



RESSOURCES

NUMÉRO 1 - JANVIER 2025

Journal des expérimentations sur l'eau en agriculture

Le monde de la recherche, un monde à part ?

Protocoles, données, statistiques, bibliographie, thèse, ... La « réalité de terrain » semble loin, et pourtant, le terrain de jeu des chercheurs et des chercheuses se trouve parfois à côté de chez vous ! La Commission Locale de l'Eau (CLE) du Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) du Bas Dauphiné Plaine de Valence a souhaité créer du lien entre ce « monde de la recherche » un peu nébuleux et les acteurs agricoles du territoire. Ce journal annuel constitue un des outils mobilisés pour faire connaître des travaux de recherche sur l'eau en agriculture, dans le périmètre du SAGE et dans ses alentours.

Cette première édition présente le sujet d'une thèse sur les sols, acteurs dans le cycle de l'eau (réserve, infiltration, ruissellement, filtre, transformation...)



Etude sur le rôle du microbiote dans les sols



A la Béguade de Mazenc / CNAM, CNRS, INRAE Ferme Blue Soil

Titre de la thèse - Sécurisation des sols : un enjeu stratégique pour la sécurité nationale à l'ère des perturbations mondiales – Contribution fonctionnelle du microbiote du sol aux dynamiques territoriales de transition agroécologique, de sécurité alimentaire et de gouvernance foncière face aux vulnérabilités systémiques des chaînes d'approvisionnement, aux pressions environnementales et aux enjeux de résilience des territoires et des populations en cas de crise.



AUTEUR DE LA THÈSE :

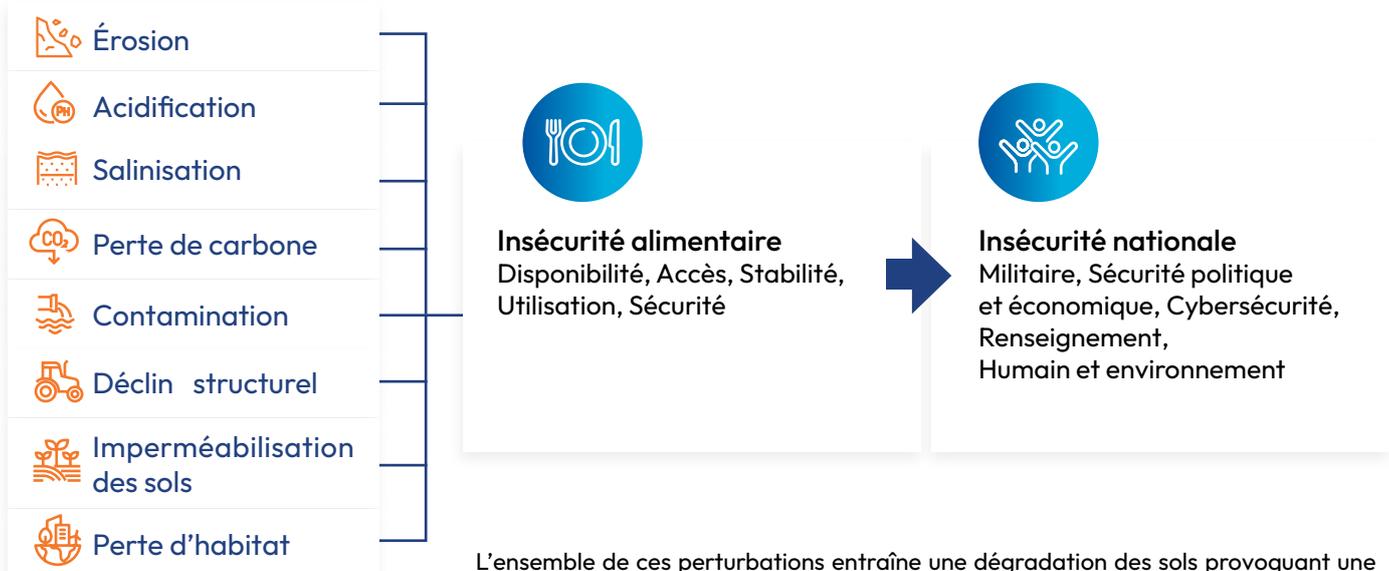
Céline Basset

Laboratoire Equipe Sécurité Défense Renseignement Crise, Cybermenaces et Criminologie (ESDR3c) – (CNAM Paris).

