



Ferti-Dig (2021-2024)

Guide des bonnes pratiques d'utilisation des digestats de méthanisation

pour maximiser leurs intérêts agronomiques et limiter les impacts sur les fertilités chimique, physique et biologiques des sols



Sous-traitance



IMPACT DES DIGESTATS DE MÉTHANISATION SUR LA QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE DES SOLS AGRICOLES

Daniela Mora-Salguero¹, Thierry Morvan², Vincent Jean-Baptiste³, Sophie Bourgeteau-Sadet¹⁻⁴

¹INRAE, UMR Agroécologie, Dijon, France

²INRAE, UMR Sol Agro et hydrosystème Spatialisation, Rennes, France

³Gaz Réseau de France, Paris, France

⁴Institut Agro Dijon, France

Webinaire TV GRDF
Biodiversité et méthanisation agricole
(digestats / CIVE)
20.06.2023



Projet Méthafaune

CAPITAINE Lucille

@Céline Lecomte



LE SOL

Surface supérieure de la Terre qui est cultivée et entretenue

Matériau meuble qui doit être enlevé pour fournir une fondation plus stable sur laquelle on peut construire

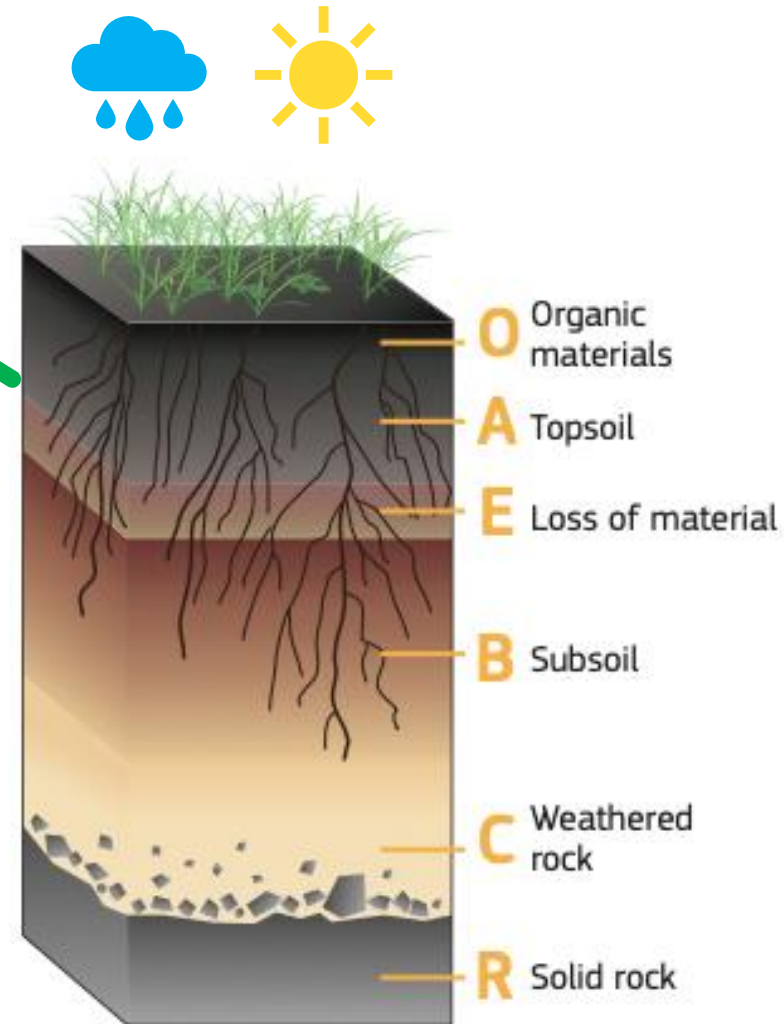
Entrepôt et source de carbone et de gaz effet serre

Tampon qui stocke la pluie et fournit de l'eau potable

Habitat des êtres vivants

Organismes vivants
Minéraux
Matière organique
Air
Eau

Résultat des interactions entre l'atmosphère, la biosphère et la géosphère



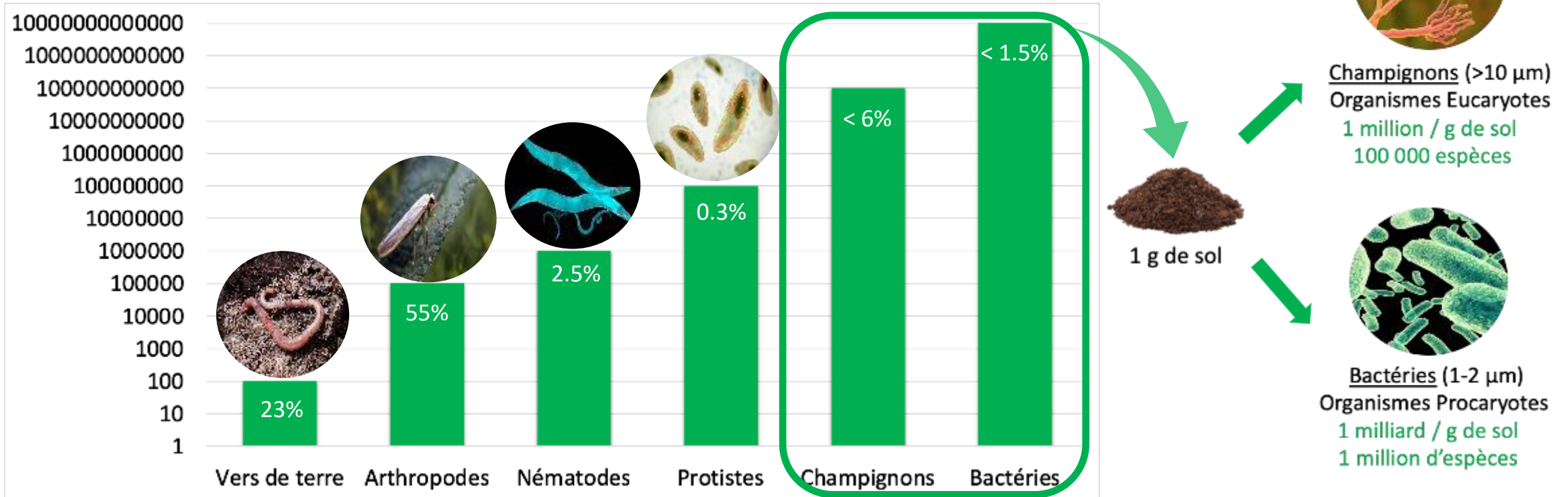
<https://www.globalsoilbiodiversity.org/atlas-introduction>

« Essentially, all life depends upon the soil ... There can be no life without soil and no soil without life; they have evolved together »

Charles E. Kellogg, USDA Yearbook of Agriculture, 1938.

LE SOL : un milieu vivant

Quantité d'organismes dans 1m³ de sol arable en climat tempéré (échelle logarithmique) et pourcentage d'espèces décrites.


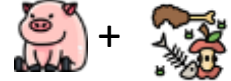


Les organismes les plus abondants et les plus diversifiés du sol.
Rôle central dans le fonctionnement biologique du sol.

(Global soil biodiversity atlas, 2016)


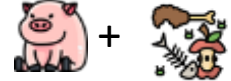
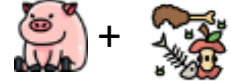

Digestats d'origine différentes -> qualités physico-chimique et agronomique contrastées



Type de digestat	MS %	MO %	C/N	N g/kg MS	N-NH ₄ g/kg MS	P ₂ O ₅ g/kg MS	K ₂ O g/kg MS
 +	6	69	9	51	20	10	117
 +	2	58	3	145	83	24	272

Digestats d'origine différentes -> qualités physico-chimique et agronomique contrastées



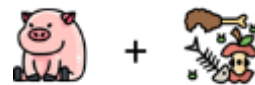
Type de digestat	MS %	MO %	C/N	N g/kg MS	N-NH ₄ g/kg MS	P ₂ O ₅ g/kg MS	K ₂ O g/kg MS
 + 	6	69	9	51	20	10	117
 + 	2	58	3	145	83	24	272



N disponible = N-NH₄ + Norg minéralisable

kgN/t MB

4.3



2.4



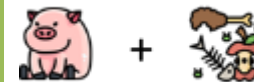
Potentiel stockage C sol

kgC/t MB

19.2



4.9



Besoins de rationaliser les données et impacts par typologie de digestats



Variabilité des Intrants



Variabilité traitements



Variabilité de la qualité agronomique des digestats:
Typologie



Concept-Dig (ADEME, 2019)
Guilayn et al. (2019; 2020)



Variabilité des impacts sur les agroécosystèmes
Hypothèse: Typologie des impacts?

Diversité pratiques culturales et types de sols

Variables caractéristiques agronomiques:

C et N minéralisable au sol
Contaminants



Variables « Effets » :

Fertilité chimique N (Keq N, volatilisation NH₃)
Fertilité bio (vers de terre, μbio_MéthaBioSol)
Fertilité physique: stabilité structurale

Guide des bonnes pratiques d'utilisation par type de digestats
site web (2024)



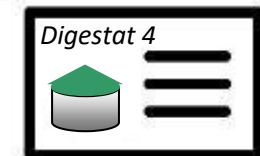
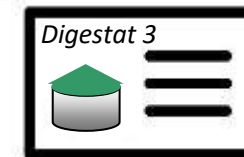
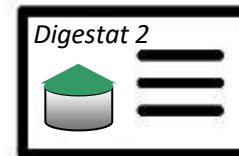
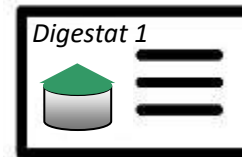
Guide des bonnes pratiques d'utilisation par type de digestats site web (2024)



Thématique

- **Caractérisation** du digestat
- Disponibilité en **éléments fertilisants** pour les cultures
- Effets sur la **fertilité du sol**
- **Pertes** (eau, air...)
- **Innocuité** du digestat
- **Règlementation**
- **Gestion** à l'échelle de l'exploitation et entre exploitations
- ...

