

RECHERCHE AGRONOMIQUE
CELLULE DE RECHERCHE GREENCARE
RAPPORT FINAL



BELGIQUE
JANVIER 2023

1/ Préambule

L'approche de recherche développée est basée sur l'enrichissement des substrats sableux avec différentes sources d'amendements et de micro-organismes qui améliorent la partie agronomique du sol ainsi que l'essai de substances naturelles pour renforcer l'immunologie de la plante et lutter contre les bioagresseurs.

L'utilisation de substances naturelles peu coûteuses, qui ont diverses formulations sur le marché, rend cette recherche indépendante de toute filiation commerciale, qui pourrait influencer les essais.

De plus, une attention particulière a été mise sur l'adoption d'une méthodologie de recherche qui peut être facilement duplicable et ce, à toute échelle, dans l'ambition de pouvoir répliquer le projet à plus grande échelle dans le futur. La répétition permet d'assurer la fiabilité des résultats en limitant le biais pédoclimatique et ainsi, d'augmenter la pertinence des résultats au niveau régional, national ainsi qu'international.

2/ En pratique

Un premier green de golf a été choisi en Mars 2022 (green d'approche, Golf de Rigenée, Wallonie, Belgique). Ce green était perçu comme représentatif du secteur belge wallon : green en sable amendé, de plus de 20 ans, avec une couverture végétale d'agrotis et de pâturin annuel.

Ce green a été divisé en 39 parcelles de 1M² et 13 substances ont été testées au total sur la superficie (voir Annexe 1 pour le détail).

Pour chaque test de substance, 3 cases de 1M² étaient dédiées : une parcelle de contrôle non pulvérisée (dite, « témoin »), une parcelle pulvérisée avec la substance et une parcelle pulvérisée avec la substance amendée régulièrement avec des céramiques poreuses, des sources de carbone, de la zéolite et des mycorhizes. Ces parcelles seront décrites ci-dessous comme 'enrichies'.

Les substances testées se sont divisées en 4 parties : une partie consacrée aux micro-organismes du sol, une partie à des éliciteurs de défenses naturelles, une partie consacrée à des éléments fertilisants et une autre à une substance fongique naturelle.

Sur chaque parcelle test ont été pulvérisés une quantité de substance définie.

Pendant l'entièreté de la période, les parcelles de tests ont subi le même entretien que le reste des greens du parcours et l'ensemble de ces activités ont été enregistrées via une plateforme digitale connectée et remplie quotidiennement par les équipes de terrains.

3/ Le test



Image 1: Mise en place sur le terrain (pendant installation - avril 2022)



Image 2: Terrain de recherche (après mise en place - avril 2022)

Ont été testés :

Micro-organismes

Pour la partie micro-organismes, la méthodologie qui consiste à réensemencer des bactéries indigènes sur le site en les sélectionnant et cultivant préalablement en laboratoire a été testée.

Quatre types de bactéries ont été sélectionnées et pulvérisées sur quatre parcelles différentes : les bactéries diazotrophes, des bactéries solubilisatrice de phosphore, des bactéries sidérophores et des bactéries actinomycètes.

En plus, ces mêmes souches de bactéries ont été pulvérisées toutes ensemble et aussi toutes ensemble avec ajout de Bacillus.

Au total, 6 tests bactériens ont donc été réalisés.

Éliciteurs de défenses naturelles

Pour la partie éliciteurs, trois types de substances ont été testées, le chitosan (pour sa contenance en chitine), l'infusion d'écorce de saules (pour sa contenance en acide acétyle salicylique) et l'infusion de lavande (pour l'effet désinfectant).

Éléments fertilisants

Pour la partie ayant une action sur la fertilisation, le sulfate d'ammonique, les acides aminés et le sulfate de fer ont été testés.

