cet outil a nécessité des aménagements et des modifications pour mieux refléter les spécificités et les ambitions d'INRAE, notamment en ajoutant un volet dédié au numérique responsable, et en révisant le champ relatif à la biodiversité. D'autres aménagements sont encore nécessaires pour embrasser tous les champs du PA RSE d'INRAE. Ils impliquent la révision du référentiel DD&RS, axe « enseignement et formation » – révision indépendante d'INRAE – afin que l'outil soit plus adapté aux organismes de recherche.

La collecte et la fiabilisation des données constituent un défi majeur, mais grâce à l'implication des parties prenantes internes et à la mise en place d'un suivi rigoureux, nous sommes en mesure de garantir la pertinence et la qualité des informations recueillies. Les indicateurs stratégiques retenus permettent un suivi continu et précis, essentiel pour mesurer l'impact de nos actions et identifier les axes d'amélioration.

Cependant, des limites persistent, notamment en raison de l'instabilité des exigences législatives et de la pertinence variable des indicateurs obligatoires imposés dans les exigences de reporting RSE. Cela implique de rester vigilant afin que les adaptations portées à la trame de notre tableau de bord restent alignées avec notre stratégie. En dépit de ces limites, la méthodologie adoptée permet de surmonter ces difficultés.

L'outil de reporting RSE interne d'INRAE est un levier essentiel pour suivre et renforcer notre démarche RSE, valoriser nos engagements auprès des parties prenantes internes et externes et faciliter la prise de décisions éclairées. De plus, il positionne INRAE favorablement pour postuler à la labellisation DD&RS dès que ce dispositif sera ouvert aux organismes de recherche. ■



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Le dialogue social au cœur de la RSE

Le dialogue social au sein d'un institut comme INRAE désigne l'ensemble des négociations, consultations et échanges d'informations entre la direction générale et les agents. Il s'inscrit dans un cadre institutionnel et démocratique avec des instances dédiées, comme les conseils sociaux d'administration d'établissement ou spécialisés (dans les centres), les formations spécialisées en matière de santé, de sécurité et de conditions de travail, ou encore les conseils d'unité. L'administration est garante de l'équité, de la soutenabilité des décisions prises et du respect des textes réglementaires. Des groupes de travail thématiques sont également organisés, autant que de besoin, à tous les niveaux tant par les unités et les centres que par les départements scientifiques et les directions d'appui à la recherche. L'ensemble des acteurs et actrices de l'institut impliqués dans les instances et les groupes de travail, qu'ils soient élus par leurs pairs ou désignés par l'administration, s'attache à travailler au bénéfice du projet de l'institut et des agents qui y œuvrent. Les représentants des agents et de l'administration sont formés, autant que possible ensemble, afin de bien partager le cadre commun, favoriser la compréhension mutuelle et la cohésion sociale et dynamiser le dialogue social, indispensable au bon fonctionnement de l'institut.

Dans la suite de cet article, deux élus ont accepté de partager leur vision et leur engagement en matière de dialogue social.

Camille Michon

Directrice des ressources humaines d'INRAE

Interview d'Isabelle Champion, Secrétaire générale du syndicat CFTD-INRAE et Alain Lemaître, Secrétaire général du syndicat CFTC-INRAE

Comment le dialogue social s'intègre-t-il dans une démarche RSE, selon vous ?

Isabelle Champion : Dès l'origine, la responsabilité des entreprises et des organisations (la RSE) a intégré la dimension sociale là où les organisations se sont d'abord focalisées sur la dimension environnementale. Ainsi, la norme internationale ISO 26000¹ établit que la gouvernance est absolument centrale dans toute démarche RSE : en interne (respect des textes nationaux, internationaux, réglementaire, la qualité de vie au travail ...), vis-à-vis des partenaires ou 'parties prenantes' et sur les territoires (populations, cultures, éducation). Cette gouvernance s'appuie sur un dialogue organisé, accepté et sincère, qui nécessite un certain savoir-faire.

Or, ce savoir-faire est au cœur de l'action du représentant du personnel qui, au quotidien, est en dialogue avec les collègues et avec les directions. En cela, les organisations syndicales sont des acteurs incontournables pour la RSE. Quand le dialogue entre toutes les parties prenantes se raréfie et s'éteint, les organisations dysfonctionnent et cela se répercute au sein des équipes de travail et plus globalement à l'échelle de la société.

Alain Lemaître : La consultation, la négociation et l'échange qui fondent le dialogue social entre les Organisations Syndicales (OS) et l'administration, sont le moteur du pilier social de la RSE (au sens large du terme incluant la Responsabilité Sociétale des Organisations). Aux côtés des dimensions économiques et environnementales, la composante sociale forme le socle indispensable d'une stratégie RSE capable de répondre aux enjeux contemporains du développement durable. Le dialogue social vise à promouvoir une meilleure qualité de vie au travail, un équilibre entre vie professionnelle et vie personnelle, tout en permettant de développer des compétences grâce à la formation. Ces objectifs sont pleinement inscrits dans la vision que promeut la CFTC. Nous soulignons que le succès de toute démarche RSE dépend fortement de sa co-construction avec tous les acteurs. Pour cela, un dialogue de qualité entre l'administration et les Représentants du Personnel (RP), est fondamental pour une réussite de la démarche RSE de l'institut, qui n'aboutira qu'avec l'adhésion et la participation de tous !

Quels sont les outils à la disposition d'un syndicat pour contribuer à la démarche RSE d'une organisation comme INRAE ? Comment les représentants du personnel agissent-ils au niveau de l'Institut ?

Alain Lemaître : Malheureusement, depuis la réforme du dialogue social (ordonnances Macron de 2017) et les différentes orientations prises aux niveaux gouvernemental et législatif (loi de transformation de la fonction publique du 6 août 2019), l'espace de dialogue entre l'administration et les OS s'est réduit considérablement, réduisant ainsi les possibilités de contributions syndicales à la vie de l'institut, y compris dans la mise en œuvre de sa démarche RSE... Un exemple criant de ces décisions mettant à mal le dialogue social est la perte du rôle des CAP (Commissions Administratives Paritaires) dans le déroulement de carrières et les mobilités, remplacées par la création des CVPP (Commissions de Valorisation des Parcours Professionnels) desquelles les OS sont tenues à l'écart et dont le fonctionnement reste opaque.

Heureusement, la CFTC-INRAE participe activement aux instances nationales et locales qui découlent des dernières réformes, comme les Comités Sociaux d'Administration (CSA) et les Formations Spécialisées en matière de Santé, Sécurité et de Conditions de Travail (F3SCT). Ses représentants participent également aux différents groupes de travail issus des instances nationales : Groupe de travail RPS-QVCT (Risques Psycho-Sociaux - Qualité de Vie et Conditions de Travail), Comité Diversité Égalité Professionnelle, Commission Formation Tout au long de la Vie (FTLV), Groupe de travail sur les Troubles Musculo Squelettiques (TMS)...

Bien que consultés sur les sujets liés à la démarche RSE dans le cadre de ces instances, nous n'avons pas identifié d'autres « outils » mis à la disposition des OS pour échanger et travailler sur la politique RSE de l'institut. Pour favoriser une prise de conscience claire et partagée des enjeux, il est essentiel de proposer une formation obligatoire des parties prenantes à la RSE qui aille au-delà de la formation 100% RSE disponible pour tous les agents. Une compréhension approfondie de ces sujets par l'ensemble des acteurs constitue la condition indispensable d'une véritable co-construction, et donc de la réussite de la stratégie RSE de notre institut.

L'ambition de mettre en cohérence les valeurs, les programmes de recherche et les pratiques d'INRAE exige une intégration concrète des démarches RSE dans le quotidien de travail des

1 <https://www.afnor.org/developpement-durable/demarche-iso-26000/>

agents. Les jeunes générations, déjà sensibilisées et formées à ces enjeux durant leur parcours académique, sont prêtes à s'engager activement. Encore faut-il qu'elles trouvent à INRAE un véritable espace de dialogue social leur permettant de contribuer pleinement à cette dynamique.

Isabelle Champion : Les outils du syndicat reposent sur un cadre législatif qui oblige à mettre en place un dialogue social avec les élus syndicaux dans les administrations et les entreprises et à d'autres niveaux : ministères, gouvernement, Conseils Économiques, Sociaux et Environnementaux.

À titre d'exemple, au CESER Aquitaine, le collège syndical participe activement aux avis qui traitent entre autres de sujets sur la transition économique et sociale. La présence des syndicalistes favorise la circulation de la parole et des idées. Les autres personnalités nommées par exemple dans le collège des associations, étant loin de leur structure, peuvent parfois être un peu perdues face aux divers sujets traités. Ce réseau syndical qui maille la société contribue ainsi à soutenir l'intelligence collective, la formation des citoyens (on parle aussi d'éducation populaire) et la maturation des idées dans une société ou une entreprise.

Partant de là, un syndicat représentatif de différentes branches professionnelles, crée et met à disposition de nombreux outils : webinaires, sessions de formation, guides, réunions, plateformes de rencontres avec des experts, etc. Les adhérents ont donc de multiples occasions de s'informer, d'apprendre, de capter les idées, de localiser les freins, d'aller chercher les leviers et de s'organiser pour peser sur les dits leviers et trouver les bons arguments auprès des bonnes personnes.

Pour ce qui est des représentants du personnel, ce sont d'abord des personnels de l'Institut qui travaillent dans différentes disciplines (environnement, économie, sociologie ...) et différents métiers (bâtimentaire, gestion des marchés, techniques de labo, ingénierie, gestion de projet...).

Cette diversité construit et nourrit une réflexion ancrée dans le concret sur les aspects RSE de l'Institut à savoir d'une part qu'INRAE est une organisation qui doit se soucier de son empreinte sociale et environnementale en tant qu'organisation (prévention et santé, gestion des déchets, plans de mobilité, politique d'achats durables, articulation travail et vie personnelle...) et, d'autre part, que la démarche RSE doit traverser le cœur de nos activités, devenir un préalable et un horizon à l'exercice de la recherche dans le cadre fourni par

les Objectifs du Développement Durable de l'ONU (pauvreté, alimentation, éducation...).

Nos représentants du personnel mettent ainsi en forme les remontées du terrain, qui deviennent des questions voire des revendications prioritaires. Elles sont alors relayées par les élus dans les instances de dialogue social avec la direction qui prend (ou non) en compte les revendications, suggestions propositions. En général, quand ces propositions sont pertinentes, réalistes et bien formalisées, elles finissent par aboutir.

Comment s'est traduite votre action syndicale à INRAE ? Pouvez-vous nous donner un ou deux exemples ?

Isabelle Champion : Voici deux exemples qui illustrent concrètement l'action au quotidien d'un syndicat sur les questions sociales et environnementales. En 2018, nous nous sommes fait l'écho de demandes du terrain en interpellant les instances spécialisées en Santé et Sécurité² pour demander d'interdire les produits phytosanitaires sur les espaces verts des centres INRAE en nous appuyant sur la loi Labbé³. La Direction d'INRAE après avoir recueilli plusieurs avis, dont celui de l'APAVE⁴, a décidé d'arrêter l'usage des herbicides, anti-mousses, pesticides dans ses centres (hors expérimentation). Notre rôle a été de renforcer des attentes fortes qui émergeaient du terrain et le dialogue instauré a permis d'acter l'importance d'agir rapidement.

La mise en place du télétravail est un autre exemple d'intervention syndicale, cette fois sur le versant social de la RSE. Nos représentants du personnel ont mis en avant des attentes fortes en cohérence avec l'application d'un décret⁵ de 2016 rendant possible le télétravail dans la fonction publique, dès 2018 en Comité technique. Effectivement, à partir de remontées du terrain, nous savions que ce dispositif intéresserait toutes les catégories de personnels. Le télétravail répondait aussi aux aspirations des nouvelles générations et aux contraintes émergentes dans nos sociétés (événements climatiques, épidémie comme l'a montré ensuite le COVID).

En faisant de la bibliographie et grâce aux outils syndicaux : séminaires, témoignages d'autres salariés, échanges d'expérience avec d'autres entreprises, dires d'experts, nous étions certains de l'intérêt d'appliquer cette nouvelle possibilité pour les agents d'un Institut de recherche. Les échanges avec la direction ont permis de révéler des craintes

2 A l'époque, ces instances s'appelaient des CCHSCT, ce sont désormais nos F3SCT (Formation Spécialisée en Santé Sécurité et Conditions de Travail).

3 . <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/pesticides-pollutions-diffuses>

4 . L'APAVE est spécialiste de la maîtrise des risques environnementaux, la santé et la sécurité au travail

5 . <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000032036983/>

exprimées notamment par les responsables d'équipe vis-à-vis du délitement de la cohésion des équipes et de l'inégalité de traitement entre les agents. Finalement, une expérimentation sur Jouy-en-Josas a montré que le télétravail était gérable pour les directions de laboratoire quelle que soit la catégorie des agents (y compris en animalerie à condition d'analyser au préalable les activités « télétravaillables »).

Ainsi, INRAE s'est lancé et a mis en place le télétravail (cadre, modalités pratiques ...) appuyé par le soutien majeur d'un syndicat. Par conséquent, nous avons réussi à traverser le confinement COVID mieux que nombre d'administrations qui ont dû tout inventer au soir du 17 mars 2020. Nous avons donc contribué à la mise en place de formes de travail adaptées aux aspirations de nombre de personnes, à socialiser l'idée en communiquant, à rassurer les collègues sur sa faisabilité malgré la profonde remise en question que cela représentait en termes de rapport au travail et de lien à la hiérarchie.

Alain Lemaître : Au-delà de notre présence dans les instances, notre rôle est d'abord l'écoute et l'accompagnement des agents en étant leur porte-parole auprès de l'administration.