Type de digestat



LE SOL : un milieu vivant

Rôle des microorganismes



Microorganismes du sol
Patrimoine biologique

Fonctions biologiques

Minéralisation de la MO

Stabilité structure du sol

Dépollution

Régulation des pathogènes

Fonctions Agro-écosystemiques

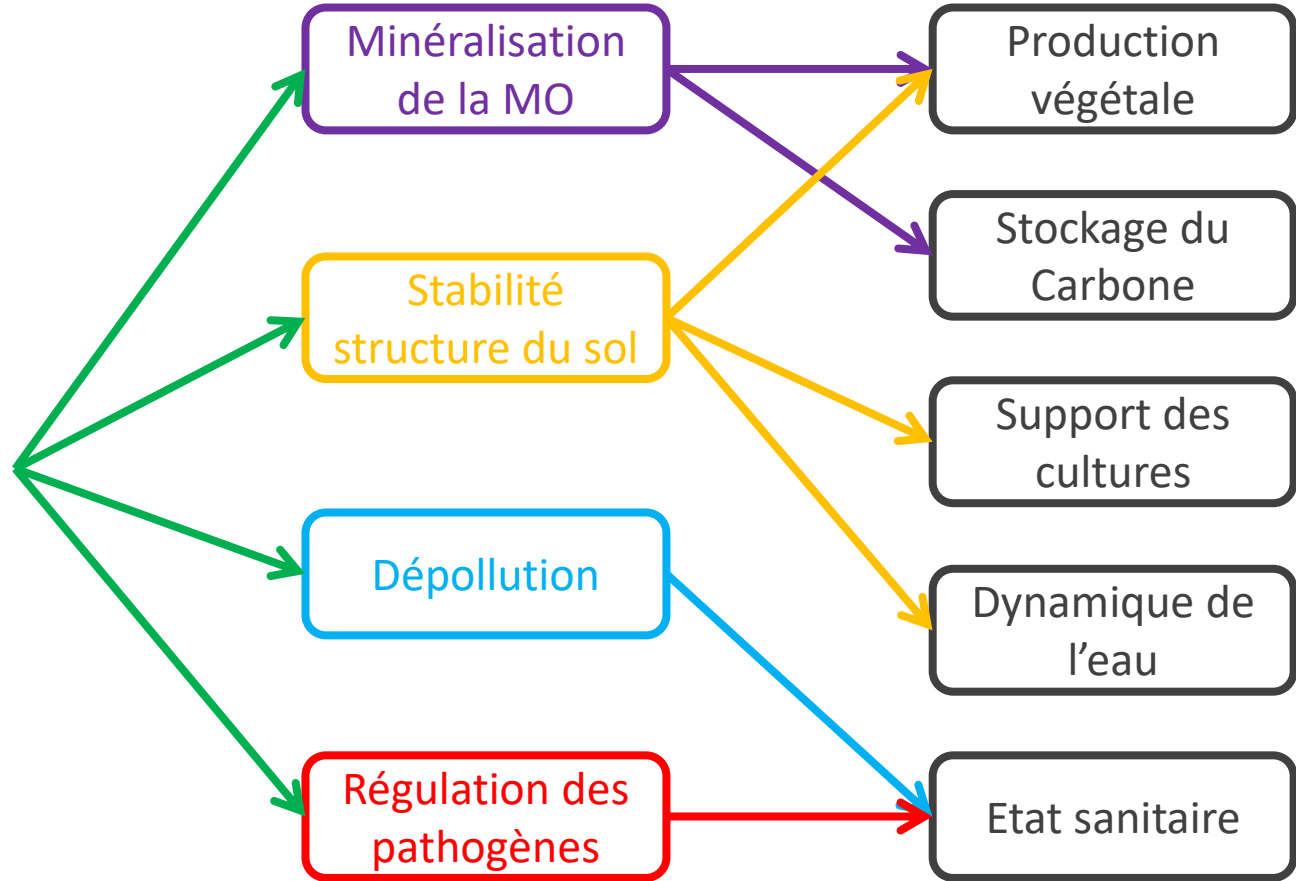
Production végétale

Stockage du Carbone

Support des cultures

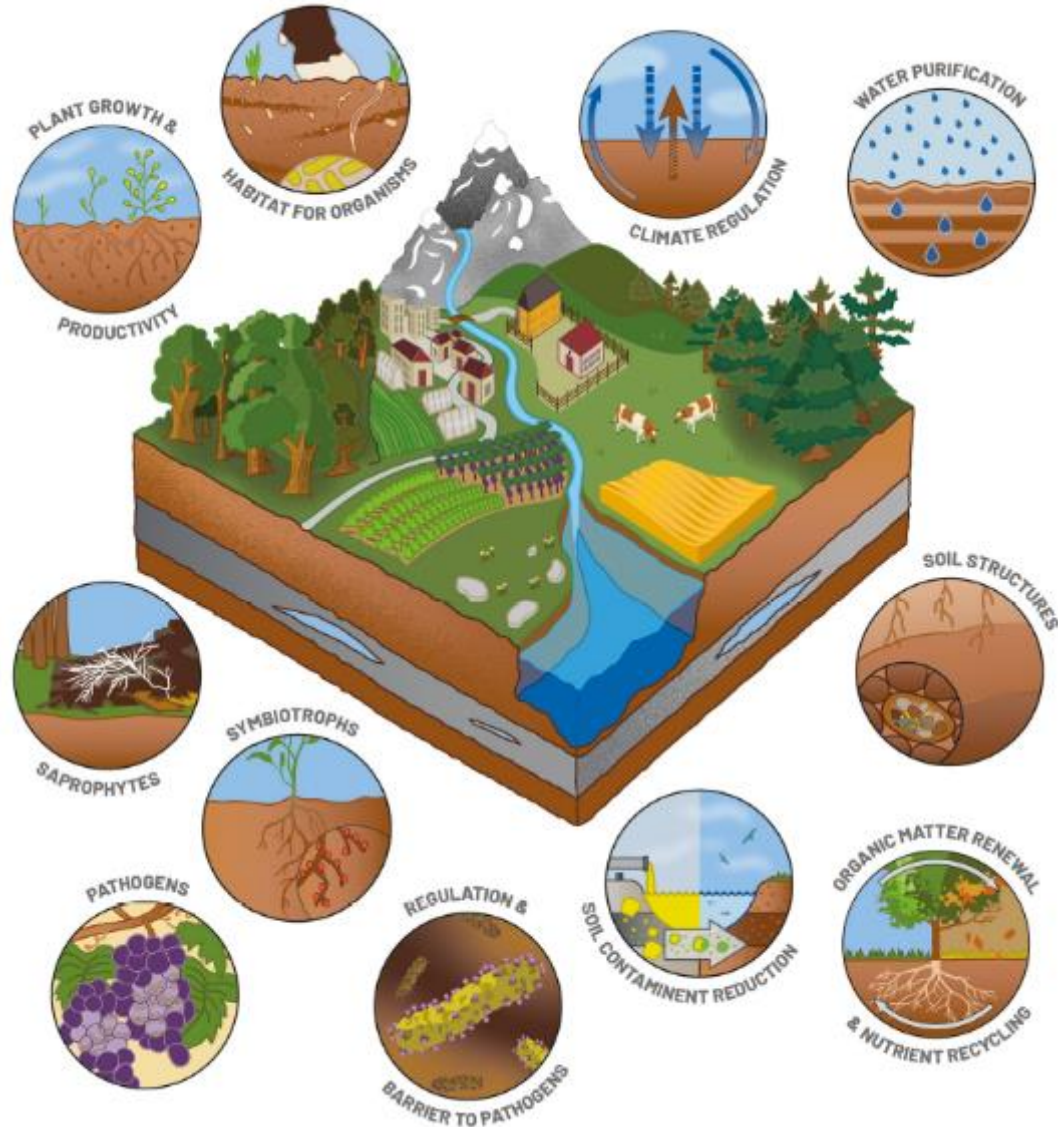
Dynamique de l'eau

Etat sanitaire



LE SOL : un milieu vivant

Rôle des microorganismes



(Djemiel et al. 2022), (Christel et al., 2021)

Facteurs qui impact les communautés microbiennes du sol

Travail du sol



Protection des cultures (pesticides)



Fertilisation minérale



Couverture végétale (diversité de rotation, intercultures)



Amendement organique



Les digestats de méthanisation ?

PROJET DE THÈSE

Questions de recherche

1. Quel est l'impact, au champ, d'un apport répété de digestats de méthanisation sur la communauté microbienne du sol ?

→ *Sites expérimentaux (Expérimental)*

2. Quel est l'impact, pratiques agronomiques liées à l'épandage de digestats de méthanisation sur la communauté microbienne du sol ?

→ *Construction d'un réseau de fermes (Opérationnel)*

PROJET DE THÈSE

Questions de recherche

1. Quel est l'impact, au champ, d'un apport répété de digestats de méthanisation sur la communauté microbienne du sol ?

→ *Sites expérimentaux (Expérimental)*

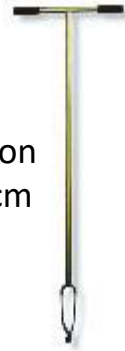
2. Quel est l'impact, pratiques agronomiques liées à l'épandage de digestats de méthanisation sur la communauté microbienne du sol ?

