

## Mesurer les effets des pratiques culturelles sur la biodiversité faunistique

### Conception et mise en œuvre d'une méthode d'échantillonnage

Damien Foissy<sup>1</sup>

**Résumé :** Face aux enjeux de durabilité agronomique et environnementale, l'unité Inra de Mirecourt étudie, depuis 2004, deux systèmes de production agricole en polyculture élevage de bovins laitiers au sein de son domaine expérimental. Un des objectifs de cette étude, prévue pour une période de 15 ans, est de mesurer l'impact des pratiques agricoles et du milieu sur la biodiversité faunistique en suivant les populations de carabes.

Chargé d'élaborer le protocole de recueil de données à mettre en œuvre sur le terrain, j'ai développé, à l'aide d'un Système d'Informations Géographiques (SIG), une méthode qui permet d'établir toutes les entités "Unités de Sols / Pratiques culturelles (USP)" existantes sur les parcelles du Domaine. L'échantillonnage a été réalisé à partir de critères tels que la taille des entités, le comportement des carabes, la distance aux bordures des parcelles et les moyens humains. Finalement, le piégeage a été réalisé au sein de sept types de sol et huit groupes de pratiques.

L'utilisation de l'outil SIG a permis de représenter et d'analyser les données à l'échelle de la parcelle et de limiter le temps passé sur le terrain. La méthode d'échantillonnage a été utilisée pour la mise en place d'autres suivis tels que les évolutions de fertilité des sols et de flore.

**Mots clés :** Biodiversité, pratique culturelle, sol, spatialisation, système d'information géographique, SIG.

### Introduction

Une des thématiques de recherches de l'unité Inra de Mirecourt, dans les Vosges, vise à répondre à la question : est-ce que des systèmes de production autonomes, économes en intrants et adaptés aux ressources du milieu sont durables ?

Afin d'y répondre, deux systèmes de production en polyculture élevage bovin laitier<sup>2</sup> ont été mis en place en 2004 et sont en cours d'expérimentation au domaine expérimental de l'Unité. Ils ont été conçus en prenant en compte les caractéristiques des sols, et répondent à des objectifs de durabilité agronomique et environnementale (Coquil *et al.*, 2007). Les systèmes sont évalués d'un point de vue multicritères selon trois aspects : la production agricole, les ressources et l'environnement. Pour ce dernier point, trois composantes ont été retenues : la fertilité des sols et la biodiversité floristique et faunistique dont il est question ici.

C'est dans ce cadre que notre équipe<sup>3</sup> a choisi de mettre en place un suivi des coléoptères carabiques car ils font partie des indicateurs de la biodiversité en milieu agricole et parce qu'ils montrent des réactions très diversifiées aux techniques de l'agriculture biologique. L'objectif de ce suivi est de mesurer les impacts du milieu, des systèmes de production et des pratiques agricoles sur les peuplements de carabes, de 2005 à 2015. J'ai ainsi été chargé

---

<sup>1</sup> Inra unité sciences pour l'action et le développement (SAD) - Domaine du Joly 88500 Mirecourt  
☎ 03 29 38 55 14      ✉ [damien.foissy@mirecourt.inra.fr](mailto:damien.foissy@mirecourt.inra.fr)

<sup>2</sup> Sous cahier des charges de l'Agriculture Biologique

<sup>3</sup> En collaboration avec Françoise Lasserre, équipe « Agriculture Durable » du laboratoire agronomie et environnement, Ecole nationale supérieure d'agronomie et des industries alimentaires de Nancy

d'élaborer le protocole de recueil de données à mettre en œuvre sur le terrain pour piéger les carabes et les compter au printemps et à l'automne.

J'ai été confronté à la difficulté majeure qu'il n'existe pas de méthode normalisée pour élaborer le plan d'échantillonnage et définir les emplacements des pièges à carabes. Certes, dans sa revue bibliographique, B Clergué (à paraître) mentionne différents plans d'échantillonnage, mais ceux-ci sont propres à un contexte et à une taille de territoire. Il a donc fallu dans notre cas adapter les méthodes existantes à nos objectifs.

