



ÉVALUATION DES SOLS : LA FERME LA FEIE

Laboratoire santé du sol & la Ferme Blue Soil

2022-2024



LABORATOIRE

— Santé du sol —

SOMMAIRE

Méthodologie.....p 2

Historique
Cartographie
Contextualisation de l'étude

Compaction du sol.....p 6

Parcelle au dessus de la bergerie
Parcelle en dessous de la bergerie
Parcelle des voisins
Parcelle des ramières
Parcelle la plus éloignée de la ferme

Évaluation microbiologique du sol.....p 17

Parcelle au dessus de la bergerie
Parcelle en dessous de la bergerie
Parcelle des voisins
Parcelle des ramières
Parcelle la plus éloignée de la ferme

Conclusionp 81



MÉTHODOLOGIE



HISTORIQUE

- **Ferme la Feie**

Laure et Nicolas Charroin (création du GAEC en 2011).

255 chemin de Rist, 26160 Pont de Barret.

SIRET: 53757892400012

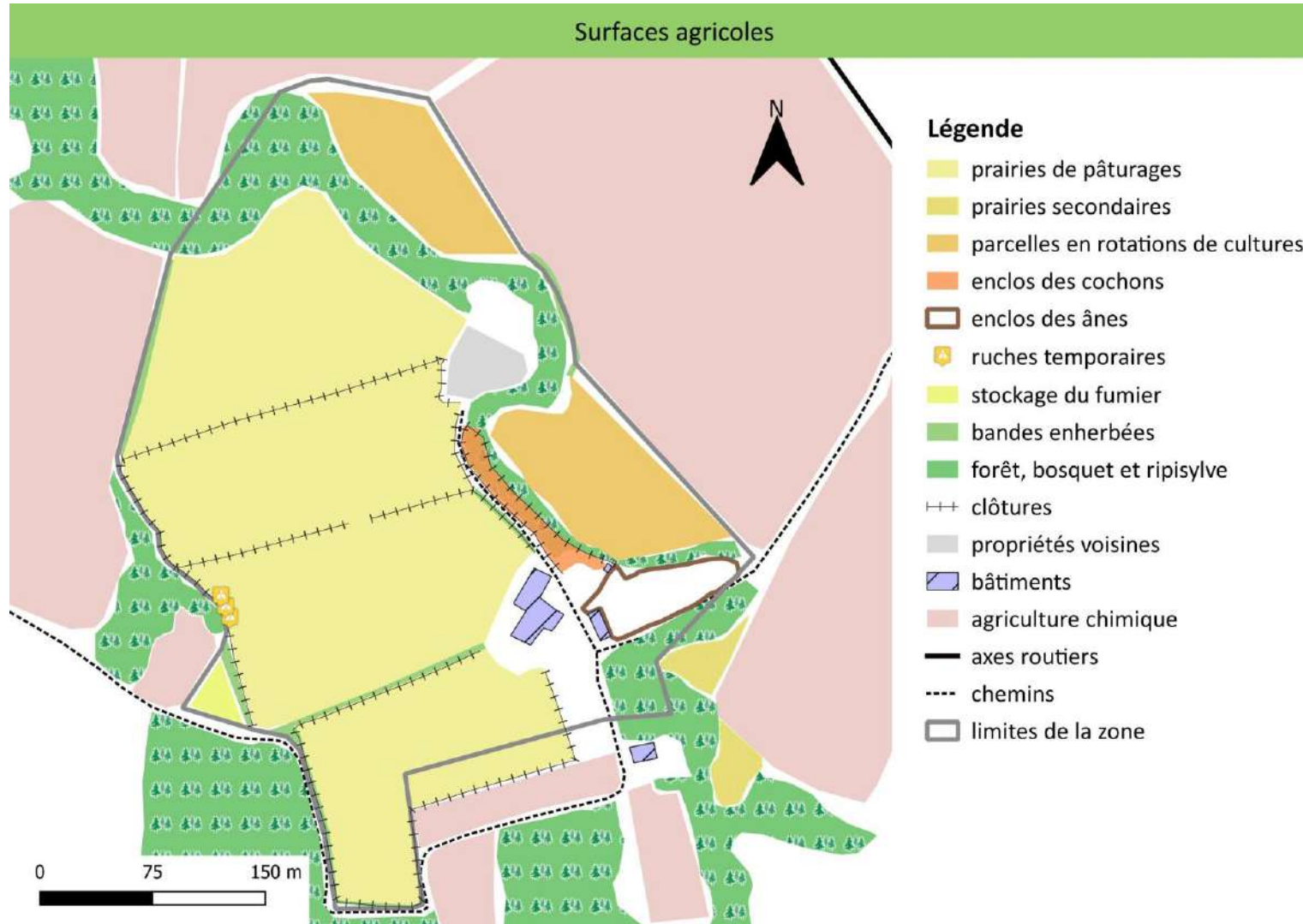
- Installation en 2006
- Élevage d'ovins et de caprins, Pâturage dynamique, Brebis lait, Fabrication de fromage fermier au lait de brebis
- 12 hectares
- Agriculture Biologique

- **Environnement :**

L'ensemble des parcelles réservée au pâturage est entourée de parcelles en agriculture conventionnelle.



CARTOGRAPHIE



Sources : l'Hirondelle au champs

PROBLÉMATIQUES

PROBLÉMATIQUES RENCONTRÉES

Depuis 2022 et plus particulièrement en aout 2023 il a des problèmes de pâture liées à la sécheresse qui se caractérisent par : peu d'herbes, peu de levée malgré les sursemis de prairie (Vesses, avoine, poids, triticale, orge, trèfle, luzerne, lotier). Echec des essais de sarrasin. (Aucune levée en 2021 avec trèfle et sainfouin.

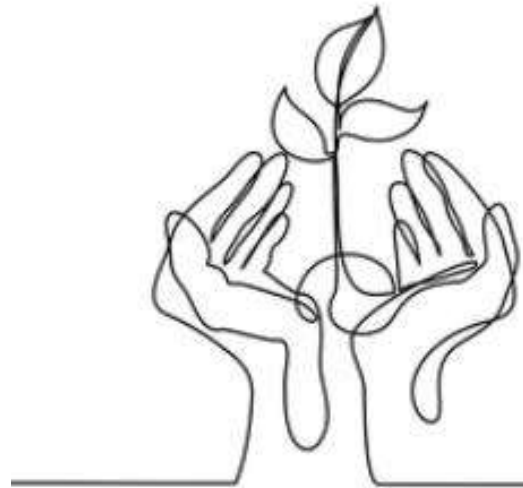
Les naissances sont de plus en plus compliquées à cause des carences, selon les paysans. Il y a des problèmes de préparation et d'alimentation.

PRATIQUES & OUTILS

Pratiques : Pâturage dynamique avec $\frac{3}{4}$ passages par parcelle toutes les 8 semaines/ naissances (de novembre à décembre) / mise au bélier (de juin à juillet). Terres à l'irrigation avec l'eau du Rhône (30 ans environ), travail de surface (3cm à 10cm).

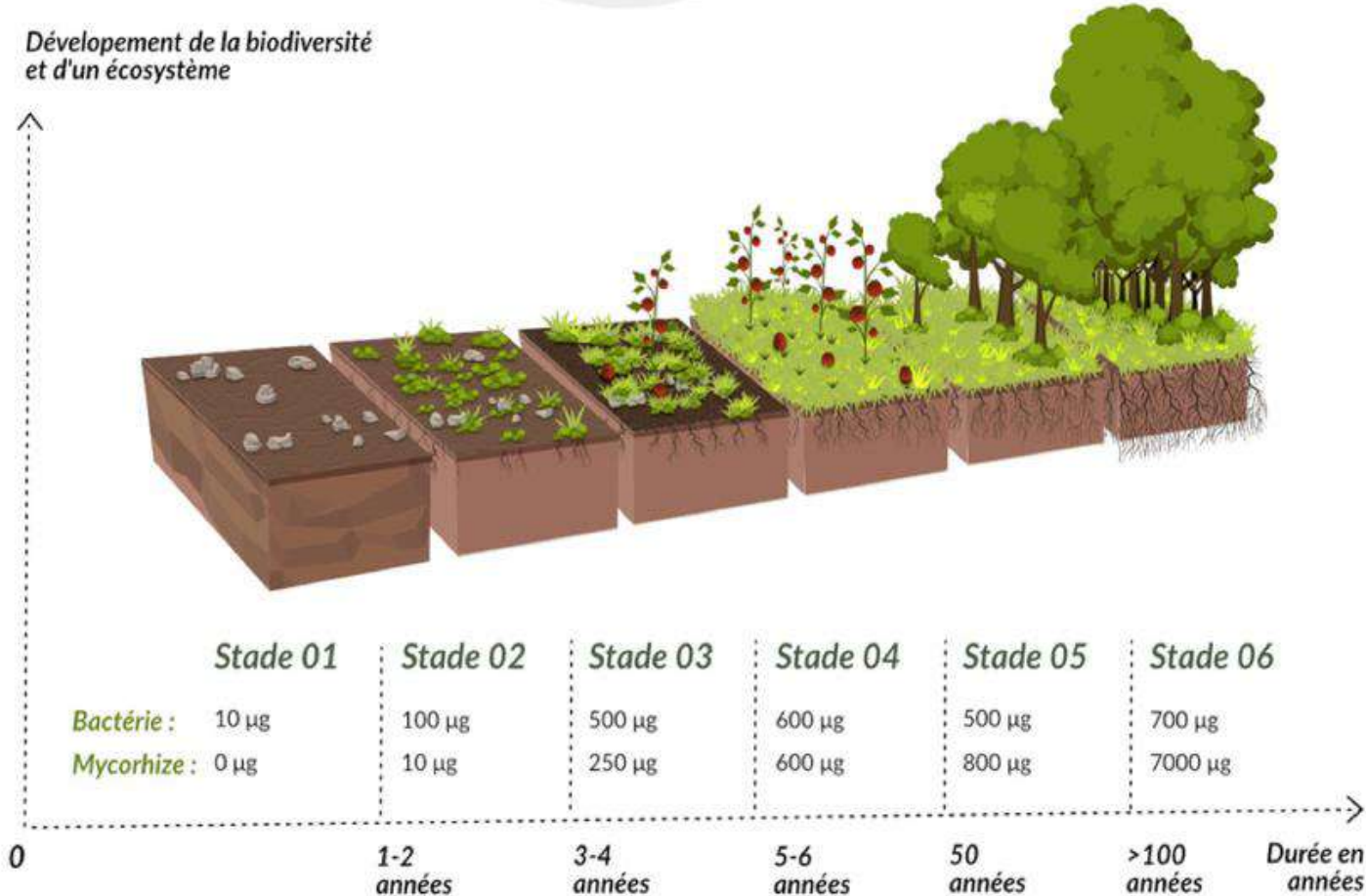
Outils : Tracteur T6 ou TL90, Broyeur (800kg), herse étrille, griffon

ÉVALUATION DE LA COMPACTION DU SOL



LA SUCCESSION ÉCOLOGIQUE

Développement de la biodiversité et d'un écosystème



Création : Les Deux Dandys

La succession écologique se caractérise par une succession de stade de développement des écosystèmes. La succession végétale est la partie visible et est causée par la succession biologique du sol (Hunt & al, 1987; Ingham & al, 1996). Chaque stade d'évolution de l'écosystème se caractérise par une partie visible caractérisé par le développement et l'augmentation de la biodiversité végétale.

Au niveau microbien, le ratio champignon/bactérie (F:B) évolue en augmentant sa biomasse fongique (champignons). Ainsi, les systèmes jeunes se caractérisent par une biomasse bactérienne supérieure à la biomasse fongique alors que les vieux systèmes, de type forestiers, sont caractérisés par un sol à dominante fongique.

Tout travail du sol, notamment le labour, déstructure et fait revenir le système sol au stade 1 – soit un sol à dominante bactérienne en réduisant de manière significative les différents niveaux du réseau trophique.



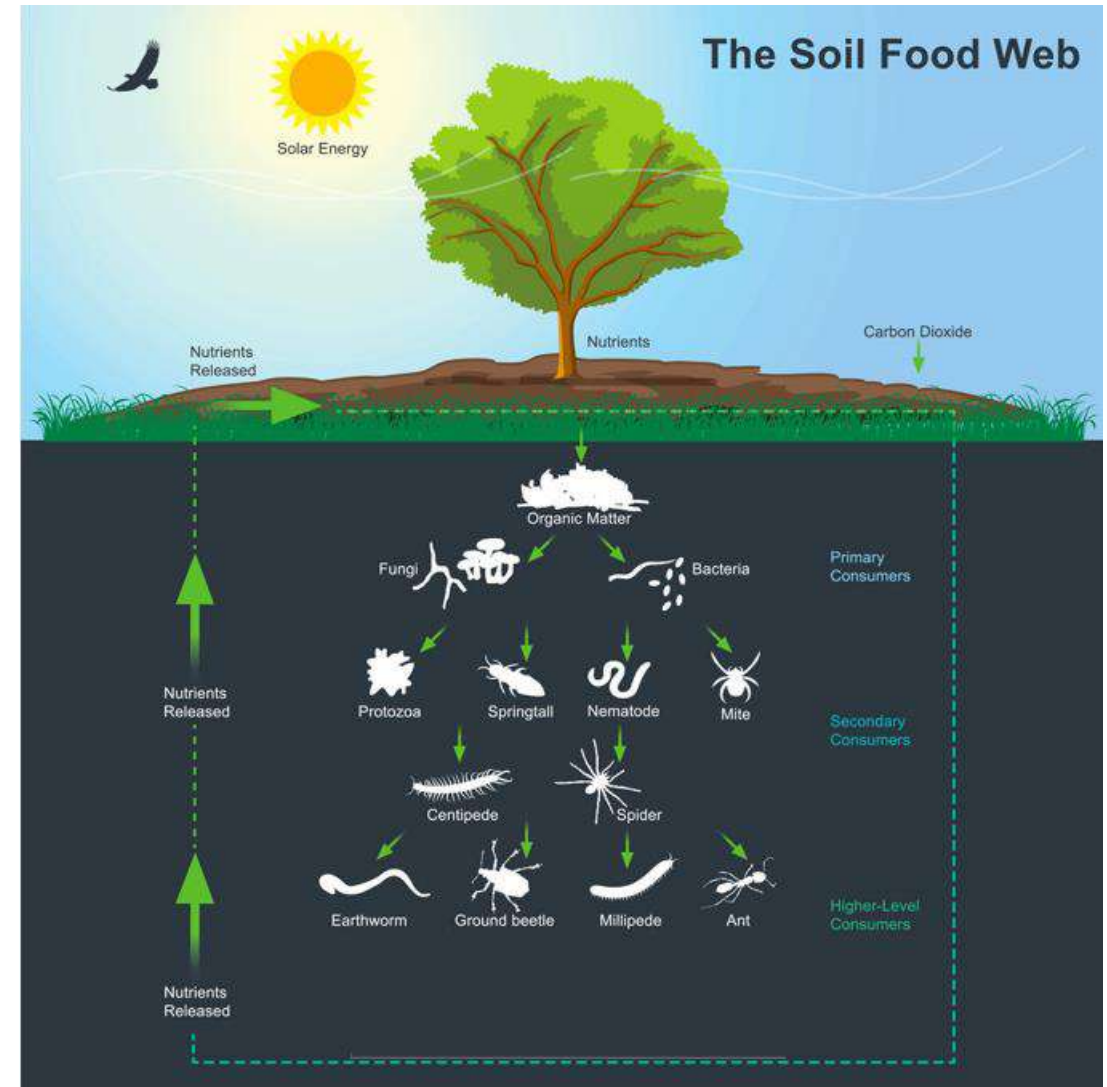
LE RÉSEAU TROPHIQUE DU SOL

Le **réseau trophique du sol** est composé de 5 acteurs du sol qui rendent le système sol, vivant et fonctionnel à la fois pour les cultures et pour la rentabilité de l'entreprise agricole.

Les décomposeurs : bactéries et champignons. Leur rôle est de décomposer à la fois le complexe organo-minéral et la matière organique (m.o). Les apports en m.o varient selon le ratio F:B et en fonction de la culture de l'entreprise agricole.

Les prédateurs : protozoaires, nématodes et microarthropodes. Leur rôle consiste à contrôler la population des décomposeurs, de rendre les nutriments biodisponibles à travers leurs déjections et de propager la population microbienne dans le système sol.

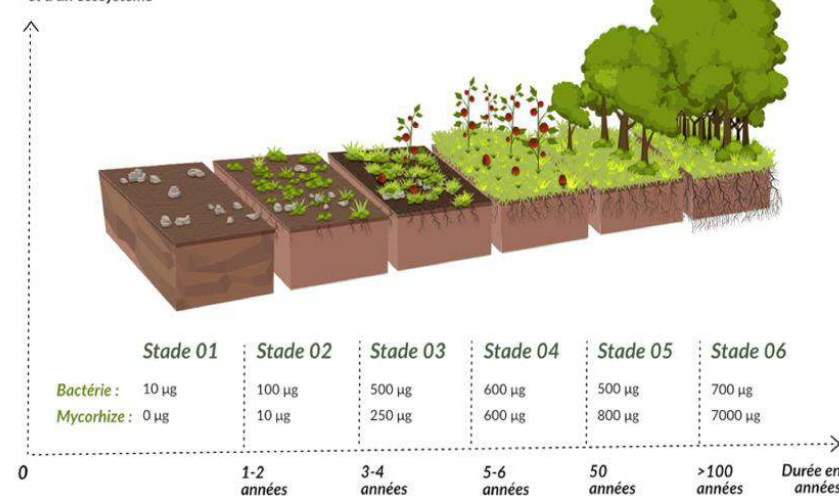
L'oxygénation de l'habitat (sol) est très importante car elle sélectionne les communautés microbiennes bénéfiques pour les cultures ou non bénéfiques (ex : nématodes phytophages, mildiou)



LA SUCCESSION ÉCOLOGIQUE ET SES LIENS AVEC LES DIVERS INDICATEURS

RATIO biomasse fongique / biomasse bactérienne	F<B	F = B	F>B
Compaction sans prendre en compte la texture du sol	Entre 2 et 5 cm	Entre 5 et 25 cm	Au-delà de 75cm
Biodiversité végétale	Faible biodiversité végétale peu développée (< 6 espèces) Lichen, plantain..	Bonne biodiversité végétale (> 15 espèces)	Bonne diversité végétale (> 30 espèces)
Type de cultures	Brassicacée, moutarde	Céréales, maraîchage, pâturage et prairies	Vignes, fruitiers, arbo, mûres, agroforesterie
Érosion, ruissellement et sécheresse	Fort	Peu	Aucun
Biodisponibilité des nutriments	Faible	moyenne	Forte
Anaérobie	Risque fort (<4ppm O2/gr sol en fonction de la texture du sol initiale).	Risque moyen (en fonction des pratiques agricoles)	Risque faible (en dehors de la mécanisation forestière)
Présence des prédateurs	Peu ou uniquement les protozoaires 2/5 acteurs du sol	Moyen (peu de nématodes et microarthropodes) 3/5 à 4/5 acteurs du sol	Fort et réseau trophique complet (5/5 acteurs du sol)

Développement de la biodiversité et d'un écosystème



PROBLÉMATIQUE DE LA COMPACTION DU SOL

L'unité de mesure de pression PSI a une valeur de 6,80476 KiloPascal. Les valeurs repères sont : 150 PSI (10 bars) comme seuil où la majorité des systèmes racinaires et l'eau ne peuvent plus pénétrer le sol ni s'infiltrer en profondeur.

Plus le tassement est à la surface du sol, moins le sol permettra de remplir ses fonctions écologiques, économiques et les services écosystémiques associés, c'est-à-dire : l'infiltration et la rétention de l'eau, le maintien d'un habitat aérobie propice à la sélection des populations microbiennes bénéfiques pour les cultures, la diminution des maladies et parasites, la robustesse du système immunitaire des plantes, la biodisponibilité des nutriments et la séquestration du CO_2 .

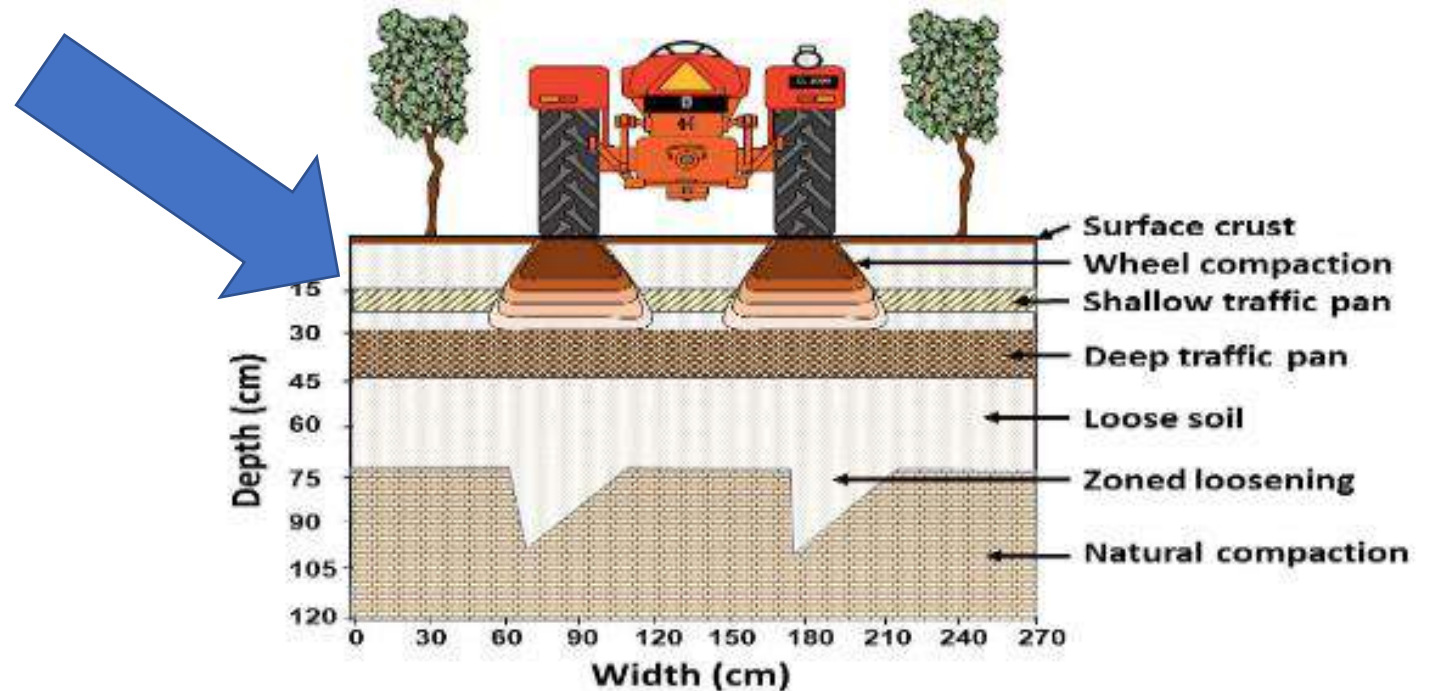


Fig. 1: Schematic illustration of the different types and positions of compaction generally found in vineyards (redrawn from Van Huyssteen, 1989).