La prévention et la lutte contre les risques psychosociaux, qui impactent directement la santé des agents, constituent l'un de nos champs d'action prioritaires. Malgré la mise en place d'une politique RSE visant à améliorer la qualité de vie au travail, nous sommes attristés de devoir toujours nous engager aux côtés d'agents en souffrance, confrontés à l'isolement, aux brimades ou au harcèlement dans leur environnement professionnel. En plus d'écouter et donner des conseils, nous sommes amenés à mettre en place un accompagnement particulier qui, malheureusement, est souvent de longue durée à cause des difficultés à trouver des solutions dans ces types de situations complexes. Nous contribuons ainsi au bien-être des agents dans leur environnement de travail, composante essentielle de la RSE.

Défendre la dignité et le respect de chaque personne fait partie des valeurs fondamentales de la CFTC. ■

Pour aller plus loin

Propositions et démarches de la CFTC en matière de RSE et de transition écologique : <https://www.cftc.fr/thematique/transition-ecologique-et-rse>

Motion d'orientation issue du 54^e congrès confédéral « Travailler autrement : pour une transition sociale et environnementale juste et efficace », Rennes, 14-17 novembre 2023 : <https://www.cftc.fr/wp-content/uploads/2024/03/motion-dorientation-2023-2027.pdf>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Retour d'expérience sur les Retex

Interview de Fabienne Legland¹, chargée d'animation du réseau des responsables RSE depuis 2020

Le travail de chargée d'animation du réseau des responsables RSE vise à assurer une médiation horizontale entre les responsables RSE des centres, et une autre, verticale, entre les responsables RSE et la Direction responsabilité sociétale et environnementale (DRSE), leur tutelle fonctionnelle. Cela passe notamment par la mise en place de dispositifs d'appui et d'accompagnement. Les retours d'expérience (Retex) en sont un exemple.

Qu'est-ce qui a motivé la mise en place des Retex ?

À la création du réseau de responsables RSE, en 2021, j'ai proposé à la DRSE plusieurs actions, dont la coordination et l'animation de Retex. L'objectif était de créer une émulation, une entraide et une montée en compétences collective par le partage de pratiques et les retours d'expérience au sein du réseau.

Il s'agit de rendez-vous mensuels qui permettent de répondre à trois principaux besoins : d'abord, capitaliser sur les nombreuses expériences acquises sur les centres dans tous les domaines de la RSE ; ensuite, mettre en commun savoirs et savoir-faire pour que tous puissent tirer parti des expériences partagées ; enfin, questionner chaque expérience dans un objectif d'appropriation.

Aujourd'hui, ce dispositif est devenu un moment attendu de tous. L'adhésion qu'il a suscitée a contribué, et contribue aujourd'hui encore, au maintien de ce collectif dynamique et collaboratif.

Quels en sont les enjeux ?

Les Retex constituent une aide précieuse à la prise de fonction pour les responsables RSE. Concrètement ils permettent de :

- S'appuyer sur le partage de pratiques et d'expériences sur une thématique ou un projet commun. Les participants prennent ainsi connaissance des actions réalisées dans différents centres. Ils entrent donc dans une démarche

d'appropriation et d'échanges, qui leur permet de capitaliser sur les expériences passées en les transformant en un savoir utile, réutilisable et accessible. Pour Leslie Gauthier, responsable du centre Lyon-Grenoble Auvergne-Rhône-Alpes : « Suite à un Retex, j'ai organisé un challenge de nettoyage de boîtes mail sur mon centre, inspirée des idées de mes homologues. Ces réunions permettent de casser l'isolement et de stimuler l'intelligence collective. »

- Valoriser les actions menées sur les centres et fluidifier les échanges entre les responsables RSE. Comme le souligne Pauline Delbarre, responsable RSE du centre de Île-de-France-Versailles-Saclay (2021-2024), et directrice adjointe des services d'appui depuis 2024 : « Ces ateliers permettent également à ceux qui portent une thématique de mettre en valeur le travail réalisé et les actions du centre. C'est un échange en double sens, dans une logique gagnant-gagnant. »
- Réfléchir sur une difficulté rencontrée, identifier les freins et les leviers possibles concernant les projets en cours, partager collectivement les solutions envisagées et ainsi gagner du temps. Selon Lidwine Vilain, responsable RSE des centres Grand-Est-Colmar et Grand-Est-Nancy, « ces moments mensuels, avec un sujet annoncé, permettent d'identifier en amont les freins et les leviers possibles à la réussite des projets, ce qui est un gain de temps non négligeable ».

¹ INRAE, DRSE, 75007 Paris, France
fabienne.legland@inrae.fr

- **Mener des réflexions collectives autour des thématiques RSE.** Parmi les thèmes communs abordés, figurent par exemple : les actions de sensibilisation (comme les fresques), le traitement des déchets, l'énergie, les plans de mobilité, la biodiversité, les achats, le numérique.
- **Accompagner les nouveaux arrivants** dans le réseau et les équiper. Marcia Magnet, responsable RSE du centre Île-de-France-Versailles-Saclay depuis 2024, témoigne : « *Je suis nouvellement arrivée en tant que chargée de mission RSE au sein du centre Île-de-France-Versailles-Saclay, et les temps dédiés au partage d'expérience entre les responsables RSE sont une véritable source d'inspiration et de découverte.* »
- **Renforcer l'esprit de cohésion avec l'échange continu en dehors des réunions.** Lidwine Vilain, responsable RSE des centres Grand-Est-Colmar et Grand-Est-Nancy, le confirme : « *Partager l'expérience et les idées des collègues renforce l'esprit de cohésion nécessaire au réseau.* »

Plus globalement, les Retex contribuent à la démarche RSE qui se décline par le plan d'action RSE, lequel se déploie dans les centres. Les Retex transforment chaque expérience, même les échecs, en opportunités d'amélioration. Ils favorisent une adaptation rapide aux changements en capitalisant sur ce qui fonctionne réellement. Les responsables RSE sont souvent les mieux placés pour proposer des solutions car ils sont sur le « terrain ».

Comment se déroule concrètement un Retex ?

Les Retex ont lieu le dernier mardi du mois et sont inscrits à l'agenda annuel des responsables RSE. En moyenne, une vingtaine de personnes y participent. Les règles de ces échanges, définies collectivement, garantissent un climat bienveillant et sans jugement, favorisant ainsi une prise de parole libre et constructive.

Les thématiques sont choisies en concertation avec le Codir RSE, en fonction des besoins des responsables RSE et en cohérence avec le plan d'action RSE national. Avant chaque session, j'organise l'intervention d'un expert métier (biodiversité, achats responsables, énergie, etc.) et définis avec lui les objectifs du Retex. Les chargés de projet de la DRSE participent selon les thématiques abordées.

J'invite également un ou deux responsables RSE à partager leur expérience, sur la base du volontariat, en les accompagnant si nécessaire pour structurer leur intervention.

À l'issue des réunions, les présentations et comptes rendus sont mis à disposition du réseau RSE sur la plateforme collaborative INRAEco. Ce partage permet d'intégrer ces apprentissages dans les pratiques des centres, d'évaluer leur pertinence et de les enrichir avec de nouvelles expériences.

Des Retex « sans thématique » sont également organisés deux fois par an. Ils permettent de réfléchir collectivement à tout sujet ou situation rencontrés dans un centre, d'approfondir un sujet ou encore de remonter des questions à la DRSE.

Je voudrais insister sur le fait que le succès de ces Retex repose sur une culture d'apprentissage collectif et sur la reconnaissance de la valeur du partage d'expérience.

Un moment fort que vous aimeriez partager ?

Je me souviens notamment de l'intervention de la responsable du pôle achats généraux et développement durable de la Direction financement et achats (DIFA) que j'ai sollicitée lors d'un Retex sur les achats durables. La chargée de mission achat de la DRSE était également associée à ce travail de préparation. Cette collaboration a permis de conscientiser la nécessité de travailler de manière coopérative et transversale.

Le mot de la fin ?

La RSE s'intègre naturellement dans les autres activités, ce n'est pas quelque chose à part. Elle fait partie d'une démarche collective sur l'ensemble des activités d'INRAE.

C'est stimulant de voir que ces séances sont des moments attendus par les participants qui expriment régulièrement leur satisfaction et leur intérêt à maintenir ces échanges constructifs.

Plus globalement, ces réunions contribuent à l'amélioration continue des pratiques RSE engagées par les centres INRAE. Cette dynamique est d'ailleurs reconnue par les autres directions. ■

Le nombre des Retex en progression depuis leur création

- 22 Retex entre 2021 (date de création) et fin 2024.
- 5 Retex en 2022. Des temps ont également été consacrés à la présentation de StopGES¹ pour l'ensemble du réseau puis à une formation à cet outil auprès des responsables RSE grâce à l'intervention du chef de projet climat-carbone de la DRSE en vue du bilan des émissions de gaz à effet de serre (BEGES).
- 7 Retex en 2023. En début d'année, plusieurs réunions d'information ont eu lieu avec l'arrivée de la nouvelle responsable du pôle valorisation et accompagnement au changement de la DRSE.
- 10 Retex en 2024. Quelques thèmes abordés : le numérique responsable, les achats, le plan de mobilité, la préparation de la Fête de

¹ Cf. l'article de Huard, F. et Bonnin, I. « StopGES : un outil d'aide à la décision pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les unités INRAE » dans ce numéro.

Quelques autres témoignages de responsables RSE

« C'est grâce aux retours d'expérience de mes collègues que j'ai pu préparer au mieux la Fête de la nature 2024. En m'appuyant sur les initiatives mises en place sur d'autres sites les années précédentes, j'ai pu anticiper les défis et adapter les idées pour optimiser l'événement sur le centre. J'ai pu identifier les interlocuteurs à solliciter, coordonner la communication, ou encore engager les participants de façon proactive. J'ai pu forger ma propre expérience, et il m'est d'autant plus facile de me projeter pour les prochaines éditions. »

Marcia Magnet, responsable RSE du centre Île-de-France-Versailles-Saclay depuis 2024

« Les partages réalisés sur l'outil StopGES m'ont permis d'anticiper le temps nécessaire à la réalisation de l'exercice, mais également de connaître les questions et attentes récurrentes des groupes de travail, et donc de préparer en amont des éléments d'éclairage. »

Lidwine Vilain, responsable RSE des centres Grand-Est-Colmar et Grand-Est-Nancy

« Le Retex qui m'a particulièrement marqué est celui de la fin 2023 sur les déchets, avec la mise en avant des projets de compost collectif sur le centre Bretagne-Normandie et du projet pépinière RedPlast¹. Je les valorise dans les réflexions autour des déchets sur le centre Occitanie-Toulouse (valorisation de nos biodéchets et plastiques de laboratoire). La mise en place concrète de ces pistes de réflexions devrait avoir lieu en 2025. »

Julien Melilli, responsable RSE du centre Occitanie-Toulouse

« En ce qui me concerne, j'ai pu avancer rapidement grâce à la session Retex où ont été évoqués la rédaction des plans de déplacements, les inventaires de biodiversité des sites et la présentation d'outils INRAE.

Il ne s'agit pas de reproduire à l'identique des animations ou des actions, chaque centre étant unique, mais on peut comparer ce que l'on fait, échanger sur ses succès ou ses échecs sans jugement et simplement pour faire progresser le réseau. Les Retex participent donc à la cohésion et à la construction du collectif des responsables RSE, où l'on présente alternativement des actions innovantes et pionnières avec des fresques, par exemple du numérique, de la mobilité, ou bien on y rencontre un observateur averti des initiatives menées ailleurs, ce qui est un gain de temps non négligeable. »

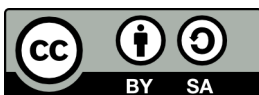
Yoann Bénard, responsable RSE Nouvelle-Aquitaine-Bordeaux

« Complémentaires des fiches Rex² (RSE) que la DRSE nous encourage à rédiger sur les différents projets menés au cours de l'année, les réunions Retex sont des moments très vivants et dynamisants où nous apprenons beaucoup et où nous progressons grâce à l'expérience des collègues. Début juillet 2024, j'ai été invitée à présenter le projet d'aménagement paysager « AREA » mené sur le site de Saint-Gilles, reconnu comme projet innovant dans le cadre de la pépinière de projets RSE. J'ai été heureuse de le mettre en lumière et de le valoriser auprès des collègues, d'évoquer les facteurs de réussite mais aussi les difficultés rencontrées, avec l'espoir qu'il inspire les autres centres. »

Gwenaëlle Joannon, responsable RSE du centre Bretagne-Normandie

1 Cf. l'article de Tison-Rosebery, J. « Comment réduire l'« empreinte plastique » de la recherche ? » dans ce numéro.

2 .Fiche qui précise les faits marquants RSE des centres, renseignées par les responsables RSE. Des liens et/ou photos y sont associés pour illustration. Cette collecte des actions alimente le bilan annuel RSE et valorise ces actions en termes de RSE. 72 fiches REX ont été recensées en 2024.



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Lever les biais inconscients dans le cadre professionnel

Catherine Beaumont¹
Martine Dubois²

CORRESPONDANCE

Mission-Egalite@inrae.fr

RÉSUMÉ

Alors que nous pensons agir le plus souvent de façon rationnelle et scientifique, nous sommes influencés par des biais inconscients, résultant de stéréotypes, raccourcis établis automatiquement par notre cerveau au fil de notre éducation et de nos expériences de vie. Pouvoir limiter leur impact et prendre des décisions plus objectives et pertinentes implique d'abord de prendre conscience de l'existence de ces stéréotypes, de leur influence sur certains de nos choix, notamment professionnels, et par suite de l'importance de fonder les principales évaluations de personnels et décisions (recrutement, promotion et mobilité) sur des éléments objectifs. Engagé pour l'égalité professionnelle et la diversité, INRAE déploie des actions de formation du personnel aux risques de biais inconscients ; il veille à l'équilibre (entre sexes, origines, âges...) entre les personnes pour dépasser les stéréotypes et permettre, en particulier aux plus jeunes, de s'identifier à des personnes modèles.