Pour cela, j'ai pris en compte les propriétés du milieu ainsi que les systèmes de culture mis en œuvre pour répertorier les situations existantes. Ensuite, j'ai choisi les situations les plus intéressantes à suivre en fonction de leur importance dans chaque système de production. Tous les milieux n'étant pas toujours représentés dans les systèmes de culture, il a fallu choisir un type de sol présent dans tous les systèmes de culture ainsi qu'un système de culture présent dans tous les types de sol afin de pouvoir comparer les situations choisies entre elles.

De plus, pour distinguer les évolutions des populations étudiées dues aux conditions climatiques de celles qui résultent des pratiques culturales, nous avons mis en place un suivi chez un agriculteur voisin, dont le système de production devrait peu évoluer à l'avenir.

Nous verrons comment le plan d'échantillonnage a été construit en 3 étapes, à l'aide d'un Système d'Informations Géographiques (SIG). Dans une première étape, les données concernant les caractéristiques des sols, les limites parcellaires et les pratiques culturales associées ont été rassemblées et traitées pour déterminer des « Unités de Sols / Pratiques culturales » (USP). La seconde étape a consisté à choisir les emplacements possibles des pièges. Dans la troisième étape, ceux-ci ont été validés ou rejetés par une visite sur le terrain. Enfin, nous verrons les caractéristiques retenues pour choisir l'agriculteur voisin.

Le domaine expérimental de Mirecourt, d'une superficie est de 238 ha, est situé dans une région d'élevage bovin laitier et de cultures. Les sols lorrains sont de nature très variée et parfois à tendance hydromorphe. Les types de sols présents sur le Domaine sont caractéristiques de cette diversité : la carte pédologique des sols réalisée par le Centre Nationale de Recherches Agronomiques de Versailles en 1962 identifie 5 textures de sol - limono-sableux, limoneux, limono-argileux, argilo-limoneux et argileux - ainsi que 4 substratum - marne calcaire, dolomie, colluvions et alluvions. Cependant, les sols reposant sur les substratums marne calcaire et dolomie représentent 90 % de la superficie du Domaine. Quant aux textures de surface, les argiles sont majoritairement présentes : les sols argileux, argilo-limoneux et limono-argileux représentent respectivement 41, 16 et 20 % de la superficie alors que les textures limoneuses et limono-sableuses représentent respectivement 14 et 9 %.

Les 2 systèmes de production du domaine expérimental ont été conçus à partir des caractéristiques des sols : les sols très argileux et à tendance hydromorphe sont en prairie permanente, les autres sont cultivés dans des rotations à base de prairie.

Le premier système (SH), d'une superficie de 78 ha, comporte uniquement des prairies permanentes, le second (SPCE<sup>4</sup>), d'une surface de 160 ha, comprend des prairies permanentes et des cultures assolées.

Pour chaque parcelle cultivée, un groupe d'experts, constitué des ingénieurs de l'unité, a défini, dans un premier temps, l'aptitude de chaque parcelle à recevoir ou non des cultures de printemps en alternance avec des cultures d'hiver. Dans un deuxième temps, à partir de la nature du sol et de sa teneur en calcaire actif, la tête de rotation, à base de luzerne ou de trèfle, a été déterminée. Il existe donc 4 rotations pour les parcelles cultivées : selon que la tête de rotation est une luzerne ou une prairie, selon que la rotation contient uniquement des cultures d'hiver ou qu'elle alterne cultures d'hiver et cultures de printemps et enfin selon la durée de la rotation.

### **Encadré 1** : *Les systèmes de production du domaine expérimental*

<sup>4</sup>SH = système d'élevage herbager, SPCE = système de polyculture-élevage

## 1. Construction des Unités de Sols / Pratiques (USP)

Les données sur le parcellaire et les pratiques culturales – assolement prévisionnel de 2005 à 2020, système de production auquel appartient chaque parcelle, nature de la rotation – existaient sous des formats papier ou informatique : tableurs, logiciel de gestion parcellaire. Le plan parcellaire du domaine a fait l'objet en 1998 d'un référencement géographique – latitude, longitude, altitude – au moyen d'un global positioning system (GPS).

J'ai rassemblé toutes ces données sous un système d'informations géographiques (SIG) afin de faciliter leur traitement et leur représentation graphique ; j'ai donc créé des bases de données qui ont été alimentées à partir des tableurs et du logiciel de gestion parcellaire.