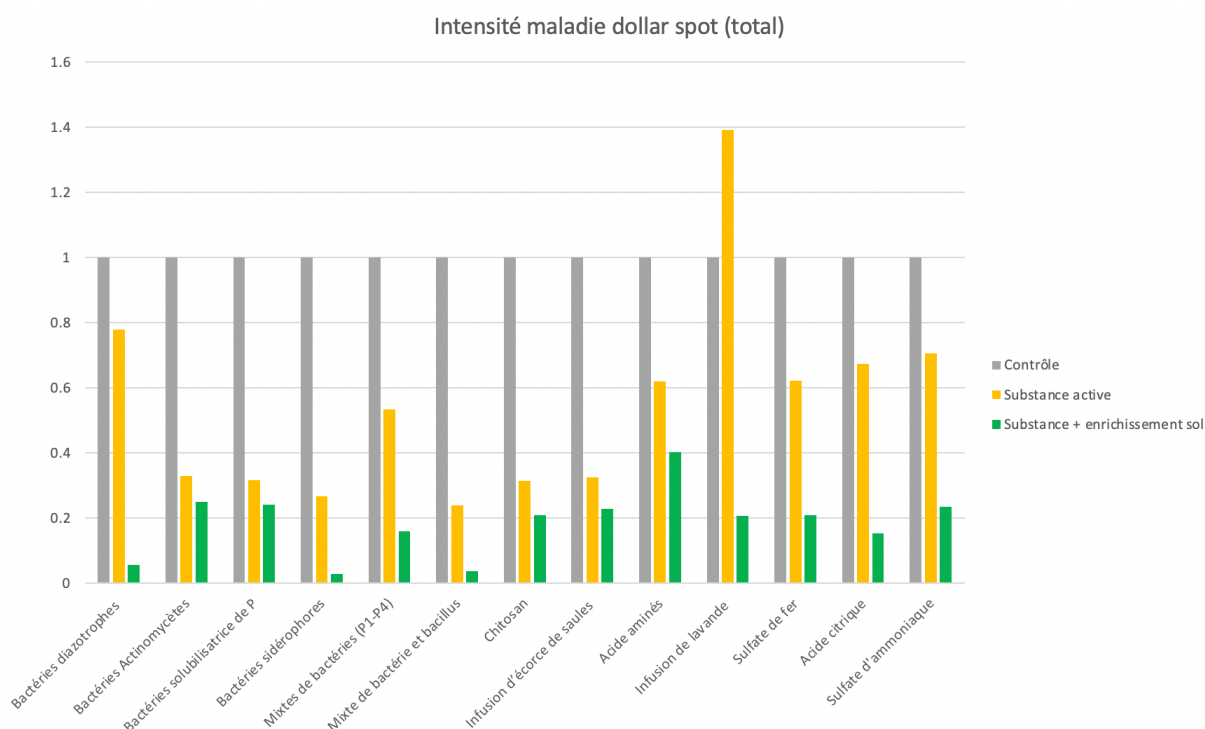
Fongique naturel

Du côté des produits naturels à action fongique, l'acide citrique a été testé.

4/ Les résultats

Sans avoir de résultat définitif, étant donné que les tests sont toujours en cours et ce, jusqu'à la fin de la saison, un premier bilan sur les maladies estivales (type dollar spot) peut-être établi :

Peu importe la catégorie et la substance testée, les parcelles de contrôle n'ayant reçu aucunes substances ou traitements sont les plus impactées (324 taches de dollar spot). Les parcelles pulvérisées de substances actives arrivent en deuxième position (215 taches), soit une réduction de plus de 30% par rapport au contrôle. Les parcelles enrichies et pulvérisées de substances présentent le meilleur résultat avec un total de 102 taches de dollar spot, soit plus de trois fois moins par rapport au contrôle (réduction de plus de 200%).



Si l'on prend par catégories :