→ *Construction d'un réseau de fermes (Opérationnel)*

Comment évaluer l'impact des digestats sur la communauté microbienne des sols?



Horizon
0-25cm




Echantillon composite du sol

Emottage et quartage

Séché à l'air libre

Physico-chimie

LAS (Laboratoire d'Analyses des Sols) 

Tamisage 4mm

Lyophilisation

Stockage -40°C

 GenSol

Metabarcoding

Indicateurs qualité
microbiologique du sol

**Biomasse moléculaire
microbienne**

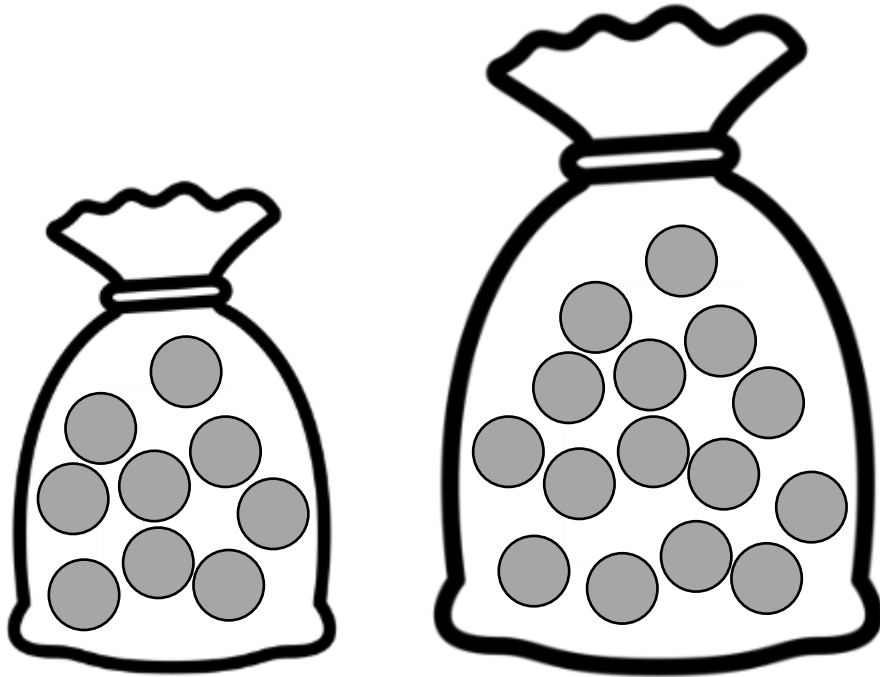
Quantité d'ADN

Diversité microbienne

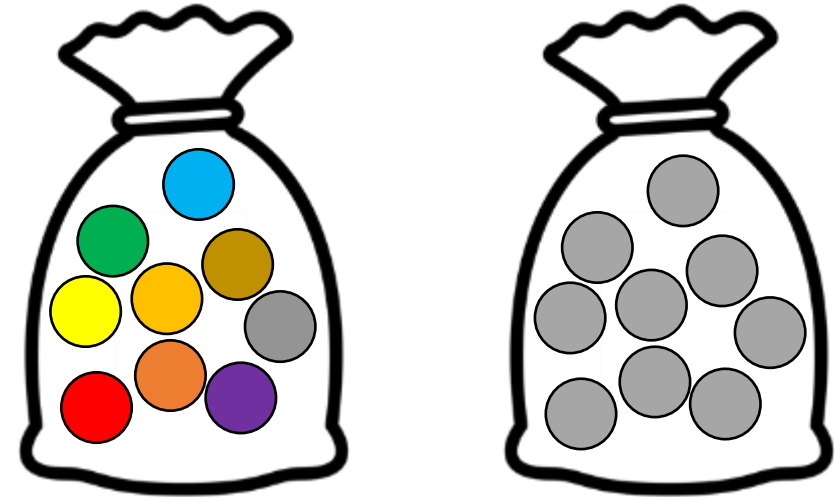
Séquençage gènes 16S et 18S

Comment évaluer l'impact des digestats sur la communauté microbienne des sols?

Indicateurs de la qualité microbiologique des sols



Quantité de microorganismes dans le sol
Biomasse moléculaire microbienne



Diversité de microorganismes dans le sol
Diversité microbienne

Le mieux : Un gros sac avec plein de billes de couleur différents = Biomasse microbienne ++ et Diversité ++

1. Quel est l'impact, au champ, d'un apport répété de digestats de méthanisation sur la communauté microbienne du sol ?

Site expérimental dédié à la caractérisation à long terme de l'effet d'applications répétées de **produits organiques résiduaire (PROs)** sur la qualité des sols.

Mise en place : 2012



Photographie aérienne du dispositif EFELE

Luvisol-redoxisol
pH 6.10

Parcelles
109 m² (12.5m X 8,7m)
4 blocs complets



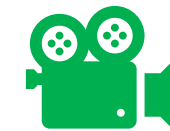
Emplacement : Le Rheu (Rennes)

Dispositif expérimental EFELE – SOERE PRO

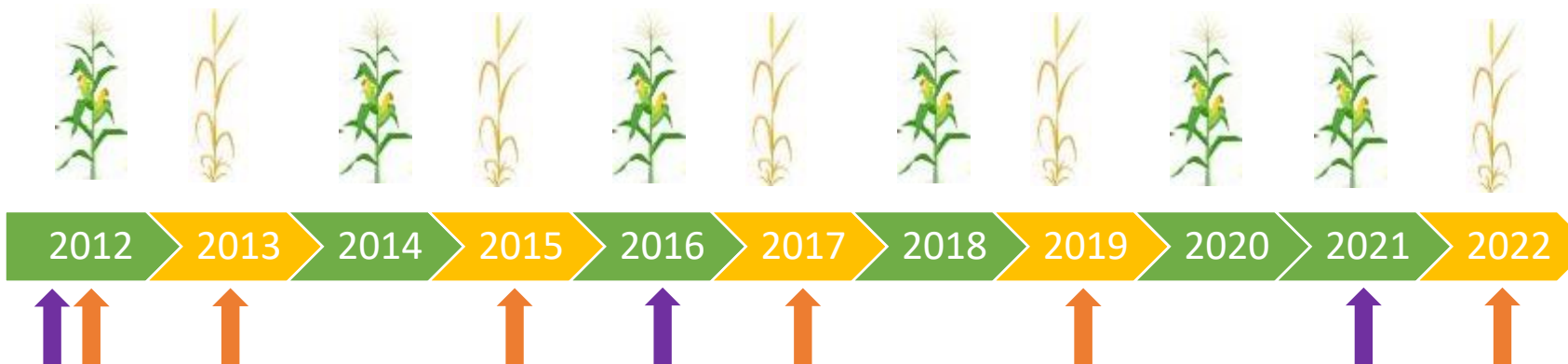
1. Quel est l'impact, au champ, d'un apport répété de digestats de méthanisation sur la communauté microbienne du sol ?

Modalités	Fréquence d'apport
ON : Témoin sans fertilisation minérale	NA
MIN : Témoin fertilisation minérale	Tous les ans
LP : Lisier de porc	Tous les ans
DIG-LP : Digestat de lisier de porc	Tous les ans
FB : Fumier de bovins	Tous les deux ans

