Le thé de compost : une alternative aux fongicides pour la protection du froment ?





Rapport global des essais 2022-2025

1. Introduction et mise en contexte 3
a. Agricultures en transition 3
b. Le lieu d'expérimentation : la Ferme de la Sarte à Piétrebais 3
c. Le projet de recherche 4
d. Etat de l'art 5
e. Questions de recherche 6
2. Processus expérimental 7
a. Biointrants utilisés et mode de production du compost et des TCO 7
b. Plan expérimental 7
Mesures effectuées 9
c. Analyse des données 12
3. Résultats principaux et discussion 13
a. Caractérisation des biointrants 13
b. Froment, 2021-2022 14
c. Orge brassicole, 2021-2022 16
d. Froment, essai en champ 2022-2023 18
e. Froment, 2023-2024 20
f. Froment, 2024-2025 21
4. Discussion et conclusions 23

1. Introduction et mise en contexte

a. Agricultures en transition

L'appel à projets "Agricultures en transition" est né de la volonté de mécènes sensibles à l'avenir du secteur agricole wallon de soutenir la transition agricole directement dans les fermes. Cette volonté s'accompagnait de l'envie de mener ce soutien de façon innovante : en confiant le choix d'une pratique innovante à l'agriculteur/l'agricultrice, puis en leur donnant les moyens financiers et scientifiques de tester ces pratiques sur leur champ, pendant quatre ans.

Le volet scientifique de ces expérimentations a été confié à l'UCLouvain, et en particulier à l'équipe des Fermes universitaires, qui a été chargée de co-construire les protocoles expérimentaux avec les agriculteurs/agricultrices, de faire le lien avec les partenaires (laboratoires, académiques UCLouvain ou d'autres universités, acteurs du secteur agricole...), d'assurer le suivi des essais, la récolte des échantillons et données, etc.

Le projet Agricultures en transition présenté dans ce rapport est le premier à être clôturé, après quatre ans d'expérimentation.

b. Le lieu d'expérimentation : la Ferme de la Sarte à Piétrebais

La Ferme de la Sarte est une exploitation agricole familiale située dans la commune de Piétrebais à 15 km de l'UCLouvain. Trois membres de la famille (2 générations) travaillent sur une exploitation de 177 hectares dont 130 hectares en polyculture. Les cultures principales sont le froment, le colza, l'orge brassicole, l'avoine, les pois, les pommes de terre, le lin, le maïs grain et quelques cultures annexes (soja, sorgho, sarrasin, lupin, féverole, seigle, moutarde, millet). La majorité des semences de couverts végétaux est produite à la ferme.



Figure 1: Vue aérienne de la ferme de la Sarte (à Hèze)

La Ferme de la Sarte a commencé sa transition vers le non-labour et la diminution des intrants de synthèse (pulvérisation bas-volume) à la fin des années 1980, pour abandonner définitivement le labour au début des années 2000. L'arrêt du labour a permis de régler les problèmes de battance et d'érosion qui étaient récurrents dans les parcelles sablo-limoneuses de la ferme.

A partir de 2005, les évolutions se sont portées sur l'intensification des couverts végétaux (multi-espèces/double couvert été-hiver) et les effets ont été directement observables sur le sol. En effet, mai-juin 2016 a été extrêmement pluvieux et cette période a été suivie par quatre années de déficit

pluviométrique. Les sols sont devenus plus résilients par rapport à ces variations climatiques. Depuis 2018, un semis direct et des couverts végétaux permanents (trèfle, luzerne, lotier) ont été mis en place. Des efforts sont également en cours afin de réduire la quantité d'engrais azotés de synthèse via l'introduction de légumineuses dans la rotation et les couverts ainsi que par le pâturage des couverts par les ovins. La réduction est estimée à 30%.

La Ferme de la Sarte fait actuellement l'objet de plusieurs études. Une étude menée à la Ferme en 2020 par un bioingénieur de l'UCLouvain/KULeuven montre que l'enrobage des semences avec du compost a un effet positif sur la croissance des couverts végétaux en conditions sèches. Une étude en cours, menée par Lola Leveau, doctorante de l'UCLouvain, démontre une grande stabilité structurale des sols de la Ferme et une très faible sensibilité à la battance. Les analyses de sève ont montré que la pulvérisation de thés de compost et d'oligo-éléments permet de réduire les carences et les excès en éléments nutritifs.

Depuis 5 ans, la Ferme de la Sarte accueille des citoyens de 7 à 77 ans (via The Shift, Time for the Planet), des agriculteurs (Greenotec/CERFrance) et des chercheurs de terrains/enquêteurs/stagiaires (UCLouvain, CRA-W).

Tableau 1 : La ferme de la Sarte en résumé

Dénomination de l'exploitation	Ferme de la Sarte SRL
Adresse de l'exploitation	Chavée de la Sarte 16/A 1390 Grez-Doiceau
Date de création	20/01/1984
Activités principales	177 ha de cultures dont 130 en polyculture - Pommes de terre (5-8 ha) - Froment, orge brassicole, avoine - Maïs grain - Pois - Lin, colza, soja, sorgho, lupin, sarrasin, féverole, moutarde, millet… Production de gazon en rouleaux Pas d'élevage

c. Le projet de recherche

A la Ferme de la Sarte, la transition est donc déjà en marche, mais la réflexion sur d'autres alternatives de réduction du recours aux intrants exogènes se poursuit, comme en témoigne cet extrait du projet présenté par l'agriculteur, Géraud Dumont de Chassart :

" L'objectif du projet est de mettre en évidence les effets de différents bio-intrants et oligo-éléments sur les services écosystémiques du sol, la qualité nutritionnelle des aliments et la productivité agricole. [...] La faisabilité de leur utilisation en grande culture, leur potentiel de substitution aux intrants de synthèse et leur pertinence dans les systèmes d'agriculture de conservation seront également évalués. Ceci afin d'élaborer différents itinéraires techniques et de faciliter la transition agro-écologique d'autres fermes, ce qui peut aboutir à de nouvelles filières durables (zéro résidu, bas carbone...)."

Par la suite, en concertation avec l'agriculteur, il a été décidé de focaliser la recherche sur les alternatives aux fongicides. En particulier, le potentiel de protection des thés de compost oxygénés (TCO) a été étudié selon différents modes d'application et en comparaison avec d'autres alternatives potentielles. Le TCO peut être défini comme "une eau infusée au compost, qui s'obtient en faisant baigner du compost solide et, dans certains cas, des enrichissements, dans une certaine quantité d'eau, pendant une durée déterminée, à une température déterminée, en présence d'oxygène".

d. Etat de l'art

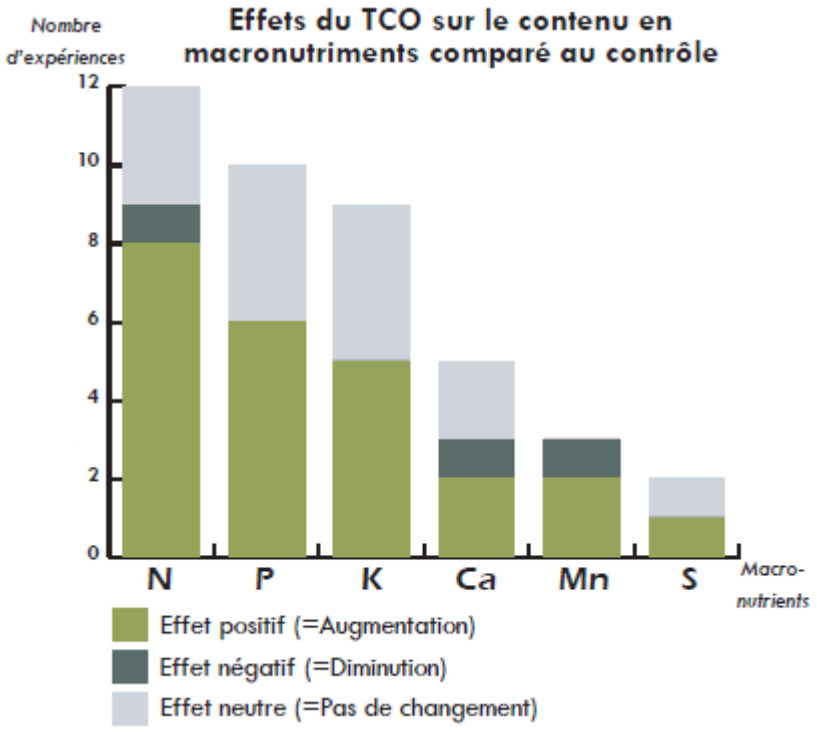
Céline Chevalier (UCLouvain, 2023)[1] conclut son état de l'art sur la recherche récente au sujet du TCO avec trois points principaux.

