

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.

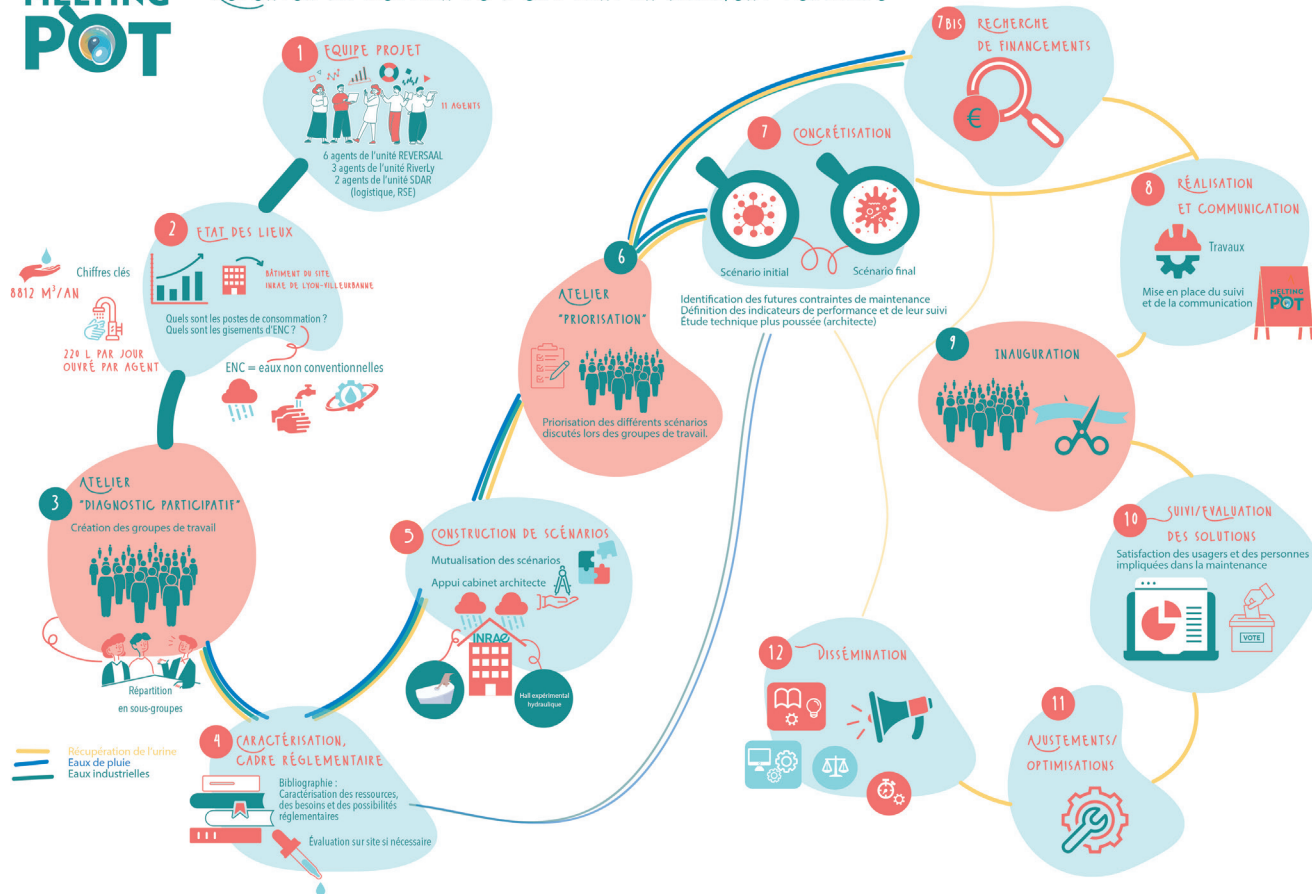


Figure 1. Sketchnote : repenser la gestion de l'eau dans un bâtiment tertiaire

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 désimpermeabilisation 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 (Stark *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.

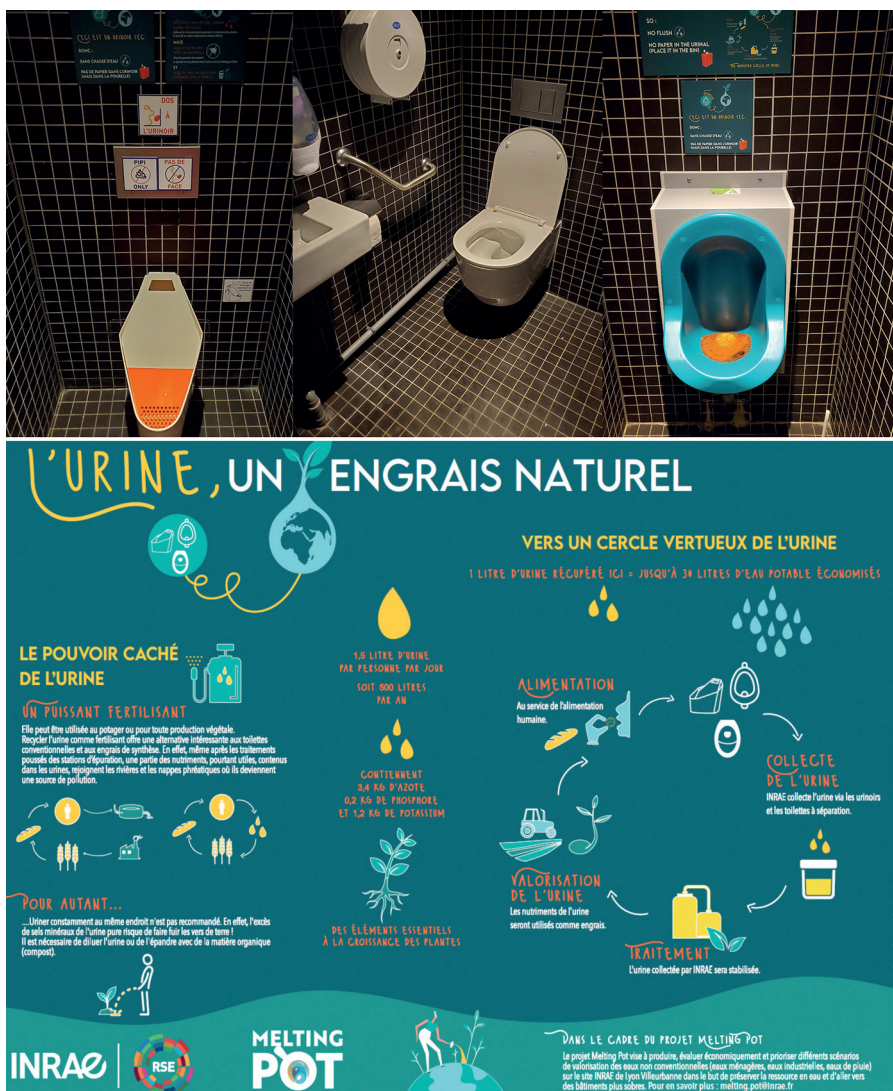


Figure 2. Signalétique spécifique mise en place afin d'expliquer les modalités d'utilisation de ces différentes « toilettes du futur » et d'informer sur les enjeux du projet.

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.

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

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

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., Azaïs, 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.