

La conscience agroécologique



Matthieu DUBERNET
Président des Laboratoires Dubernet

Lycée Hoche – Versailles
Le 3 avril 2025



LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

Matthieu DUBERNET
Ingénieur Agronome INA-PG (95)
Œnologue

▶ Expert dans
la délégation française



▶ Expert inscrit auprès
de la Cour de Montpellier



▶ Expert technique



▶ Conférencier
à l'Agro Montpellier / Toulouse



▶ (ex) Président de



LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025



LABORATOIRES Dubernet G R O U P E



Analyse et conseil œnologique – Analyse et conseil agro-écologique

Recherche et innovations en chimie analytique



TERRAMEA
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

Partenaire



1974

Création du laboratoire Dubernet,
entreprise familiale depuis 3 générations

1^{er}

laboratoire œnologique
indépendant d'Europe

3

sites
+ 1 bureau commercial

80

collaborateurs
dont 25 consultants

320 000

échantillons analysés
par an

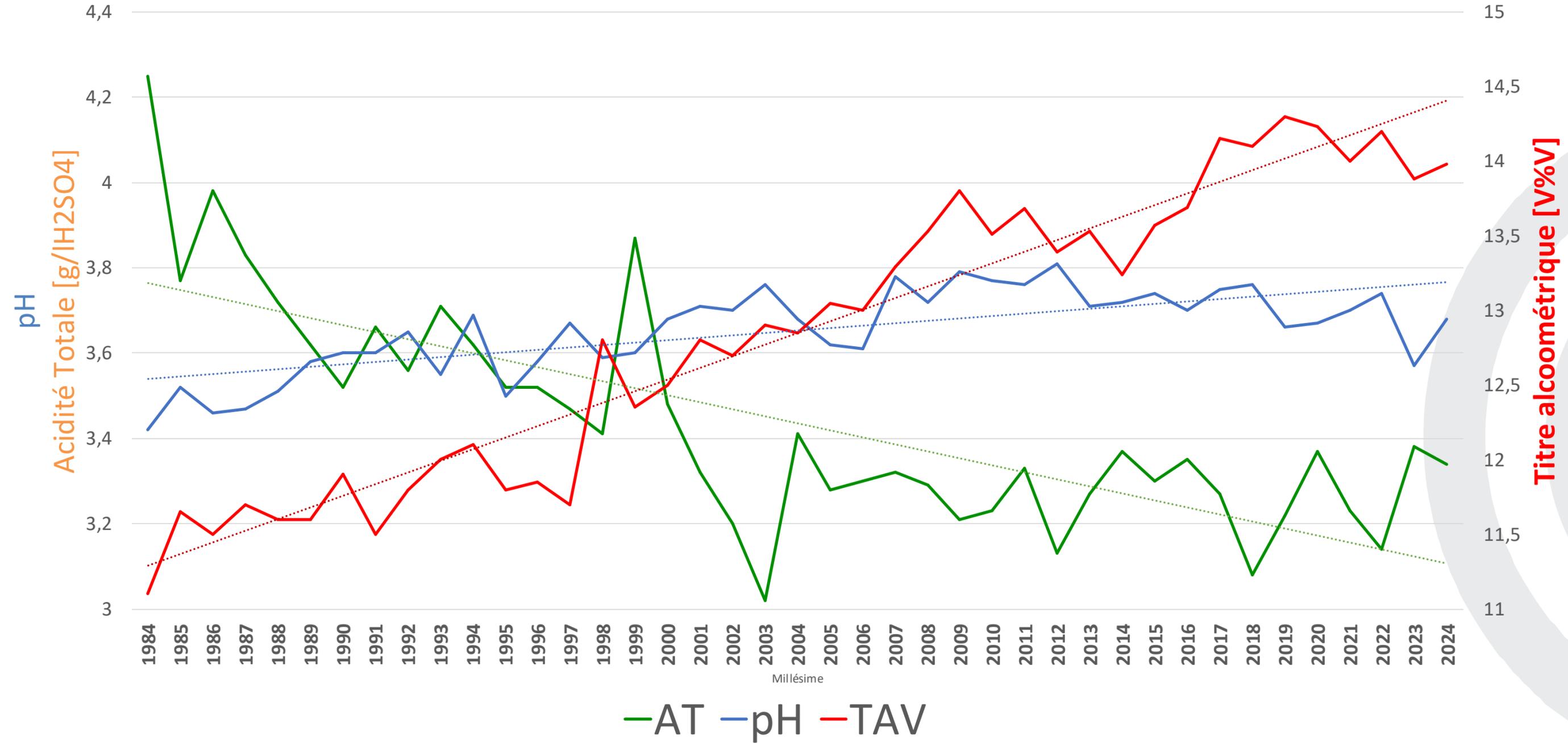


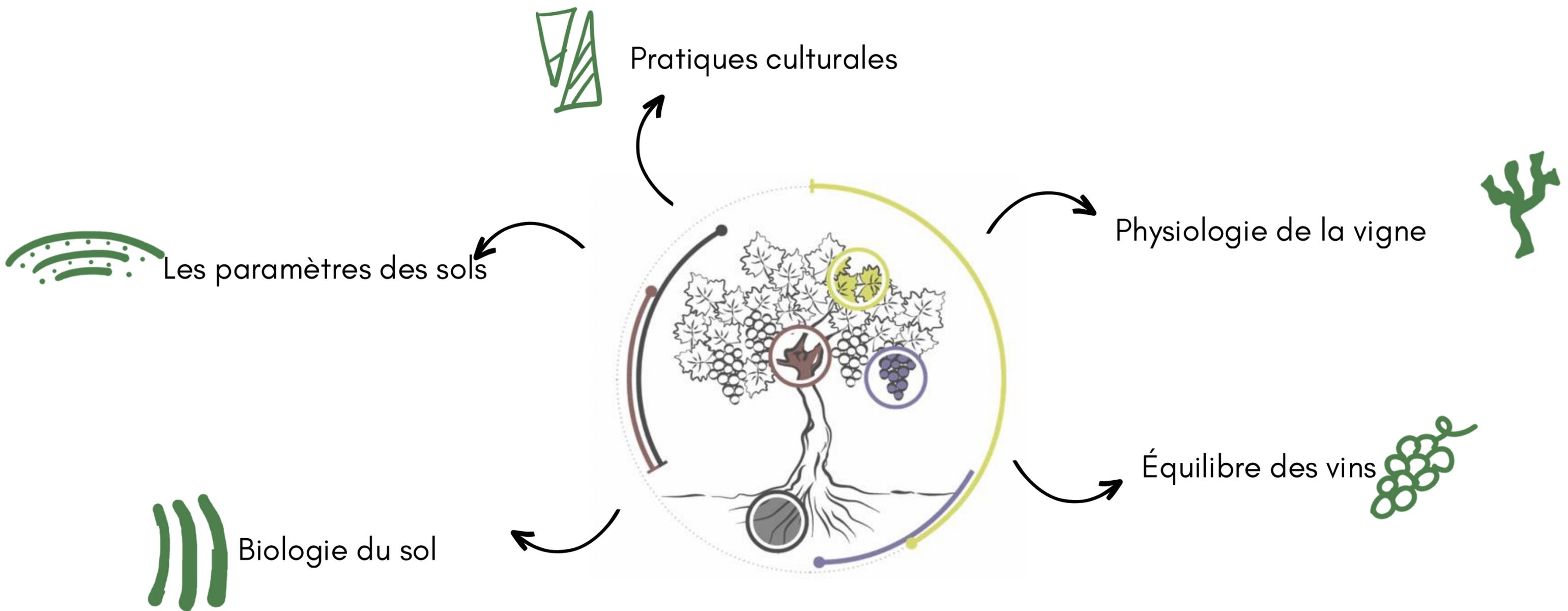
1. Les constats



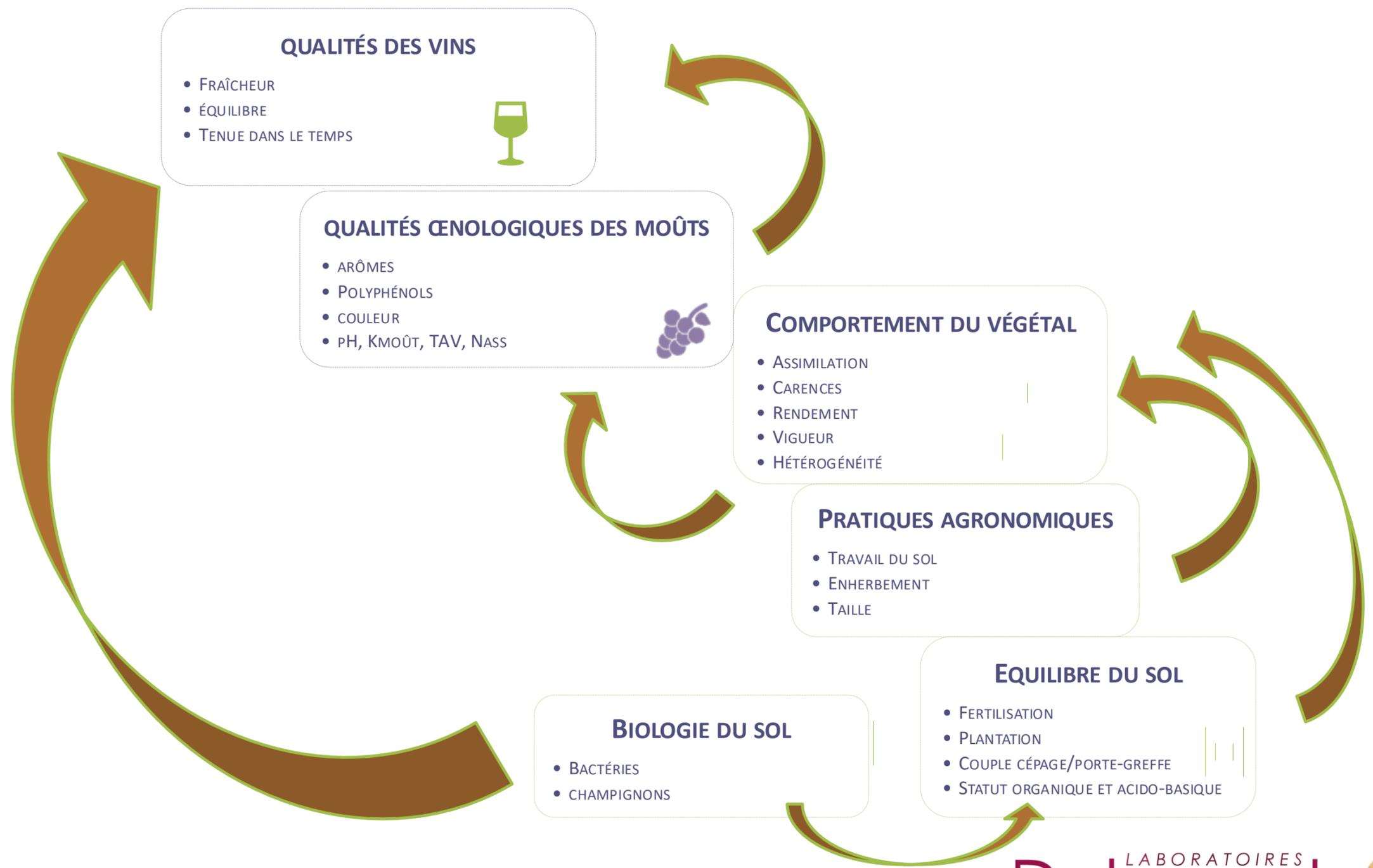
Evolution des AT, pH et °alcoolique moyens sur un échantillon de vins rouges du Languedoc-Roussillon depuis 1984

Source: Laboratoires DUBERNET





Lycée Hoche
Le 3 avril 2025



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025



Le sol ?

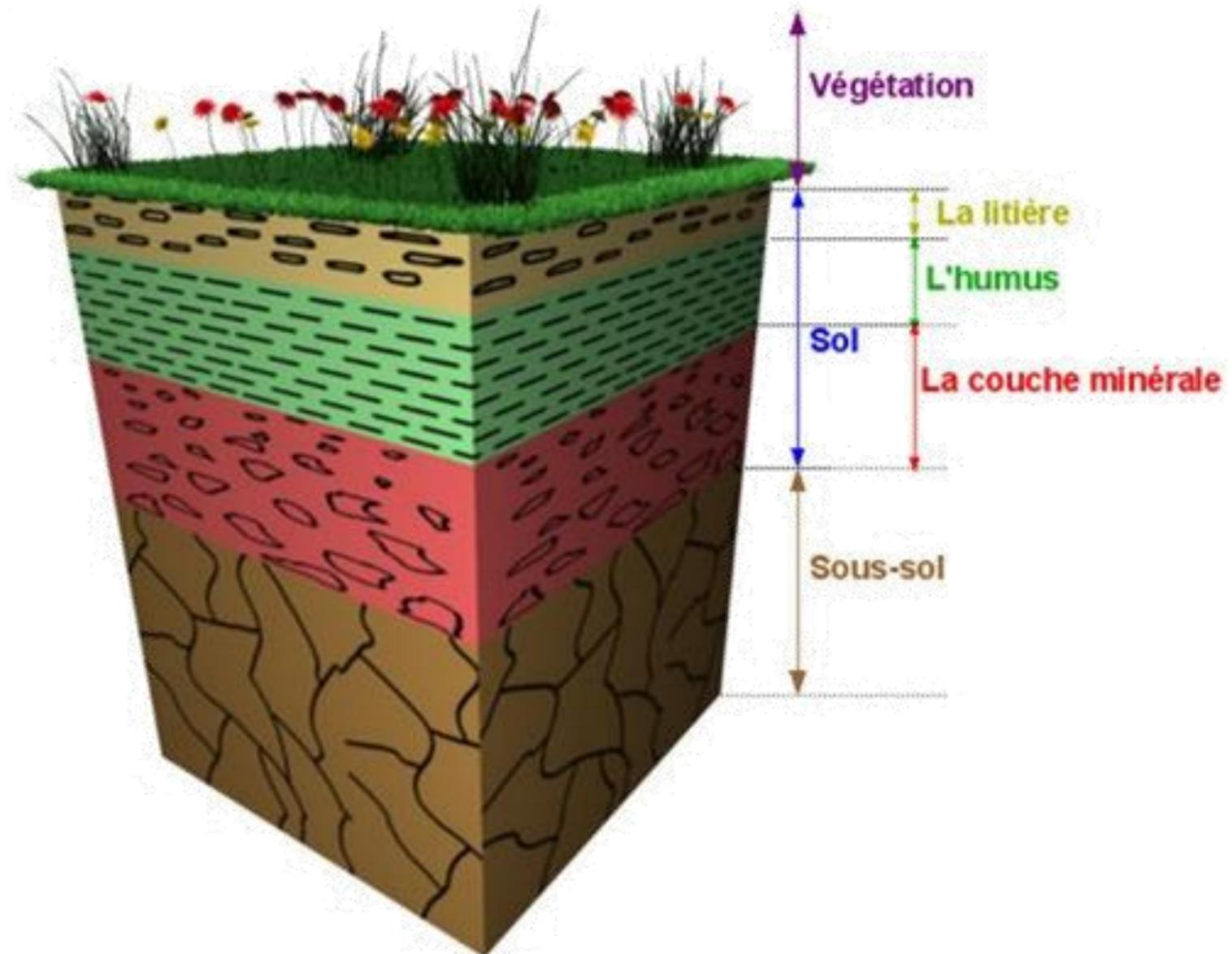
LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

Le sol est une couche de terre qui s'est formée à partir de la transformation de la roche mère, sur laquelle il repose, sous l'effet du climat, des organismes vivants (végétaux, animaux, micro-organismes,...) et plus récemment de l'homme.



Titre: Schéma d'une coupe de sol



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

TERRE NOURRICIÈRE

Genèse 2:9, 15 :

"Et l'Éternel Dieu fit pousser du sol toute espèce d'arbres agréables à voir et bons à manger (...). L'Éternel Dieu prit l'homme et le plaça dans le jardin d'Éden pour le cultiver et le garder."



PUIT DE CARBONE

« LES SOLS RENFERMENT 2 À 3 FOIS PLUS DE CARBONE QUE L'ATMOSPÈRE »



RÉSERVOIR D'EAU

Augmenter de 1% son stock de Matière Organique sur le premier horizon dans les sols est équivalent à un stockage de:

Environ **15 mm** de réserve utile pour un sol de 1 m de profondeur

Environ **30 mm** de réserve utile pour un sol de 2 m de profondeur



1^{ER} ORGANISME VIVANT

« 59% DE LA BIOMASSE TERRESTRE »



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



Les **sols** renferment 2 à 3 fois plus de **carbone** que **l'atmosphère** !



Source : Initiative 4p1000

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025



CO₂

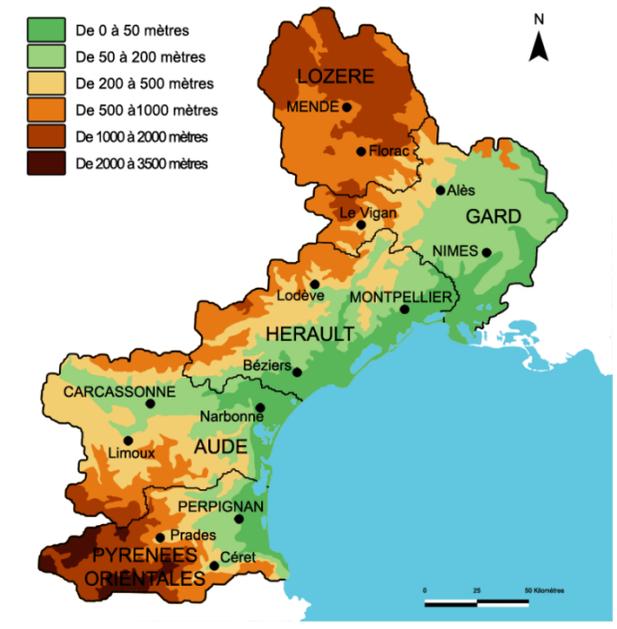


Soit les économies de carbone de 10 ans de fonctionnement d'un réacteur nucléaire

Soit une valeur de

1 200 000 000 €

Sur le marché du carbone (50 € / T de CO₂)



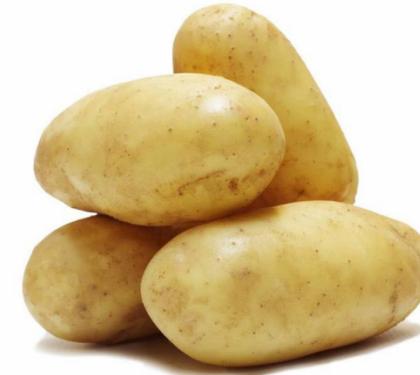
Soit 24 millions de T de CO₂ pour le vignoble LR

Soit 80 T de CO₂ par ha renvoyés dans l'atmosphère



Matière organique

2,4 % ➤ 1,4% = - 1%
En 20 ans (estimation)



Taux de MO = 1% !!



« Préparer un sol bien **émietté**, sans mottes ni cailloux, pour favoriser un développement **régulier** des tubercules et limiter les endommagements à la récolte »

...Recommandations données par un institut technique

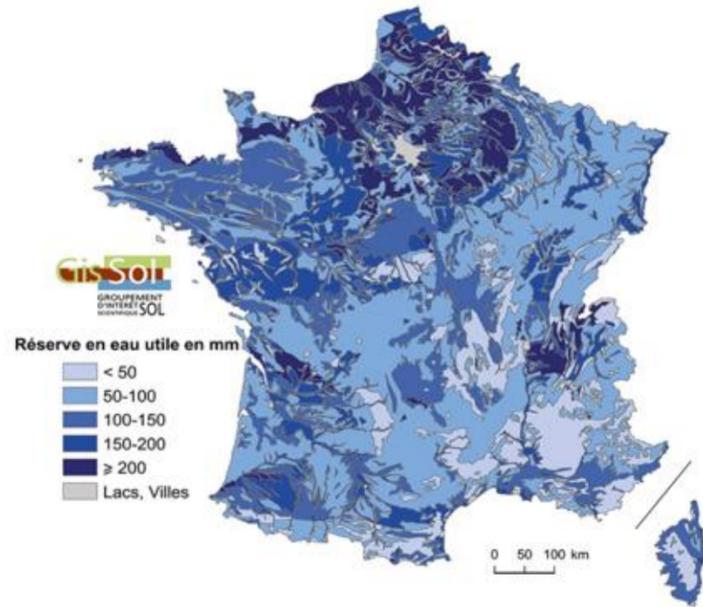


Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

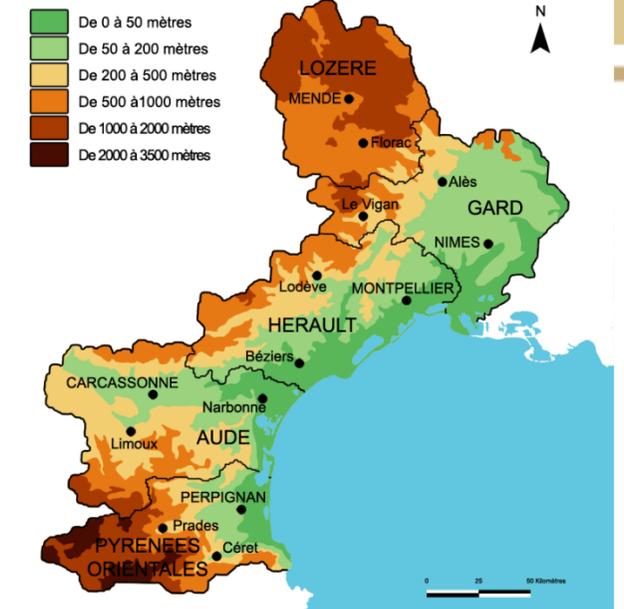
 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

Les réserves en eau utile de la France métropolitaine



Source : Inra, Base de données Géographique des Sols de France à 1/1 000 000, 1998.

- Augmenter de **1%** son stock de Matière Organique sur le premier horizon dans les sols est équivalent à un stockage de:
 - Environ **15 mm** de réserve utile pour un sol de 1 m de profondeur
 - Environ **30 mm** de réserve utile pour un sol de 2 m de profondeur
- **SOIT UN GAIN DE 15 À 20 % ENVIRON**



Soit au moins 140 millions de m³ !



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E



TERRAMEA
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

- « Le sol abrite la plus grande biodiversité »
- « Nous faisons face à une crise majeure de la biodiversité »
- « Besoin d'une estimation quantitative pour mesurer les enjeux »
- « La conservation et la restauration de ces écosystèmes doit être un objectif central de l'anthropocène »

Anthony et. Al (2023)

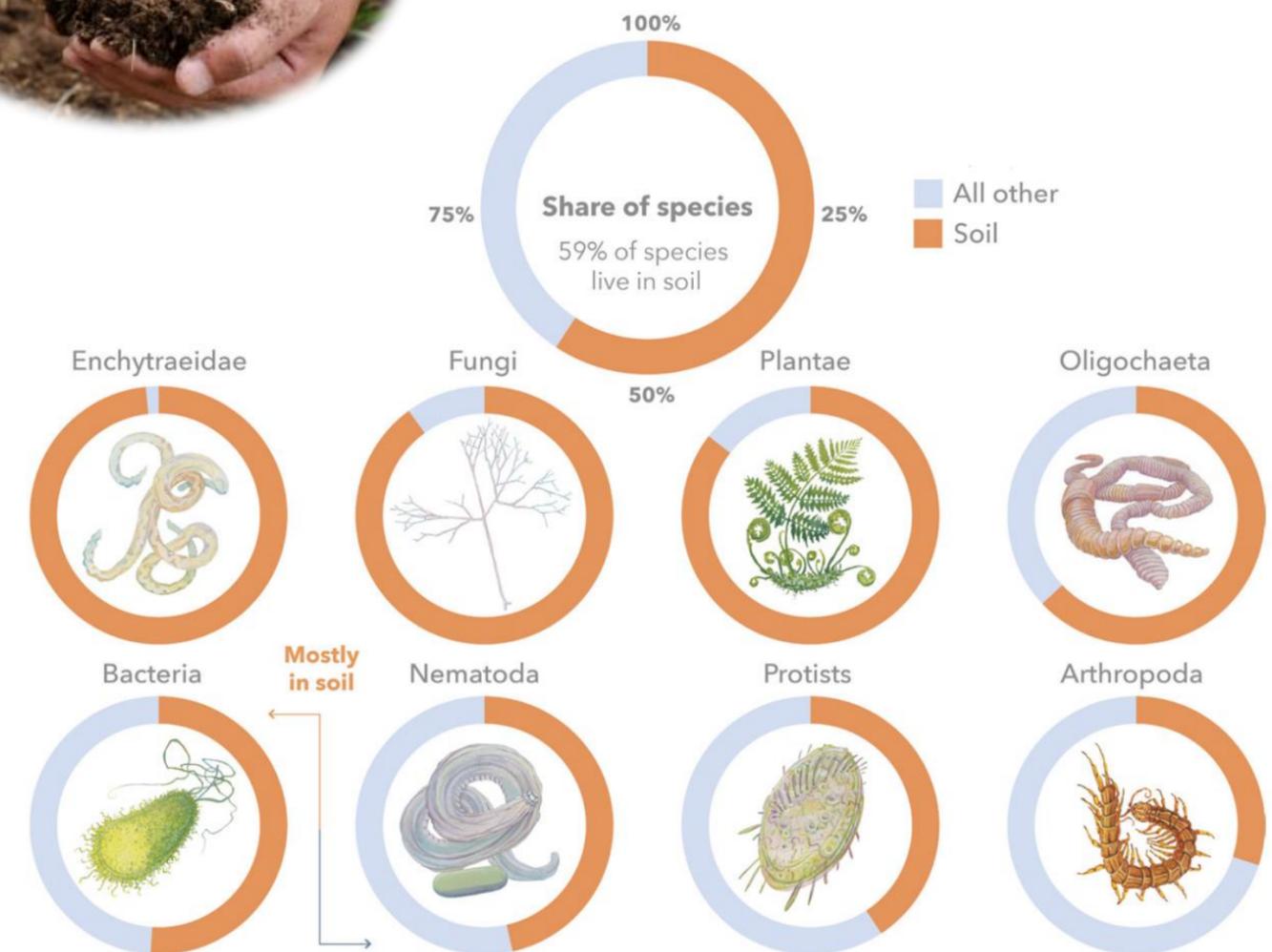
59% de la biodiversité terrestre



PNAS RESEARCH ARTICLE | ECOLOGY

Enumerating soil biodiversity

Mark A. Anthony^{A1}, S. Franz Bender^{AC}, and Marcel G. A. van der Heijden^{AC1}



Source : Initiative 4p1000



« Processus, naturel ou non de dégradation des sols qui a pour origine des changements climatiques et/ou des conséquences d'activités humaines »

= désertification



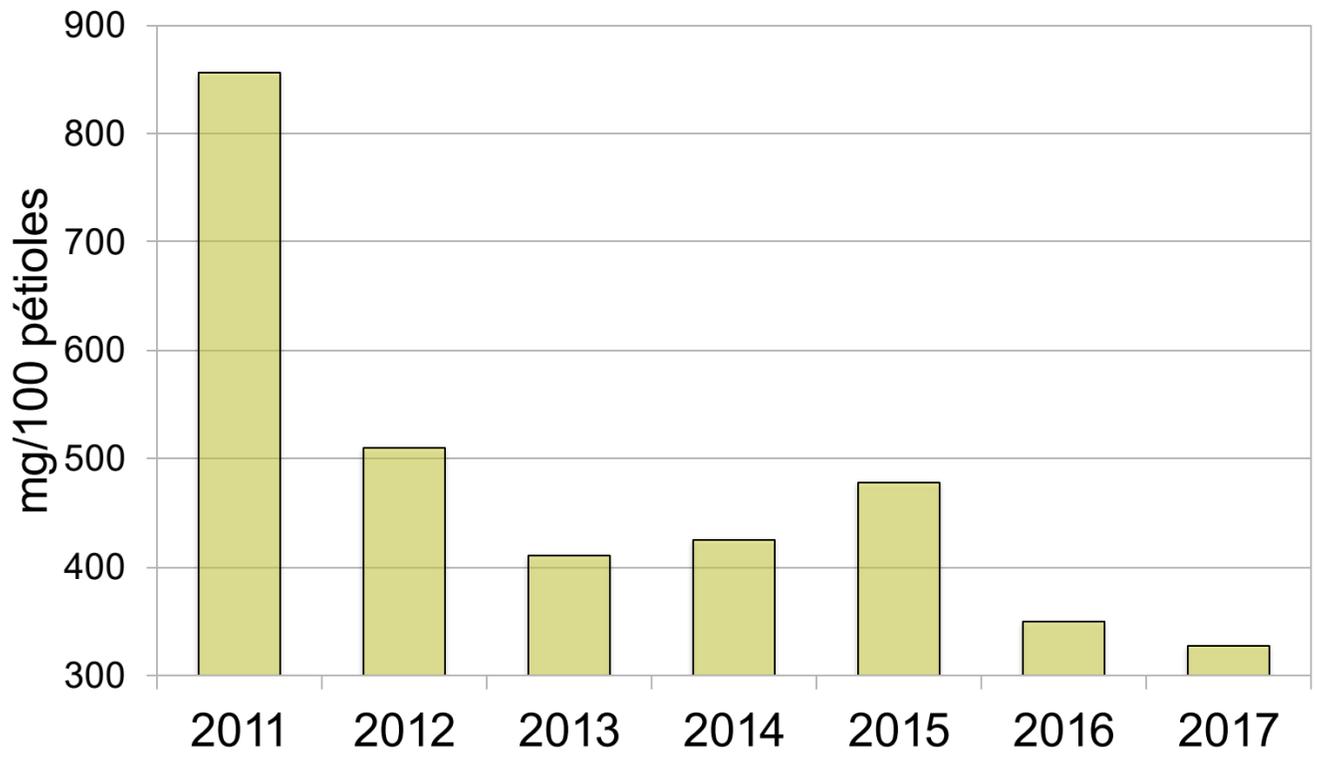
Ses effets qui résultent d'une dégradation lente des terres, sont souvent confondus avec ceux des sécheresses, avec lesquelles elle interagit.

C'est un problème d'environnement, et un problème de développement. Elle affecte l'environnement local et le mode de vie des populations, mais ses effets ont des retentissements plus globaux: perte de biodiversité, changement climatique, ressources...

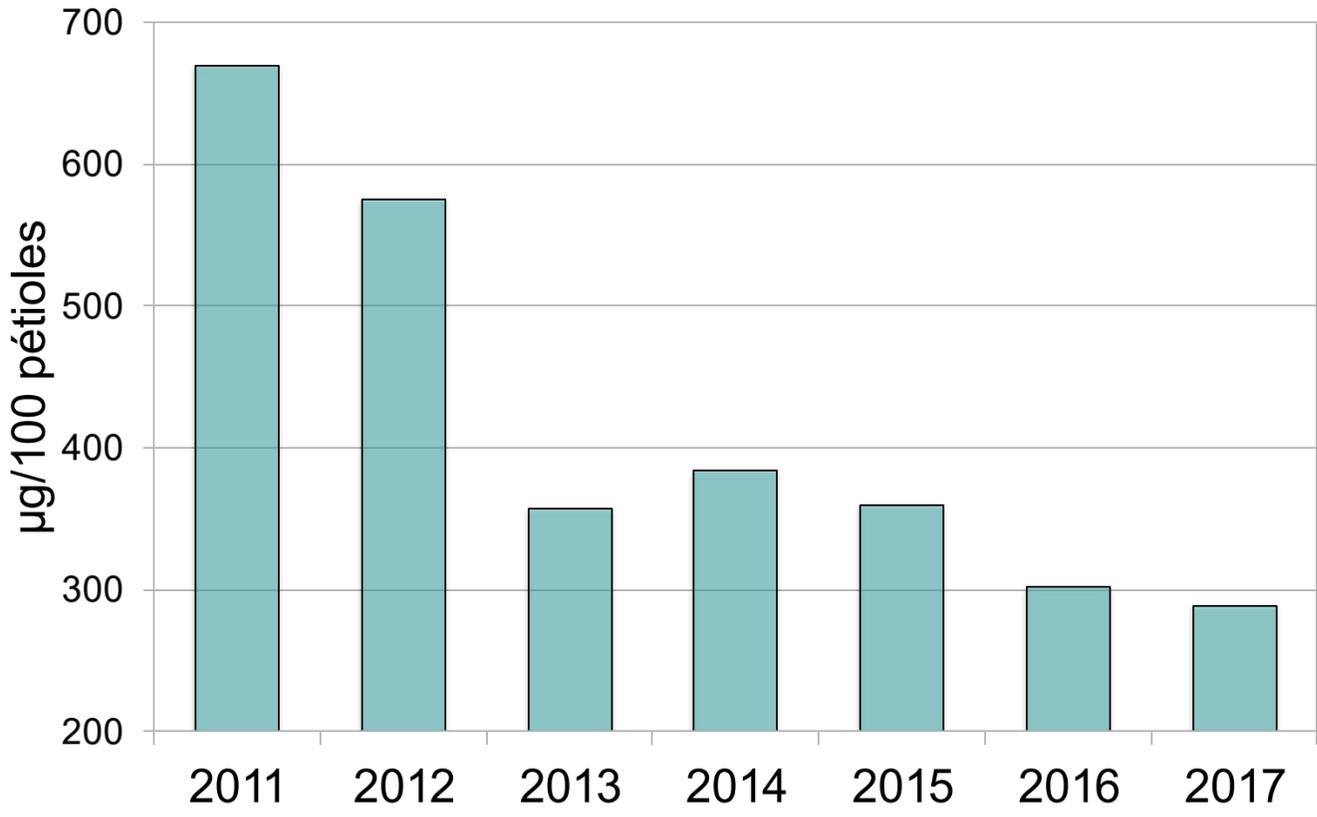


Les sols, écosystèmes en danger

Evolution des teneurs massiques en **Calcium** pétiolaire
Stade Véraison



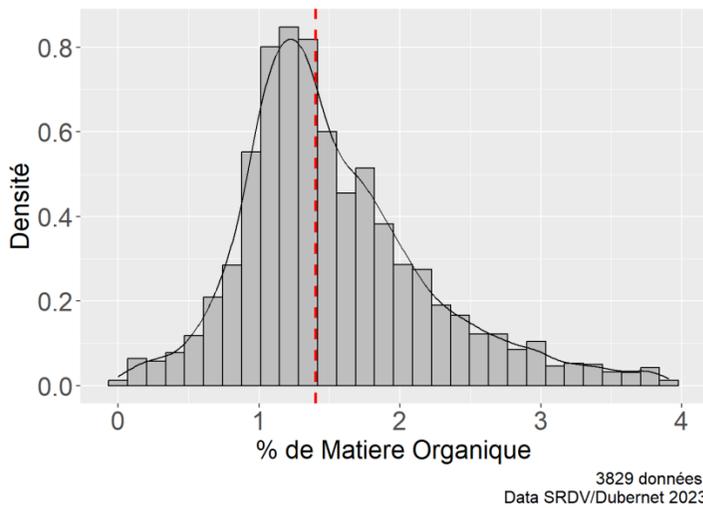
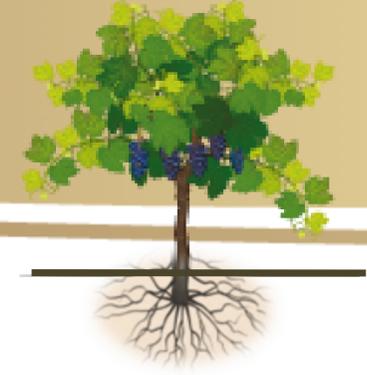
Evolution des teneurs massiques en **Fer** pétiolaire
Stade Véraison



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025



Constat : des sols viticoles dégradés



50% des sols analysés :

MO < 1,40%

Conséquences Agronomiques

- Vigueur en baisse
- Baisse de la productivité
- Diminution de la réserve utile de sols
- Assimilations en baisse
- Fragilités structurelles des baies

Conséquences Œnologiques

- « Maturités » plus précoces
- Acidités en baisse
- Moindre richesse aromatique
- Effets de concentration

Conséquences Ecologiques

- Diminution de la biodiversité
- Érosion
- Déséquestration du CO₂



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

La santé des sols est une priorité absolue

- Économique: Rendements et productivité agricole. Le sol est le capital fondamental de l'agriculture **et de l'économie mondiale**
- Qualitative: Qualité nutritionnelle et organoleptique des productions agricoles.
- Sociale: Soutenir une agriculture dynamique, tissu économique essentiel des territoires.
- En termes de souveraineté alimentaire.
- Environnementale: Les sols, fondement des écosystèmes.
- Climatique: Les sols, puits de carbone.