Avec la coopération de Quentin Lambert, Laboratoire d'Ecophysiologie végétale, agronomie & nutritions - CNRS, UMR-INRAE-UNICAEN 950 EVA.

Le sol reste aujourd'hui négligé malgré sa fonction majeure pour le maintien de la vie terrestre. Il joue un rôle important dans la stabilité sociale face aux ruptures des chaînes d'approvisionnement (Covid19, 19 juillet 2024), aux conflits d'usages (raréfaction de l'eau, sécheresse sur le territoire), à l'inflation, à la dépendance alimentaire et agricole, aux tensions géopolitiques et à l'amplification des perturbations climatiques. La protection des sols s'impose donc comme une priorité urgente, nécessitant l'attention des décideurs politiques et l'engagement de l'ensemble des acteurs de la société.

Dans les pays industrialisés, huit menaces principales affectent les sols.



L'ensemble de ces perturbations entraîne une dégradation des sols provoquant une perte de leurs fonctionnalités. Cela se manifeste généralement par une baisse de la productivité agricole, une diminution de la capacité du sol à infiltrer et stocker l'eau, ainsi qu'une perte de biodiversité souterraine et de ses capacités de résilience face aux risques et menaces contemporains.

➔ Les bâtisseurs invisibles d'une civilisation : les microorganismes et la microfaune constituent le microbiote du sol

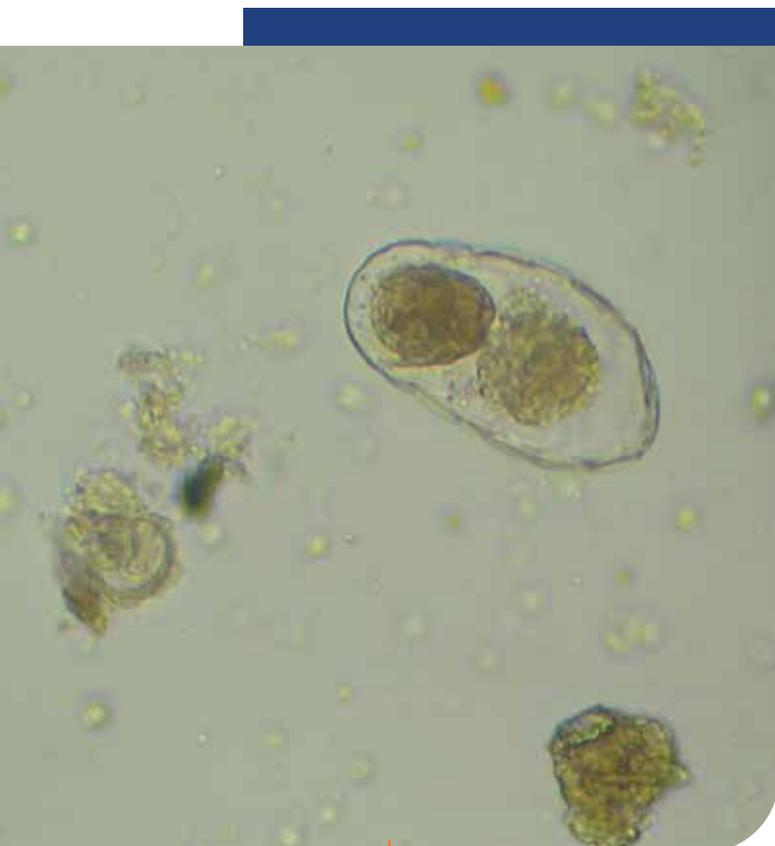
Le microbiote du sol occupe une place centrale dans la santé des sols. Formant une chaîne alimentaire souterraine organisée en réseaux trophiques (ensemble des interactions alimentaires entre les êtres vivants d'un écosystème), ces organismes jouent un rôle essentiel dans les fonctions du sol (structuration, infiltration et stockage de l'eau, séquestration du CO₂ et autres gaz à effet de serre etc).

Pour la productivité agricole, le microbiote du sol permet de rendre les nutriments accessibles pour les plantes, la décomposition de la matière organique, la modification du pH. Il stimule le système immunitaire végétal et la croissance des plantes par des relations symbiotiques. Un microbiote diversifié et en bonne santé accroît la résilience du sol, des cultures et des élevages face aux stress environnementaux, qu'ils soient biotiques (maladies, parasites) ou abiotiques (canicules, pluies diluviennes).