Prise de mesures effectuées avec un pénétromètre.

Unités : PSI (pound-force / square inch)

DOUBLE OBJECTIFS ET CO-CONSTRUCTION AVEC LES PAYSANS



Le diagnostic a été réalisé avec la participation des paysan.e.s ; L'objectif de cette évaluation consiste à la fois à relever les mesures (en PSI) à l'aide du pénétromètre et de remplir des objectifs pédagogiques en familiarisant les paysan.e.s avec l'outil et en les initiant sur le terrain. La transmission des gestes pratiques vise à augmenter l'autonomie des paysan.e.s en leurs permettant d'obtenir des mesures indirectes de l'état de santé de leurs sols.

Ces mesures représentent des indicateurs indirects donnant une idée précise de la profondeur de la pénétrabilité du sol sans avoir à creuser de multiples trous dans la parcelle. Par ailleurs, ces indices donnent également pour les paysan.e.s une idée de la structure, de l'humidité et de l'oxygène contenu dans le sol.

Corrélées aux indicateurs microbiologiques, les mesures du pénétromètre permettent ainsi d'évaluer si « l'habitat sol » est propice au développement des populations microbiennes bénéfiques ou pathogènes pour les cultures.

PARCELLE AU DESSUS DE LA BERGERIE (champs 1) RELEVÉ DES MESURES DE COMPACTION

Compaction à 150 PSI (10 bars)

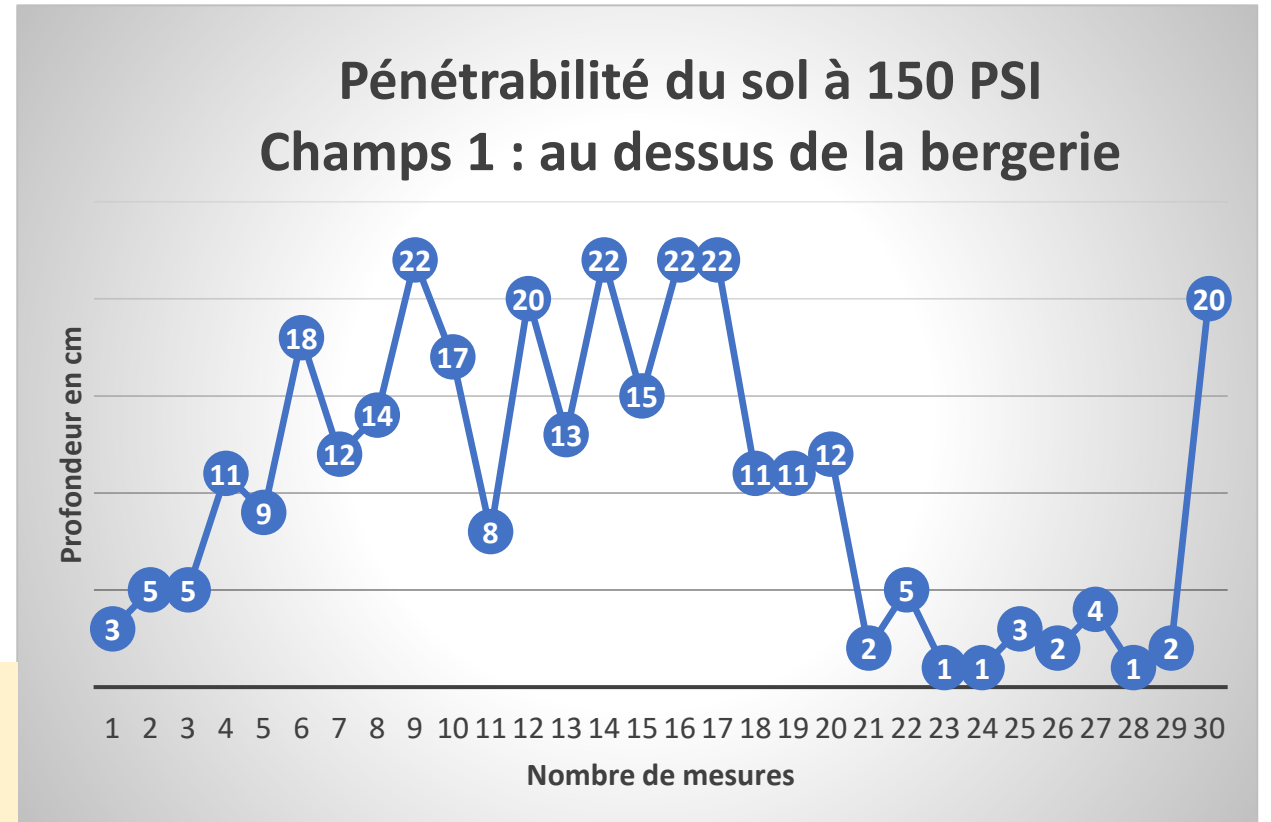
Pâturage dynamique.

Les parcelles sont travaillées mécaniquement pour le sursemis de prairie (3cm à 10cm) et la compaction du sol est en moyenne située entre 10,43 cm.

Moyenne de la prairie : 10,43 cm. Parcelle très compactée.

Parcelle située au stade 1 de la succession écologique.

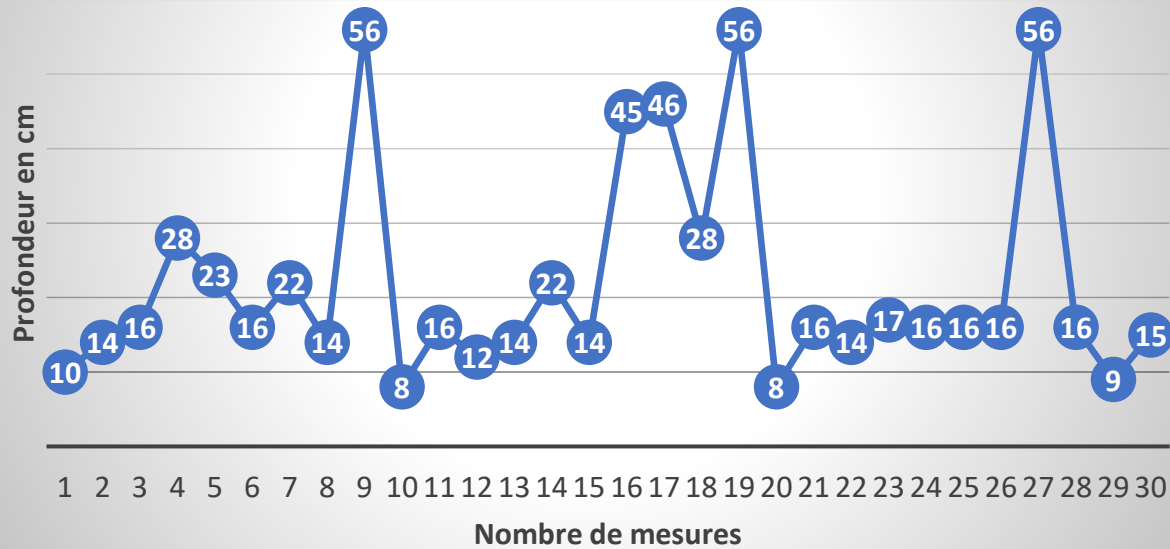
Une stratégie d'échantillonnage a été définie en fonction des systèmes de culture pour toutes les parcelles. En plus de la pression exercée par le pâturage dynamique les sols sont travaillés mécaniquement.



Décembre 2022 à novembre 2023

PARCELLE EN DESSOUS DE LA BERGERIE (champs 2) RELEVÉ DES MESURES DE COMPACTION

Pénétrabilité du sol à 150 PSI Champs 2 : au dessous de la bergerie



Décembre 2022 à novembre 2023

Compaction à 150 PSI (10 bars)

Pâturage dynamique.

Les parcelles sont travaillées mécaniquement pour le sursemis de prairie (3cm à 10cm) et la compaction du sol est en moyenne située entre 21,96 cm.

Moyenne de la prairie : 21.96 cm.

Parcelle située au stade 1 à 2 de la succession écologique.

PARCELLE DES VOISINS (champs 3) RELEVÉ DES MESURES DE COMPACTION

Compaction à 150 PSI (10 bars)

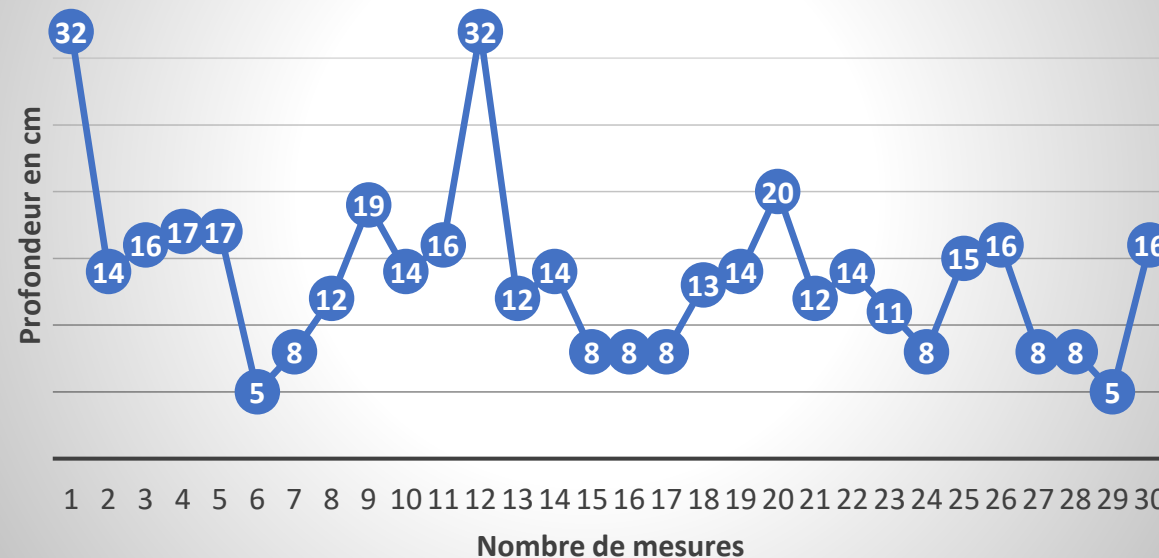
Pâturage dynamique.

Les parcelles sont travaillées mécaniquement pour le sursemis de prairie (3cm à 10cm) et la compaction du sol est en moyenne située entre 13,73 cm.

Moyenne de la prairie : 13.73 cm.

Parcelle située au stade 1 à 2 de la succession écologique.

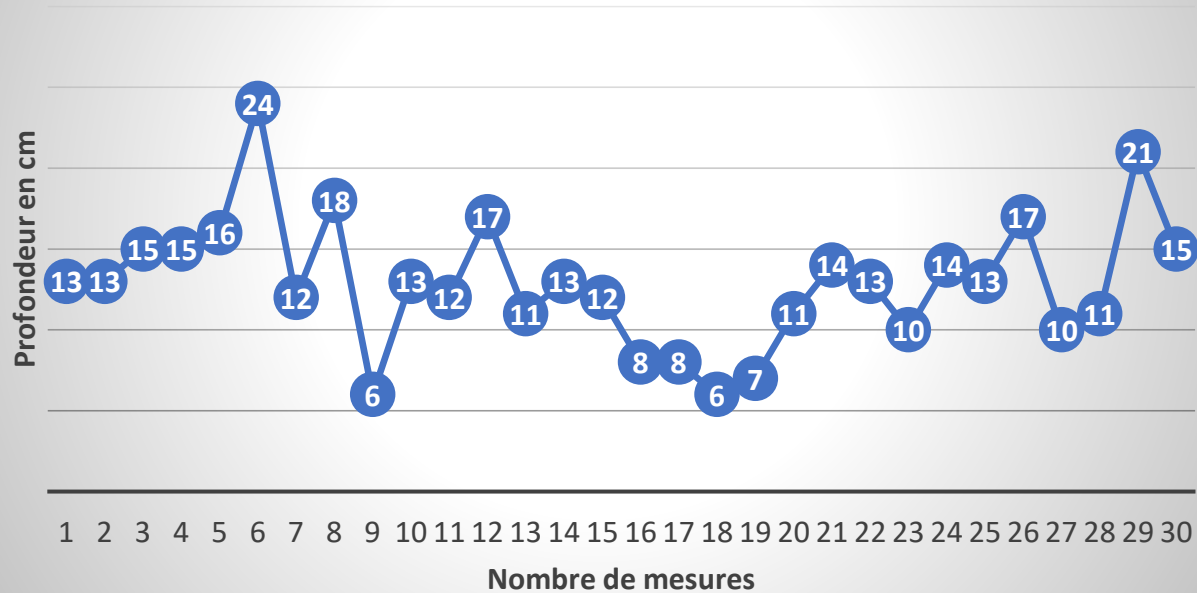
Pénétrabilité du sol à 150 PSI Champs 3 : parcelle du voisin



Décembre 2022 à novembre 2023

PARCELLE DES RAMIERES (champs 4) RELEVÉ DES MESURES DE COMPACTION

Pénétrabilité du sol à 150 PSI Champs 4 : parcelle des ramières



Décembre 2022 à novembre 2023

Compaction à 150 PSI (10 bars)

Pâturage dynamique.

Les parcelles sont travaillées mécaniquement pour le sursemis de prairie (3cm à 10cm) et la compaction du sol est en moyenne située entre 12,93 cm.

Moyenne de la prairie : 12.93 cm.

Parcelle située au stade 1 à 2 de la succession écologique.

PARCELLE LA PLUS ÉLOIGNÉE (champs 5) RELEVÉ DES MESURES DE COMPACTION

Compaction à 150 PSI (10 bars)

Pâturage dynamique.

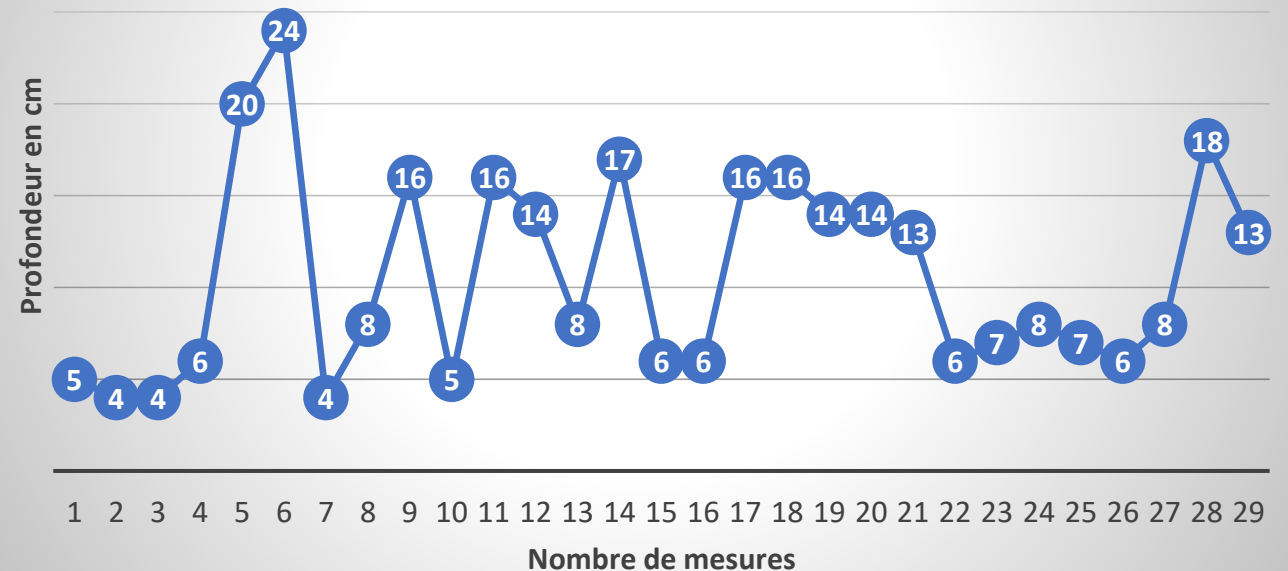
Les parcelles sont travaillées mécaniquement et la compaction du sol est en moyenne située entre 10,43 cm. Forte présence de ruissèlement, d'érosion et de stagnation de l'eau avec des problèmes d'infiltration d'eau visible après chaque pluie.

Les fonctions du sol ne sont plus opérationnelles.

Moyenne de la prairie : 10.65 cm.

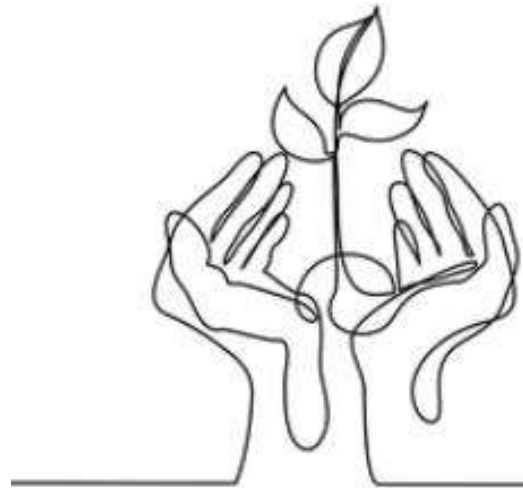
Parcelle située au stade 1 (-) de la succession écologique.

Pénétrabilité du sol à 150 PSI Champs 5 : Parcelle la plus éloignée



Décembre 2022 à novembre 2023

ÉVALUATION MICROBIOLOGIQUE DU SOL



LABORATOIRE MOBILE CHEZ LES PAYSAN.E.S & SENSIBILISATION

Démarche pédagogique et scientifique avec le laboratoire itinérant.

Un atelier de sensibilisation à la microbiologie du sol est réalisé en partenariat avec les paysan.e.s. L'objectif est la co-construction et l'échange d'information afin d'opérationnaliser des changements dans les gestes pratiques agricoles. Une rencontre entre les micro-organismes du sol et les paysans permet de rendre ce monde « invisible », visible avec l'aide du microscope.

A cette occasion, nous échangeons sur les pratiques culturales, l'état du sol et sur divers problématiques liées à l'entreprise agricole.



Prélèvement des échantillons de sol lors de l'atelier de sensibilisation.



Échantillons de sol & tardigrade 400X

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES POUR L'ENSEMBLE DES PARCELLES

	Bacterial biomass ($\mu\text{g}/\text{g}$)	Beneficial protozoa (nb/q)	Detrimental protozoa (nb/q)	Fungal biomass ($\mu\text{g}/\text{g}$)	Oomycete ($\mu\text{g}/\text{g}$)	Detrimental nematode (nb/q)	Beneficial nematode (nb/q)	F:B
CHAMPS 1: prairie au dessus de B	26705	0	0	285	11.63	0	0	0.011
CHAMPS 2: prairie en dessous de B	13793	130432	48912	1830	10.799	0	0	0.133
CHAMPS 3: prairie du voisin	12839	32608	16304	909	0	0	0	0.071
CHAMPS 4: prairie des ramières	5979	32608	0	806	18.6	0	200	0.135
CHAMPS 5: prairie la plus éloignée	6566	0	0	38	0	0	0	0.006

Selon les analyses microscopiques des communautés microbiennes, le sol est à dominante bactérienne et très hétérogène. Il y a la présence d'une biomasse fongique importante pour le champs 2 (prairie en dessous de la Bergerie) avec un ratio F:B de 0.133 et pour le champs 4 (Prairie des ramières) avec un ration F:B de 0.135. Le champ 3 (Prairie du voisin) est doté d'une biomasse fongique (909 $\mu\text{g}/\text{g}$ sol) mais le ratio F:B reste assez déséquilibré (0.071). Les champs 1 et 5 sont clairement en déficits de biomasse fongique et présentent un ratio F:B très largement inférieurs aux besoins théoriques d'une pâture (soit un ratio F:B équilibré, 1 bactérie pour 1 champignon et/ou 1 bactérie pour 2 champignons). Le pâturage nécessite de multiples colonies fongiques dont mycorhiziennes et la présence des prédateurs pour libérer les oligo-éléments nécessaires pour la qualité du lait (ex: le sélénium, Se). Le stade 4 de la succession écologique est le stade minimal à atteindre.

Le stade optimale se caractérise par un ratio F:B légèrement supérieur en biomasse fongique. Le pâturage dynamique et le travail du sol superficiel sont des pratiques excellentes. Cependant, les parcelles sont soumises à un stress hydrique et aux pressions des parcelles en agriculture conventionnelle avoisinantes provoquant des effets pervers sur la microbiologie. L'effet est très marqué pour les parcelles 1 (au dessus de la bergerie) et la parcelle 5 (prairie la plus éloignée). Les parcelles 2, 3 et 4 restent relativement bien préservée avec quelques effets de bords.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES POUR L'ENSEMBLE DES PARCELLES

L'ensemble des prairies ont des sols à dominante bactérienne.

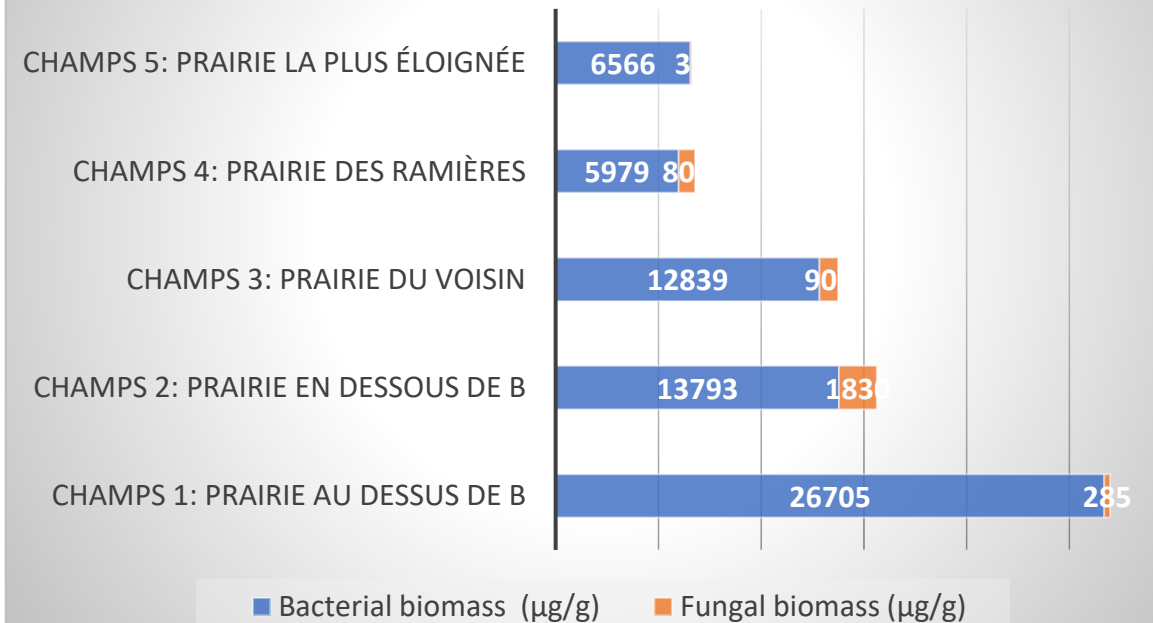
L'objectif serait d'avoir une bactérie pour un champignon. Afin de continuer à augmenter la qualité nutritionnelle du lait et d'augmenter la biodisponibilité des nutriments, il est important d'atteindre le stade 4 de la succession écologique, soit un ratio F=B.