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

La santé des sols ?

La santé du sol, également appelée qualité du sol, est définie comme la capacité continue du sol à fonctionner comme un écosystème vivant vital qui soutient les plantes, les animaux et les humains.

USDA-NRCS

U.S. Department of Agriculture Natural Resource Conservation Service



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

Les États membres sont tenus de définir des mesures de gestion et de régénération durables des sols de manière à parvenir à une bonne santé des sols dans l'UE d'ici à 2050

Projet de Directive européenne du 5/07/2023

Axe 2	Restaurer la biodiversité dégradée partout où c'est possible
Mesure 25	Protéger et restaurer nos sols
Ministères et opérateurs pilotes	Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires (MTECT) – Direction de l'Habitat, de l'urbanisme et des paysages (DHUP) ; Bureau de la connaissance et des politiques foncières (AD3) Ministère de l'Agriculture et de la souveraineté alimentaire (MASA) - Direction générale de la performance économique et environnementale des entreprises (DGPE)
Autres ministères et opérateurs impliqués	Toutes les directions du Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires (MTECT) (dont DGALN, DGPR, DGEC...) et opérateurs concernés étant donné la transversalité du sujet Ministère de l'Agriculture et de la souveraineté alimentaire (MASA), Direction générale de la performance économique et environnementale des entreprises Ministère de l'Economie et des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique (MEFSIN), Direction du budget, Direction générale du trésor Ministère des Armées (MINARM), Direction des territoires, de l'immobilier et de l'environnement Ministère de l'intérieur et des outre-mer (MIOM-DGOM) Groupement d'intérêt scientifique sur les sols Réseau national d'expertise scientifique et technique sur les sols Réseau Mixte Technologique Sols et territoires Office français de la biodiversité (OFB) Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA), Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) Agences de l'eau Établissements publics fonciers (EPF)
Contexte/enjeux	90% des organismes vivants dans les écosystèmes terrestres passent tout ou partie de leur cycle de vie dans les sols. Grâce à cette biodiversité, les sols assurent des fonctions essentielles comme stocker le carbone, réguler le cycle de l'eau ou produire de la biomasse. Or, « le sol est peut-être le plus vital et, paradoxalement, le plus méconnu de tous les éléments constitutifs des écosystèmes terrestres » (avis du Conseil économique, social et environnemental sur les sols, janvier 2023). Donner la même attention aux organismes peuplant les sols, à leur interactions avec les macroorganismes et leur rôle dans les systèmes naturels et cultivés (services rendus) qu'à la biodiversité vivant en surface est un défi majeur. Pour le relever, l'élaboration d'une stratégie pour la protection et la restauration des sols exige à la fois une meilleure connaissance des sols et reconnaissance de leur valeur, une vision englobant l'ensemble des politiques sectorielles concernées et de larges dispositifs de gouvernance. <i>[La réduction de l'artificialisation des sols, levier majeur pour minorer les atteintes portées à leurs fonctionnalités et les préserver est traitée dans la mesure 9 « Lutter contre l'artificialisation des sols ».]</i>

PROPOSITION DE LOI

VISANT A INSTAURER UN DIAGNOSTIC DE LA SANTE DES SOLS DES TERRAINS AGRICOLES, NATURELS ET FORESTIERS

EXPOSÉ DES MOTIFS

Mesdames, Messieurs,

Les sols constituent le premier écosystème terrestre mais demeurent un milieu fragile, menacé par les activités humaines qui peuvent modifier l'état des sols, dégrader certaines de leurs fonctions et affecter les services qu'ils peuvent rendre.

Des sols en bonne santé soutiennent de nombreux secteurs de l'économie tandis que leur dégradation coûte, à l'échelle de l'Union européenne, plusieurs dizaines de milliards d'euros chaque année et risque d'entraîner une perte de fertilité qui compromettrait l'objectif de souveraineté alimentaire et aurait une incidence sur la qualité et la valeur nutritionnelle des produits.

A l'échelle de l'Union européenne, 60 à 70% des sols sont considérés en mauvais état en raison des pratiques de gestion actuelles.

Pourtant, les services rendus par les sols sont nombreux et diversifiés : les sols participent, en raison de leur teneur élevée en carbone, à l'atténuation au changement climatique. La biodiversité des sols participe à une meilleure santé humaine, animale et végétale ainsi qu'à la fourniture de ressources en eau saine.

Le plan biodiversité recommandait déjà en 2018 « le déploiement à grande échelle d'outils de diagnostic qui permettent d'évaluer l'état et le fonctionnement des sols (approche multifonctionnelle) et de guider les acteurs des sols vers le choix de pratiques adaptées et durables » (objectif 3.3).

Le 17 novembre 2021, la Commission européenne a adopté une communication sur la « stratégie de l'UE pour la protection des sols à l'horizon 2030 », laquelle prévoit de prévenir la dégradation et rétablir la santé des sols et des terres. Selon la Commission, le préalable à ces actions est de mieux connaître les sols, à l'aide des outils numériques ou des données et surveillance des sols.

Connaître la santé des sols est ainsi essentiel, notamment dans un contexte d'adaptation au réchauffement climatique (moins de volatilité des rendements et moindre usage des ressources en eau). Une meilleure connaissance des sols bénéficiera également à la mise en œuvre de l'objectif « zéro artificialisation net » afin de préserver les sols en bonne santé des politiques d'aménagement. Enfin, connaître les sols les plus dégradés permettra de mieux cibler les objectifs à venir issus de la future loi européenne sur la restauration de la nature.

De récents travaux menés par l'Ademe ou par la Commission européenne ont permis d'identifier des indicateurs de bonne santé des sols faisant consensus tels que leur capacité à abriter une biodiversité, à retenir et fournir des nutriments, à stocker ou recycler des matières organiques, à retenir et filtrer l'eau, à filtrer et dégrader des polluants, à fixer les végétaux ou à contrôler la composition chimique de l'atmosphère.

La connaissance de la santé des sols bénéficiera ainsi à de très nombreux acteurs : propriétaires fonciers, agriculteurs, forestiers, banques et investisseurs, entreprises, collectivités territoriales, agences et services de l'Etat.

L'article 1^{er} de la proposition de loi complète le code de l'environnement afin de rendre obligatoire l'établissement d'un diagnostic de santé de sol pour toutes les cessions ou mise à bail de parcelles situées dans les zones

Stratégie nationale sur la biodiversité
Ministère de la Transition
Énergétique

Projet de loi présentée au parlement
Député Ramos



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025



► **B**

DIRECTIVE 2000/60/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL

du 23 octobre 2000

établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau

(JO L 327 du 22.12.2000, p. 1)

Modifiée par:

		Journal officiel		
		n°	page	date
► M1	Décision n° 2455/2001/CE du Parlement européen et du Conseil du 20 novembre 2001	L 331	1	15.12.2001
► M2	Directive 2008/32/CE du Parlement européen et du Conseil du 11 mars 2008	L 81	60	20.3.2008
► M3	Directive 2008/105/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008	L 348	84	24.12.2008
► M4	Directive 2009/31/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009	L 140	114	5.6.2009
► M5	Directive 2013/39/UE du Parlement européen et du Conseil du 12 août 2013	L 226	1	24.8.2013
► M6	Directive 2013/64/UE du Conseil du 17 décembre 2013	L 353	8	28.12.2013
► M7	Directive 2014/101/UE de la Commission du 30 octobre 2014	L 311	32	31.10.2014

Rectifiée par:

- **C1** Rectificatif, JO L 113 du 27.4.2006, p. 26 (2000/60/CE)



**Restaurer les
cours d'eau, leur
fonctionnement
naturel et la
biodiversité**

[En savoir plus](#)



**Lycée Hoche
Le 3 avril 2025**

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

2. Matériels et méthode



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LA MESURE DE LA SANTÉ DES SOLS EST UNE PRÉOCCUPATION NOUVELLE ET ESSENTIELLE

1. « On ne gère bien que ce que l'on mesure »



Lord KELVIN (1824 – 1907)



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

LA MESURE DE LA SANTÉ DES SOLS EST UNE PRÉOCCUPATION NOUVELLE ET ESSENTIELLE

1. « On ne gère bien que ce que l'on mesure »

Pour un changement de **paradigme** agroécologique:

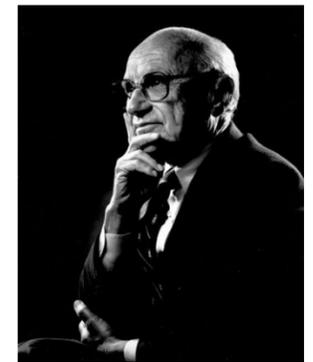
Obligation de moyens -> Obligations de RÉSULTATS

Limitation des modèles (ie séquestration du Carbone) car:

- Complexité des écosystèmes biologiques
- Connaissances scientifiques incomplètes
(i.e.: on ne connaît qu'un nombre limité de champignons et bactéries du sols)
- Diversité des situations

« One of the great mistakes is to judge policies and programs by their intentions rather than their results »

Milton Friedman



- Les réponses agroécologiques doivent se baser sur des solutions locales, adaptées aux spécificités
- L'agroécologie doit se comprendre comme une méthode de **pilotage** des pratiques agricoles suivant des critères **mesurés** de performance environnementale (et agricole)



2. INNOVER



"Mieux vaut prendre le changement par la main avant qu'il ne nous prenne par la gorge."

Winston Churchill



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

Normes ISO (Organisation Internationale de Normalisation)

1.ISO 10381-1 – Qualité du sol — Échantillonnage — Partie 1 : Lignes directrices générales.

1. Date de publication : décembre 2002. iso.org

2.ISO 10381-2 – Qualité du sol — Échantillonnage — Partie 2 : Lignes directrices pour l'échantillonnage des sols contaminés.

1. Date de publication : novembre 2002. iso.org

3.ISO 10390 – Qualité du sol — Détermination du pH.

1. Date de publication : février 2005 (édition 2, retirée). iso.org

2. Date de publication : 2021 (édition 3, en vigueur). cdn.standards.iteh.ai

4.ISO 11260 – Qualité du sol — Détermination de la capacité d'échange cationique et des cations échangeables.

1. Date de publication : 1994.

5.ISO 11261 – Qualité du sol — Détermination de l'azote total.

1. Date de publication : 1995.

6.ISO 14235 – Qualité du sol — Détermination du carbone organique.

1. Date de publication : 1998.

7.ISO 11464 – Qualité du sol — Prétraitement des échantillons pour analyse physico-chimique.

1. Date de publication : 2006. iso.org

8.ISO 11466 – Qualité du sol — Extraction de métaux pour analyse par spectrométrie d'absorption atomique.

1. Date de publication : 1995.

Normes NF (Normes Françaises)

9.NF X31-107 – Qualité des sols — Détermination de la granulométrie par sédimentation — Méthode à la pipette.

9. Date de publication : septembre 2003. boutique.afnor.org

10.NF X31-147 – Qualité des sols — Sols, sédiments — Solubilisation totale par attaque acide.

9. Date de publication : 1er juillet 1996. dinmedia.de

11.NF X31-130 – Qualité des sols — Méthodes chimiques — Détermination de la capacité d'échange cationique (CEC) et des cations extractibles.

9. Date de publication : décembre 1999. boutique.afnor.org

12.NF X31-120 – Qualité des sols — Dosage des nitrates et nitrites dans le sol.

9. Date de publication : 1992.

Normes Européennes (EN)

13.EN 16168 – Qualité du sol — Extraction des substances solubles dans l'eau.

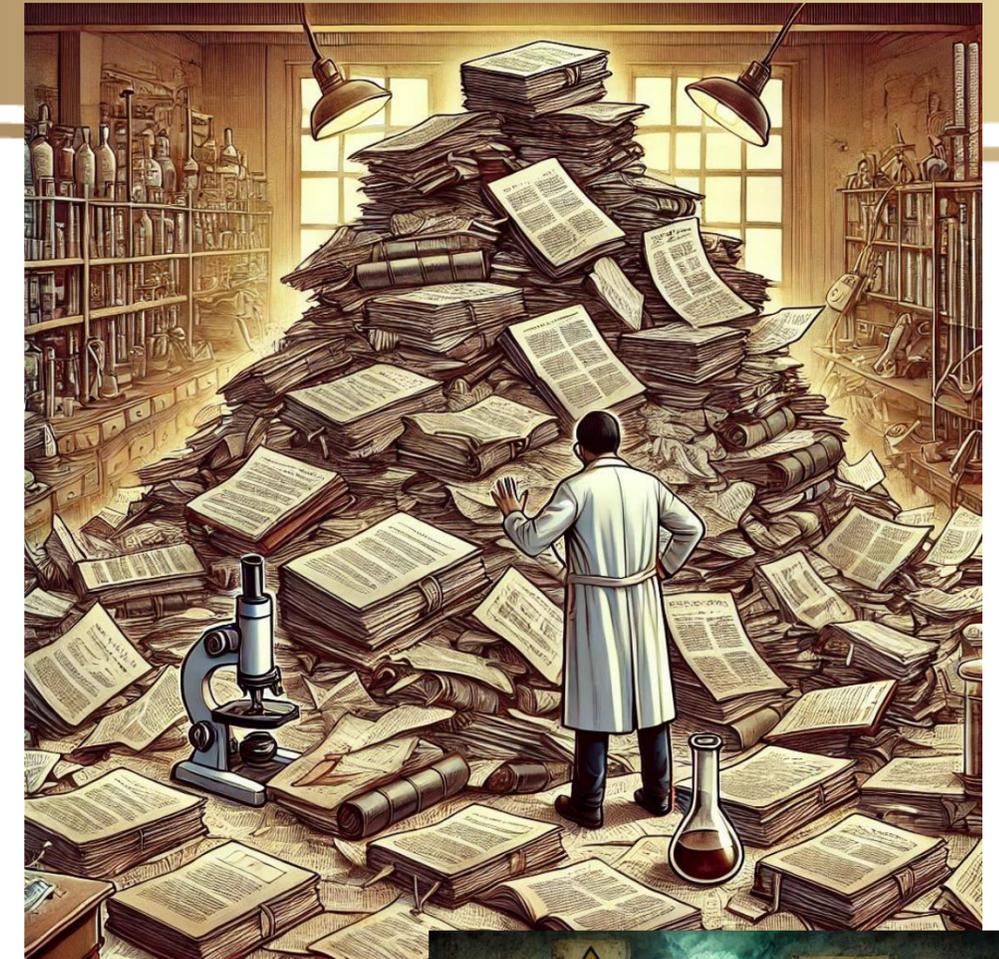
13. Date de publication : 2012.

14.EN 16174 – Qualité du sol — Détermination des éléments traces et majeurs par ICP-OES et ICP-MS.

13. Date de publication : 2012.

15.EN 13650 – Qualité du sol — Détermination des éléments extractibles par acide nitrique.

13. Date de publication : 2001.

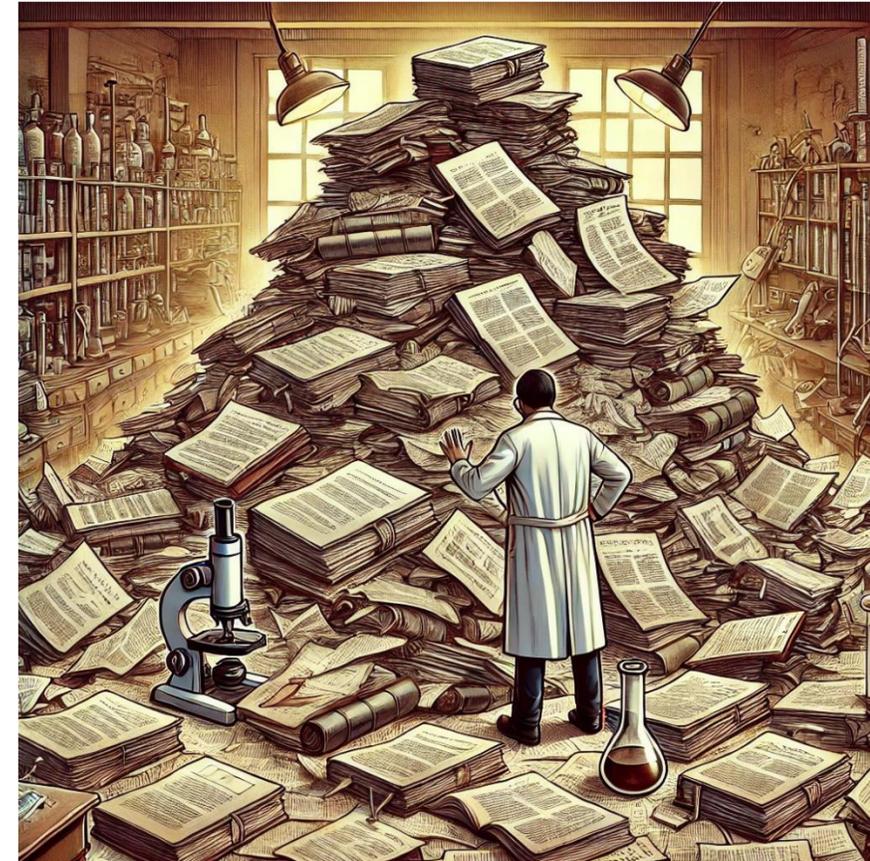


Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

L'innovation est la seule voie qui permet la sortie de crise



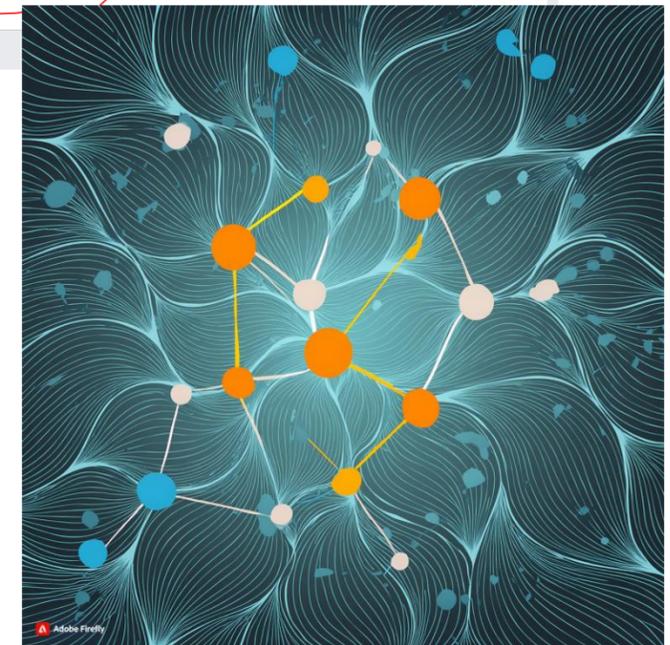
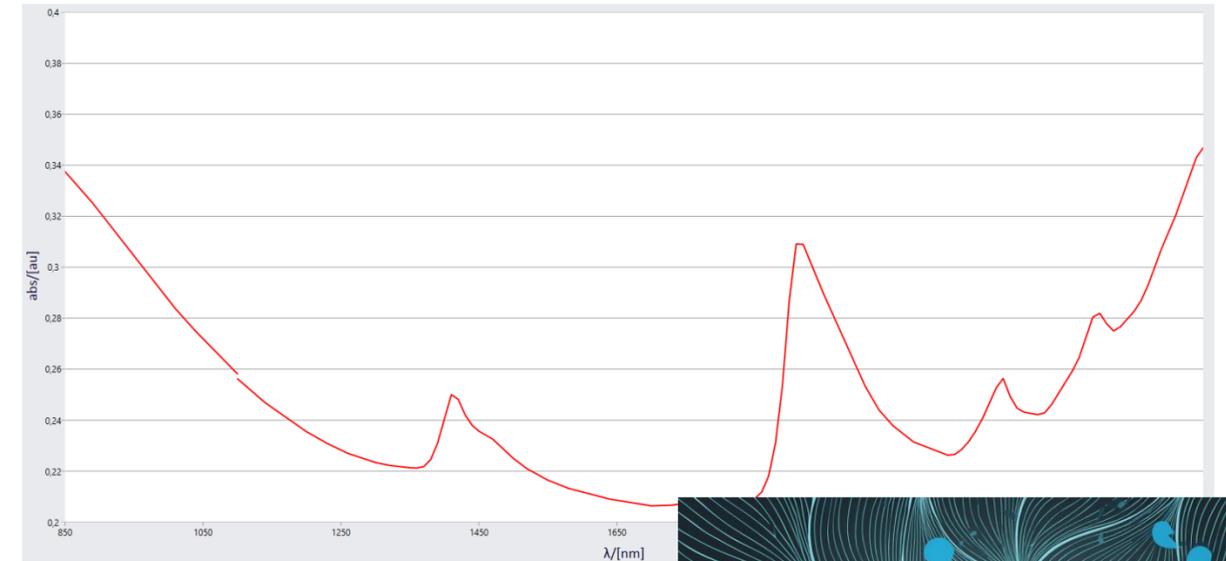
Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

INNOVATION Pour la mesure physico-chimique du sol

Analyse proche infrarouge, avec modèles de calibration par réseaux de neurones



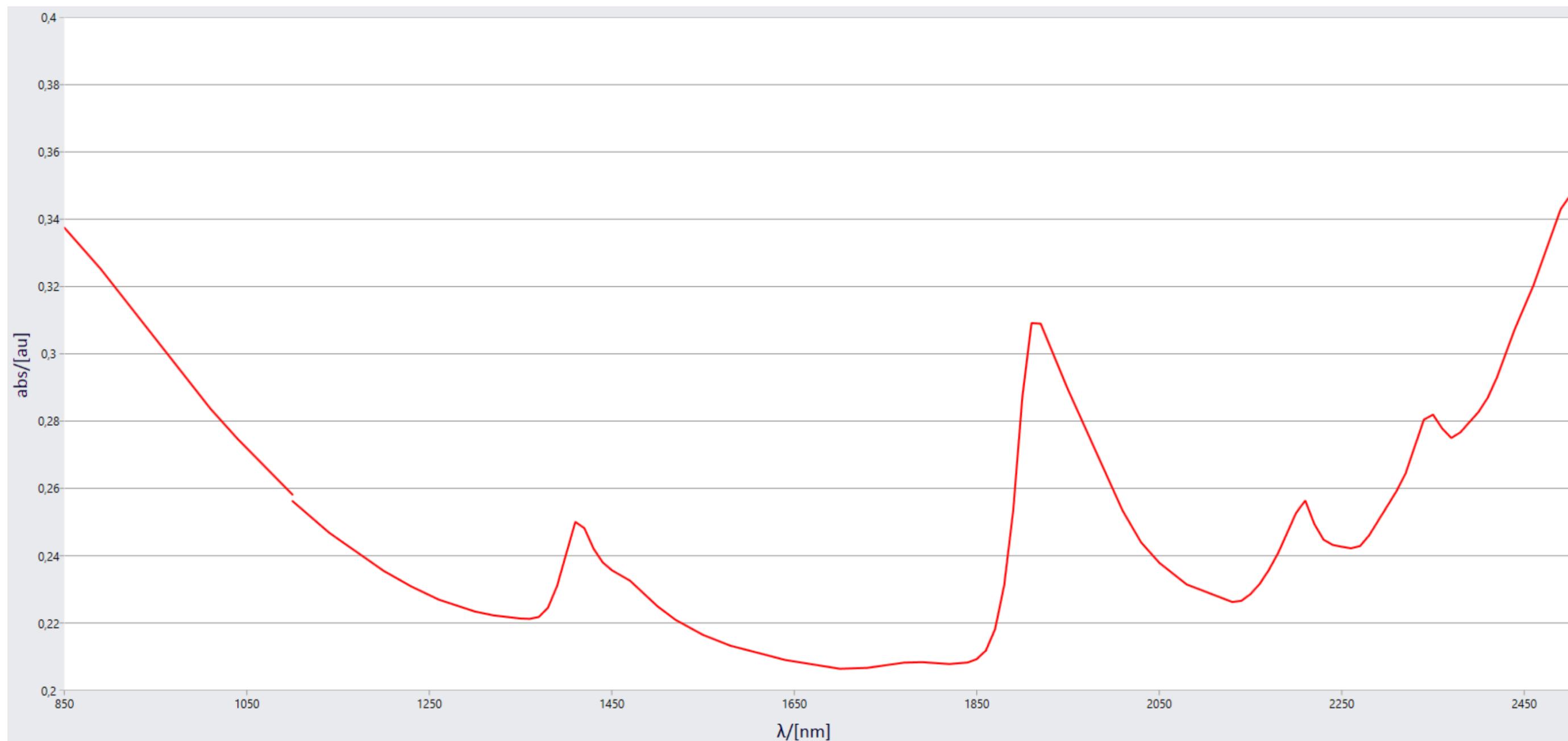
- Carbone / Matière organique
- Fractionnement MO
- Granulométrie
- Azote
- C/N
- CEC
- pH-eau
- pH-KCl
- Calcaire total
- Calcaire actif
- Calcium échangeable
- Nécromasse



Temps d'analyse: 30 secondes
Accrédité ISO 17025 sur plusieurs paramètres



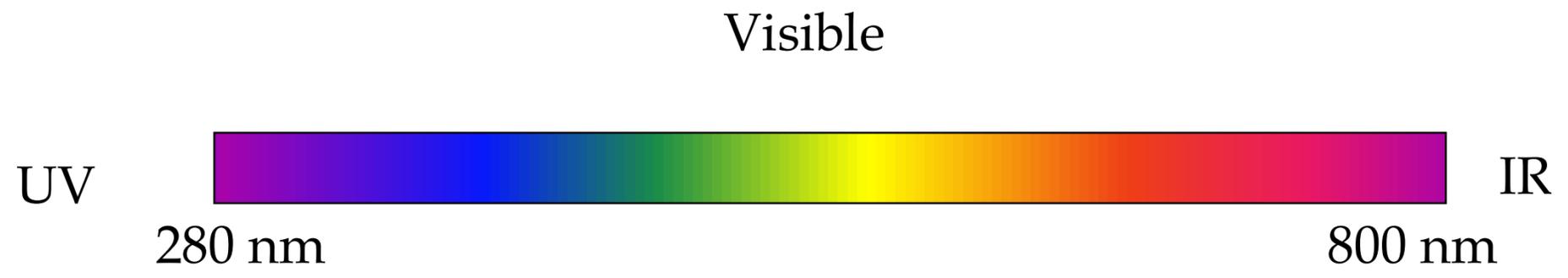
Lycée Hoche
Le 3 avril 2025



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



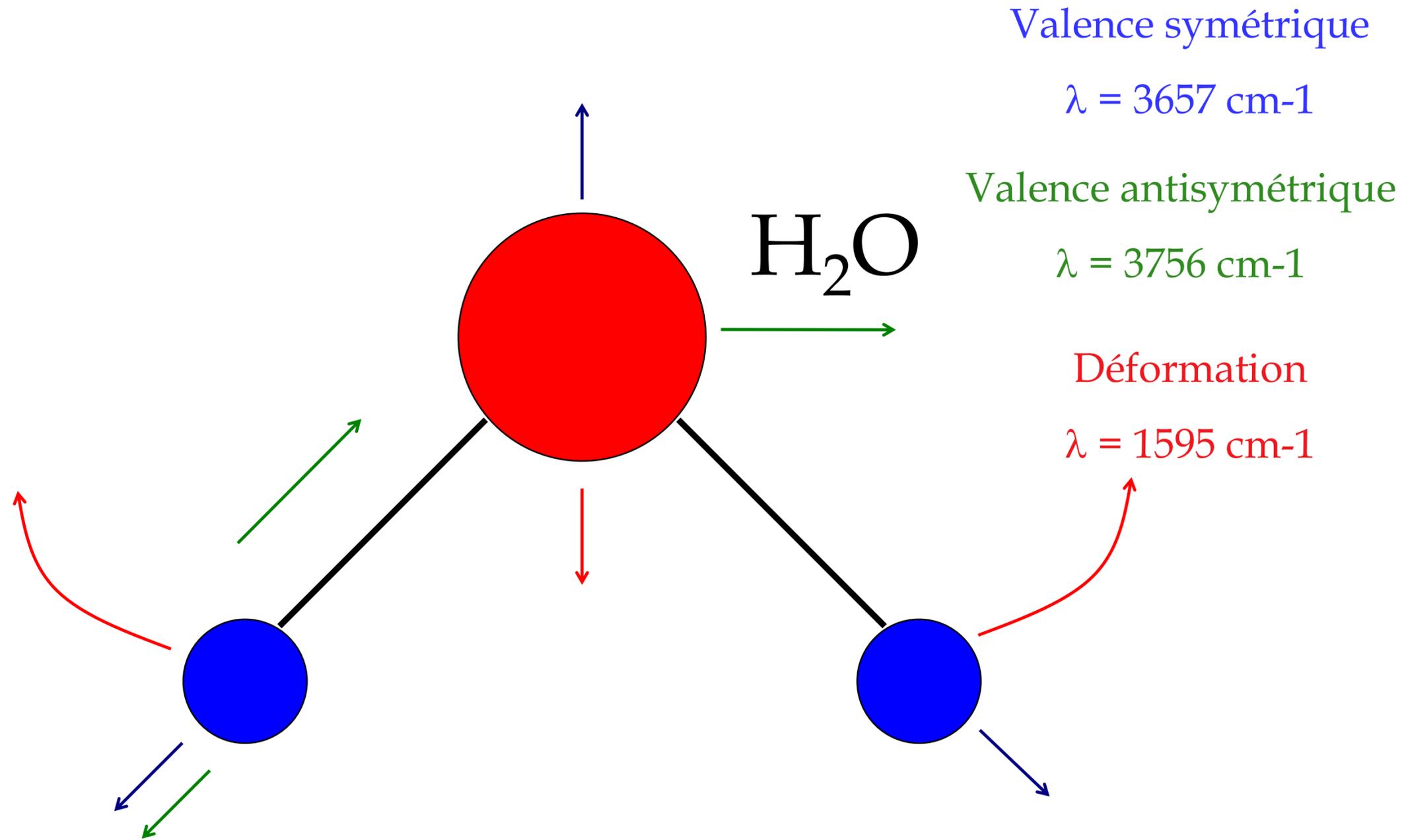
800 nm 2 800 nm 25 000 nm



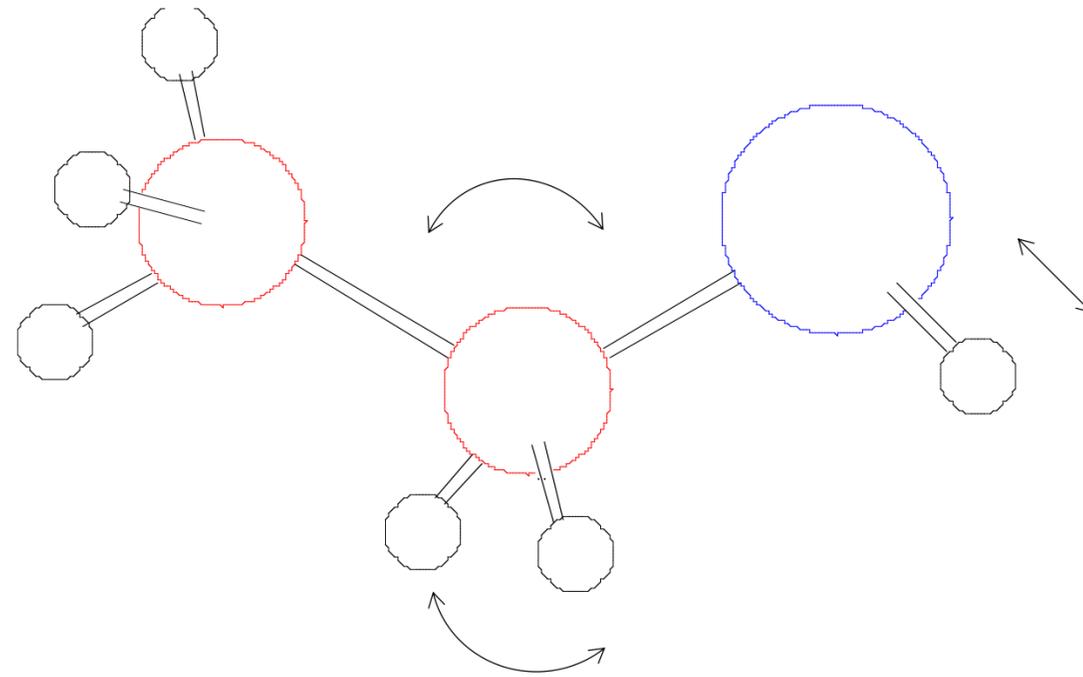
Proche infrarouge

Moyen infrarouge

Absorption des liaisons organiques dans l'infrarouge



3 bandes fondamentales d'absorption



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

Infra-rouge

400 à 4000 cm^{-1}
2500 à 25000 nm

Vibrations spécifiques des liaisons
chimiques des molécules

= Première harmonique de forte
intensité

Proche Infra-rouge

4000 à 14000 cm^{-1}
800 à 2500 nm

Phénomènes de résonance
(C-H / O-H / N-H / S-H)
Oscillations moléculaires
Vibrations harmoniques

= Phénomènes de faible intensité

Chimiometrie

« Science de l'utilisation des méthodes mathématiques, statistiques et informatiques qui visent à extraire l'information utile présente dans les données de mesures chimiques » (Geladi 1996)

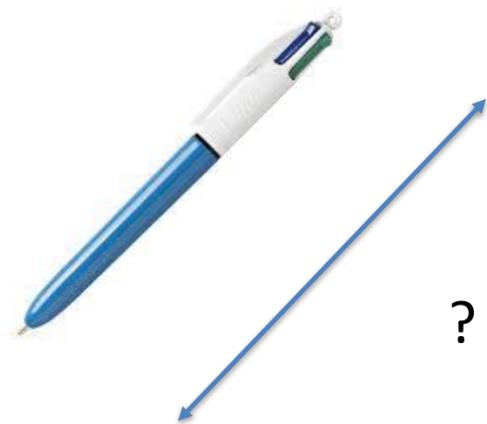
- ✓ Méthodes exploratoires
- ✓ Méthodes prédictives



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



Lycée Hoche
Le 3 AVRIL 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



18,2 cm !! (+/- incertitude)



Lycée Hoche
Le 3 AVRIL 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



Lycée Hoche
Le 3 AVRIL 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



17,9 cm 18,3 cm 18,0 cm 18,1 cm 18,2 cm 17,7 cm.....