Premièrement, sur les 56 expériences identifiées (35 articles) abordant spécifiquement le TCO et son impact sur les plantes, seules 4 portent sur une céréale (le maïs). Par ailleurs, le processus de production (durée d'incubation, dilution, adjuvants...) et le mode d'application du TCO diffèrent souvent d'une expérience à l'autre, faisant de chacune ou presque un cas particulier.

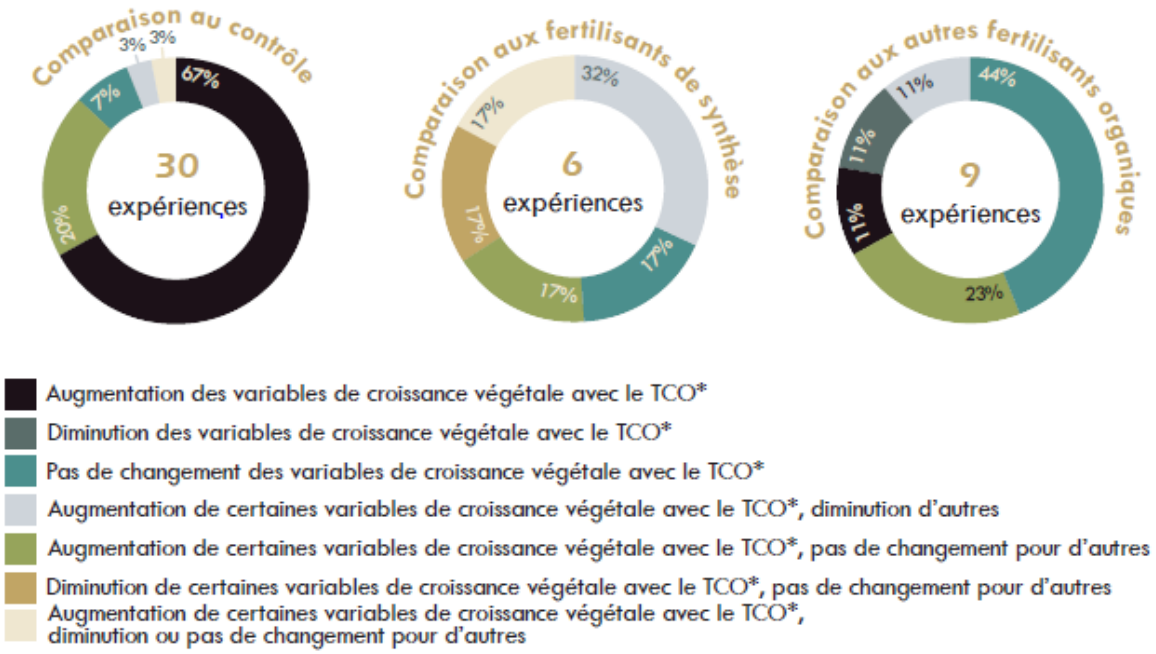
Ensuite, malgré ces méthodologies différentes, l'apport de TCO montre la plupart du temps, y compris dans le cadre d'essais *in vivo,* un effet positif sur la croissance végétale, les caractéristiques du sol et/ou diminue le développement de pathogènes fongiques par rapport à une modalité de contrôle.

Enfin, l'établissement de liens entre le mode de production/d'application et l'effet observé sur la plante est rendu difficile par cette diversité de méthodologies.

Les figures suivantes, provenant directement du rapport de Céline Chevalier, en illustrent les principaux résultats.



[1] Céline Chevalier (Sytra, UCLouvain), Thés de compost oxygénés : ce que l'on en sait actuellement, sur base de la littérature scientifique. Avril 2023. Site web: composttea-fasciculev2-tot.pdf



Plusieurs hypothèses sont avancées pour tenter d'expliquer les effets des TCO sur les plantes :

- Stimulation des défenses végétales ;
- Augmentation de la quantité de nutriments disponibles dans le sol par décomposition de la matière organique et solubilisation de nutriments présents sous une forme inaccessible pour les plantes (phosphore...) ;
- Compétition avec les pathogènes et donc réduction de leur développement (attendu en particulier quand le produit est appliqué par pulvérisation foliaire) ;
- Effet antibiotique ou parasite sur les organismes pathogènes.

e. Questions de recherche

Les principales questions auxquelles ce travail s'est attaché à répondre sont les suivantes :

- La production à la ferme de compost et dérivés, dont les TCO, permet-elle d'obtenir un résultat de qualité stable ?
- Quels modes d'application des dérivés de compost permet d'obtenir les meilleurs résultats en termes de rendement ?
- Les TCO sont-ils une alternative aux fongicides et aux autres produits proposés sur le marché (extraits végétaux, etc.) pour la protection des cultures d'orge et de froment ?
- Comment expliquer les différents effets observés suite à l'application de dérivés de compost sur les cultures ?

2. Processus expérimental

a. Biointrants utilisés et mode de production du compost et des TCO

Les biointrants utilisés à la ferme de la Sarte sont de deux types :

- Les extraits végétaux, achetés dans le commerce, sont des produits issus d'infusions, décoctions, macérations de végétaux dans le but d'en extraire les métabolites secondaires, oligo-éléments et composés organiques. Pulvérisés sur les cultures, ceux-ci sont décrits comme pouvant en assurer la protection ou le renforcement ;

- Le compost, utilisé pour l'enrobage des semences et la production de thés liquides pour pulvérisation foliaire. Ces thés sont pulvérisés sur les cultures si un déséquilibre est identifié par une analyse de sève. Il existe également une multitude de protocoles de production de compost et thés, nous nous intéressons ici uniquement à celui utilisé à la ferme de la Sarte.



Figure 2: Dispositif de production de compost utilisé à la ferme de la Sarte..

La production de compost à la Ferme de la Sarte est réalisée dans des bacs équipés de capteurs d'humidité et de température et munis de grilles de ventilation. Le couple température (°C) - durée de compostage est l'indicateur utilisé pour vérifier si l'apport en oxygène a été suffisant au cours du processus.

Les extraits de compost peuvent être fermentés ou non, oxygénés ou non. A la Ferme de la Sarte, c'est l'utilisation de « thé de compost oxygéné » (TCO) qui est privilégiée, c'est-à-dire, un extrait de compost fermenté en condition aérobie.

Les protocoles de production des biointrants sont présentés à l'Annexe 1_Protocoles de production des biointrants.

b. Plan expérimental

Le processus expérimental a évolué au cours des 4 ans de l'expérimentation. La première et la seconde année ont été consacrées à un screening large d'alternatives aux fongicides, et de méthode d'application en ce qui concerne les TCO. Les moins performantes de ces techniques ont été écartées au cours des deux années suivantes.

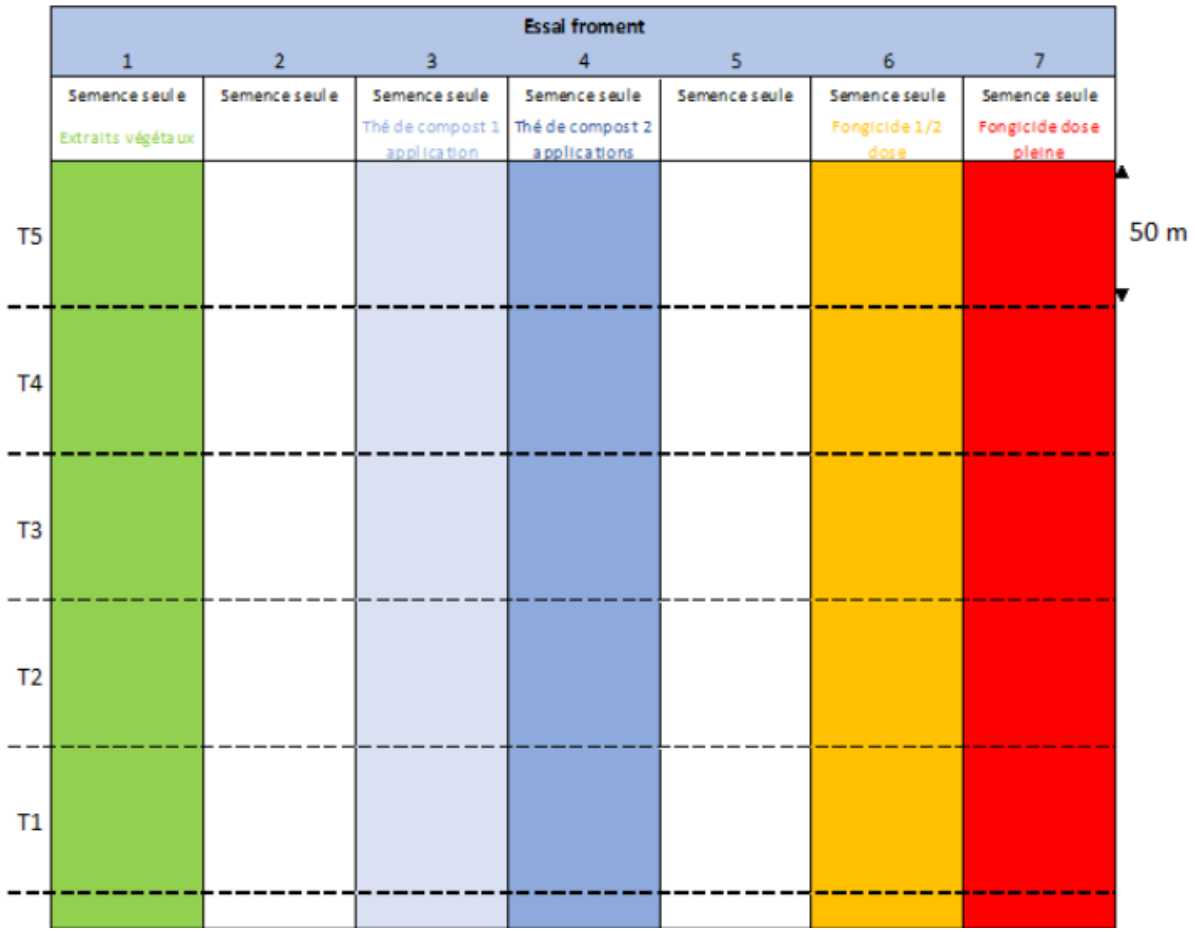
Tableau 2: Evolution du processus expérimental entre 2022 et 2025.