Le minimum souhaité pour l'ensemble des biomasse des décomposeurs est 200 µg /g sol.

La moyenne fonctionnelle serait de 500 µg /g sol et un système optimum minimum serait d'atteindre min 800 µg /g sol et plus.

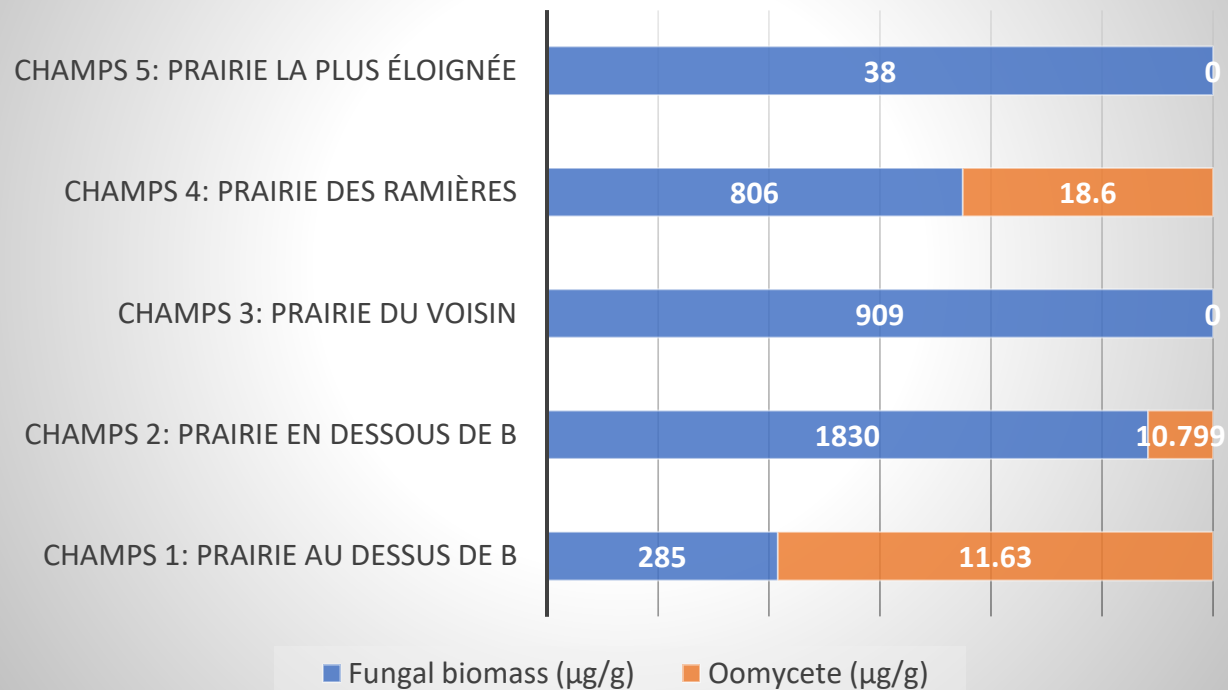
Il n'y a pas de plafond en terme de µg /g sol, plus la biomasse des décomposeurs augmente, plus la cascade trophique peut s'installer.

Biomasse des décomposeurs pour l'ensemble des parcelles / prairies



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES POUR L'ENSEMBLE DES PARCELLES

Type de biomasse fongique pour l'ensemble des parcelles/prairies



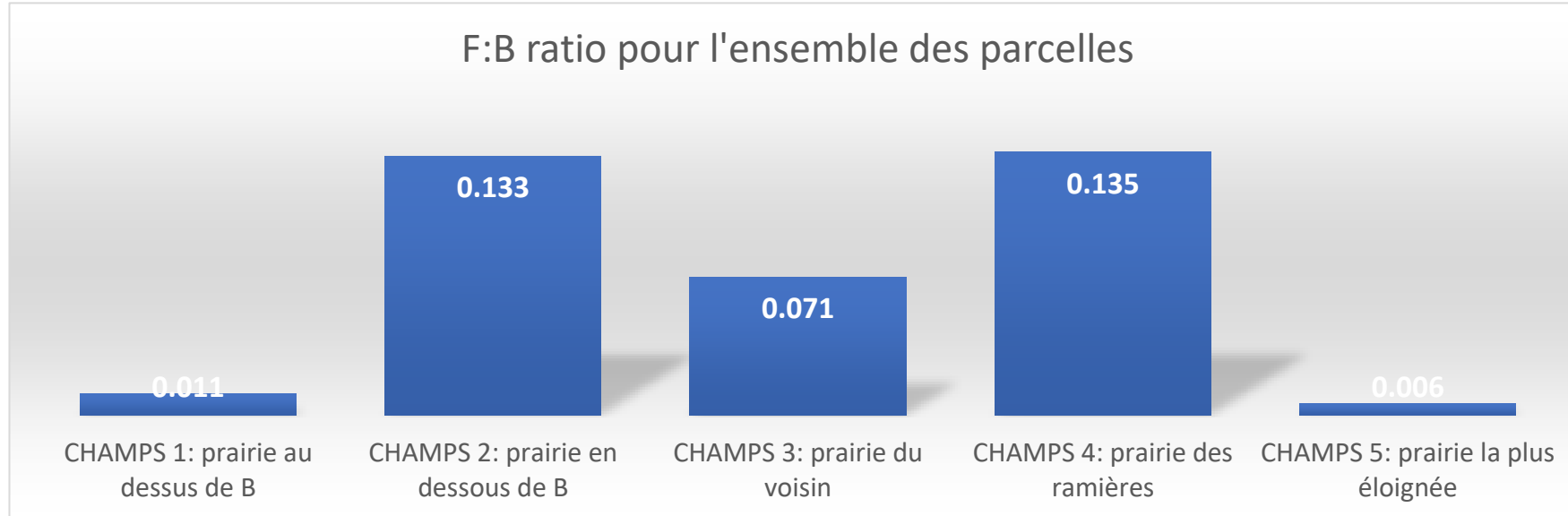
La biomasse fongique bénéfique est caractérisée par des champignons bénéfiques (en bleu) alors que la biomasse fongique non bénéfique est nommée oomycète (en orange).

Les champignons bénéfiques stockent le CO₂, les nutriments à la surface de leurs hyphes (leurs filaments) et contribuent à la biodisponibilité des oligo-éléments (zinc, cuivre, manganèse, bore etc).

Les Oomycètes (en orange) sont en faible quantité, et ne représentent pas une menace pour la pâture.

Ils peuvent être des biomarqueurs et sont l'expression d'un sol tassé et/ou hydromorphe (habitat avec un taux d'oxygène réduit).

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES POUR L'ENSEMBLE DES PARCELLES

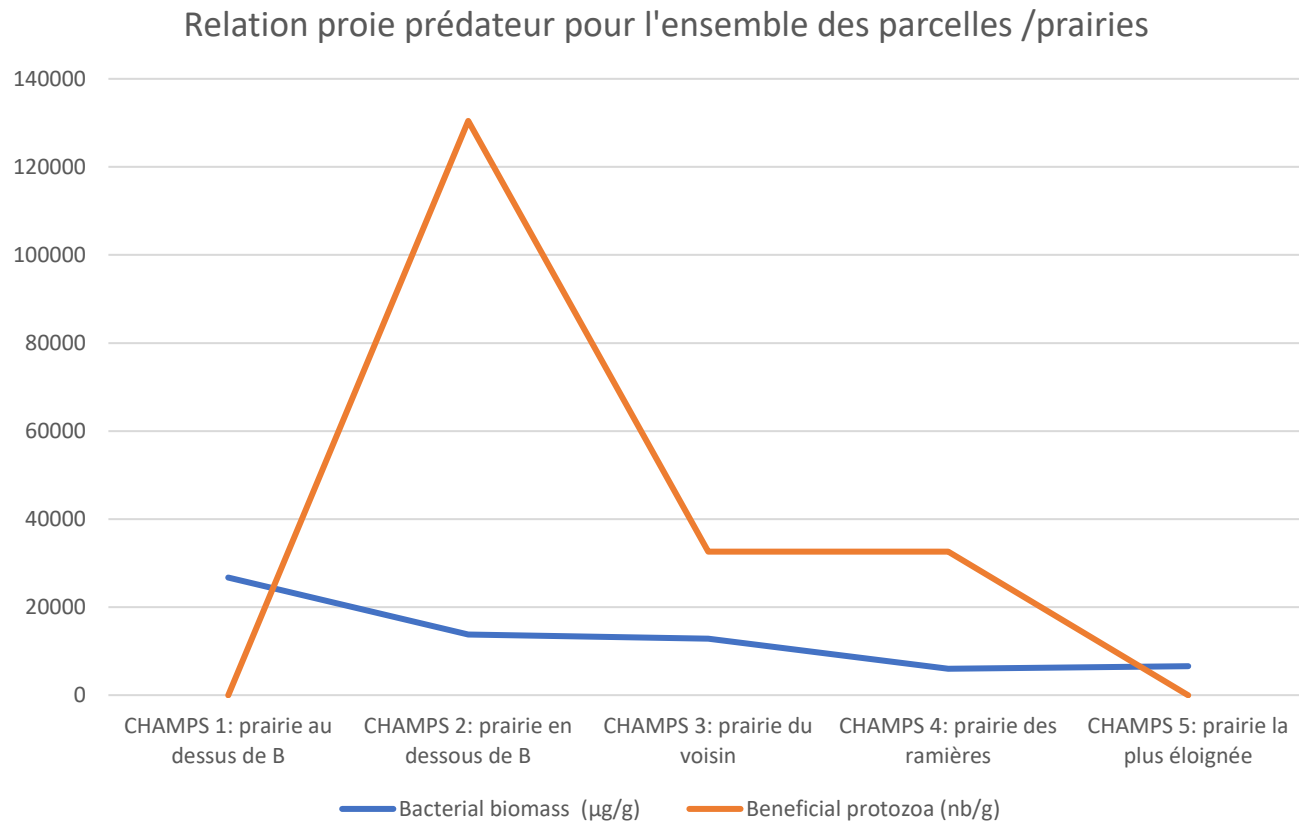


L'objectif des prairies destinées au pâturage est d'obtenir un ratio **F = B**.

Les ratio F:B présents peuvent s'améliorer en gardant les pratiques actuelles et peuvent être optimiser en utilisant des techniques de vermiremédiation pour rendre les fonctions du sol opérationnelles comme le stockage de l'eau et faire face à la sécheresse.

Plus les biomasse bactérienne et fongique seront élevées en $\mu\text{g} / \text{g}$ sol, plus l'enracinement des sursemis sera profond et spatialement mieux réparti. Par conséquent, plus la rétention d'eau et la biodisponibilité des nutriment se feront au niveau du système racinaire et meilleure sera la pâture. Les besoins en macronutriments (N,P,K)et micronutriments (ou oligoéléments comme le sélénium, zc, fer, cu etc) sont solubilisables et assimilables par les brebis lorsque les microbiote du sol est en nombre en lien et en biodiversité dans le sol.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES POUR L'ENSEMBLE DES PARCELLES



La relation décomposeur/prédateur est bien présente à ce moment de l'analyse. La biomasse bactérienne permet d'enclencher la cascade trophique. Le nombre de prédateurs bénéfiques (protozoaires de type amibe testacée) permet de réduire la population bactérienne en dévorant en moyenne 10000 bactéries par jour. Leurs déjections permettent de rendre les nutriments biodisponibles pour la pâture. Cependant le tassement du sol continu son effet pervers et ne permettent pas encore d'avoir une biodiversités des protozoaires ni d'enclencher le développement des autres familles de micro-organismes du réseau trophique (ex: nématodes, micro-arthropodes).

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 1 (parcelle au dessus de la bergerie)

CHAMPS 1: prairie au dessus de B

Réseau trophique

Biomasse bactérienne ($\mu\text{g/g}$)	26705
Biomasse fongique ($\mu\text{g/g}$)	285
Oomycete ($\mu\text{g/g}$)	11.63
Protozoaires bénéfiques (nb/g)	0
Protozoaires non bénéfiques (nb/g)	0
Nématodes phytophages (nb/g)	0
Nématodes bénéfiques (nb/g)	0
F:B	0.011

Sol essentiellement composé de bactéries aérobies : coques, et de bactéries anaérobies : streptococcie, diplocoques non encapsulés –Peu de biodiversité bactérienne.

La biomasse fongique bénéfique reste faible et il y a quelques oomycètes (11.63).

Absence des protozoaires et des nématodes et des micro-arthropodes.

La biomasse microbienne totale serait bonne dans son ensemble mais elle concernerait uniquement la biomasse bactérienne.

Le ratio F:B optimal 1.0

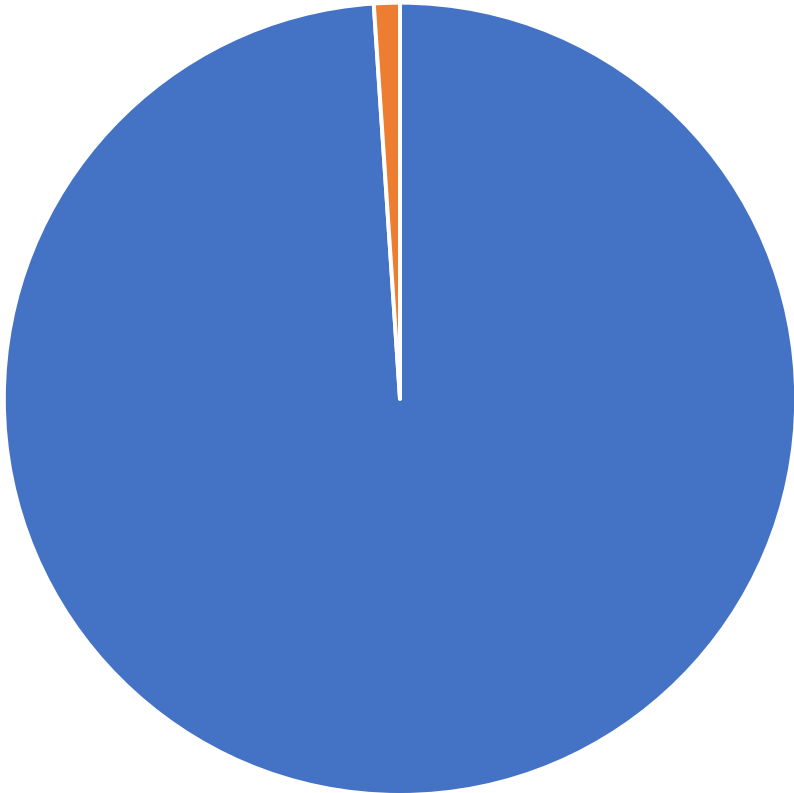
Ici le F:B est de 0.011 caractérisé par le stade 1.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 1 (parcelle au dessus de la bergerie)



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 1 (parcelle au dessus de la bergerie)

Biomasse bactérienne et biomasse fongique
Champs 1 : prairie au dessus de la bergerie



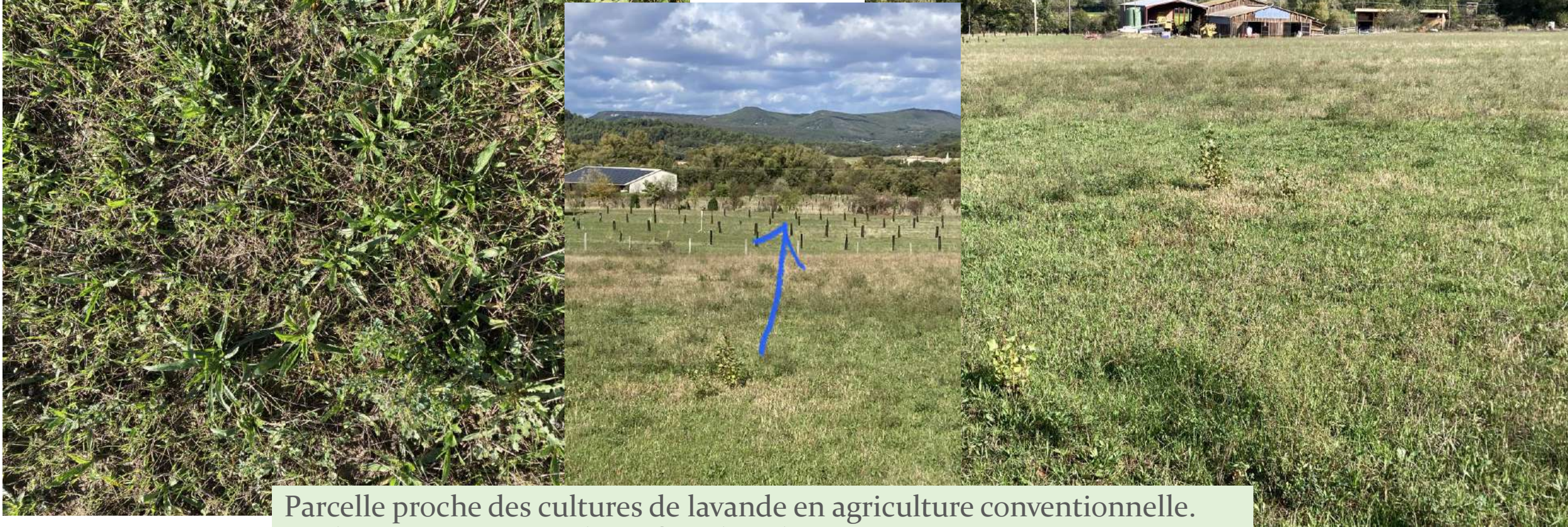
■ Biomasse bactérienne ($\mu\text{g/g}$) ■ Biomasse fongique ($\mu\text{g/g}$)

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 1 (parcelle au dessus de la bergerie)



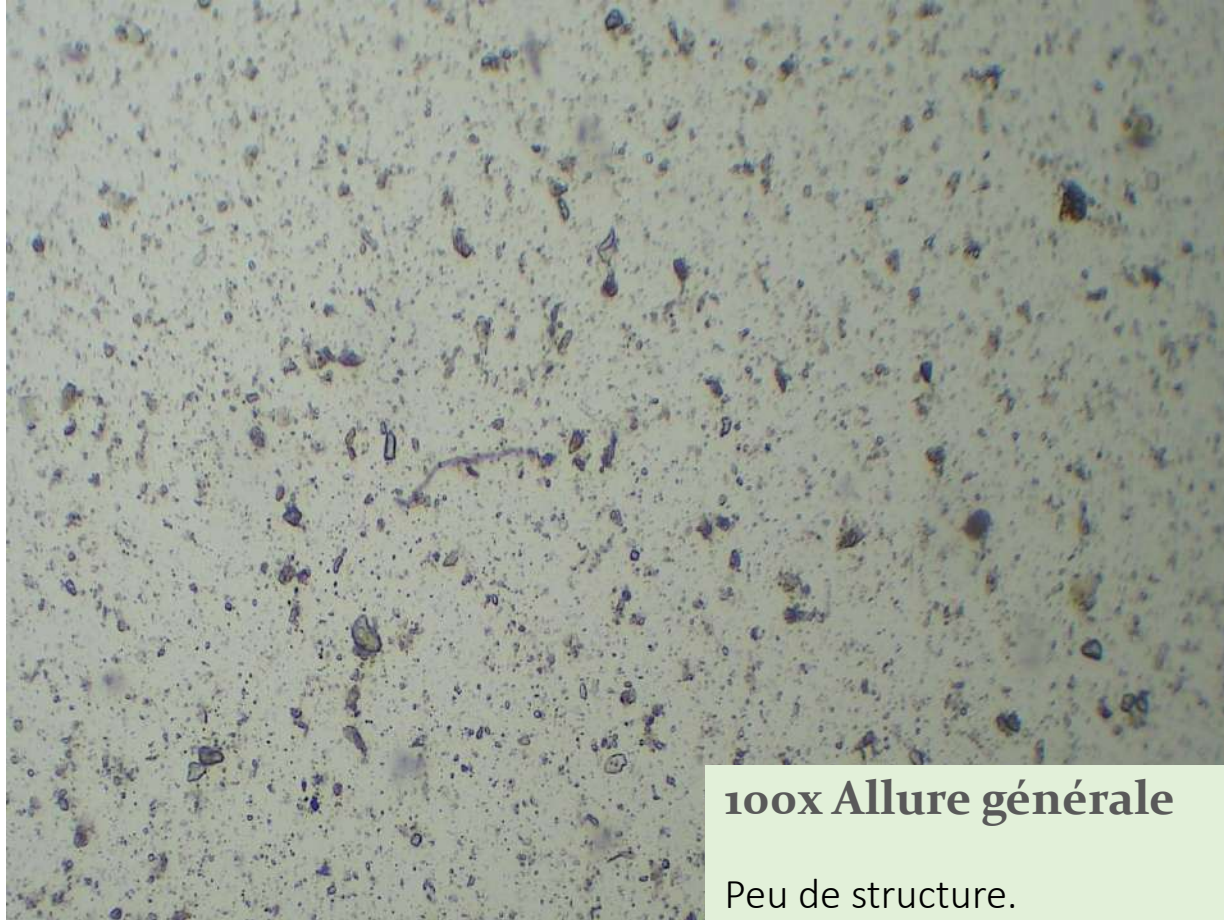
Ligne de démarcation naturelle.
Tassement du sol plus important
en hauteur.
Parcelle proche des cultures de
lavande en agriculture
conventionnelle.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 1 (parcelle au dessus de la bergerie)