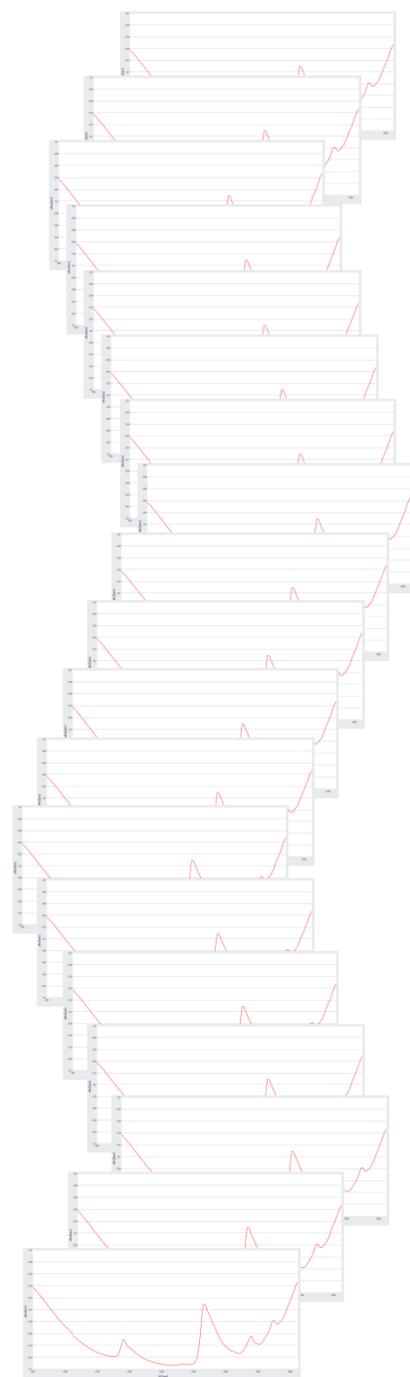
Moyenne = 18,1 cm



Lycée Hoche
Le 3 AVRIL 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ECOLOGIE



1,23
2,56
3,24
1,02
1,06
1,12
1,87
1,69
2,59
3,68
4,56
2,36
4,56
2,34
2,98
2,45
1,23
1,89
1,78
2,06
2,84
2,32
...
...
...
..



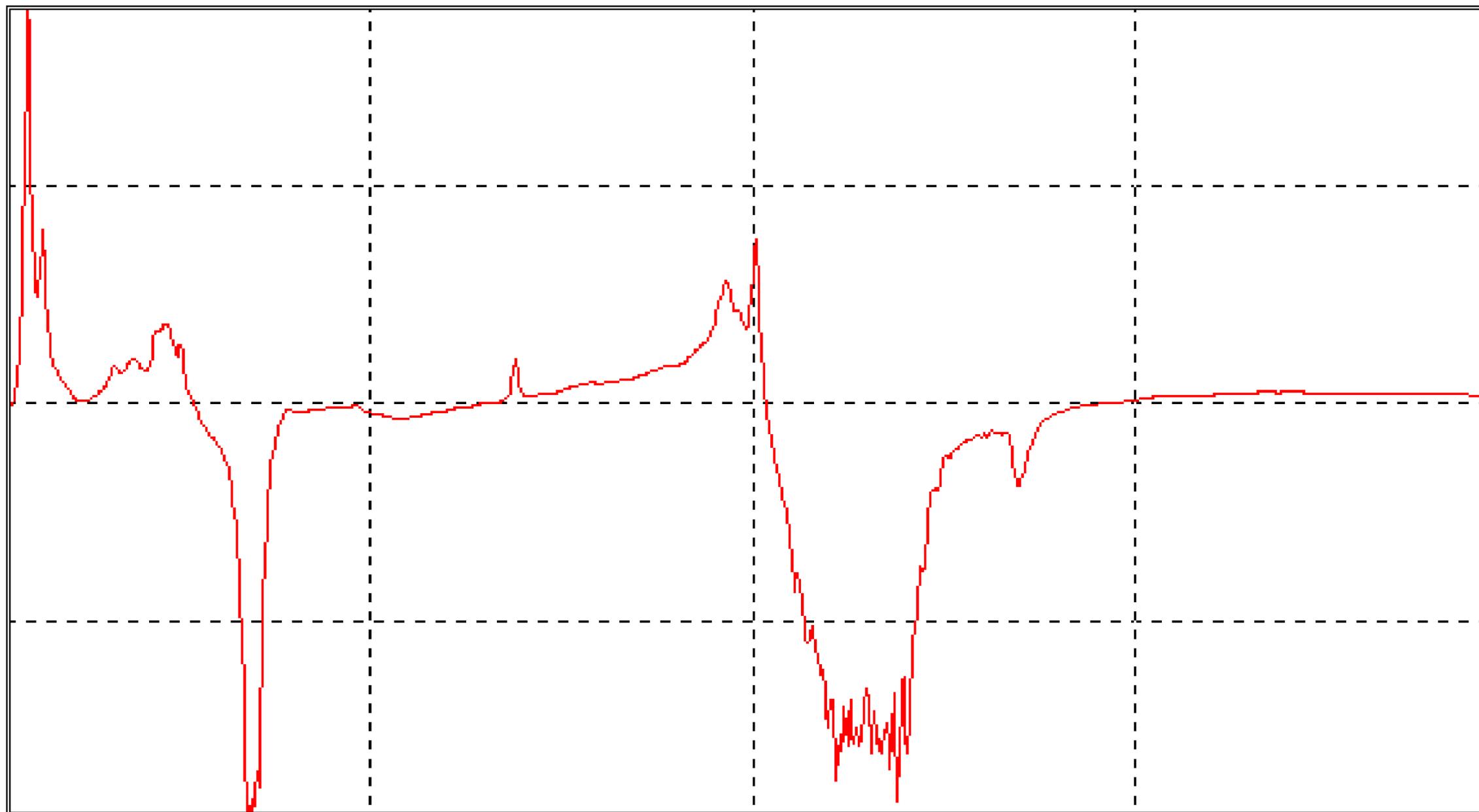
Construire un modèle de régression reliant l'information spectrale et l'information analytique



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ECOLOGIE



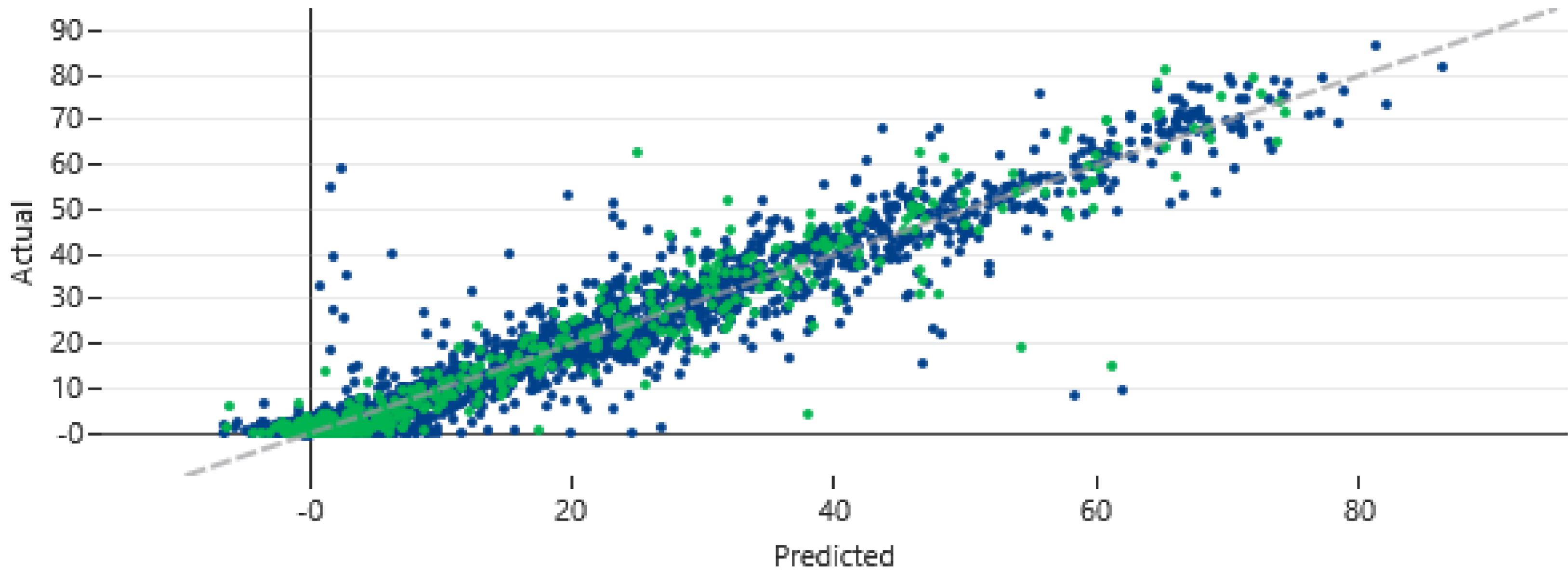
2 000 à 10 000 nm

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

Lycée Hoche
Le 3 avril 2025



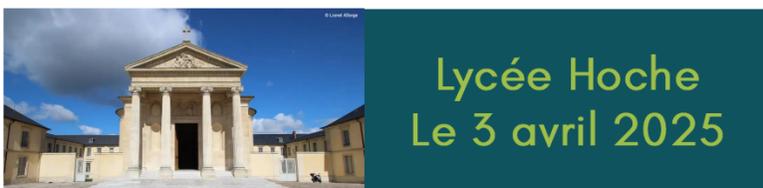


La mesure du microbiote des sols

- **Méthodes indirectes:**
- Fumigation Extraction (Powlson 1976) ISO 14240-2:1997
- Activité minéralisatrice C et N (Catroux et al., 1987) XP U44-163:2009 (annulée)
- Activité enzymatique
- FDA (Green, Stott & Diack, 2006)
- β -Glucosidase (Boemer, Decker, Kennedy, & Sutherland, 2000)
- Arylsufatase (Salam, et al., 1999).
- ATP-métrie

- **Méthodes génétiques:**
- ADN du sol (Plassard et al., 2012) ISO 11063:2020
- Séquençage ADN (Terrat et al, 2018), (Chaussord & Nouaïm, 2011), (Burns et al., 2016)

- **Méthodes cellulaires:**
- Cytométrie (Brown et al. 2019), (Bressan et al., 2015), (Khalili et al., 2019), (Burket et al., 2019)
- Cytométrie multimarquage (Patent Dubernet, 2021)



INNOVATION Pour la mesure du vivant du sol



3-Biom



Bactéries



Champignons



Protistes

Cellules Actives

Cellules Dormantes

Cellules Mortes

Méthode **3-biom** : rapide et précise pour le comptage cellulaire direct du microbiote des sols. Elle met en œuvre une technologie innovante de cytométrie haute définition.

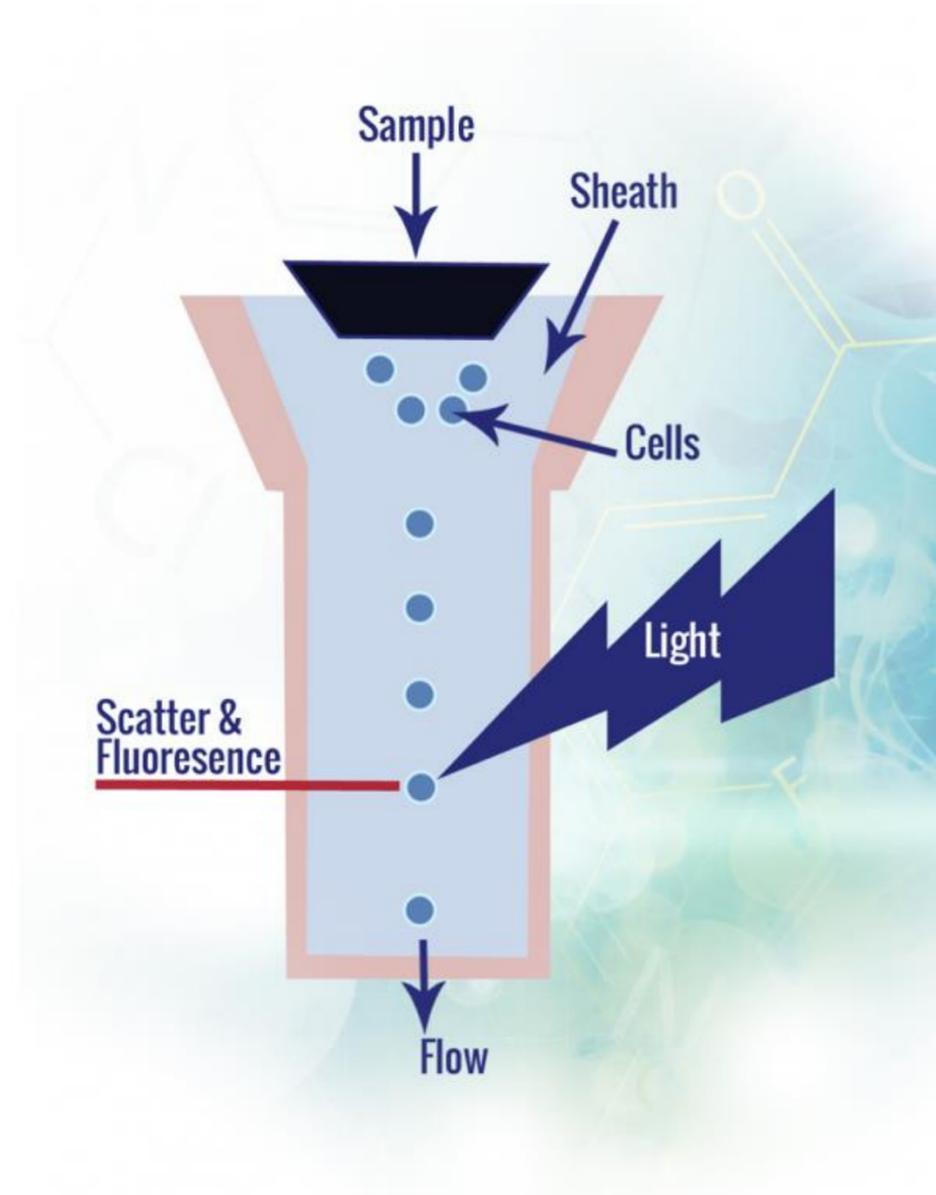


Temps d'analyse: 10 à 20 secondes
Accrédité ISO 17025



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

INNOVATION Pour la mesure du vivant du sol



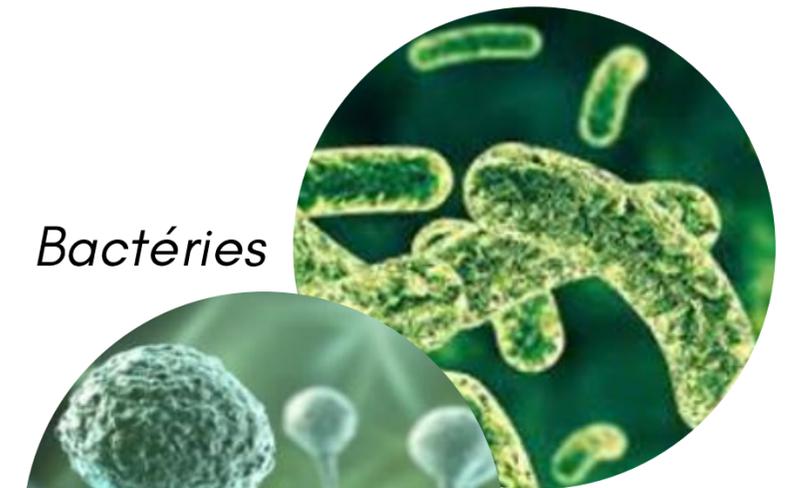
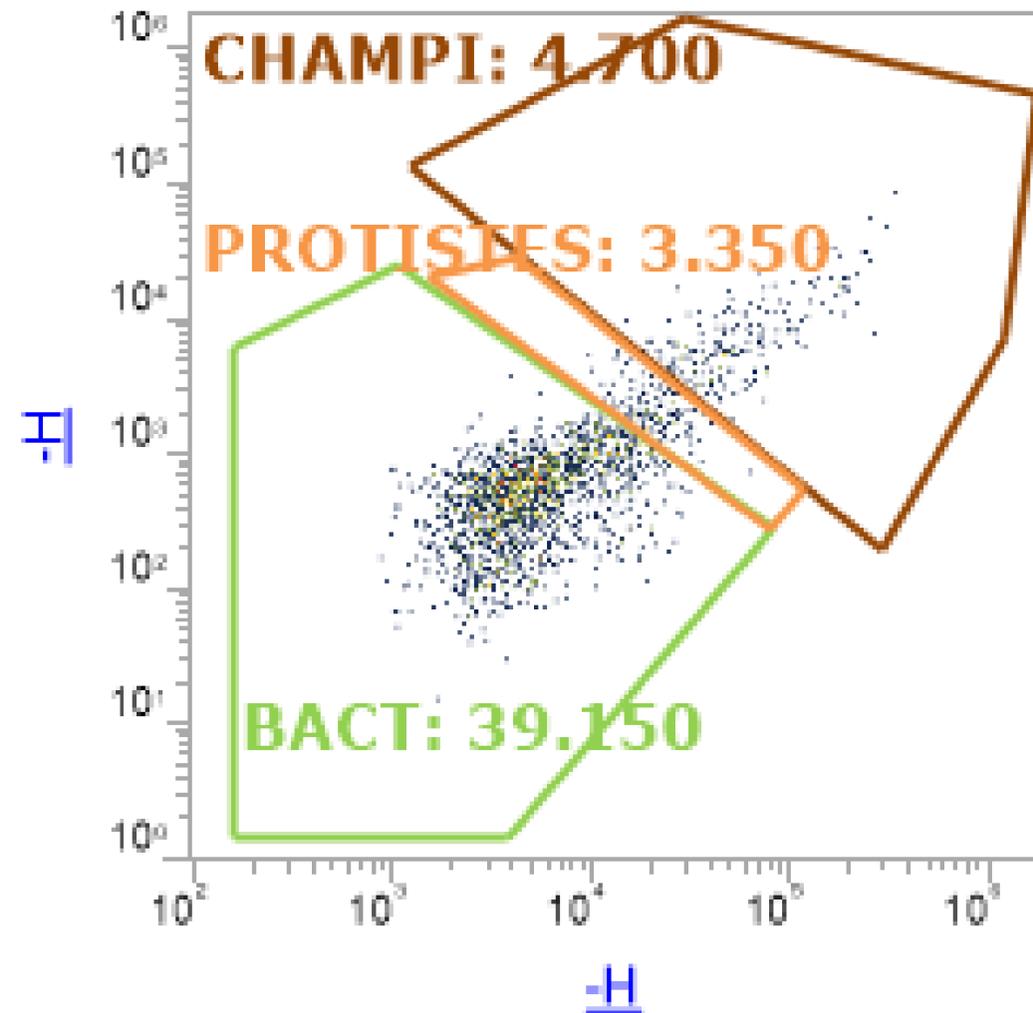
Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

INNOVATION Pour la mesure du vivant du sol

TOTAL - 28216-5 M



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

La mesure du vivant du sol



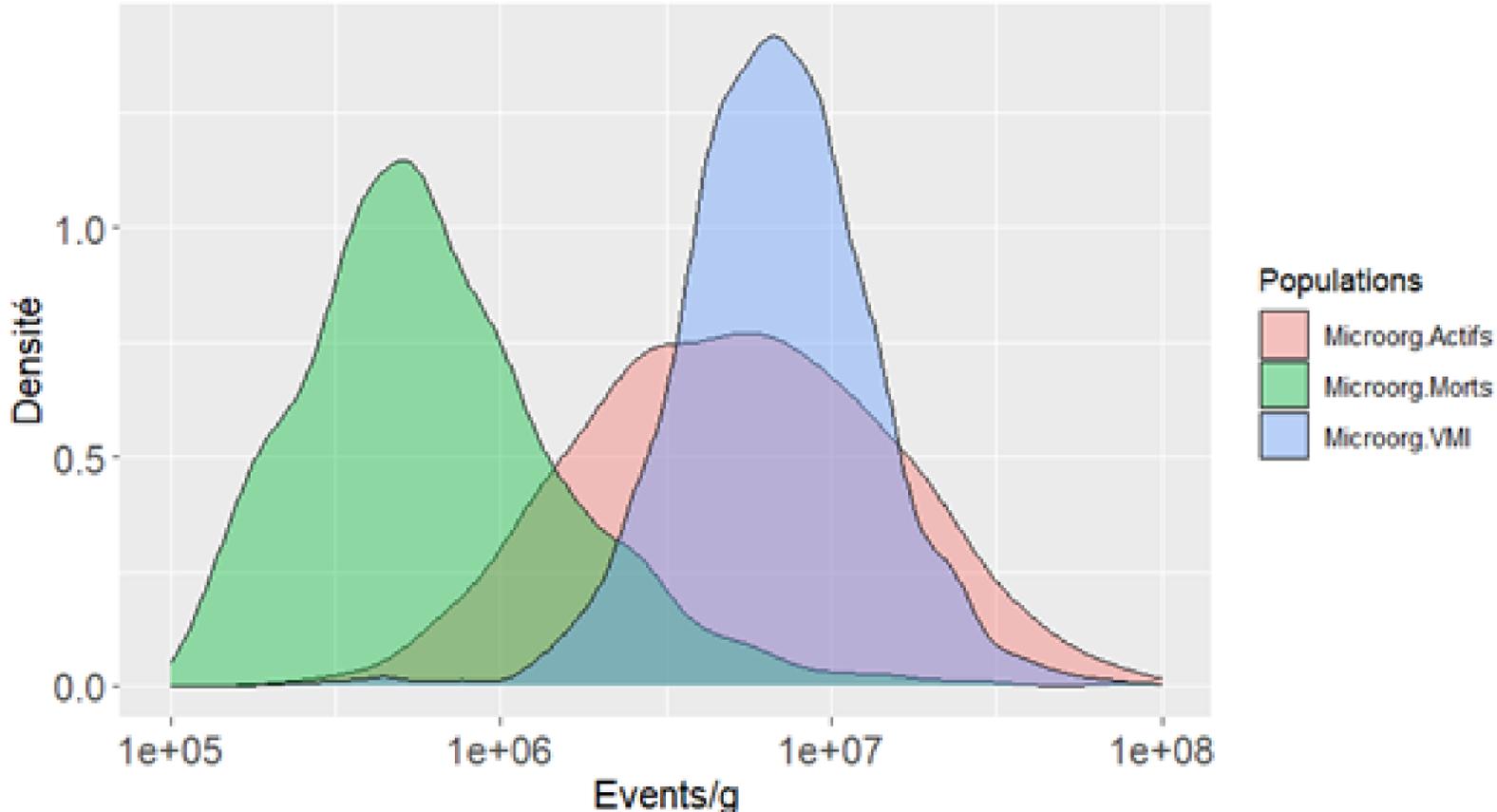
Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
ubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

Micro-organismes totaux

Distribution des populations de la biomasse totale



Data SRDV/Laboratoires Dubernet 2023 ; 1332 données

Biomasse microbienne totale = essentiellement des bactéries (en nombre)

La biomasse des sols viticoles est environ inférieure de moitié aux autres types d'usages à l'échelle nationale

(Dequiedt, et al., 2011)

Microorganismes totaux

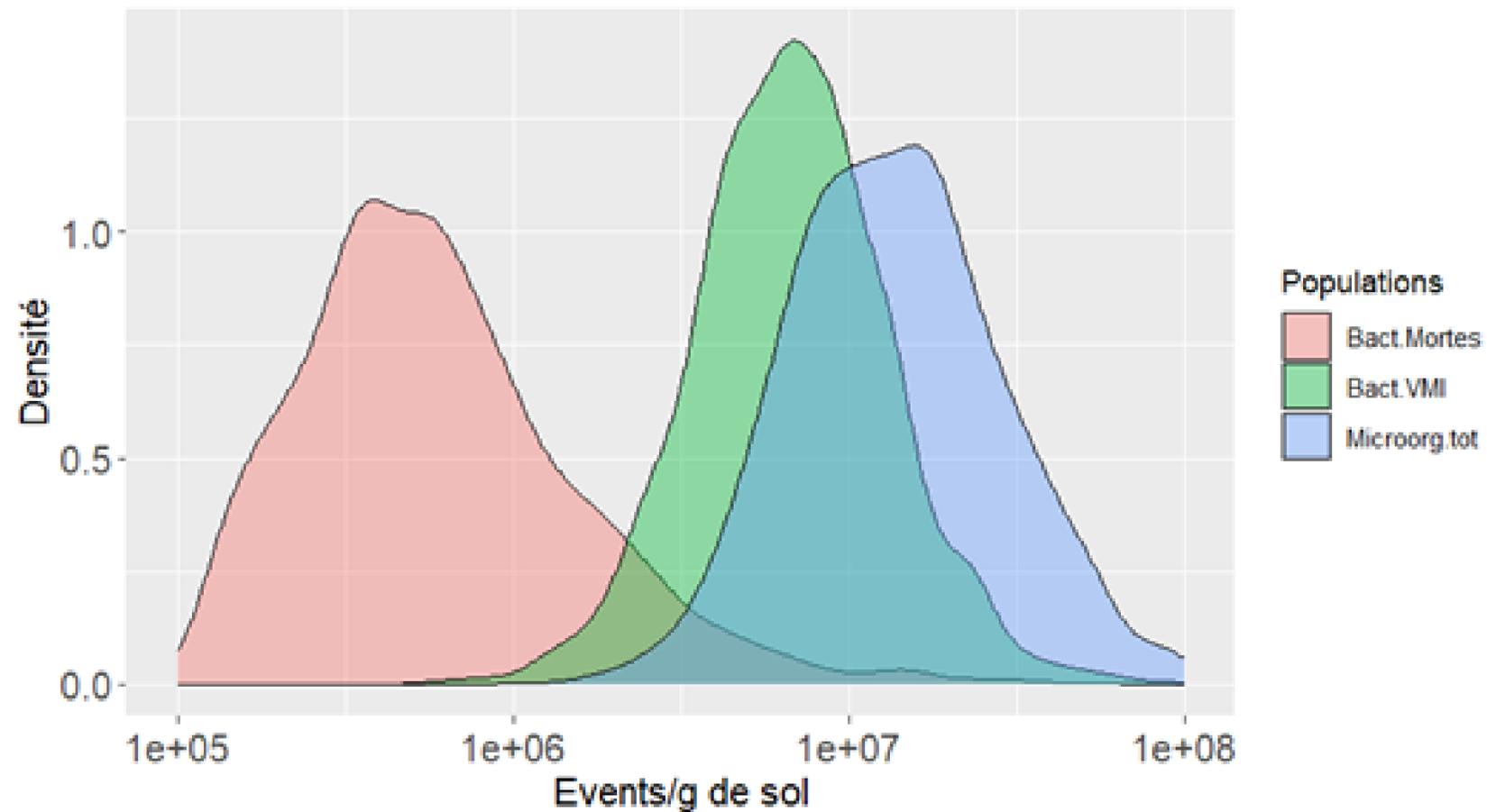
N = 1332	Médiane	5%	95%	mini	maxi
Microorg. Totaux	1,4E+07	4,3E+06	5,1E+07	1,1E+06	6,1E+08
Microorg. Actifs	5,2E+06	9,0E+05	3,1E+07	2,2E+05	1,9E+08
Microorg. VMI	6,7E+06	2,3E+06	2,1E+07	2,3E+05	3,6E+08
Taux d'activité	44%	14%	78%	2%	93%
Microorg. Morts	5,4E+05	1,2E+05	3,2E+06	0,0E+00	1,1E+08



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

Bactéries

Distribution des populations bactériennes



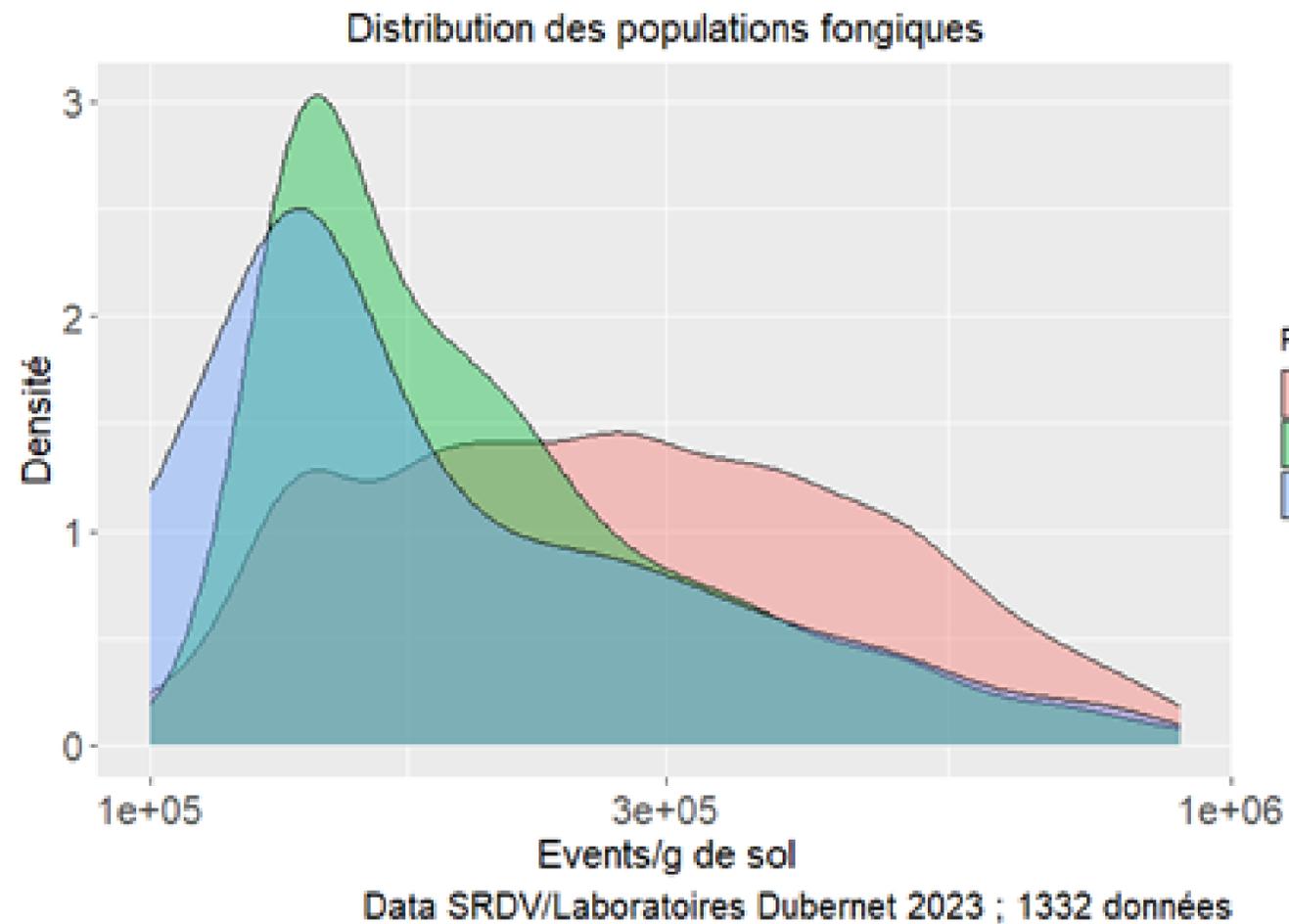
Data SRDV/Laboratoires Dubernet 2023 ; 1332 données

- Première biomasse en nombre
- Phénomènes de minéralisation rapide de la MO, cycle de l’N : rendent l’N disponible pour les cultures.
- Favorisées par les apports azotés de fertilisants



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

Champignons



- Phénomènes de minéralisation lente et formation d'humus.
- Stockage du C
- Favorisés par des apports carbonés à C/N élevé, et par l'humidité, à travers l'irrigation et les couverts végétaux
- Sensibles au travail du sol
- La mycorhization entre les champignons et la vigne est un facteur-clé de la fourniture en phosphore.



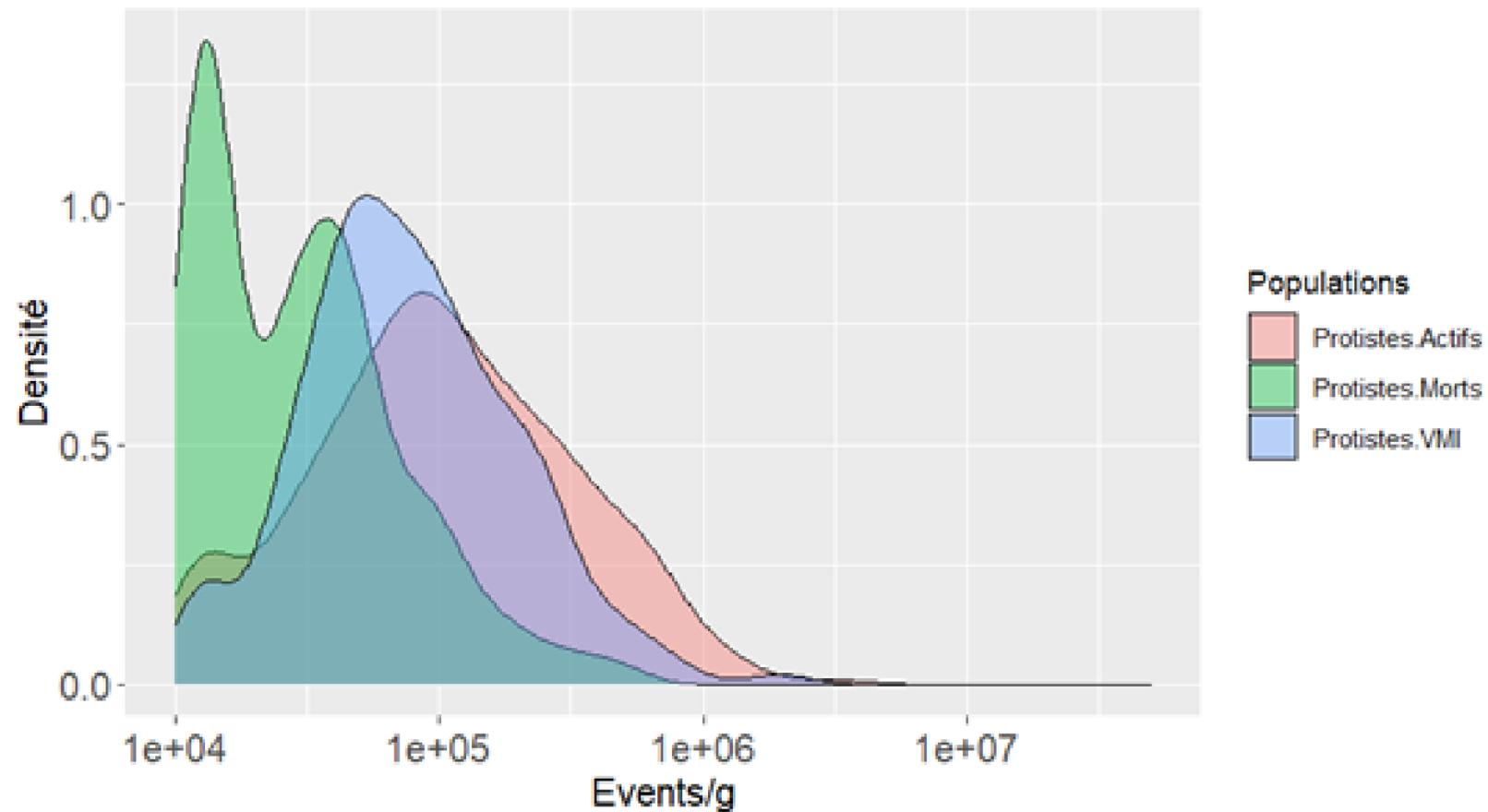
Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

Protistes

Distribution des populations de la biomasse totale



Data SRDV/Laboratoires Dubernet 2023 ; 320 données

- Prédateurs des bactéries = renouvellement bactérien. En leur absence, le processus d'humification est fortement ralenti.
- Relarguent de l'azote ammoniacal et favorisent la minéralisation de l'N dans le sol.
- Capables de prendre une forme de stase résistante et de se réactiver ultérieurement.