Année	Parcelle UCLouvain	Parcelle agriculteur	Essai en serre	Enrobage semences
2022		x		x
2023		x	x	x
2024	x			
2025	x	x		

Lors de la saison culturale 2022-2023, la thématique a fait l'objet d'un mémoire avec le Pr Yannick Agnan. La mémorante, Apolline Delvaux, a mené des essais sous serres de façon complémentaire à l'essai en champ, et a suivi ce dernier de façon particulièrement complète (analyses de sol, croissance des plantes, composantes de rendement...).

Choix des parcelles et organisation des essais

Les parcelles ont été sélectionnés et les essais positionnés suivant l'avis de l'agriculteur et après vérification de l'homogénéité du développement des cultures précédentes à l'emplacement envisagé. Pour cela, les cartes de sol et les vues aériennes du LAI (Leaf Area Index) disponibles sur Belcam ont été utilisées. Les résultats ont été présentés dans les rapports annuels mais ne sont pas repris ici par souci de concision.



Le plan des essais en bandes est celui d'un Plan en blocs aléatoires complet (RCBD) dont les traitements, en raison de contraintes liées à l'utilisation de machines agricoles, ne sont pas distribués de manière aléatoire entre les bandes mais placés de manière continue sur celles-ci.

Opérations culturales

Toutes les opérations culturales à la ferme de la Sarte, excepté la récolte des essais, ont été réalisées par l'agriculteur à la date qui lui semblait la plus opportune. En ce qui concerne les traitements foliaires au TCO, leur application a été réalisée le nombre de fois nécessaire, en fonction de la pression en maladies fongiques, soit 2 ou 3 fois. Même chose pour les traitements au fongicide, d'après les recommandations des centres pilotes concernés.

Le détail des opérations culturales par année est présenté à l'Annexe 2.

Nomenclature des modalités

Voici les principales abréviations utilisées dans la suite du document.

Pour les traitements foliaires :

- EV : extraits végétaux en pulvérisation foliaire
- F : fongicide, utilisé à pleine dose (FPD) ou à demi-dose (Fdd)
- TC ou TCO : thé de compost (oxygéné), utilisé en pulvérisation foliaire. Le nombre d'application est soit précisé, suivi d'un signe "x", soit similaire à la recommandation pour l'année.

Pour les traitements de semences ou lors du semis :

- EC : extrait de compost, en injection dans la ligne de semis
- Enr : semence enrobée au compost (produit à la ferme de la Sarte)
- Sem : semence seule. C'est le cas par défaut, si l'information n'est pas précisée.

Dans l'essai orge de 2022 et celui de 2023 en froment, l'application des biointrants a été effectuée soit par pulvérisation foliaire, soit lors du semis par différentes techniques, soit les deux. Les techniques d'application sont alors nommées suivant le schéma "Traitement au semis_Traitement foliaire", éventuellement suivi du chiffre 1 ou 2 si la modalité est présente plusieurs fois dans l'essai.

Dans les autres cas, seul un traitement foliaire était appliqué.

Mesures effectuées

Tableau 3: Evolution des paramètres suivis au cours des 4 années de l'expérimentation.

Année	Maladies fongiques Rendement	Caractérisation des biointrants	Biomasse Analyses de sève Analyses de sol Composantes de rendement
2022	x	x	
2023	x	x	x
2024	x		
2025	x		

Caractérisation des biointrants

L'objectif de cette série d'analyses est d'étudier la composition des biointrants produits à la ferme de la Sarte et d'en vérifier la variabilité d'un batch à l'autre. Cet aspect est crucial en vue de la diffusion auprès d'autres agriculteurs du protocole de production des biointrants et de leurs effets attendus sur les cultures.

1) Analyses de la composition minérale et organique (PFT MOCA - Mineral & Organic Chemical Analysis)

- pH, conductivité électrique
- Matière sèche (%)
- Na, Ca, K, Fe, Zn, Mg, Cu, P, As
- Nitrate total
- Ammonium
- Azote total

2) Quantification des micro-organismes via dénombrement des moisissures et germes totaux (laboratoire BCCM / MUCL - Belgian Coordinated Collections of Micro-organisms / Mycothèque de l'UCLouvain) sur trois milieux de culture différents :

- PCA Plate Count Agar (germes totaux)
- RBA Rose Bengal Agar;
- MA2.50 Malt Agar 2%, 50 ppm chloramphenicol

La procédure d'analyse est présentée en Annexe 3_BCCM rapport analyse thé compost 2_2022. L'analyse métagénomique des thés de compost, envisagée initialement, n'a pas été réalisée en raison de son coût élevé et l'intérêt limité de cette technique pour vérifier la reproductibilité du processus de production du thé de compost.

D'autres analyses étaient initialement prévues mais n'ont pas été réalisées dans le cadre de ce travail

- Contenu en proline
- Quantification des polyamines libres
- Quantification des antioxidants
- Quantification des protéines totales
- Quantification des sucres solubles

Suivi de culture aux premiers stades (levée, biomasse...)

Un comptage de la levée dans chaque bande, un comptage du nombre de talles ainsi qu'un prélèvement racinaire ont été réalisés pour déceler d'éventuelles différences entre modalités dès les premiers stades de développement.

Le comptage de la levée a été réalisé le 17 janvier 2023 avec un cadre de 1m², positionné sur le sol avec deux bords parallèles aux lignes de semis. Le comptage s'est fait dans chaque travée sur un mètre carré représentatif de la travée, puis rapporté à l'hectare.

Pour le prélèvement racinaire et le comptage du nombre de talles, dix plants ont été prélevés le 16 février 2023 dans les travées 1, 3 et 5 des modalités 4 à 8. Ce travail est effectué à l'aide d'une bêche afin d'obtenir le maximum des racines des plants. Ensuite, ces mottes ont été émiettées manuellement, puis les racines délicatement nettoyées à l'eau, puis analysées visuellement. La pesée des parties aériennes est réalisée en rassemblant tous les prélèvements d'une même modalité.

Suivi des maladies fongiques

Les informations présentées dans cette section proviennent du Livre Blanc Céréales.

Pour chaque modalité, dix plants ont été prélevés par travée, en zigzag, puis analysés par la Clinique des plantes pour détermination de l'incidence et de la gravité des maladies fongiques pour chaque maladie, sur les 2 dernières feuilles. Pour le Piétin, seule l'incidence est mesurée.

Les maladies fongiques les plus fréquentes ont été caractérisées. Sur le froment, il s'agit de la Septoriose, de la Rouille jaune, la Rouille brune, de l'Oïdium, de l'Helminthosporiose et du Piétin-verse. Pour l'orge brassicole, l'Helminthosporiose, la Rynchosporiose, la Rouille naine, la Ramulariose et l'Oïdium ont été observés.

Le Piétin-verse, favorisé par un automne et un hiver doux et une pluviosité élevée, peut avoir un impact sur le rendement du froment dans le cas où la maladie cause la verse de la culture. La rotation et le choix variétal permettent d'atténuer le risque.

La Septoriose, maladie foliaire considérée comme la plus problématique en froment en Wallonie, se caractérise par la présence sur les feuilles de taches blanches allongées, ou de taches brunes souvent bordées d'un halo jaune. Un automne humide et chaud suivi d'un hiver peu rigoureux favorise le développement de la maladie dans la jeune culture.

La Rouille jaune se caractérise par l'apparition de rayures jaune disposées parallèlement aux nervures du limbe à la face supérieure des feuilles. Des pertes de rendement importantes peuvent être observées en cas d'infection grave sur variété sensible. La maladie se développe particulièrement bien si le printemps est frais et humide, mais ne supporte pas les températures supérieures à 25°C. Le choix de variétés résistantes et une fertilisation raisonnée sont les deux leviers de prévention principaux.