Dynamique de réponse de la communauté microbienne



Cinétique



Mais fourrage: plante entière exportée
Blé: paille exportée

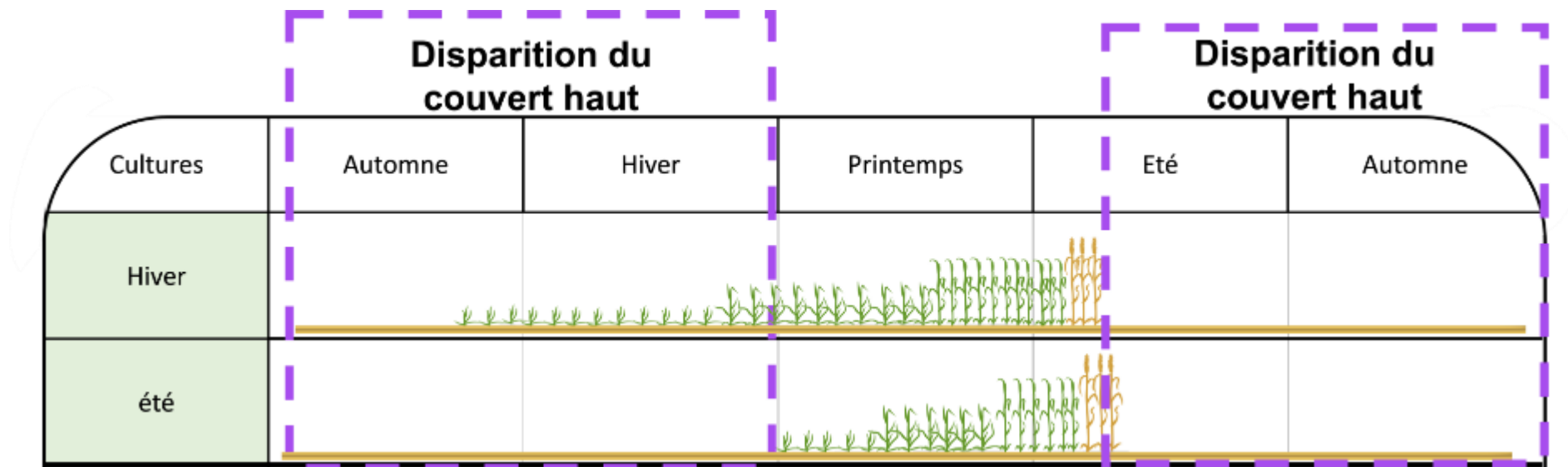


Analyses microbiologie du sol

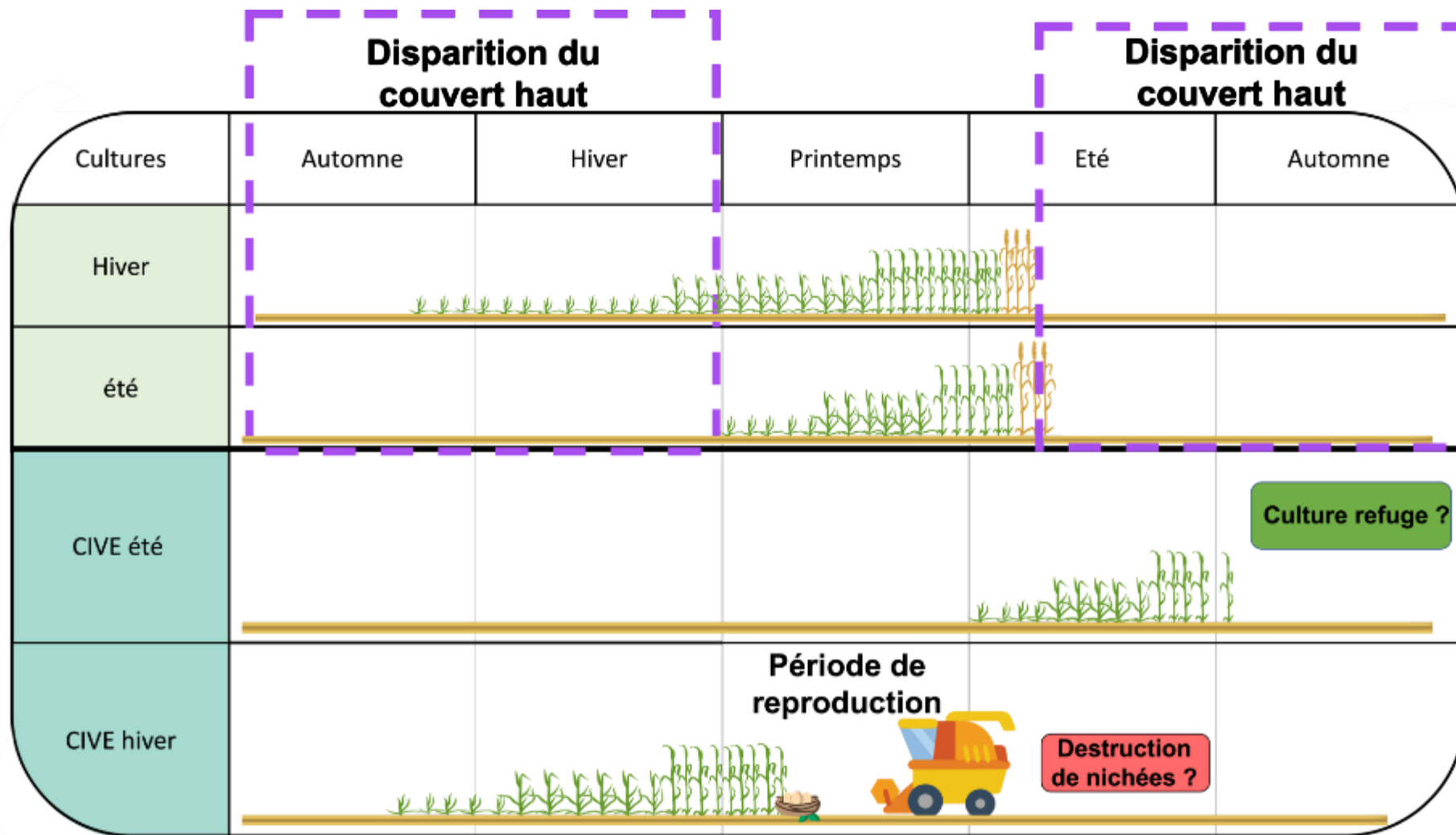


Analyses physico-chimie du sol

Contexte et objectifs



Contexte et objectifs



⑦ Les CIVE entraînent une **modification du paysage**

Les méthodes utilisées

Approche populationnelle

- Suivi des populations



- Comptage mortalité



Approche individuelle

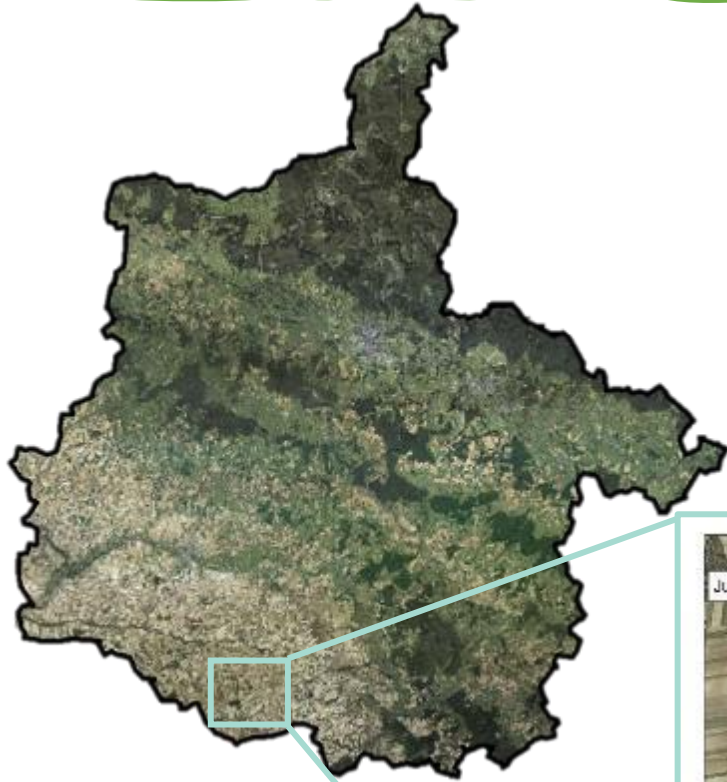
- Suivi des déplacements



@Céline Lecomte

La zone d'étude

- Ardennes
- Plaines céréalières champardennaise

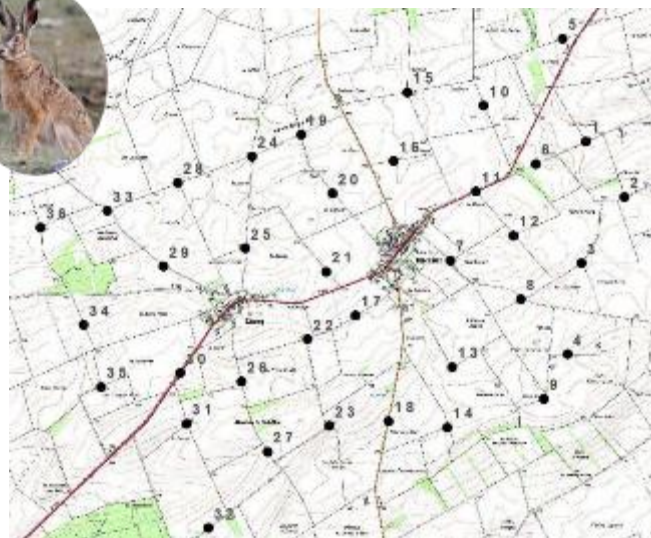
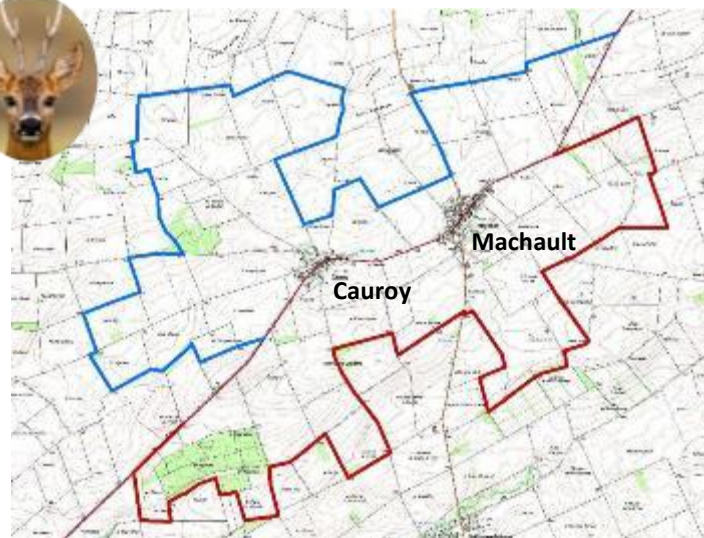