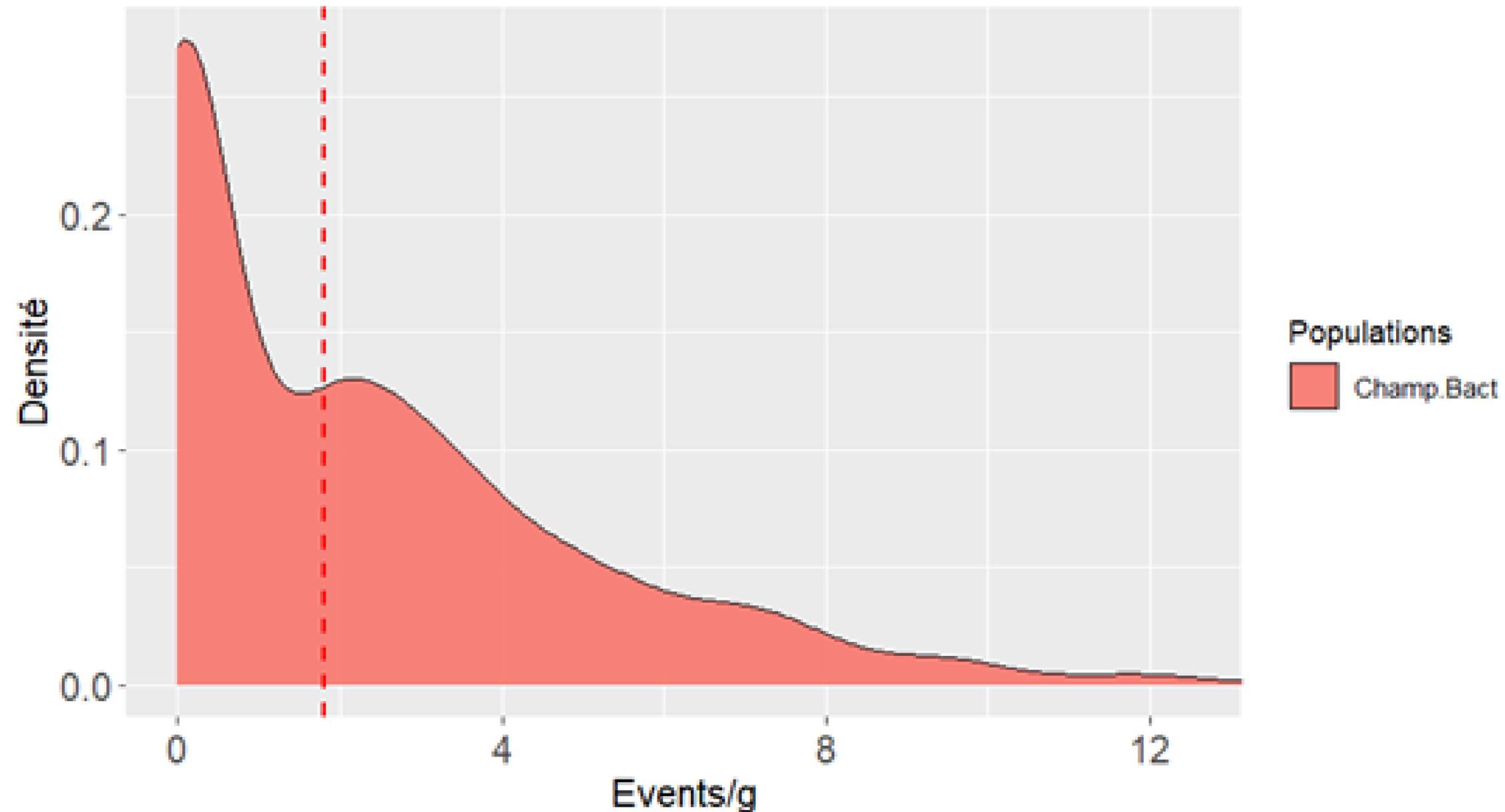
Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

Bactéries et Champignons

Courbe de distribution du Ratio Champignon/Bactérie

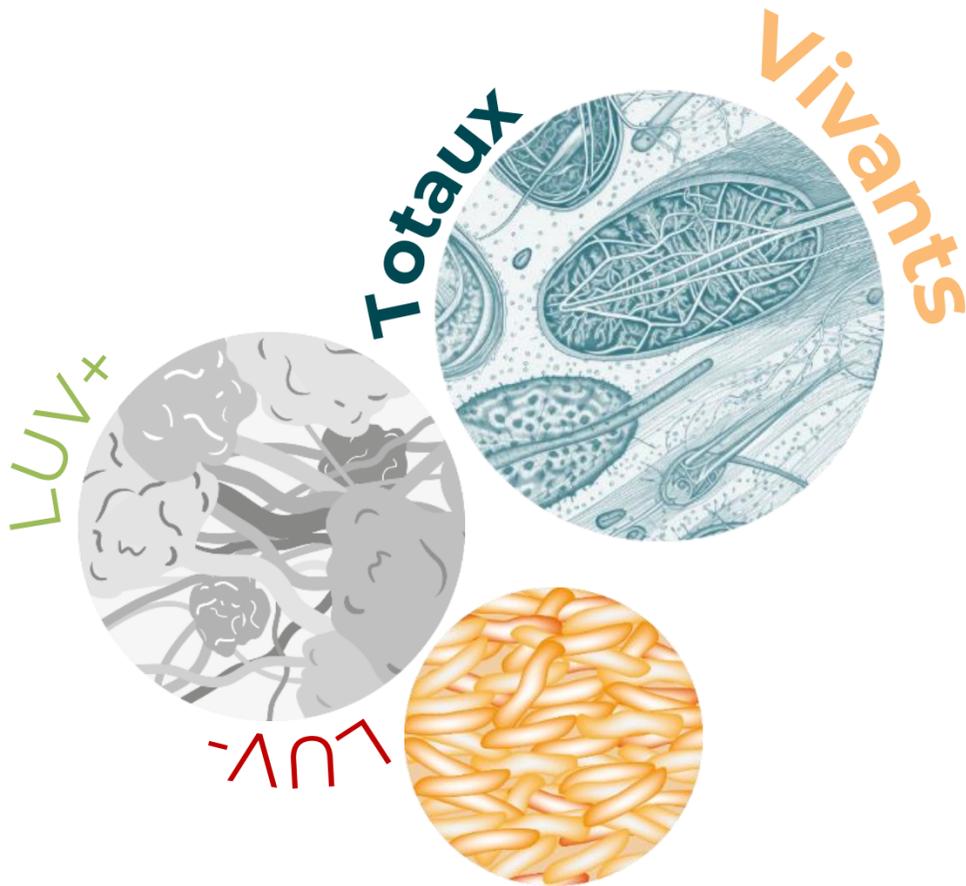


Data SRDV/Laboratoires Dubernet 2023 ; 1257 données



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LA NOTE SBS : CALCUL



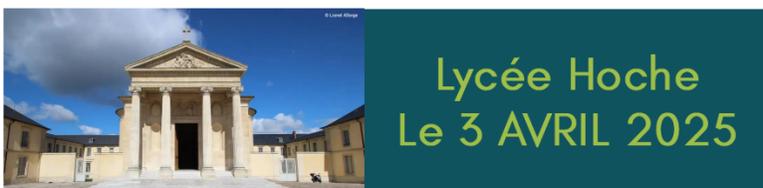
- Champignons actifs
- Champignons VMI (latents)
- Champignons morts

- Bactéries actives
- Bactéries VMI (latents)
- Bactéries mortes

- Protistes actifs
- Protistes VMI (latents)
- Protistes morts



- Calcul (équation sigmoïdale, LUV et pondération) et intérêts de la note SBS

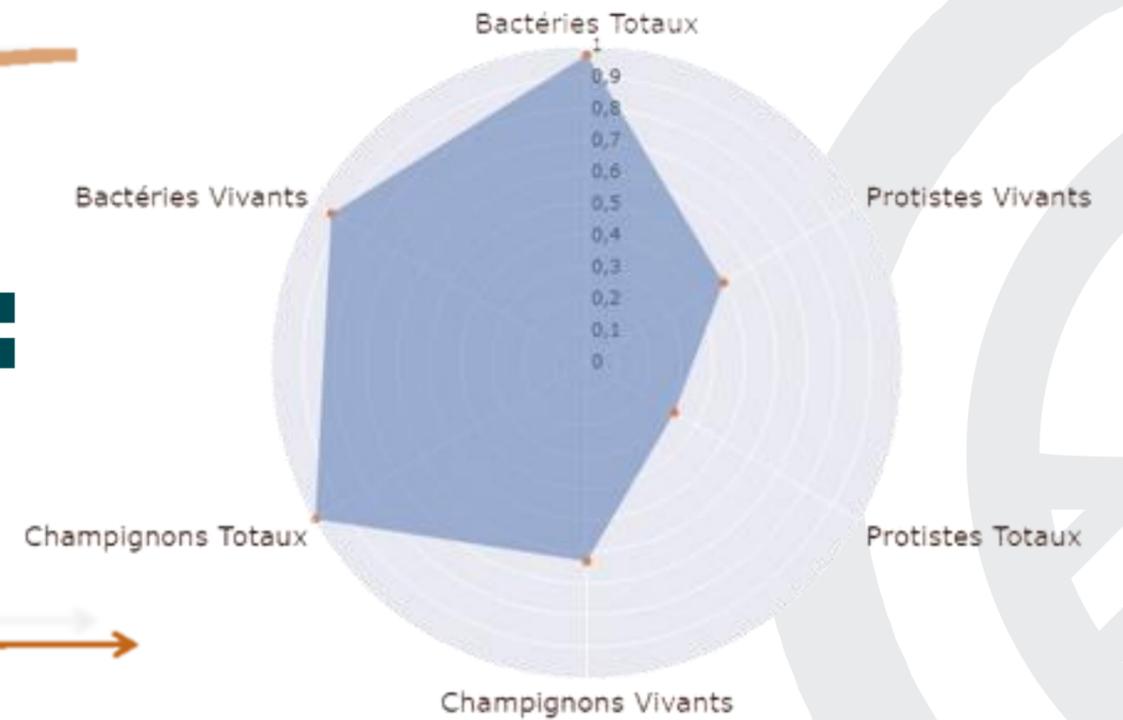
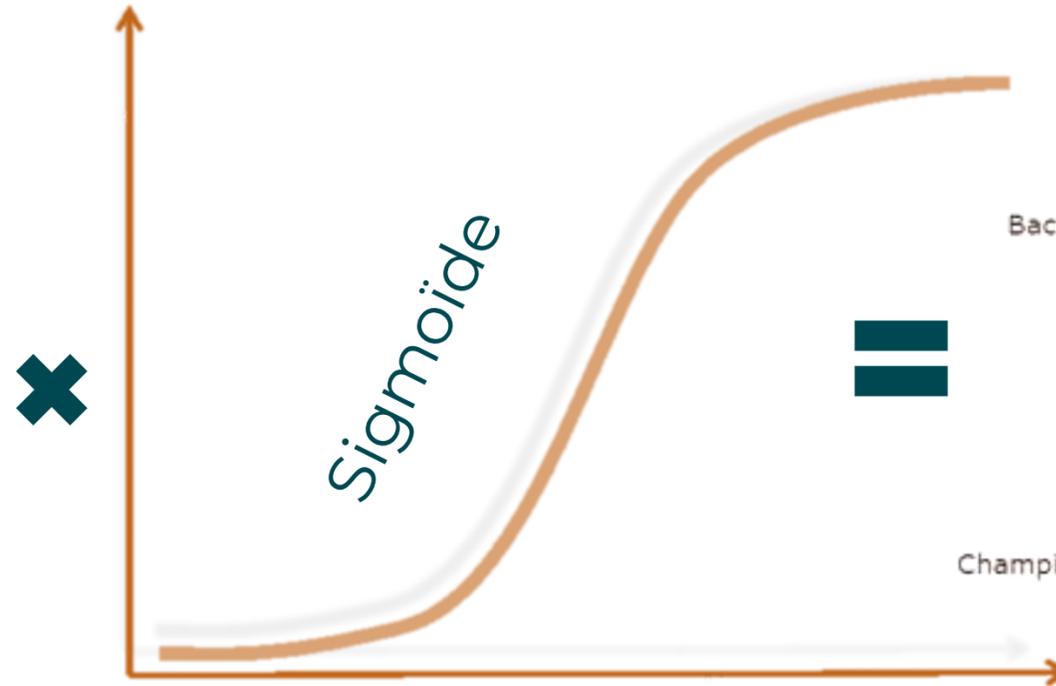
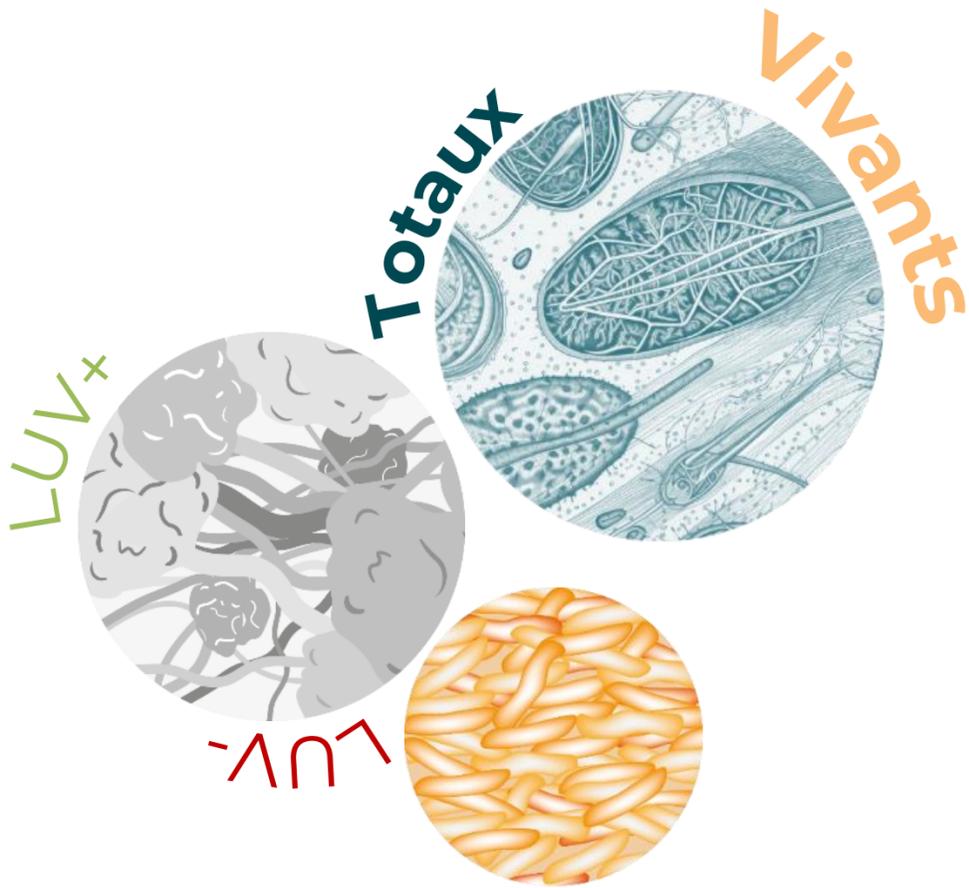


Lycée Hoche
Le 3 AVRIL 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

LA NOTE SBS : CALCUL



77/100

21/8/2023 par Matthieu Chazalon

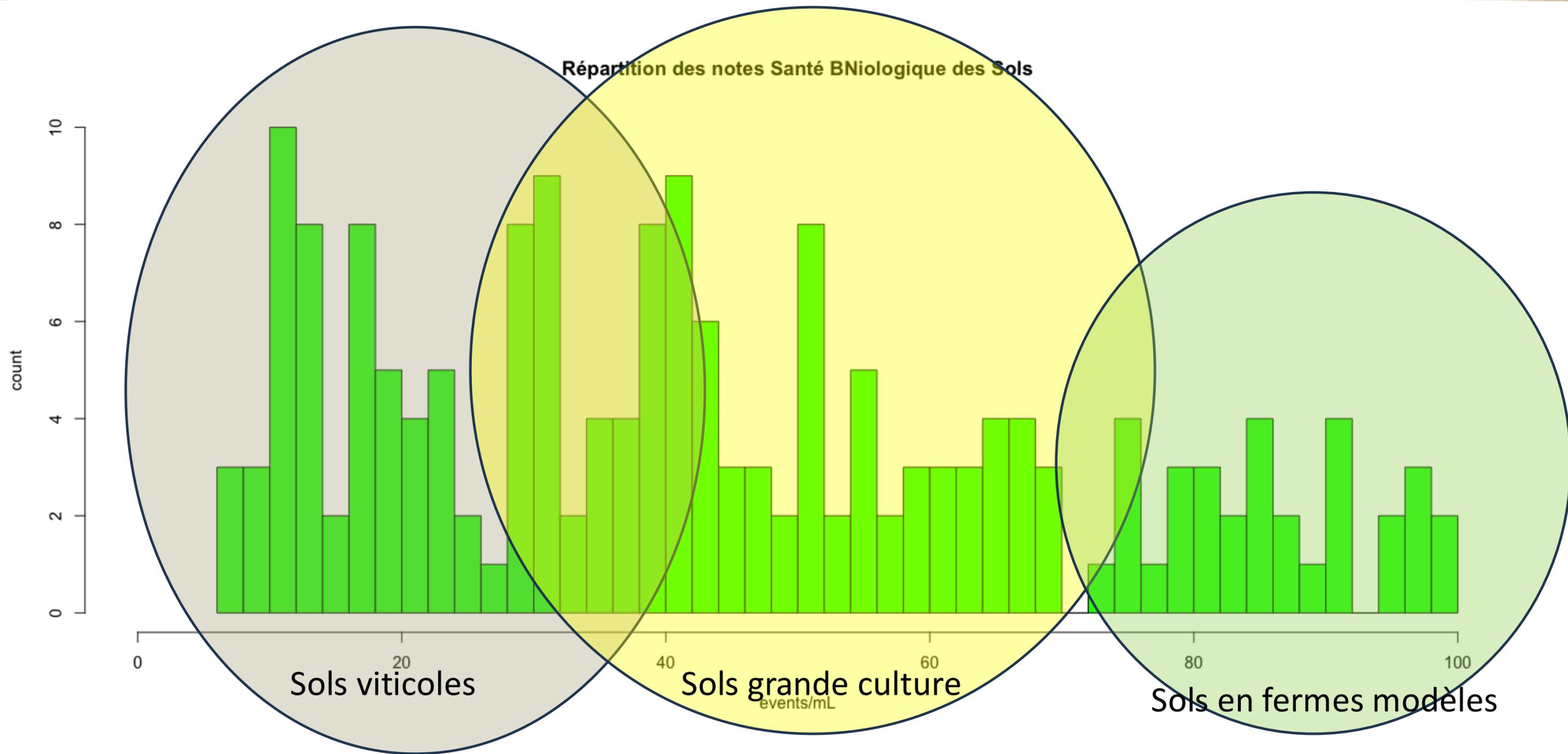
- Calcul (équation sigmoïdale, LUV et pondération) et intérêts de la note SBS



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

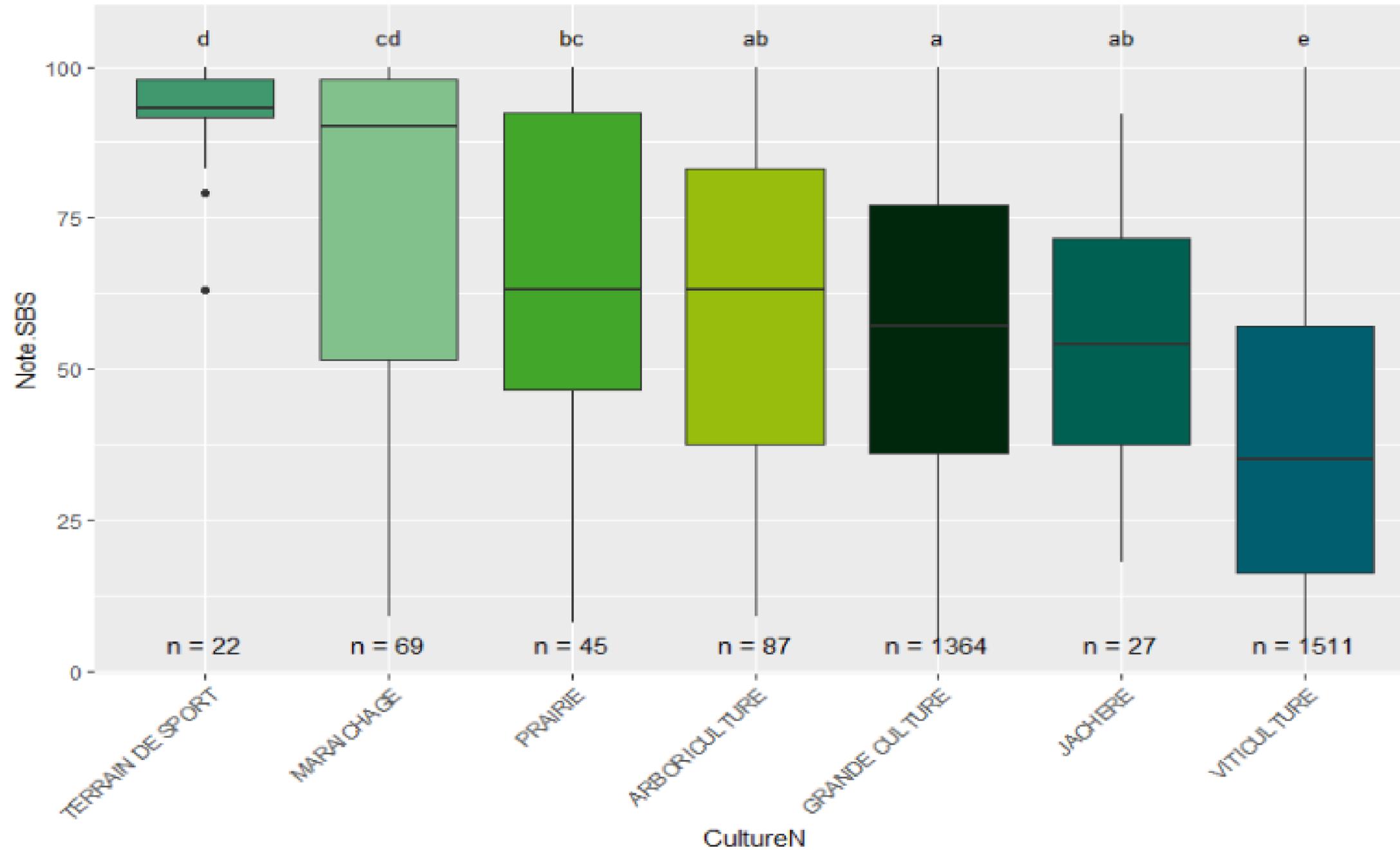


Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

NOTE SBS (Santé Biologique des Sols) par culture

Note.SBS en fonction de CultureN - selon test Kruskal Wallis post-hoc Mann-Whitney

Kruskal Wallis, $p = < 2.2e-16$ | Normality, $p = < 2.2e-16$

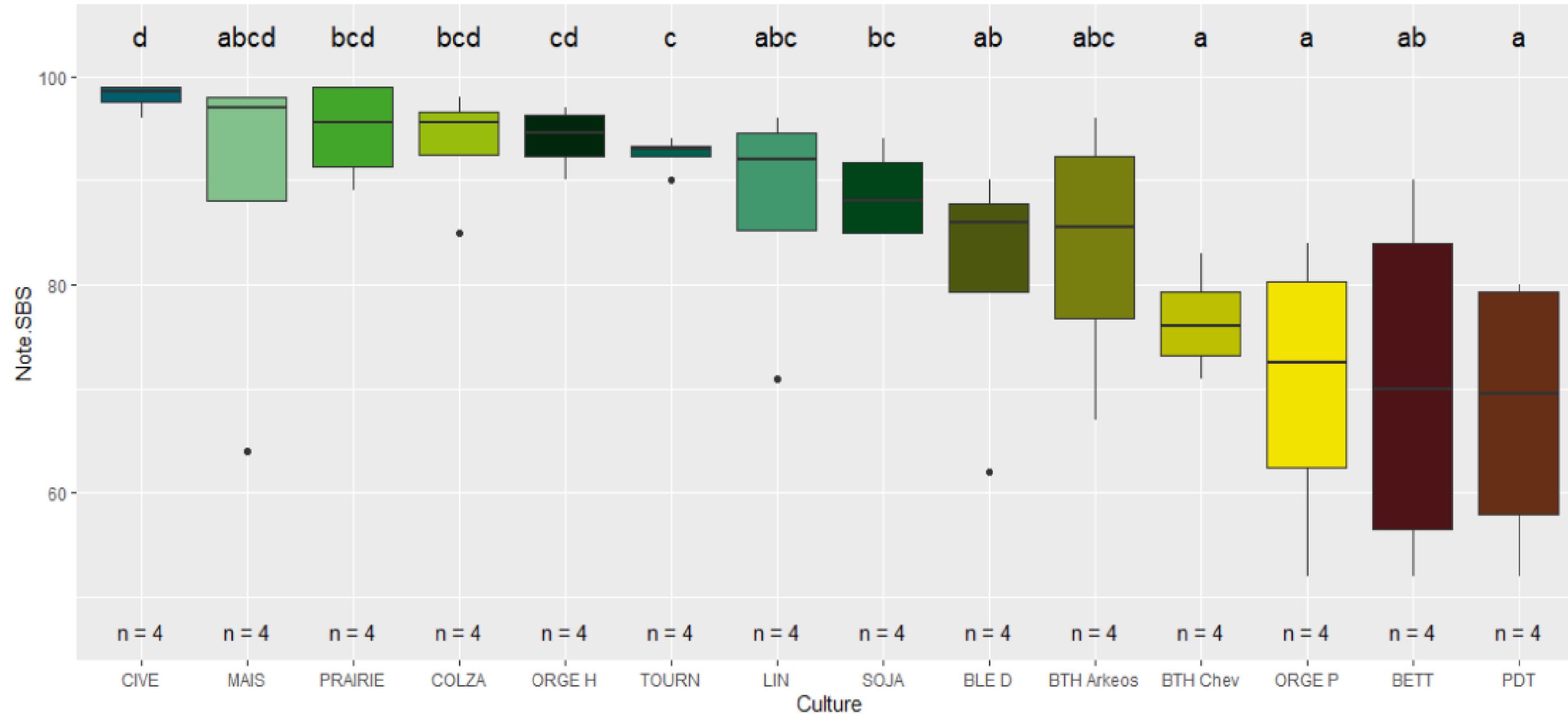


Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

NOTE SBS (Santé Biologique des Sols) par culture

Note.SBS en fonction de Culture - selon test Kruskal Wallis post-hoc Mann-Whitney

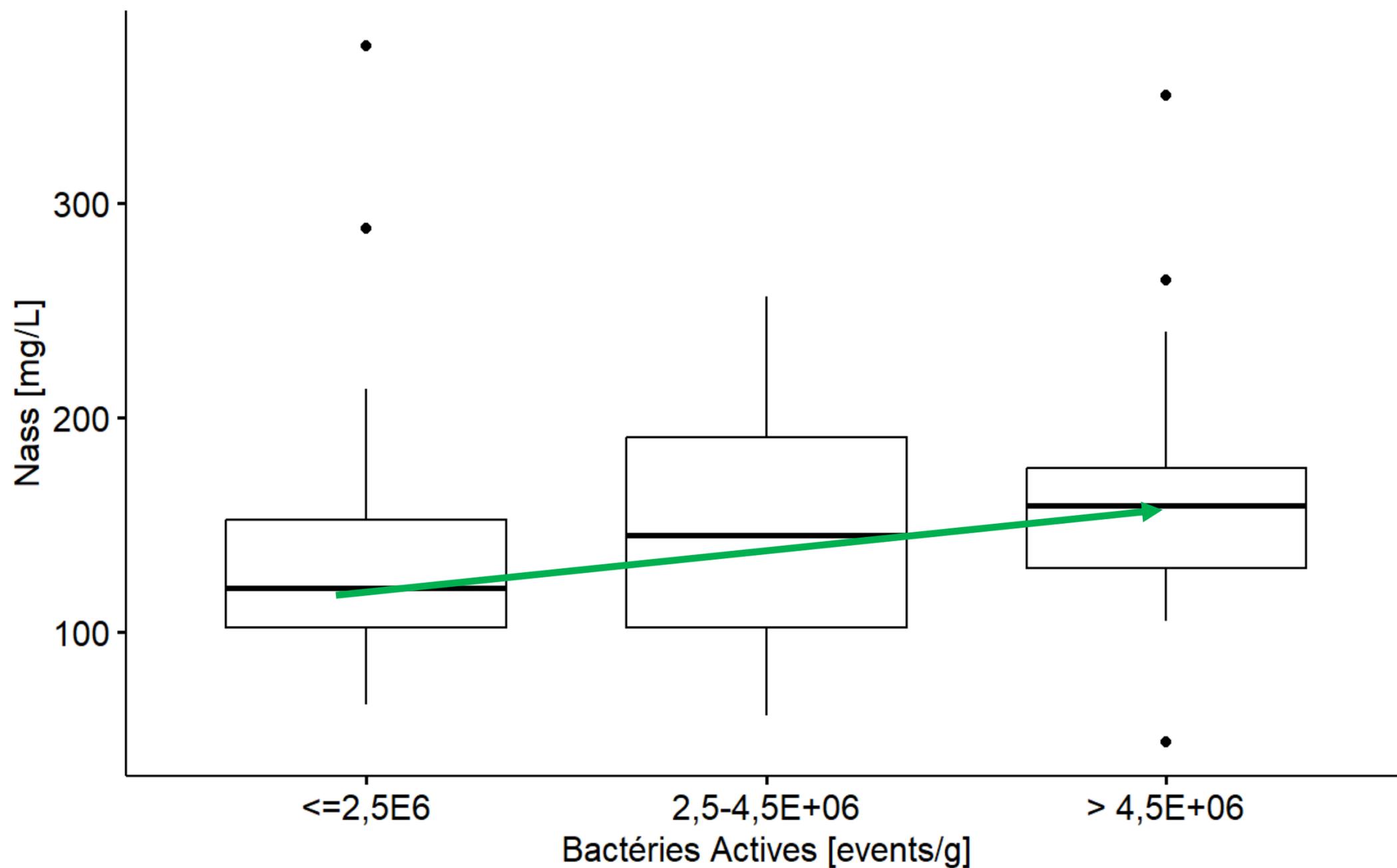
Kruskal Wallis, $p = 0.00113266429413382$ | Normality, $p = 1.087088331036e-05$



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

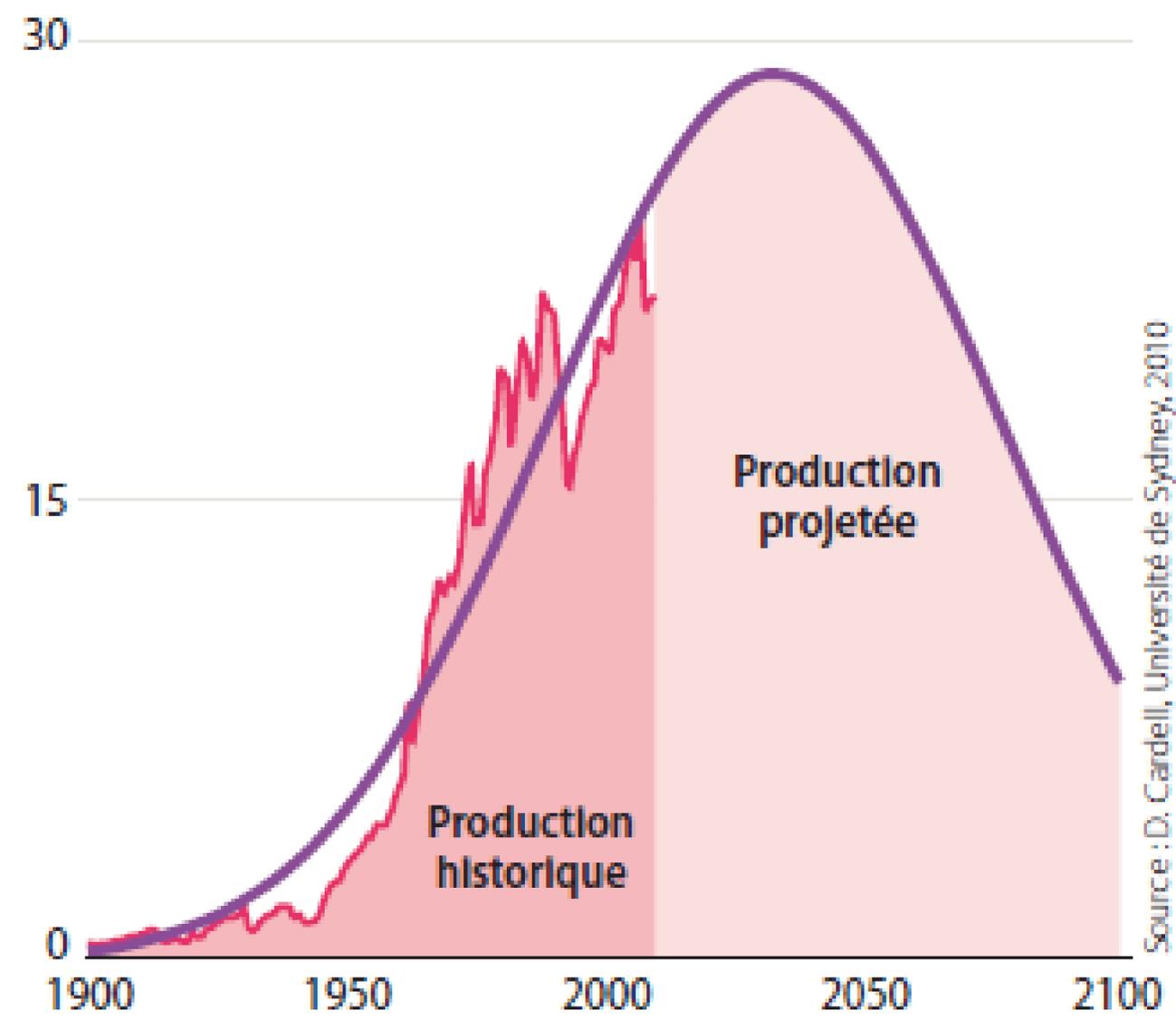
Azote assimilable et activité bactérienne