La Rouille brune apparaît en général tardivement, entre le stade dernière feuille pointante et l'épiaison. Des pustules brunes ou brun-orangé sur les feuilles sont le symptôme principal, et leur nombre croît exponentiellement en conditions humides et tempérées (15 à 20°C). Par rapport à la rouille jaune, qui se développe d'abord en foyers, la Rouille brune apparaît de façon homogène dans un champ. En cas de forte attaque, la maladie peut causer des pertes de rendement jusqu'à 50%. Le choix variétal, le semis tardif et une fertilisation raisonnée en azote diminuent le risque d'une attaque.

L'Oïdium, parfois appelé la maladie du blanc ou pourriture blanche, se développe à la faveur d'un temps humide et modérément chaud. La maladie se caractérise par des pustules apparaissant sur les organes aériens (feuilles, bourgeons, fruits) qui peuvent se développer et former un feutrage blanc correspondant au développement d'un mycélium poudreux épiphytique. L'impact attendu sur le rendement est faible, sauf sur les variétés sensibles.

L'Helminthosporiose peut causer jusqu'à 40% de pertes de rendement et une diminution de la qualité de la récolte. La maladie est favorisée par une humidité relative supérieure à 80% et un temps chaud (20°C).

La Rynchosporiose peut également avoir un impact significatif sur le rendement de la culture. Son développement est favorisé par des températures fraîches (8-10°C).

Le rôle des conditions climatiques dans le développement de la Ramulariose sont mal connues. La maladie peut causer des pertes de rendement relativement faibles.

La Rouille naine peut causer des pertes de rendement de l'ordre de 30%, se développe au-dessus de 5°C et est favorisée par une humidité relative importante.

La Fusariose de l'épi, favorisée par une période pluvieuse persistante entre l'épiaison et le début de la floraison du froment, peut causer des pertes de rendement jusqu'à 2t/ha. La maladie peut également entraîner une baisse de la qualité boulangère et, si la teneur en mycotoxines de la récolte excède les seuils réglementaires, le déclassement de l'ensemble du lot. L'enfouissement ou le broyage des résidus de la culture précédente, la rotation et le choix de variétés résistantes sont les principaux leviers de prévention (Arvalis)[2].

Rendement

Les prélèvements de plantes ayant toujours été réalisés dans la même zone de chaque bande (zone de 3 mètres de part et d'autre des drapeaux délimitant les bandes et travée), l'autre partie a été laissée intacte afin de mesurer le rendement à la récolte. La micro-moissonneuse Haldrup (barre de coupe 2m) des Fermes universitaires a été utilisée à cette fin. Pour l'orge, une zone d'environ 3 mètres de long a été récoltée dans chaque travée, 10 mètres dans le cas du froment.

c. Analyse des données

Le plan des essais en bandes est celui d'un Plan en blocs aléatoires complet (RCBD) dont les traitements, en raison de contraintes liées à l'utilisation de machines agricoles, ne sont pas distribués de manière aléatoire entre les bandes mais placés de manière continue sur celles-ci.

On s'attend à ce que chaque valeur mesurée sur ce plan diffère de la moyenne générale par plusieurs effets liés à sa position dans l'essai (bande et travée) et suive un modèle linéaire mixte. Concrètement, le logiciel R a été utilisé afin de vérifier la robustesse des modèles utilisés et calculer la variance (ANOVA) sur un modèle fixe, c'est-à-dire que les parcelles d'essais considérées ne sont pas choisies au hasard parmi toutes les parcelles de Wallonie, auquel cas un modèle linéaire aléatoire pourrait être utilisé.

[2] Arvalis. Site web consulté le 22/12/2025. https://fiches.arvalis-infos.fr/fiche_accident/fiches_accidents.php?mode=fa&type_cul=1&type_acc=4&id_acc=51

3. Résultats principaux et discussion

a. Caractérisation des biointrants

Parmi les biointrants utilisés au semis, c'est dans le compost pour enrobage que l'on retrouve le plus de microorganismes, et cela aussi bien en germes totaux (GT) qu'en microorganismes filamenteux (M). Le compost commercial et celui produit à la Sarte présentent les mêmes teneurs en GT et M.

Les charges microbiennes et fongiques des thés sont variables en fonction de la nature des ingrédients utilisés pour sa préparation, ainsi que des conditions de production. Entre les TCO de 2022 et 2023, la charge fongique reste équivalente présente une morphologie qui permet d'attribuer les organismes présents aux genres *Aspergillus* et *Mucor*. La charge microbienne est trois fois supérieure en 2022 qu'en 2023. Vu les contraintes liées à la production du TCO (24h avant l'application au champ) et à la logistique d'analyse (transport, délai avant analyse...), les quantités de GT et M mesurées peuvent être considérées comme équivalentes d'un batch à l'autre.

Tableau 4: Quantification des germes totaux et micro-organismes filamenteux dans le compost et ses dérivés en 2022 et 2023.

	Germes totaux (GT)	**Microorganismes filamenteux (M)**	**Unité**
Extrait de compost 2023	4,17E+06	2,20E+04	cells/ml
Compost pour enrobage 2023	1,18E+08	5,00E+05	cells/g
TCO pulvérisation 2022	2,0E+08	3,0E+02	cells/ml
TCO pulvérisation 2023	6,5E+07	3,3E+02	cells/ml
Extrait compost Serre	2,3E+07	1,9E+04	cells/ml
TCO Serre	3,3E+07	1,6E+05	cells/ml
Compost commercial Serre	2,4E+07	2,5E+05	cells/g
Compost Serre	2,9E+07	1,3E+04	cells/g

L'effet de fertilisation minérale directe des cultures par les biointrants nous paraît négligeable, vu les teneurs en minéraux mesurées dans les dérivés de compost et les volumes de ces derniers appliqués.

Tableau 5: Teneurs en minéraux dans le compost et l'extrait de compost en 2022.

	Compost	**Extrait compost**
Matière sèche (% produit sec)	58,56	64,46
Azote total (kg/t de produit frais)	5,41	-
Potasse (kg/t de produit frais)	2,13	0,05
Phosphore (kg/t de produit frais)	2,86	0,04
Magnésie (kg/t de produit frais)	1,56	0,02
Calcium (kg/t de produit frais)	11,59	0,16
Fer (mg/kg matière fraiche)	1252,8	8,4

b. Froment, 2021-2022

Maladies fongiques

Le printemps et l'été 2022 ont été chauds et secs, ralentissant le développement des maladies fongiques, dont la pression sur les cultures en Wallonie a été globalement modérée et leur impact sur le rendement, moyen (CePiCOP, 2022)[3].

- Infection par la rouille jaune jusqu'en juin puis arrêt ;
- La septoriose a atteint les deux feuilles supérieures en juin ;
- Malgré leur arrivée tardive, les maladies fongiques ont causé une perte de rendement estimée moyenne à 21%.

Le 24 mai, la rouille jaune avait atteint la dernière feuille dans les parcelles non traitées et emblavées avec des variétés sensibles[4]. Pour les variétés non-sensibles, la pression observée était très faible. La septoriose avait atteint la F3, rarement la F2, avec une sévérité faible.

Tableau 6: Fréquence et gravité des maladies fongiques sur l'essai froment le 24 mai (gauche) et le 21 juin 2022 (droite).

2022	24-mai	Septoriose		Rouille jaune		Rouille brune		Oïdium	
Dernière feuille		F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
EV	Fréquence	0	0	10	4	0	0	12	64
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	1
Témoin	Fréquence	0	0	10	4	0	0	46	82
	Gravité	0	0	0	0	0	0	1	1
TC1x	Fréquence	0	0	16	18	0	0	22	88
	Gravité	0	0	0	1	0	0	0	1
TC2x	Fréquence	0	0	12	18	0	0	30	74
	Gravité	0	0	0	1	0	0	0	2
Témoin	Fréquence	2	4	2	4	0	0	28	86
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	2
Fdd	Fréquence	0	2	8	2	0	0	24	90
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	2
FPD	Fréquence	0	0	2	6	0	0	6	62
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	1

2022	21-juin	Septoriose		Rouille jaune		Rouille brune		Oïdium	
Epiaison		F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
EV	Fréquence	18	37	58	22	44	23	44	60
	Gravité	0	1	2	1	1	0	1	2
Témoin	Fréquence	2	7	54	24	35	7	57	61
	Gravité	0	0	3	1	2	0	2	2
TC1x	Fréquence	8	12	39	38	33	15	45	61
	Gravité	0	0	2	2	1	0	1	3
TC2x	Fréquence	0	14	74	52	14	20	42	60
	Gravité	0	0	4	3	0	1	1	3
Témoin	Fréquence	13	19	28	26	38	29	38	49
	Gravité	0	1	1	1	1	1	1	2
Fdd	Fréquence	13	14	8	0	0	0	31	50
	Gravité	0	1	0	0	0	0	1	2
FPD	Fréquence	13	23	2	5	6	0	2	21
	Gravité	0	1	0	0	0	0	0	0

Sur les plants prélevés le 24 mai 2021 sur l'essai à Piétrebais, la gravité d'infection par la septoriose, la rouille jaune et l'oïdium était faible. L'incidence du Piétin était de l'ordre de 16% sur la bande traitée aux Extraits végétaux, et faible sur les autres modalités.