Plus largement, et selon les travaux scientifiques de ces 10 dernières années, l'importance de la santé du sol dépasse la simple productivité agricole. En effet, ce microbiote influence également le cycle du carbone et contribue à la régulation du climat en réduisant les émissions de gaz à effet de serre. Ainsi, la protection des sols doit devenir une priorité dans nos politiques publiques et initiatives privées.



Nématode bactéricide dans un micro-agrégat (x100) source : C. Basset



Amibe testacée (x400). source : C. Basset

La protection des sols repose sur un consensus scientifique international qui définit 5 dimensions clés :

- ① sa capacité (caractéristiques liées à la pédogenèse, ou «génosol», c'est à dire à la formation et transformation du sol) ;
- ② sa condition (l'état actuel des qualités physico-chimiques, biologiques, ou «phénosol»).
- ③ le capital (valeur économique, en prenant en compte les services écosystémiques qu'il fournit dans l'évaluation des terres) ;
- ④ la connectivité (lien entre les humains et le sol, leur niveau de connaissance et leur sensibilisation à son importance) ;
- ⑤ la codification (cadres législatifs et administratifs destinés à protéger les sols).

→ Un enjeu temporel pour la protection des sols

La désynchronisation entre les délais régénératifs du sol et les besoins alimentaires constitue un enjeu temporel pour la protection des sols. Les pratiques agroécologiques régénèrent le sol, mais en combien de temps ? Comment assurer la production et la rentabilité des exploitations tout en nourrissant 11 milliards d'habitants ? La pédogenèse est lente (milliers d'années) et ne correspond pas à l'accélération de la demande alimentaire.

○ Désynchronisation entre les besoins alimentaires et les délais régénératifs du sol et des écosystèmes

Développement des écosystèmes



Microarthropode (collembole) (x40)
source C. Basset



Les stratégies de sécurité et de planification de la transition agroécologique doivent donc aussi prendre en compte ces délais.

→ L'objet des travaux de recherche

Dans un premier temps, nous évaluons la perception des enjeux liés au sol au sein des différentes parties prenantes en France et en Espagne.

Puis dans un deuxième temps, nous nous concentrons sur les stratégies de rétablissement des fonctions du sol à travers des stratégies de vermicompostage (favoriser la réintroduction et le développement des réseaux trophiques du sol) et de vermiremédiation (utiliser le vermicompostage pour restaurer les sols).

Depuis 2022, des expériences sont conduites sur les parcelles agricoles non optimisées (sans stratégie de gestion des maladies, ni apport d'intrants et d'eau) en viticulture à la Bégude de Mazenc. Au préalable, le parcellaire était en grande culture et conduit en conventionnel durant 30 ans avant de passer en agriculture biologique il y a 12 ans. La littérature scientifique et nos expériences soulignent l'efficacité des stratégies de vermiremédiation pour remplacer les stratégies de fertilisation et rétablir le microbiote du sol, dépolluer les sols, restaurer les fonctions du sol et restituer ses services, et offrir potentiellement des alternatives de gestion des maladies.

➔ Des résultats encourageants

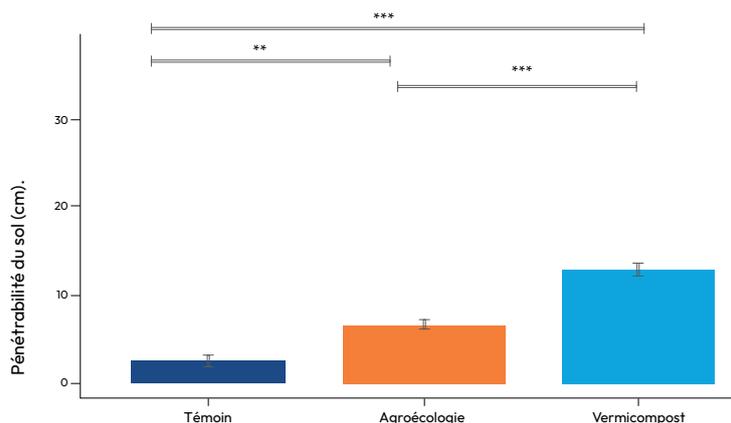


Fig.1 Pénétrabilité du sol (cm) en fonction du traitement du sol pour l'année 2023. Différence significative à $p < 0,001$.