Anova, $p = 0.45$



pwc: Tukey HSD; p.adjust: Tukey





Pic du Phosphore : 2040

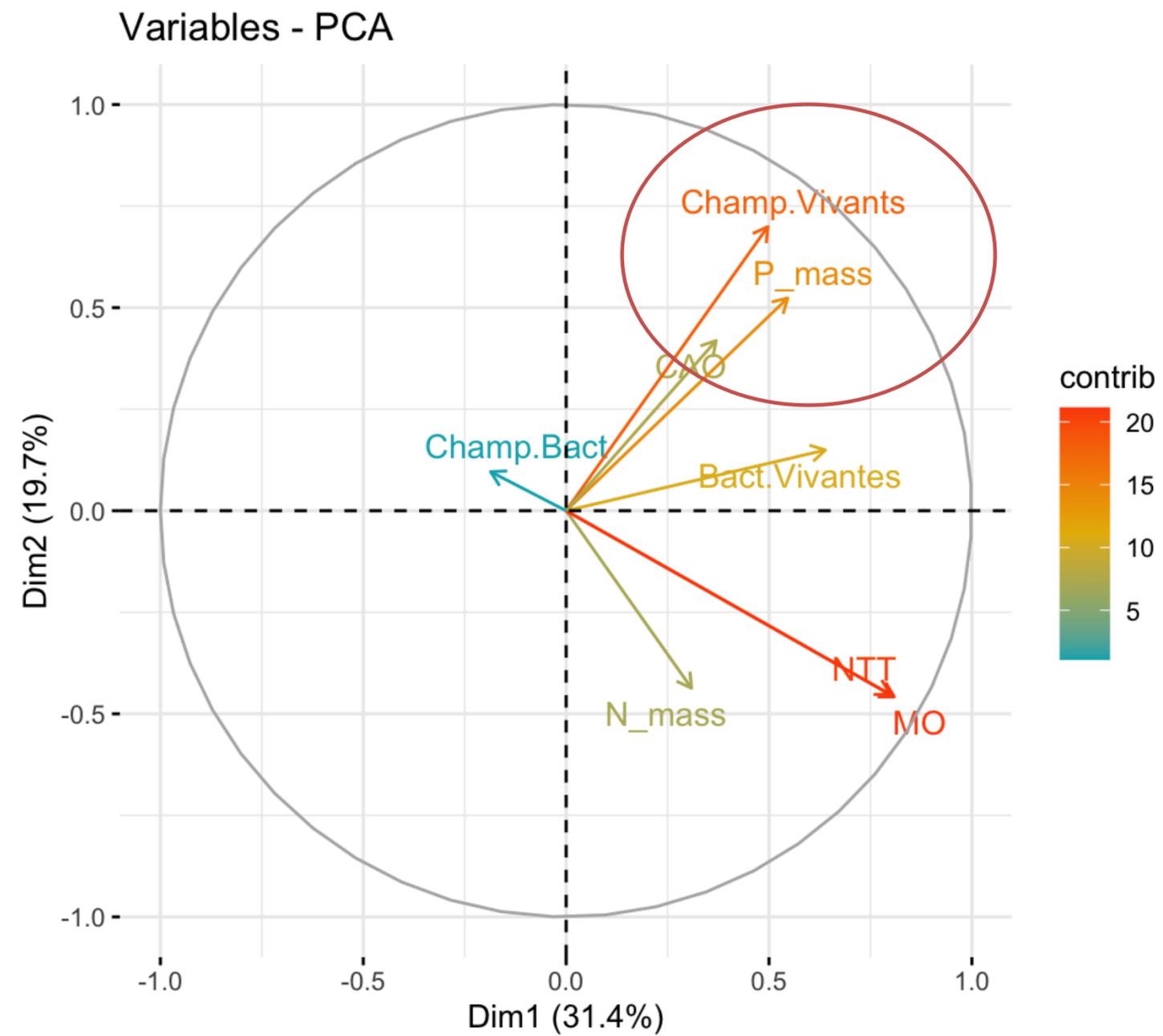


Lycée Hoche
Le 3 avril 2025



Lien entre Phosphore assimilé et Champignons Vivants du sol

Stade « Taille de pois »



• Data SRDV/Dubernet 2022

le FER

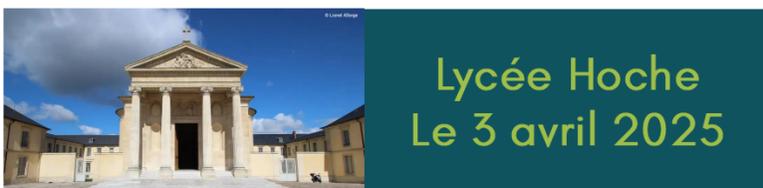
- Équilibres à maturité :
 - Corbières Roussanne 2019

Parcelles	Cépages	Année	G+F (+/-5)	° total (+/- 0,1)	AT (+/- 0,1)	pH (+/-0,05)	Malique (+/-0,2)	Tartrique (+/-0,2)	N assimilable
Corbière/ Non Traité	Roussanne	2019	237	14.08	2.91	3.65	1.9	5.7	125
Corbière/Fertirrigation	Roussanne	2019	203	12.06	3.43	3.62	3.1	5.7	153
Corbière/ Apports foliaires	Roussanne	2019	191	11.35	3.49	3.66	3.6	5.9	137



DUPENET
G R O U P E

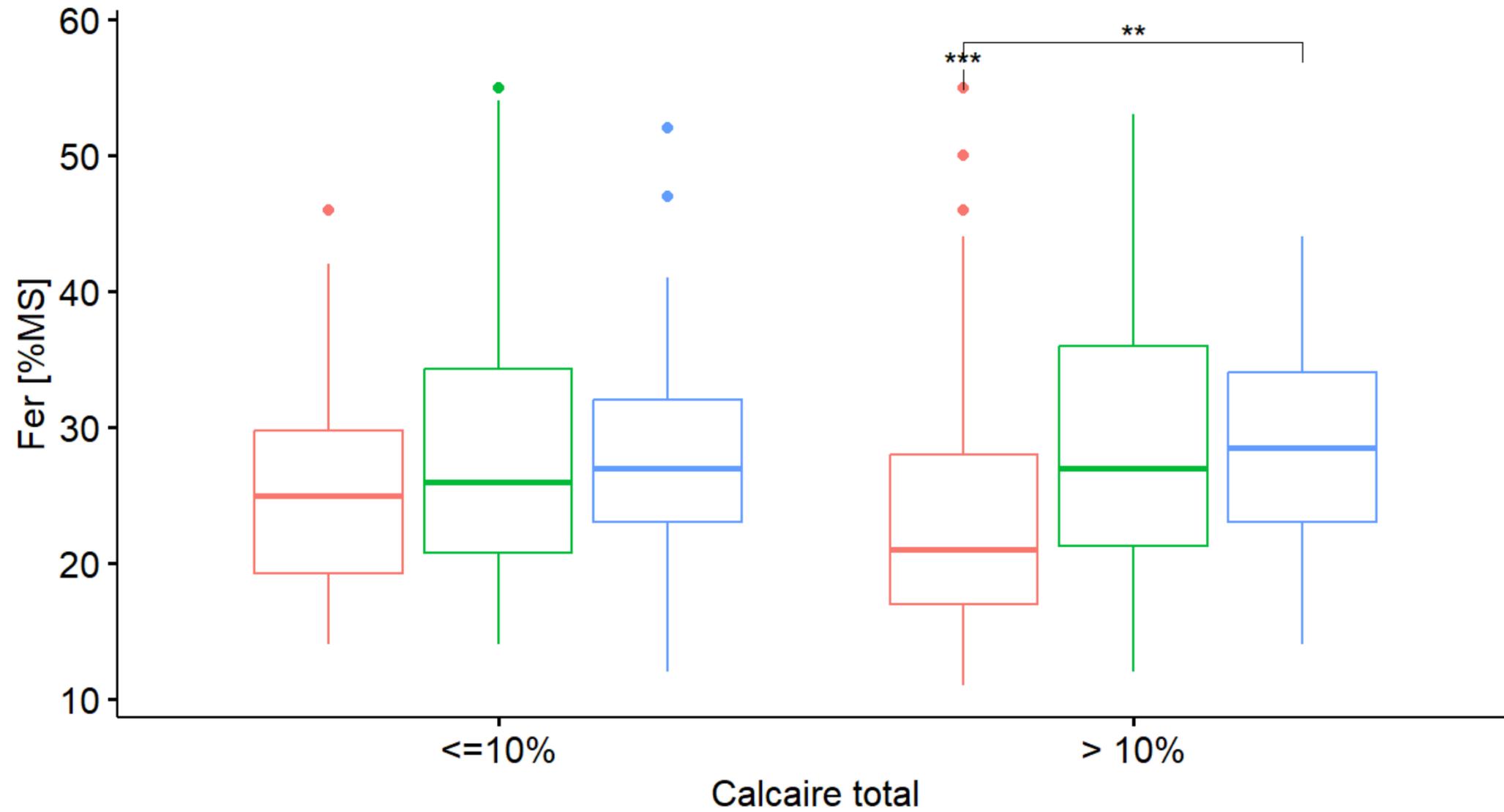
TERRAMEA
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

Anova, $F(2,430) = 11.39$, $p = <0.0001$, $\eta_g^2 = 0.05$

Champ ▢ $\leq 2,0E+05$ ▢ $2,0-3,0E+05$ ▢ $> 3,0E+05$



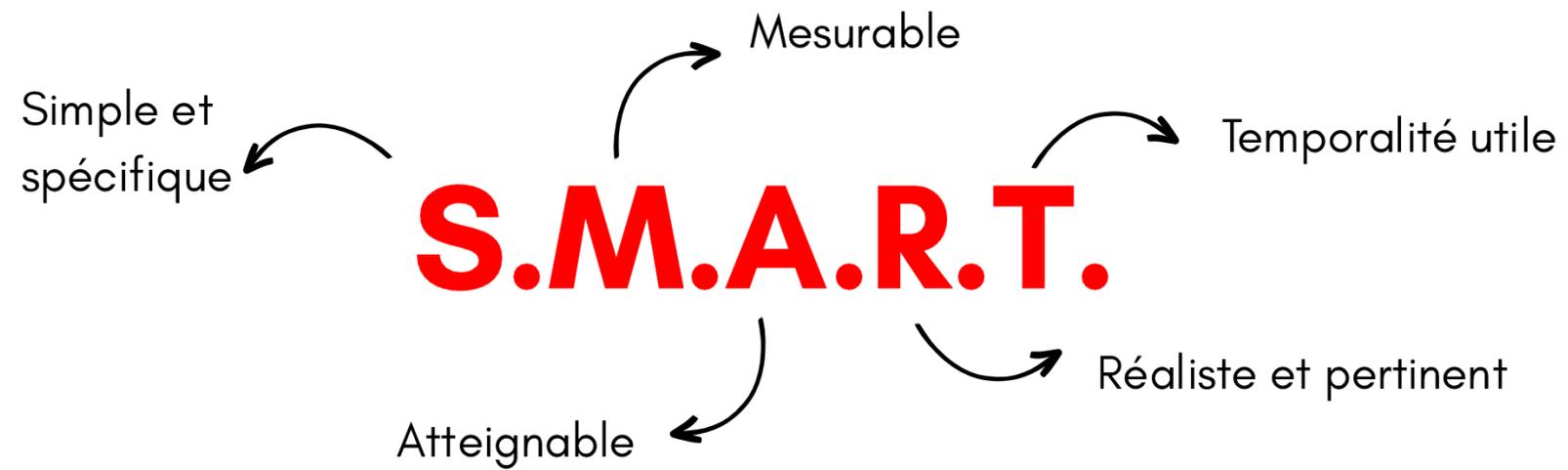
pwc: **Emmeans test**; p.adjust: **Bonferroni**



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LA PRODUCTION DES CRITÈRES « SMART » OCUPATION NOUVELLE ET ESSENTIELLE

- Nouveaux critères



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

4. COLLABORER

"L'innovation ne se produit pas en cloison. L'innovation dépend de notre capacité à collaborer et à apprendre les uns des autres."

Barack Obama



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

Dubernet
G R O U P E



TERRAMEA
VIE DES SOLS & AGRO-ECOLOGIE

COLLABORER



La complexité des questions environnementales nécessite des quantités importantes de données: **BIG DATA**.

Nécessité de collaborer pour agréger des données, à l'échelle **internationale**

Collaborations **public / privé**

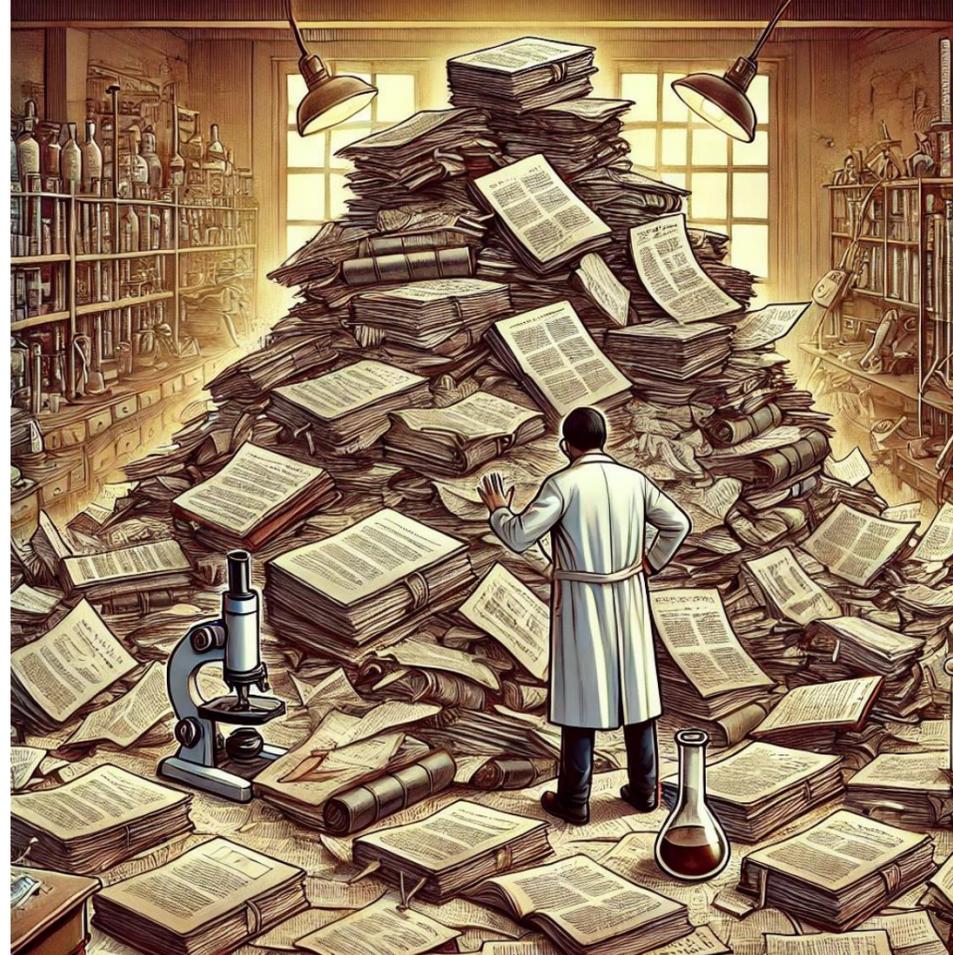


Organisation Internationale
de la Vigne et du Vin



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

5. GARANTIR LA RÉCOGNITION DES MÉTHODES NOUVELLE ET ESSENTIELLE sans bloquer l'innovation



Il est **URGENT** de ne pas normaliser les méthodes de mesures



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

6. LE CARBONE DANS LES SOLS



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

RÔLE DES MO

Rôle
structurant
important

Agrégats
(formation,
cohésion), « effet
élastique »

Porosité, meilleure
résistance aux
compactages · Rôle
stabilisant et
protecteur des sols

Rôle des MO
sur la
fertilité
physique

Amélioration de la
rétention en eau (2
fois son poids en
eau) et de son
infiltration

Résistance à
l'érosion et la
battance



Lycée Hoche
Le 3 AVRIL 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

RÔLE DES MO

Réservoir d'eau et
de nutriments
(N,P,
Oligoéléments..)

Amélioration de
la CEC (capacité
d'échange
cationique)

Amélioration de la
rétention en eau (2
fois son poids en
eau) et de son
infiltration

**Rôle des MO
sur la
fertilité
chimique**

Effet tampon
sur le pH

Complexe
Argilo-
Humique



LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

Lycée Hoche
Le 3 AVRIL 2025

RÔLE DES MO

Substrat pour
la vie
microbienne

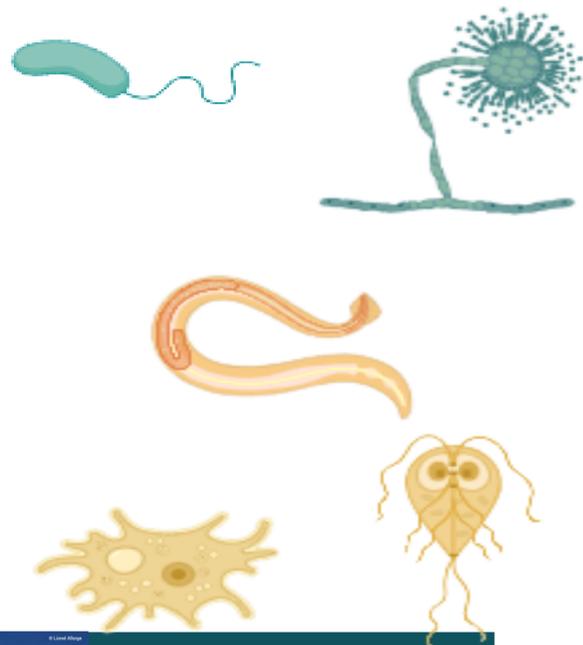
Stimulation
de la vie
biologique

**Rôle des MO
sur la
fertilité
biologique**

Stockage du
carbone dans
le sol

Source d'éléments
nutritifs majeurs
(minéralisation) et
biodisponibilité de
certains éléments

Recyclage
des matières
organiques



Lycée Hoche
Le 3 AVRIL 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

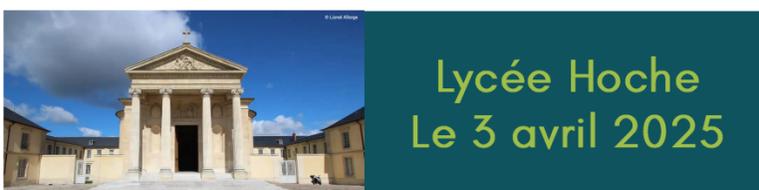
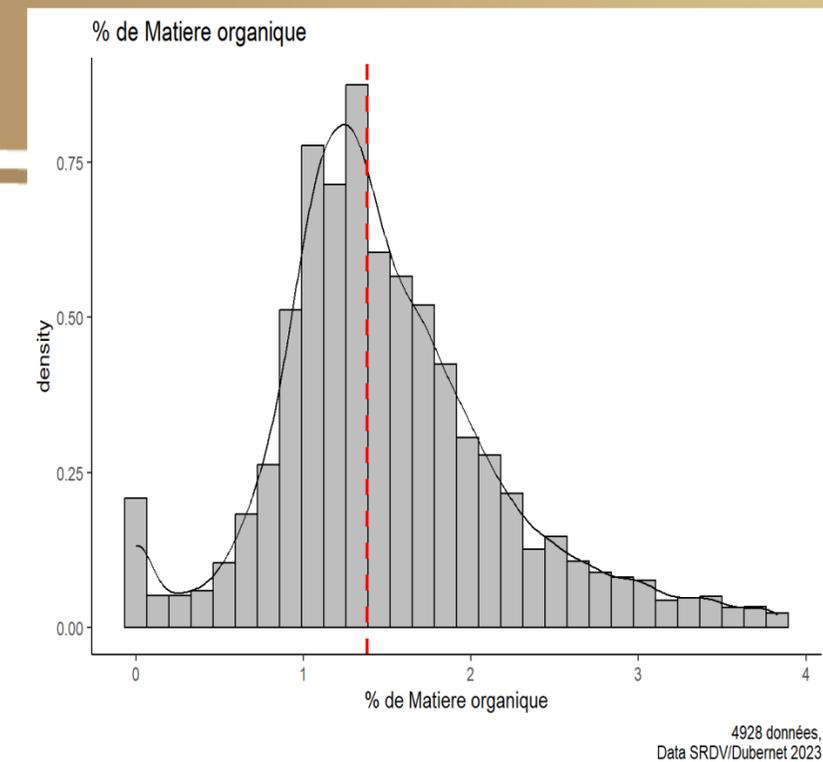
 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

Les sols contiennent généralement entre 1 et 6 % de matière organique (parfois bien plus!), la matière organique est composée de molécules organiques riches en carbone.

La teneur en matière organique est liée à la teneur en argiles

La matière organique:

- Est la source majeure de **fertilité** agronomique des sols
- Est un élément de **structuration** majeur des sols et de résistance à **l'érosion**
- Est une composante essentielle de la **rétenction de l'eau** (réserve utile)
- Constitue le plus grand **stock de carbone** sur Terre, derrière les océans, avec 2 et 3 fois plus de carbone qu'il n'y a en dans l'atmosphère (sous forme de gaz à effet de serre)



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

Matières Organiques Totales (MO) et Azote Total (N)



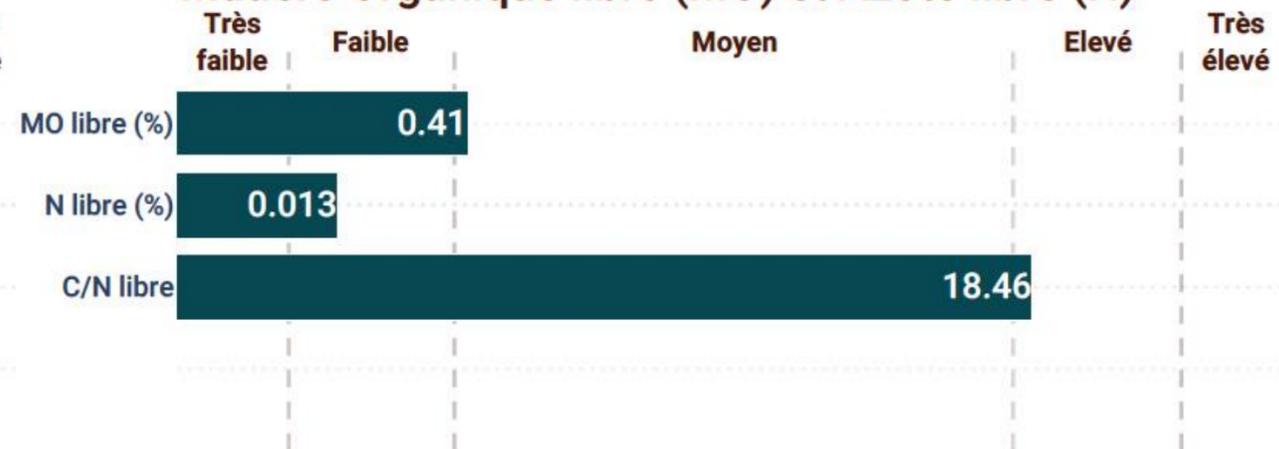
Fractionnement de la Matière Organique



Matière Organique liée (MO) et Azote lié (N)



Matière Organique libre (MO) et Azote libre (N)



Note Carbone Environnemental

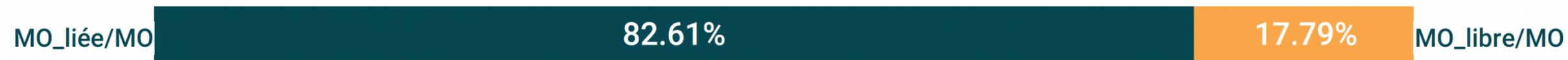


Note Carbone Fertilité



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

Fractionnement de la Matière Organique



Matière organique labile (fractions actives, facilement décomposables) :

- Demi-vie : **quelques mois à quelques années**
- Exemples : résidus végétaux frais, exsudats racinaires, micro-organismes vivants.

Matière organique intermédiaire (humus jeune, fractions stabilisées) :

- Demi-vie : **10 à 50 ans**
- Exemples : acides fulviques et humiques partiellement décomposés.

Matière organique stable (humus stable, matière organique liée aux minéraux du sol) :

- Demi-vie : **100 à 1000 ans**
- Exemples : fractions humiques stabilisées, complexes organo-minéraux

Matière organique inerte (charbon, biochar, matière hautement récalcitrante) :

- Demi-vie : **plusieurs milliers d'années**
- Exemples : carbone pyrolytique (charbon, biochar).



Fractionnement de la Matière Organique

MO_liée/MO

82.61%

17.79%

MO_libre/MO



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

Fractionnement de la Matière Organique

MO_liée/MO

82.61%

17.79%

MO_libre/MO

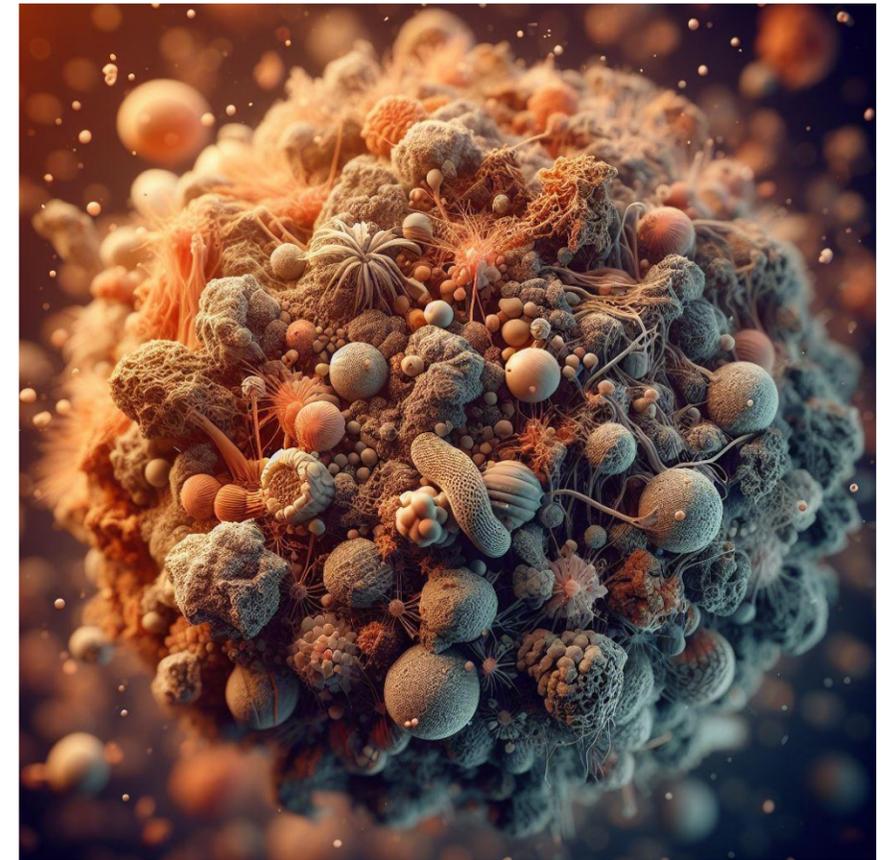


Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

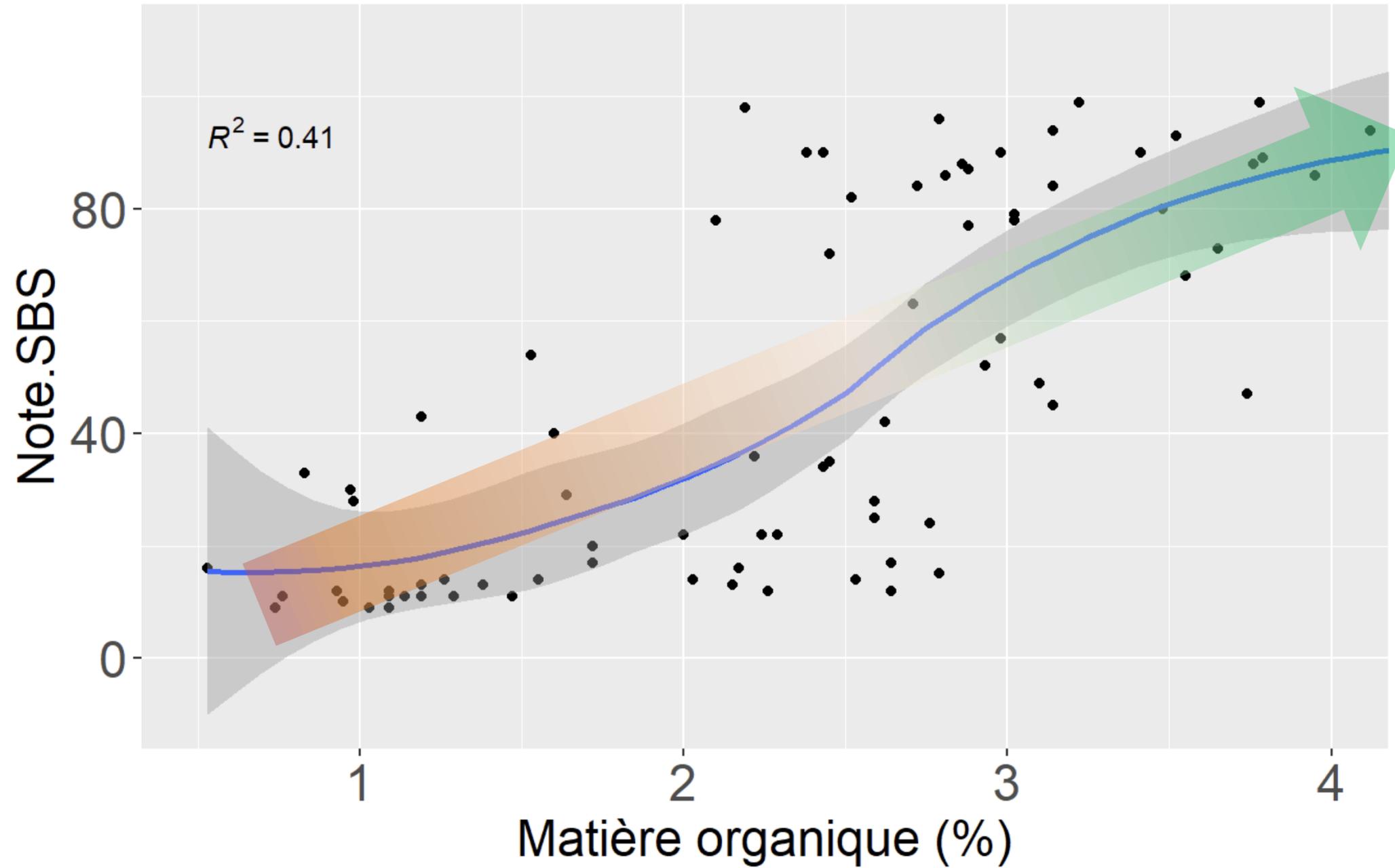
3. De la relation entre le vivant du sol et la séquestration du Carbone