Comptages des populations



Suivi des Populations

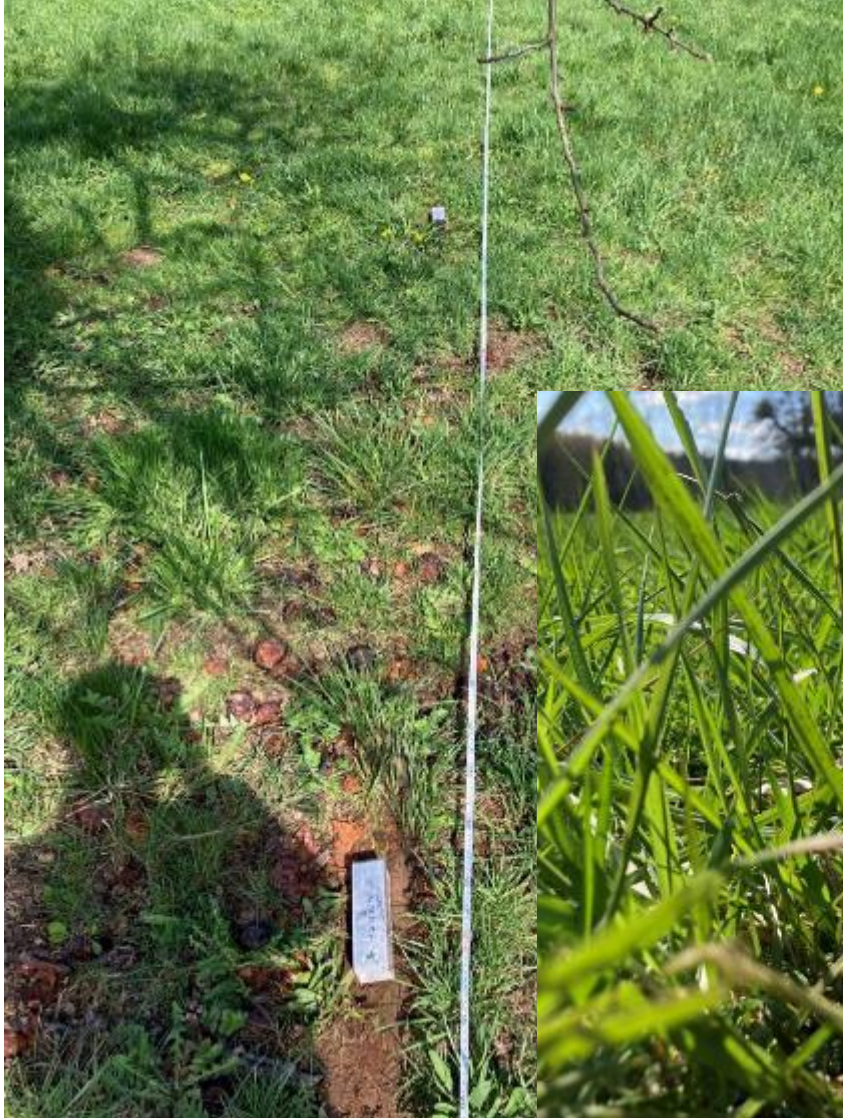
Dans les **Ardennes** :



Dans la **Marne** :

- Données depuis 2000
 - Dans des zones avec et sans méthanisation
- ⑦ Impact des CIVE sur la dynamique des populations

Suivi des Populations-Micromammifères



Objectif : comparer les populations de micromammifères dans les CIVE d'été et les cultures classiques



CIVE = Méthanicouv (Tournesol, Moa, Niger)
comparé à Tournesol en grain
Moutarde
Luzerne
Betterave

Les comptages mortalités



Les comptages de Mortalités



Suivi des fauches de CIVE d'hiver :

- Prospection en voiture derrière la faucheuse



- Seigle comparé avec Blé, Orge, Colza

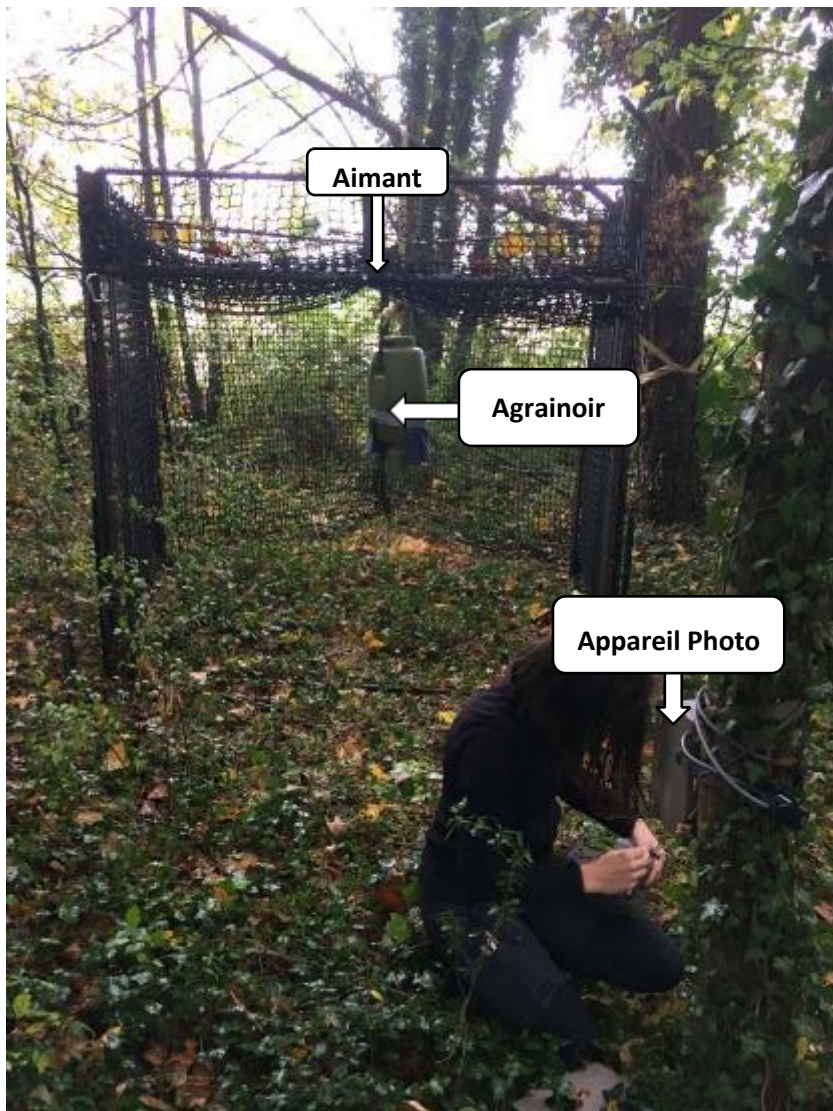
Au total (2022-2023), 50ha de seigle ont été prospectés :