MOTS-CLÉS

Égalité ; Diversité ; lutte contre les discriminations ; stéréotypes ; biais inconscients

¹ INRAE, Université de Tours, BOA, 37380 Nouzilly, France

² INRAE, DRH, 75007 Paris, France

Overcoming unconscious bias in professional settings

Catherine Beaumont¹
Martine Dubois²

CORRESPONDENCE

Mission-Egalite@inrae.fr

ABSTRACT

While we often think we are acting rationally and scientifically, we are influenced by unconscious biases resulting from stereotypes, shortcuts automatically established by our brains through education and life experience. To be able to limit their impact and make more objective and relevant decisions, we first need to be aware of the existence of these stereotypes, of their influence on some of our choices, particularly in the workplace, and then of the importance of basing our main personnel assessments and decisions (recruitment, promotion and mobility) on objective assessment criteria. Committed to professional equality and diversity, INRAE has therefore undertaken to train its staff in the risks of unconscious bias and the way to circumvent them. It ensures a balance (between genders, origins, ages, etc.) between the people.

KEYWORDS

Equality; diversity; inclusion; anti-discrimination fight; stereotypes; unconscious bias

¹ INRAE, Université de Tours, BOA, 37380 Nouzilly, France

² INRAE, DRH, 75007 Paris, France

Introduction

Les risques de discrimination existent, y compris dans le monde de la recherche. L'Observatoire national des discriminations et de l'égalité dans l'enseignement supérieur (Ondes) envoie régulièrement des CV avec différentes signatures et compare les réponses reçues ; celles-ci diffèrent systématiquement selon l'origine supposée des patronymes (voir par exemple Chareyron et al., 2023 pour les taux de sélection en master). Dans des laboratoires de recherche, un CV signé d'un prénom masculin se voit proposer un niveau de salaire supérieur (Racusin et al., 2012). Quel que soit le critère de discrimination (voir sur le tableau 1, la liste des 26 critères de discrimination définis par la loi française), les mécanismes sont les mêmes : l'existence, pour chaque personne, de stéréotypes amène à associer inconsciemment certaines caractéristiques sans bases rationnelles. Ces stéréotypes peuvent déboucher sur des préjugés, des choix injustes et non pertinents qui nuisent à la dynamique de recherche et aux collectifs, voire à des discriminations. Cet article vise d'abord à préciser l'origine et les conséquences des stéréotypes puis les moyens de lutter contre eux et contre les discriminations. Si plusieurs exemples portent sur les risques de discrimination sur le sexe, c'est en raison d'une littérature particulièrement abondante sur ce critère. Pour autant, quel que soit le critère concerné, la lutte contre les stéréotypes passe toujours par les mêmes méthodes : la formation, une représentation équilibrée et la présentation de personnes modèles. Limiter leur impact implique d'utiliser des grilles objectives d'évaluation mais aussi de permettre à chacune et chacun d'alerter et de signaler les ressentis de discriminations et d'enquêter et sanctionner si les faits sont avérés.

Pourquoi des stéréotypes ? Quelles conséquences ?

Comme le montre la figure 1, pour interpréter notre environnement, nous avons dû apprendre à nous repérer rapidement : ainsi un objet de taille moyenne avec 4 pieds est une chaise faite pour s'asseoir, un objet à 4 pieds mais de grande taille est une table, un animal d'une certaine taille qui vole est un oiseau, un tout petit animal qui vole est un insecte... Au fil de notre éducation, de nos expériences et de notre culture, nous avons aussi associé inconsciemment et automatiquement certaines caractéristiques de nos interlocutrices et interlocuteurs à des traits positifs, neutres ou négatifs. Cela revient à associer des stéréotypes à certaines catégories de la population, c'est-à-dire une représentation simplifiée et préconçue d'un individu ou d'un groupe humain. Ces stéréotypes permettent à chacune et chacun de simplifier les multiples informations qu'il reçoit en catégorisant et classant les éléments de son environnement. C'est parce qu'ils sont automatiques et inconscients qu'il est difficile d'en prendre conscience. La méthode classiquement utilisée en psychologie pour les apprécier est le test dit d'asso-

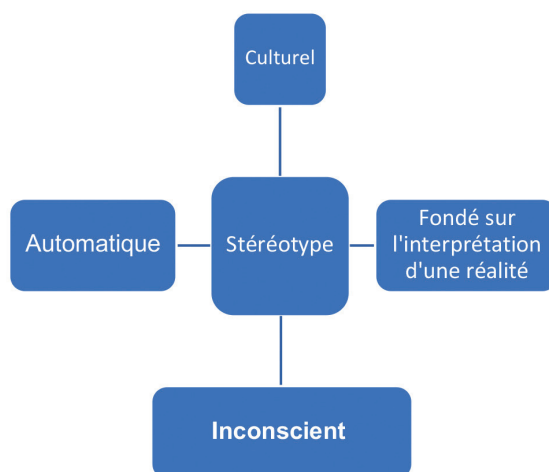


Figure 1. Mode d'action d'un stéréotype

Tableau 1. Liste des 26 critères de discrimination visés par la loi

Activités syndicales	Âge	Apparence physique	Appartenance ou non-appartenance, vraie ou supposée, à une ethnie
Appartenance ou non-appartenance, vraie ou supposée, à une nation	Appartenance ou non-appartenance, vraie ou supposée, à une race	Appartenance ou non-appartenance, vraie ou supposée, à une religion	Capacité à s'exprimer dans une langue autre que le français
Caractéristiques génétiques	Domiciliation bancaire	État de grossesse	État de santé
Handicap	Identité de genre	Lieu de résidence	Mœurs
Opinions philosophiques	Opinions politiques	Orientation sexuelle	Origine
Particulière vulnérabilité résultant d'une situation économique, apparente ou connue	Patronyme	Perte d'autonomie	Qualité de lanceur d'alerte
Sexe	Situation de famille		

ciation implicite¹ dans lequel il est demandé d'associer rapidement (donc automatiquement et sans laisser le temps à une réflexion consciente) des qualités tout en présentant des images de différents groupes (femmes/hommes, jeunes/plus âgés, minces/obèses...). Le test d'associations implicite permet de tester ses propres biais inconscients pour mieux les connaître et donc pouvoir en tenir compte et les combattre.

Les stéréotypes sont innombrables ; ils peuvent être négatifs, dévalorisants, voire insultants mais aussi positifs. Mais même des stéréotypes qui pourraient paraître valorisants (« les personnes minces sont plus actives », « les femmes peuvent faire deux choses à la fois ») peuvent être très mal perçus et destructeurs en réduisant les personnes à une seule de leurs caractéristiques (qui n'est de plus pas toujours celle qu'elles apprécient et recherchent).

Il est à noter que la publicité fait souvent appel à des stéréotypes, car cela simplifie et amplifie le message. Ce faisant, elle les renforce également. De même, nos stéréotypes sont influencés (sans que nous en soyons forcément conscients) par les messages implicites, comme une sous-représentation de nombreuses catégories de personnes dans les livres, les figures, les noms de rue ou les sites internet. C'est pour cette raison qu'il faut veiller activement à une égale répartition des figures présentées. C'est d'autant plus important que les stéréotypes influencent les résultats scolaires puis professionnels des personnes visées par ces stéréotypes. Ainsi, Pascal Huguet et Isabelle Régner (2007) ont-ils comparé les résultats de garçons et filles au même exercice selon qu'il est présenté comme exercice de dessin (représenter une figure complexe) ou de géométrie. Le résultat est clair : les filles réussissent mieux que les garçons dans le premier cas, et moins bien dans le second...

Confrontées au préjugé selon lequel « les filles ne sont pas bonnes en maths », elles sont moins confiantes face à l'exercice de géométrie. C'est ce que l'on appelle la menace du stéréotype (menace qui renforce ce stéréotype). L'étude de Von Hippel et al. (2024) montre que cette menace joue également dans le monde du travail : elle réduit les aspirations, l'engagement et la satisfaction professionnels des personnes issues de groupes visés par des stéréotypes. Dans cette analyse reprenant les observations de plus de 40 000 personnes, l'effet de l'âge est le plus marqué. Lutter contre les stéréotypes permettra donc non seulement de réduire le risque de discriminations mais aussi d'améliorer la qualité de vie, les conditions de travail et la dynamique des équipes².

Si la nature des stéréotypes diffère selon l'éducation, la culture, l'environnement, l'importance qu'on leur accorde est encore plus variable. En particulier, il faut distinguer le stéréotype inconscient du préjugé. Comme le mot préjugé l'indique, il s'agit d'une opinion préconçue, forgée sans connaissance réelle à partir d'informations erronées et, souvent, à partir de stéréotypes. Les préjugés s'appuient sur des éléments subjectifs, souvent liés à des représentations stéréotypées. Ils croisent des données objectives telles que le physique, l'âge, le statut social, pour avoir un jugement a priori d'un individu. Ainsi l'individu est-il évalué non pas sur sa personnalité et ses traits propres, mais sur ceux prêtés à l'ensemble de ses congénères. Les préjugés se forgent le plus souvent au sein de groupes, en interaction avec d'autres individus ou groupes. Comme les stéréotypes, les préjugés reviennent à distinguer des groupes et corrélativement à mettre à distance certains individus et groupes. Ainsi, affirmer que les plus jeunes « n'ont plus la valeur travail » revient à considérer tous les jeunes comme un groupe homogène et différent

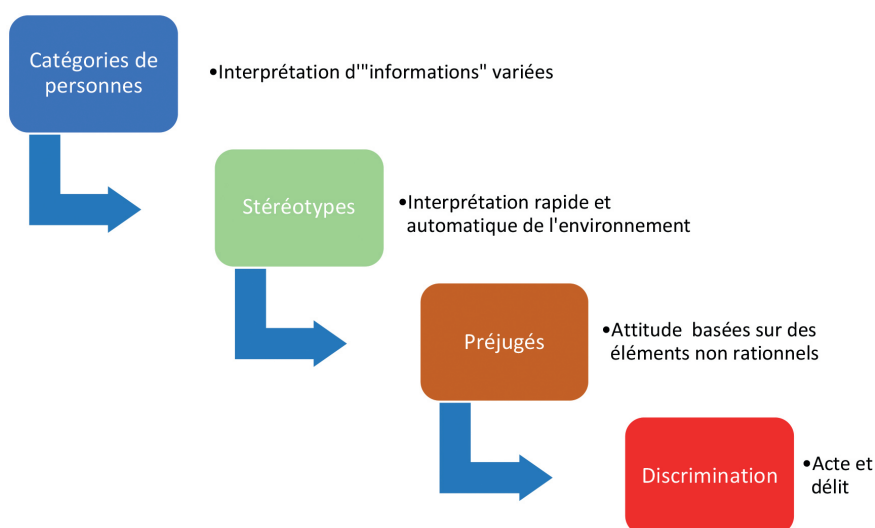


Figure 2. Du stéréotype à la discrimination

1. <https://implicit.harvard.edu/implicit/france/takeatest.html>

2. <https://www.anact.fr/qualite-de-vie-et-des-conditions-de-travail>

des autres classes d'âge et à limiter fortement les possibilités d'échanges, tout comme considérer que les plus âgés sont peu à même d'utiliser les outils informatiques revient à minimiser les aptitudes d'un groupe sans offrir de voie d'amélioration.

Les stéréotypes peuvent engendrer des discriminations, définies légalement comme un traitement défavorable fondé à la fois sur l'un des 26 critères de discrimination figurant sur le tableau 1 et relevant d'une situation visée par la loi (accès à un emploi, un service, un logement...). Rappelons que la discrimination est un délit pouvant faire l'objet de sanctions pénales.

Comment et pourquoi lutter contre les stéréotypes ?

La prévention et la lutte contre les stéréotypes visent non seulement à réduire les éléments qui en sont à l'origine mais également à limiter leur impact en utilisant systématiquement des outils permettant d'objectiver les évaluations et les prises de décision. Un volet complémentaire et nécessaire consiste à mettre en place des dispositifs de signalement et d'écoute pour identifier et instruire les situations en allant jusqu'à une sanction si nécessaire.

Lutte contre les éléments favorisant les stéréotypes

La prévention et la lutte contre les stéréotypes impliquent une communication équilibrée entre les différents groupes, qu'ils soient définis par le genre, l'âge, l'origine ou un autre critère de discrimination, en particulier dans les illustrations des articles et les sites internet et intranet. En réalisant cet exercice, on mesure le poids des stéréotypes sur les représentations actuelles (ainsi les photos les plus anciennes présentaient-elles dans la très grande majorité des cas, voire la totalité, des hommes dans les postes les plus élevés). On note également combien cette évolution peut modifier l'image qu'auront les plus jeunes du monde de la recherche. La même attention doit être donnée aux équilibres dans les illustrations et dans les textes. Une notice pour l'utilisation d'une écriture respectueuse de l'égalité femmes/hommes et accessible à l'ensemble des lecteurs et lectrices³ a donc été élaborée par INRAE. Elle préconise la féminisation systématique des titres, métiers et fonctions, en privilégiant l'utilisation de la « double flexion » (c'est-à-dire de l'utilisation des formes féminines et masculines). Cette double flexion est une écriture qui favorise l'inclusion en évitant l'utilisation de marqueurs typographiques comme le point médian, qui peuvent complexifier la lecture et la compréhension des textes ou nuire à leur accessibilité, notamment pour les personnes malvoyantes et non-voyantes ayant recours aux lecteurs vocaux ou aux personnes dyslexiques ou déficientes mentales. L'emploi de termes épiciques (« les personnes » au lieu de « les femmes et les hommes ») est également préconisé.

En plus de cette vigilance, il importe de donner pour exemples des personnes modèles auxquelles il est possible de s'identifier, ce qui a pour effet d'augmenter la confiance en soi, au-delà des stéréotypes, et donc de renforcer les chances de succès. Ainsi, dans une expérience menée en 2003 (Latu *et al.*, 2003), deux scientifiques ont comparé la durée de discours de politique générale prononcés, dans le cadre d'un exercice, par des étudiantes et des étudiants selon que les portraits affichés dans la salle de cours représentent des femmes ou des hommes ayant joué un rôle politique majeur. Les étudiantes parlent en moyenne moins longtemps que les étudiants en l'absence de portrait ou si le portrait affiché est celui d'un homme ; en revanche, la différence de temps de parole disparaît si des portraits de femmes sont affichés.