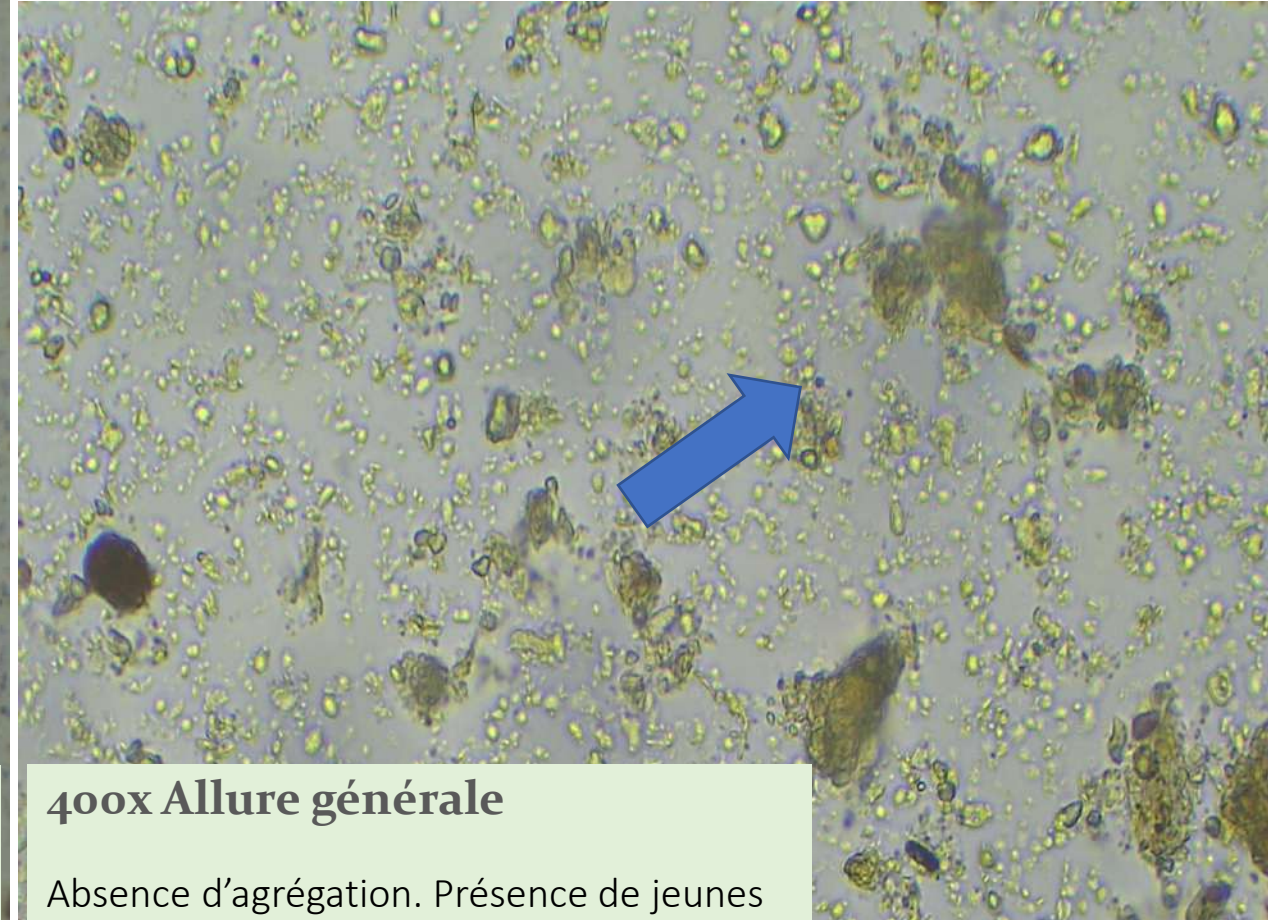
Parcelle proche des cultures de lavande en agriculture conventionnelle.
Roche mère présente à la surface du sol.
Tassement plus important
Ligne d'eau (flèche) pouvant expliquer les quelques zones hydromorphes

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 1 (parcelle au dessus de la bergerie)



100x Allure générale

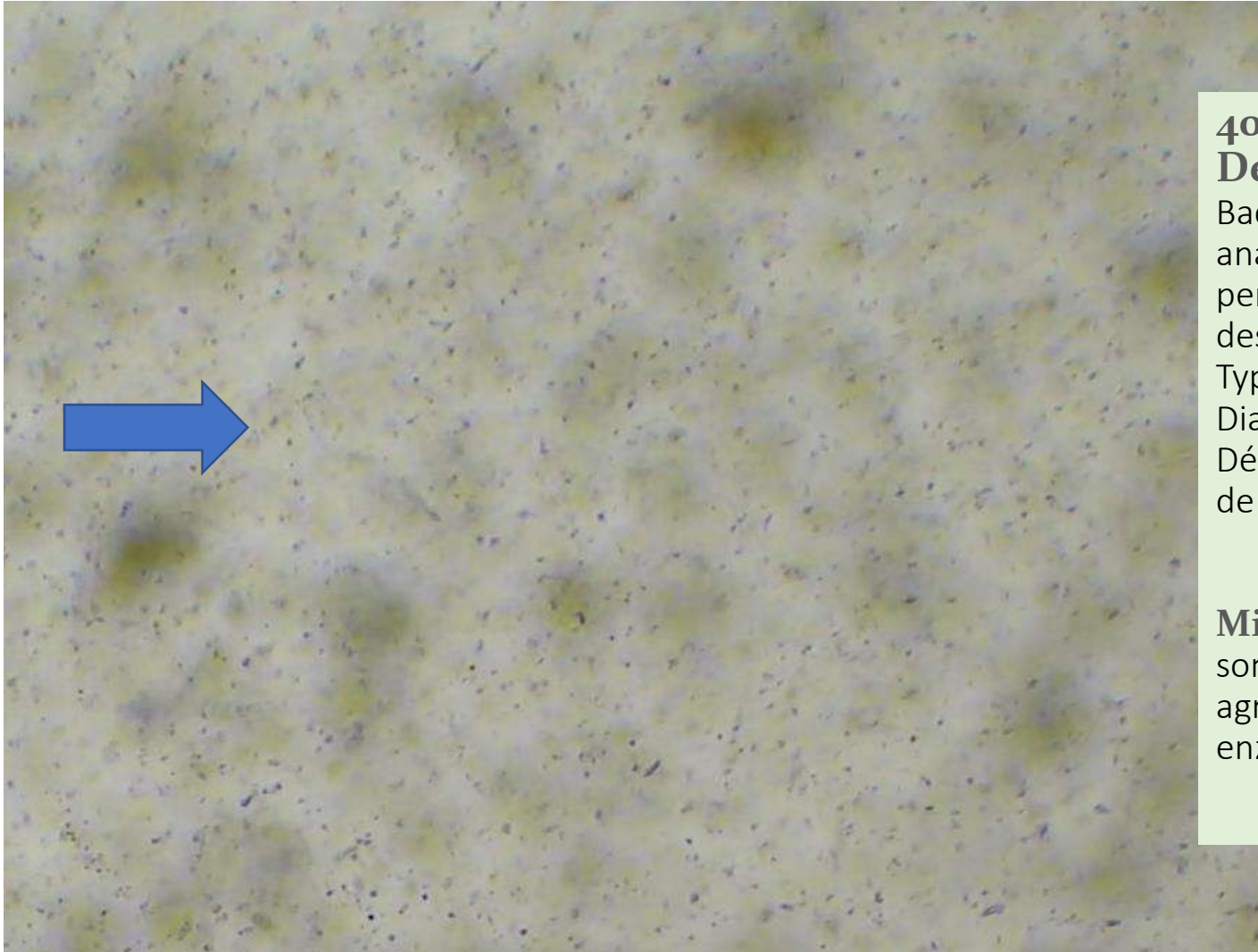
Peu de structure.



400x Allure générale

Absence d'agrégation. Présence de jeunes micro-agrégats. Possiblement parcelle plus argileuse que les autres et exposée.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 1 (parcelle au dessus de la bergerie)



400x Décomposeur

Bactéries (coques, bacilles) absence de bactérie anaérobie. Attention ce grossissement ne permet pas d'observer les espèces et présente des limites.

Type aérobie

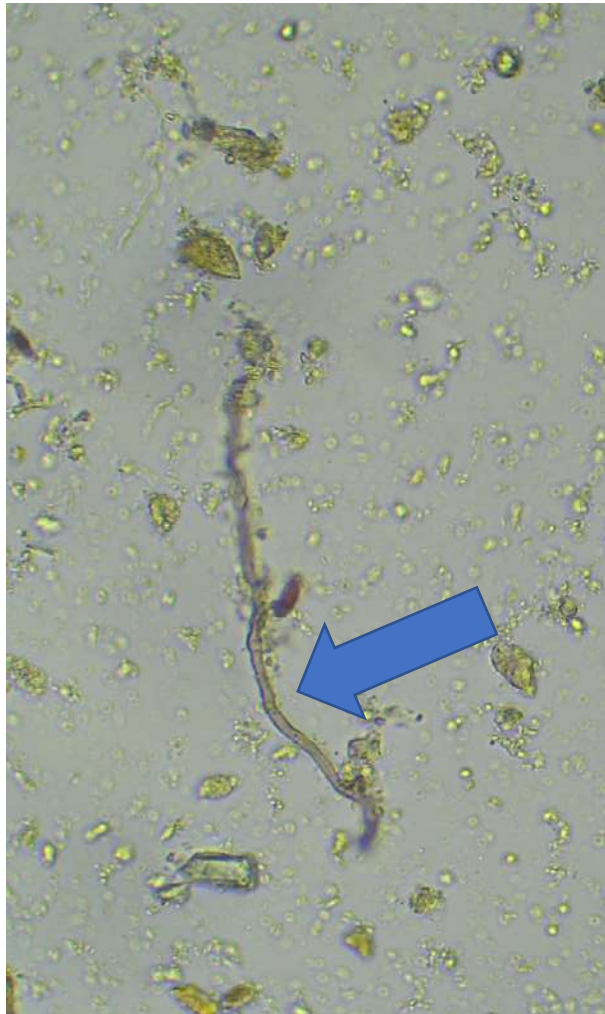
Diamètre : 1 à 2 μm

Décomposeur du réseau trophique responsable de la formation des micro-agrégats.

Micro-agrégats : Formés par les bactéries, ils sont précurseurs pour la formation des macro-agrégats qui sont formés par la suite par l'action enzymatique des champignons.



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 1 (parcelle au dessus de la bergerie)



400x Décomposeurs

Champignons bénéfiques

Types Basidiomycète

Couleur : gris – violet et marron

Diamètre : 4 μm (gauche)

Diamètre : 5 μm
(droite)

Décomposeur du réseau trophique responsable de la formation des macro-agrégats et du stockage du carbone. Capacité d'aller dans des pH acides (absorption du fer).



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)

CHAMPS 2: prairie en dessous de B

Réseau trophique

Biomasse bactérienne ($\mu\text{g/g}$)	13793
Biomasse fongique ($\mu\text{g/g}$)	1830
Oomycete ($\mu\text{g/g}$)	10.799
Protozoaires bénéfiques(nb/g)	130432
Protozoaires non bénéfiques (nb/g)	48912
Nématodes phytophages (nb/g)	0
Nématodes bénéfiques (nb/g)	0
F:B	0.133

Sol à dominante bactérienne: les bactéries aérobies sont des coques, bacilles, coccobacilles et il y a peu de bactéries anaérobies (lactobacilles) – Bonne biodiversité bactérienne.

La biomasse fongique est bien installée et bénéfique avec très peu d'Oomycètes (10,799). Mais elle reste insuffisante.

La population des protozoaires est bien installée mais pas assez diversifiée. Les protozoaires non bénéfiques sont des bioindicateurs du niveau d'oxygène présent dans le sol qui est insuffisant. Pas de présence de nématodes ni de micro-arthropodes.

La biodiversité des acteurs présents est assez développée, synonyme d'un certains enclanchement de la cascade trophique. Qui reste malgré tout insuffisant.

Le ratio F:B optimal 1.0

Ici le F:B est de 0.133 caractérisé par les stades 1 à 2

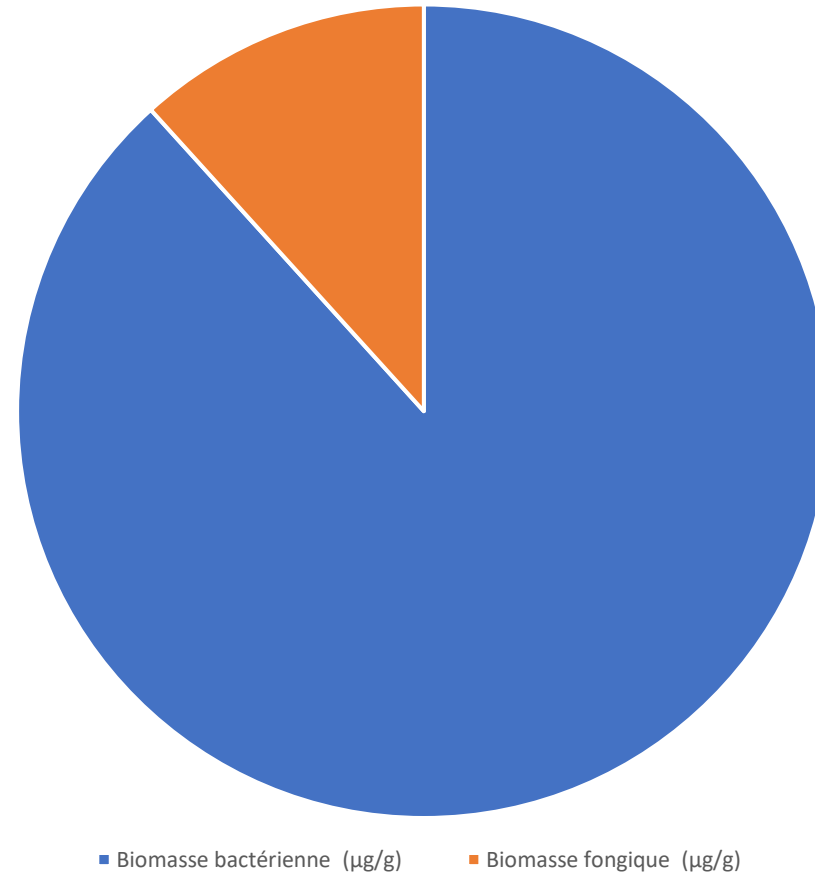


ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)

Biomasse bactérienne et biomasse fongique
Champs 2 : prairie en dessous de la bergerie



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)



Zone hydromorphe
Problème d'infiltration de l'eau. Répartition asymétrique.



Champignons
Période de fructification,
Zones aléatoires liées à l'hétérogénéité de la répartition du tassement du sol et du non tassement du sol.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)



Champignons

Période de fructification.

Zonage hétérogène lié aux zones de tassement et de non tassement du sol

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)



Carence des plantes pionnières

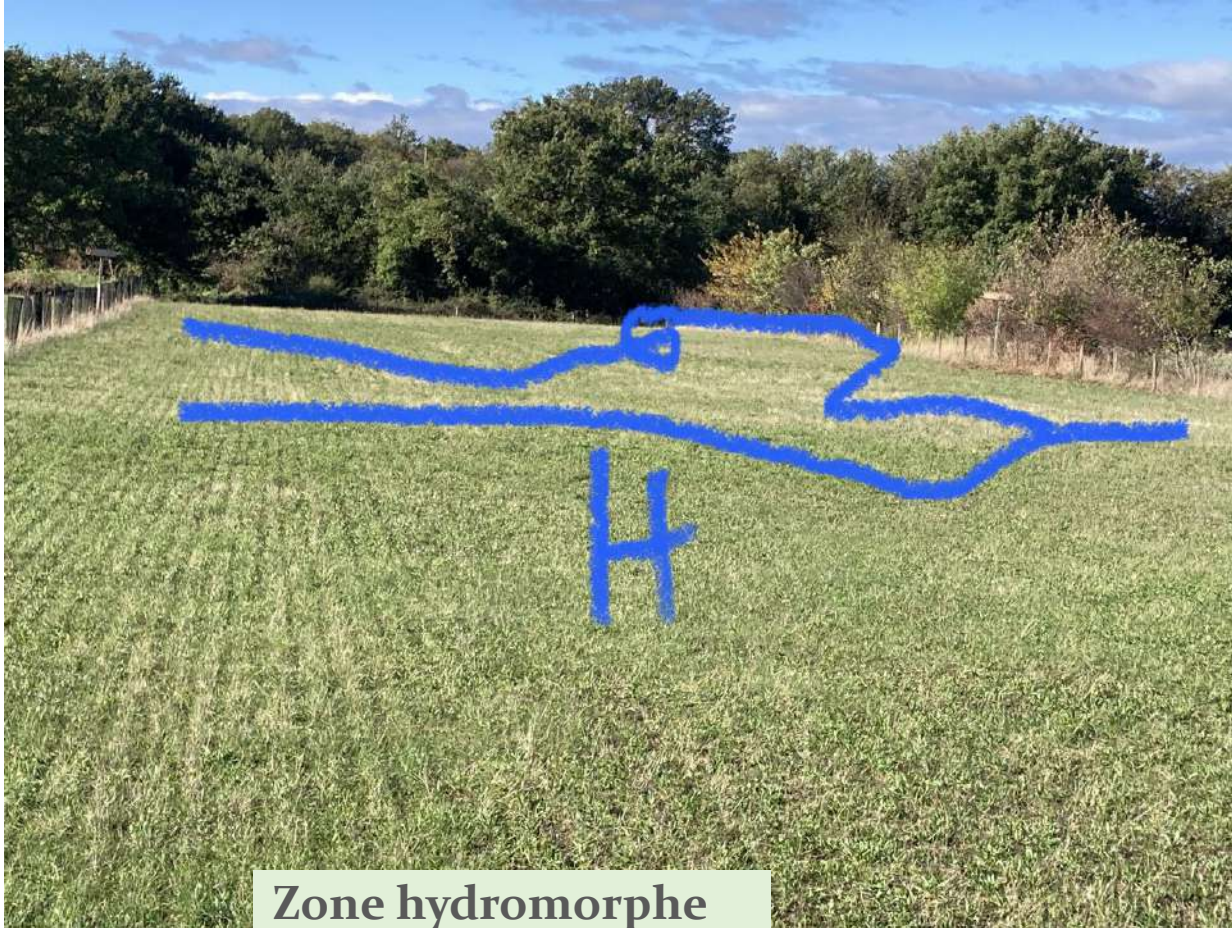
Liée à des poches anaérobies résultant d'un tassement du sol



Zone hydromorphe

Problème d'infiltration de l'eau. Création de zones imbibées d'eau pouvant favoriser la création de poches anaérobies.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)

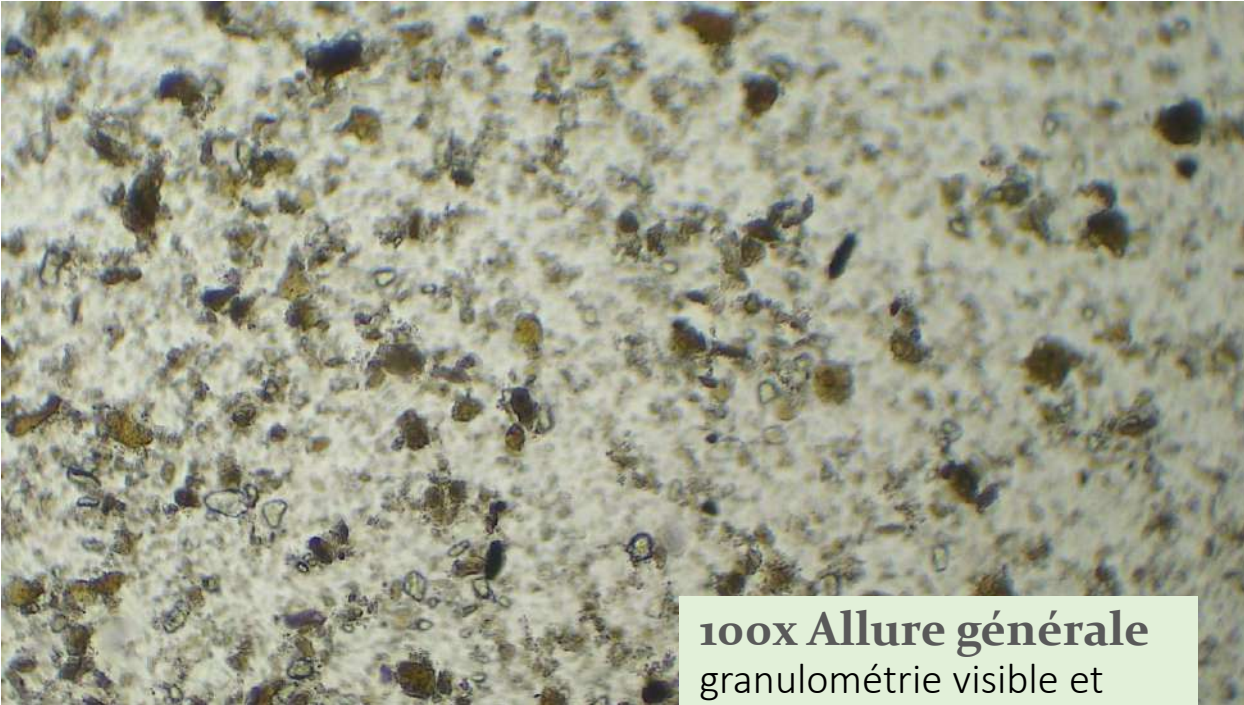


Zone hydromorphe
Problème d'infiltration de l'eau

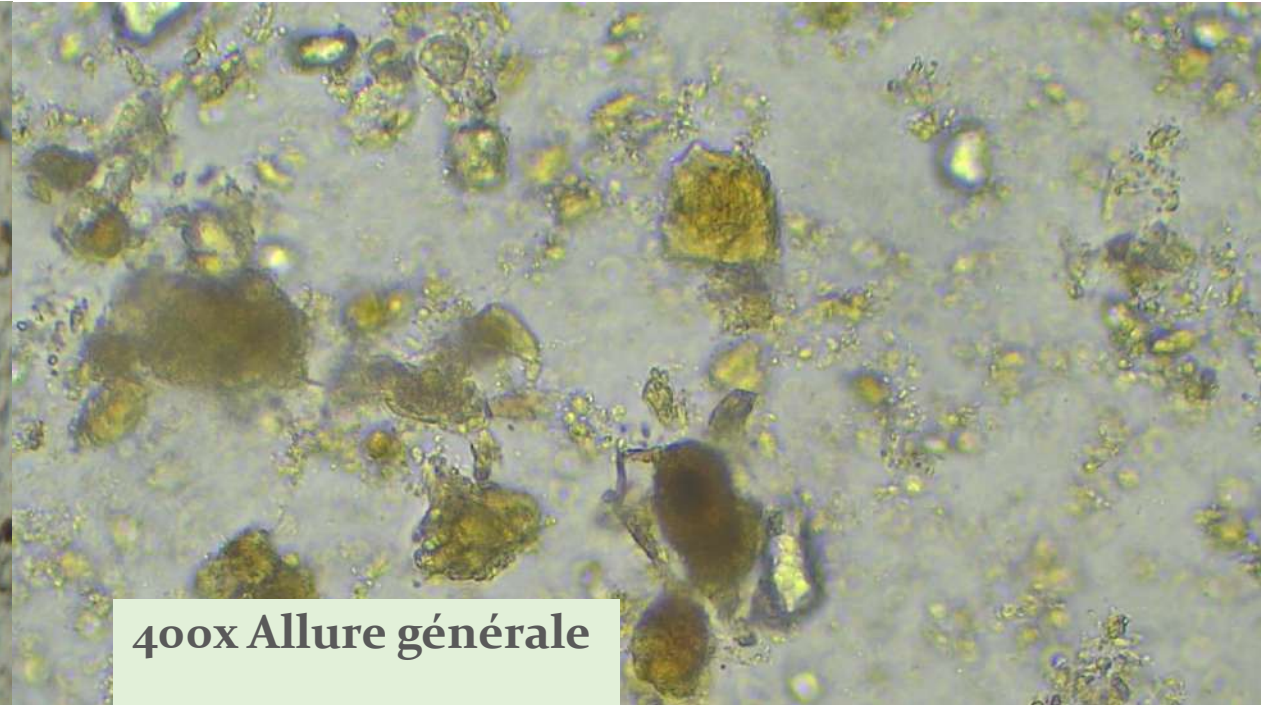


Zone hydromorphe
Problème d'infiltration de l'eau

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)



100x Allure générale
granulométrie visible et
dense : sable, limon et
argiles.