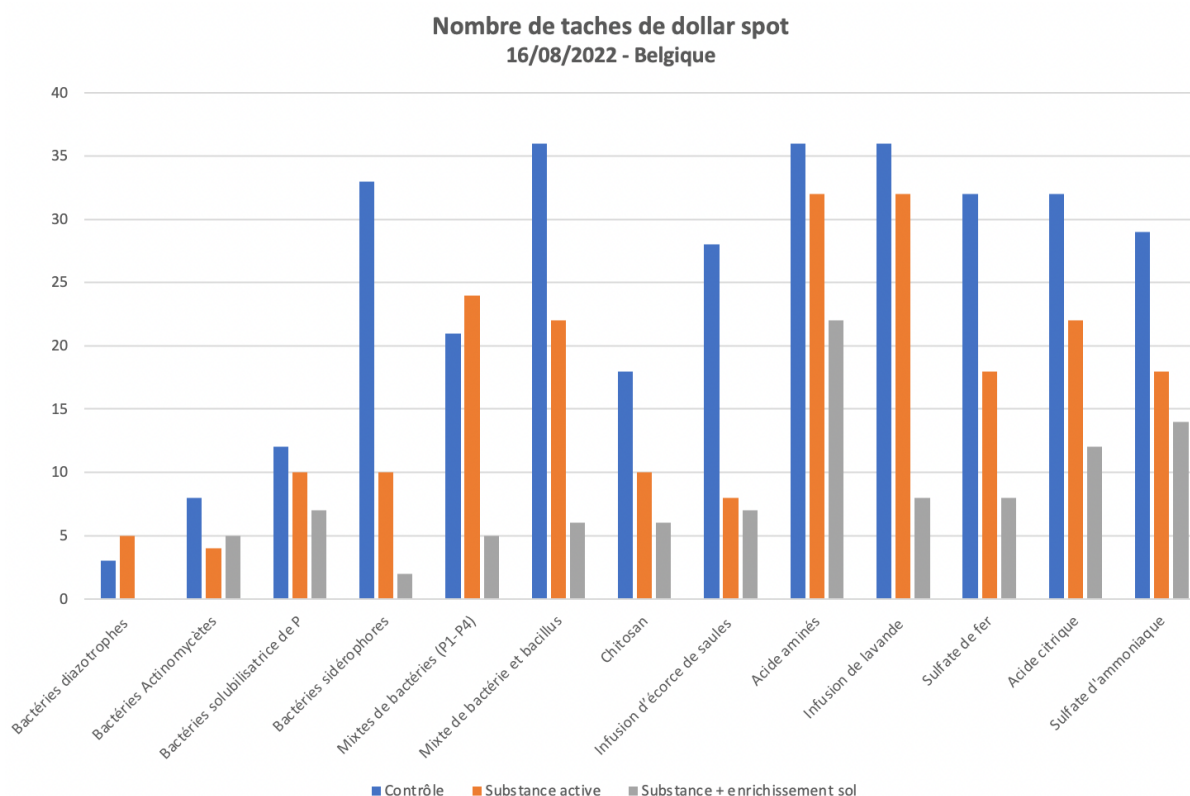
- **Micro-organismes** : les parcelles de contrôle des apports de micro-organismes sont les plus impactées (113 taches de dollar spot), les parcelles pulvérisées de micro-organismes arrivent en deuxième position (75 taches de dollar spot), avec 34% de moins par rapport au contrôle et les parcelles amendées et pulvérisées de micro-organismes sont les moins touchées (25 taches de dollar spot), soit près de 80% de taches en moins.

- **Éliciteurs de défenses naturelles** : les parcelles de contrôle des apports d'éliciteurs sont les plus impactées (82 taches de dollar spot), les parcelles pulvérisées d'éliciteurs (50 taches de dollar spot) voient une diminution de 39% de moins et les parcelles amendées et pulvérisées d'éliciteurs sont les moins touchées avec 75 % de taches en moins (21 taches de dollar spot).

- **Éléments fertilisants** : les parcelles témoin des apports d'éléments fertilisants sont les plus impactées (97 taches de Dollar spot), ensuite arrive les parcelles pulvérisées d'éléments fertilisants (68 taches de Dollar spot) avec 30% de moins et les parcelles enrichies et pulvérisées d'éléments fertilisants (44 taches de Dollar spot) avec 55 % de taches en moins.

- **Fongique naturel** : pour ce qui est des apports de substances fongiques naturelles, la parcelle de contrôle est la plus impactée (32 taches de Dollar spot) tandis que la parcelle pulvérisée de l'acide citrique est moins impactée (22 taches de Dollar spot) avec 31% de moins que le contrôle. La parcelle enrichie et pulvérisée de l'acide citrique est la moins impactée des trois avec plus de 60% de moins de taches par rapport à la parcelle de contrôle (12 taches de Dollar spot).

Les résultats cités ci-dessus peuvent être retrouvé au sein du graphique ci-dessous. L'évolution du nombre de taches semaine après semaine et pour chaque substance peut-être également consultée dans l'annexe 2 de ce rapport. Les mêmes tendances peuvent être ainsi retrouvées tout au long de la saison.