Pour agir sur les représentations et favoriser la mixité des métiers, des actions sont régulièrement déployées à destination de collèges ou de lycées, en particulier vers ceux éloignés du milieu de la recherche. Aller à la rencontre des jeunes ou les accueillir dans les laboratoires donne l'occasion aux élèves de découvrir le monde de la recherche, de nouveaux métiers et d'aller à la rencontre de personnes inspirantes ; le tout contribue à réduire l'effet négatif des stéréotypes de genre et de classe. Une attention particulière est donnée aux métiers du numérique (dans lesquels les femmes sont aujourd'hui minoritaires alors qu'elles étaient très représentées au tout début de cette discipline, avant son formidable essor tant technologique qu'économique...). L'opération DigiFilles⁴ est née de ce constat. Portée par l'Institut Convergences agriculture numérique #DigitAg coordonné par INRAE et l'Institut de Science des données (ISDM) de l'Université de Montpellier, elle est soutenue par cinq organismes de recherche et d'enseignement supérieur partenaires de #DigitAg. Elle vise à proposer des stages immersifs d'une semaine à des jeunes collégiennes issues de milieux défavorisés.

Au-delà de ces actions envers les élèves, présenter régulièrement des portraits de femmes et d'hommes permet de susciter des vocations. Au moment de la journée des femmes et filles de science (le 11 février) et de celle des droits des femmes (8 mars), des portraits inspirants de femmes scientifiques ou réalisant une mission traditionnellement considérée comme masculine (élevage, gestion de forêt, construction...) sont présentés ; des exemples d'hommes occupant des métiers réputés féminins comme la gestion d'unité ou les professions liées aux ressources humaines sont également exposés.

Mise en place d'outils objectifs d'évaluation

La recherche montre que, pour garantir l'égalité, en particulier au moment des étapes clés de la carrière que sont le recrutement, les promotions et la mobilité, il est nécessaire de former les personnes en charge des décisions et de suivre les pourcentages de femmes et d'hommes parmi les personnes promou-

3. <https://ressources-humaines.inrae.fr/content/download/7524/58861?version=2>

4. <https://www.digifilles.fr/edito>

vables et parmi celles promues. L'effet de ces formations dans le cas d'un organisme de recherche a été démontré sur les promotions prononcées deux années de suite par les comités du CNRS (Régner *et al.*, 2019). La première année, le fait d'annoncer que les résultats des promotions seraient utilisés pour évaluer les risques de biais inconscients a accru la vigilance des comités ; la position des membres des commissions sur l'existence et l'importance de biais a par ailleurs été évaluée par un questionnaire.

En comparant les pourcentages de femmes et d'hommes promus lors de la première année – quand les risques étaient mis en avant et l'existence d'une étude connue – et la seconde année – où ces informations n'étaient pas soulignées –, cette étude permet d'évaluer l'impact de ces biais et montre l'intérêt de rappeler la vigilance à adopter lors des promotions.

Les résultats montrent clairement que les comités convaincus de l'existence de biais implicites prouvent davantage de femmes que ceux qui n'en sont pas convaincus.

De plus, il importe d'utiliser des pratiques garantissant une égalité de traitement entre toutes les personnes candidates : tableaux d'analyses des candidatures, grilles d'entretien, récapitulatif des dossiers reçus et des dates d'envoi des accusés de réception des candidatures et des décisions prises quant à un entretien ou non... Ces supports permettent d'objectiver les choix avec comme seules références les exigences liées au poste à pourvoir. Ils garantissent la pertinence des choix et permettront aussi, si besoin, de défendre les décisions prises de façon objective et factuelle. INRAE a la volonté de déployer cette vigilance pour l'ensemble des postes, qu'il s'agisse de titulaires, de personnes en CDD ou de stagiaires.

Dispositif de signalement de discriminations et traitement des situations

Le dernier levier qu'il importe de mettre en place pour limiter les stéréotypes sur le lieu de travail est de permettre le signalement, le traitement et si besoin la sanction de situations ressenties comme des discriminations. Cela implique de rassurer les personnes se sentant victimes ou témoins de discriminations de la légitimité de signaler les faits en garantissant leur protection le temps de l'instruction et au-delà si besoin. Les signalements peuvent être faits en interne à l'établissement (auprès de

la ligne hiérarchique, des personnes en charge de la prévention et/ou des ressources humaines, des médecins du travail, de représentantes ou représentants du personnel, ou des assistantes de service social...). Des signalements auprès d'entités externes sont également possibles, notamment auprès du défenseur des droits ou d'une cellule d'écoute et de signalement lorsque celle-ci existe, comme à INRAE, en garantissant la confidentialité, la neutralité et l'anonymat pour permettre aux personnes s'estimant victimes ou témoins d'échanger avec un professionnel avant de prendre la décision de révéler la situation à son employeur. Une enquête administrative peut ensuite être engagée pour instruire les faits à charge et décharge de chaque partie.

Selon ses conclusions, une sanction proportionnelle aux faits peut être prononcée. Même si les faits s'avéraient mineurs, un rappel précoce aux règles et à la loi est bénéfique pour l'ensemble des parties et pour la sérénité du collectif.

Conclusion

L'existence et les conséquences des stéréotypes sont aujourd'hui un domaine de recherche riche qui permet de mieux comprendre les modalités d'interaction interpersonnelles mais aussi le ressenti que chaque personne peut avoir de certains individus ou de situations. Dans ce domaine comme dans les autres, la connaissance est un plus, même si le chemin vers un environnement de travail sans stéréotypes sera sans aucun doute encore long.

Pour autant, l'accent mis sur la prévention et la lutte contre ces derniers porte sans aucun doute déjà ses fruits dans un mouvement vertueux puisque les formations mises en place et les actions de communication permettent à chaque personne de mieux prendre conscience de ses propres stéréotypes et donc de les combattre. De plus, elles renforcent la confiance des personnes issues de groupes discriminés et les aident à lutter contre les stéréotypes. Que les établissements d'enseignement supérieur et de recherche puissent donner l'exemple et apporter leurs connaissances à ces démarches est à la fois souhaitable et source de fierté pour leur personnel. Cela est également un atout non négligeable en termes d'attractivité et de visibilité au regard d'une politique visant à favoriser un environnement inclusif et respectueux. ■

Références

Chareyron S., Desuza B., et L'Horty Y. (2023). Sélection à l'entrée en master : les effets du genre et de l'origine, Rapport de l'observatoire national des discriminations et de l'égalité dans l'enseignement supérieur. https://ondes.univ-gustave-eiffel.fr/fileadmin/contributeurs/ONDES/Publications/ONDES_WP_23_01.pdf

Latu I., Schmid Mast M., Lammers J., et Bombari D. (2003). Successful female leaders empower women's behavior in leadership tasks. *Journal of Experimental Social Psychology*, 49(3), 444-448. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022103113000206#ab0005>

Huguet P., et Régner I. (2007). Stereotype threat among schoolgirls in quasi-ordinary classroom circumstances. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 545-560. <https://hal.science/hal-01440632>

Moss-Racusin C., Dovidio J., Brescoll V., Graham M., et Handelsman J. (2012). Science faculty's subtle gender biases favor male students. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(41), 16474-16479. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211286109>

Régner I., Thinus-Blanc C., Netter A., Schmader T., Huguet P. (2019). Committees with implicit biases promote fewer women when they do not believe gender bias exists, *Nature Human Behaviour*, 3, 1171-1179. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0686-3>

Von Hippel C., Kühner C., Coundouris S. P., Lim A., Henry J. D., et Zacher H. (2024). Stereotype threat at work: a meta-analysis, *Personality and Social Psychology Bulletin*, 0(0). <https://doi.org/10.1177/01461672241297884>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Optimiser l'organisation des activités via la Responsabilité Sociétale et Environnementale : l'exemple de l'unité expérimentale de La Motte

Maëlle Le Nézet¹
Gwenaëlle Joannon²
Clotilde Blancféné¹

CORRESPONDANCE

maelle.le-nezet@inrae.fr

RÉSUMÉ

Dans une démarche pilote ancrée dans la stratégie Responsabilité sociétale et environnementale (RSE) d'INRAE 2030, l'Unité Expérimentale (UE) de La Motte a initié une refonte organisationnelle fondée sur un système de management par la RSE. Cette initiative, portée par un collectif sensibilisé, vise à structurer les missions principales et transversales en réponse à des enjeux complexes : qualité du service, adaptation aux changements pédoclimatiques, conformité réglementaire, réduction des impacts environnementaux et cohérence avec les attentes des parties prenantes. Accompagnée par un facilitateur RSE et par la responsable RSE du centre Bretagne-Normandie, l'UE a adopté une méthodologie agile, centrée sur l'intelligence collective, afin de co-construire une stratégie fondée sur un diagnostic d'activités, l'identification des parties prenantes, une matrice de matérialité et l'élaboration d'un plan d'action. L'outil mobilisé – le Donut de Raworth – a permis de croiser impératifs écologiques et besoins sociaux. L'unité a ainsi formalisé des outils d'aide à la décision, optimisé sa documentation et instauré un dialogue structuré avec ses partenaires. Les résultats sont multiples : amélioration de la lisibilité des démarches, meilleure synergie entre missions, consolidation des relations partenariales, et renforcement de la cohésion d'équipe. Le projet a été bien accueilli malgré des réticences initiales, notamment grâce à son ancrage opérationnel. Ce retour d'expérience souligne l'intérêt du management par la RSE comme levier de transformation organisationnelle au service des objectifs de développement durable, dans un contexte de recherche agronomique soumis à de fortes attentes sociétales et environnementales.

MOTS-CLÉS

Responsabilité sociétale et environnementale ; système de management ; organisation ; gestion de projet, projet d'unité ; transition agroécologique ; qualité de vie au travail ; approche collaborative

¹ INRAE, UE la Motte, 35653 Le Rheu

² INRAE, SDAR Pôle RSE, 35653 Le Rheu

Optimizing activity organization through Social and Environmental Responsibility: the case of the La Motte experimental unit

Maëlle Le Nézet¹
Gwenaëlle Joannon²
Clotilde Blancféné¹

CORRESPONDENCE

maelle.le-nezet@inrae.fr

ABSTRACT

In a pilot approach anchored in INRAE 2030's Social and environmental responsibility (SER) strategy, the La Motte Experimental Unit (EU) initiated an organizational overhaul based on a SER management system. This initiative, led by an aware team, aims to structure the main and cross-functional missions in response to complex challenges: quality of service, adaptation to pedoclimatic changes, regulatory compliance, reduction of environmental impacts and consistency with stakeholder expectations. Supported by a SER facilitator and the SER manager of the Brittany-Normandy center, the EU adopted an agile methodology, centered on collective intelligence, in order to co-construct a strategy based on an activity diagnosis, the identification of stakeholders, a materiality matrix and the development of an action plan. The tool used – the Raworth Donut – made it possible to combine ecological imperatives and social needs. The unit has thus formalized decision-making tools, optimized its documentation, and established a structured dialogue with its partners. The results are numerous: improved clarity of processes, better synergy between missions, consolidation of partnership relationships, and strengthening of team cohesion. The project was well received despite initial reservations, particularly thanks to its operational anchoring. This feedback underlines the value of SER management as a lever for organizational transformation to serve sustainable development objectives, in an agricultural research context subject to strong societal and environmental expectations.

KEYWORDS

Social and environmental responsibility; management system; organization; project management; unit project; agro-ecological transition; well-being at work; collaborative approach

¹ INRAE, UE la Motte, 35653 Le Rheu

² INRAE, SDAR Pôle RSE, 35653 Le Rheu

Introduction

Rattachée au département de recherche Biologie et amélioration des plantes (BAP), l'unité expérimentale (UE) de La Motte¹ travaille sur les espèces végétales de grandes cultures, dans un contexte de polyculture-élevage.

L'activité de l'UE est régie par les orientations de son département de rattachement. Celui-ci définit ses missions à travers la feuille de route des UE. Son rôle principal est le soutien aux unités de recherche, ainsi que la production de données agronomiques. Dans ce cadre, elle fournit un appui technique et logistique de qualité pour les équipes de recherche travaillant sur les thématiques animales ou végétales. Elle assure aussi la gestion et l'adaptation d'un domaine agricole de 280 ha pour répondre aux besoins expérimentaux de la recherche. Elle réalise des expérimentations végétales, dans le cadre de projets de recherche publique ou avec des partenaires privés, sur des dispositifs expérimentaux allant de l'essai analytique en micro-parcelles à l'essai système en parcelles agricoles. Les trois thématiques de recherche prioritaires sur le domaine sont : l'adaptation aux contraintes biotiques et abiotiques, la sélection et l'évaluation variétales, et enfin le développement de cultures en mélange.

La politique institutionnelle INRAE définit une organisation opérationnelle garantissant le bon fonctionnement de la structure, dont la mise en œuvre à l'échelle des unités repose sur des missions dites « transversales ». Certaines de ces missions sont réglementaires, comme la prévention, tandis que d'autres sont liées à des politiques propres à INRAE. Ces missions sont prises en charge par des agents volontaires en supplément de leur activité principale. On retrouve dans l'unité, de manière non exhaustive, les missions d'agent de prévention, référent qualité et métrologie, correspondant en système de management environnemental, référent données, personne ressource informatique, relais développement durable ou encore correspondant formation.

Si ces missions principales et transversales constituent le cœur des activités, leur complexité croissante et leurs interactions font émerger des enjeux cruciaux pour l'organisation et la performance de l'équipe. L'analyse du contexte de l'unité, avec ses particularités et ses dynamiques propres, met en évidence plusieurs défis majeurs.

Pour répondre à ces défis, l'UE de La Motte a choisi d'adopter un système de management qui lui permet de structurer et d'optimiser les activités *via* la RSE.

L'objectif de cet article est de présenter cette approche pilote en espérant qu'elle puisse inspirer d'autres collectifs et renforcer la collaboration entre les unités.