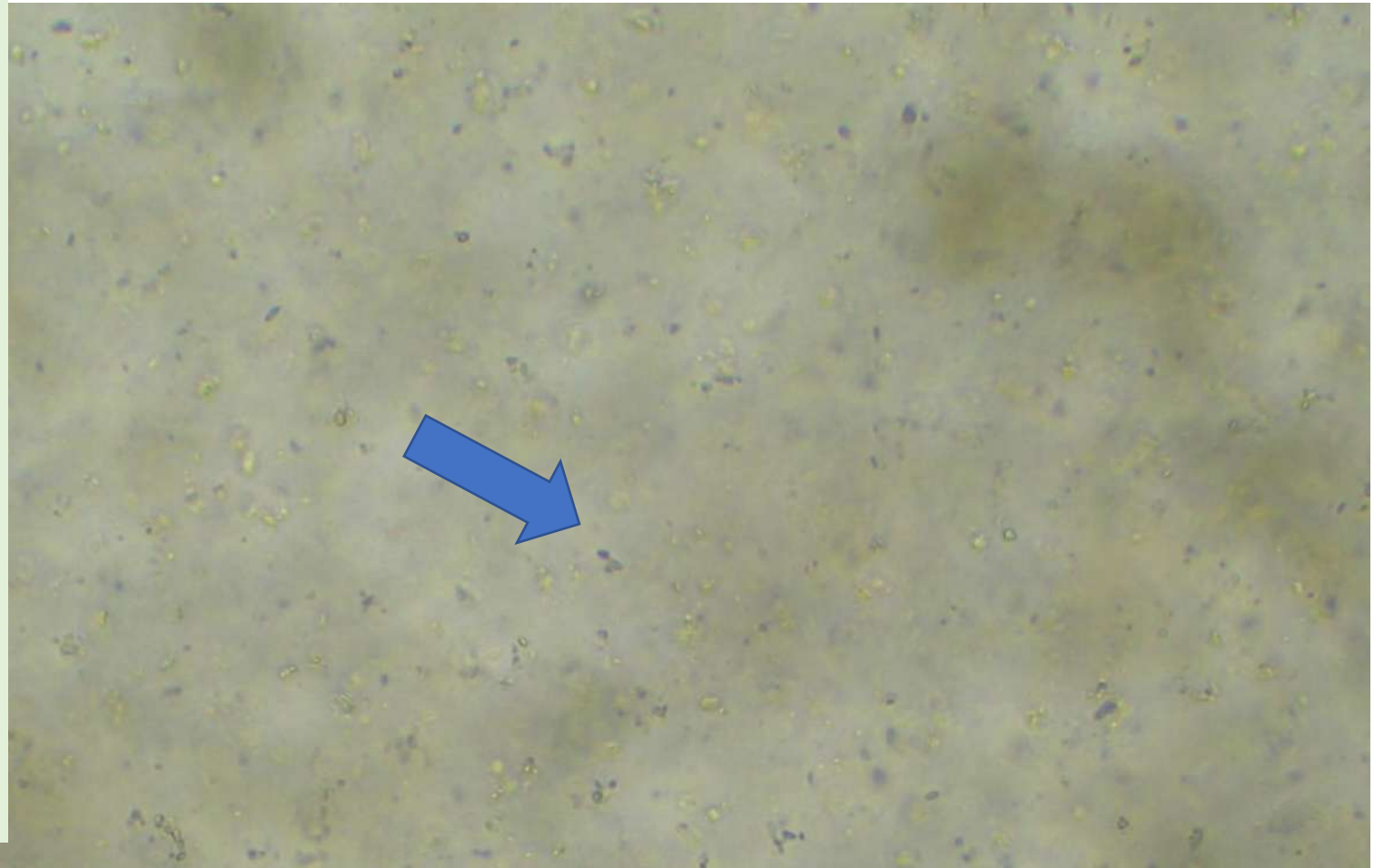
400x Allure générale
Présence d'agrégation en
faible quantité.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)

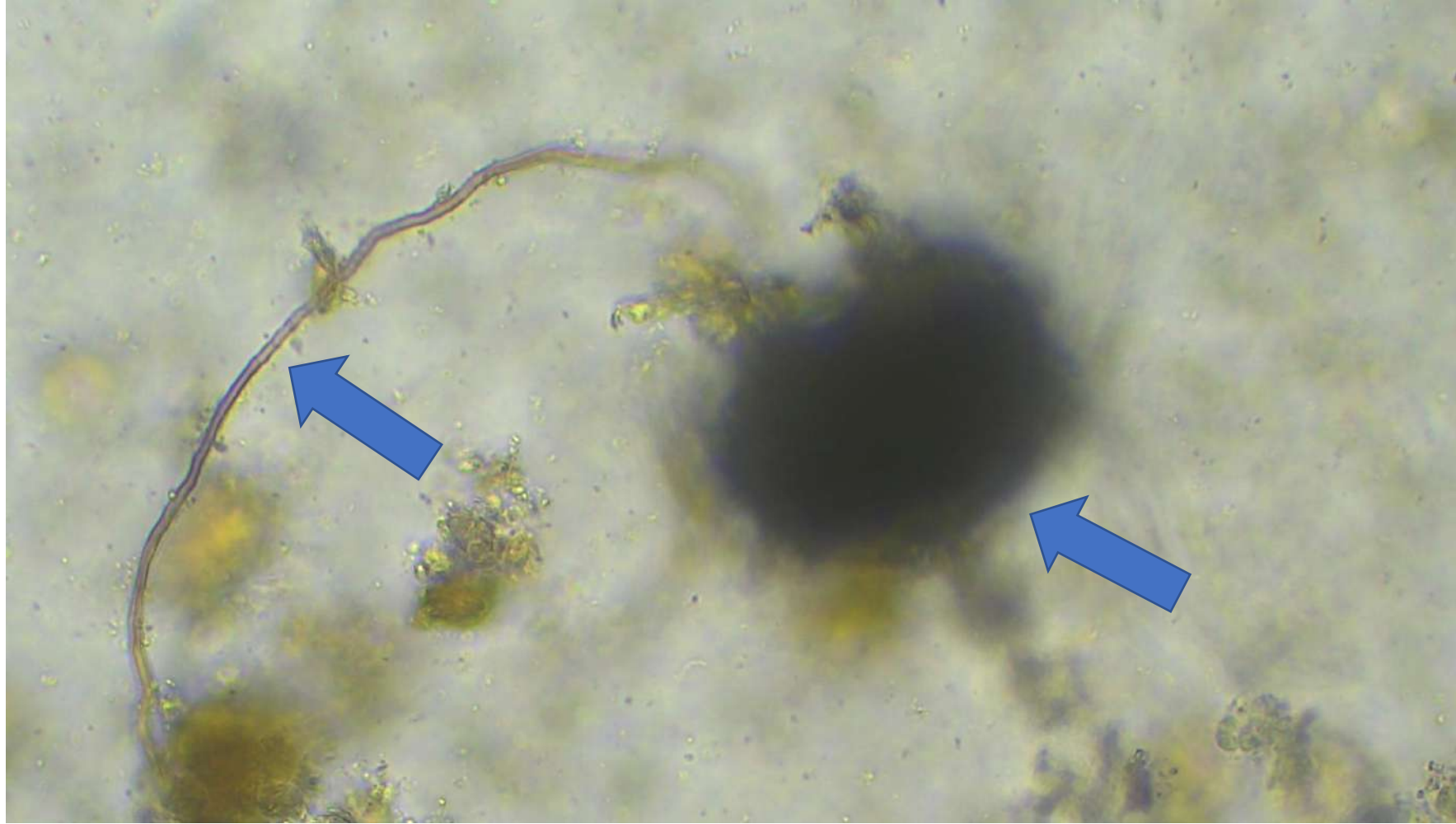
400x Décomposeur : Biomasse bactérienne

De type aérobie : coques, bacilles et coccobacilles.
Diamètre : 1 à 2 μm

Après les plantes (1^{er} niveau), les bactéries représentent le 2^{ème} niveau du réseau trophique du sol et caractérisent le stade 1 de la succession écologique. Elles sont le point de départ du développement de l'ensemble de la chaîne alimentaire du sol. En général, lorsque le sol est travaillé, l'ensemble du réseau trophique du sol disparaît. Seules les bactéries survivent - excepté lorsqu'il y a utilisation des produits phytosanitaires qui engendre une diminution de la biodiversité bactérienne. En fonction de l'état de l'habitat (oxygéné ou non), le type de bactérie varie. Les habitats peu oxygénés abritent généralement les communautés bactériennes pathogènes. Ici les biomarqueurs démontrent un habitat aérobie : coques, bacilles, cocobacilles avec quelques diplocoques non encapsulés (habitat facultatif).



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)



400x

Décomposeur

Champignons bénéfiques

Types Basidiomycète

Couleur : brun violet avec septa

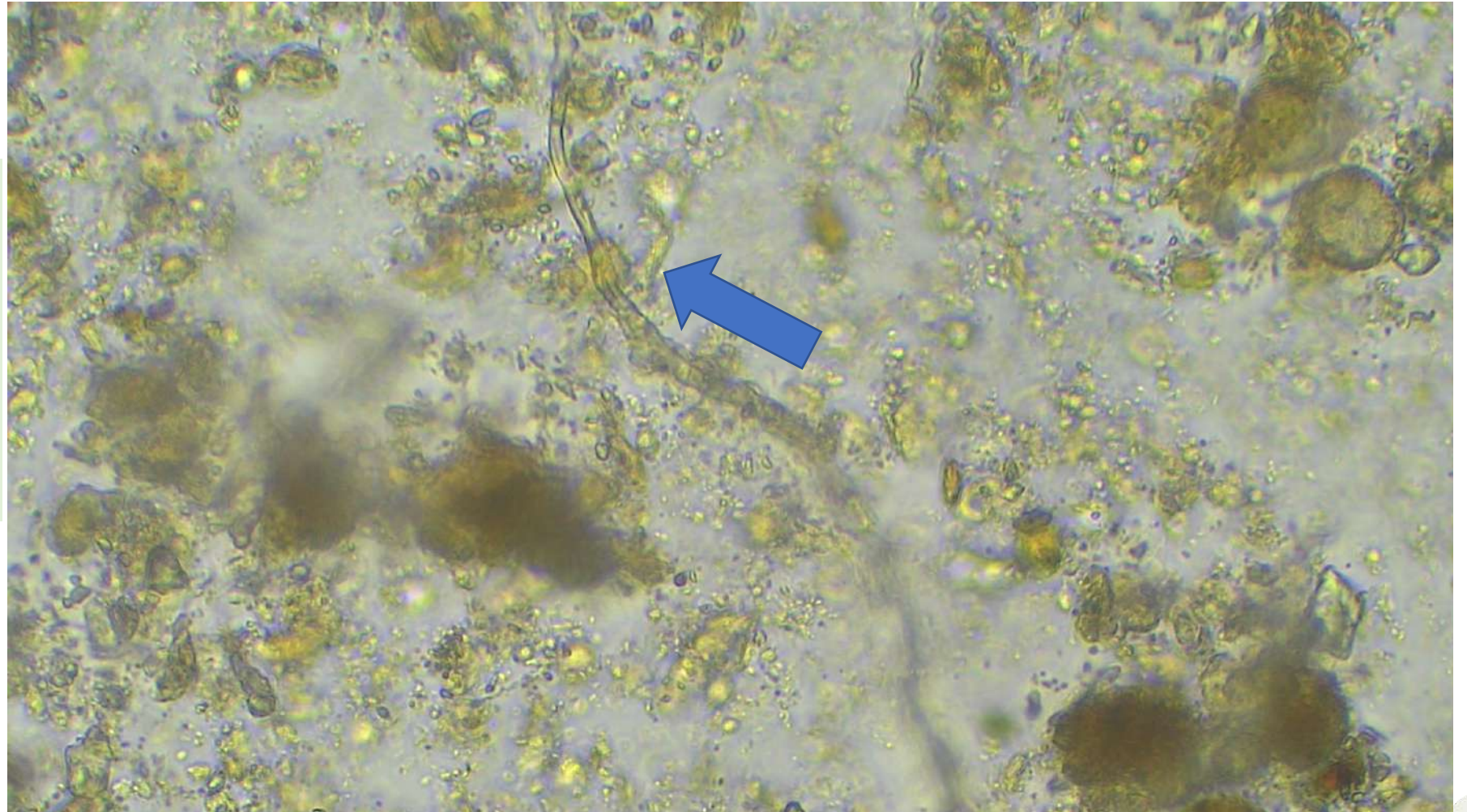
Diamètre : 4 μm

Macro-agrégats : Formés par
par l'action des champignons.

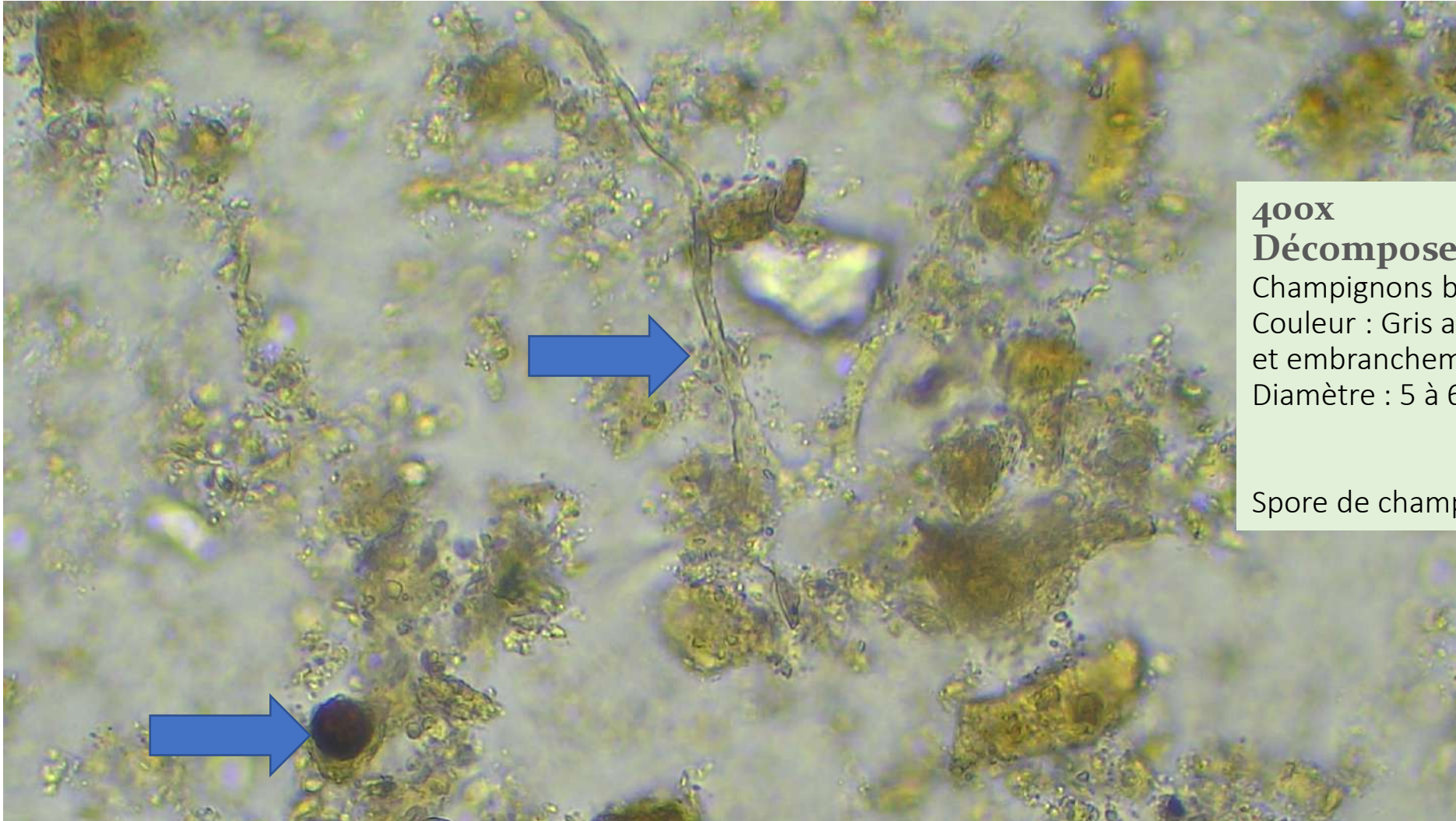


ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)

400x
Décomposeur
Champignons bénéfiques
Couleur : Gris avec septa
aléatoires
Diamètre : 5.5 μm



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)



400X

Décomposeur

Champignons bénéfiques

Couleur : Gris avec septa aléatoire
et embranchements

Diamètre : 5 à 6 μm

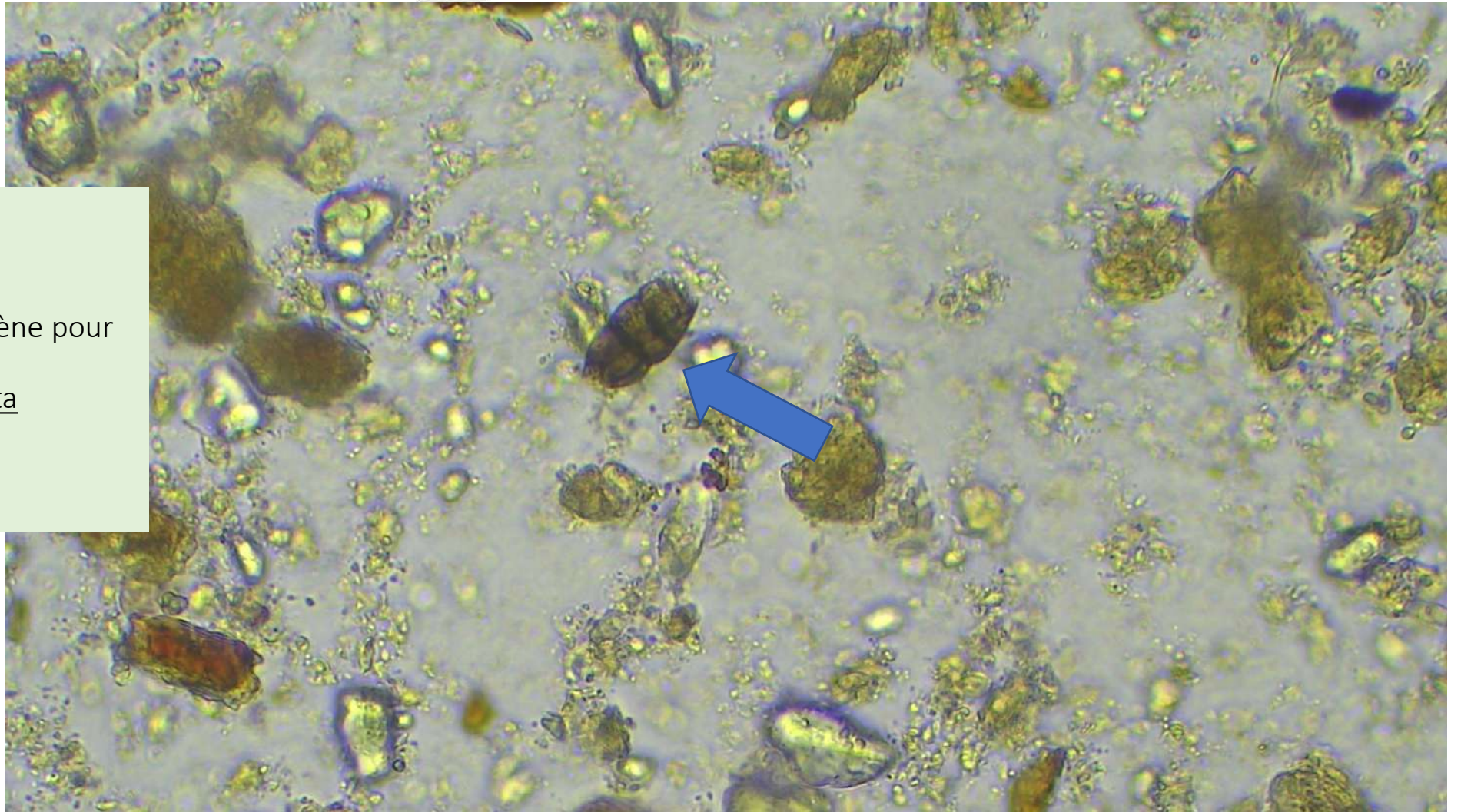
Spore de champignon (bénéfique)

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)

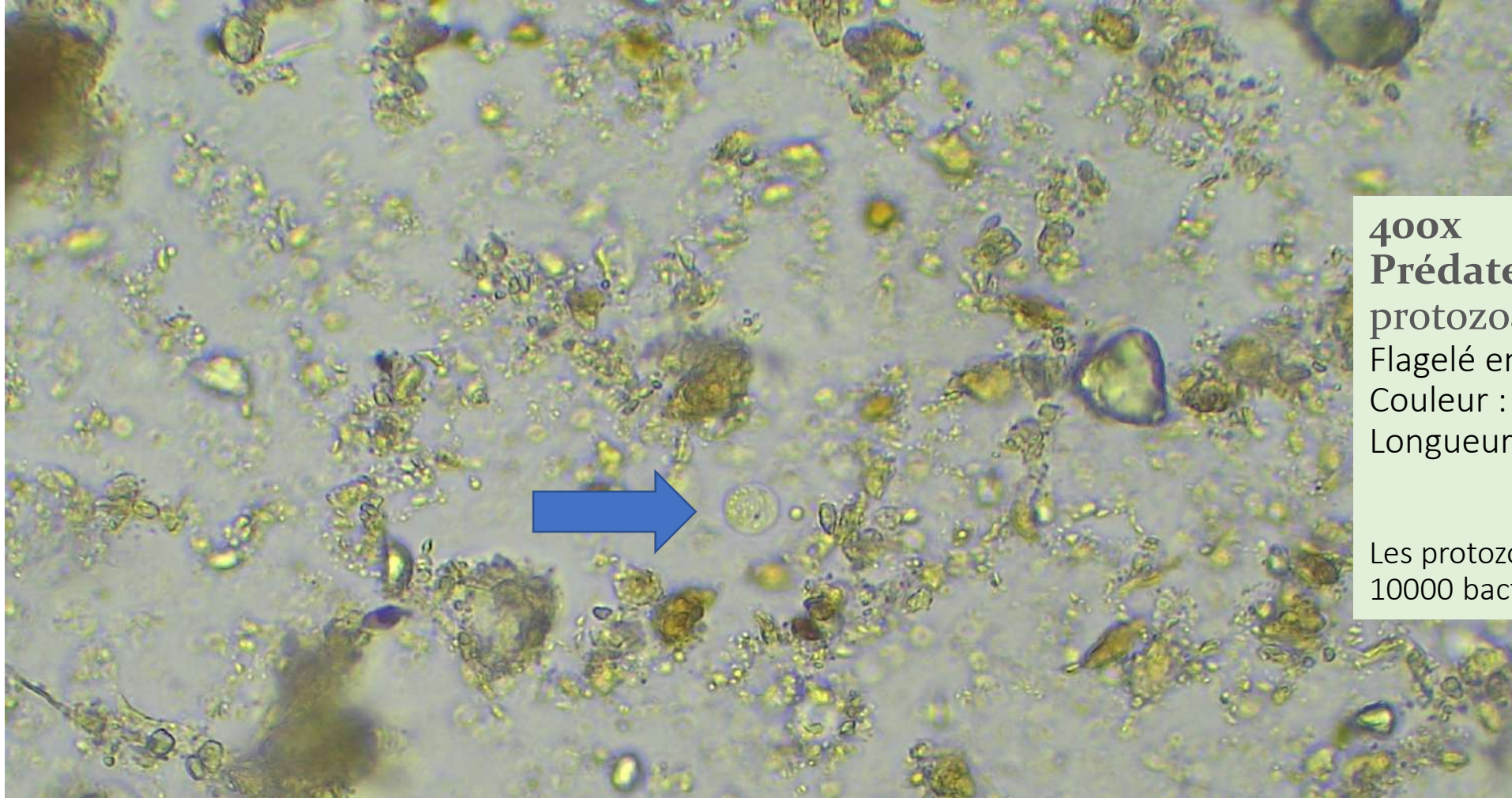
400x
Décomposeur

Spore de champignons
potentiellement pathogène pour
les plantes.