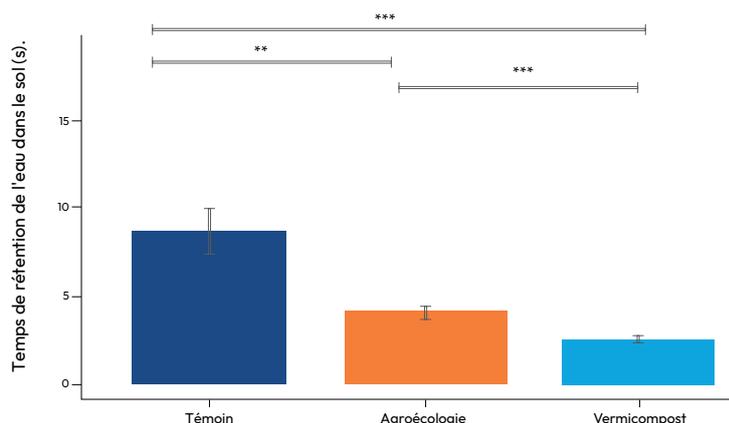


Fig.2 Temps de rétention de l'eau dans le sol (s) en fonction du traitement du sol pour l'année 2023. Différence significative à $p < 0,001$.

En application sur le sol, les effets des inocula montrent une amélioration significative des capacités du sol à infiltrer l'eau ainsi qu'une plus grande pénétrabilité.

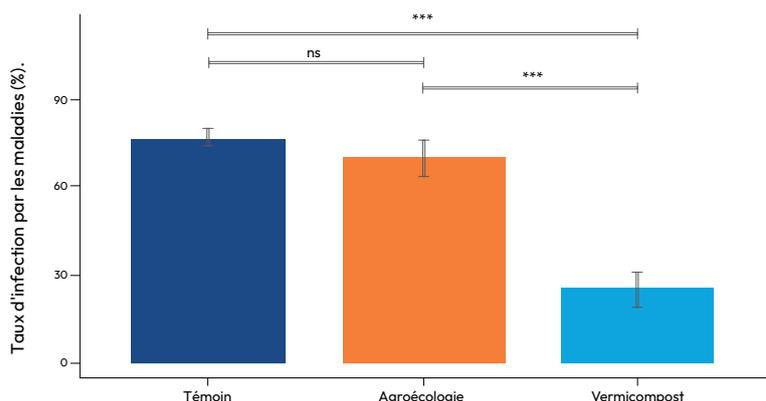


Fig.3 Taux d'infection par les maladies (%) en fonction du traitement du sol pour l'année 2023. Différence significative à $p < 0,001$.

Les résultats préliminaires montrent sur l'année 2023 un effet significatif des traitements foliaires par inocula (solution contenant différents organismes du réseau trophique) sur les feuilles de vignes, ce qui pourrait laisser envisager une possibilité de gestion alternative des maladies.

A termes les objectifs sont de limiter les coûts de production, réduire la dépendance du système agricole aux chaînes d'approvisionnement, améliorer la rentabilité des exploitations en diminuant les coûts et la charge de travail des agriculteurs, tout en restaurant plus rapidement les fonctions du sol pour récupérer les services essentiels qu'il rend à nos sociétés.

➔ Retombées scientifiques

Plus largement, l'objectif est d'élargir la notion de santé des sols aux autres dimensions proposées par le consensus scientifique international, à fournir des outils d'évaluation des réseaux trophiques du sol et des outils de gestion aux collectivités territoriales.