Enjeux et défis majeurs

Les enjeux

Qualité du service. L'enjeu prioritaire pour l'unité est de répondre aux exigences des « clients », c'est-à-dire les personnes ou organisations à qui sont destinés les services (ISO 9000:2015, 3.2.4).

Ces exigences sont intrinsèquement liées à la qualité des données fournies et par extension à la qualité du service.

Conformité réglementaire et cadre normatif. L'exploitation agricole impose aux unités et installations expérimentales de répondre à des exigences réglementaires spécifiques à leur activité agricole. Ces obligations viennent s'ajouter au cadre réglementaire général de l'institut, ainsi qu'aux certifications en vigueur, telles que l'ISO 14001 pour le système de management environnemental (SME), l'ISO 9001 pour le système de management de la qualité (SMQ) et le Certiphyto. Assurer la conformité réglementaire et normative représente un enjeu majeur, non seulement pour garantir la légitimité juridique des activités, mais également pour répondre aux attentes éthiques et environnementales croissantes.

Adaptation aux conditions climatiques. La satisfaction de ces exigences dépend fondamentalement de la qualité du support de travail, à savoir le sol. Dans un contexte de changement climatique, observable à l'échelle locale, le second enjeu relève de l'adaptation des pratiques à l'évolution des conditions pédoclimatiques, en considérant le niveau de performance exigé.

Maîtrise de l'impact sur l'environnement. L'activité de recherche, tout comme l'activité agricole, sollicite des ressources importantes et génère autant d'impacts sur l'environnement. L'utilisation des engins, de consommables, l'approvisionnement en intrants ou encore la production de déchets sont inhérents au fonctionnement de l'UE. L'exploitation des sols entraîne inévitablement des modifications de la biodiversité locale. Maîtriser la pression anthropique sur l'environnement est un enjeu essentiel pour la planète et correspond à une attente sociétale forte. L'engagement dans le système de management environnemental (ISO 14001) ou l'agroécologie permet de s'approcher des objectifs de développement durable.

Les défis

Multiplicité des activités. La multiplicité des activités, principales ou transversales, a un impact sur la charge de travail. Les activités transversales reposent sur une minorité d'agents volontaires. Si elles apportent un bénéfice notable (gain de compétences, méthodologie structurante) et renforcent la cohésion du collectif INRAE, leur coordination demande à être optimisée. Le cloisonnement des missions et la difficulté à mobiliser les ressources humaines, d'autant plus dans une petite UE comme La Motte, réduisent l'efficacité de l'organisation, amplifiant de ce fait le risque de désintérêt et l'éloignement du cœur de métier.

Cohérence entre démarches et attentes des parties prenantes. L'engagement sociétal de l'UE se traduit par des initiatives à la fois humaines et écoresponsables. Elle s'investit d'une part dans le bien-être au travail, et amorce d'autre part la transition agroécologique du domaine. Selon le *Dictionnaire d'agroécologie*, l'agroécologie vise à promouvoir des systèmes alimentaires viables, respectueux des Hommes et de leur environnement

¹ : Centre INRAE Bretagne-Normandie. <https://ue-la-motte.disco.inrae.fr/>

(Hazard, 2016). Si l'institut place l'agroécologie parmi ses orientations scientifiques (INRAE, 2021), la pertinence de la transition de l'unité vers ces méthodes de production agricole respectueuses de l'environnement est questionnée, notamment au regard des attentes des partenaires, des priorités de recherche définies par les tutelles, mais aussi des attentes sociétales.

Consensus entre les différentes parties prenantes. Les partenaires scientifiques de l'unité viennent de différents horizons : institutionnel, public ou privé. Les partenaires, au niveau du centre Bretagne-Normandie et plus généralement d'INRAE, appartiennent à différents départements de recherche aux orientations scientifiques propres. L'arbitrage dans l'acceptation des dispositifs expérimentaux peut donc se révéler complexe au regard des attentes du département de rattachement de l'UE, de l'institut, et plus globalement des parties prenantes².

Face à ces constats, trois objectifs ont été identifiés :

- Comment rendre cohérent et structurer l'ensemble des démarches transversales engagées par l'unité ?
- Comment améliorer le fonctionnement global du service en harmonisant les missions principales et secondaires sans alourdir les processus existants ?
- Comment gagner en fluidité et en efficacité dans les relations avec les parties prenantes ?

Présentation du projet

Origine

L'origine de la réflexion est liée à la demande du département Biologie et amélioration des plantes (BAP) de réfléchir à un projet d'unité. Si l'UE était déjà investie dans plusieurs démarches organisationnelles, la question de leur lisibilité se posait vis-à-vis de l'organisation. La légitimité et même la priorité des actions engagées étaient source de questionnements pour les agents de l'équipe. La vision initiale du projet était donc de trouver une orientation d'unité correspondant aux compétences du collectif mais aussi à ses valeurs, à la fois structurant et permettant de faire progresser ses activités vers les objectifs de développement durable.

Dans cette optique, l'UE de La Motte pouvait s'appuyer sur ses atouts. Elle fonctionne grâce à une organisation basée sur une communication importante, tant au sein du collectif qu'avec ses partenaires. Une méthodologie rigoureuse est déjà appliquée dans plusieurs périmètres d'activité (SMQ, SME). La volonté d'engagement vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement est partagée par l'ensemble des agents.

Conception

Analyse préliminaire : consultation des acteurs du centre de recherche

En mai 2023, la direction de l'UE a consulté plusieurs acteurs transversaux du centre Bretagne-Normandie : la responsable

RSE, la responsable communication, le référent qualité et un chercheur spécialisé en analyse de cycle de vie.

La demande formulée par l'unité convergeait avec un enjeu majeur identifié par la responsable RSE du centre, à savoir l'acclimatation à la RSE des agents comme étape essentielle pour la mobilisation collective autour des enjeux de transition. Pour ce faire, une démarche pilote d'accompagnement de l'UE à la RSE a été proposée en vue de l'élaboration d'un plan d'action. Pour la conception des étapes et leur animation, la responsable RSE du centre a fait appel à un facilitateur spécialisé en RSE et en intelligence collective. Le projet a bénéficié du soutien de la direction du centre ainsi que d'une aide financière du service RSE, à titre pilote. Cet accompagnement a impliqué l'ensemble des agents volontaires, favorisant une mobilisation collective autour de cette démarche.

Choix d'un système de management par la RSE

Dans son document stratégique 2030, INRAE s'est donné pour ambition de développer des programmes de recherche visant à accélérer les transitions en matière d'agriculture, d'alimentation et d'environnement pour atteindre les objectifs de développement durable.

En cohérence avec cette politique scientifique, la stratégie RSE de l'institut, décrétée priorité collective dans le projet INRAE 2030, vise à faire converger ses valeurs et ses activités. Dans la norme ISO 26000, non certifiante, la RSE est définie comme la « responsabilité d'une organisation, vis-à-vis des impacts de ses décisions et activités sur la société et sur l'environnement, se traduisant par un comportement éthique et transparent ». En plaçant la RSE comme système de management à l'échelle de l'unité, celle-ci enveloppe l'organisation au lieu de s'y juxtaposer, invisible mais omniprésente.

Le management par la RSE n'est fondamentalement pas différent des autres systèmes de management. Ce qui le distingue, c'est avant tout son champ d'application et la perspective qu'il adopte. Son choix repose sur sa pertinence par rapport aux activités de l'unité, en intégrant des démarches durables, un engagement relationnel avec les partenaires sur les plans de l'économie et du service, ainsi qu'une attention à la qualité de vie au travail.

S'appuyant notamment sur la méthodologie du système de management de la qualité (ISO 9001), complémentaire au système de management environnemental (ISO 14001), le management par la RSE ne vise pas à recréer ce qui existe déjà, mais à optimiser ce qui est en place.

L'objectif du projet est donc de proposer un système de management intégré, offrant une vision globale et cohérente, et non une approche cloisonnée. Ce système accroît la fluidité et la connectivité entre les missions, favorisant une organisation structurée et un dialogue constant.

2. Selon l'article 2.20 de la norme ISO 26000 (RSE), une partie prenante est un individu ou un groupe ayant un intérêt dans les décisions ou activités d'une organisation.

Mise en œuvre du projet

Choix de la méthode : accompagnement par la méthode « agile »

Le projet a été accompagné selon la méthode « agile » en s'appuyant entre autres sur le brainstorming. Développées à l'origine pour l'ingénierie informatique, les méthodes « agiles » aspirent à améliorer la réactivité et l'adaptabilité du processus de développement de projet.

Cette méthode a été proposée par le facilitateur pour répondre au besoin de cohésion d'équipe. L'accompagnement a été co-construit avec la direction et la responsable RSE, avec des ateliers sur mesure, évalués et adaptés à chaque séquence. S'appuyant sur l'intelligence collective, cet accompagnement devait être dynamique, ludique et interactif pour une équipe de terrain aux missions très diversifiées. Il est important de noter que l'orientation donnée par le facilitateur influence significativement la direction des réflexions collectives.

Phases de déploiement : outils et méthode

Acculturation / sensibilisation à la RSE

Avant même de parler de RSE, il est fondamental de s'assurer que le collectif ait le même niveau de connaissances sur les notions de développement durable. La première étape du parcours visait donc à sensibiliser le collectif aux enjeux de transition sociale et écologique, en se concentrant sur le changement climatique. Le choix s'est donc porté sur la réalisation d'une fresque du climat, déjà déployée dans de nombreuses unités du centre, en abordant les notions d'atténuation et d'adaptation. Le vocabulaire et la méthodologie de la RSE ont ensuite été affinés, suivis d'une illustration de la déclinaison de la politique RSE d'INRAE aux trois échelles : nationale, centre et unité.

Réflexion collective sur la stratégie RSE

Diagnostic des activités

Une réflexion collective a permis d'identifier l'ensemble des activités de l'UE et leurs impacts à travers les trois dimensions du développement durable : sociale, économique et environnementale. Ces activités ont été analysées à différents niveaux de détail, allant des actions globales, comme la gestion des traitements phytosanitaires, jusqu'aux décisions plus spécifiques, comme le choix des fournisseurs. Une des approches utilisées est le Donut de Raworth³. Celui-ci permet de conceptualiser une zone de développement juste et sûre pour l'humanité, délimitée par deux frontières : celles des besoins humains et celle de la préservation de l'environnement. L'ensemble de la démarche a aidé à comprendre l'impact des activités en termes de RSE et à identifier l'ensemble des enjeux.

Intégration des parties prenantes

L'étape suivante consiste à intégrer les parties prenantes dans

l'élaboration de la stratégie RSE, en tenant compte de leurs attentes et de l'impact du fonctionnement de l'unité sur ces parties prenantes. Cette démarche repose sur leur identification et leur cartographie, en évaluant à la fois la nature de leur lien avec l'unité et la qualité des échanges existants. Ces parties prenantes sont par la suite regroupées par catégories pour simplifier leur intégration dans la réflexion stratégique.

Identification des enjeux prioritaires

L'analyse des attentes des parties prenantes a permis ensuite de les croiser avec les enjeux identifiés précédemment. Pour ce faire, une matrice de matérialité spécifique au développement durable (Figure 1) a été réalisée. La matrice de matérialité repose sur l'estimation des priorités en termes de RSE sur deux axes : les attentes des parties prenantes en abscisse et celles de l'unité en ordonnée. Les différents enjeux identifiés sont placés sur la matrice en fonction de leur importance pour les deux groupes. Les enjeux prioritaires se retrouvent dans le cadre supérieur droit de la matrice. Dans le cas présent, l'estimation a été réalisée uniquement par le collectif de l'UE sans consultation des parties prenantes. Il serait intéressant de la refaire en intégrant l'avis réel des partenaires, instaurant ainsi un dialogue durable avec les parties prenantes.

Élaboration d'un plan d'action

Une fois les enjeux prioritaires identifiés, une analyse de risque sur le fonctionnement global de l'UE a été menée à l'aide de la méthode du *speedboat*⁴. En mettant en lumière les atouts, les freins et les obstacles potentiels, cette analyse facilite une prise de décision éclairée. Elle permet ainsi de hiérarchiser les priorités et de définir un plan d'action ciblé pour optimiser les performances du système.

Le plan d'action est l'outil privilégié de planification et de suivi des actions lancées pour atteindre les objectifs. Il formalise les acteurs, leurs tâches, le délai, les moyens à mobiliser, jusqu'aux indicateurs de suivi et d'évaluation de l'efficacité. Pour ne pas alourdir les processus et, lorsque c'était possible, les actions proposées ont été intégrées dans les plans d'action existants, tels que les plans d'action qualité, métrologie ou SME. L'utilisation d'un gestionnaire de plans d'action permet de fluidifier le fonctionnement entre les différents champs d'activité.

Mise en place des actions

À l'UE de La Motte, la réalisation des actions est coordonnée par la direction de l'unité, appuyée par les différents correspondants transversaux. Un planning hebdomadaire est programmé en prenant en compte toutes les demandes : celles du collectif et celles des partenaires. Chaque matin, l'équipe se réunit pour distribuer les tâches et exposer les potentiels dysfonctionnements, les avancées ou les idées en général. Des réunions thématiques sont programmées pour aborder différents sujets et travailler collectivement.

3. Cf. l'article de Frund, B. « Transition écologique, comment passer de *on fait tout ce qu'on peut* à *on fait ce qu'il faut* ? Le Donut de Kate Raworth et l'assemblée citoyenne pour nourrir la stratégie de transition écologique de l'Université de Lausanne », dans ce numéro.

4. Méthode d'introspection collective sur un projet ou une équipe, basée sur la métaphore du bateau pour prendre du recul, identifier les objectifs à atteindre, les freins et les difficultés rencontrées et les actions à mener.

