Appel à projet CERES
Agricultures en Transition



Rapport des essais 2022

Géraud Dumont de Chassart – Ferme de la Sarte (Grez-Doiceau)

Table des matières

1. Introduction générale de l'appel à projet CERES – Agriculture en transition
2. Fonctionnement du projet CERES et lauréat 2022
    a. Processus de sélection
    b. La ferme de la Sarte à Grez-Doiceau
    c. Description et objectif du projet
    d. Partenaires du projet
3. Plan expérimental des essais 2022
4. Résultats et discussion
    a. Données météorologiques 2022
    b. Caractérisation des intrants
    c. Froment
    d. Orge brassicole
5. Conclusions
6. Essais prévus en 2023
7. Communication autour de l'appel à projet CERES – Agriculture en transition 2022
8. Bibliographie

1. Introduction générale de l'appel à projet CERES – Agriculture en transition

Une gestion durable de l'environnement rural, en particulier par l'agriculture, peut générer un impact significatif sur notre qualité de vie et notre santé. Les enjeux climatiques, environnementaux et sociaux sont d'une grande complexité et demandent des approches systémiques ainsi que le développement d'innovations concrètes à l'échelle agricole.

Afin de concrétiser son engagement pour une transition vers des systèmes agricoles et alimentaires durables en Belgique, le Fonds Baillet Latour développe un programme de soutien à la production durable d'une alimentation saine, en trois volets :

1. Des **activités de recherche** au sein de la Chaire en Agricultures Nouvelles à l'UCLouvain présidée par le Professeur Philippe Baret (Faculté des Bioingénieurs) ;
2. Le développement des Fermes universitaires de Louvain (FERM) comme **plate-forme de recherche et d'expérimentation collaborative** avec le secteur ;
3. L'accompagnement d'**initiatives de terrain** vers des trajectoires plus durables et viables par le soutien de projets.

Plus particulièrement, à la fin de l'année 2021 et dans le cadre de la Chaire en Agricultures nouvelles, le Fonds Baillet Latour et l'UCLouvain ont ouvert l'appel à projets *CERES - Agricultures en Transition*.

Soutenir les agriculteurs dans le développement de trajectoires innovantes.

Un budget de 100.000€ sur quatre ans avec un accompagnement universitaire.

L'objectif de l'appel à projets *CERES – Agriculture en Transition* est d'**amplifier et d'accélérer le mouvement de transition** vers une ruralité plus durable en identifiant des projets ambitieux et novateurs qui répondent aux critères suivants :

- Le projet a un **caractère innovant** par le recours à de nouvelles techniques ou pratiques, l'adaptation de filières existantes ou la constitution d'une nouvelle filière, le développement d'une approche systémique, la redécouverte d'anciens savoir-faire, l'adaptation aux circuits courts…
- Le projet doit **dépasser les pratiques individuelles** et avoir un potentiel d'**impact systémique** (au niveau des systèmes d'exploitation et alimentaires) ;
- Il doit être **reproductible** en termes de pratiques et d'impacts. Les indicateurs utilisés dans le plan d'action seront liés aux dimensions clés des systèmes agricoles et alimentaires de demain.
- Le projet doit s'engager à **diffuser**, au bénéfice du secteur, des pratiques, innovations et techniques appliquées.

L'appel *CERES – Agricultures en Transition* s'adresse aux agriculteur·trice·s wallon·ne·s dont l'exploitation, de taille familiale, dispose d'un numéro d'exploitation depuis au moins trois ans. Le projet lauréat obtient un soutien de 100.000€ étalés sur quatre ans afin de permettre un accompagnement dans la durée (acquisition des moyens nécessaires à la réalisation du projet, suivi scientifique, diffusion des innovations vers le secteur, etc.).

2. Fonctionnement du projet CERES et lauréat 2022

a. Processus de sélection

L'appel *CERES – Agricultures en Transition* a été lancé en **novembre 2021**.

La première échéance consiste à remettre une lettre d'intention, de maximum trois pages, pour le 20 décembre 2021. Sur base de cette lettre, **36 candidatures** ont été reçues. 35 candidatures étaient recevables (issues d'agriculteurs/trices), portaient sur des activités et thématiques diversifiées en étant réparties sur l'ensemble du territoire wallon :



Activité	Nombre de fermes
Elevage	20
Maraîchage	9
Cultures	18
Arboriculture	7

Thématiques principales	Nombre de projets
Conservation des sols	8
Transformation et diversification	9
Biodiversité	3
Création de filière	3

Après analyse des notes d'intention, les **trois projets les plus prometteurs** ont été retenus pour la deuxième étape du processus de sélection :

- Valorisation du Bois Raméal Fragmenté (BRF) pour l'apport du carbone aux grandes cultures – Ferme du Boer (Wiers) ;
- Etudes d'itinéraires techniques culturaux avec des intrants alternatifs aux intrants de synthèse - Ferme de Warelles (Petit-Enghien) ;
- Effet d'intrants alternatifs aux intrants de synthèse sur les services écosystémiques et productivité agricoles – Ferme de la Sarte (Grez-Doiceau).

L'équipe des Fermes Universitaires de Louvain (Rémi Desmet, Hugues Falys, François Gaspard) s'est rendue dans les trois exploitations agricoles afin de rencontrer les agriculteurs, explorer les infrastructures et s'assurer de la correspondance entre le projet et les attentes de l'appel à projet. A la suite des visites, l'équipe des Fermes a synthétisé les discussions des visites dans un rapport pour chaque ferme.