5/ Observations terrain

Pour témoigner des résultats de manière plus visuelle, une sélection des photos prises lors des relevés de terrain est disponible ci-dessous.



*Image 3: Parcelle bactéries sidérophore témoin
(16/08/2022)*



*Image 4: Parcelle bactéries sidérophores pulvérisée
(16/08/2022)*



*Image 5: Parcelle bactéries sidérophores pulvérisée et
enrichie (16/08/2022)*



Image 6: Parcelle sulfate de fer témoin (18/07/2022)



Image 7: Parcelle sulfate de fer pulvérisée (18/07/2022)



*Image 8: Parcelle sulfate de fer pulvérisée et enrichie
(18/07/2022)*

6/ Évaluation agronomique

6.1 Introduction

Ce rapport a pour but de déterminer l'influence des applications de substances diverses pendant 6 mois sur les caractères agronomiques du sol.

Pour ce faire deux types d'analyses ont été établies en début et en fin de période de testing :

- une analyse établie par le laboratoire Turf Lab permet de déterminer les caractères physique, biologique et chimique du sol et a été effectuée le 20-04 et le 26-10.
- une analyse de sélections bactériennes permet d'évaluer la population utile du sol et a été effectuée le 22-01 et le 26-10.

6.2 Méthodologie de prélèvements :

Les échantillons d'analyses de début de testing ont été prélevés de manière homogène sur l'ensemble de la surface des parcelles de testing.

Les échantillons d'analyses de fin de testing ont été prélevés de manière homogène sur la parcelle de testing ayant reçu des amendements et l'ensemble des bactéries.

Le but étant de comparer les caractères agronomiques d'une parcelle ayant donné les meilleurs résultats.

6.3 Comparatif et méthodologie d'analyse :

Les analyses et conclusions seront développées autour de quatre axes :

- un axe évolution des caractères physiques
- un axe évolution des indices biologiques
- un axe évolution des indices chimiques
- un axe évolution des bactéries bio-augmentées

6.4 Évolution des caractères physiques

L'évolution des caractères physiques du sol ont été modifiés de manières assez significatives de par les apports importants d'amendement de sol.

Paramètres	20/04/2022	26/10/2022	
Argile	1.30	2.60	+100 %
Limon fin	2.10	3.40	+ 62 %
Limon grossier	0.40	2.40	+500 %
Total fraction fine*	3.80	8.4	+121 %
Sable fin	5.70	8	+ 40 %
Sable grossier**	90.50	83.46	- 8 %

* Notons que la norme USGA donne un seuil maximal de 10% à la fraction fine

** Notons que la norme USGA donne un seuil maximal de 60% à la fraction grossier

Paramètres	20/04/2022	26/10/2022	
RFU	4.43	5.53	+ 25 %
Indice de battance (stabilité de la structure)	0.14	0.21	+ 50 %
CEC	33.00	41.00	+ 24 %

Ont été appliqué pendant la période de testing en date du 25/04-20/06-30/08-19/10 :

- du Profile à la dose de 915 gr/M² soit 9T, 150kg/HA
- du Matrix à la dose de 760 gr/M² soit 7T, 600kg/HA
- du Stor-it à la dose de 660gr/M² soit 6T, 600kg/HA

De manière générale l'ensemble des paramètres physiques du sol se sont améliorés et que le caractère physique lié à l'amélioration de la porosité du sol a probablement joué un rôle important dans la diminution d'ensemble de 30% de dégât de Dollar spot sur les parcelles amendées.

Il sera intéressant dans le futur de coupler ces amendements avec différents sable plus grossiers afin d'augmenter l'amélioration de la macroporosité et ainsi jouer sur l'humidité de surface.

L'ajout de parcelles de testing de différents sables sur ces parcelles amendées, couplés avec un suivi de mesures de % d'oxygène dans le sol sera un développement très intéressant à suivre.

6.5 Évolution des indices biologiques

Paramètres	20/04/2022	26/10/2022	
Taux de MO (matière organique)	2.41	2.22	-8%
Taux d'azote total	0.11	0.12	+9%
Taux de carbone organique	1.40	1.11	-21%
Rapport C/N	13.03	9.02	-31%
Activité biologique	3889.00	972.00	-75%
Taux de matière sèche	82.47	81.45	-1%

Les amendements et la bio-augmentation de la parcelle ont permis une activation de la vie biologique du sol ayant pour conséquence une meilleure dégradation de la matière organique et même si elle a occasionné une baisse du rapport C/N l'action reste toutefois bénéfique.