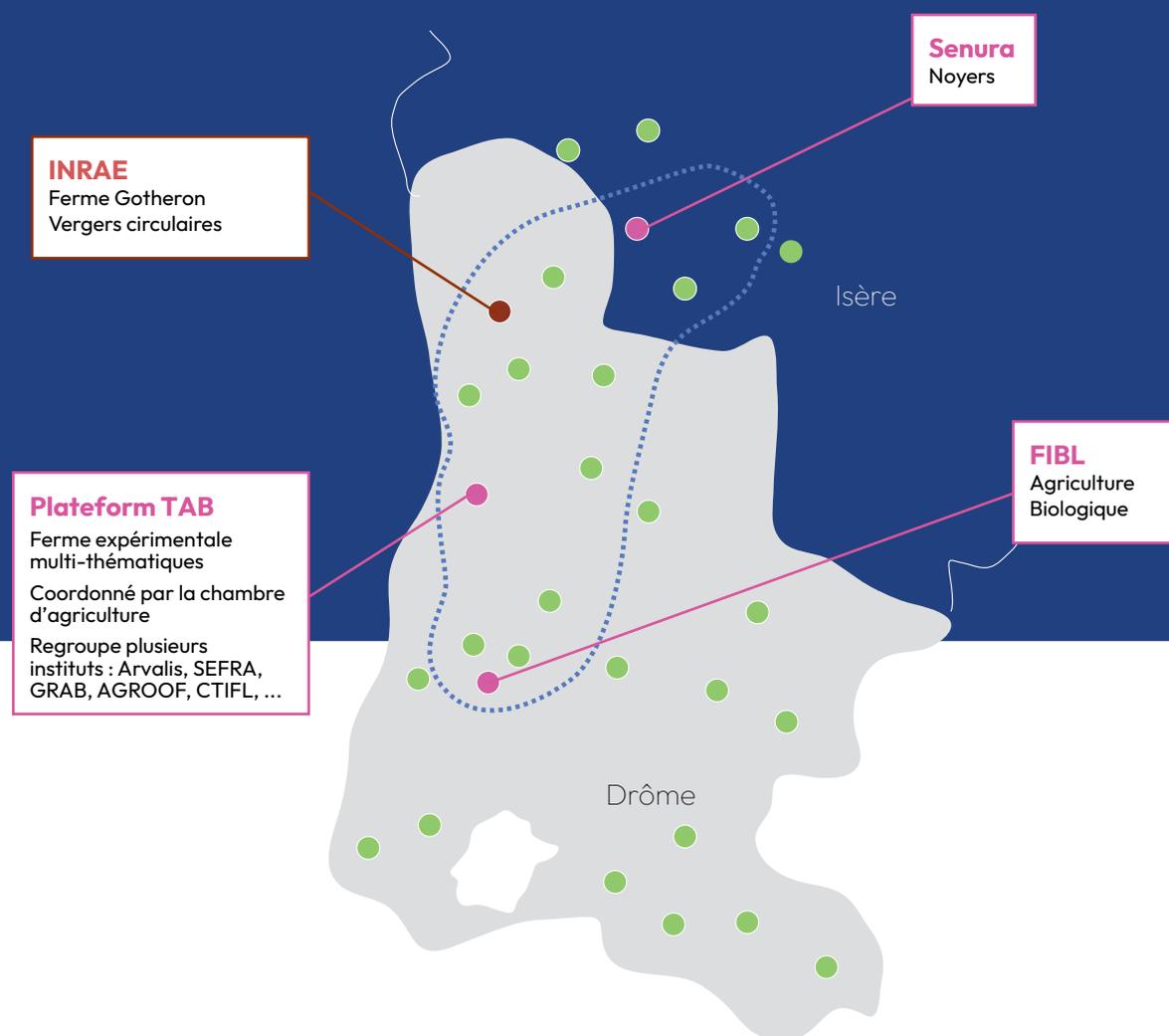
Ce travail s'inscrit aussi dans le cadre de la nouvelle directive du Parlement européen et du Conseil relative à la surveillance et à la résilience des sols (directive sur la surveillance des sols de juin 2024). Cette directive établit un cadre harmonisé pour réaliser trois objectifs : (1) évaluer l'état de santé des sols, (2) prévenir

leur dégradation et (3) promouvoir leur restauration. A travers cette directive, l'Europe s'invite donc dans les territoires des Etats membres afin de collecter des descripteurs de la dégradation des sols dont la biodiversité souterraine fait partie. Les retombées s'appliquent directement dans le monde agricole, en permettant de réduire les coûts de production et les conflits d'usages liés à l'eau et au sol, et en diminuant la dépendance du système agricole aux chaînes d'approvisionnement, grâce à une restauration des fonctions du sol.



La recherche sur nos territoires

Le territoire du SAGE (en pointillés bleus sur le schéma ci-dessous) est au coeur de multiples initiatives en matière de recherche, qu'elle soit « publique », « académique », « universitaire », « privée » ou « paysanne » ... Les acteurs locaux et les chercheurs jouent un rôle majeur dans l'amélioration des connaissances pratiques et scientifiques. On vous explique tout.



● **La recherche publique**, aussi appelée recherche académique constitue un pilier essentiel de l'innovation et de la recherche. Elle regroupe des travaux menés par des doctorants et des chercheurs dans les universités, via des thèses ou des projets scientifiques. Ces travaux s'inscrivent dans le « monde de la recherche » et permettent d'approfondir des problématiques globales et locales, notamment dans l'agriculture.

● **Des instituts spécialisés** collaborent pour produire des résultats expérimentaux sur des thématiques en lien direct avec les besoins du territoire : compostage à la ferme avec le FIBL, la méthanisation avec Solagro, et bien d'autres thématiques sur la plateforme TAB (par exemple agroforesterie, agri-photovoltaïsme, biodiversité...).