Le 21 juin, après quelques épisodes de faible pluie, la gravité moyenne de toutes les maladies a augmenté, à l'exception du Piétin dont l'incidence baisse fortement. Cette augmentation est particulièrement marquée pour l'Oïdium et la Rouille jaune (Tableau 6).

La variété semée (KWS Ultim) est sensible à l'Oïdium et, dans une moindre mesure, à la Rouille brune et à la Septoriose.

Rendement

Les différences de rendement sont significatives et permettent d'isoler deux groupes (Figure 3). Les modalités TC2x, Fdd et le premier témoin présentent un rendement supérieur aux autres modalités. Le rendement mesuré sur la bande traitée à pleine dose de fongicide est plus faible que celui de la modalité " Fongicide demi-dose", peut-être à cause de la phytotoxicité des produits fongicides. La différence de rendement entre les deux bandes témoins semble indiquer une variation des conditions

[3] CePiCOP, 2022, Livre Blanc des Céréales. Page web:Présentation PowerPoint
[4] https://centrespilotes.be/publi/Avertissements

au sein de l'essai, indépendamment des traitements appliqués. Cela invite à la prudence dans l'interprétation des résultats de l'année en froment.

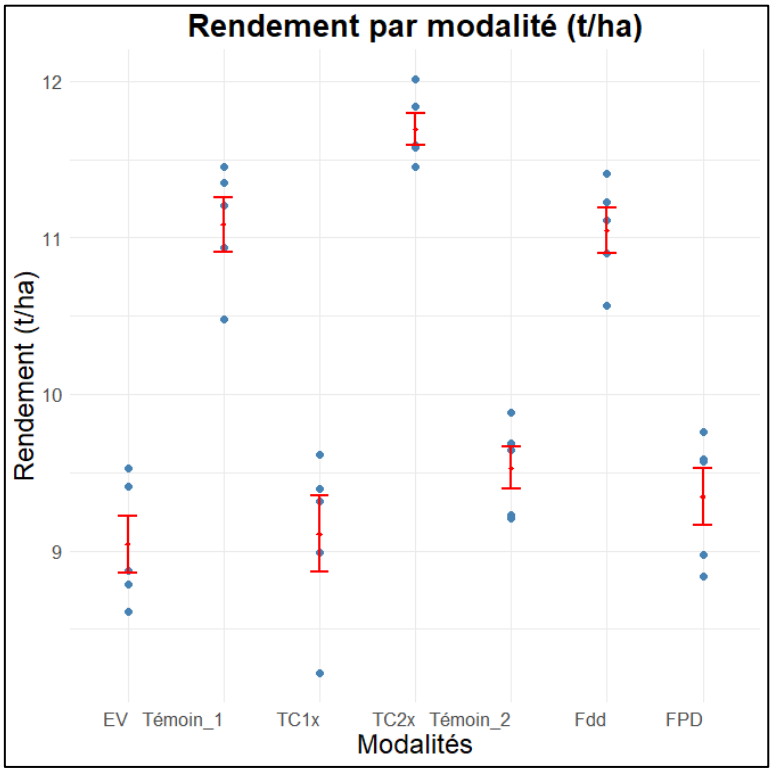


Figure 3 : Rendement moyen et écart-type par modalité sur l'essai froment en 2022.

A ce stade, les différences d'efficacité de contrôle des maladies par les différents traitements ne permettent pas d'expliquer les différences de rendement observées.

Analyse des grains

Le rendement et le PMG des grains de la bande traitée deux fois au thé de compost sont significativement supérieur à celui de la pulvérisation de thé appliquée 1 fois (Figure 4). L'augmentation du rendement semble donc ici corrélée à l'augmentation de la taille des grains. L'analyse des minéraux dans les grains n'a montré aucune différence significative.

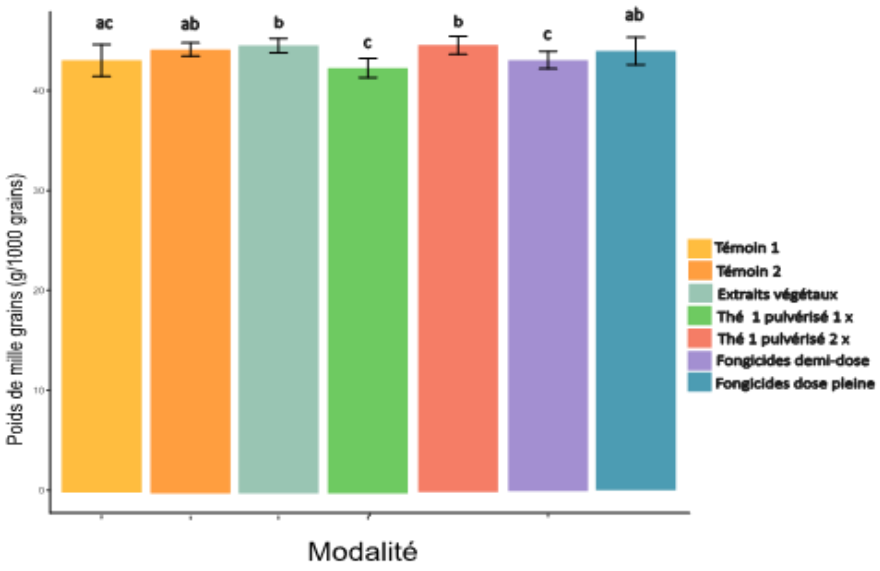


Figure 4: PMG et écart-type par modalité sur l'essai froment en 2022.

c. Orge brassicole, 2021-2022

Maladies fongiques

Lors des deux dates de prélèvement, la gravité d'infection par l'Helminthosporiose, la Rynchosporiose et l'Oïdium était nulle. La gravité d'infection par la Rouille naine, faible le 24 mai, est passée à moyenne le 21 juin. La variété Planet est moyennement sensible à la Rouille naine et assez sensible à l'Helminthosporiose (Tableau 7).

Tableau 7:Fréquence et gravité des maladies fongiques observées sur l'essai orge brassicole en 2022.

2022	24-mai	Rouille naine		Helminthosp.	
Dernière feuille		F1	F2	F1	F2
Fdd_1	Fréquence	14	92	0	0
	Gravité	0	1	0	0
Témoin	Fréquence	20	90	0	2
	Gravité	0	1	0	0
Enr_1	Fréquence	26	96	0	0
	Gravité	0	1	0	0
Enr_TC1x	Fréquence	16	92	0	0
	Gravité	0	1	0	0
Enr_TC2x	Fréquence	26	96	0	2
	Gravité	0	1	0	0
Enr_2	Fréquence	20	92	0	0
	Gravité	0	1	0	0
Enr_EV	Fréquence	22	88	0	0
	Gravité	0	1	0	0
Enr_Fdd	Fréquence	16	64	0	2
	Gravité	0	1	0	0
Fdd_2	Fréquence	18	94	0	0
	Gravité	0	1	0	0

2022	21-juin	Rouille naine		Ramulariose	
Floraison		F1	F2	F1	F2
Fdd_1	Fréquence	96	100	0	4
	Gravité	3	8	0	0
Témoin	Fréquence	100	100	0	0
	Gravité	16	23	0	0
Enr_1	Fréquence	100	100	0	0
	Gravité	20	24	0	0
Enr_TC1x	Fréquence	100	100	14	4
	Gravité	15	20	0	0
Enr_TC2x	Fréquence	100	100	0	0
	Gravité	15	18	0	0
Enr_2	Fréquence	100	100	0	0
	Gravité	14	15	0	0
Enr_EV	Fréquence	100	100	0	0
	Gravité	15	21	0	0
Enr_Fdd	Fréquence	98	96	0	0
	Gravité	3	7	0	0
Fdd_2	Fréquence	100	100	13	20
	Gravité	2	6	0	0

Rendement

Un premier constat est que le rendement des bandes témoins « Semence enrobée sans traitement foliaire » est proche, ainsi que pour les bandes « Semence seule et fongicide demi-dose », ce qui

semble confirmer l'uniformité de la parcelle dans la direction perpendiculaire aux modalités (Figure 5).

Trois groupes se détachent : les bandes présentant le meilleur rendement sont celles avec traitement fongicide, avec ou sans enrobage de la graine au compost. A l'inverse, la bande « Semence seule, thé de compost 2 applications » présente un rendement significativement moins élevé.