Le seul point difficilement explicable est la baisse significative de l'activité biologique totale sachant que les parcelles ont été enrichie durant toute la durée du testing !

Est-ce des antagonismes qui ont dégradés certaines populations ou simplement une perte de population liée a un caractère saisonnier ? Seule une analyse scientifique plus poussée pourrait répondre à cette question.

6.6 Évolution des indices chimiques

Paramètres	20/04/2022	26/10/2022	
<i>pH eau</i>	6.56	7.34	+12 %
<i>Potasse</i>	22.00	22.00	0 %
<i>Phosphore</i>	129.70	191.33	+48 %
<i>Magnésium</i>	49.69	78.51	+58 %
<i>Oxyde de Calcium</i>	756.91	892.54	+18 %
<i>Oxyde de Sodium</i>	8.71	33.57	+285 %
<i>Cuivre</i>	1.43	0.93	-35 %
<i>Zinc</i>	7.62	4.74	-38 %
<i>Manganèse</i>	2.93	1.48	-49 %
<i>Fer Biodisponible</i>	0.10	0.62	+520 %
<i>Fer Biodisponible</i>	132.53	70.68	- 45 %

On peut constater une augmentation du Ph et une augmentation du calcium non désirable par rapport à l'analyse précédente, sur ce genre d'analyse de départ et pour le testing 2023, il est indispensable de supprimer les apports de Stor-it qui placerait la parcelle dans des conditions difficiles.

La baisse des éléments métalliques est significative (Cu, Zc, Fe), surement dû à l'action des sidérophores.

6.7 Évolution des bactéries bio-augmentées

Paramètres	20/04/2022	26/10/2022	
<i>Flore bactérienne totale</i>	270.00	110.00	- 59 %
<i>Flore fongique</i>	100	>100	0 %
<i>Flore fixatrice de N2</i>	4.00	4.50	+ 13 %
<i>Bactéries solubilisatrice de P</i>	14.00	4.50	- 68 %
<i>Actinomycètes</i>	10.00	3.50	- 65 %
<i>Sidérophores</i>	8.00	5.00	- 38 %

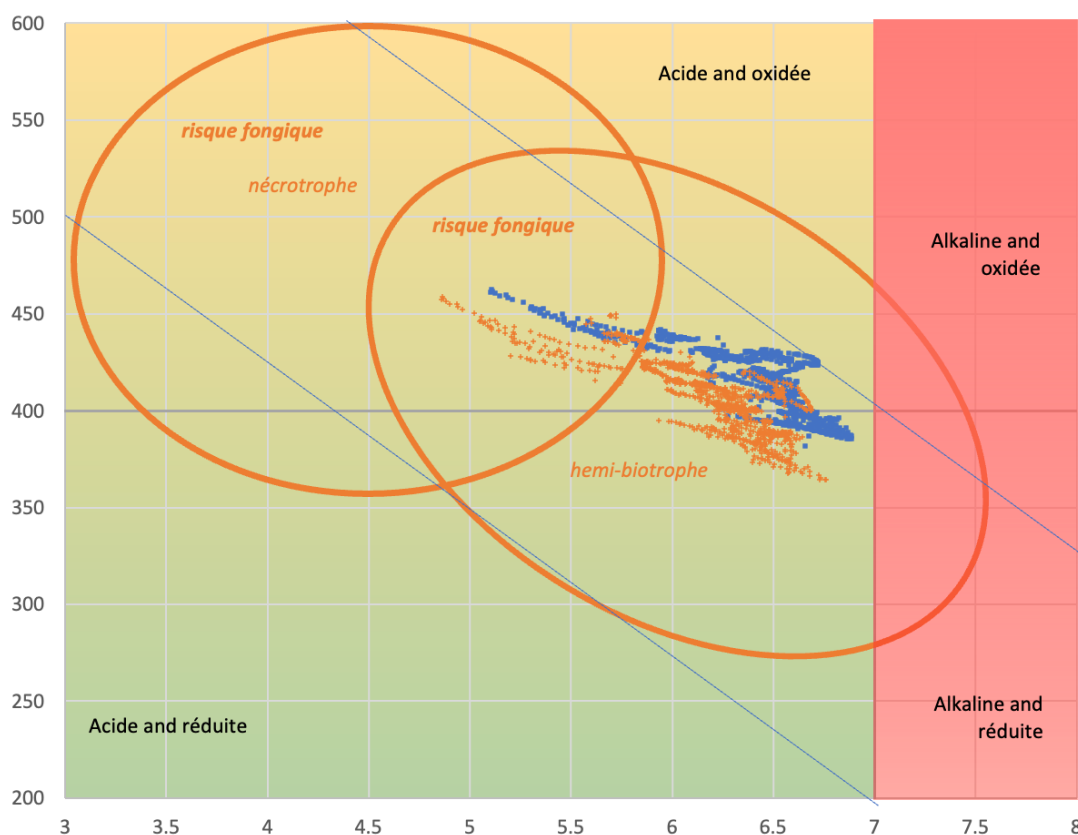
On remarque une diminution totale des différentes sélections effectuées !