En ce qui concerne les caractéristiques des sols, j'ai choisi d'utiliser la carte pédologique : les textures y sont détaillées par épaisseur de 40 cm et ce jusqu'à 120 cm de profondeur, et les substratums y sont représentés. J'ai réalisé un référencement géographique<sup>5</sup> de la carte pédologique avec les limites des différentes zones de sols, et j'ai saisi dans des bases de données les informations relatives à la nature des sols qui figuraient sur la carte papier.

### 1.1 Les types de sols

Dans un premier temps, j'ai simplifié la carte pédologique en ne prenant en compte que la texture de l'horizon de surface – sans prendre en compte la profondeur de sol – ainsi que la nature du substratum : douze unités de sol (US) ont été obtenues et représentées sous forme de carte, et leur superficie a été calculée. Les 4 US les plus importantes (**tableau 1**, colonnes 1 à 3) ont une taille élémentaire de plus de 20 ha, et 6 ont une taille inférieure à 10 ha.

Dans un deuxième temps, j'ai agrégé la carte obtenue avec la carte des limites parcellaires, puis j'ai fait figurer, pour chaque parcelle, le système de production concerné. Cette spatialisation m'a permis d'obtenir la superficie de chaque unité de sol par système de production. Le **tableau 1** montre que tous les types de sols ne sont pas représentés de la même manière dans chaque système, il a fallu en tenir compte par la suite.

Des sols n'ont pas pu être déterminés avec exactitude par les pédologues, ils représentaient une quinzaine d'hectares qui ont été exclus du plan d'échantillonnage.

Texture	Substratum	Surface en ha	Surface dans SPCE	Surface dans SH
Argile	Dolomie	34	18.9	15.1
	Marne	57.6	35.3	22.3
	Colluvions	3.3	-	3.3
Argilo – limoneux	Dolomie	22.4	16.4	6
	Marne	4.4	3.9	0.5
	Colluvions	5.5	2.8	2.7
Limono – argileux	Dolomie	31.1	27.6	3.5
	Marne	18.2	18.2	
	Alluvions	1.9	-	1.9
Limono – sableux	Marne	16.7	14.1	2.6
Limoneux	Dolomie	15.7	7	8.7
	Marne	12.6	11	1.6
Limon et Limono – argileux	Indéterminé	7.6	2.5	5.1
Sols remaniés		7	2.3	4.7
Total		238	160	78

**Tableau 1** : nature des textures et substratums du domaine

<sup>5</sup> Avec l'aide d' E. Bienaimé, équipe SIG Centre Inra de Nancy.

## 1.2 Les groupes de pratiques culturales

Pour évaluer l'effet des pratiques culturales mises en œuvre sur un pas de temps pluriannuel, j'ai utilisé les groupes de pratiques culturales identifiées par X. Coquil, ingénieur de l'unité. Il en a défini quatre pour les cultures – un pour chaque rotation –, auxquels s'ajoute un groupe prairie permanente par système de production : un pour SH et un pour SPCE (**encadré 1**).

Pour chaque rotation et chaque culture, X. Coquil a défini des pratiques culturales spécifiques telles que l'époque et la date de semis, le choix des espèces, le travail du sol ou encore la fumure.

En ce qui concerne les prairies permanentes, quel que soit le système de production, les parcelles les plus proches des bâtiments d'élevage sont pâturées uniquement par les vaches en lactation, celles qui sont plus éloignées sont pâturées uniquement par les génisses. J'ai donc distingué deux groupes de pratiques par système de production : "parcellaire vaches en lactation" et "parcellaire génisses".

J'ai finalement obtenu 8 groupes de pratiques ; la superficie du plus petit est de 9,5 ha alors que celle du plus important est de 48,5 ha. 4 groupes ont une taille comprise entre 30 et 40 ha.

## 1.3 Les types de sols par groupe de pratiques

J'ai croisé les huit groupes de pratiques avec les 12 unités de sol afin d'identifier toutes les situations ainsi que leur importance par groupe de pratiques. J'ai obtenu 63 USP (**tableau 2**), d'une superficie élémentaire variant de 0,1 à 17,2 ha, et d'une superficie moyenne de 3,4 ha.