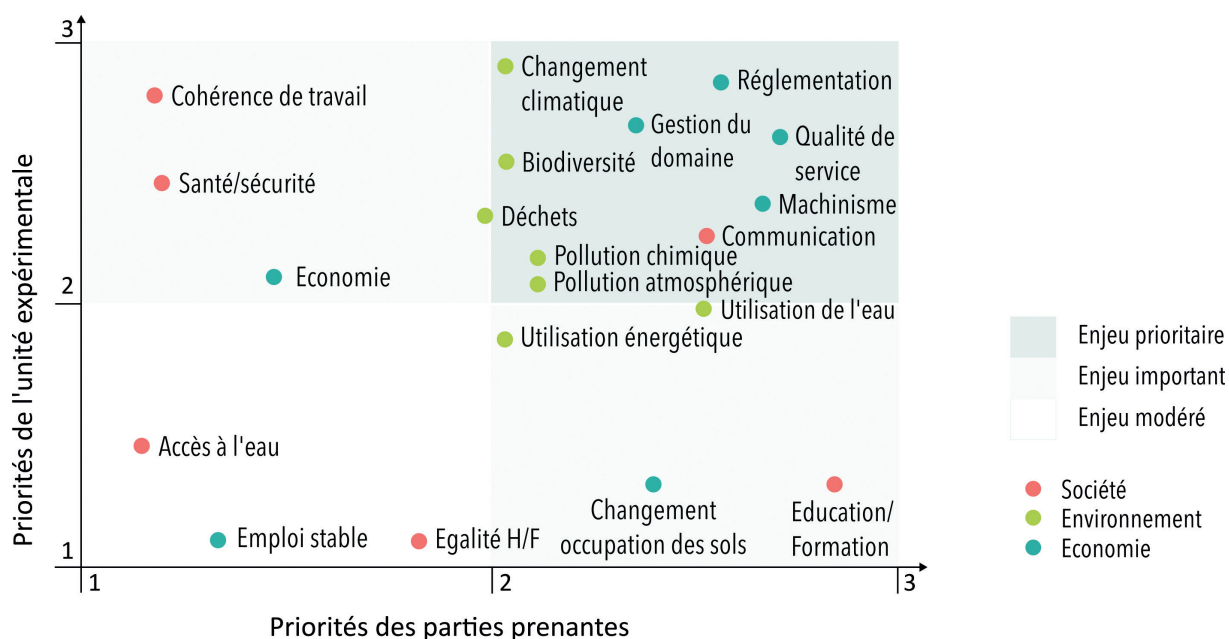


Figure 1. Matrice de matérialité des enjeux RSE. Croisement des enjeux de l'unité expérimentale de La Motte avec les attentes des parties prenantes priorisés de 1 à 3 (max = 3).

Résultats obtenus

Impact sur les activités

Rendre cohérent et structurer l'ensemble des démarches engagées par l'unité

Le diagnostic des activités et leur cartographie ont permis de structurer et d'offrir une vision globale de l'unité. L'approche RSE a révélé une cohérence entre les engagements de l'unité, ses missions et ses valeurs. Elle a également mis en lumière les actions déjà entreprises en faveur du développement durable et de l'éthique vis-à-vis des partenaires. Cette démarche a clarifié la perception globale de l'entité, ouvrant ainsi la voie à une réflexion sur son orientation future.

Améliorer le fonctionnement global du service en harmonisant les missions principales et secondaires sans alourdir les processus existants

La confrontation entre les différentes missions transversales a révélé des similitudes dans les pratiques mais aussi des doublons. Ce constat a amené à repenser l'architecture documentaire de façon à mutualiser les outils. Le dossier du SME a, par exemple, été mis en lien avec celui de la prévention et de la gestion des déchets. Certains outils ont été développés par la suite, ayant une application dans des activités différentes. L'identification des parties prenantes et de leurs attentes a par exemple été formalisée dans un document utilisé pour le SME, mais aussi pour identifier les situations d'urgence ou avoir un carnet d'adresse. Par ailleurs, les documents de type registre sont petit à petit standardisés pour faciliter leur prise en main. Une documentation facile à trouver, accessible et interopérable facilite grandement les processus et garantit la qualité du travail. Cela permet de dégager plus de temps aux missions de cœur de métier.

Gagner en fluidité et en efficacité dans les relations avec les parties prenantes

L'identification des parties prenantes et de leur niveau d'interaction a permis de prioriser les plus pertinentes et donc de travailler sur la qualité des relations. Un outil d'aide à la décision et au dialogue a été créé pour décider de manière éclairée de l'acceptation d'un dispositif expérimental sur le domaine expérimental. Cet outil permet d'analyser le contexte du projet, d'en définir les besoins et de vérifier sa compatibilité avec les ressources de l'unité. Il est aussi utile pour identifier les risques du projet et les anticiper. La méthode repose sur une grille d'évaluation à plusieurs thématiques : gestion des ressources, cohérence institutionnelle, environnement ou encore conduite de la recherche. Les scores obtenus sont représentés par un diagramme en radar. L'objectif est d'avoir un support de discussion propice à la co-construction de projet avec les partenaires de recherche. Cette méthodologie associée à un formulaire de demande garantit une traçabilité de l'information, d'une part, et une efficacité dans les échanges, d'autre part.

Bénéfice humain

Si le projet n'en est qu'à ses débuts, son initiation a favorisé la cohésion de l'équipe grâce à une réflexion commune jusqu'alors inédite. Le fonctionnement en brainstorming, qui stimule l'intelligence collective, favorise la participation de tous en prenant soin de mobiliser les personnes réservées. L'établissement d'un cadre de travail bienveillant, dont les règles sont rappelées et validées par le collectif à chaque session, encourage la confrontation des idées sans jugement et ouvre au débat constructif. La construction du projet d'unité devient l'affaire de tous et non plus de la direction seule.

Conclusion

Points forts

L'accompagnement a joué un rôle clé dans la réussite du projet. Le facilitateur a su instaurer une ambiance à la fois conviviale et sécurisante, en animant des ateliers dynamiques et rythmés. Le soutien de la responsable RSE a permis de faire le lien avec le fonctionnement d'INRAE et la dynamique du centre Bretagne-Normandie.

L'appropriation de la démarche RSE par le collectif s'est faite au fil des mois et s'est pleinement manifestée lors de la dernière phase de l'accompagnement. Cet atelier a donné lieu à des propositions concrètes d'actions couvrant des thématiques variées telles que l'environnement, la qualité de vie au travail, la gouvernance RSE et les achats responsables.

Le changement de point de vue a permis de faire émerger des idées et des améliorations sur l'organisation, certaines ont pu être rapidement mises en œuvre. Cette démarche a suscité un vif intérêt, tant auprès des partenaires de recherche que d'autres collectifs, permettant des échanges constructifs sur de nouvelles pistes d'amélioration.

Difficultés

La difficulté majeure a été de rassembler le collectif. Certains agents ont exprimé leurs interrogations sur le temps à libérer et sur l'intérêt du projet. Dans un contexte de pression sociale sur l'environnement et sur l'agriculture, la notion de RSE suscitait un certain rejet, par crainte d'un moralisme écologique déplacé. L'approche plus opérationnelle de la démarche a permis de lever une partie de ces craintes.

L'autre difficulté relève de la disparité des missions entre les agents. Certains travaillent davantage sur les aspects opérationnels au quotidien tandis que d'autres œuvrent sur les thématiques organisationnelles. Ce décalage peut occasionner un sentiment d'illégitimité quant à l'élaboration de la stratégie globale de l'unité, alors que l'implication de tous est primordiale. Il faut donc veiller à rester concrets et faire vivre le projet au quotidien en s'appuyant sur le plan d'action. ■

Remerciements

Nos remerciements vont à Karim Ladraa de Ker RSE, ainsi qu'aux agents de l'Unité Expérimentale de la Motte.

Références

Laurent Hazard (2016). Agroécologie. Dans *Dictionnaire d'agroécologie*. <https://doi.org/10.17180/5a6g-fq51>

INRAE (2021). *INRAE 2030. Partageons la science et l'innovation pour un avenir durable*. <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/INRAE2030-FR.pdf>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Le Collectif Alimentation Durable INRAE (CADI) : une démarche participative pour un service de restauration plus durable dans les centres

Lucile Marty¹
Nadine Martinet²

CORRESPONDANCE

lucile.marty@inrae.fr
nadine.martinet@inrae.fr

RÉSUMÉ

Le Collectif alimentation durable INRAE (CADI) s'est constitué dans le centre INRAE Bourgogne-Franche-Comté avec l'objectif de fédérer une communauté de scientifiques et d'acteurs de la restauration pour définir et mettre en œuvre de nouvelles pratiques de restauration plus durables. Depuis 2022, ce collectif participatif constitué d'agents volontaires conduit des actions dans le centre visant à proposer des produits de qualité, diversifier les sources de protéines, limiter le gaspillage et abandonner l'usage des plastiques à usage unique. Ces actions visent à la fois à modifier l'offre de restauration et à sensibiliser les agents aux enjeux de l'alimentation durable afin de garantir une co-évolution de l'offre et de la demande. Après deux ans d'actions, l'offre proposée était perçue comme plus durable dans toutes ses dimensions : plus respectueuse de l'environnement, meilleure pour la santé, plus gourmande et d'un meilleur rapport qualité/prix, sans pour autant que les tarifs aient changé sur la période. Le choix des plats végétariens est passé de 16 à 24 %, entraînant une diminution de l'empreinte carbone des repas (-19 kg de CO₂ pour un service de 200 repas). Fort de cette expérience, le CADI a participé à la refonte du cahier des charges pour le renouvellement du marché de restauration. Ainsi, au 1er janvier 2025, de nouvelles pratiques alimentaires plus durables se concrétisent et se pérennisent au sein du service de restauration du centre INRAE Bourgogne-Franche-Comté.

MOTS-CLÉS

Restauration collective ; alimentation durable ; expérience participative

1 CNRS, INRAE, Institut Agro, Université Bourgogne Europe, UMR CSGA 21065, Dijon, France.

2 INRAE, SDAR, 21065, Dijon, France.

The INRAE Sustainable Food Collective (CADI): a participatory approach to more sustainable catering services on research campuses

Lucile Marty¹
Nadine Martinet²

CORRESPONDENCE

lucile.marty@inrae.fr
nadine.martinet@inrae.fr

ABSTRACT

The INRAE Sustainable Food Collective (CADI) was set up at the INRAE Bourgogne-Franche-Comté center with the aim of bringing together a community of scientists and catering professionals to define and implement more sustainable catering practices. Since 2022, this participatory group of volunteers has been carrying out actions aimed at offering quality products, diversifying protein sources, limiting waste and avoiding the use of single-use plastics. The aim of these actions is both to change the catering offer and to make agents aware of sustainable food systems, notably to ensure that supply and demand evolve together. After two years of actions, the food offer was perceived as being more sustainable in all its aspects: more environmentally-friendly, healthier, tastier and of better value for money, although prices had not changed over the period. The choice of vegetarian dishes rose from 16% to 24%, resulting in a reduction in the carbon footprint of meals (-19 kg of CO₂ for a service of 200 meals). Based on this experience, the CADI collective took part in revising the specifications for the renewal of the catering contract. As a result, from January 1st 2025, we are implementing and perpetuating more sustainable food practices within the catering service of the INRAE Bourgogne-Franche-Comté center.

KEYWORDS

Collective catering; sustainable diets; participatory experiment

¹ CNRS, INRAE, Institut Agro, Université Bourgogne Europe, UMR CSGA 21065, Dijon, France.

² INRAE, SDAR, 21065, Dijon, France.

Introduction

Les systèmes alimentaires jouent un rôle important dans le changement climatique, puisqu'ils sont responsables de 34 % des émissions de gaz à effet de serre imputables aux activités humaines (Crippa *et al.*, 2021). Une étude récente met notamment en évidence que, sans une diminution des émissions gaz à effet de serre dues aux systèmes alimentaires, l'objectif de l'accord de Paris de maintenir le réchauffement planétaire en deçà de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels ne pourra pas être atteint (Clark *et al.*, 2020). Il est donc nécessaire que les systèmes alimentaires des pays occidentaux évoluent.

Pour être pérennes, ces évolutions doivent s'inscrire dans le cadre de l'adoption de régimes alimentaires durables, c'est-à-dire qui « contribuent à protéger et à respecter la biodiversité et les écosystèmes, sont culturellement acceptables, économiquement équitables et accessibles, abordables, nutritionnellement sûrs et sains, et permettent d'optimiser les ressources naturelles et humaines », selon la définition des organisations mondiales pour l'alimentation, l'agriculture et la santé (FAO & WHO, 2019). Ainsi, de cette définition, se dégagent les quatre dimensions d'une alimentation durable : le respect de l'environnement, la protection de la santé, l'acceptabilité (liée au plaisir de la consommation alimentaire) et les enjeux économiques.

La restauration collective constitue un levier important pour amorcer la transition vers des régimes alimentaires plus durables à plusieurs titres. Tout d'abord, les pouvoirs publics peuvent contribuer à la transformation des services de restauration des établissements publics (établissements scolaires, hôpitaux, administrations, etc.) par la voie réglementaire, c'est notamment l'objectif de la loi Égalim de 2018 et de la loi Climat et Résilience de 2021. Ensuite, l'orientation des commandes de la restauration collective vers certains types de produits ont la capacité de structurer de nouvelles filières sur les territoires (par exemple les produits locaux ou issus de l'agriculture biologique). Enfin, il s'agit de sensibiliser les convives à un nouveau modèle alimentaire par le biais de l'exposition à de nouvelles pratiques plus vertueuses tout en informant sur la démarche de transition vers des régimes alimentaires plus durables.

La genèse du Collectif Alimentation Durable INRAE

Contexte et ambition

INRAE est seul gestionnaire du restaurant du centre Bourgogne-Franche-Comté, et plus précisément du site de Dijon, servant en moyenne 200 repas par jour. Faire de notre service de restauration une « cantine laboratoire », telle était l'ambition initiale en agissant sur l'offre et sur la demande simultanément, afin de garantir une évolution pérenne du système de restauration et des habitudes des convives vers une alimentation plus durable. La transition alimentaire est en effet une thématique phare des recherches conduites dans l'UMR du Centre



Figure 1. Logo créé par le collectif lors d'une réflexion collective

des sciences du goût et de l'alimentation, qui explore le lien alimentation-santé, mais aussi alimentation-environnement, y compris à l'échelle territoriale. Avec la mise en place du Collectif alimentation durable INRAE (Figure 1) et en collaboration avec notre prestataire de restauration, nous développons un projet au fonctionnement participatif et ouvert qui vise à faire évoluer les pratiques alimentaires.