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

SBS et MO

Matière organique et note SBS

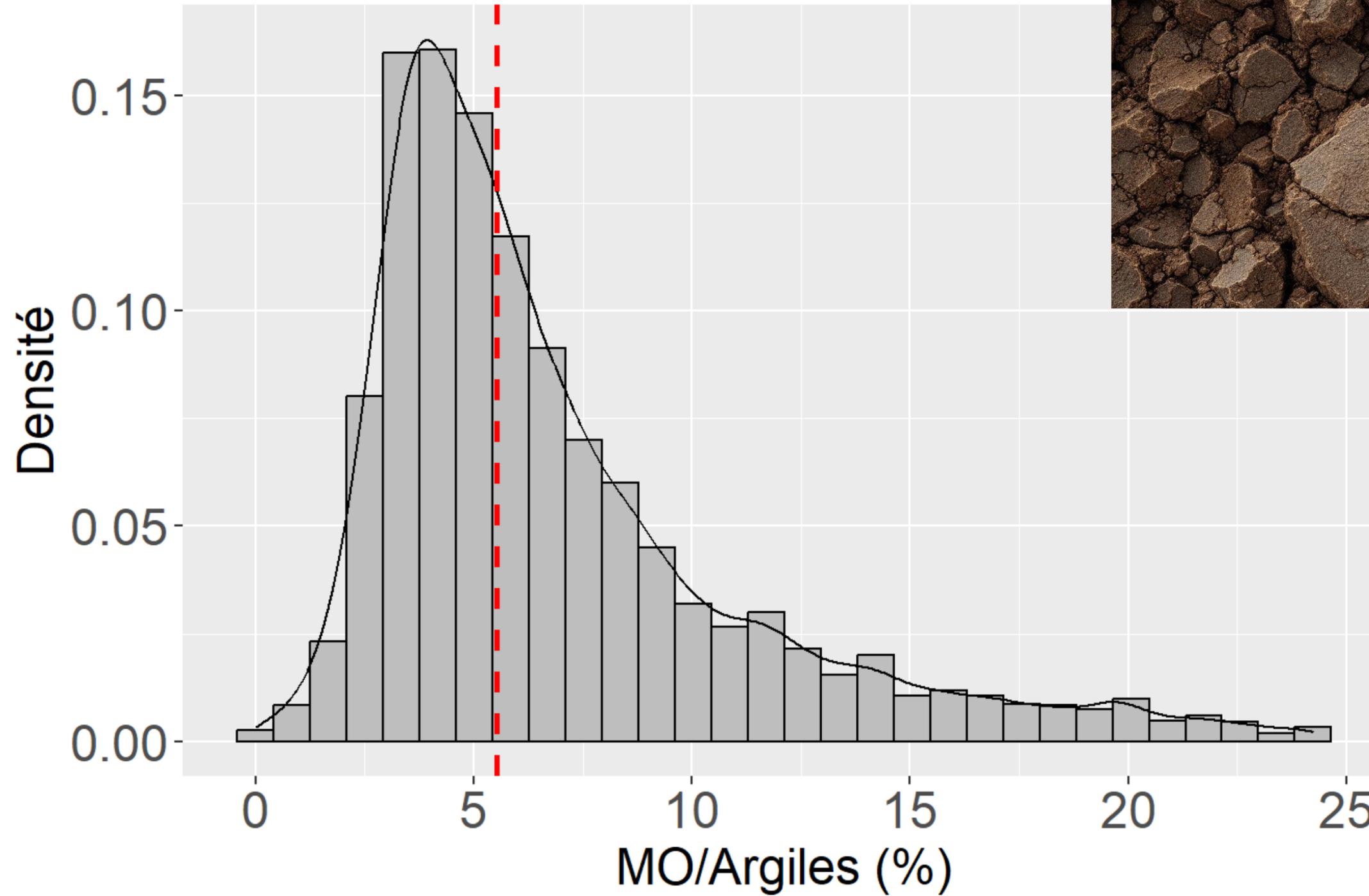


320 données ; Data SRDV/Dubernet 2023



- Note SBS x MO

LE RATIO MO / ARGILE



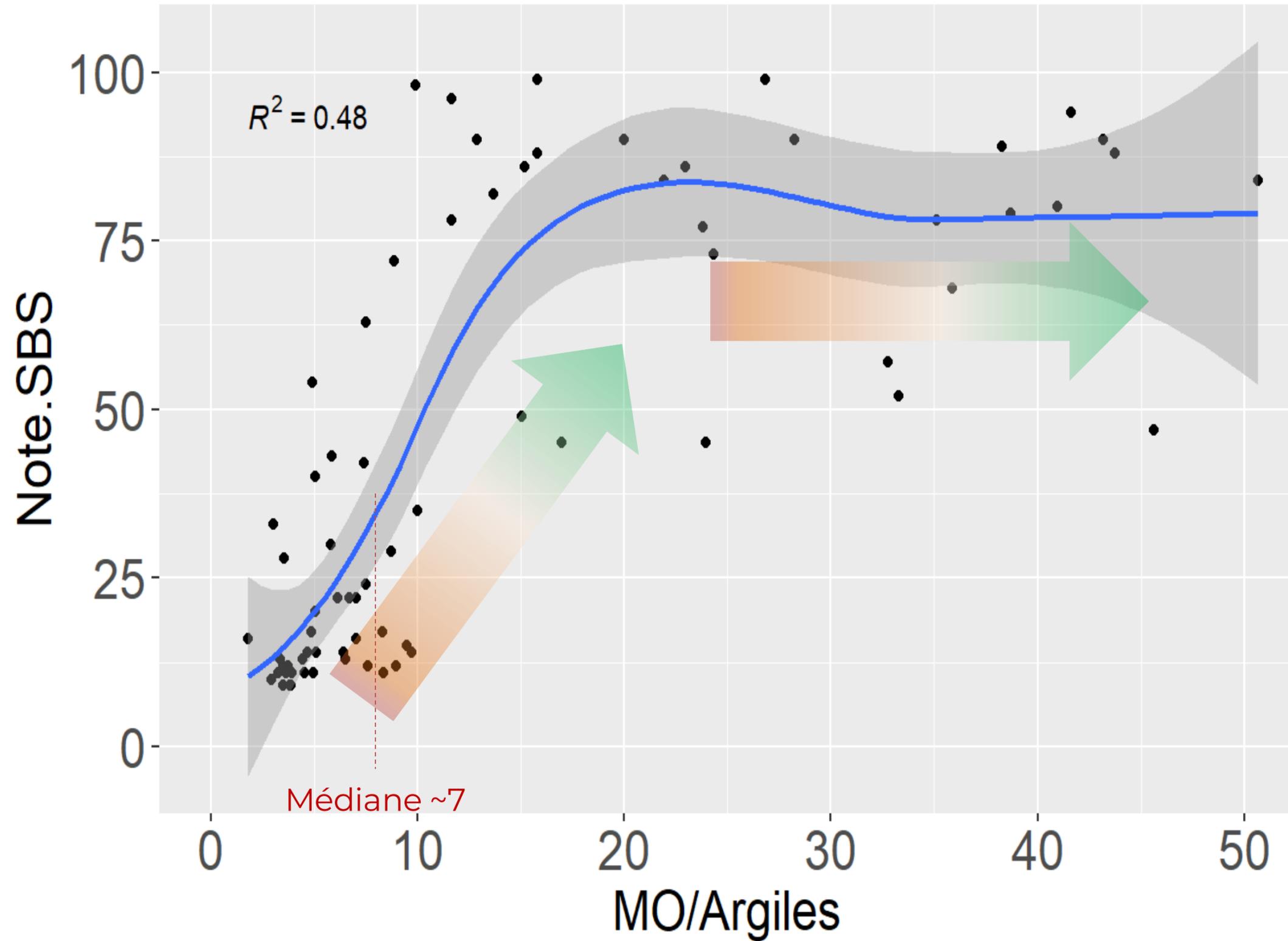
3749 données, Data SRDV/Dubernet 2023

ERRAMEA
DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

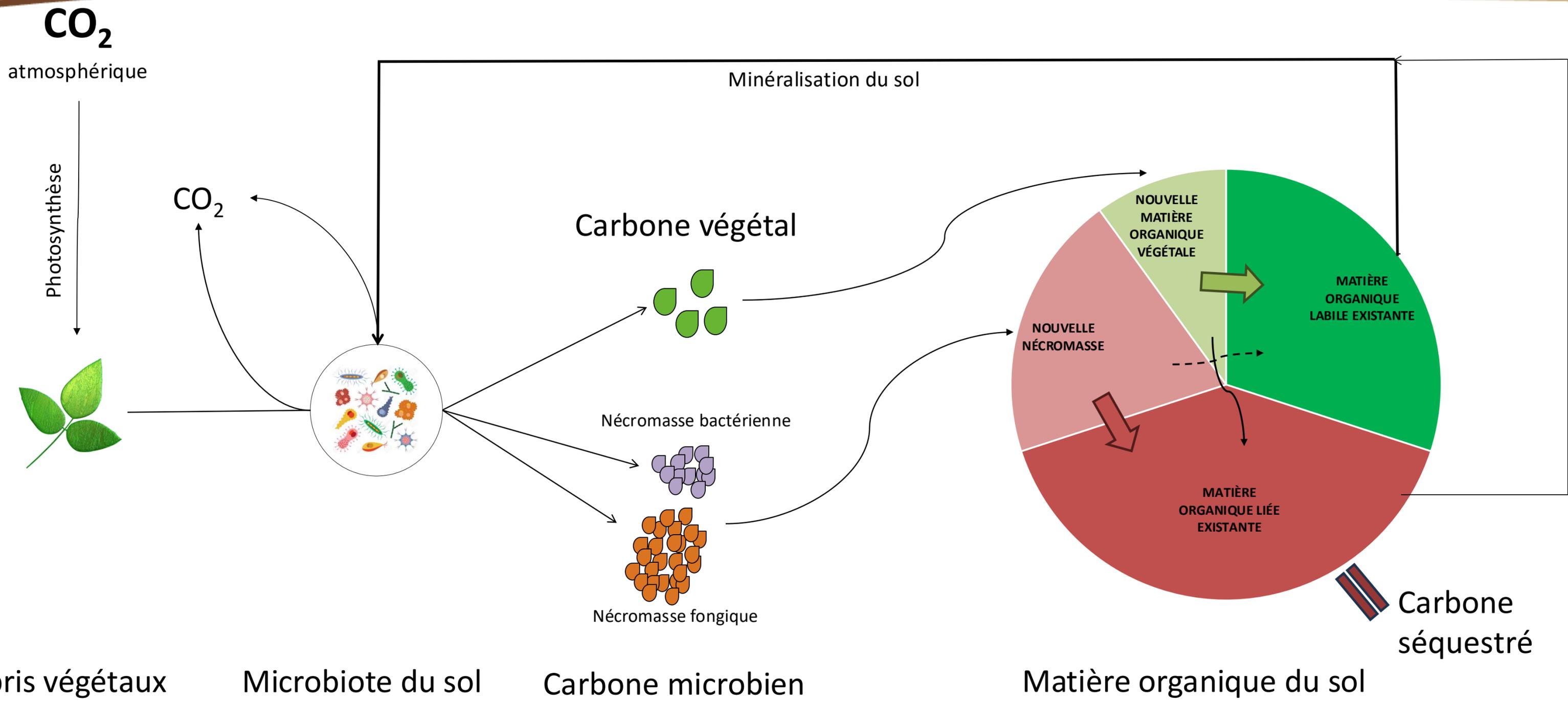


Lycée
Le 3 avril 2025

Ratio MO/Argiles et note SBS



317 données ; Data SRDV/Dubernet 2023



Débris végétaux

Microbiote du sol

Carbone microbien

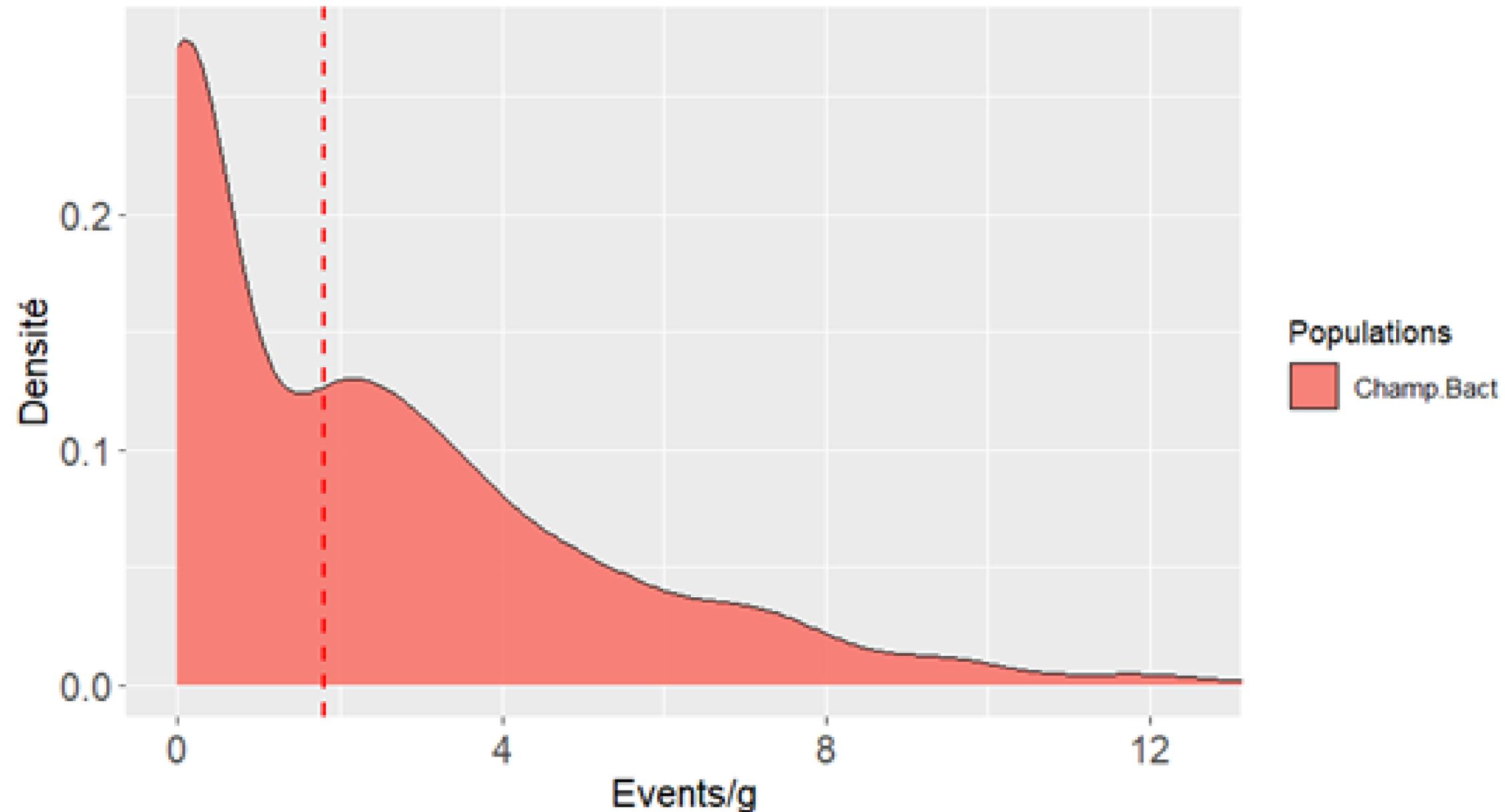
Matière organique du sol

Carbone séquestré



Bactéries et Champignons

Courbe de distribution du Ratio Champignon/Bactérie

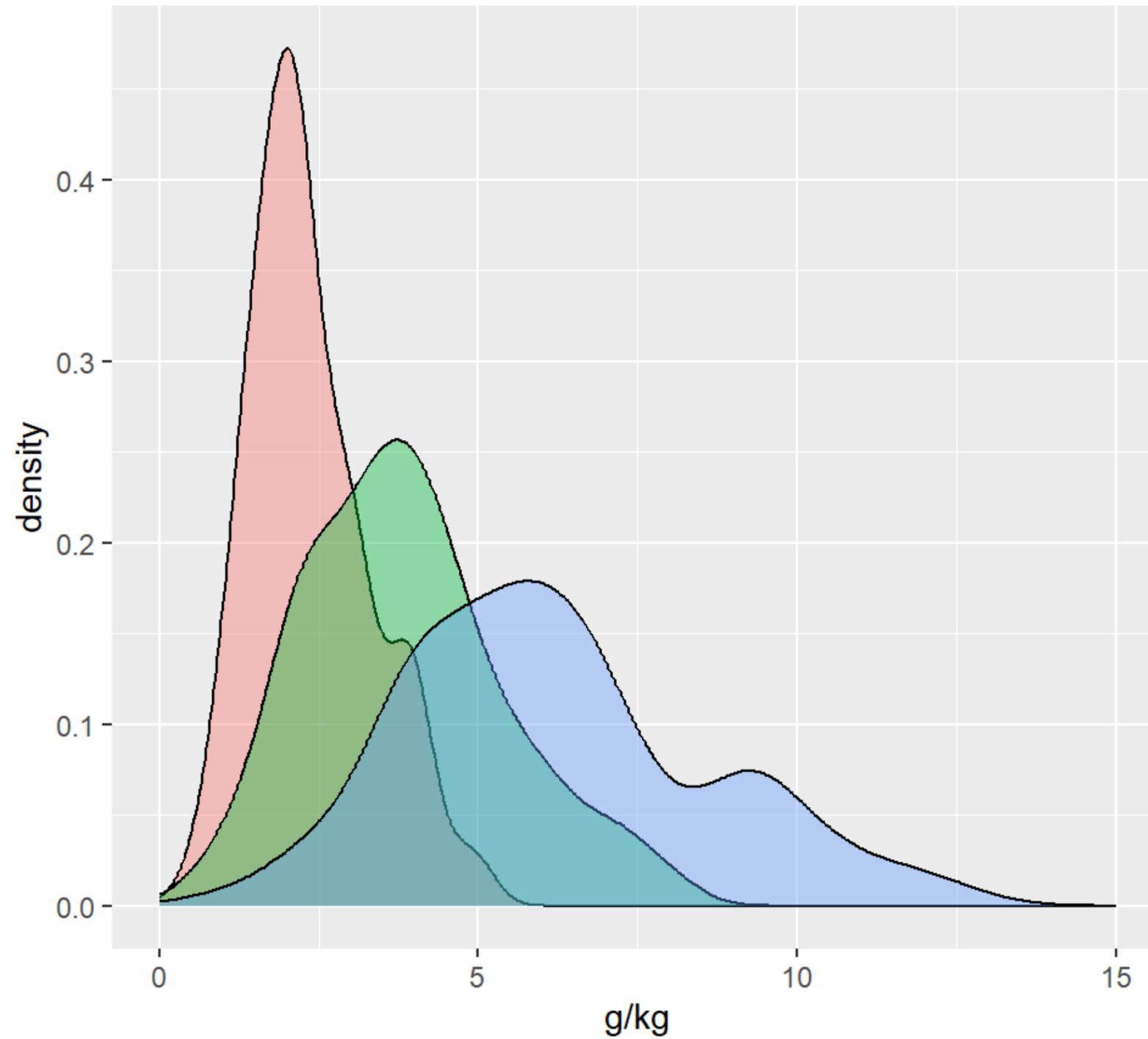


Data SRDV/Laboratoires Dubernet 2023 ; 1257 données



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

Distribution des nécromasses



Nécromasses

- NECROMASSE.BACT
- NECROMASSE.CHAMP
- NECROMASSE.TOT

Data SRDV/Laboratoires Dubernet 2023 ; 230 données

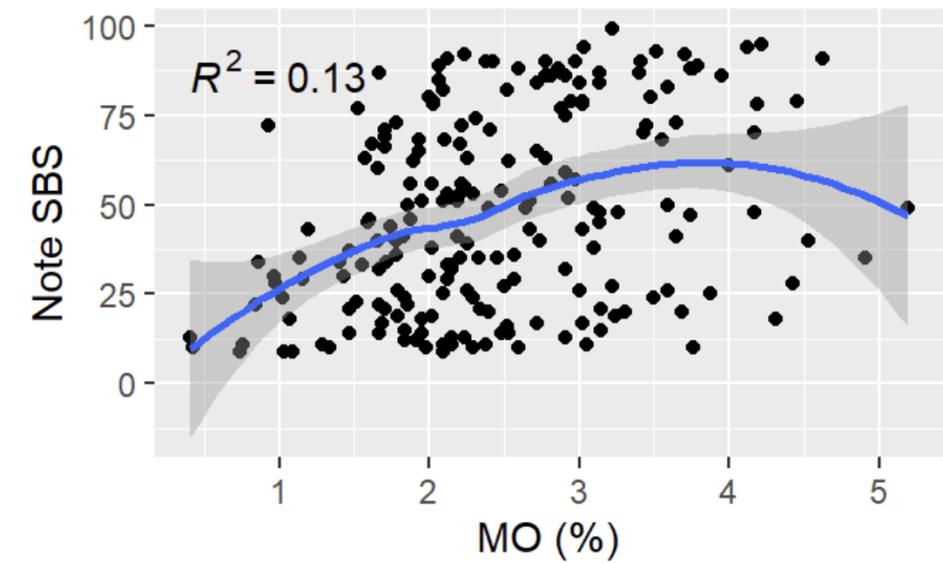
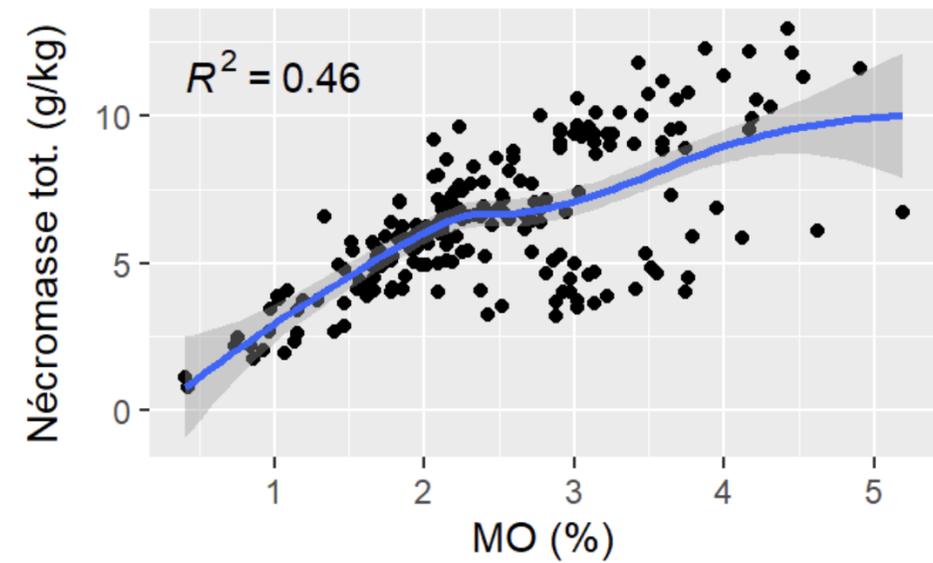
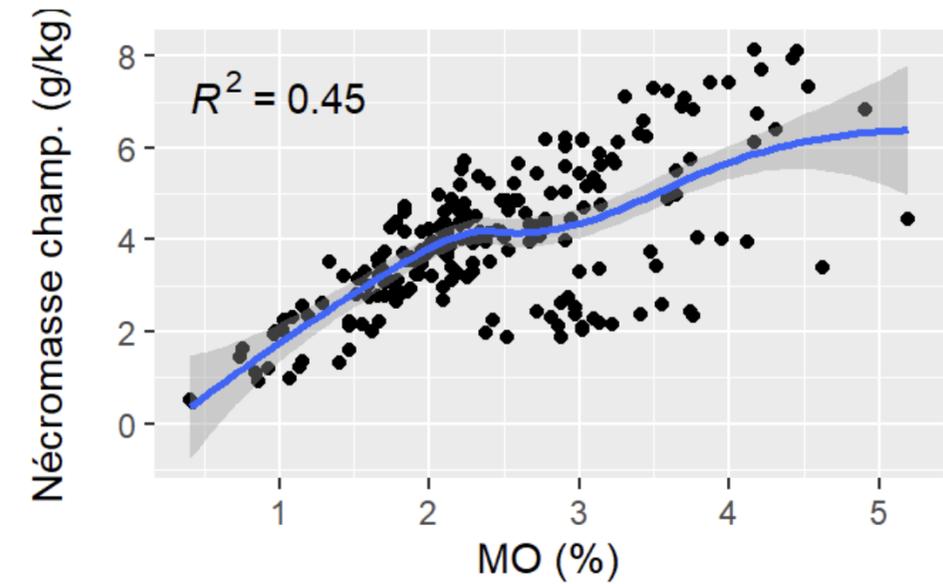
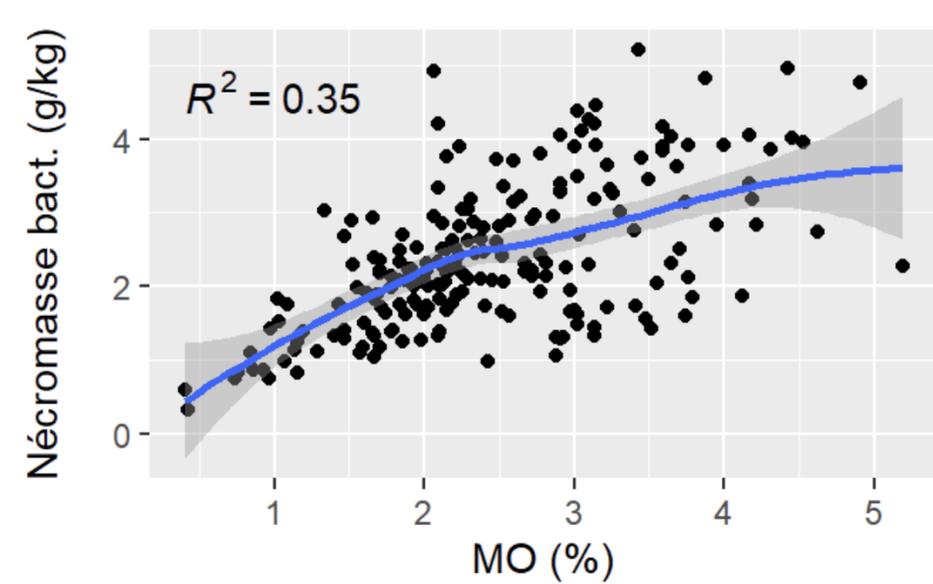


Lycée Hoche
Le 3 avril 2025



Nécromasse

- Le rôle majeur des μ org. dans la séquestration du Carbone

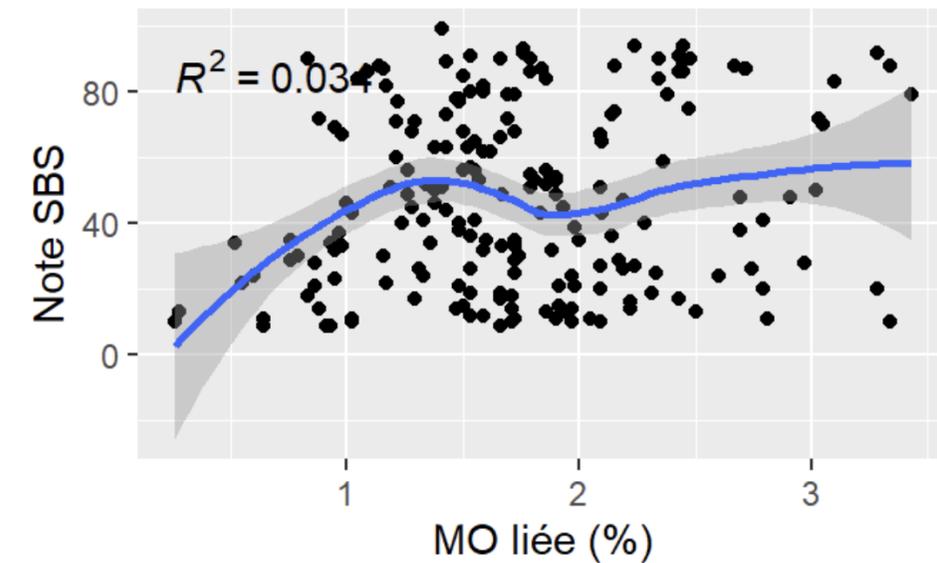
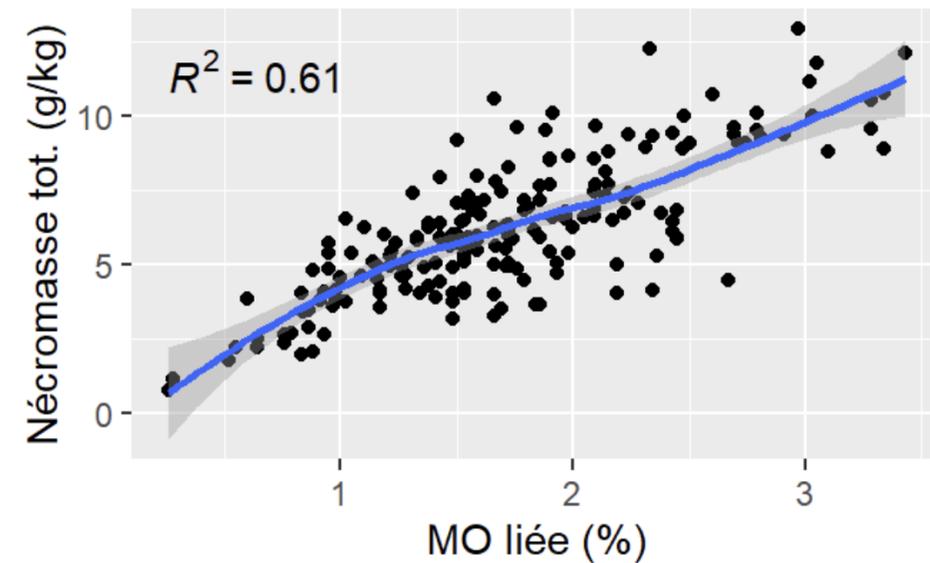
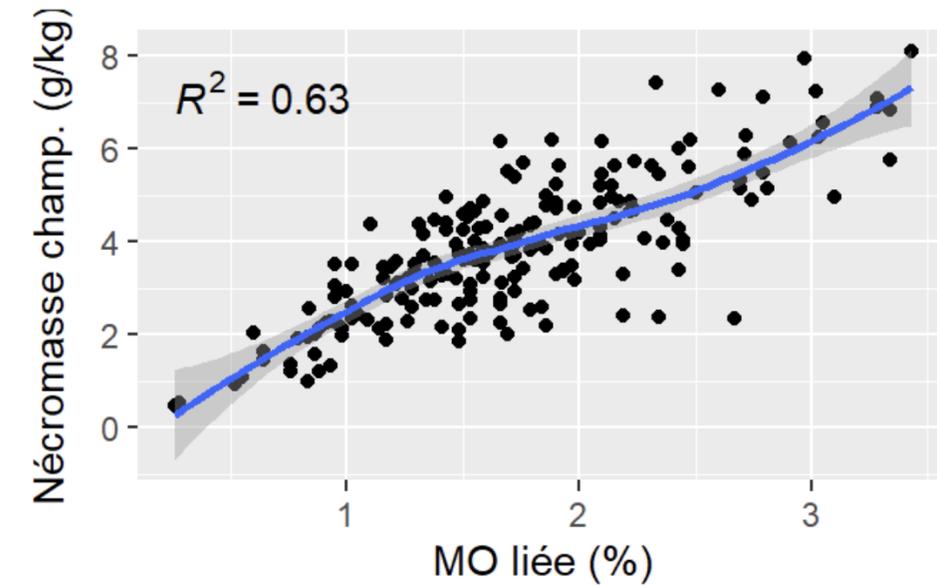
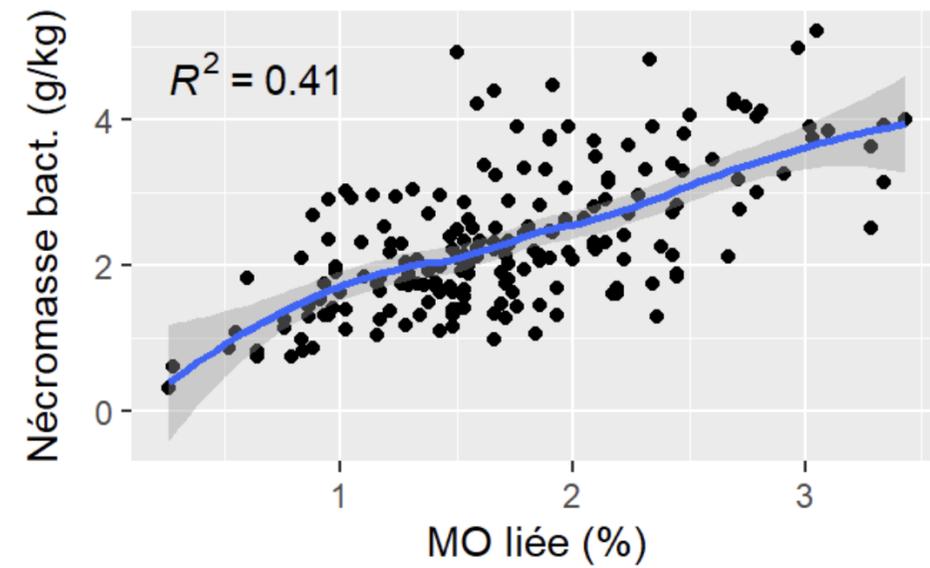


(207 données)
Data SRDV/Dubernet 2023



Nécromasse

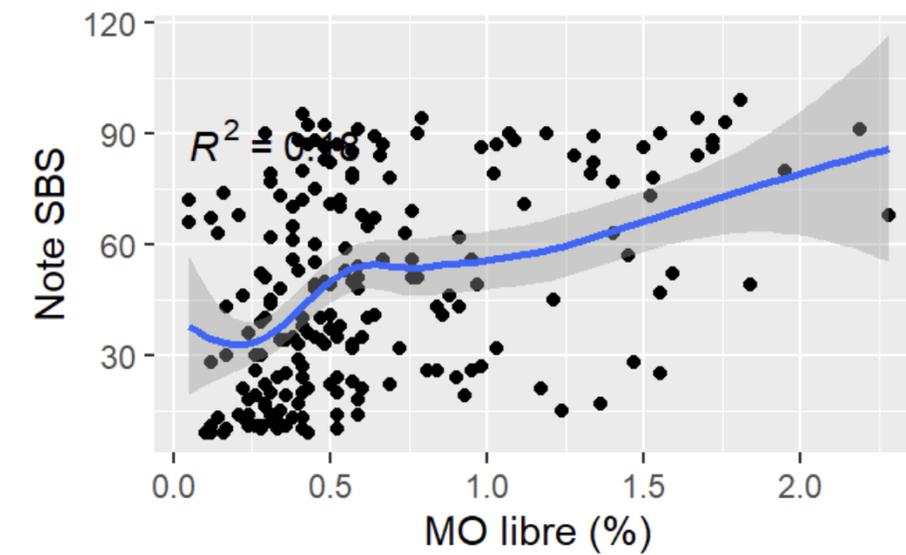
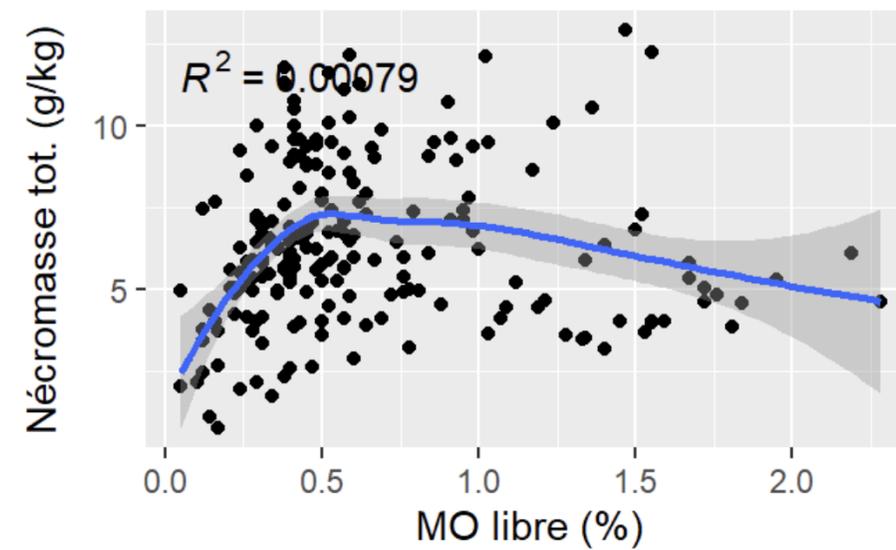
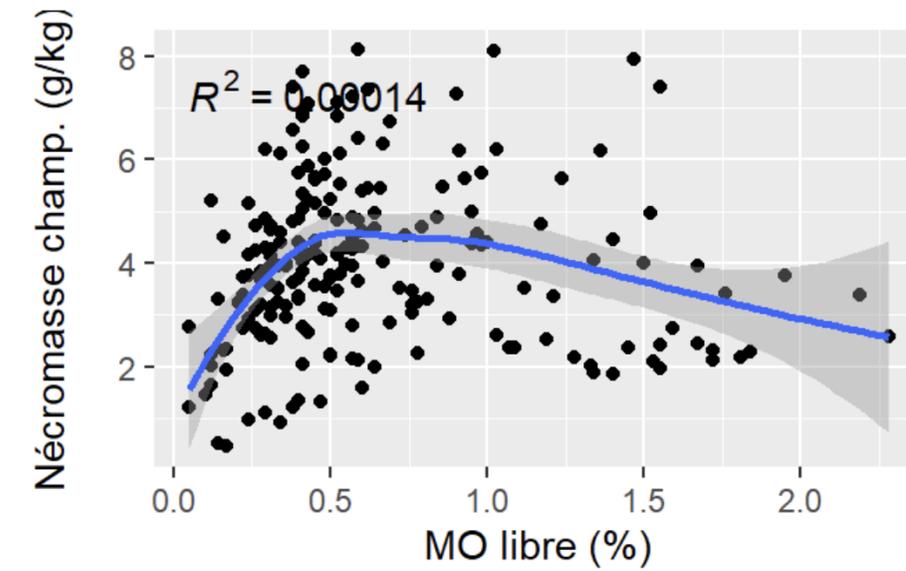
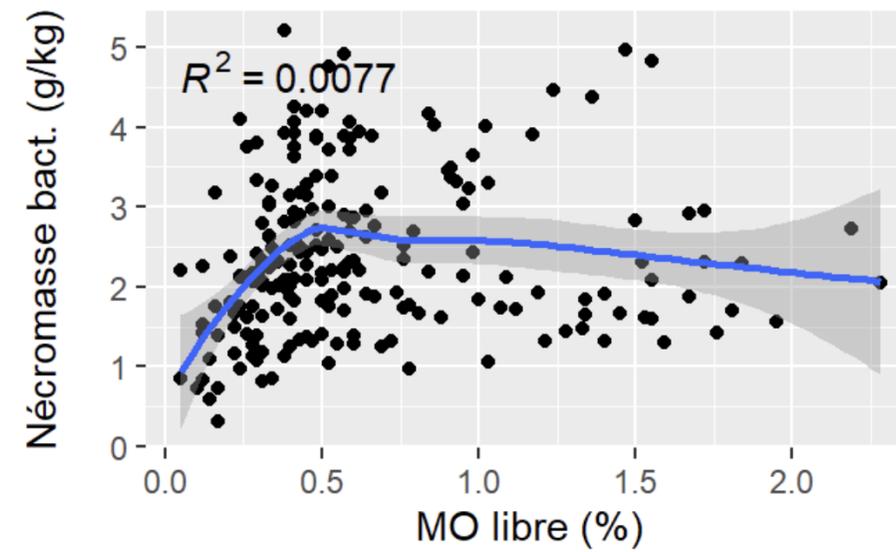
- Notamment sous sa forme stable
- Contribution à hauteur de 50 à 80% de la MO liée



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

Nécromasse

- Lien avec la MO libre



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

- Carbone / Matière organique
- Fractionnement MO
- Granulométrie
- Azote
- C/N
- Nécromasse