Texture / Substratum	Luzerne 8H	Luzerne 8P	Prairie 6H	Prairie 6P	Pâtûre 1	Pâtûre 2	Pâtûre 3	Pâtûre 4
Argile / Dolomie	0.7	7.7	1.5	4.2	5.9	9.2	4	0.8
Argile / Marne	0.1	6.8	9.9	0.6	6.5	15.8	0.7	17.2
Argile / Colluvions						3.3		
Argilo-limoneux / Marne	0.2	2	0.7			0.5	1	
Argilo-limoneux / Dolomie	3.3	4.6	1.6	0.7	3	3	3.8	2.4
Argilo-limoneux / Colluvions		0.6	0.5		2.7		0.8	0.9
Limono-argileux / Dolomie	1	15.5	0.7	5.3	2.7	0.8	3.7	1.4
Limono-argileux / Marne		3.5	3.4				0.2	11.1
Limono-argileux / Alluvions						1.9		
Limono-sableux / Marne			8.7	5.3		2.6		0.1
Limons / Dolomie		1.8	0.6	2	8.4	0.3	1.3	1.3
Limons / Marne	3.2	4.4	3.4			1.6		
Sols exclus	1	1.6		0.9	9.8		0.5	0.8
Total	9.5	48.5	31	19	39	39	16	36

☐ Situations retenues pour l'installation de pièges

**Tableau 2** : Superficie en ha de chaque type de sol, par groupe de pratiques culturales

## 2. Etablissement et validation du plan d'échantillonnage

### 2.1 Prise en compte des moyens humains, de la biologie des carabes et des bordures de parcelles

J'ai considéré qu'il fallait relever tous les pièges le même jour et qu'en une journée de 8 heures de travail, une personne pouvait intervenir sur un maximum de 80 pièges.

La plupart des espèces de carabes pouvant se déplacer sur plusieurs dizaines de mètres, j'ai fixé une distance minimale de 20 m entre une bordure de parcelle et un piège, ainsi qu'une distance de 50 m entre deux pièges. Chaque piège devant être installé au sein d'une zone de sol homogène d'au moins 0,25 ha, 59 USP ont répondu à ces critères.

Enfin, pour chaque USP retenue, quatre pièges ont été installés sur une ou plusieurs parcelles pour servir de répétitions.

### 2.2 Choix des USP

Dans un premier temps, j'ai sélectionné dans chaque groupe de pratiques les types de sols ayant une superficie supérieure à 3 ha d'après le **tableau 2** ; bien entendu, toutes les unités de sol ne sont pas représentées dans chaque groupe de pratiques. Afin de comparer, j'ai pris comme références des unités de sol présentes dans presque tous les groupes de pratiques : argile sur Dolomie et argile sur Marne.

Dans un deuxième temps, j'ai ajouté les données sur les limites parcellaires aux données sur les USP, afin d'obtenir les USP par parcelle. J'ai écarté du plan d'échantillonnage toutes les USP par parcelle de moins de 0,25 ha. J'ai choisi les parcelles pouvant accueillir un piège à partir des données sur les tailles d'USP par parcelle et en visualisant les différentes couches d'informations – limites de parcelles, unités de sol, groupes de pratiques – sur SIG.

Chaque fois que cela a été possible, pour une même USP, j'ai réparti les quatre répétitions sur plusieurs parcelles, l'outil SIG me permettant de vérifier le respect des distances minimales entre plusieurs pièges et entre chaque piège et les bordures des parcelles.

Ma connaissance du terrain m'a permis d'éliminer d'emblée des parcelles trop exiguës ou à caractère hydromorphe connu. J'ai établi une carte sur SIG en faisant figurer un point pour chaque emplacement possible pour un piège.

### 2.3 Validation des situations retenues

La carte prévisionnelle des emplacements des pièges a été transférée sur un GPS mobile, puis en réalisant une visite de terrain, j'ai validé ou rejeté définitivement chaque emplacement. Pour cela j'ai pris en compte des caractéristiques telles que le relief, une zone hydromorphe proche ou encore une forme de parcelle susceptible de subir davantage de passages de tracteur. Enfin, une discussion avec le personnel le plus ancien du domaine expérimental m'a permis de rejeter un emplacement en raison d'anciens aménagements du terrain non mentionnés sur les documents dont je disposais.

Au total, 19 séries de quatre pièges ont été retenues (**tableau 2**, en grisé).

Certaines USP ont comporté deux séries de pièges parce que j'ai essayé de couvrir l'ensemble du territoire (**figure 1**), et parce que leur taille le permettait. Le groupe de pratiques culturelles "Luzerne 8H" n'a pas reçu de pièges en raison de la trop petite surface de sol homogène à l'échelle de la parcelle.