- Pas de cadavre retrouvé

Suivi GPS



Méthode de capture - Chevreuil



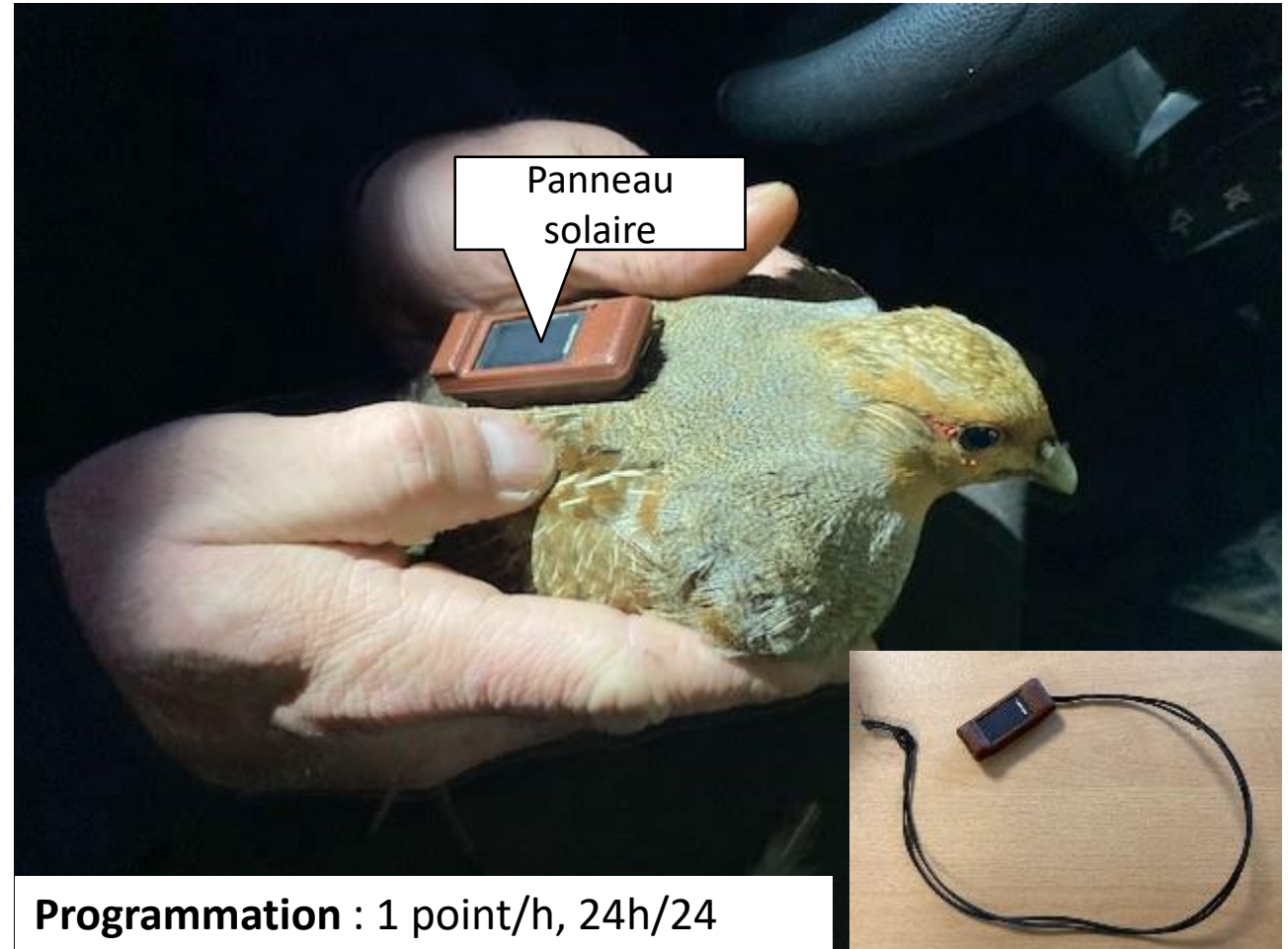
- Inférieure à 5% du poids de l'animal





Méthode de capture-Perdrix

- Inférieure à 5% du poids de l'animal



Programmation : 1 point/h, 24h/24

La méthode de capture-Lièvre



- Inférieure à 5% du poids de l'animal



Programmation : 1 point/h en activité
1point/4h au repos

La méthode de capture-Lièvre



- Inférieure à 5% du poids de l'animal



Programmation : 1 point/h en activité
1point/4h au repos

Les suivis en cours

Chabal



11 Décembre 2022



Chips



08 Janvier 2023



Chtroumpf



25 Janvier 2023



Polaire



15 Février 2023



Patricia



16 Février 2023



Plumo



20 Février 2023



Leazerman



8 Juin 2023





Exemples de suivis GPS-Chevreuil



Chabal



Exemple de suivis GPS-Chevreuil



Chabal



Exemple de suivis GPS-Chevreuil



Chabal





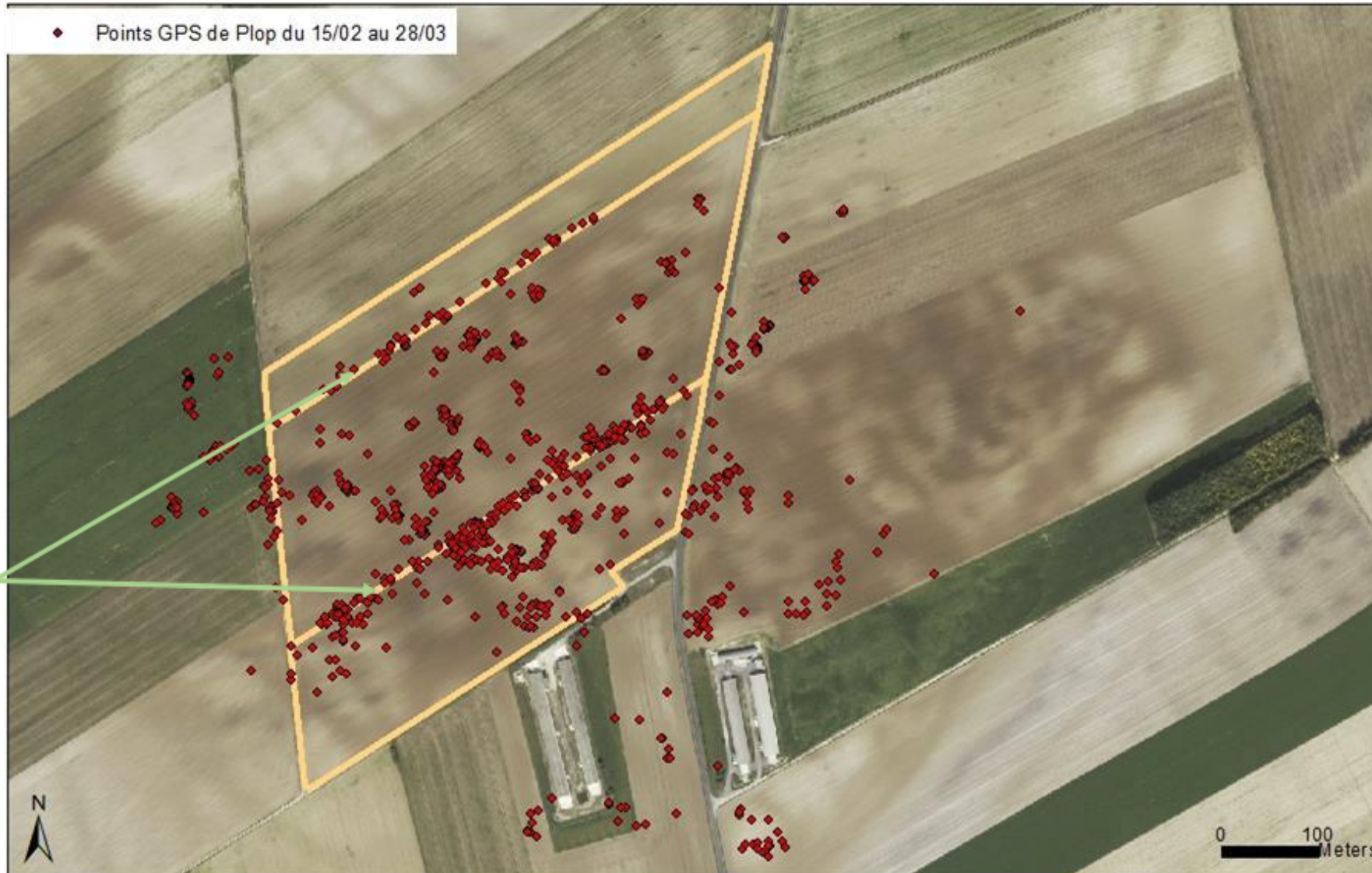
Exemple de suivis GPS-Perdrix



☠ 28/03/2023



Exemple de suivis GPS-Perdrix



☠ 28/03/2023

Exemple de suivis GPS-Lièvre

Point GPS du 08/06/2023 au 12/06/2023



Leazerman

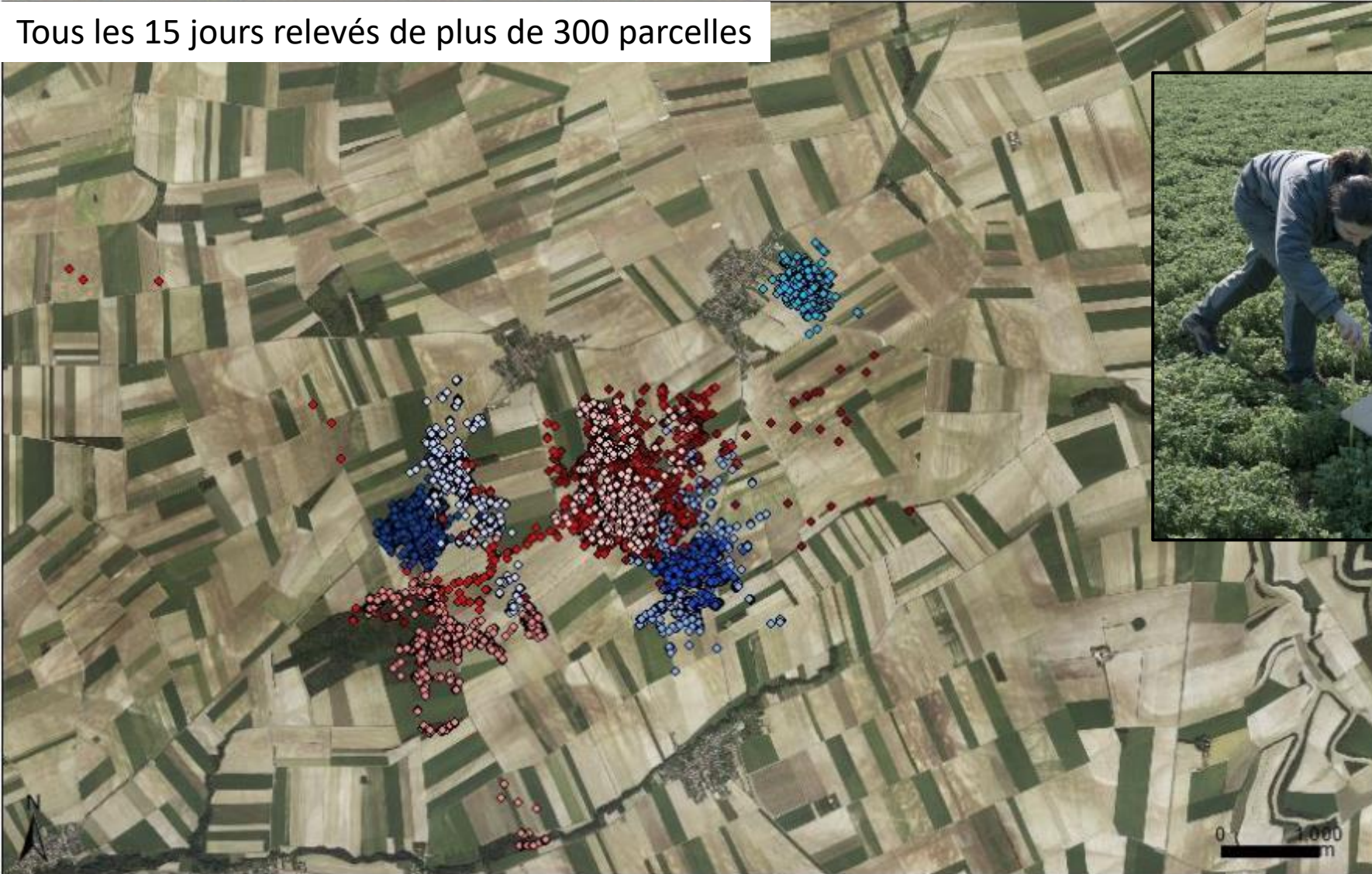


Relevé de végétation



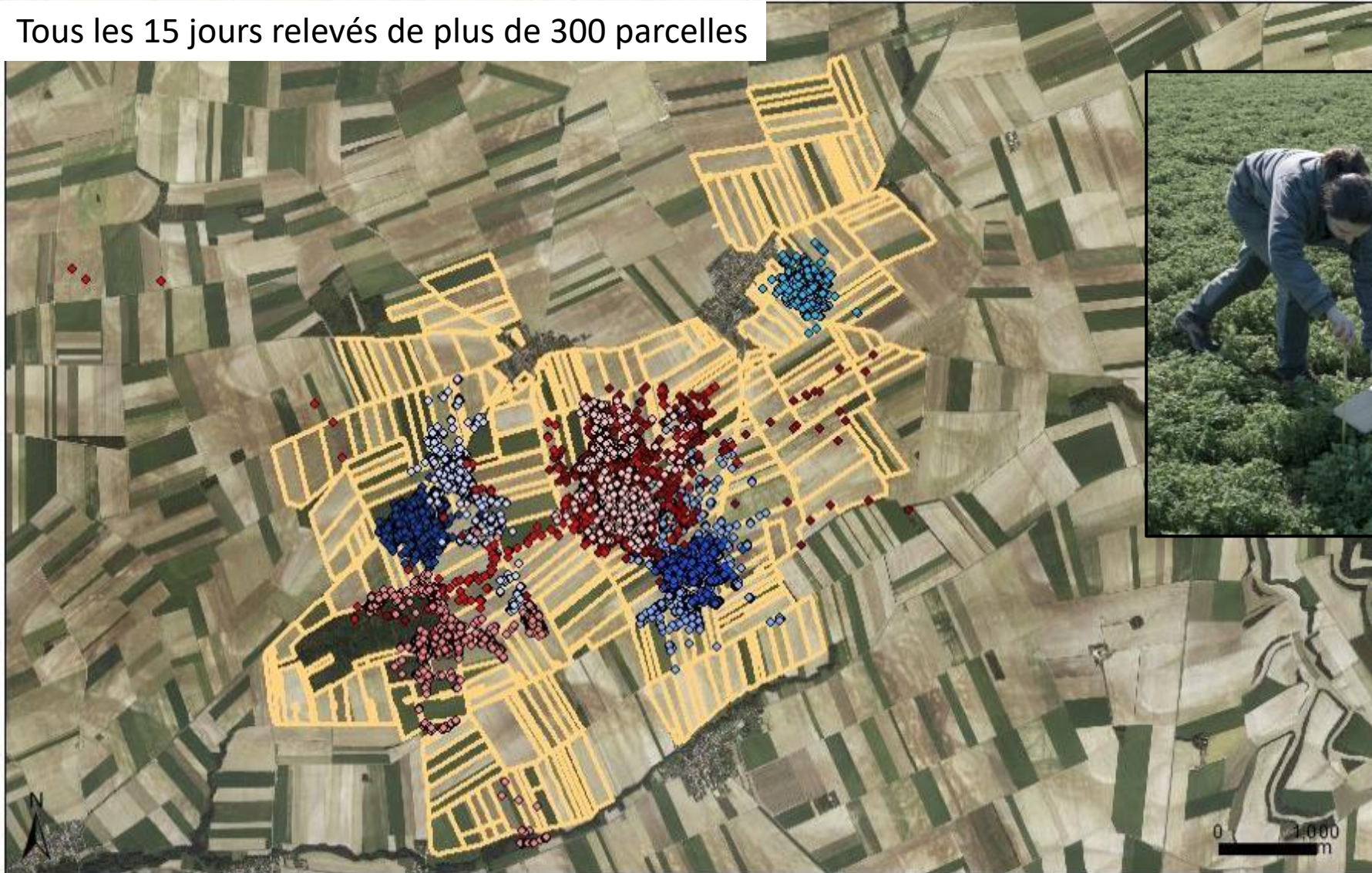
Le relevé de végétation

Tous les 15 jours relevés de plus de 300 parcelles



Le relevé de végétation

Tous les 15 jours relevés de plus de 300 parcelles



Pour résumer le projet Méthafaune

Suivi de populations

Comptage Chevreuil, Lièvre,
Perdrix



Les CIVE ont-elles un impact
sur la dynamique des
populations ?

Suivi de populations

Capture de Micromammifères



Les CIVE d'été sont-elles plus
attractives pour les