Encore une fois le caractère d'antagonisme ou le caractère saisonnier peuvent peut-être expliquer cette baisse.

Un rendez-vous doit avoir lieu fin janvier avec les scientifiques de chez Agro nutrition qui établissent cette sélection, peut être ceux-ci pourront nous donner une explication. Les analyses de sol de Avril 2023 permettront également peut-être d'éclairer ces différences et d'avoir un comparatif au 20 avril 2022.

6.8 pH, redox et risques de maladies fongiques

En octobre 2022, des nouvelles sondes pH et de redox ont été installés sur le terrain. Une première analyse de fin d'année permet d'apprécier l'importance de la relation pH et redox pour le développement des maladies fongiques. Pour la saison ci-dessus reprise (observation pH et redox de Novembre et Décembre) le risque de la zone héli-biotrophe est le plus important, la fusariose froide (microchodium nivale) adoptant ce mode de vie.



7. Conclusion & vision 2023

Cette recherche vise à promouvoir le basculement vers une utilisation raisonnée des engrais et l'adoption de nouveaux itinéraires techniques durable en réponses aux pressions environnementales qui menacent aujourd'hui le secteur et en s'alignant avec les ambitions zéro-phyto de l'Europe.

Visant à apporter des solutions concrètes au secteur de manière globale, les résultats des recherches présentés ci-dessus cherchent à être pertinents à tous. Dès lors, suite à des premiers résultats encourageants, cette recherche demande aujourd'hui à être mise en place à plus grande échelle afin de déterminer les résultats sur des environnements plus variés et démontrer leurs universalités.

Pour faciliter cela, un projet de recherche de plus grande envergure débutera en 2023 avec le soutien de la Suisse et du R&A dans le cadre de GOLF2030. Un premier rapport initial de ce projet sera publié en été 2023.