Le rendement en orge brassicole est corrélé négativement avec la sévérité de la Rouille naine. Le meilleur contrôle de la Rouille naine induit par le traitement foliaire aux fongicides semble apporter une explication aux rendements supérieurs observés dans les bandes traitées.

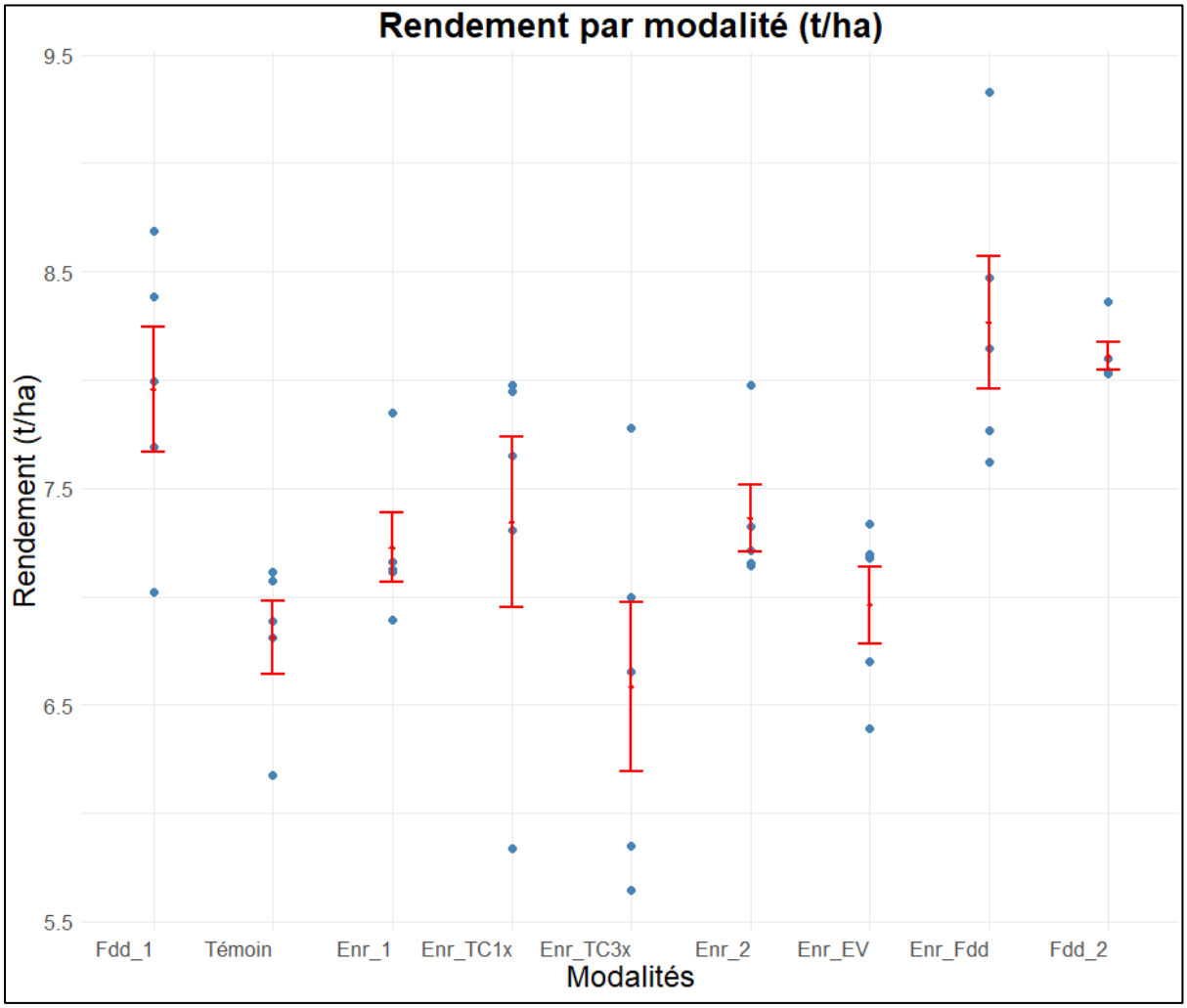


Figure 5: Rendement et écart-type par modalité sur l'essai orge brassicole en 2022.

Les années suivantes, nous avons concentré les essais sur le froment, pour pouvoir suivre la culture de la manière la plus complète possible. Ce choix a aussi été motivé par la prédominance de cette culture en Wallonie, comparativement à l'orge brassicole.

d. Froment, essai en champ 2022-2023

Suivi des premiers stades de la culture

A l'occasion du mémoire d'Apolline Delvaux, de nombreuses observations supplémentaires ont été effectuées pour mettre en évidence un éventuel effet des traitements de semence sur le développement du froment aux premiers stades de la culture : comptage du nombre d'axes racinaires, analyses minérales et microbiologiques du sol (17 janvier), levée (16 février), nombre de talles. Aucune différence significative n'a été détectée.

Analyses de sève

Le graphe ci-dessous (Figure 6) montre l'évolution par modalité de la teneur en N total à trois dates successives (jour J avant traitement, J+2 après traitement, J+10 après traitement) dans les feuilles F2. La valeur de N tot évolue pour les deux modalités « fongicide » de la même manière que la majorité des autres modalités, alors qu'aucun traitement fongicide n'a été appliqué sur celles-ci.

Il nous semble donc difficile, vu la variabilité dans la mesure, de percevoir les effets des traitements foliaires sur les analyses de sève.

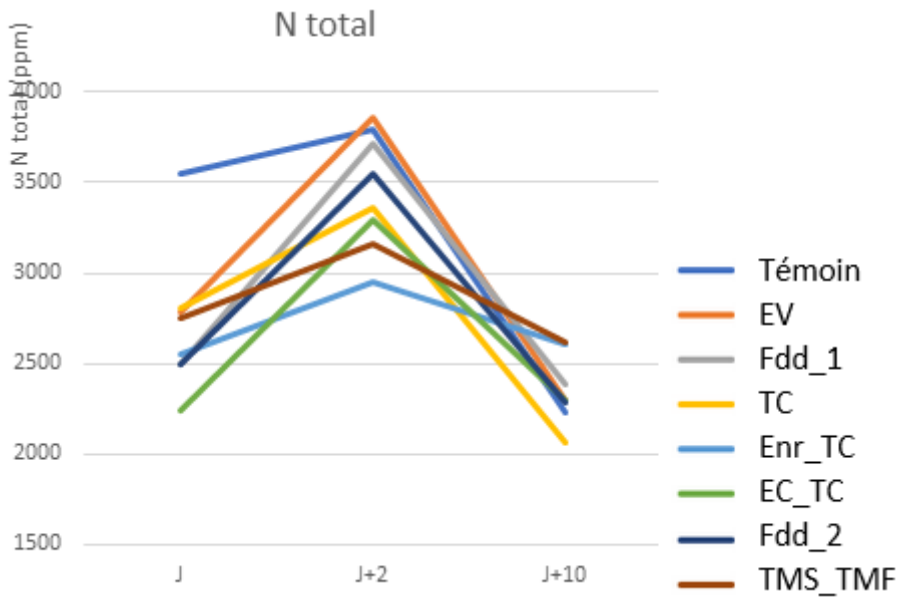


Figure 6: Mesure d'azote total par analyse de sève sur l'essai froment en 2023, juste avant le traitement foliaire, 2 jours après et 10 jours après.

Biomasse aérienne

Le résultat des pesées de biomasse aérienne totale réalisées en juin montre une absence de différence significative, la variabilité des mesures étant très élevée.

Maladies fongiques

L'avertissement CePiCOP du 2 mai présente la rouille jaune comme très peu présente, alors que la Septoriose était observable partout, à des niveaux divers. La Rouille brune était présente mais avec des sévérités faibles. A la fin du mois, la pression en Septoriose et Rouille brune est décrite comme très forte. La Rouille jaune est présente sur les variétés sensibles et non traitées.

Ces observations se marquent sur nos essais. La Rouille brune et, à plus forte raison, la Septoriose sont très fréquentes en juin bien qu'à des niveaux de gravité relativement faibles. La résistance de la variété KWS Ultim à la Rouille jaune contribue à la protéger de cette maladie Tableau 8).

Tableau 8: Fréquence et gravité des maladies fongiques observées sur l'essai froment en 2023.