Structuration du CADI

La création du collectif est directement issue du Schéma de centre 2022-2025, elle apparaît dans la première partie « Mon centre, un modèle de responsabilité sociétale et environnementale » et est reprise dans les chantiers prioritaires. Ce collectif est placé sous l'autorité de la présidence de centre et de la Direction des services d'appui. Leur souhait était de mettre en place un co-pilotage appui-recherche sur ce projet, autre thématique phare de notre Schéma de centre.

La structure du collectif s'appuie sur trois grands principes :

- fédérer une communauté de scientifiques et d'acteurs de la restauration ;
- expérimenter et évaluer des actions au niveau de l'offre et des convives ;
- participer volontairement à un collectif porteur d'actions concrètes.

Pour le co-pilotage du collectif, la présidente de centre a sollicité Lucile Marty, jeune chercheuse en nutrition comportementale qui mène notamment des recherches sur l'évolution de la restauration scolaire et universitaire en lien avec la transition vers des régimes alimentaires plus durables, et Nadine Martinet, responsable de la responsabilité sociétale et environnementale pour le centre INRAE Bourgogne-Franche-Comté.

Des compétences scientifiques complémentaires ont ensuite été identifiées, et une agronome et une économiste ont rejoint ce pilotage. Enfin, notre prestataire de restauration (Cézam) a été sollicité et a accepté de participer à cette démarche conjointe d'évolution de l'offre et de la demande, respectivement via la mise en place de nouvelles pratiques au restaurant et d'actions de sensibilisation auprès des convives.

Concernant l'implication des services d'appui, le service achats-marchés du centre INRAE Bourgogne-Franche-Comté a également intégré le comité de pilotage du collectif. En effet, son rôle d'interface entre INRAE et le prestataire de restauration en fait un service clé pour la conduite d'un tel projet.

Objectifs co-construits

Les objectifs suivants ont été co-construits lors des premières réunions du comité de pilotage en 2022, composé de la présidence du Centre Bourgogne-Franche-Comté, des services achats-marchés et Responsabilité sociétale et environnementale, des scientifiques et du prestataire de restauration :

- initier et accompagner la transition alimentaire ;
- valoriser les recherches sur les pratiques alimentaires durables conduites sur le centre ;
- mettre en place une gestion concertée et pluridisciplinaire du service de restauration ;
- faire évoluer les habitudes alimentaires des agents en lien avec une évolution de l'offre proposée par le service de restauration ;
- accompagner la rédaction du cahier des charges du prochain marché.

Imaginer la restauration du centre en 2025

Cinq axes thématiques pour aller vers une alimentation durable

Nous avons choisi d'agir sur cinq thématiques inspirées des recommandations pour la restauration collective issues des lois Égalim¹ et AGEC² et de fonctionner en groupes d'action autour de ces 5 thématiques :

1. proposer des produits de qualité ;
2. diversifier les protéines ;
3. lutter contre le gaspillage alimentaire ;
4. abandonner l'utilisation du plastique et minimiser l'utilisation du jetable ;
5. améliorer le cadre du repas.

Chaque action est travaillée sur la base des quatre dimensions de l'alimentation durable (l'environnement, la santé, le plaisir et l'économie) et sur deux volets :

- l'implication des convives ;
- l'évolution du service de restauration.

Une démarche participative

L'important pour nous était de mobiliser le plus de collègues possible sur cette thématique et sur l'envie de réfléchir et d'agir ensemble sur nos pratiques alimentaires au centre INRAE Bourgogne-Franche-Comté.

Un appel à candidatures a été ouvert, pendant quelques semaines, au cours de l'été 2022 avec une campagne d'information sur la démarche (Figure 2) et des permanences au restaurant pour échanger avec les agents sur la mise en place du CADI.

Très rapidement, nous avons regroupé plus d'une trentaine de personnes motivées et prêtes à s'impliquer dans un ou plusieurs groupes d'action.

Dès lors, nous pouvons schématiser notre fonctionnement comme sur la figure 3.

Un projet soutenu par la première pépinière RSE en 2022

Le projet ainsi construit a été soutenu par la pépinière de projets RSE 2022 avec un budget global de 22 800 euros, sur deux ans, réparti selon les besoins identifiés de chaque groupe d'action. Notamment sur les deux années, le recrutement de stagiaires de master spécialisés sur les thématiques de la nutrition et de l'alimentation a permis d'assurer la mise en place et le suivi des actions.



Figure 2. Affiche de présentation du collectif

1 La loi Égalim du 30 octobre 2018 vise à réguler plusieurs aspects de l'alimentation et du secteur agroalimentaire. Elle met en place des mesures visant à soutenir un revenu aux producteurs, améliorer les conditions de production et favoriser une alimentation saine dans le cadre des différentes filières agricoles. Elle dispose également d'un volet environnemental car elle prévoit des nouvelles mesures de lutte contre le plastique, ainsi qu'un volet lié au bien-être animal.

2 La loi AGEC (n° 2020-105 du 10 février 2020) est une loi anti-gaspillage pour une économie circulaire, qui entend accélérer le changement de modèle de production et de consommation afin de limiter les déchets et de préserver les ressources naturelles, la biodiversité et le climat.

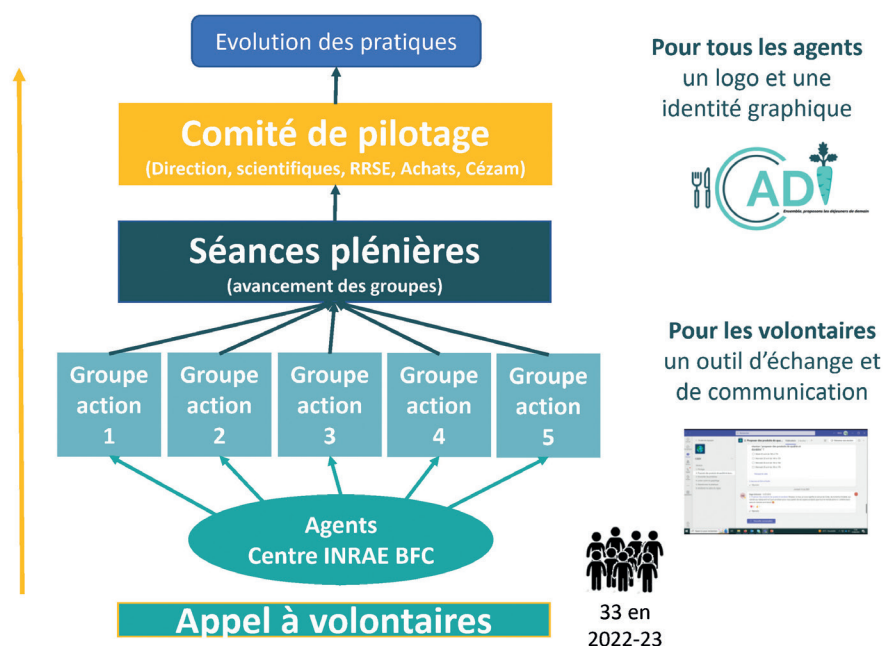


Figure 3. Fonctionnement du CADI

Des outils d'analyse et de pilotage

Depuis sa création, le CADI s'inscrit dans une volonté de suivi et d'évaluation de ses actions sur le centre INRAE Bourgogne-Franche-Comté avec l'appui des scientifiques impliqués dans le collectif. Ainsi, différents outils d'analyse et de pilotage ont été créés et mis en place :

- en 2022 et 2023, des séances mensuelles de travail en groupe d'action et des réunions plénières trimestrielles d'échanges entre les groupes et avec le comité de pilotage pour favoriser les retours d'expérience ;
- un modèle de fiche synthétique par action formalisant son déroulé et utilisé par tous les groupes d'action ;
- des conseils pour conduire des enquêtes de satisfaction flash après chaque action ;
- une borne de mesure de la satisfaction quotidienne au restaurant (Figure 4) ;
- une enquête de satisfaction annuelle concernant le service de restauration (2022, 2023 et 2024) ;
- une mesure annuelle des connaissances nutritionnelles et environnementales pour suivre leur évolution (2022, 2023 et 2024) ;

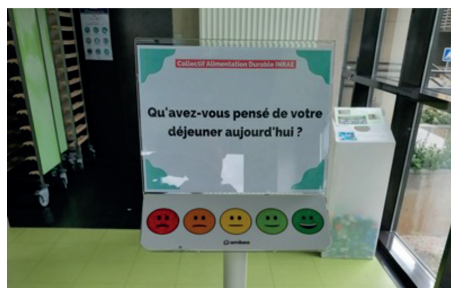


Figure 4. Borne de satisfaction

- le suivi d'indicateurs liés à l'offre de restauration : mesure du gaspillage via des balances connectées, % de bio, % de produits de qualité et durables, taux de prise des plats végétariens.

Plus de vingt actions reproductibles réalisées

Nous détaillons ci-dessous toutes les actions imaginées par les groupes d'action en 2022 et 2023. Les actions ont toutes été construites et animées par les membres volontaires du CADI sur le centre INRAE Bourgogne-Franche-Comté. Sauf mention contraire, chacune des actions n'a été proposée qu'une seule fois. Néanmoins, certaines sont désormais pérennisées dans le cadre du renouvellement du marché de restauration qui a eu lieu en 2025 (Encadré 1), comme l'affichage des labels au plus près des produits et la journée 100 % végétarienne une fois par semaine.

Groupe d'action 1 : diversifier les protéines en encourageant la consommation de légumineuses et de plats végétariens

- Sensibilisation des convives sur la consommation de protéines dans notre alimentation par l'élaboration du jeu « Où sont cachées les protéines ? ». *Cible : les habitudes alimentaires des convives au restaurant.*
- Organisation d'une journée 100 % végétarienne, appelée « Végétime », toutes les deux semaines. *Cible : l'offre de restauration.*
- Élaboration du jeu « Calendrier des saisons des fruits et légumes ». *Cible : les habitudes alimentaires des convives au restaurant et chez eux.*

- Achat de livres de cuisine durable, proposés par les membres du CADI, présentés en salle de restauration et disponibles ensuite à la bibliothèque ADAS. *Cible : les habitudes alimentaires des convives chez eux.*
- Élaboration d'un livret de recettes végétariennes proposées par les convives pour le prestataire de restauration. *Cible : l'offre de restauration.*
- Faire cuisiner autrement avec des légumineuses, des fruits à coque ou zéro déchet pour le concours de cuisine de la fête du centre annuelle. *Cible : les habitudes alimentaires des convives chez eux.*
- Mise en place de cours de cuisine végétarienne (4 sessions de 3 heures, jusqu'à 8 personnes par session). *Cible : les habitudes alimentaires des convives chez eux.*
- Création d'un atelier de sensibilisation « Nutrition et santé » (2 heures). *Cible : les habitudes alimentaires des convives au restaurant et chez eux.*

Groupe d'action 2 : proposer des produits de qualité et durables et renforcer le lien entre les convives et le restaurateur

- Mise en place d'un dépôt de pain bio au levain naturel chaque semaine. *Cible : les habitudes alimentaires des convives chez eux.*
- Élaboration d'affiches sur les labels (Agriculture biologique, Label rouge...). *Cible : les habitudes alimentaires des convives au restaurant.*
- Création d'un pictogramme « Coup de cœur du cuisinier » afin de valoriser le fait-maison au restaurant. *Cible : les habitudes alimentaires des convives au restaurant.*
- Mise en place de stands des producteurs (Adèle, Atelier technologique du lycée agricole...). *Cible : les habitudes alimentaires des convives au restaurant.*
- Création d'un atelier de sensibilisation « Recettes et environnement » (2 heures). *Cible : les habitudes alimentaires des convives au restaurant et chez eux.*

Groupe d'action 3 : abandonner le plastique en faisant évoluer les habitudes individuelles en pratiques collectives

- Abandon du plastique à usage unique (bouteilles, sacs de transport et condiments individuels) : - 64 % de références jetables (Figure 5). *Cible : l'offre de restauration.*
- Mise en place d'un système de consignes en verre pour les plats à emporter, géré entièrement par le prestataire de restauration (mise à disposition avec caution et lavage des contenants) dans le respect des normes sanitaires. *Cible : l'offre de restauration.*

Groupe d'action 4 : lutter contre le gaspillage alimentaire en prenant en compte la sensation de faim

- Tables de tri avec pesée automatique et affichage en temps réel (Figure 6). *Cible : les habitudes alimentaires des convives au restaurant.*



Figure 5. Affiche d'information de la fin de plastique jetable



Figure 6. Table de tri connectée

- Sensibilisation au gaspillage. *Cible : les habitudes alimentaires des convives au restaurant.*
- Affiches sur les portions adaptées en fonction de la sensation de faim. *Cible : les habitudes alimentaires des convives au restaurant.*

Groupe d'action 5 : améliorer le cadre du repas et questionner l'aménagement des espaces collectifs

- Modification de l'accès du restaurant avec réaménagement du couloir.
- Élaboration d'un projet de réaménagement de la salle de restauration.

Encadré 1. Zoom sur la refonte du cahier des charges restauration collective avec le collectif

Le Collectif alimentation durable INRAE a été sollicité début 2024 pour travailler avec le service achat-marché sur une évolution du cahier des charges dans le cadre du renouvellement du marché de restauration pour le centre INRAE Bourgogne-Franche-Comté. Un groupe de travail s'est donc mis en place pour envisager les évolutions possibles suite aux expérimentations menées au cours des années 2022 et 2023. Une refonte totale du document a été effectuée, avec de nouveaux critères d'évaluation. Les grandes orientations ci-dessous ont structuré les débats :

- le respect strict de la loi Égalim (20 % de produits bio et 50 % de produits durables et de qualité) ;
- la promotion des repas végétariens avec une option végétarienne tous les jours, sur deux proposées (50 % de l'offre), un jour par semaine avec deux options végétariennes (100 % de l'offre) ;

> Sur une semaine on passe donc à 6 plats sur 10 proposés végétariens, soit 86 kg d'économie de CO₂ / jour supplémentaires

- une démarche de communication pérenne à destination des convives ;
- l'arrêt du plastique et la limitation du gaspillage alimentaire ;
- la pérennisation du CADI et de ses actions.