micromammifères ?

Suivi Mortalité

Comptages des cadavres
derrières les faucheuses



La fauche des CIVE d'hiver
entraîne-t-elle une mortalité
plus importante que la fauche
des cultures classiques ?

Suivi des déplacements

GPS Chevreuil, Lièvre, Perdrix
Relevé de végétation



Les CIVE d'été sont-elles des
cultures refuges pour les
animaux ?

Quel type de culture et hauteur
de végétation sont
préférés/évités par ces trois
espèces ?

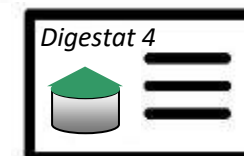
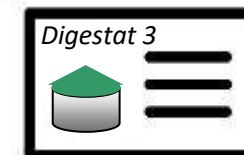
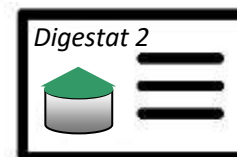
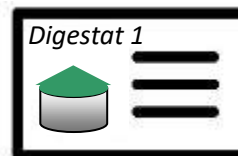
Guide des bonnes pratiques d'utilisation par type de digestats site web (2024)



Thématique

- **Caractérisation** du digestat
- Disponibilité en **éléments fertilisants** pour les cultures
- Effets sur la **fertilité du sol**
- **Pertes** (eau, air...)
- **Innocuité** du digestat
- **Règlementation**
- **Gestion** à l'échelle de l'exploitation et entre exploitations
- ...

Type de digestat



PROJET DE THÈSE

Questions de recherche

1. Quel est l'impact, au champ, d'un apport répété de digestats de méthanisation sur la communauté microbienne du sol ?

→ *Sites expérimentaux (Expérimental)*

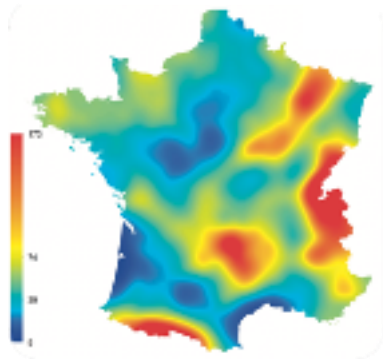
2. Quel est l'impact, pratiques agronomiques liées à l'épandage de digestats de méthanisation sur la communauté microbienne du sol ?

→ *Construction d'un réseau de fermes (Opérationnel)*

Construction d'un réseau de fermes

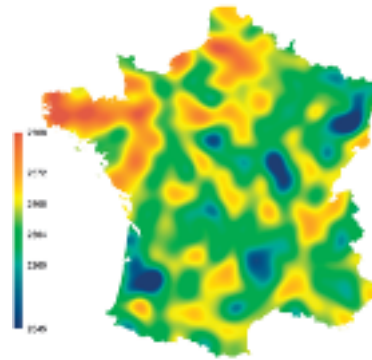
2. Quel est l'impact, pratiques agronomiques liées à l'épandage de digestats de méthanisation sur la communauté microbienne du sol ?