2023	03-mai	Septoriose		Rouille jaune		Rouille brune		Oïdium	
2ème noeud		F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
Témoin	Fréquence	0	0	0	0	0	0	0	10
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	0
EV	Fréquence	0	0	0	0	0	0	0	2
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	0
Fdd_1	Fréquence	0	0	0	0	0	0	0	4
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	0
TC	Fréquence	0	0	0	0	0	0	0	6
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	0
Enr_TC	Fréquence	0	0	0	0	0	0	0	4
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	0
EC_TC	Fréquence	0	0	0	0	0	0	0	2
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	0
Fdd_2	Fréquence	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	0
TMS_TMF	Fréquence	0	0	0	0	0	0	0	4
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	0

2023	16-juin	Septoriose		Rouille jaune		Rouille brune		Oïdium	
Floraison		F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
Témoin	Fréquence	56	80	0	0	34	40	14	44
	Gravité	1	3	0	0	1	1	0	1
EV	Fréquence	56	82	0	0	22	2	44	30
	Gravité	2	7	0	0	0	0	1	0
Fdd_1	Fréquence	32	74	0	0	6	0	20	22
	Gravité	1	5	0	0	0	0	0	0
TC	Fréquence	32	66	0	0	12	10	28	52
	Gravité	1	2	0	0	0	0	0	1
Enr_TC	Fréquence	39	78	0	0	8	0	12	14
	Gravité	1	5	0	0	0	0	0	0
EC_TC	Fréquence	60	82	0	0	2	0	17	24
	Gravité	1	4	0	0	0	0	0	0
Fdd_2	Fréquence	41	85	0	0	2	4	15	19
	Gravité	1	6	0	0	0	0	0	0
TMS_TMF	Fréquence	53	76	0	0	6	0	22	16
	Gravité	1	3	0	0	0	0	0	0

Les différences observées entre les valeurs moyennes de rendement ne sont pas statistiquement significatives, vu la variabilité élevée des mesures au sein de chaque modalité (Figure 7).

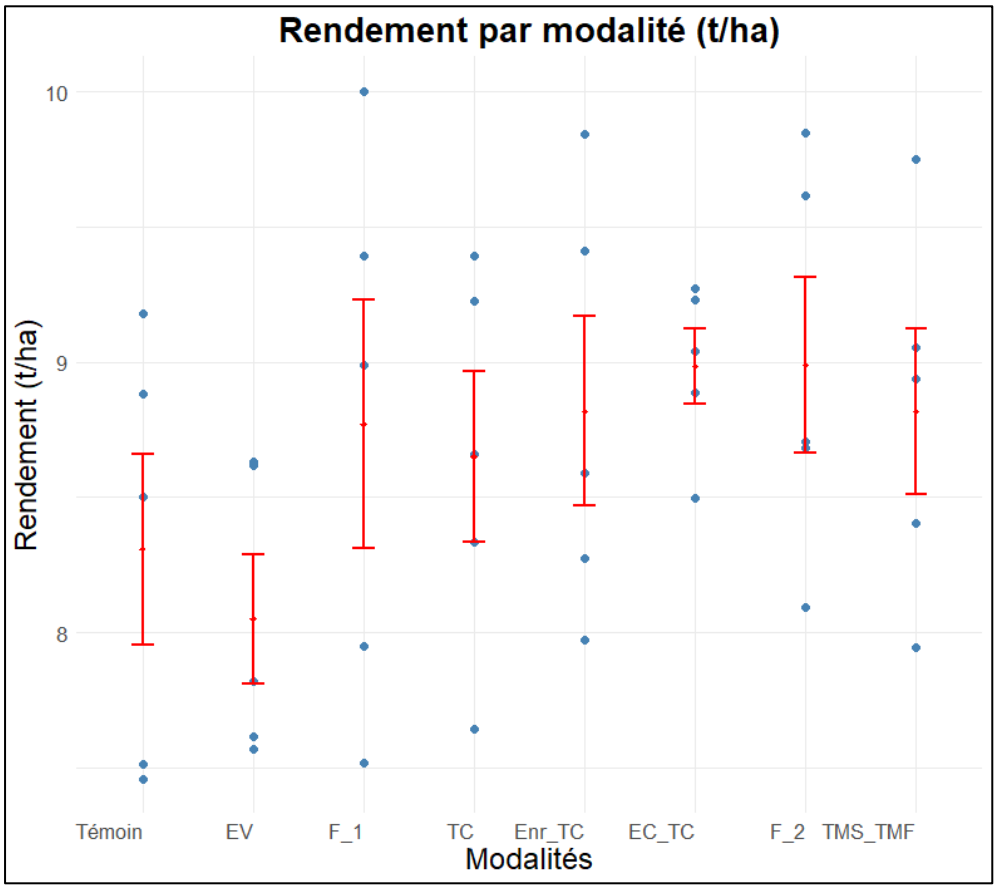


Figure 7: Rendement et écart-type par modalité sur l'essai froment en 2023.

Les mesures de PMG des grains après la récolte ne donnent pas de différence significative, et aucune conclusion ne peut être tirée des analyses de teneurs en minéraux des grains.

Au cours des deux premières années, les traitements de semences n'ont pas montré d'effet positif sur le rendement, la nutrition et la santé des plantes ou sur le sol, que ce soit dans le cadre des essais en champ (orge 2022 ou froment 2023) ou sous serres. Il a donc été décidé d'écarter les modalités concernées des expérimentations futures.

e. Froment, 2023-2024

Maladies fongiques

Le printemps 2024, très chaud et humide, a été particulièrement favorable aux maladies fongiques. Le 28 mai, d'après les observations du CePiCOP, les variétés de froment sensibles et/ou non-traitées étaient fortement atteintes par la rouille jaune, la rouille brune et par l'infection par la septoriose. Le risque de fusariose des épis est élevé, vu l'humidité persistante au début de la floraison.

En ce qui concerne nos essais, la septoriose et la rouille brune étaient effectivement très présentes, avec une gravité limitée sauf pour la septoriose en F2 (gravité modérée à forte, Tableau 9).

Tableau 9 : Fréquence et gravité des maladies fongiques observées sur l'essai froment en 2024.

2024	11-juin	Septoriose		Rouille jaune		Rouille brune		Oïdium	
Floraison		F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
EV	Fréquence	100	100	0	0	88	92	0	0
	Gravité	12	64	0	0	5	15	0	0
F_1	Fréquence	92	100	0	0	8	36	0	0
	Gravité	3	21	0	0	0	1	0	0
Témoin	Fréquence	100	100	0	0	90	90	0	0
	Gravité	13	66	0	0	4	7	0	0
TC	Fréquence	100	100	0	0	94	94	0	0
	Gravité	15	49	0	0	4	8	0	0
F_2	Fréquence	96	100	0	0	10	50	0	0
	Gravité	3	16	0	0	0	1	0	0
Oligo	Fréquence	100	100	0	0	86	80	0	0
	Gravité	11	67	0	0	4	8	0	0

La fusariose est présente sur 2 (Oligo), 4 (F_2, TC), 6 (Témoin), 8 (EV) et 10% (F_1) des plants prélevés. La variété Extase, globalement résistante aux maladies fongiques, y est assez sensible.

Rendement

La saison 2023-2024, caractérisée par une forte pression en maladies fongiques, voit les bandes traitées au fongicide se détacher clairement des traitements alternatifs et des témoins : le froment y est moins gravement atteint par la Septoriose et la Rouille brune, et le rendement y est significativement plus élevé. Parmi les autres modalités, seul le rendement de la bande "Oligo" présente une différence significative avec la bande "TC" (Figure 8).

La réduction des écarts-types est lié au plus grand nombre de prélèvements par rapport aux autres années (10 plutôt que 5 par bande). Cette modification du plan expérimental nous a été conseillée par la plateforme SMCS de l'UCLouvain, sur base des écarts-types observés lors des deux années précédentes.

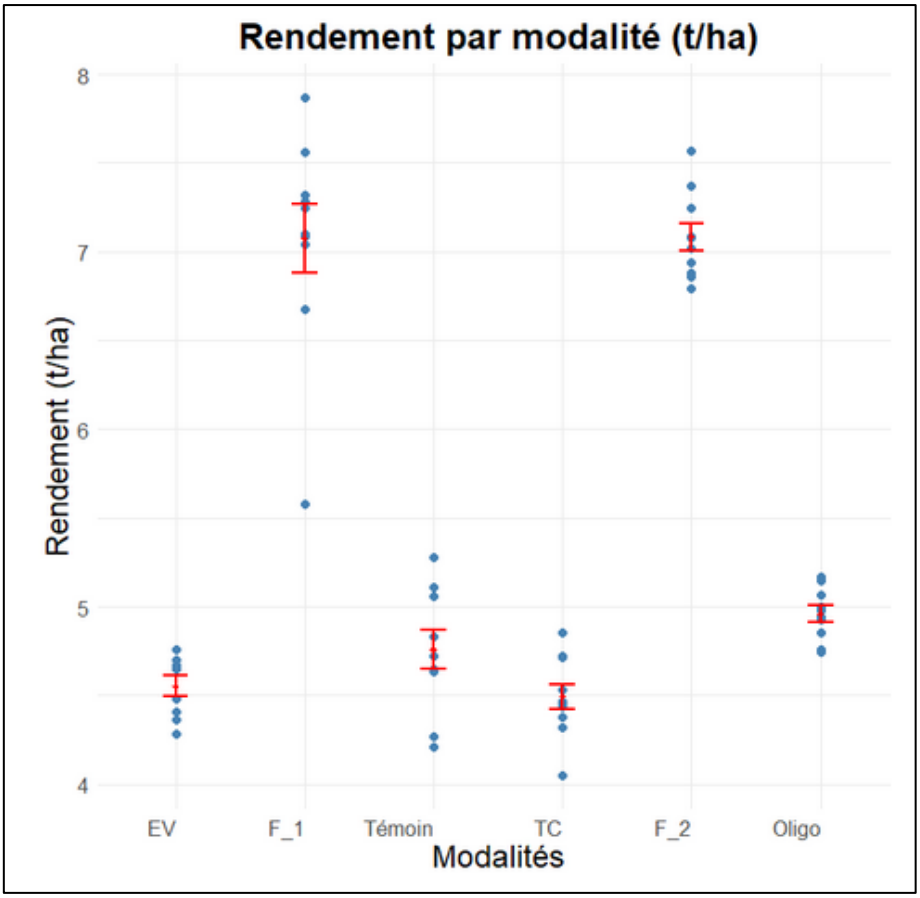


Figure 8 : Rendement et écart-type par modalité sur l'essai froment en 2024.

f. Froment, 2024-2025

Maladies fongiques

Au printemps et à l'été 2025, la météo était sèche et chaude, défavorable au développement des maladies fongiques.