ANNEXE 1

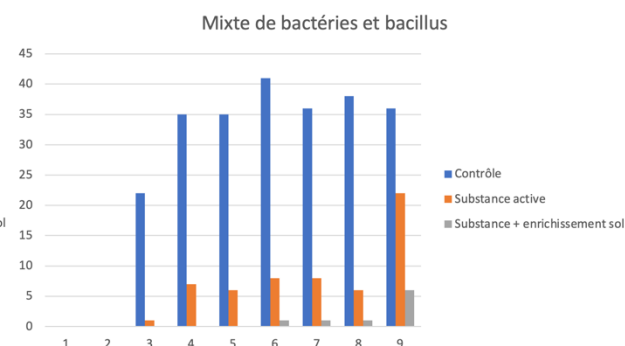
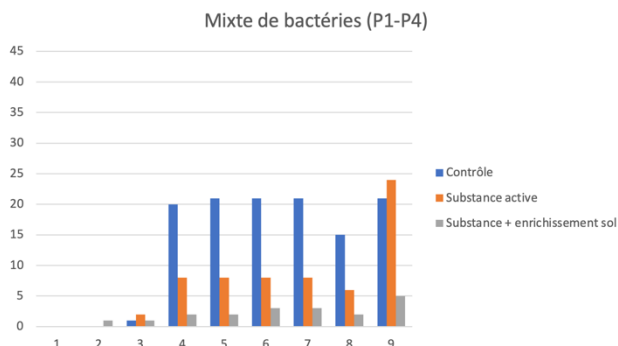
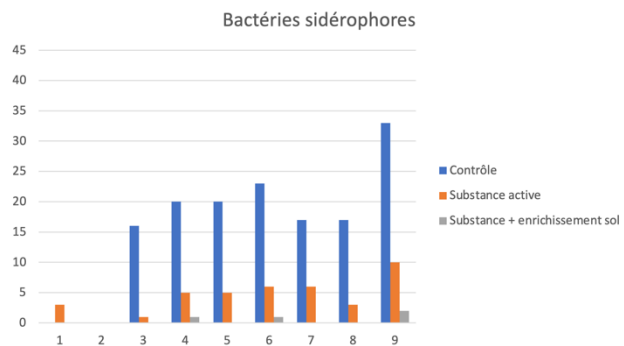
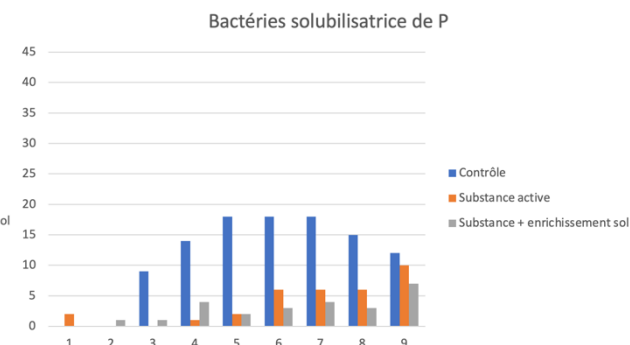
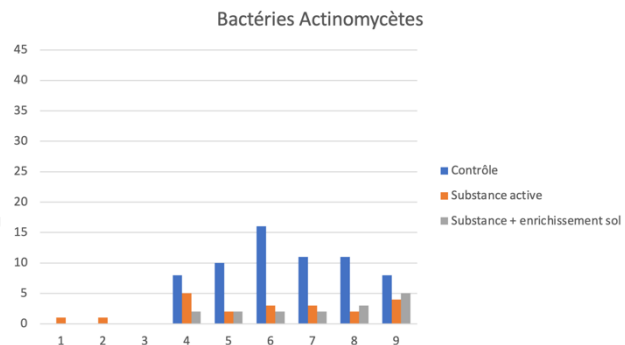
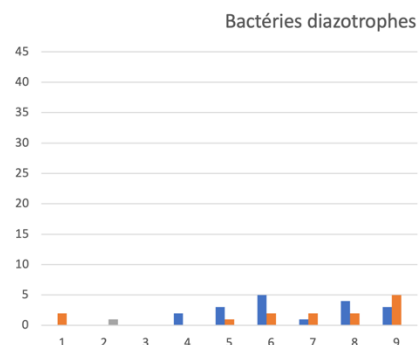
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Bactéries diazotrophes	Bactéries Actinomycètes	Bactéries solubilisatrice de P	Bactéries sidérophores	Mixtes de bactéries (P1-P4)	Mixte de bactérie et Bacillus	Chitosan	Infusion d'écorce de saules	Infusion de lavande	Acide aminés	Sulfate de fer	Sulfate d'ammoniaque	Acide citrique
ENRICHISSEMENT <i>Répétition des substances actives décrites ci-dessus avec enrichissement (céramiques poreuses, des sources de carbone, de la zéolite et des mycorhizes)</i>												

	Contrôle
	Améliorateur de structure (zéolite, céramique poreuse, source de carbone) **
	Micro-organismes (bio-augmentation)
	Éliciteurs de défenses naturelles
	Éléments fertilisants
	Derniers recours : fongicides naturel