● **Les exploitations agricoles** innovent en permanence ! Les expérimentations sont menées en direct sur la ferme, et font partie des activités de l'agriculteur ou de l'agricultrice. Ces tests, réalisés de manière formelle suivant des protocoles ou informelle, permettent de produire des résultats valorisables pour l'ensemble de la profession.

Elles sont parfois accompagnées par des structures telles que la Chambre d'agriculture, Agribio Drôme, l'ADAF (association drômoise d'agro-foresterie).

➔ Publications scientifiques et autres références

Alamer, K.H., Perveen, S., Khaliq, A., Zia Ul Haq, M., Ibrahim, M.U., Ijaz, B., 2022. Mitigation of Salinity Stress in Maize Seedlings by the Application of Vermicompost and Sorghum Water Extracts. *Plants* 11, 2548. <https://doi.org/10.3390/plants11192548>

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Yardim, E.N., Oliver, T.J., Byrne, R.J., Keeney, G., 2007. Suppression of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*), mealy bug (*Pseudococcus* sp) and aphid (*Myzus persicae*) populations and damage by vermicomposts. *Crop Protection* 26, 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.03.013>

Basset, C., 2024. Soil security: The cornerstone of national security in an era of global disruptions. *Soil Security* 16, 100154. <https://doi.org/10.1016/j.soisec.2024.100154>

Benazzouk, S., Dobrev, P.I., Djazouli, Z.-E., Motyka, V., Lutts, S., 2020. Positive impact of vermicompost leachate on salt stress resistance in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) at the seedling stage: a phytohormonal approach. *Plant Soil* 446, 145–162. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04361-x>

Chang, C.C., Turner, B.L., 2019. Ecological succession in a changing world. *Journal of Ecology* 107, 503–509. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13132>

De Vries, F.T., Liiri, M.E., Bjørnlund, L., Bowker, M.A., Christensen, S., Setälä, H.M., Bardgett, R.D., 2012. Land use alters the resistance and resilience of soil food webs to drought. *Nature Clim Change* 2, 276–280. <https://doi.org/10.1038/nclimate1368>

Hussain, N., Abbasi, T., Abbasi, S.A., 2017. Enhancement in the productivity of ladies finger (*Abelmoschus esculentus*) with concomitant pest control by the vermicompost of the weed salvinia (*Salvinia molesta*, Mitchell). *Int J Recycl Org Waste Agricult* 6, 335–343. <https://doi.org/10.1007/s40093-017-0181-7>

McBratney, A., Field, D.J., Koch, A., 2014. The dimensions of soil security. *Geoderma* 213, 203–213. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.08.013>

Mondal, S., Ghosh, S., Mukherjee, A., 2021. Application of biochar and vermicompost against the rice root-knot nematode (*Meloidogyne graminicola*): an eco-friendly approach in nematode management. *J Plant Dis Prot* 128, 819–829. <https://doi.org/10.1007/s41348-021-00433-2>

Walker, L.R., Wardle, D.A., Bardgett, R.D., Clarkson, B.D., 2010. The use of chronosequences in studies of ecological succession and soil development. *Journal of Ecology* 98, 725–736. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2010.01664.x>

Zaragoza, S.R., Eshel, G., Doniger, T., Sherman, C., Steinberger, Y., 2021. SOIL PROTISTS COMMUNITY COMPOSITION UNDER DIFFERENT VINEYARD FLOOR MANAGEMENT TYPE. *IJAER* 07, 584–597. <https://doi.org/10.51193/IJAER.2021.7403>

Zhou, Z., Wang, C., Jiang, L., Luo, Y., 2017. Trends in soil microbial communities during secondary succession. *Soil Biology and Biochemistry* 115, 92–99. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.08.014>

Autres références :

Article publié dans Elsevier dans le journal *Soil Security*

Présentation des travaux de recherches sur les stratégies de vermicompostage au 100 ans des sciences du sol (IUSS) à Florence en Italie Centennial of soil sciences 2024 (p58).

PressAgrimed « Régénérer les sols face à la sécheresse »

Ressources - Journal des expérimentations sur l'eau en agriculture

Directeur de publication : Eric PHELIPPEAU, Président du SAGE Bas Dauphiné Plaine de Valence

Rédaction : Céline Basset, Mahé Navarro, Gaëlle Fedrigo // Conception : Stratis, Janvier 2025 // Photos : Céline Basset, Stratis