Le 20 mai, les rouilles jaune et brune étaient en progression sur les variétés sensibles principalement. La septoriose était présente également, mais en très faible proportion et avec un potentiel d'évolution limité.

Cela correspond à nos observations sur la parcelle d'essai des Fermes universitaires (Tableau 10). A noter que le mélange de variétés qui y a été semé (Extase et Intensity) diffère de la variété semée à Piétrebais (Ecusson). Ces variétés se distinguent notamment par leur résistance aux maladies fongiques (Piétin-verse surtout), dont la pression cette année a cependant été limitée.

Tableau 10: Fréquence et gravité des maladies fongiques sur l'essai froment en 2025 aux Fermes universitaires

2025	20-mai	Septoriose		Oïdium		Rouille brune		Oïdium	
Fin épiaison		F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
Fongicide	Fréquence	0	2	0	0	0	0	0	0
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	0
Témoin	Fréquence	0	2	0	0	0	2	0	0
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	0
TCO3x	Fréquence	2	10	0	0	2	2	0	0
	Gravité	0	0	0	0	0	0	0	0

Rendement et composantes de rendement

Sur l'essai aux Fermes universitaires (Figure 9), le rendement des 3 modalités testées ne peut pas être différencié. A la ferme de la Sarte (Figure 10), le rendement de la modalité "Fongicide" est nettement supérieur à celui du témoin ou de la modalité traitée au TC.

Cela semble infirmer l'hypothèse que l'historique des pratiques culturales à la ferme de la Sarte favorise l'action du thé de compost foliaire par rapport au témoin, au moins en année à faible pression en maladies fongiques.

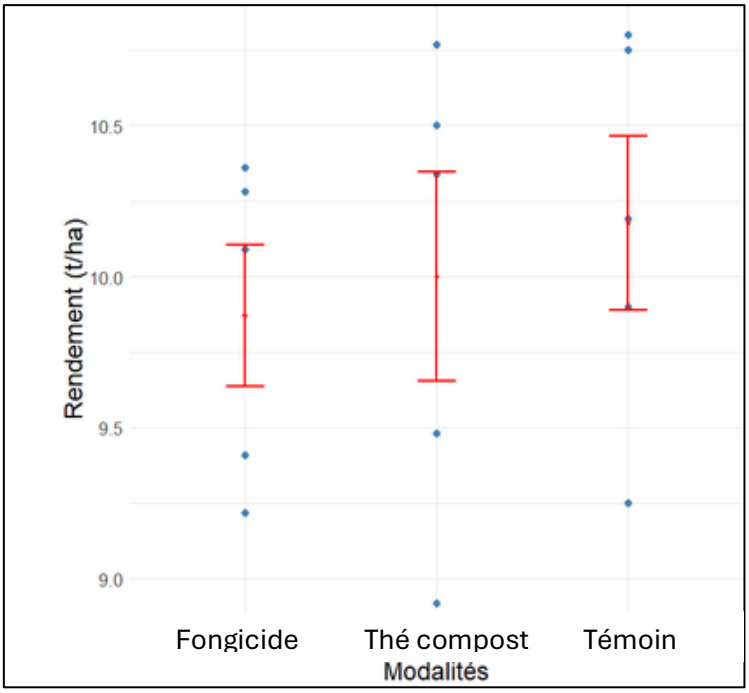


Figure 9: Rendement et écart-type des modalités de l'essai froment 2025 aux Fermes universitaires.

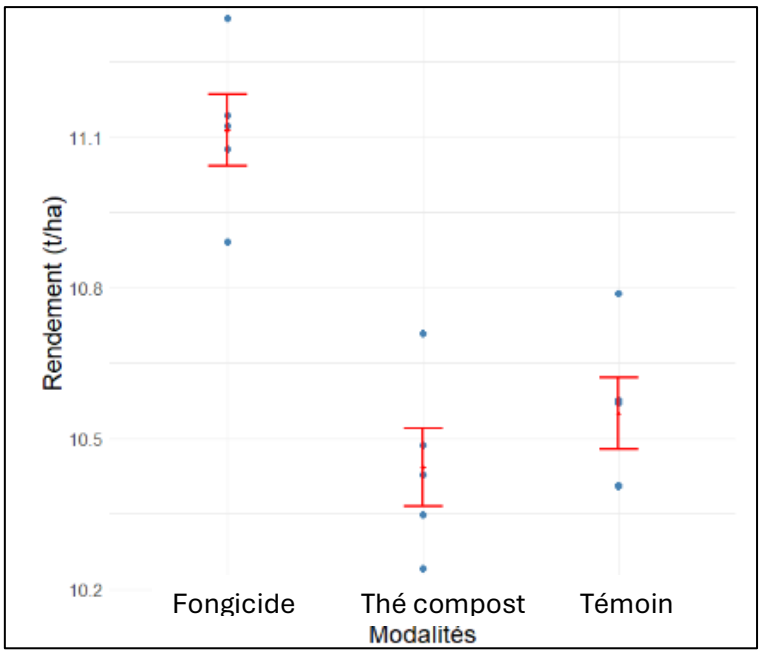


Figure 10: Rendement et écart-type des modalités de l'essai froment 2025 à la ferme de la Sarte.

4. Discussion et conclusions

Les 4 années d'essais (2022-2025) ont été marquées par des conditions météo très différentes, résultant en des pressions en maladies fongiques fortement variables.

Initialement menés sur l'orge brassicole et le froment, les essais se sont concentrés sur cette dernière culture dès la deuxième année. Le plan expérimental a varié au cours du temps, intégrant de nouvelles modalités à tester et/ou de nouvelles mesures, mais a toujours comporté au moins une modalité témoin sans traitement foliaire, une modalité traitée au fongicide et une modalité traitée au thé de compost. La pression en maladies fongiques et le rendement en grains, mesurés chaque année, ont été occasionnellement complétés par d'autres analyses (sève, levée, biomasse...).

Parmi ces analyses "occasionnelles", celles qui ont porté sur la croissance de la culture et sur la qualité du grain n'ont pas permis de détecter d'effet des traitements appliqués.

De manière générale, les traitements fongicides à demi-dose (pratique habituelle à la ferme de la Sarte et qui a été reconduite chaque année dans le cadre des essais) se sont montrés efficaces pour protéger le rendement de manière régulière, en particulier lors des années favorables au développement des maladies fongiques.

A l'inverse, la plupart des traitements "alternatifs" appliqués (extraits végétaux, oligo-éléments, enrobage des semences avec des dérivés de compost) n'ont pas montré d'effet de protection de la culture par rapport au témoin non traité. Seule exception, en 2021-22 sur le froment, où le rendement mesuré sur une bande traitée avec 2 applications foliaires de thé de compost était équivalent à celui des bandes traitées au fongicide. Ce résultat n'est explicable par aucune des mesures réalisées au cours de ces 4 années d'essais, et n'a plus été observé par la suite.

Dans les conditions de notre expérience, en présence d'une pression en maladies fongiques faible à modérée, la protection des cultures par les traitements alternatifs étudiés a varié d'une année à l'autre. Quand cette pression était forte, ces mêmes traitements n'ont pas permis de protéger le rendement du froment. De manière générale, on peut donc dire que ces traitements ne sont pas des alternatives fiables aux fongicides.

La littérature scientifique sur le sujet ne comporte pas d'essai similaire au nôtre (essais en plein champ sur le froment). Si l'application foliaire de thé de compost en conditions contrôlées montre généralement des effets positifs sur la santé des plantes, leur croissance, etc., ces effets n'ont pas été observés dans le cadre de nos essais, réalisés dans les conditions complexes régnant en plein champ.