Couleur : brun avec septa



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)



400x
Prédateur :
protozoaire
Flagelé en mouvement
Couleur : transparent
Longueur : 30 μm

Les protozoaires mangent environ
10000 bactéries par jour.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 2 (parcelle en dessous de la bergerie)

400X
Prédateur (vidéo)

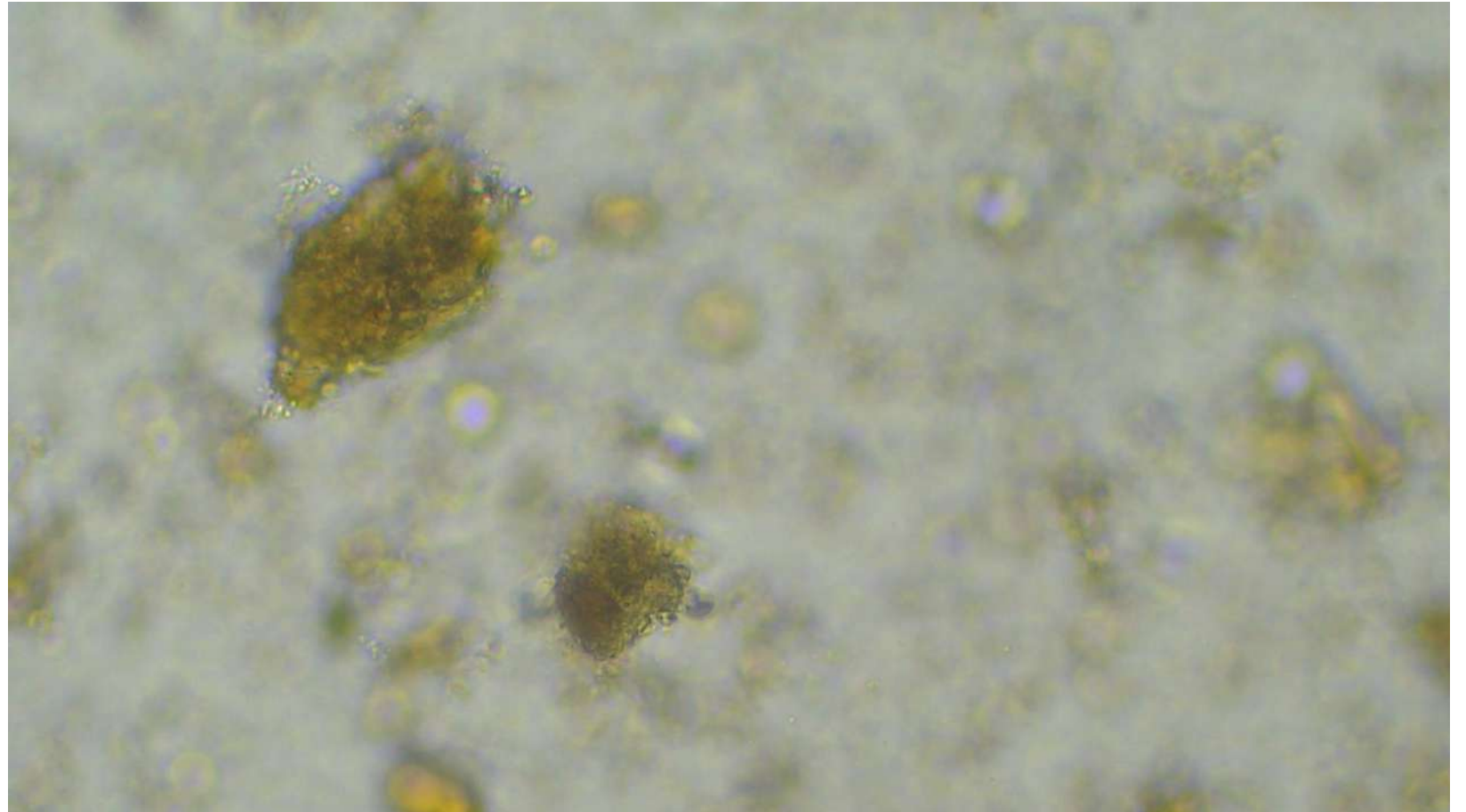
protozoaire

Cilié et amibe de type cercozoa en mouvement

Couleur : transparent

Longueur : amibe 40 et cilié 160 μm

Les protozoaires mangent environ 10000 bactéries par jour.



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 3 (prairie du voisin)

CHAMPS 3: prairie du voisin	Réseau trophique
Biomasse bactérienne (µg/g)	12839
Biomasse fongique (µg/g)	909
Oomycete (µg/g)	0
Protozoaires bénéfiques(nb/g)	32608
Protozoaires non bénéfiques (nb/g)	16304
Nématodes phytophages (nb/g)	0
Nématodes bénéfiques (nb/g)	0
F:B	0.071

Sol essentiellement composé de bactéries aérobies : coques, bacilles, coccobacilles et de bactéries anaérobies : streptococcie avec quelques lactobacilles– Bonne biodiversité bactérienne.

Bonne biomasse fongique bénéfique et absence d'oomycète.

La population des protozoaires est présente mais pas assez diversifiée. Les protozoaires non bénéfiques sont des bioindicateurs du niveau d'oxygène présent dans le sol qui est insuffisant (<6ppm et n: 16304).

Absence des nématodes et des micro-arthropodes malgré la saison (mai et novembre sont favorables aux micro-arthropodes).

La biomasse microbienne totale serait bonne dans son ensemble mais elle concernerait uniquement la biomasse bactérienne.

Le ratio F:B optimal 1.0

Ici le F:B est de 0.071 caractérisé par le stade 1, début stade 2 potentiellement.

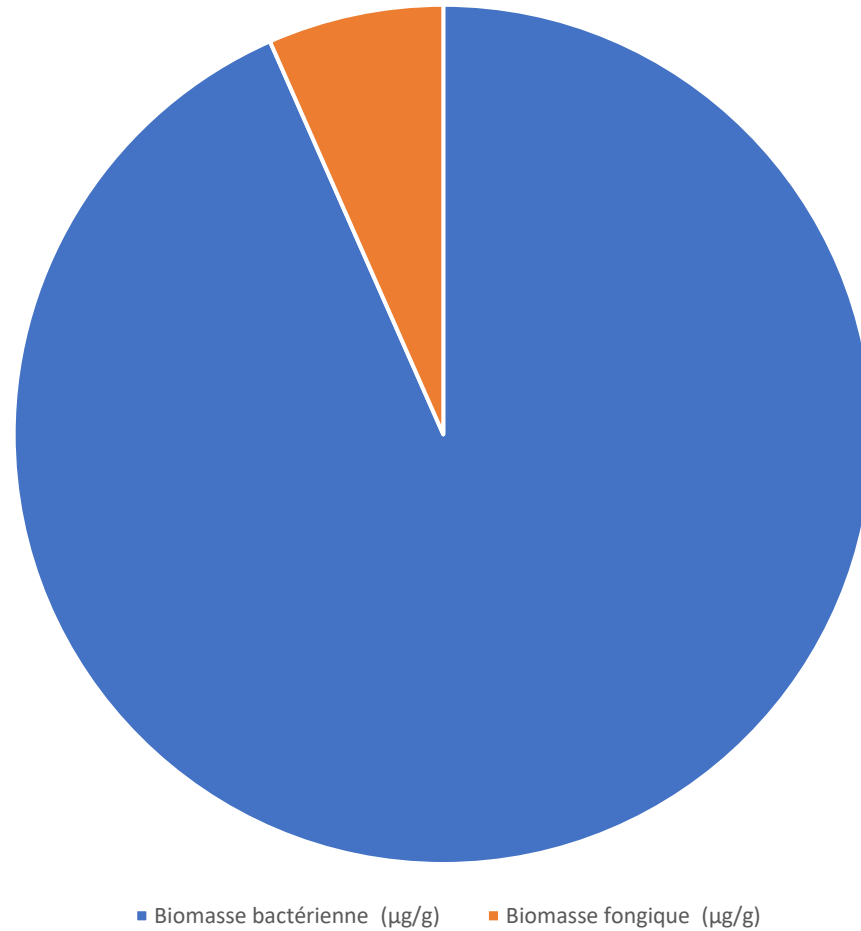


ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 3 (prairie du voisin)



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 3 (prairie du voisin)

Biomasse bactérienne et biomasse fongique
Champs 3 : prairie du voisin



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 3 (prairie du voisin)



Tassement excessif

Effet « marécage » créant des poches anaérobies pouvant augmenter la présence de pathogènes dans les pâtures (ex : nématodes phytophages)



Roche mère

Perte de la portance du sol.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 3 (prairie du voisin)



Vue d'ensemble
Parcelle hétérogène.



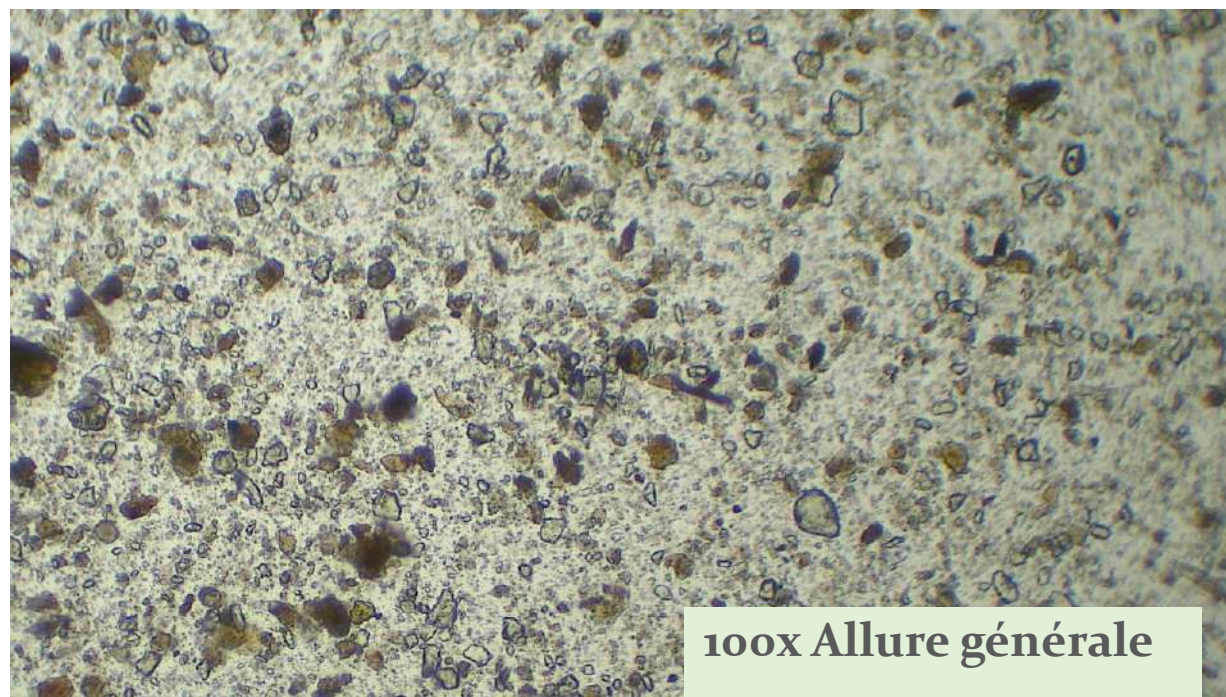
Tassement plus important
Pouvant créer des poches anaérobies (risque de pathogènes type nématodes phytophages) et problème de levée des sursemis en général (perte de coût de production,).

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 3 (prairie du voisin)



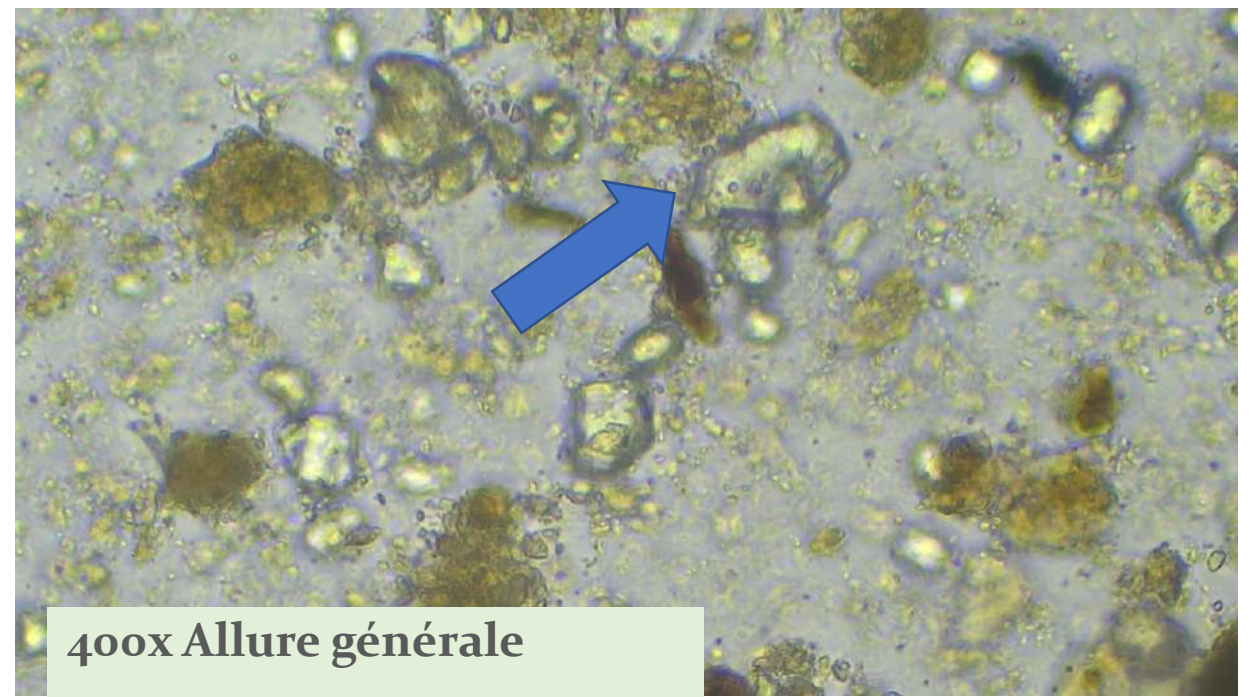
Champignons
Parcelle hétérogène

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 3 (prairie du voisin)



100x Allure générale

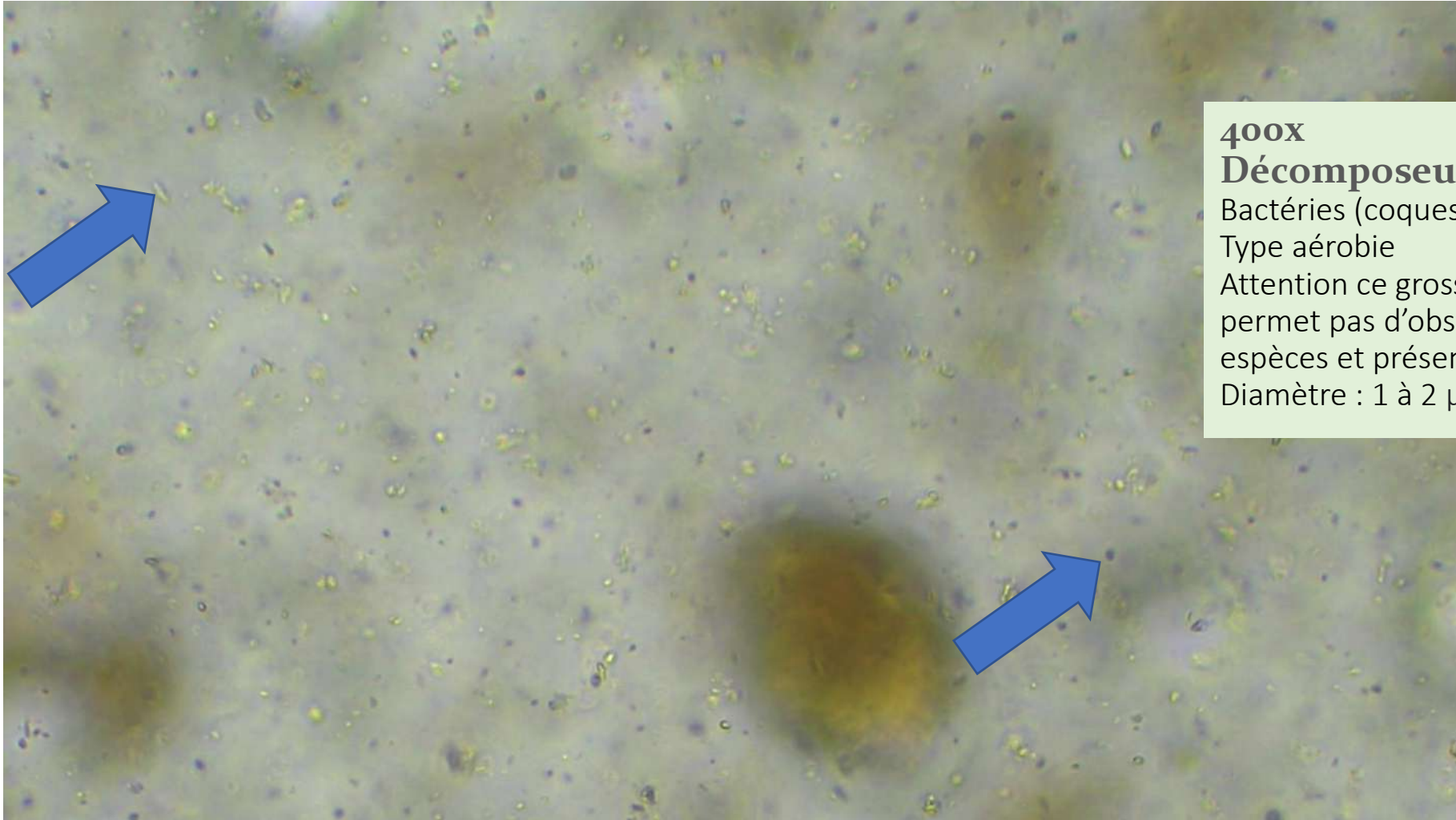
Granulométrie visible



400x Allure générale

Présence d'agrégation. Limon et sable un peu plus grossiers (90 à 100 μm)

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 3 (prairie du voisin)



400x

Décomposeurs

Bactéries (coques, bacilles)

Type aérobie

Attention ce grossissement ne permet pas d'observer les espèces et présente des limites.