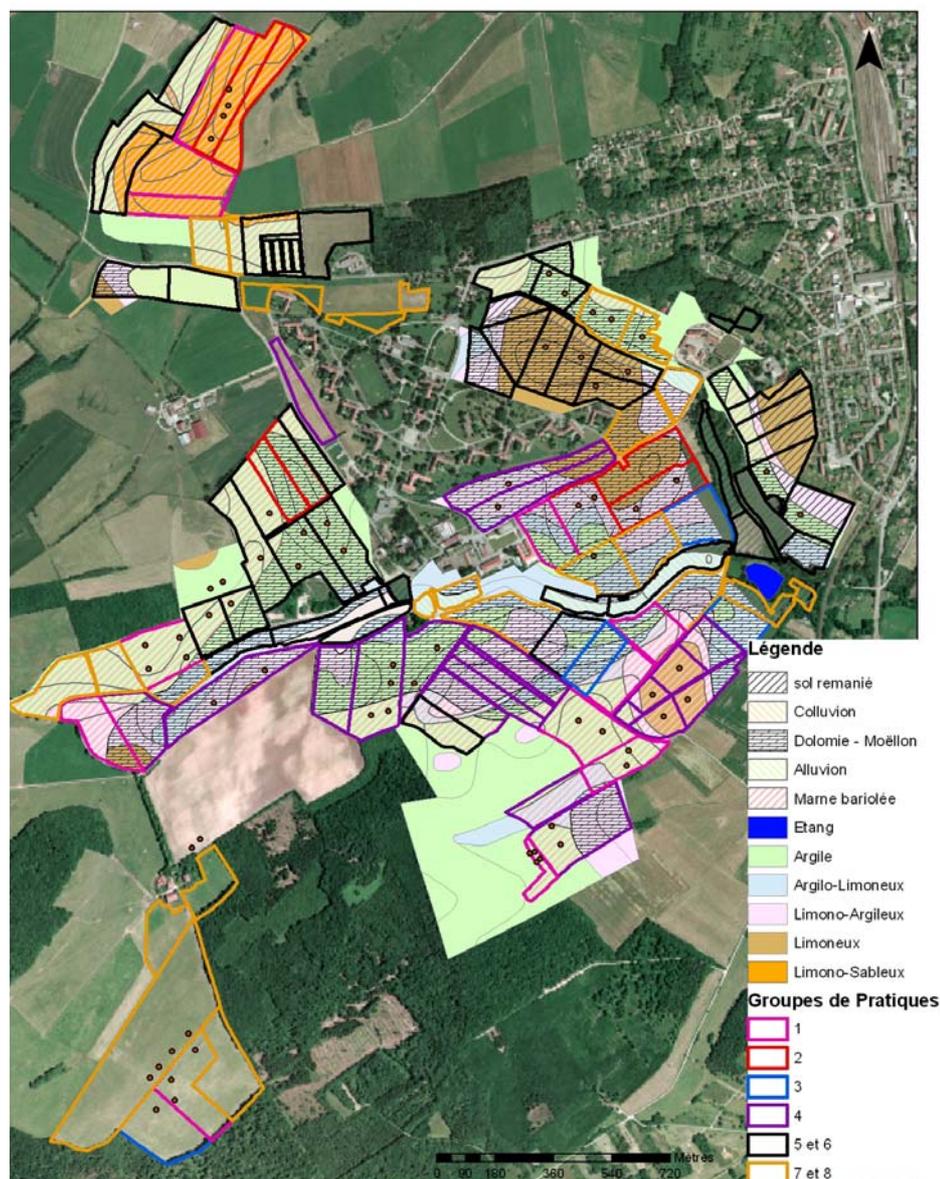


Figure 1 : localisation des pièges à carabes

### 3. Etablissement d'un suivi de référence

Pour mesurer l'impact des systèmes de production sur la biodiversité faunistique, il est nécessaire de réaliser un suivi sur une décennie, car certains impacts sont immédiats et de courte durée, tandis que d'autres peuvent apparaître plus lentement.

L'évolution des populations de carabes peut résulter des pratiques culturales mais également des conditions climatiques. Pour cela, la mise en place d'un suivi chez un agriculteur voisin,

dont le système de production devrait peu évoluer dans les années à venir, vise à déterminer si les évolutions de la faune carabidé sont liées aux facteurs climatiques ou non.