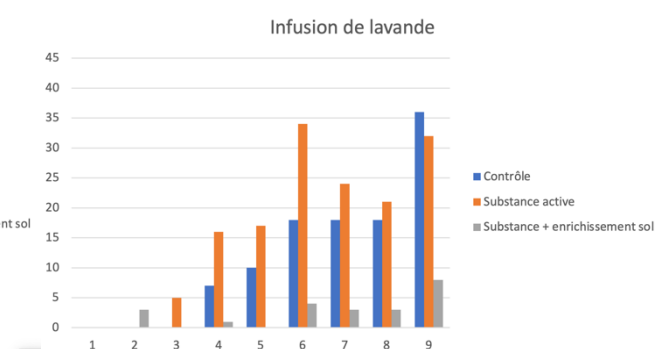
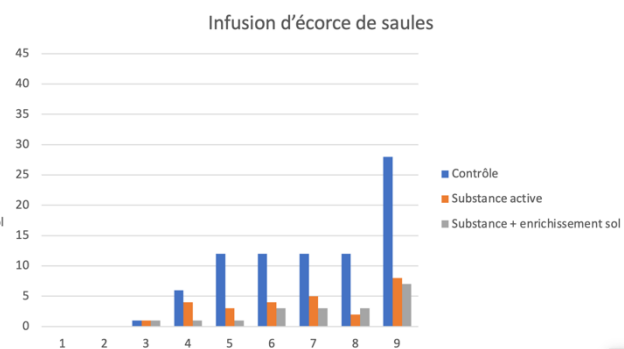
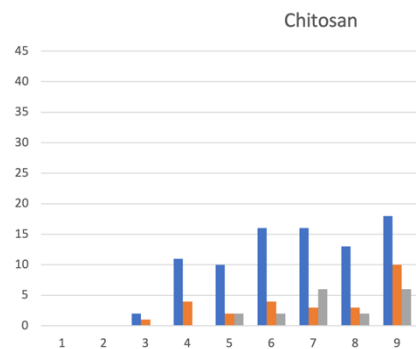
ANNEXE 2

Les chiffres de l'abscisses (x-axis) capturent des périodes d'environ deux semaines. Numérotées de 1 à 9, les dates représentées exactes sont le 25/04/2022, 09/05/2022, 23/05/2022, 10/06/2022, 20/06/2022, 06/07/2022, 18/07/2022, 02/08/2022 et finalement, le 16/08/2022. L'ordonnée des graphiques est le nombre de taches de dollar spot observées sur le terrain au jour donné.

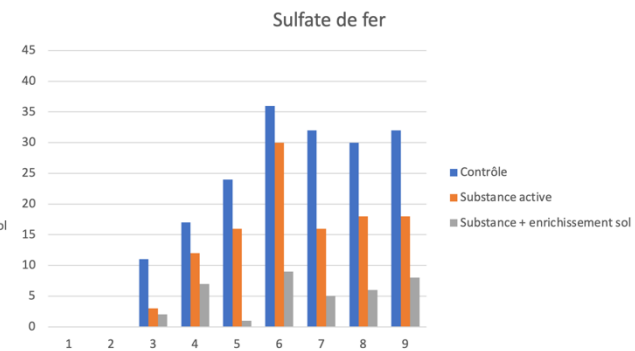
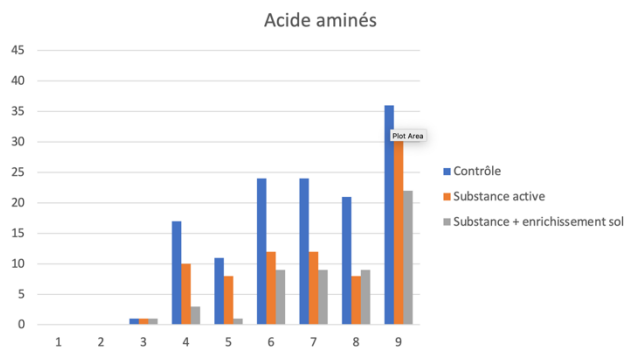
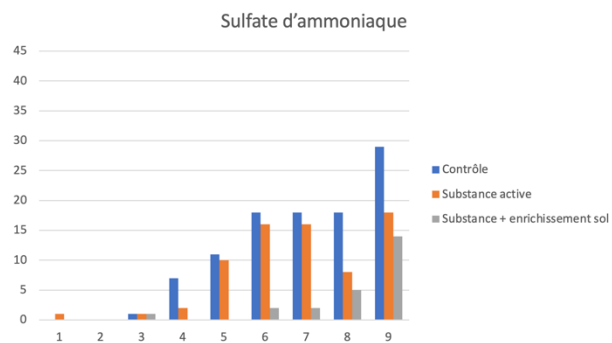
Micro-organismes :



Éliciteurs de défenses naturelles



Éléments fertilisants



Fongicide naturel