- Scoring HUMUS 2D

- **I-Carbone(a) (agronomique)**

- **I-Carbone(e) (environnemental)**



BONNET
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

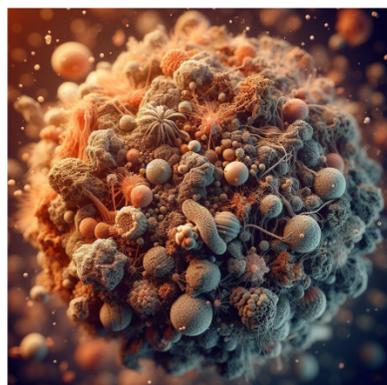


Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

Démocratiser l'information analytique par la production de critères d'interprétation facile à appréhender

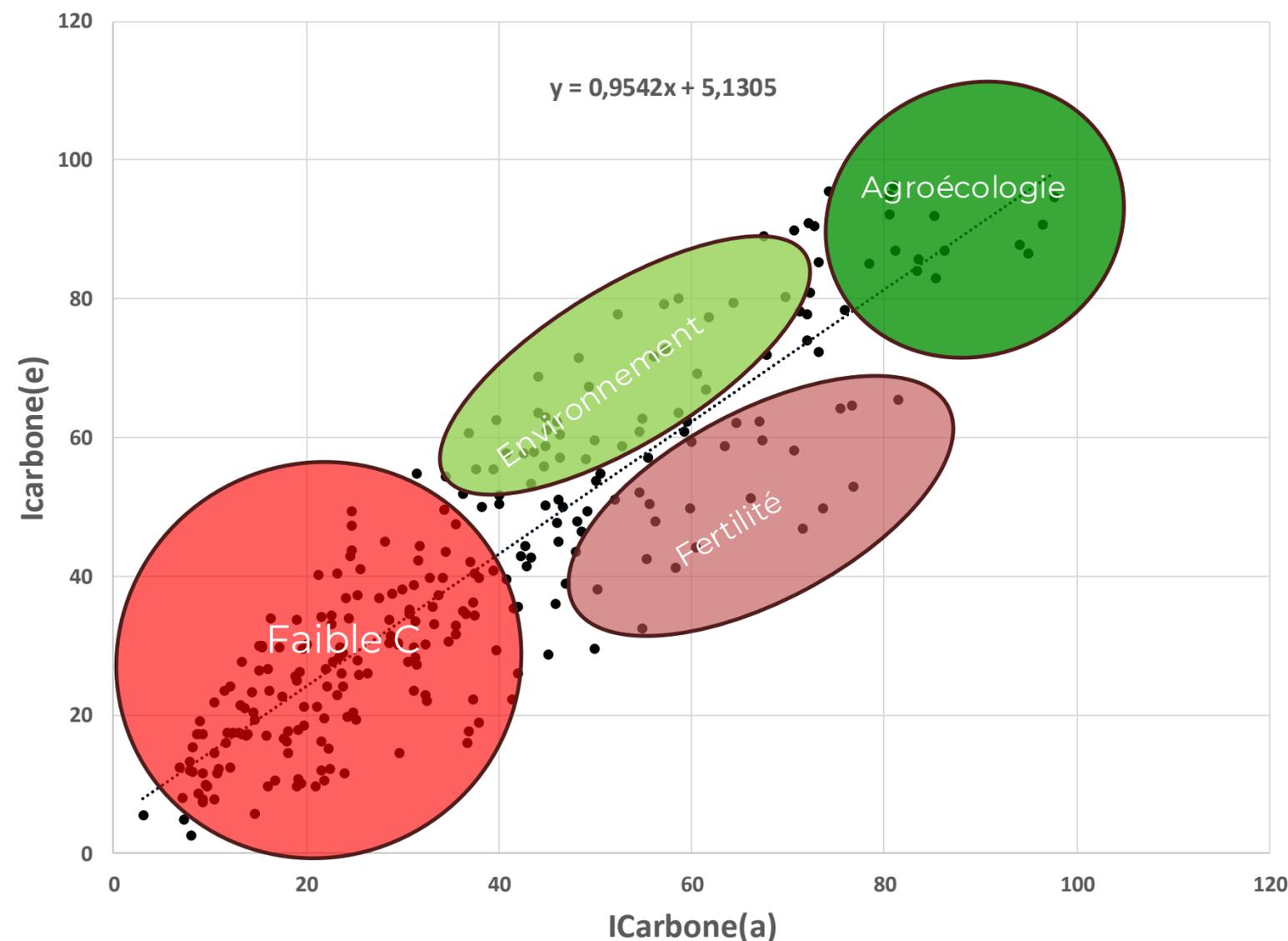


LES NOTES I-Carbone(a) et I-Carbone(e)



- Scoring HUMUS 2D

- I-Carbone(a) (agronomique)
- I-Carbone(e) (environnemental)



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

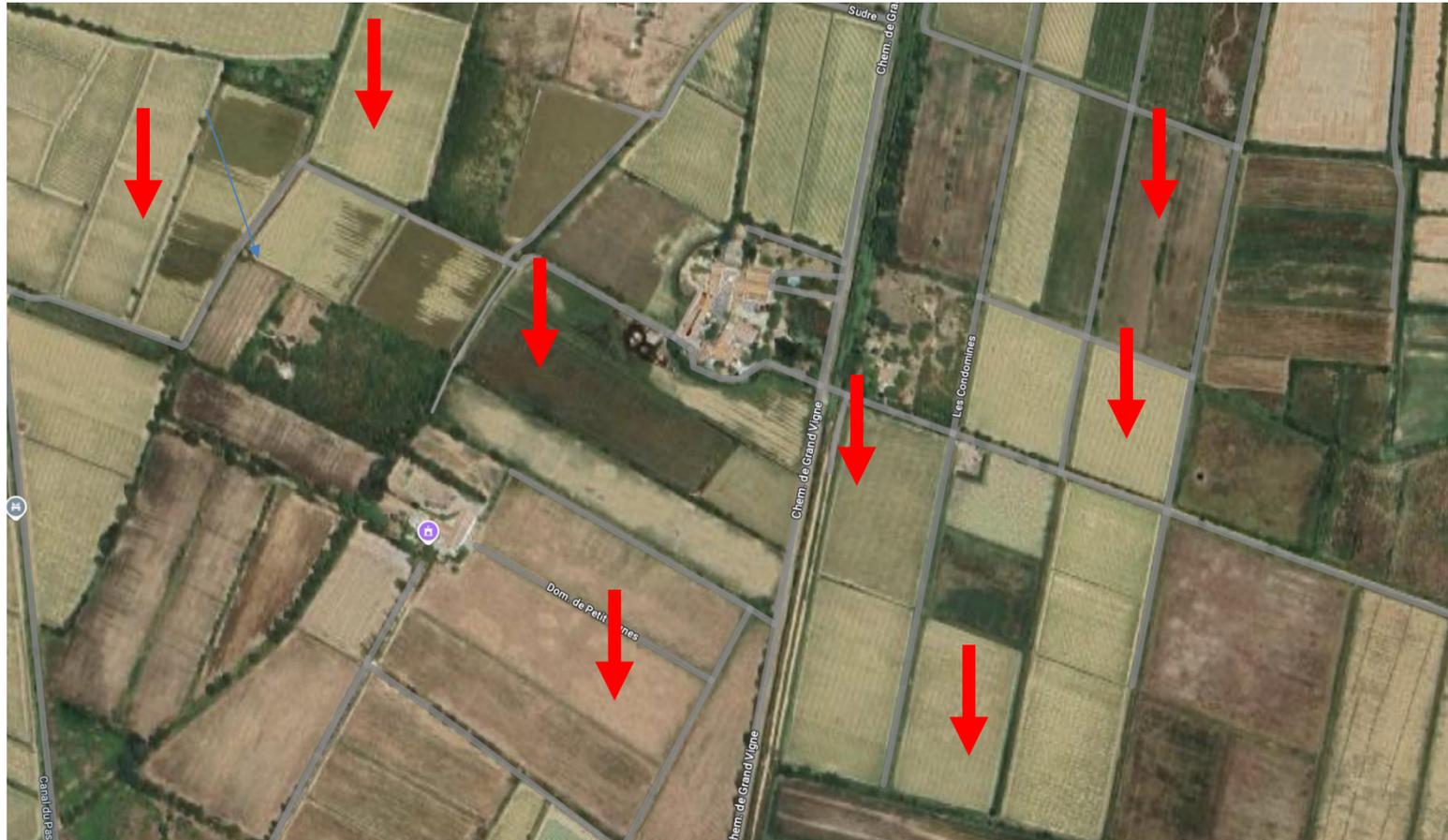
7. Mutualiser



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025



- Mutualiser les données environnementales sur un territoire



- Soit une mesure,
incertitude d'analyse = 20 %
- Sur la moyenne de 2 mesures,
incertitude d'analyse = $\frac{20\%}{\sqrt{2}}$
- Sur n mesures = $\frac{20\%}{\sqrt{n}}$



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

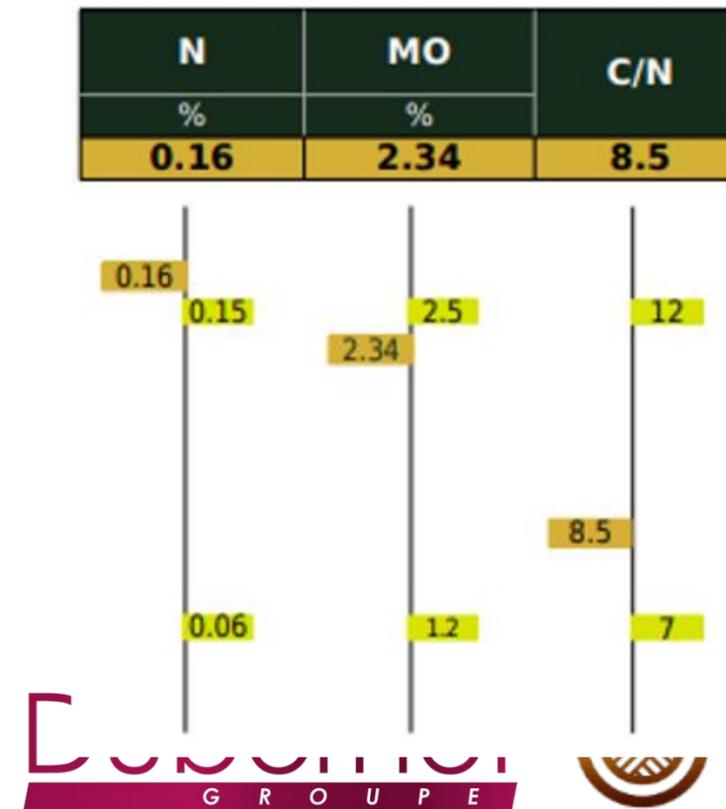
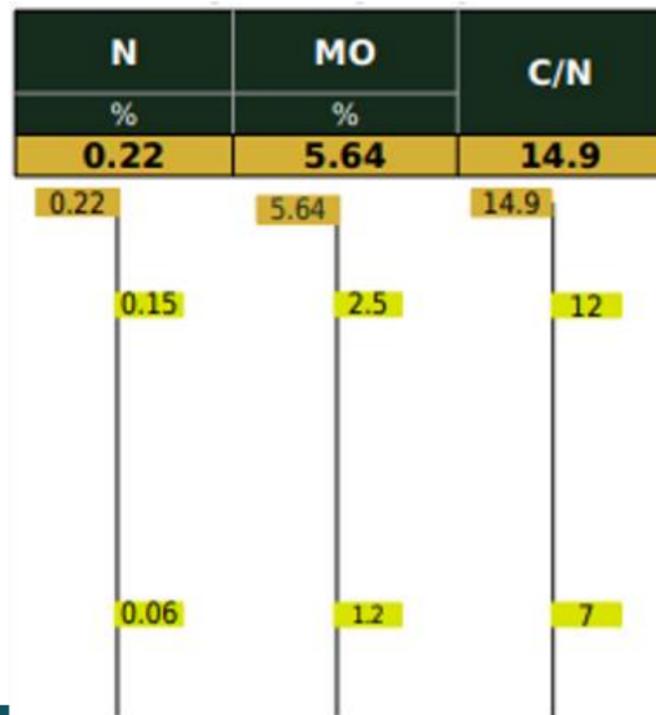
4. Résultats sur le terrain



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

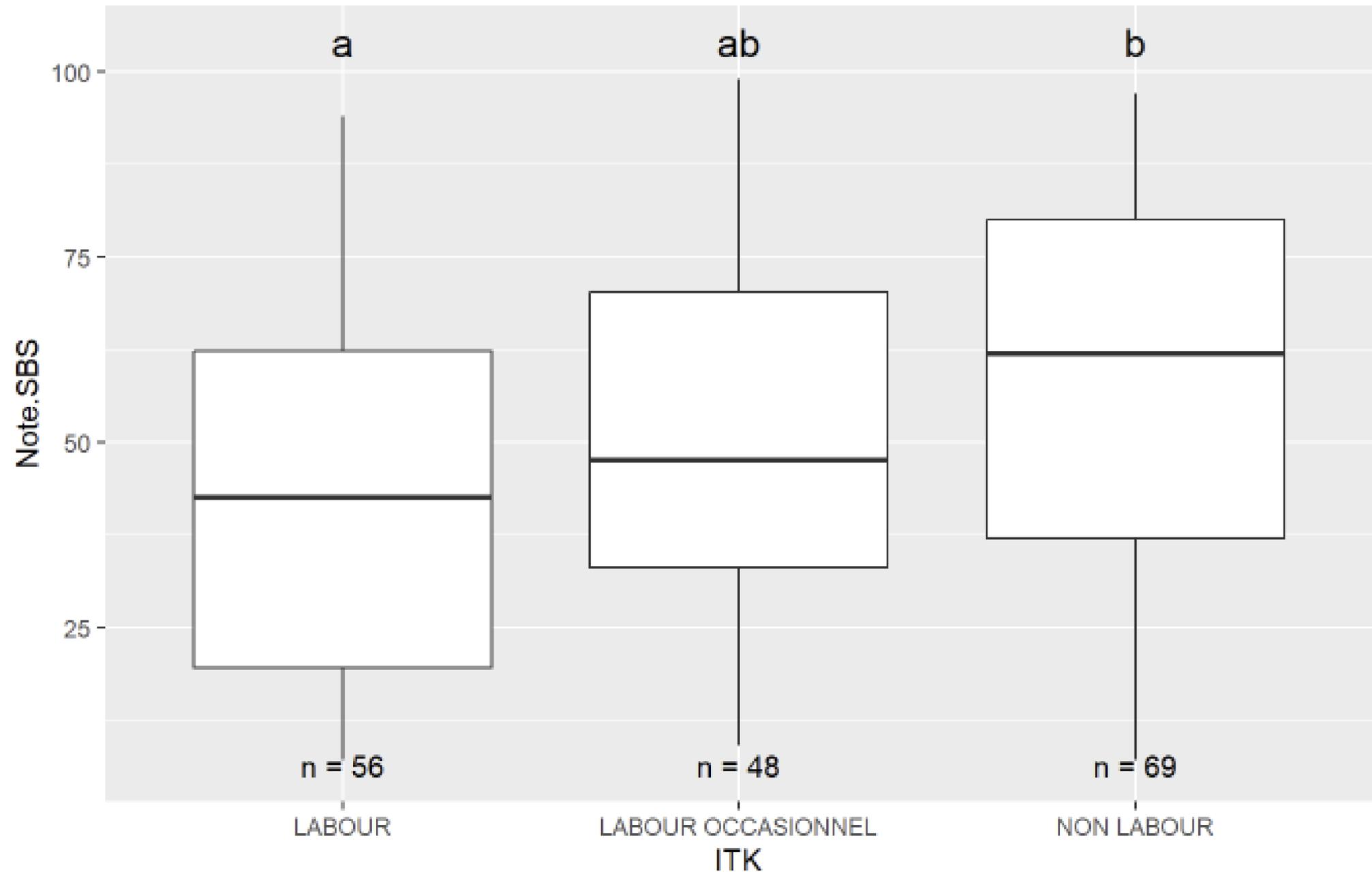


Lycée Hoche
Le 3 avril 2025



Evolution des micro-organismes en fonction du travail du sol (200 données - grande culture)

Note.SBS en fonction de ITK - selon test Kruskal Wallis post-hoc Mann-Whitney
Kruskal Wallis, $p = 0.00593023276666822$ | Normality, $p = 0.00022657134472084$



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

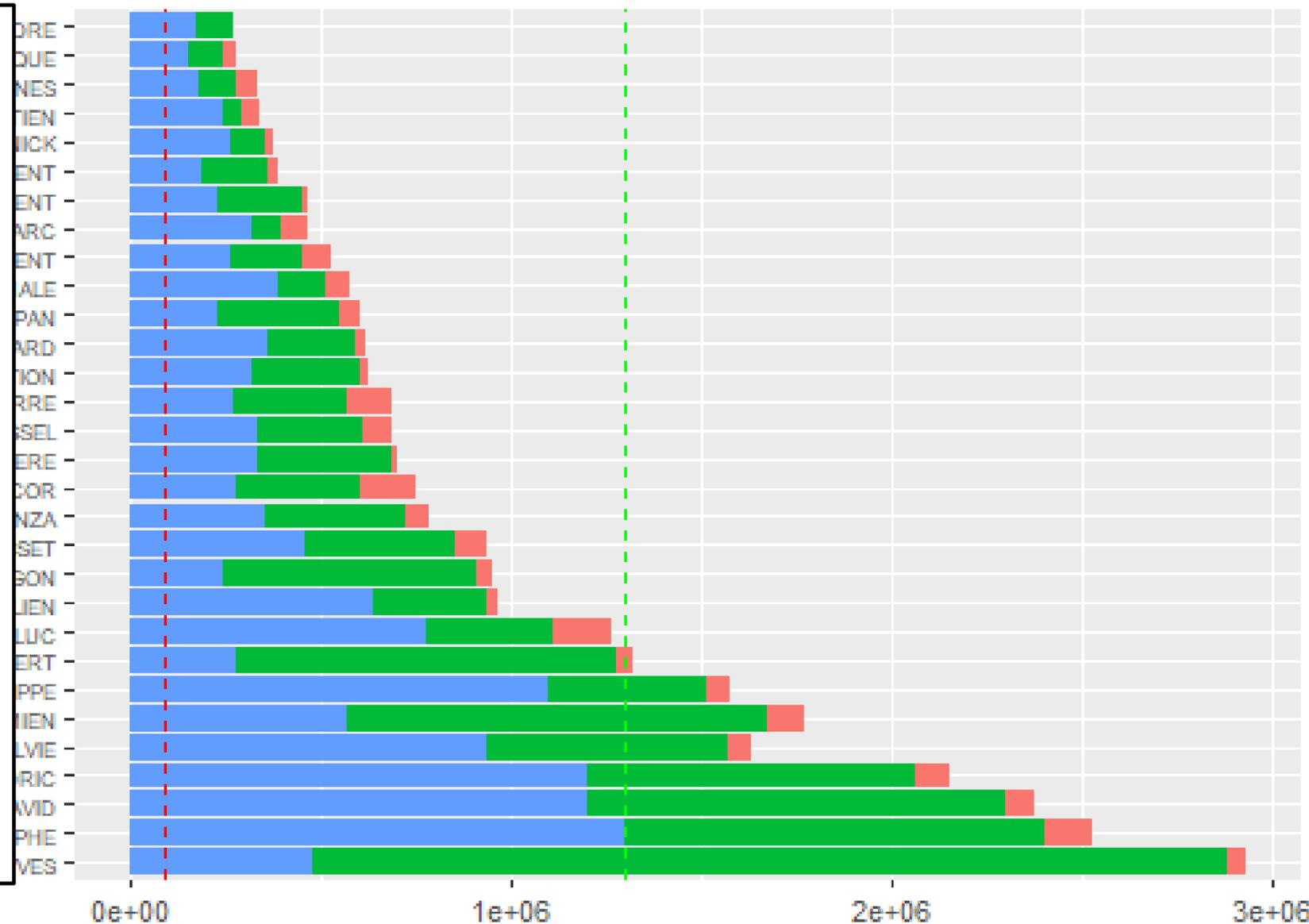
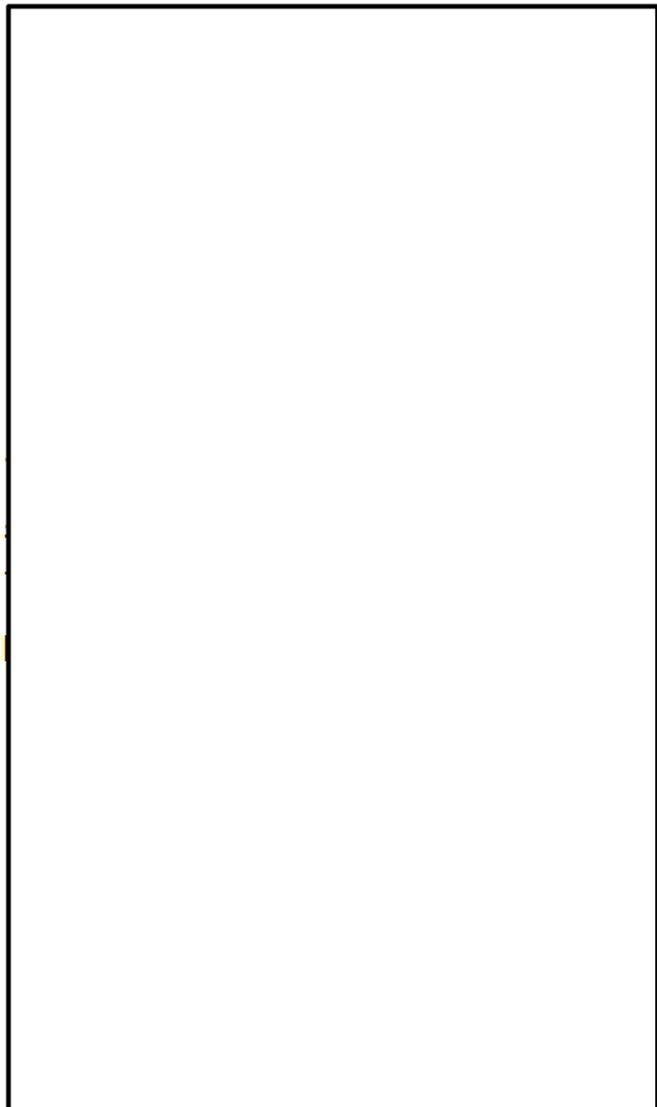
Projet Terra360 : Une grande diversité de sols

30 Parcelles

Différentes pratiques culturales



CHAMPIGNONS



Champignons MORTS W VMI

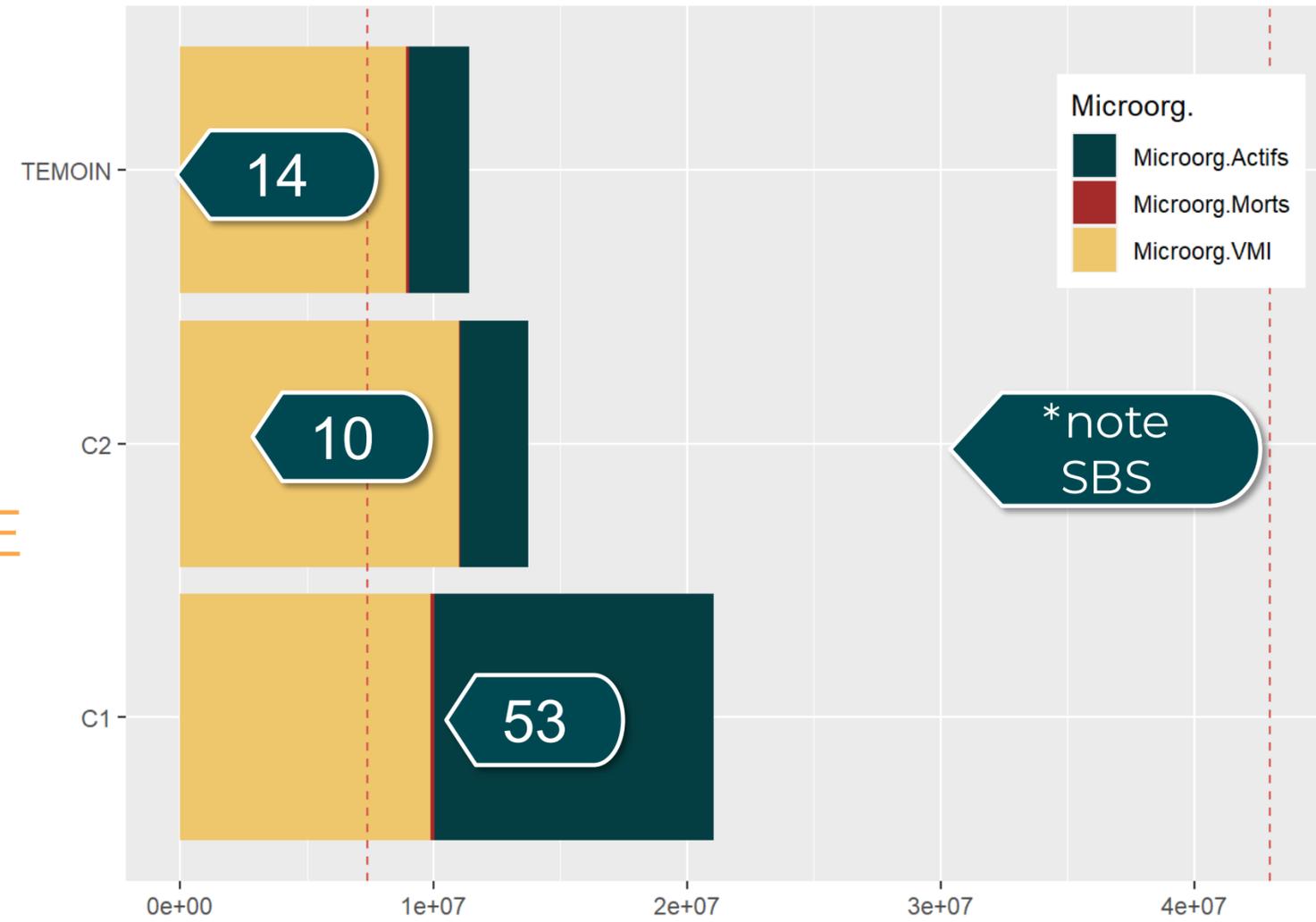


Lycée Hoche
Le 3 avril 2025



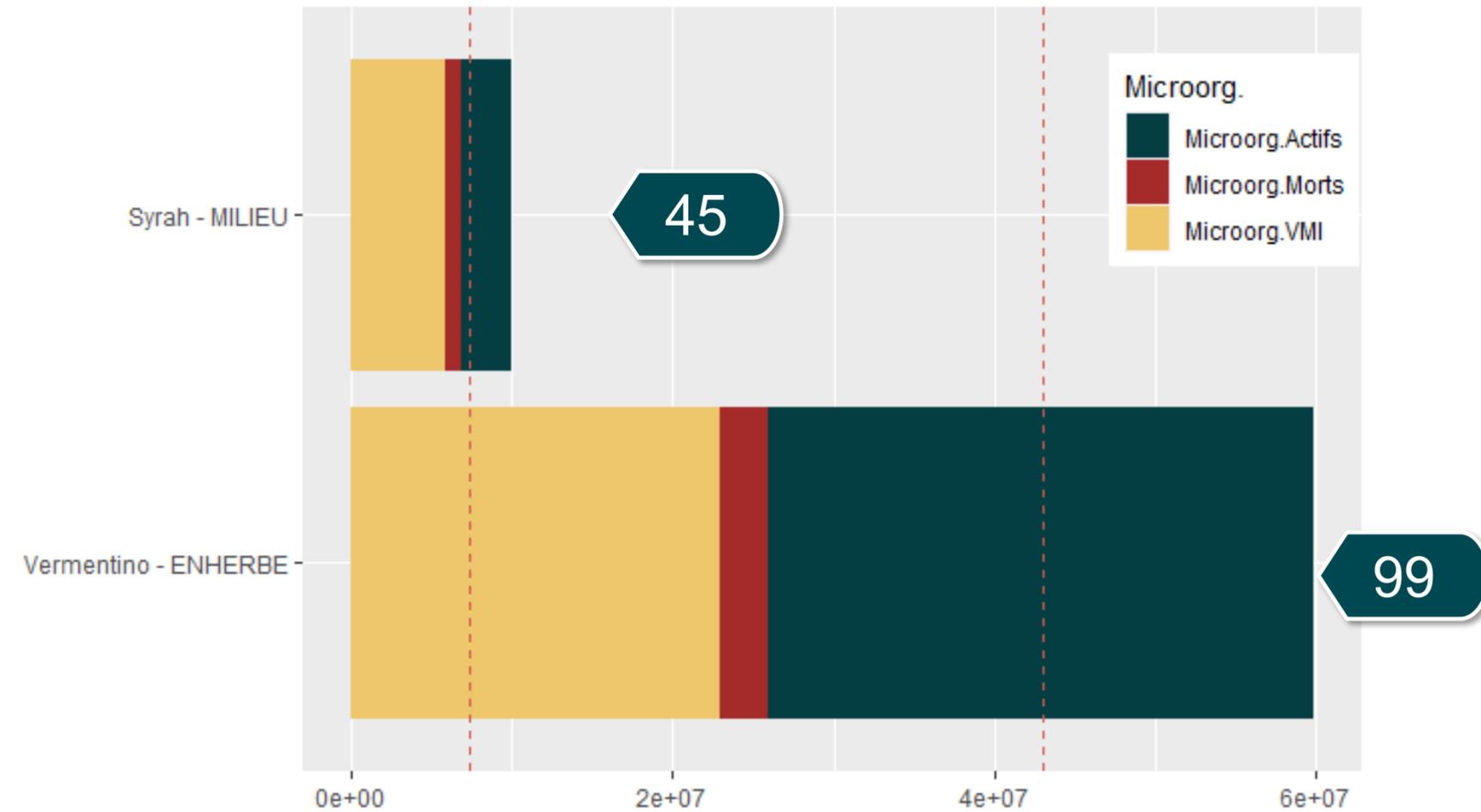


Exemple
COMPARATIF DE
2 COUVERTS
VEGETAUX



Résultats d'essais couverts

- 2 parcelles voisines
- Enherbée vs. Non enherbée

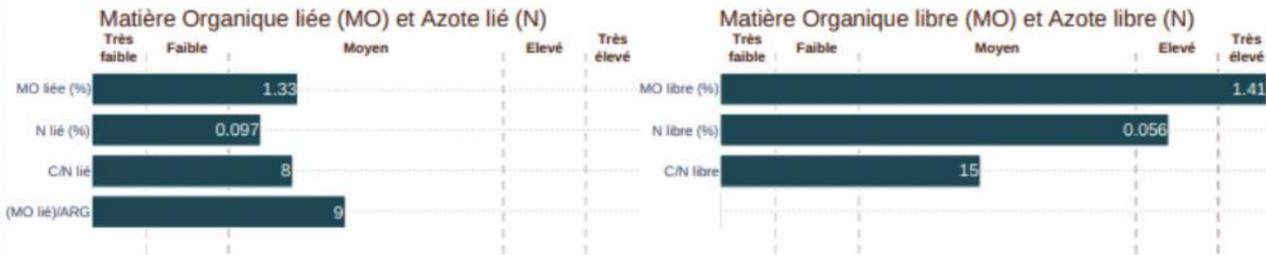


Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

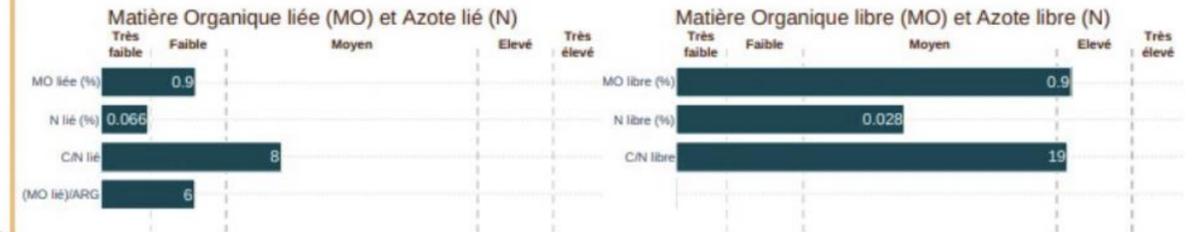
RÉSULTATS BIOLINE 2024 – PLATEFORME BEAUVOISIN

4 ANS D'ENHERBEMENT PERMANENT 1RG/2

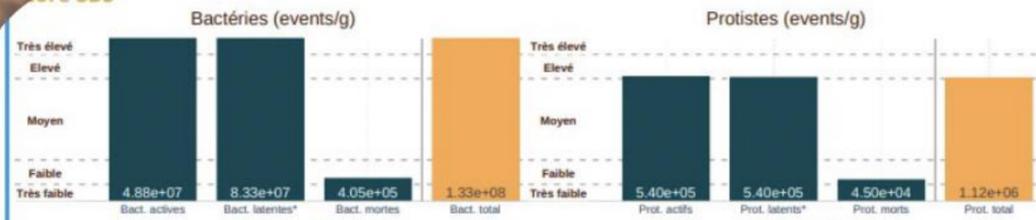
3 Etat organique du sol



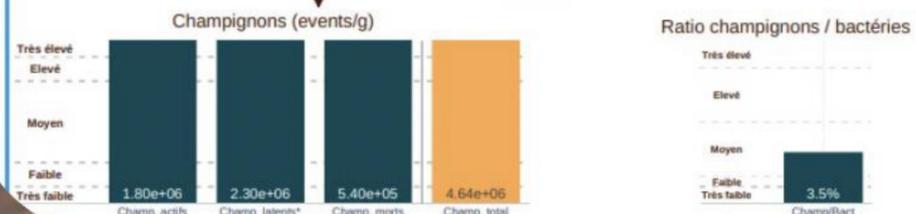
Etat organique du sol



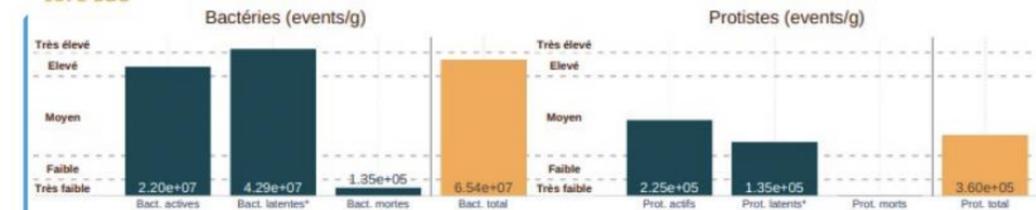
Score SBS



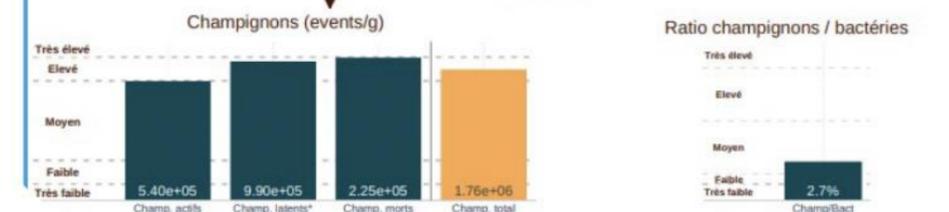
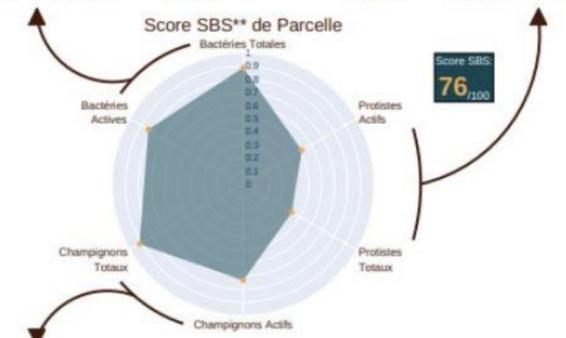
Score SBS** de Parcelle