Diamètre : 1 à 2 μm

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 3 (prairie du voisin)

400x
Décomposeur

Champignons bénéfiques
Couleur : brun avec septa
Diamètre : 7.5 μm



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 3 (prairie du voisin)

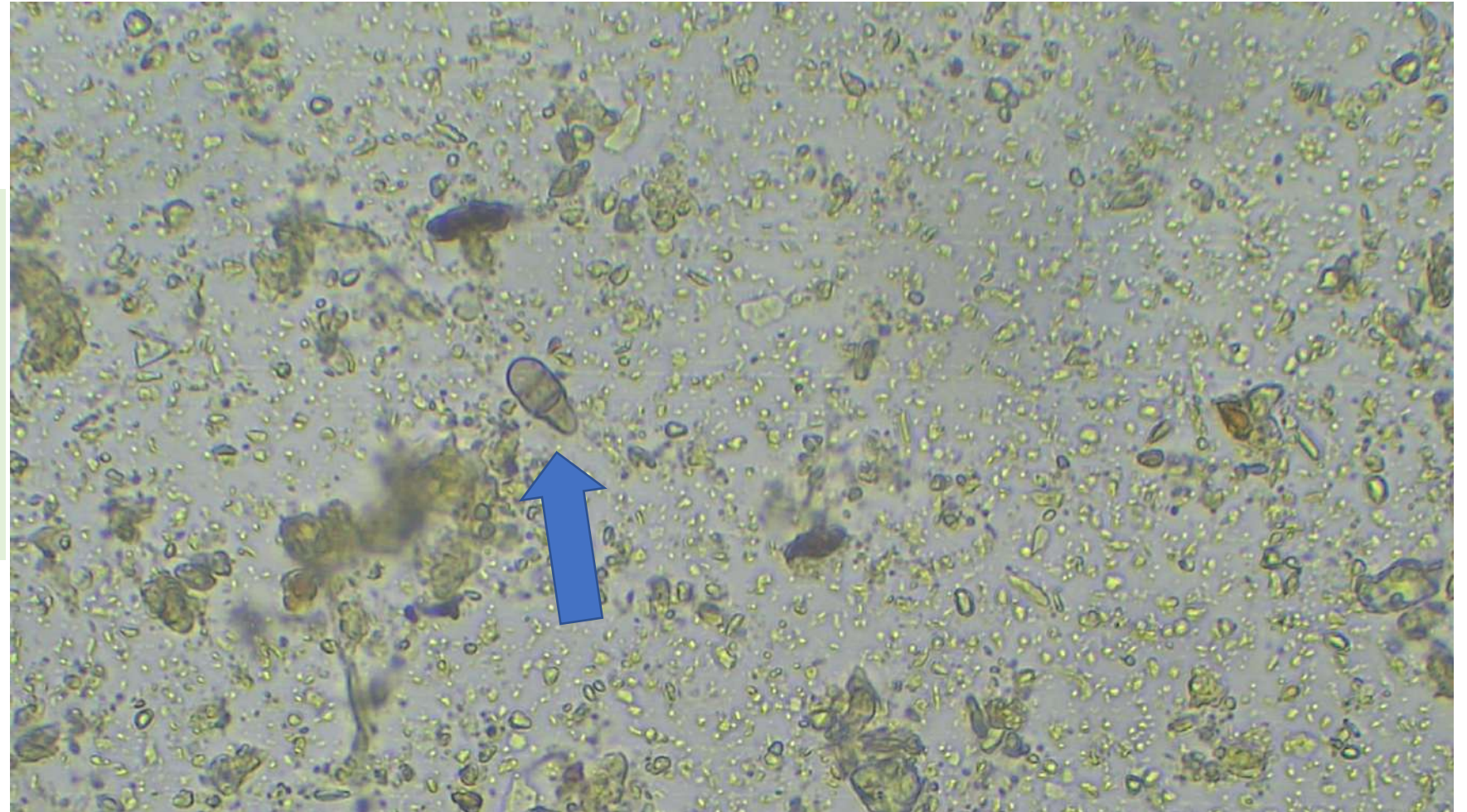


400X
Décomposeur
Embranchement d'un
champignon (bénéfique)
Couleur : Gris sans septa
Diamètre : 5 μ m

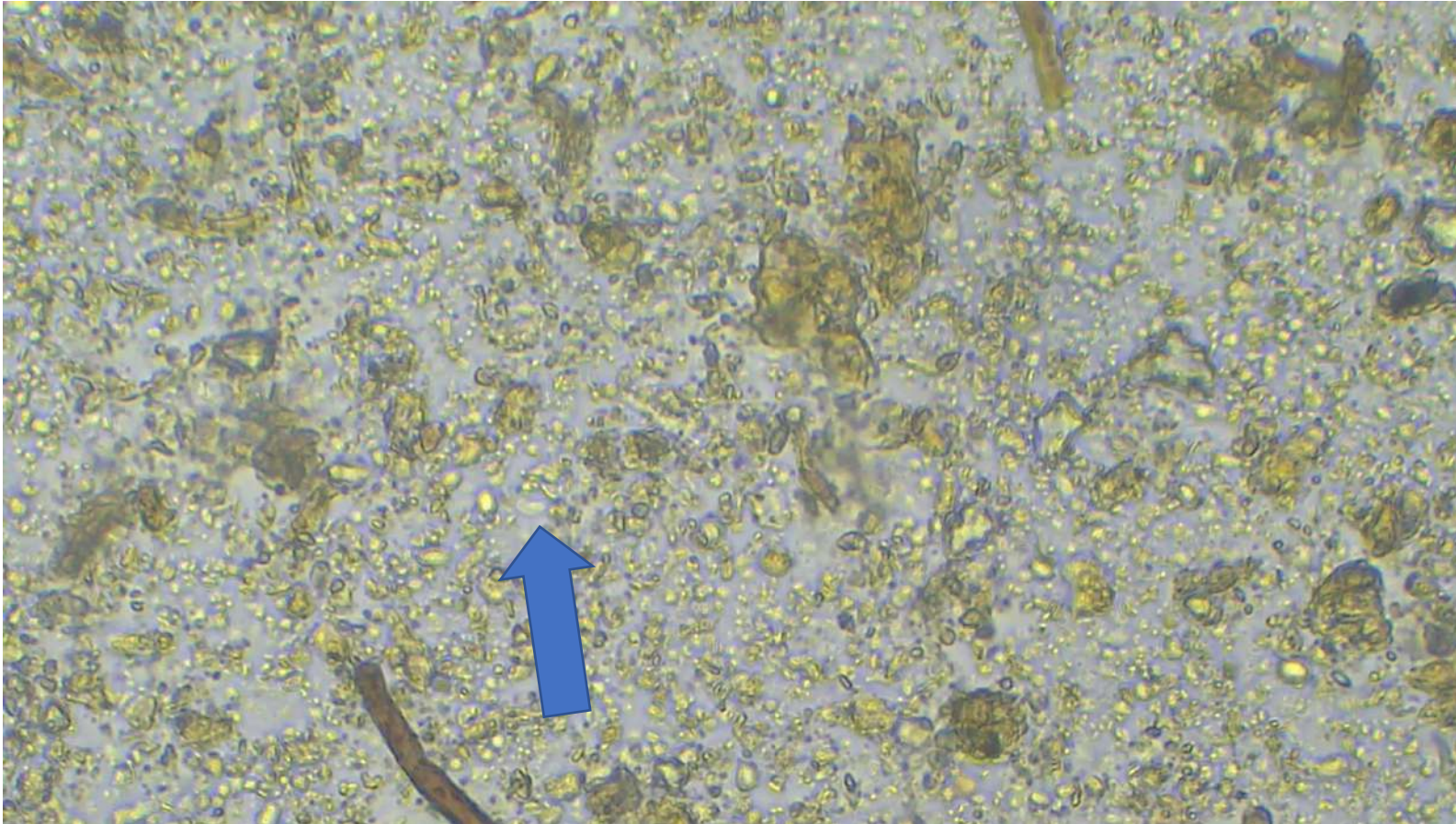
ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 3 (prairie du voisin)

400x Décomposeur

Spore de champignon (non
bénéfique) en développement
Couleur : brun clair avec septa
Diamètre : environ 40 μm



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 3 (prairie du voisin)



400x Prédateur (vidéo)

Protozoaire

Flagelé

Couleur : transparent

Longueur : 20 à 25 μm

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 4 (prairie des ramières)

CHAMPS 4: prairie des ramières

Réseau trophique

Biomasse bactérienne (µg/g)	5979
Biomasse fongique (µg/g)	806
Oomycete (µg/g)	18.6
Protozoaires bénéfiques(nb/g)	32608
Protozoaires non bénéfiques (nb/g)	0
Nématodes phytophages (nb/g)	0
Nématodes bénéfiques (nb/g)	200
F:B	0.135

Sol à dominante bactérienne essentiellement composé de bactéries aérobies : coques, bacilles et cocobacilles et de bactéries anaérobies : lactobacilles– bonne biodiversité bactérienne.

Présence d'une biomasse fongique bénéfique installée avec quelques oomycètes (18.6)

La population des protozoaires est présente mais pas assez diversifiée. Absence des protozoaires non bénéfiques ce qui signifie que le sol ne semble pas vraiment manquer d'oxygène (6ppmO₂/gr sol).

Présence de nématodes bactérovores (bénéfiques pour la pâture).

Absence des micro-arthropodes.

Le ratio F:B optimal 1.0

Ici le F:B est de 0.135 et caractérise le stade 1 à 2

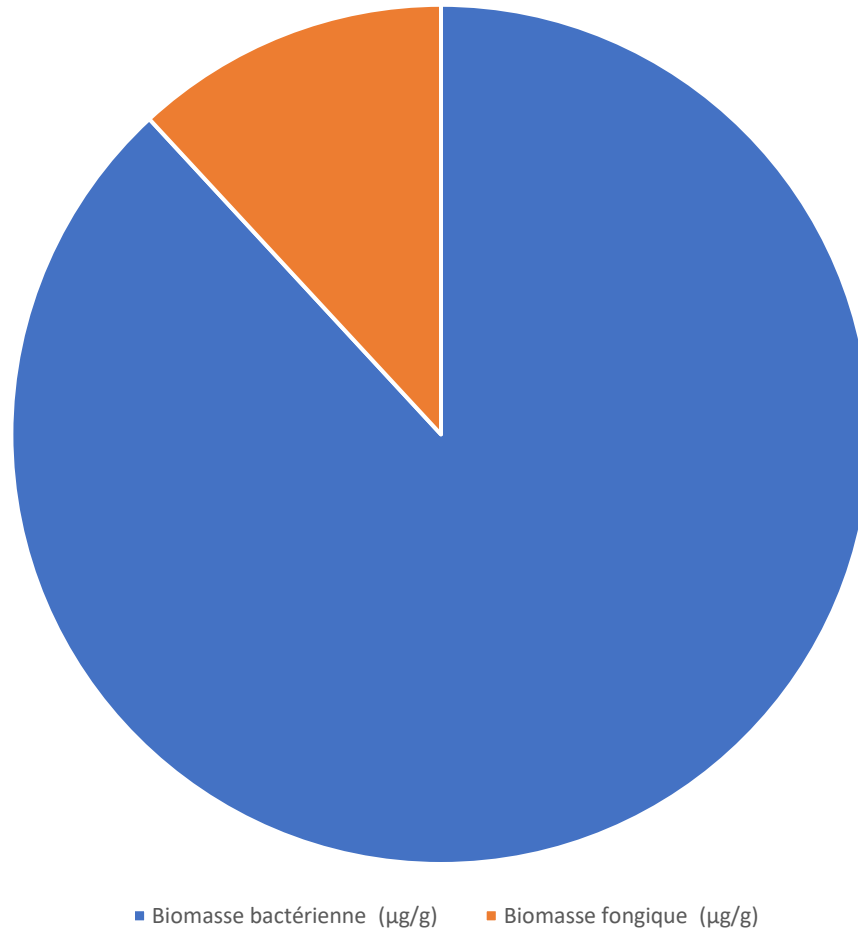


ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 4 (prairie des ramières)



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 4 (prairie des ramières)

Biomasse bactérienne et biomasse fongique
Champs 4 : prairie des ramières



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 4 (prairie des ramières)



Vue d'ensemble

Parcelle hétérogène



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 4 (prairie des ramières)



Roche mère (RM)

Proche de la surface. Portance du sol limité, plus de vulnérabilité au stress hydrique en saison sèche et/ou de canicule.

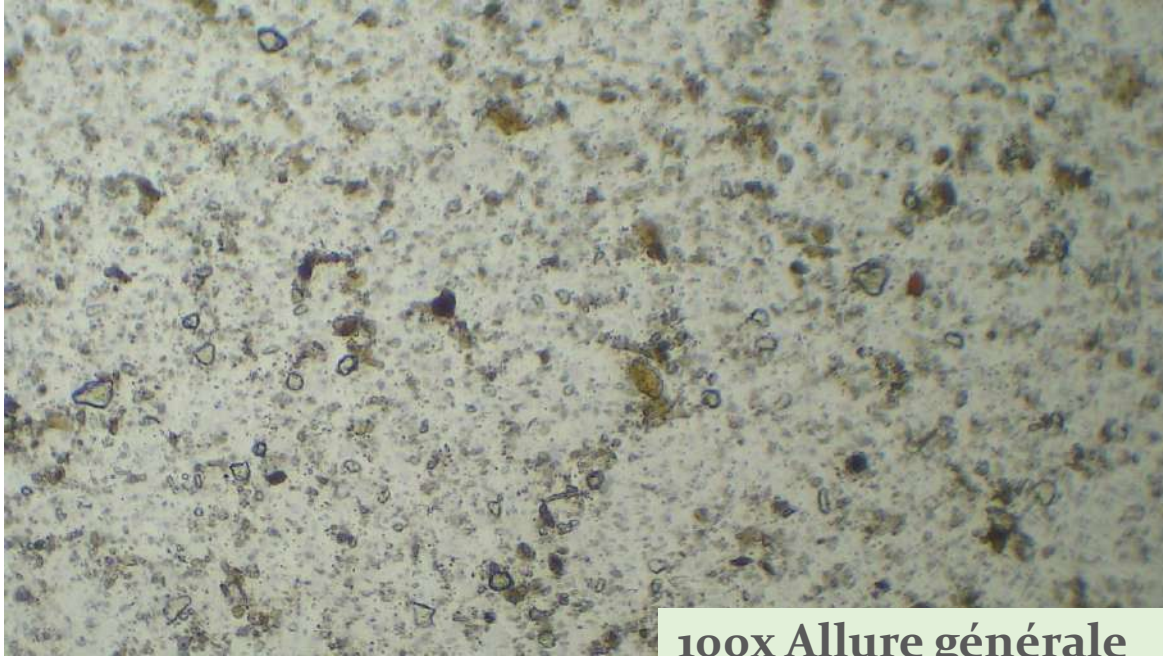
ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 4 (prairie des ramières)



Champignons

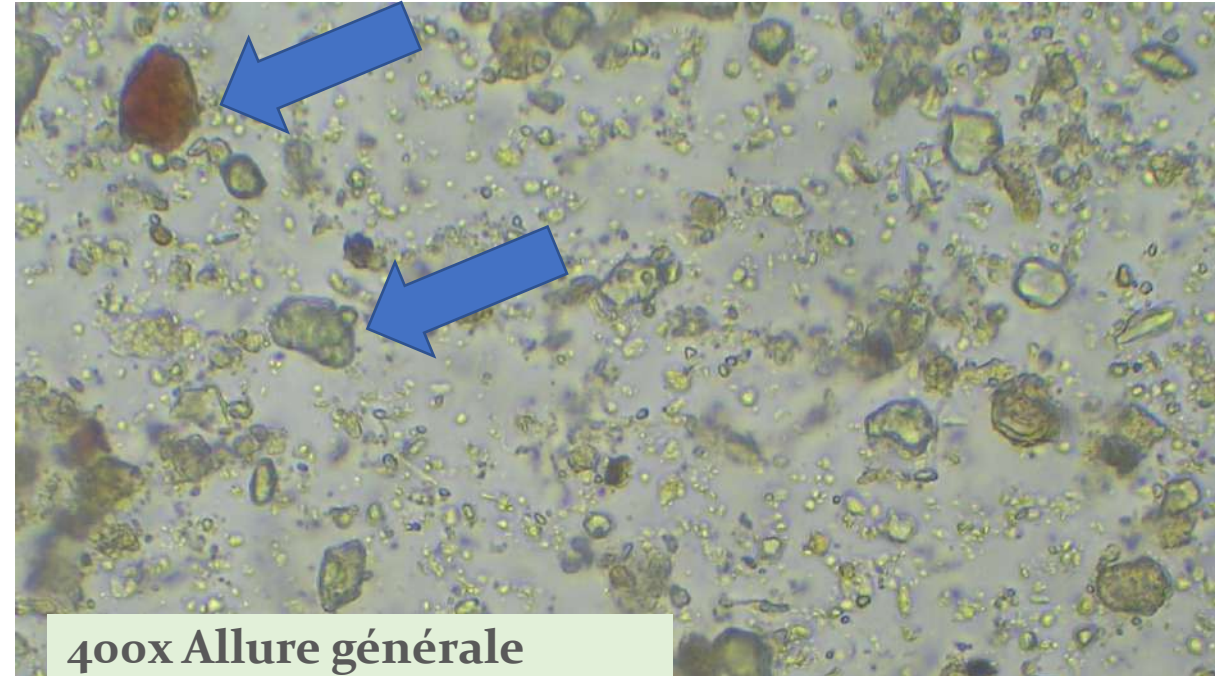
Répartition sporadiques car la parcelle est hétérogène avec une alternance de zones tassées, de roche mère et de zones moins tassées. La portance du sol varie donc en fonction du temps de mise en pâture et de l'humidité du sol. Parcelle plus limoneuse.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 4 (prairie des ramières)



100x Allure générale

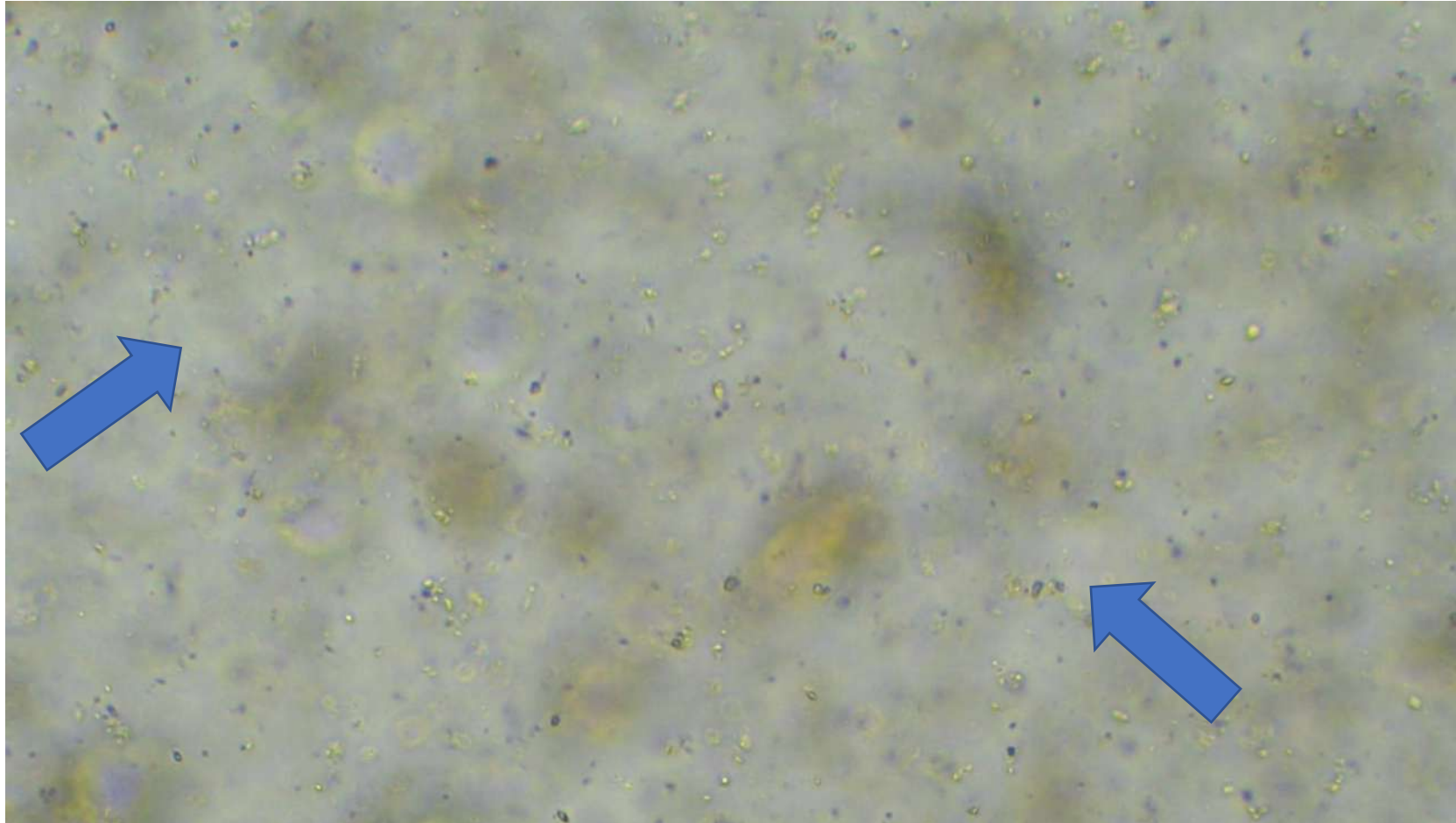
Granulométrie visible. Plus de limons.



400x Allure générale

Présence d'agrégation de manière générale. Limon et petits sables (environ 45 à 50 μm)

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 4 (prairie des ramières)



400x

Décomposeurs (vidéo)

Bactéries (coques, bacilles)

Type aérobie

Attention ce grossissement ne permet pas d'observer les espèces et présente des limites.

Diamètre : 1 à 2 μm

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 4 (prairie des ramières)

400x Décomposeur

Champignons bénéfiques prise dans un macro-agrégat.