J'ai choisi cet agriculteur sur les critères suivants : forte imbrication ou contiguïté de ses parcelles dans le territoire du domaine expérimental, système de polyculture élevage avec des prairies permanentes, bonnes relations de voisinage. L'exploitation retenue est une exploitation laitière composée de deux groupes de pratiques : prairies permanentes et cultures assolées dont la tête de rotation est le maïs.

J'ai choisi de mettre en place deux séries de pièges, une dans chaque groupe de pratiques. Bien entendu, les types de sols devaient figurer dans la liste de ceux retenus sur le domaine expérimental. Certains types de sols de l'agriculteur étaient renseignés sur notre carte pédologique, ce qui m'a permis d'installer la première série de pièges sur un sol argileux sur marne. Je ne pouvais pas utiliser la carte pédologique pour installer la seconde série de pièges. Alors j'ai effectué des sondages de terre à l'aide d'une tarière dans plusieurs parcelles, je déterminais la nature de sol, puis j'ai choisi des parcelles limono-argileuses sur dolomie.

## Discussion

J'ai conçu la méthode d'échantillonnage décrite dans cet article pour évaluer à moyen terme des pratiques culturales mises en œuvre en fonction du milieu. La difficulté principale que j'ai rencontrée pour l'établir a été la masse considérable de données à intégrer. En effet, la prise en compte du détail des données pédologiques, de la diversité des cultures présentes et des techniques culturales appliquées rendait l'échantillonnage trop complexe.

Aussi, puisque c'est la nature de l'habitat qui a le plus d'influence sur les populations de carabes, je n'ai considéré que la texture de surface des sols et afin de rester cohérent avec les protocoles agronomiques et environnementaux mis en œuvre sur le domaine, j'ai utilisé les groupes de pratiques culturales qui combinent la nature des cultures et les techniques culturales.

Cependant l'échantillonnage réalisé n'a pas pris en compte la nature des espèces cultivées annuellement car il n'a pas été possible d'avoir, pour un même groupe de pratiques et un même sol, toutes les cultures de la rotation une année donnée. Toutefois, dans un autre contexte, il serait possible d'intégrer cette contrainte.

La prise en compte du milieu et des pratiques qui y sont associées montre qu'il y avait plus de 63 situations combinant ces 2 aspects sur le domaine expérimental. Pour des raisons humaines et de taille du dispositif, nous ne pouvions pas suivre toutes les situations. De même, tous les milieux n'étaient ou ne pouvaient pas être représentés dans chaque groupe de pratiques. En choisissant deux types de sols présents dans presque tous les groupes de pratiques, nous nous donnions la possibilité d'établir des comparaisons.

La première année de suivi, nous avons dû déplacer quelques pièges de quelques mètres en raison de problèmes hydromorphes et de passages préférentiels des animaux au pâturage.

Nous avons constaté, sur certains secteurs du territoire couvert, que les captures de carabes étaient bien plus importantes en nombre. Ce constat est valable également au sein d'une même USP, pour une même nature de culture et des pratiques annuelles identiques. Des investigations devront être menées sur le passé cultural et l'environnement proche de ces parcelles ; en effet, la présence d'habitats environnants particuliers tels que la forêt ou des

cours d'eaux auraient pu influencer les résultats mesurés. Si tel était le cas, il faudrait certainement en tenir compte dans le plan d'échantillonnage.

Les unités de sol et groupes de pratiques identifiés dans ce travail, ont été réutilisés pour la mise en place d'autres suivis à long terme : biomasse végétale, relevés floristiques, analyses physico-chimiques ; ils sont associés à l'utilisation d'un GPS.

## **Bibliographie**

Clergué B. (2008) thèse en cours de rédaction.

Coquil X., Fiorelli J.L., Blouet A., Mignolet C., Bazard C., Foissy D., Trommenschlager J.M. (2007) Des systèmes de production laitiers biologiques comme prototypes de systèmes laitiers durables *in* Renc. Rech. Rum décembre 2007, à paraître.

Coquil X., Fiorelli J.L., Bazard C., Foissy D. Trommenschlager J.M. Blouet, A. (2006) Prototyping organic mixed crop-dairy systems at a local scale: a multi-attribute approach. European Joint Organic Congress, 2006/05/30-31 : 34-35.