Score SBS

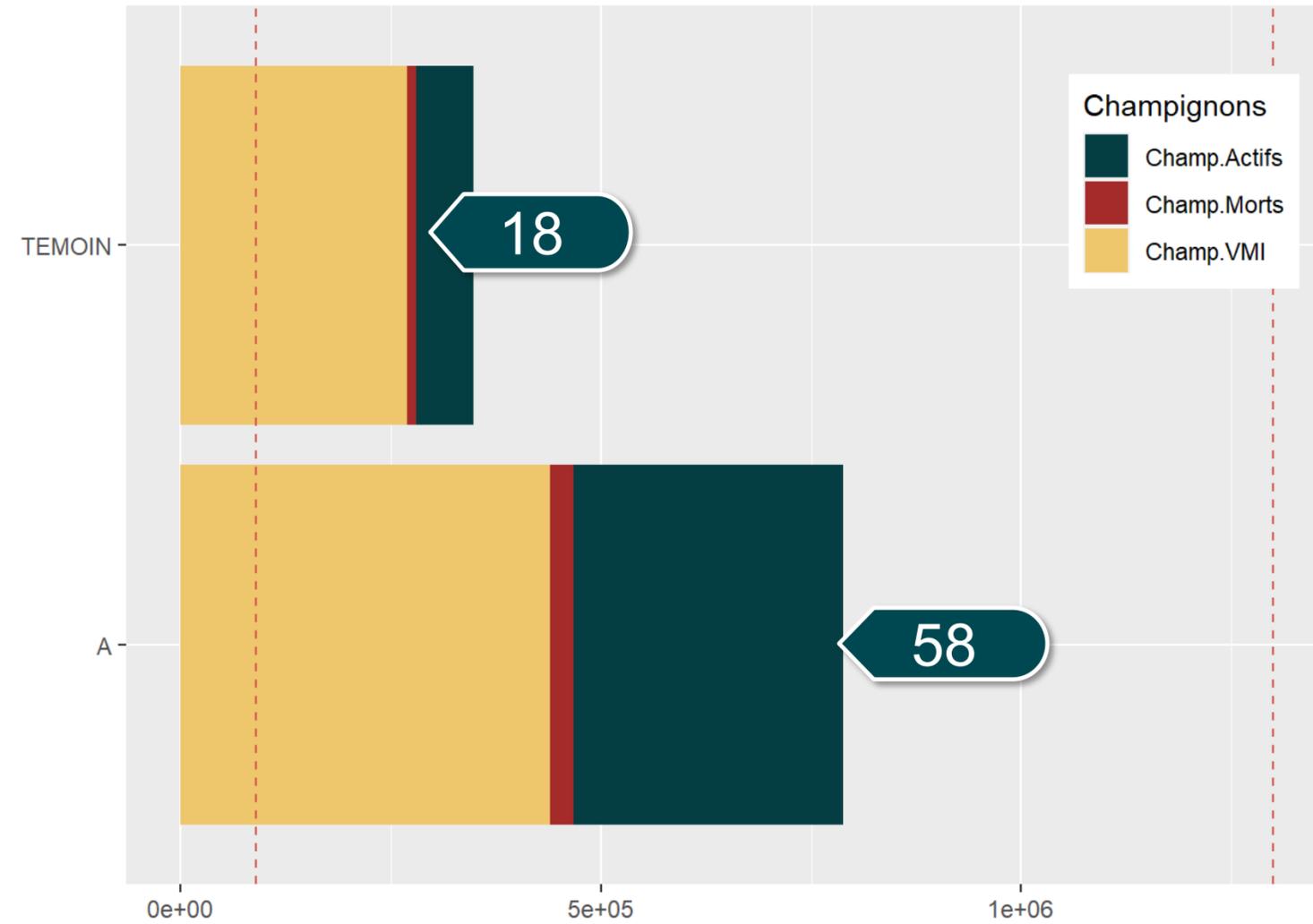


Score SBS** de Parcelle



Essais 2025 : fertilisation du couvert

BIOSTIMULATION



*note SBS

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

TERRAMEA
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

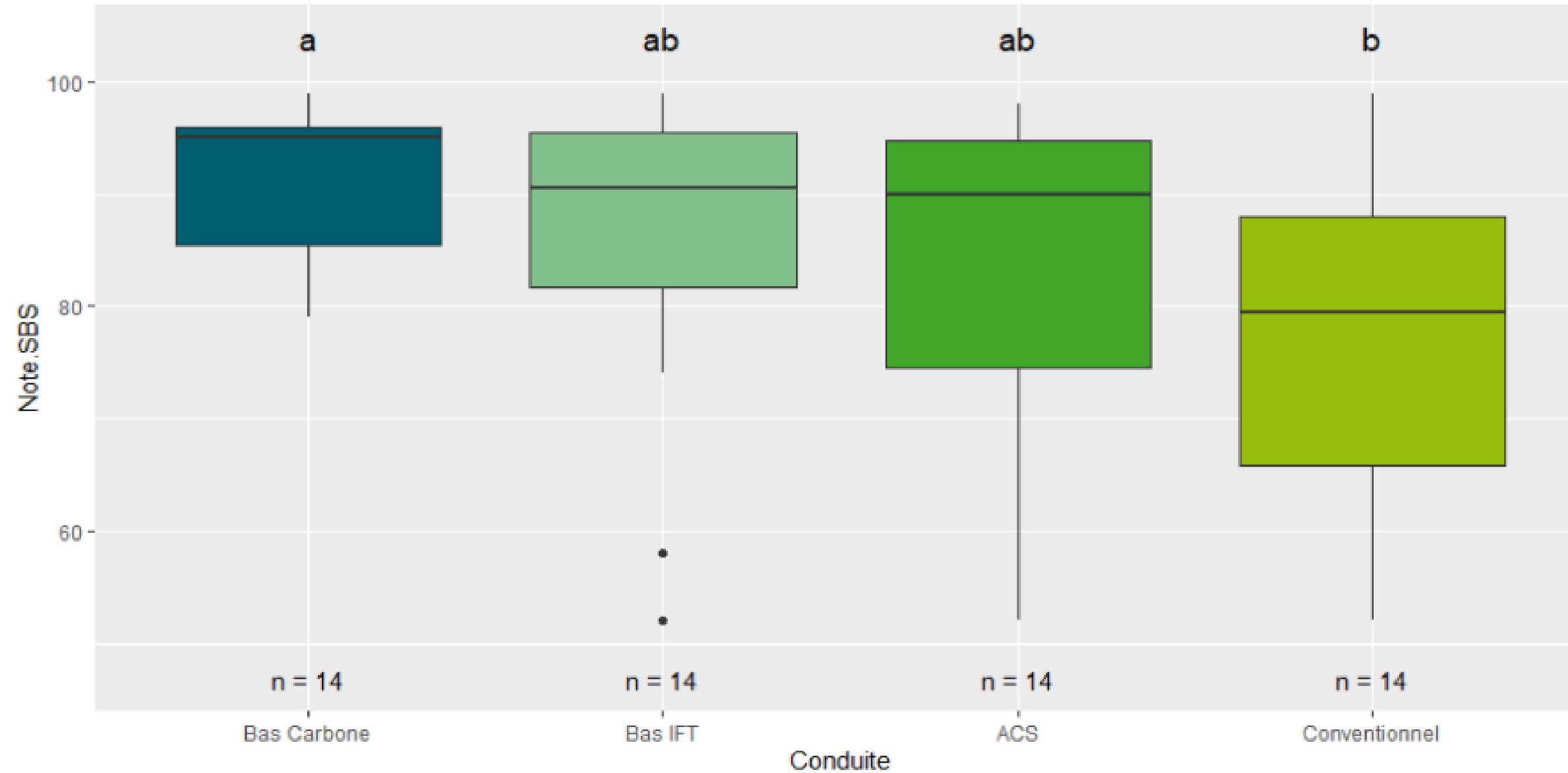


Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

NOTE SBS PAR MODE DE CONDUITE

Note.SBS en fonction de Conduite - selon test Kruskal Wallis post-hoc Mann-Whitney

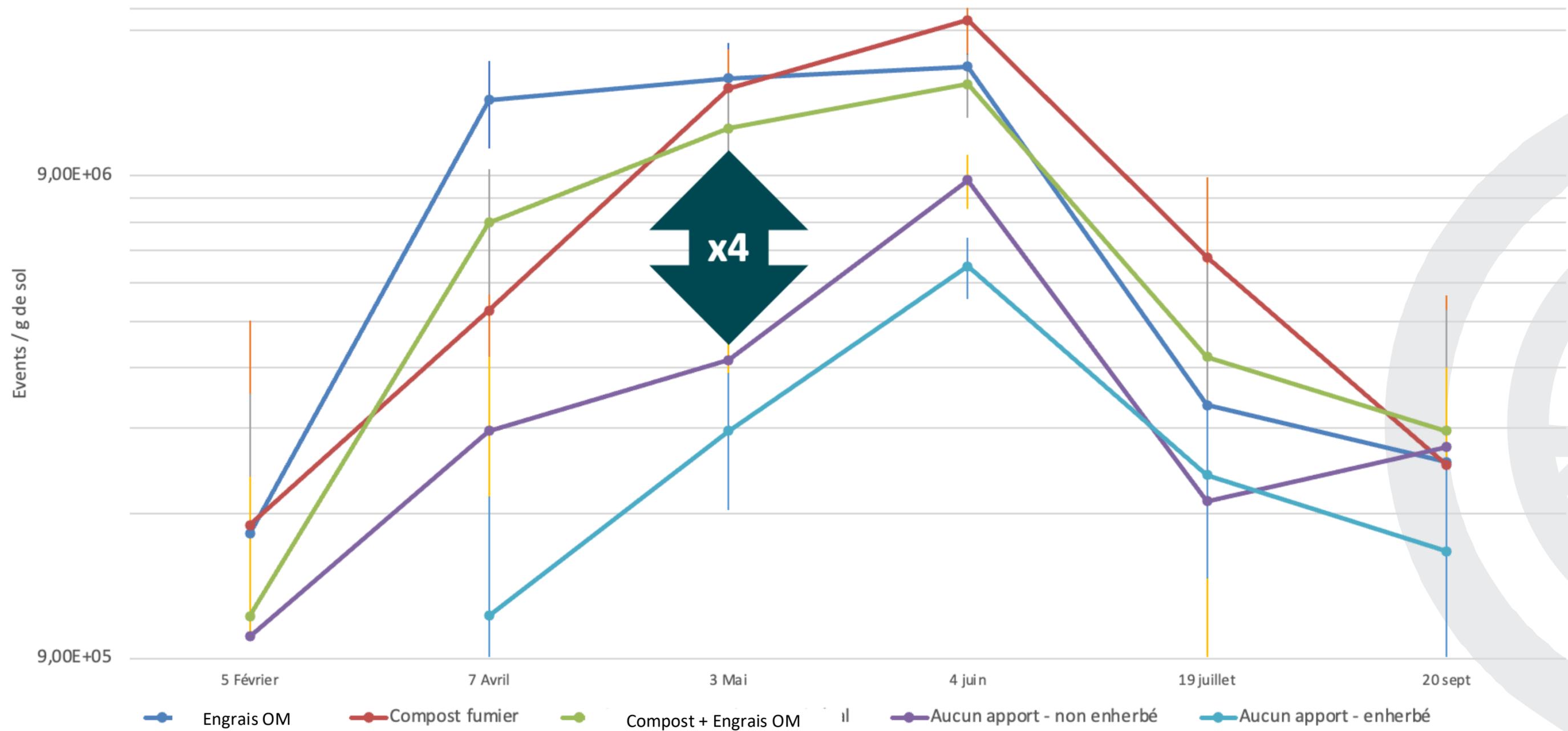
Kruskal Wallis, $p = 0.0475950694612204$ | Normality, $p = 1.087088331036e-05$



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

Fertilisation

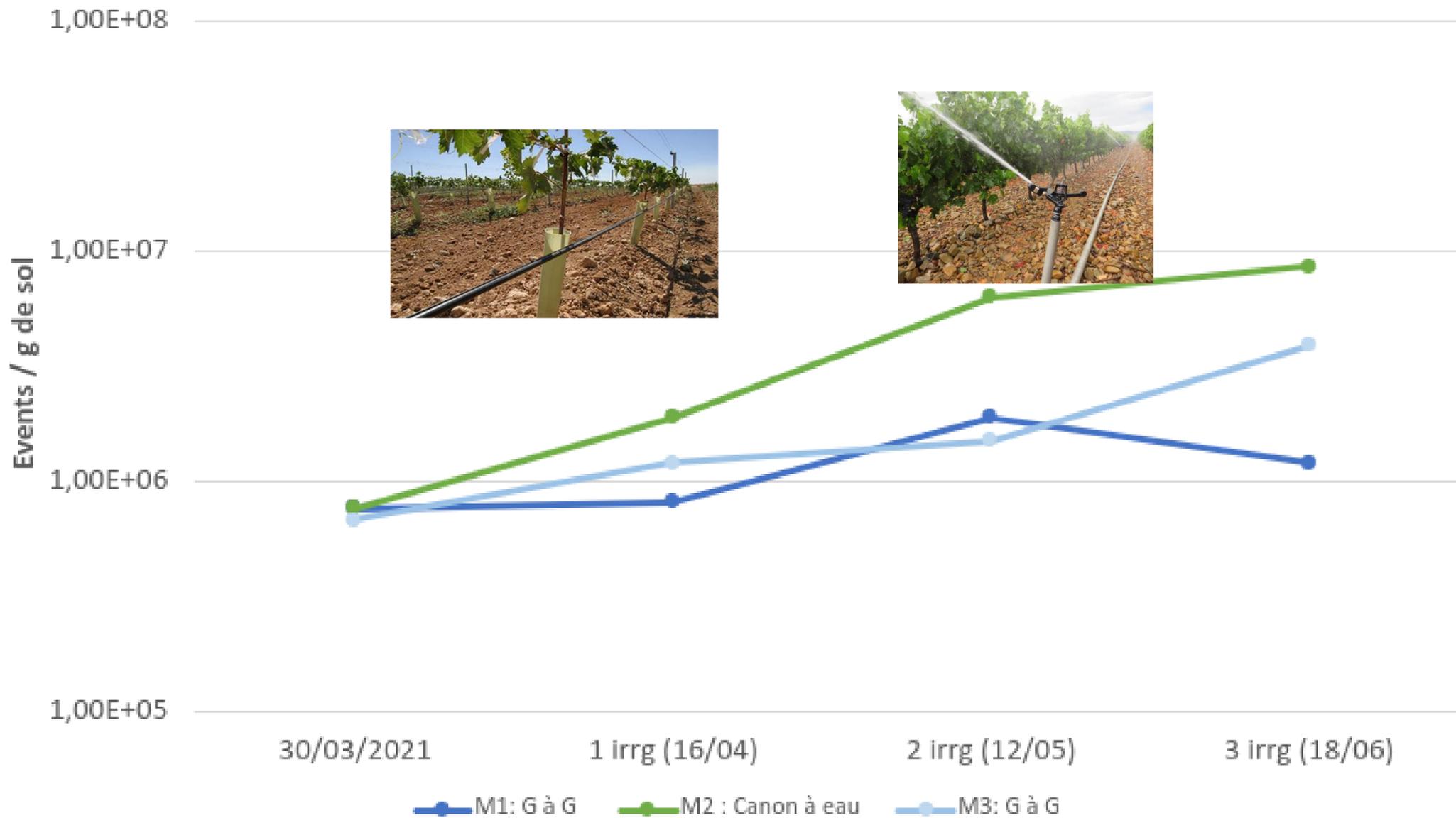
Evolution mensuelle de la population Vivante Vitale



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

Essais d'irrigation

Dynamique de la population Vivante Active après chaque tour d'irrigation



Modalités	H %	Date
M1: G à G	8,8%	30/03/2021
M2 : Canon	10,0%	
M3: G à G	7,9%	
M1: G à G	10,3%	1ère Irrigation 16/04/2021
M2 : Canon	11,7%	
M3: G à G	10,4%	
M1: G à G	10,2%	2ème irrigation 12/05/2021
M2 : Canon	12,3%	
M3: G à G	8,8%	
M1: G à G	7,9%	3ème irrigation 18/06/2021
M2 : Canon	10,9%	
M3: G à G	8,4%	



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

5. Agir



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



- Nourrir l'humanité
- Stocker du carbone
- Services environnementaux
 - Végétaliser
 - Faire pleuvoir
 - Soutenir la biodiversité
 - Hydrologie durable
 - Combattre l'érosion et les inondations
 - Etc...



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



Le vivant des sols se situe au carrefour de ces interactions

Eau

Structure physico-chimique des sols

Pratiques agricoles



Biodiversité et services environnementaux

Fertilité

Qualité des productions agricoles - VIN



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



1/ L'Agro-écologie nécessite une approche environnementale globale qui accueille les interactions complexes des écosystèmes

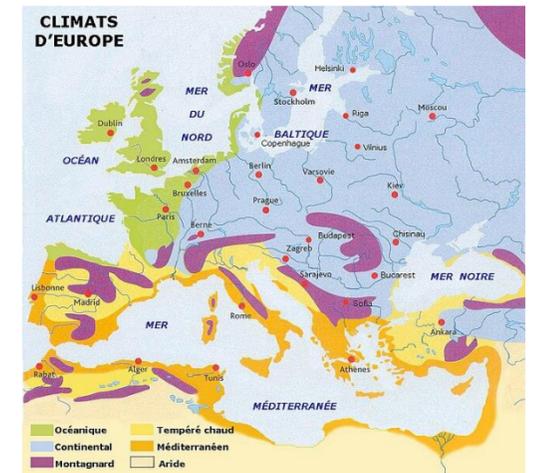



Restaurer les cours d'eau, leur fonctionnement naturel et la biodiversité
[En savoir plus](#)



En zone en cours d'aridification, gestion eau / sols combinée. Réglementation européenne mal adaptée.

Nécessité légitime de développer une notion de territoire d'exception



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

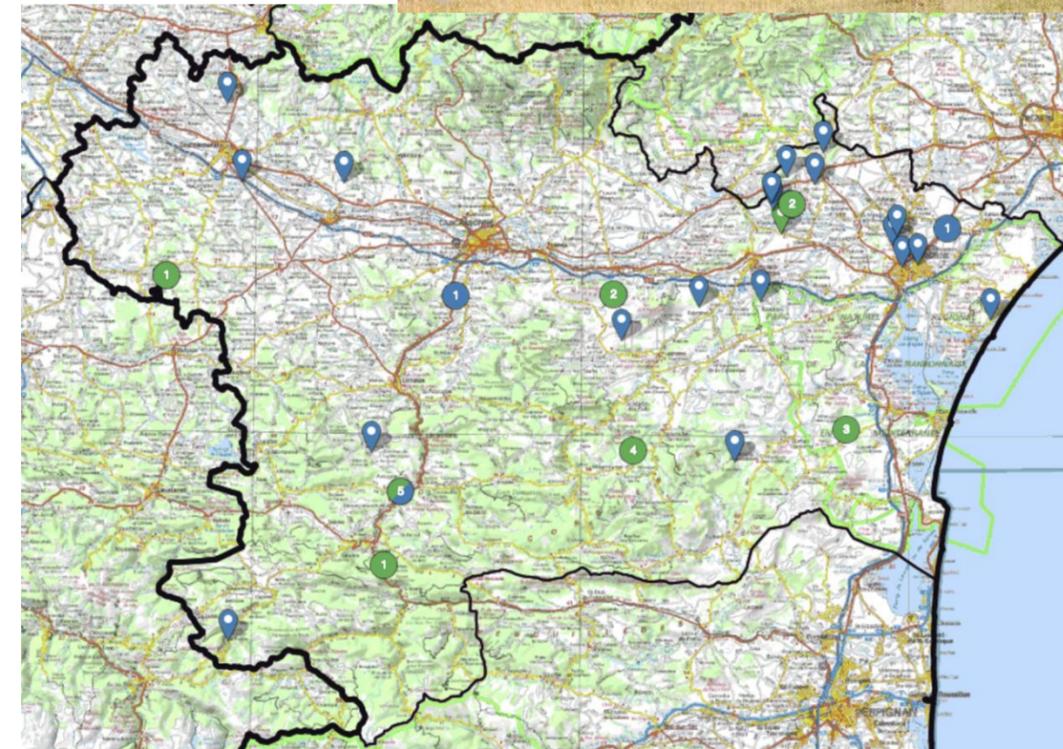
LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



2/ L'eau et l'hydrologie régénérative des clés pour l'agroécologie

- Infrastructure de réseaux
- Politique et infrastructure de réserves pour protéger les ressources
 - Lacs
 - Bassins
 - Nappes
 - Explorations hydrogéologiques
 - Régénération des sols
 - Hydrologie régénérative

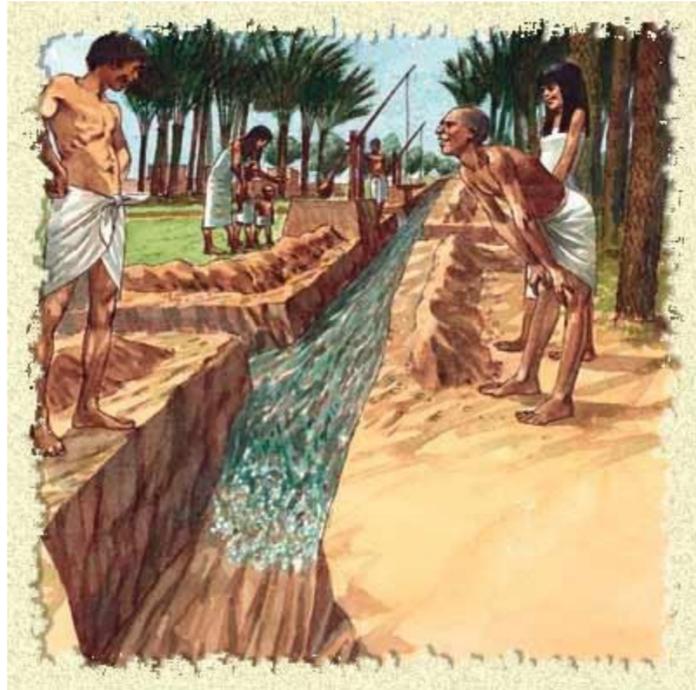


Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

Irrigation agroécologique en zone méditerranéenne



L'irrigation doit élargir ses objectifs:

- Écrêter le stress hydrique physiologique des cultures
- Faire vivre les sols (et notamment les champignons)
- Améliorer la matière organique (et la séquestration du carbone) – permettre les couverts végétaux de légumineuses
- Nourrir les plantes par une meilleure activité biologique des sols
- Améliorer la qualité des produits (et notamment des vins)
- Combattre l'érosion
- Augmenter la réserve utile des sols
- Augmenter la biodiversité



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

le « pacte » agro-écologique

Eau

contre

Services environnementaux



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

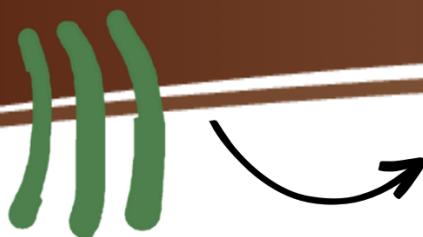
 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

3/ Financer et valoriser la transition agroécologique



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025





La valorisation extra-financière, une opportunité historique ?



- Valorisation extra-financière: valeur rentabilisée d'une entreprise (agricole), en valeur à terme
- PSE: paiement pour services environnementaux
- Mouvement possible à l'échelle de mutuelles



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

Projet de financement du capital naturel



Pr Philippe DESSERTINE



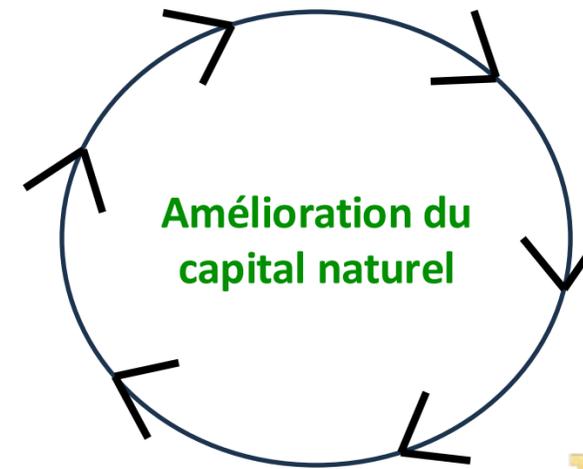
Financement



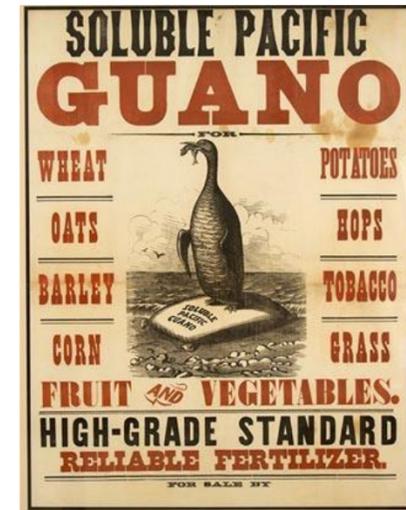
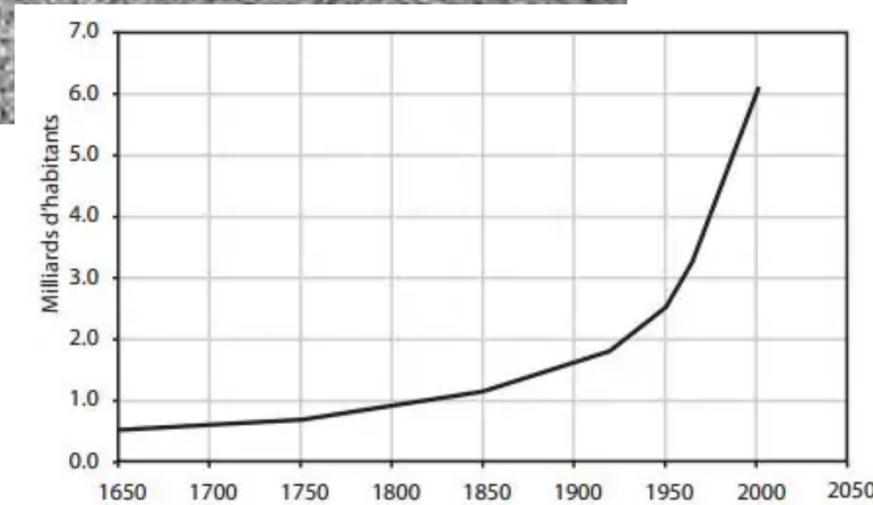
Fonds d'investissement



Données d'amélioration
environnementales



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

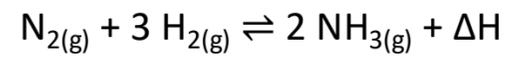
LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

TERRAMEA
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

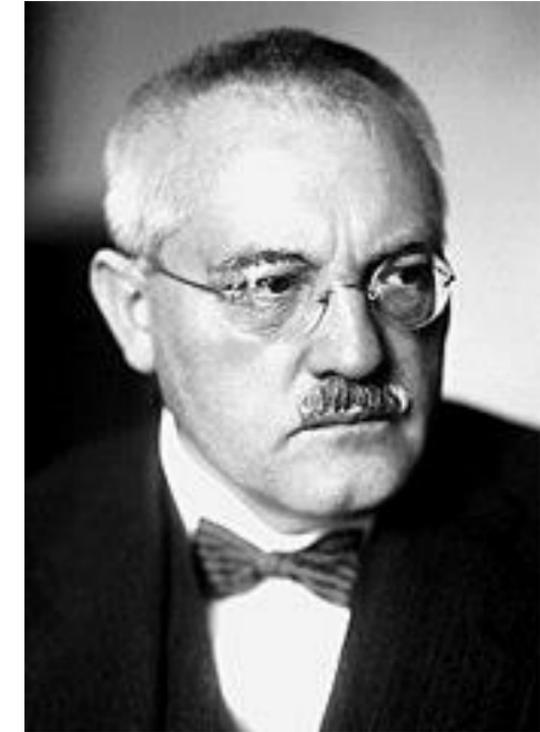


Fritz Haber

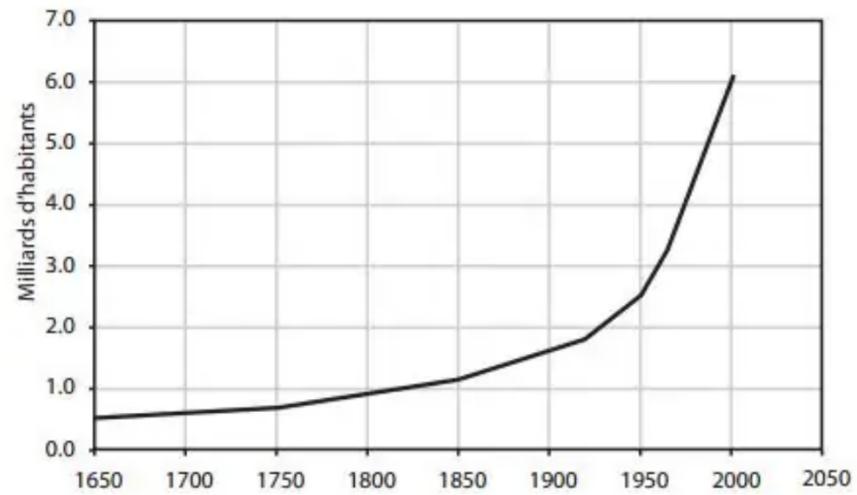
Prix Nobel 1918



1905



Carl Bosch



Photos: wikipedia



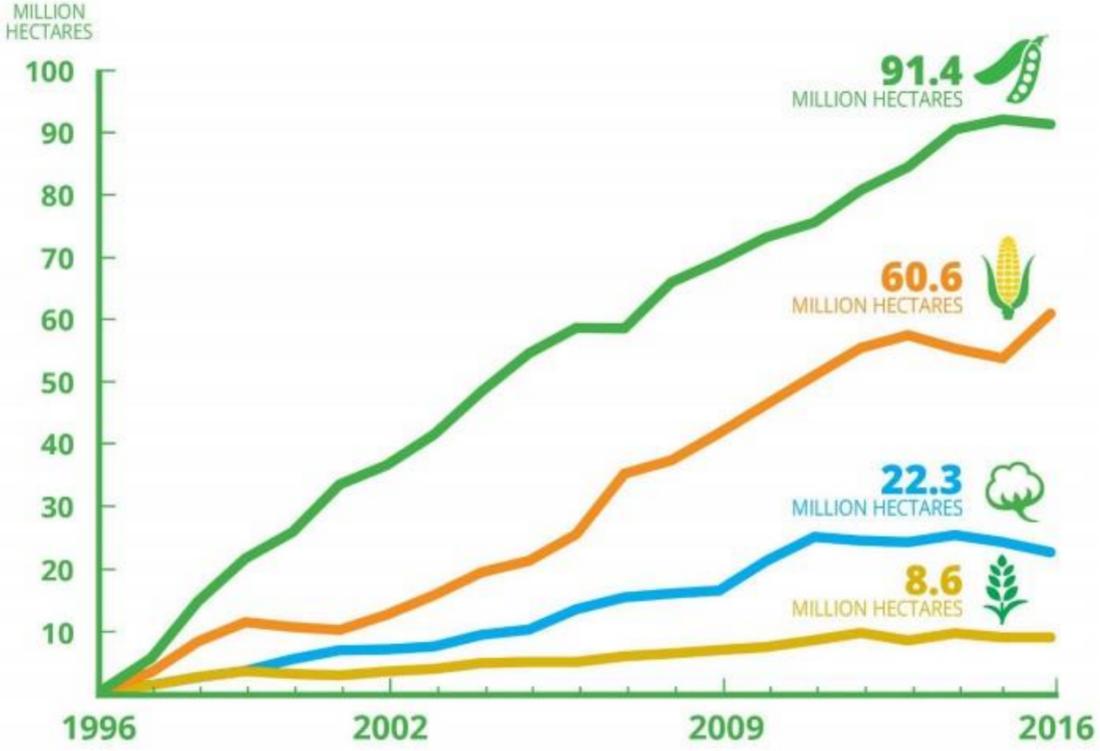
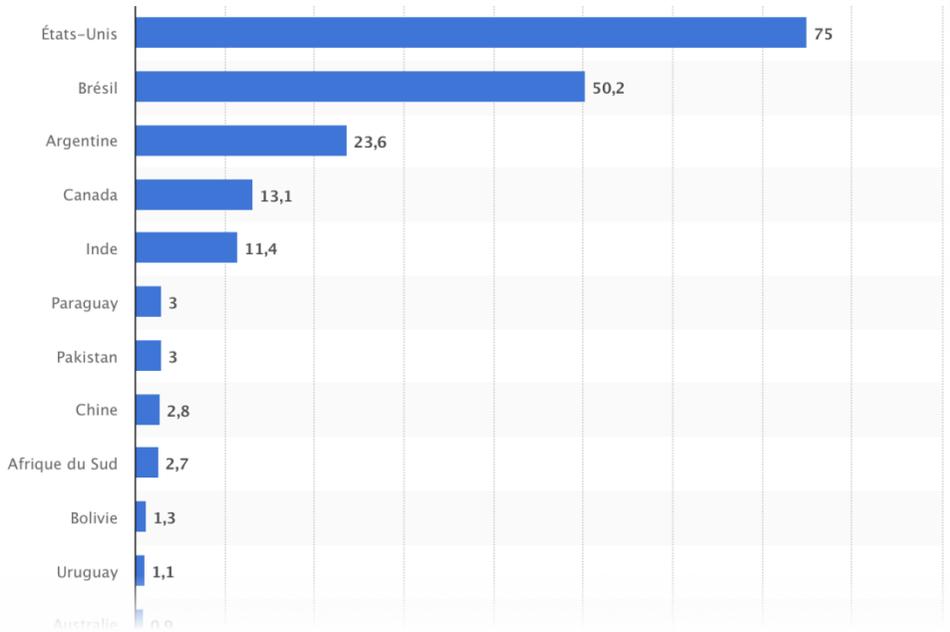
Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



Superficie de cultures génétiquement modifiées (OGM) dans le monde en 2017, par pays (en millions d'hectares)



190 millions d'ha, soit près de 10 % de la SAU mondiale

Source: natura science

Bio: 76,4 millions d'ha (dont 50% en Australie)
 FiBL Survey 2023





Photos: wikipedia

« C'est une triste chose de songer que la nature parle, et que le genre humain n'écoute pas. »



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE



AGROÉCOLOGIE:

« Produire durablement, à l'écoute de l'écosystème - à commencer par le sol -, et dans le but de l'améliorer »

Photos: wikipedia



Lycée Hoche
Le 3 avril 2025

LABORATOIRES
Dubernet
G R O U P E

 **TERRAMEA**
VIE DES SOLS & AGRO-ÉCOLOGIE