Biomasse moléculaire microbienne



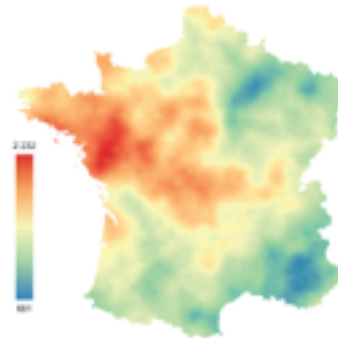
Le plus le mieux

Diversité bactérienne



Le plus le mieux

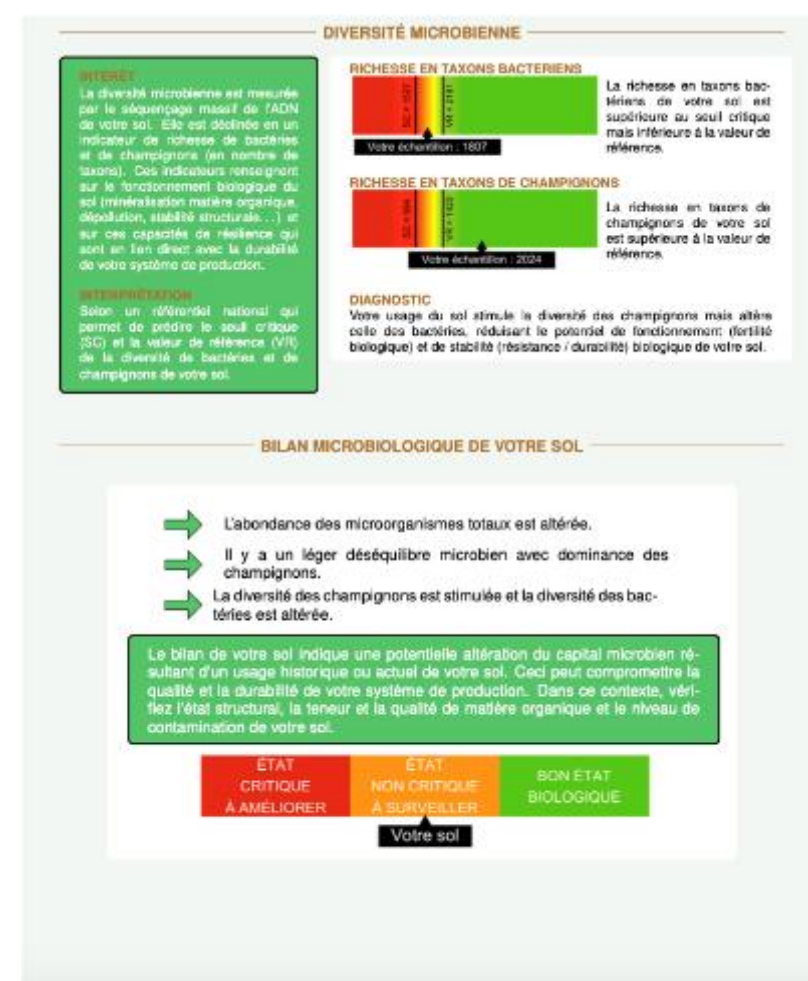
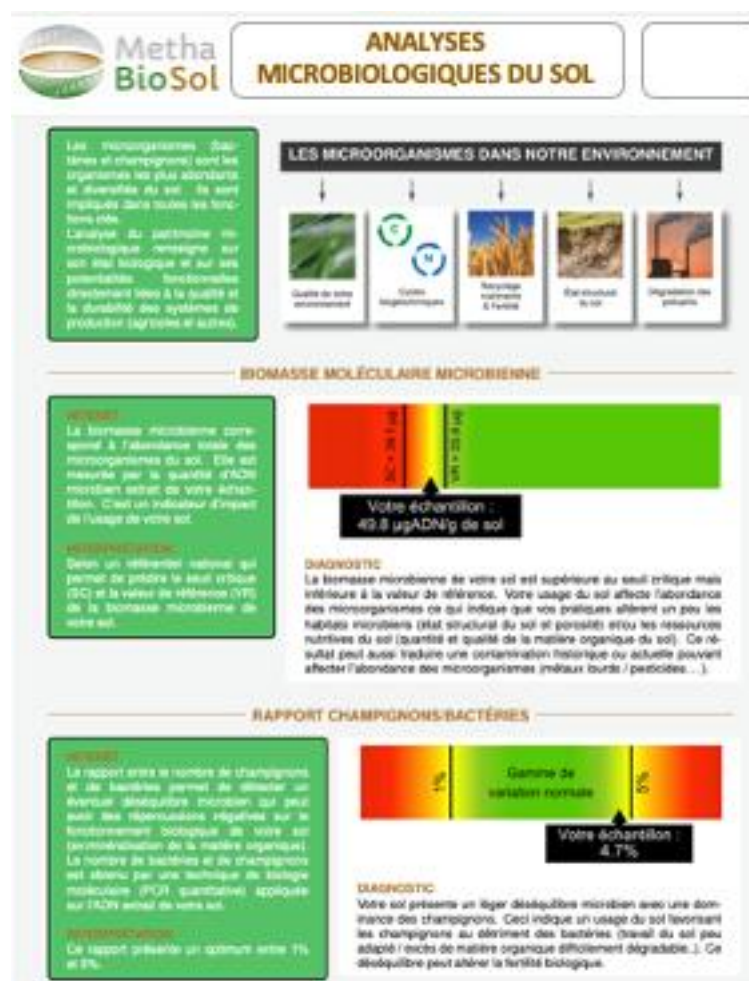
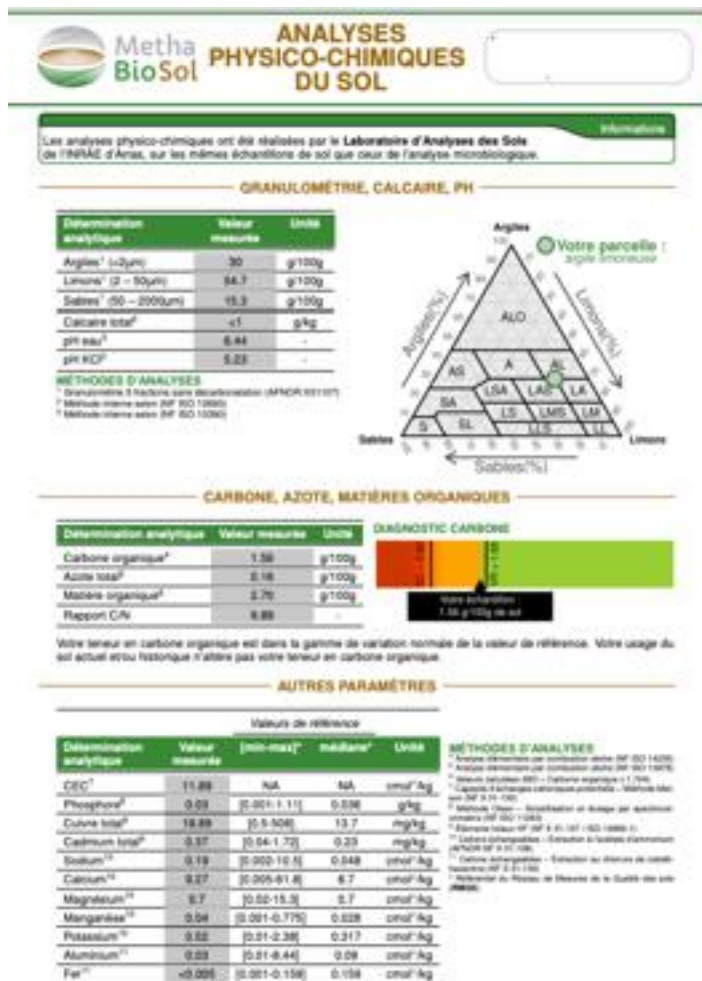
Diversité champignons



Bilan de la qualité microbiologique



2. Quel est l'impact, pratiques agronomiques liées à l'épandage de digestats de méthanisation sur la communauté microbienne du sol ?



Pour résumer le projet Méthafaune

Suivi de populations

Comptage Chevreuil, Lièvre,
Perdrix



Les CIVE ont-elles un impact
sur la dynamique des
populations ?

Suivi de populations

Capture de Micromammifères



Les CIVE d'été sont-elles plus
attractives pour les
micromammifères ?

Suivi Mortalité

Comptages des cadavres
derrières les faucheuses



La fauche des CIVE d'hiver
entraîne-t-elle une mortalité
plus importante que la fauche
des cultures classiques ?

Suivi des déplacements

GPS Chevreuil, Lièvre, Perdrix
Relevé de végétation



Les CIVE d'été sont-elles des
cultures refuges pour les
animaux ?

Quel type de culture et hauteur
de végétation sont
préférés/évités par ces trois
espèces ?



Les performances agro- environnementales de la méthanisation

Valorisation agronomique des digestats : Bien les connaître pour mieux les utiliser

Concept-Dig : calculez la composition et valeurs agronomiques d'un digestat

Digestats et qualité des sols agricoles, la recherche avance

Les Cultures Intermédiaires à Vocation Énergétique, plus que des couverts

Méthanisation et transition agroécologique

La performance climatique de la méthanisation agricole

GRDF poursuit une mission d'accompagnement et de mise en valeur de la recherche pouvant contribuer à l'amélioration des performances du biométhane
Contrat de Service Public avec l'Etat.

Elle est réalisée au travers de partenariats stratégiques avec des laboratoires et universités de référence. Découvrez le travail de leurs études et projets aux enjeux déterminants pour les transitions agronomiques !

Métha BioSol : Un projet de recherche d'envergure nationale

Un site web lui est entièrement dédié : [Metha-BioSol](#)

L'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement (INRAE) et GRDF s'associent une fois de plus dans le but de mener une étude complète de l'impact du retour au sol des digestats. Elle évaluera les effets des pratiques d'épandage de digestats issus de méthanisation sur la qualité biologique des sols agricoles. Grâce à des acteurs volontaires à différentes échelles, les expériences d'observation sont à la fois menées : en laboratoires (conditions contrôlées), sur des sites expérimentaux et même dans de véritables exploitations agricoles, au plus proche de la réalité du terrain. Ainsi, l'expertise concentre de nombreux indicateurs tels que la diversité des micro/macro organismes présents dans les milieux.

Les premières publications scientifiques sont attendues pour la fin d'année 2022 ! Restez attentifs...

MéthaFAUNE : chasseurs, chercheurs et méthaniseurs associés pour la préservation de la biodiversité !

D'un côté le développement des CIVE sur un territoire offre de nouvelles zones refuges pour la biodiversité. De l'autre, les chantiers d'ensilage sont susceptibles de perturber les populations en présence. Chasseurs, chercheurs et méthaniseurs travaillent de concert pour étudier, sur le terrain, les conséquences de ces pratiques sur les populations de trois espèces cibles (chevreuil, lièvre et perdrix grise). Une fois les perturbations caractérisées, il s'agira de déterminer et de tester les mesures d'évitement, réduction des impacts (gestion des chantiers d'ensilage). La thèse est en cours, premiers résultats attendus en 2023.

[Cliquez-ici pour en savoir plus](#)

FertiDig : La recherche avance

En complément, le projet FertiDig fournira des fiches d'utilisation propres à chaque typologie de digestat. Ainsi, vous maximiserez leurs intérêts agronomiques tout en limitant leur impact sur les sols. Il permettra d'améliorer la connaissance du retour au sol des digestats, selon leurs valeurs agronomiques et sanitaires. Ces fiches ainsi qu'un site web dédié seront disponibles en fin d'année 2023.

Travaux présentés / mis à disposition sur le site internet [GRDF - Projet Méthanisation](#) | [Les performances agro-environnementales de la méthanisation](#)