Couleur : brun avec septa réguliers

Diamètre : 9 μm



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 4 (prairie des ramières)



400x
Décomposeur
Champignons
Couleur : transparent sans septa
Diamètre : 5 à 8 μm

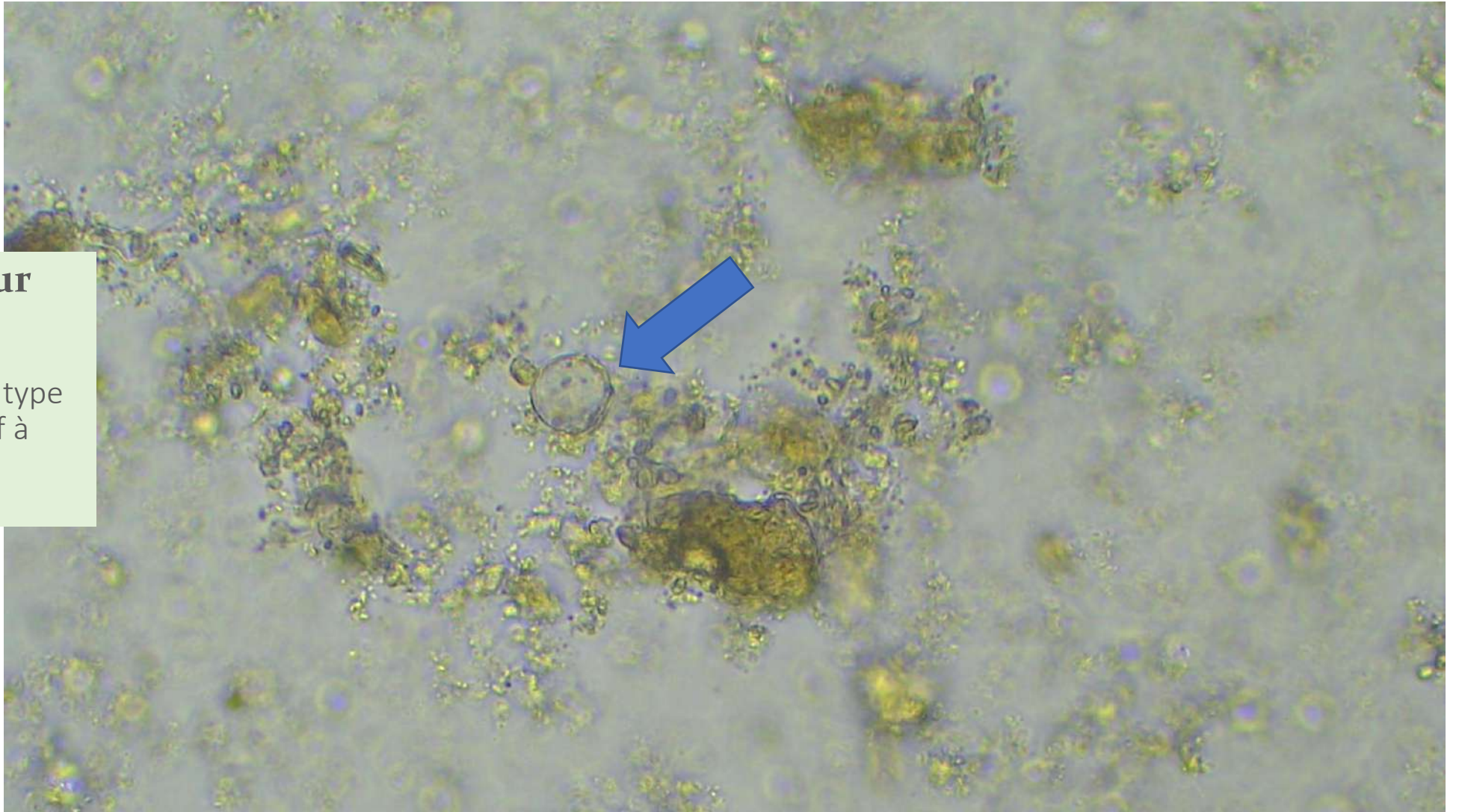
ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 4 (prairie des ramières)

400x Prédateur

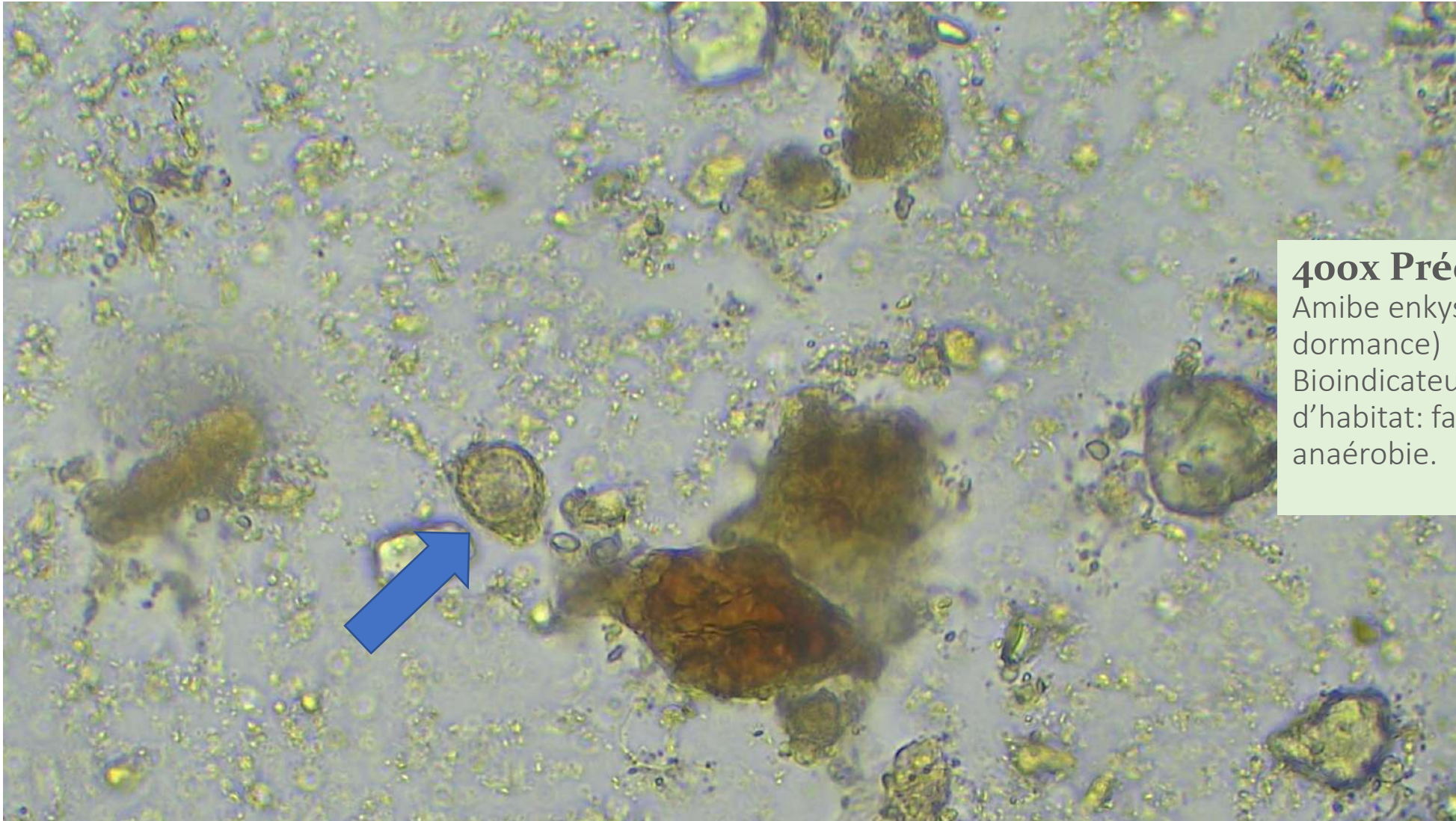
Amibe enkysté (en dormance)

Bioindicateur d'un type d'habitat: facultatif à anaérobie.

Peu de motilité.



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 4 (prairie des ramières)



400x Prédateur
Amibe enkysté (en
dormance)
Bioindicateur d'un type
d'habitat: facultatif à
anaérobie.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 4 (prairie des ramières)

400x

Prédateur : Nématode (vidéo)

De type omnivore

Couleur : transparent

Longueur : 400 μm

Les nématodes omnivores se nourrissent principalement de bactéries et de protozoaires du sol. Elles sont bénéfiques pour la pâture car elle aident à rendre les oligo-éléments (tels que le Se – sélénium, biodisponibles). On les retrouve dans les habitats oxygénés.

Contrairement aux autres nématodes phytophages qui caractérisent les habitats peu oxygénés. Les nématodes bénéfiques nécessitent un habitat oxygéné ($6 > \text{ppm O}_2/\text{g sol}$).



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 4 (prairie des ramières)



400X

Prédateur : Nématode (vidéo)

De type omnivore

Couleur : transparent

Longueur : 400 μm

La nématode omnivore se reconnaît facilement grâce au mécanisme de pompage, à l'absence de stylet et de nœud basal au niveau de la bouche.

En fonction des espèces, elles seront plus ou moins cuticularisées.



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 5 (prairie la plus éloignée)

CHAMPS 5: prairie la plus éloignée	Réseau trophique
Biomasse bactérienne ($\mu\text{g/g}$)	6566
Biomasse fongique ($\mu\text{g/g}$)	38
Oomycete ($\mu\text{g/g}$)	0
Protozoaires bénéfiques (nb/g)	0
Protozoaires non bénéfiques (nb/g)	0
Nématodes phytophages (nb/g)	0
Nématodes bénéfiques (nb/g)	0
F:B	0.006

Sol uniquement bactérien, composé de bactéries aérobies peu diversifiées : coques. Attention, présence de bactéries anaérobies à cette époque de l'année : streptococcie, diplocoques encapsulés (potentiellement pathogène de type pneumocoque - à confirmer avec des microbiologistes taxonomistes si présence de problèmes respiratoires persistants).

Communautés bactériennes très peu diversifiée (test métaux lourds à réaliser).

Biomasse fongique bénéfique et oomycètes sont quasiment absents.

Absence des protozoaires, des nématodes et des microarthropodes.

Le ratio F:B optimal 1.0

Ici le F:B est très faible 0.006 et caractérise le début du stade 1 (-).

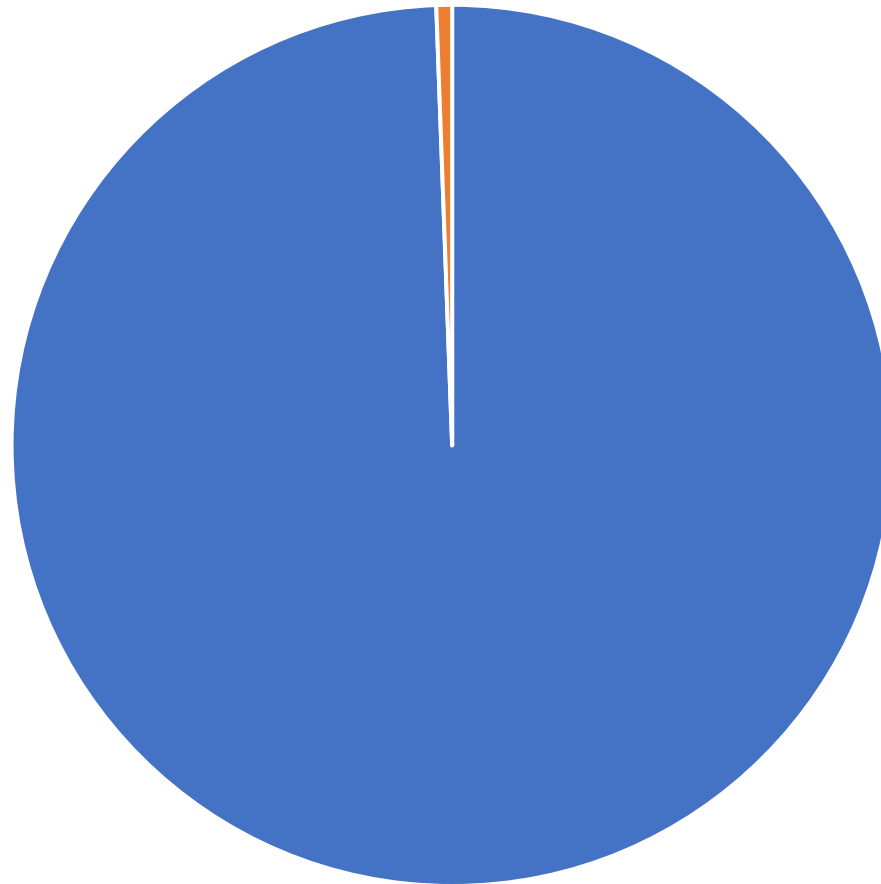


ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 5 (prairie la plus éloignée)



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 5 (prairie la plus éloignée)

Biomasse bactérienne et biomasse fongique
Champs 5 : parcelle la plus éloignée



■ Biomasse bactérienne (µg/g)

■ Biomasse fongique (µg/g)

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 5 (prairie la plus éloignée)



Ruissèlement et érosion du sol

Absence d'agrégation, perte de sol importante. Sol peu fonctionnel malgré l'apport de matière organique.



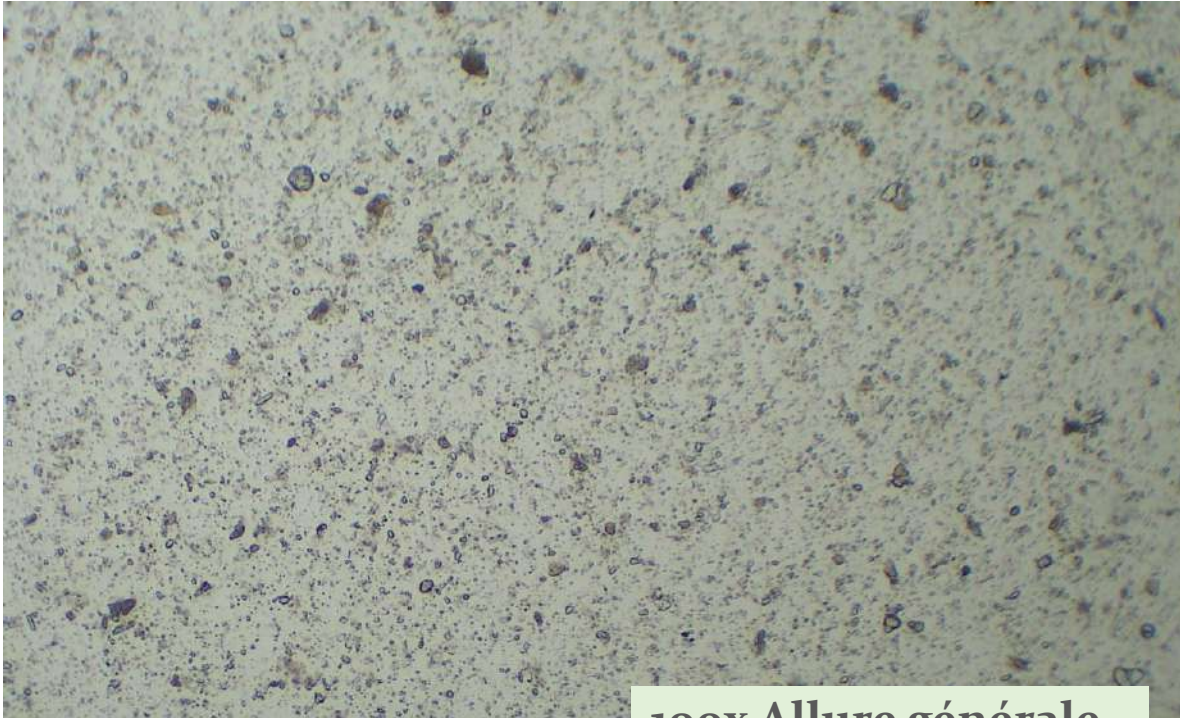
ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 5 (prairie la plus éloignée)



Ruissèlement et érosion du sol

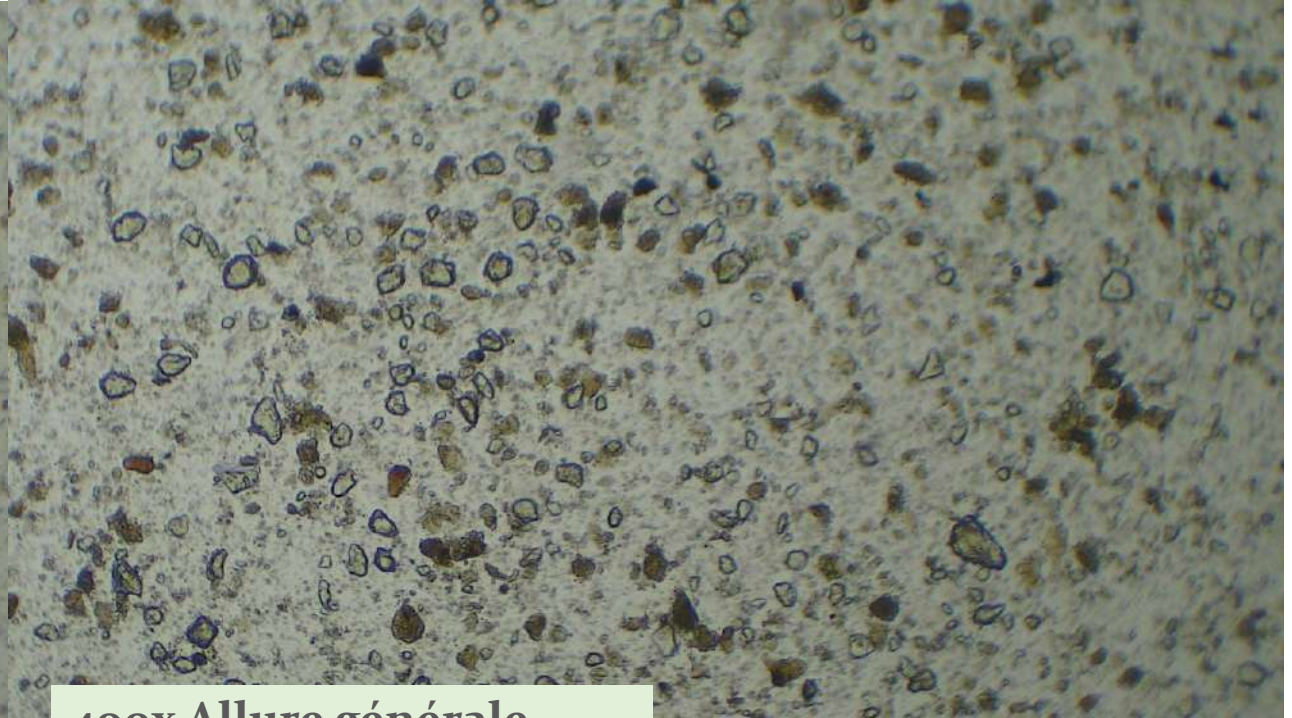
Sol à dominante bactérienne avec absence d'agrégation. La matière organique ligneuse ne sera pas digérée dans les temps impartis du à l'absence de biomasse fongique (blocage de la digestion).

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 5 (prairie la plus éloignée)



100x Allure générale

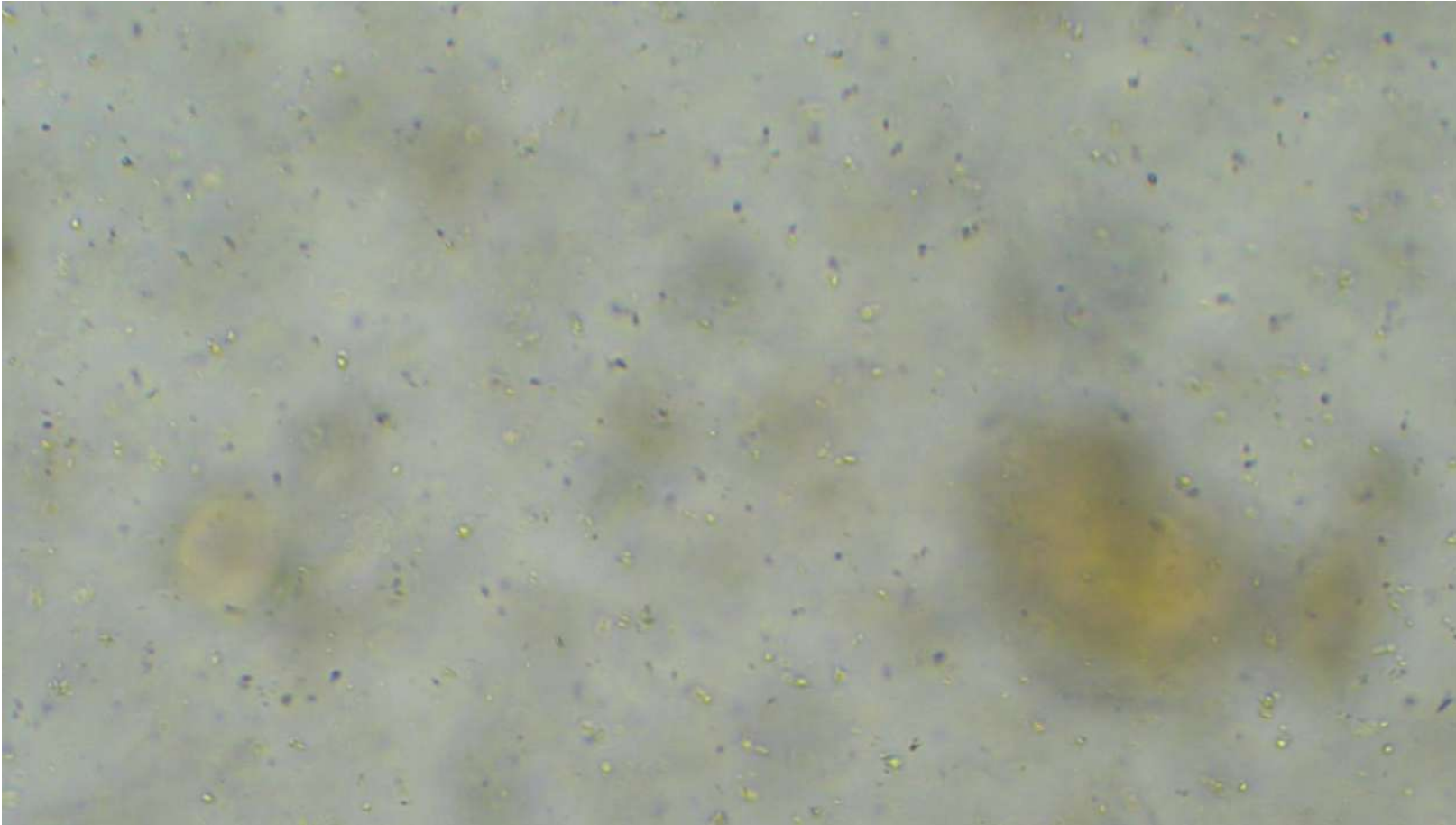
Granulométrie visible.



400x Allure générale

Complexe organo-minéral.
Absence d'agrégation, absence
des micro-agrégats.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 5 (prairie la plus éloignée)



400X

Décomposeurs (vidéo)

Bactéries (coques)

Type aérobie et (diplocoques non encapsulés) type anaérobie.

Peu de biodiversité.

Attention ce grossissement ne permet pas d'observer les espèces et présente des limites.

Diamètre : 1 à 2 μm



ANALYSES MICROBIOLOGIQUES : Champs 5 (prairie la plus éloignée)

400X

Décomposeur

Champignons bénéfiques

Couleur : brun Diamètre : 3 μm



CONCLUSION

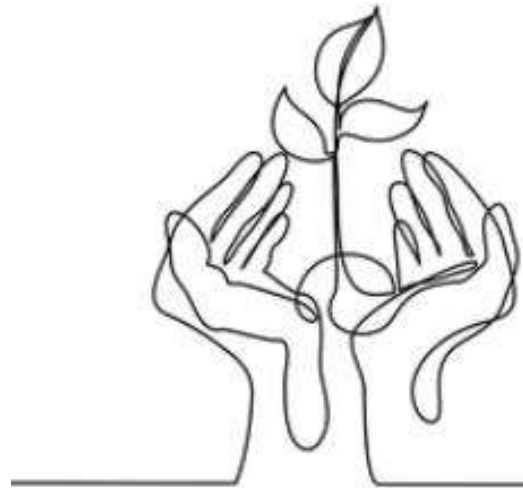


TABLEAU RECAPITULATIF

	moy compaction	microbiologie F:B	pathogène	système racinaire	type d'habitat	Stade succession écologique
CHAMPS 1: prairie au dessus de B	10.43 cm	F<B	oui		aérobie / facultatif	stade 1
CHAMPS 2: prairie en dessous de B	21.96 cm	F<B	oui	petit	aérobie	stade 1 à 2
CHAMPS 3: prairie du voisin	13.73 cm	F<B		petit	Facultatif / aérobie	stade 1 à 2
CHAMPS 4: prairie des ramières	12.93 cm	F<B	oui	petit	aérobie	stade 1 à 2
CHAMPS 5: prairie la plus éloignée	10.65 cm	F<B			anaérobie (<4ppm)	stade 1 moins

Pour l'ensemble des agriculteurs, prévoir une restitution orale après la lecture du diagnostic.

CONTACT

Mail : cellbasset@gmail.com



LABORATOIRE

— Santé du sol —