Au 1^{er} janvier 2025 et grâce à ce nouveau marché, ce sont donc de **nouvelles pratiques alimentaires plus durables** que nous concrétisons et pérennisons au sein de notre service de restauration.

Des résultats encourageants

Après deux ans d'action, les effets sur les convives fréquentant le restaurant du centre de Dijon commencent à se faire sentir. Entre modification de l'offre, prise de conscience et nouveaux choix de plats, voici les résultats de l'enquête longitudinale conduite en 2022, 2023 et 2024 ainsi que l'évolution du bilan carbone des repas servis.

Une satisfaction en hausse pour une offre plus durable

L'enquête conduite en 2022, puis reconduite en 2024, visait à recueillir la satisfaction des convives concernant le service de restauration, leur perception de la durabilité des repas servis (selon quatre dimensions : environnement, santé, plaisir et rapport qualité/prix) et leur niveau de connaissances nutritionnelles et environnementales. En 2022, 166 personnes ont répondu anonymement à l'enquête (21 % des agents du site de Dijon), contre 148 en 2024 (19 %) ; les enquêtes ont été envoyées à tous les agents du site par email (950 agents), qu'ils fréquentent ou non le restaurant.

En 2024, 74 % des répondants étaient satisfaits du goût des aliments proposés (72 % en 2022), 69 % de leur diversité (64 % en 2022) et 83 % de leur présentation (64 % en 2022). En termes de durabilité de l'offre, en 2024, 72 % considéraient qu'ils pouvaient composer un repas respectueux de l'environnement (60 % en 2022), 92 % un repas bon pour la santé (81 % en 2022), 84 % un repas gourmand (80 % en 2022) et 93 % un repas de bon rapport qualité/prix (89 % en 2022) (Figure 7).

L'offre proposée était donc perçue comme plus durable en 2024 par rapport en 2022 sur toutes les dimensions, sans pour autant que les tarifs aient changé sur la période. De plus, nous avons observé une stagnation des connaissances nutritionnelles sur la période avec un score constant de 4,5/6, mais une amélioration des connaissances concernant l'impact de l'alimentation sur l'environnement passant de 4,2 à 4,8/6.

Davantage de plats végétariens pour baisser le bilan carbone des repas

En juin 2022, avant que le CADI ne lance ses premières actions de sensibilisation, 16 % des convives choisissaient un plat végétarien pour composer leur plateau. Ce chiffre est passé à 24 % en juin 2024 (données de caisse du restaurant). Cette évolution significative est due à une augmentation conjointe de l'offre et de la demande pour ces plats en lien avec les actions

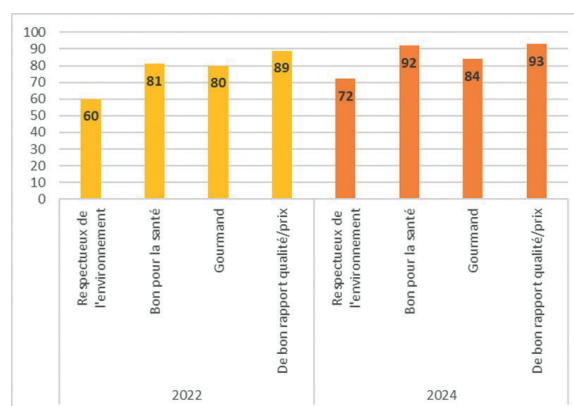


Figure 7. Perception de la durabilité de l'offre proposée au restaurant en 2022 et 2024 (%)

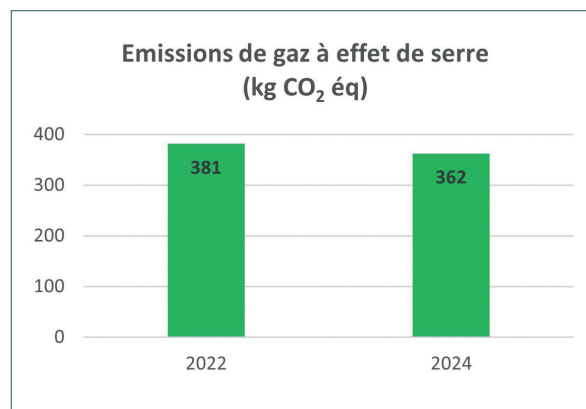
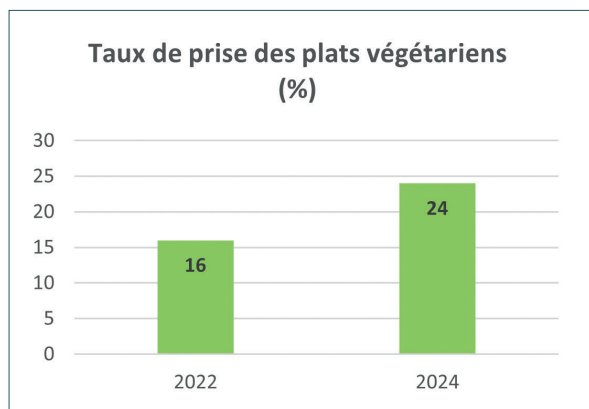


Figure 8. Taux de prise des plats végétariens et émissions de gaz à effet de serre pour 200 couverts par jour en 2022 et 2024

portées par le groupe d'action 1 concernant la diversification des protéines. Selon des études récentes en restauration collective, un menu végétarien émettrait 0,9 kg en équivalent CO₂ et un menu non végétarien 2,1 kg (Dahmani *et al.*, 2022 ; Darmon *et al.*, 2022). Pour un service moyen à 200 couverts, cela correspond donc à une économie de CO₂ de 19 kg par jour entre 2022 et 2024 (Figure 8) ; soit 4 788 kg de CO₂ à l'année sur 252 jours ouverts, l'équivalent de 2,7 aller/retour Paris-New York en avion !

Conclusion : vers une démarche reproductible sur l'ensemble des centres INRAE

La création du collectif CADI a été impulsée par la présidence de centre et inscrite dans le Schéma de centre 2022-2025 ; dès ses débuts le projet a ainsi bénéficié d'un fort soutien institutionnel, ce qui a facilité la mise en place du comité de pilotage. De plus, l'adhésion à la démarche par le prestataire de restauration a permis d'avancer en concertation ; la co-construction des objectifs du collectif lors des premières réunions du comité de pilotage a été un moment clé pour la réussite future du projet.

La mobilisation des agents s'est faite sur la base du volontariat à grand renfort de communication pour informer sur la démarche (emails, affiches et permanences au restaurant, réunions d'information). Plusieurs aspects ont permis de mobiliser des groupes de travail actifs : le leadership et l'engagement des pilotes dans la démarche (Nadine Martinet et Lucile Marty), la possibilité de pouvoir s'investir ponctuellement pour participer à une action, le recrutement de stagiaires pour animer les groupes et porter les actions, la mise en place d'outils collaboratifs pour la gestion

de chaque groupe (Teams). Le caractère participatif du projet sur un sujet qui touche au plus près la vie quotidienne des agents a également été un moteur fort d'engagement.

Néanmoins, quelques écueils sont à souligner. Une telle démarche nécessite un investissement en temps conséquent (estimé respectivement à 20 % et 10 % du temps de travail pour les deux pilotes, Nadine Martinet et Lucile Marty). De plus, la création du collectif a posé la question de sa place dans le processus de prise de décision quant à la gestion du marché de restauration, d'où l'importance d'intégrer dès le départ les membres du service achats-marchés pour garantir que les actions conduites par le collectif ne percutent pas les aspects contractuels. De manière générale, une bonne communication entre les membres du comité de pilotage au travers de réunions régulières est nécessaire pour garantir la fluidité de la démarche.

Au-delà des actions ponctuelles conduites, les effets de la création du CADI s'envisagent sur un temps long. Les espaces de discussion qui ont été créés entre les services sur le centre INRAE Bourgogne-Franche-Comté, au restaurant parmi les convives, ou avec le prestataire sont autant d'opportunités de faire évoluer les consciences quant à l'adoption d'une alimentation plus durable et les stratégies concrètes qui peuvent être mises en place dans cette optique. Pour le CADI, il s'agissait avant tout d'amener progressivement tous les agents à s'interroger sur les enjeux sanitaires, environnementaux, sociaux et économiques soulevés par les systèmes alimentaires actuels au travers d'expériences concrètes et ancrées dans leur vie quotidienne. Membre du CADI ou non, chacun pouvait alors mieux appréhender son rôle dans la transition vers une alimentation plus durable, à la fois dans leur vie professionnelle et personnelle. ■

Références

Clark, M. A., Domingo, N. G. G., Colgan, K., Thakrar, S. K., Tilman, D., Lynch, J., Azevedo, I. L., & Hill, J. D. (2020). Global food system emissions could preclude achieving the 1.5° and 2°C climate change targets. *Science*, 370(6517), 705-708. <https://doi.org/10.1126/science.aba7357>

Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., & Leip, A. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*, 2(3), 198-209. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00225-9>

Dahmani, J., Nicklaus, S., Grenier, J.-M., & Marty, L. (2022). Nutritional quality and greenhouse gas emissions of vegetarian and non-vegetarian primary school meals: A case study in Dijon, France. *Frontiers in Nutrition*, 9, 997144. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.997144>

Darmon, N., Poinot, R., & Vieux, F. (2022). Davantage de repas végétariens à la cantine pour concilier qualité nutritionnelle et protection de l'environnement. *SOWHAT? Policy Brief n° 23*, Chaire UNESCO Alimentations du monde, 4. https://www.chaireunesco-adm.com/IMG/pdf/01-sowhat-23_2022-29sept-fr.pdf

FAO & WHO (2019). *Sustainable healthy diets. Guiding principles*. <https://doi.org/10.4060/ca6640en>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.

Conclusion

La dynamique RSE engagée depuis maintenant plusieurs années est parfaitement illustrée par les projets présentés dans cette revue, que portent les agents de l'institut au sein de différents collectifs. Leur créativité pour imaginer, proposer et mettre en œuvre des actions innovantes est remarquable. Faire face aux dérèglements climatiques en cours et à venir exige de poursuivre les efforts d'atténuation de notre empreinte écologique, que nous avons initiés.

Nous avons devant nous le défi d'identifier nos vulnérabilités environnementales mais également sociales et économiques, afin d'anticiper les mesures à prendre pour que, demain, notre institut soit robuste et adapté aux incertitudes du monde.

Ces exigences sont portées à différents niveaux au sein d'INRAE :

- le conseil d'administration qui adopte les trajectoires et orientations de stratégie RSE ;
- le collège de direction qui valide les propositions de mise en œuvre de la stratégie RSE, en s'appuyant sur les avis et travaux du Comité d'orientation et de suivi RSE ;
- la DRSE qui coordonne les actions à mettre en œuvre avec l'ensemble des directions d'appui à la recherche, en s'appuyant sur le comité de pilotage RSE ;
- les présidentes et présidents de centre qui déclinent cette stratégie RSE dans les centres en intégrant les enjeux spécifiques des territoires en étroite collaboration avec les directions des services d'appui ;
- les responsables RSE qui mettent en œuvre les actions RSE avec les responsables des fonctions d'appui et le relais DD des unités ;
- les chefs et cheffes de département qui intègrent les impacts du dérèglement climatique, de la raréfaction des ressources et de l'effondrement de la biodiversité dans leur stratégie scientifique ;
- les unités qui intègrent les enjeux RSE dans leur projet d'unité afin de travailler sur les enjeux écologiques, sociaux et économiques qui leur sont propres ;
- les agents qui mobilisent de nouvelles pratiques au quotidien.

Le second plan d'action RSE d'INRAE, AGIR RSE, fixera les orientations de la dynamique RSE à horizon 2030. Le document AGIR RSE déclinera ces enjeux autour de quatre axes qui définiront des mesures sociales, environnementales, économiques et leurs impacts sur les parties prenantes internes et externes de l'Institut.

Les concertations actuellement menées au sein du Comité d'orientation et de suivi RSE, des centres et des départements permettront d'identifier les actions prioritaires à conduire d'ici 2030. Nous nous projeterons ainsi collectivement vers de nouvelles pratiques de travail, voire imaginerons des ruptures à opérer. À l'image des projets à disséminer de ce numéro spécial de la revue NOV'AE, nous ne doutons pas de la capacité de nos collectifs à s'emparer des leviers de transformation pour relever les défis qui nous attendent.

Carole Caranta

Directrice Générale Déléguée Science et Innovation

Patrick Flammarion

Directeur Général Délégué Expertise et Appui aux Politiques Publiques

Louis-Augustin Julien

Directeur Général Délégué Ressources



DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Philippe MAUGUIN

CO-DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Frédéric GAYMARD

RÉDACTEUR EN CHEF :

Michel VERGER

COMITÉ ÉDITORIAL

Juliette DIBIE-BARTHELEMY

DRH – INRAE

SABINE DUVALEIX

Institut Agro Rennes-Angers

Sophie SCHBATH

UR MAIAGE

Michel VERGER

NOV'AE

COORDINATION ÉDITORIALE

Houda BRAHAM (SCIENCE IMPACT)

Michel VERGER (NOV'AE)

ILLUSTRATION COUVERTURE

Adeline BESNAULT (NOV'AE)

RELECTURE / PRÉPARATION DE COPIE

Lysiane MANGIN

EXÉCUTION MAQUETTE

Salima DAOUD-MEGUELLATI & Houda BRAHAM

REMERCIEMENTS

Le comité éditorial remercie les auteurs pour leur contribution
et les reviewers pour leur relecture attentive.

<https://revue-novae.fr/>

ISSN : 2823-2283 / e-ISSN : 2823-3980

INRAE



NOVAE
ingénierie & savoir-faire innovants