Sur base de ces dossiers, le lauréat de l'appel à projet CERES – Agriculture en transition a été désigné : la **Ferme de la Sarte.** Parmi les critères de décision, les points forts du projet de la Ferme de la Sarte sont (i) son expérience dans la mise en place d'essais et dans l'utilisation des intrants à étudier et (ii) la capacité de l'agriculteur à partager les résultats dans les réseaux agricoles.

b. La Ferme de la Sarte à Grez-Doiceau

La Ferme de la Sarte est une **exploitation agricole familiale** située dans la commune de Grez-Doiceau 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.

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.



Figure 1: Vue aérienne de la Ferme de la Sarte (Hèze, commune de Grez-Doiceau)

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. Description et objectif du projet

Face à la récente hausse de prix des intrants agricoles et à l'épuisement programmé de certaines ressources minérales, de nombreux agriculteurs et agricultrices expérimentent de nouvelles pratiques dans le but de réduire leur dépendance à ces produits. Quels itinéraires techniques pour une réduction de l'usage des produits phytosanitaires ? Comment repenser la fertilisation des cultures ? Ces enjeux dépassent le cadre de l'agriculture biologique, et sont repris par les stratégies au niveau de l'Union Européenne et de la Région Wallonne.

A la Ferme de la Sarte, ces questions se posent depuis plus de vingt ans. Les 130 hectares de polyculture de la ferme sont un terrain d'expérimentation idéal, et des essais en bande y sont d'ailleurs réalisés chaque année. Ces essais ont deux objectifs : valider de nouvelles pratiques

pour réduire au maximum l'utilisation des fongicides et des engrais azotés de synthèse, dans le cas particulier d'une ferme sans élevage.

L'intitulé du projet de Géraud Dumont de Chassart est : ""L'effet de biointrants et oligoéléments sur les services écosystémiques du sol, la qualité nutritionnelle des aliments et la productivité agricole".



Figure 2: Champ d'orge de l'essai 2022

L'objectif du projet est d'étudier les effets de différents biointrants et oligo-éléments sur les services écosystémiques du sol, la qualité nutritionnelle des aliments et la productivité agricole. Leurs effets individuels et combinés seront étudiés au sein d'une ou de plusieurs parcelles d'essais dans un système d'agriculture de conservation des sols établi depuis plus de 20 ans. 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. Tout ceci, afin d'élaborer différents itinéraires techniques et de faciliter la transition agroécologique ce qui peut aboutir à de nouvelles filières durable (zéro résidu, bas carbone, …).

d. Partenaires du projet

L'appel à projet CERES – Agriculture Nouvelle comprend une multitude d'acteurs qui apportent chacun·e une expertise et des compétences afin d'assurer l'obtention de résultats pertinents au projet :

- Fonds Baillet Latour (Guy van Wassenhove, Benoît Loore & Margarida Barbosa)
    - Bailleur de fond du projet
    - Coordination stratégique du projet (vision, suivi)
    - Communication et mise en valeur des résultats du projet
- Fermes Universitaires de Louvain (Philippe Baret, Rémi Desmet, Hugues Falys & François Gaspard)
    - Coordination stratégique et opérationnelle du projet

    - Communication et mise en valeur des résultats du projet
    - Expertise technique
    - Réseaux (lien entre le monde académique et le monde agricole, réseaux de maraichers, asbl agricoles, centre de recherches, etc.)
    - Mise à disposition de matériel agricole
- Les professeurs de l'UCLouvain (Yannick Agnan, Pierre Bertin, Xavier Draye, Anne Legrève…)
    - Expertise scientifique en systèmes agraires, sciences du sol, espèces végétales, santé des plantes
    - Validation des plants d'essais
- Plateformes technologiques de l'UCLouvain
    - Analyses (MOCA, Clinique des plantes, BBMC…)
    - Essais en serres (Sefy)

Afin de définir et valider le plan expérimental du projet en 2022, l'équipe des Fermes Universitaires de Louvain a fait appel à l'expertise de Philippe Baret, Yannick Agnan et Pierre Bertin, professeurs de l'UCLouvain.

Durant les 4 années du projet, un comité de suivi se réunira annuellement afin (i) de veiller au bon déroulement du projet et à l'obtention de résultats de qualité, (ii) de valider la vision stratégique du projet et l'adapter si besoin, (iii) de faire le bilan de l'année écoulée, (iv) définir les priorités de l'année à venir et (v) s'assurer de la transférabilité des résultats vers la communauté des agriculteurs wallons. Le comité est constitué des membres suivants :

- Guy van Wassenhove, Conservateur au Fonds Baillet Latour
- Benoît Loore, Directeur général au Fonds Baillet Latour
- Margarida Barbosa, Project Manager au Fonds Baillet Latour
- Hubert Bedoret, directeur à Natagriwal ASBL
- Jérôme Bindelle, professeur ordinaire à ULiège - Gembloux Agro-Bio Tech (Département ingénierie des productions animales et nutrition) ou l'un de ses collègues
- Philippe Baret (Professeur à l'UCLouvain, Chaire Agricultures Nouvelles, Fermes Universitaires)
- Rémi Desmet, Hugues Falys et François Gaspard (Fermes Universitaires de Louvain)
- Les agriculteurs lauréats des autres projets CERES (à partir de 2023)

3. Plan expérimental et méthodologie des essais en 2022

Parcelles d'essais

Les deux parcelles sélectionnées pour les essais 2022 sont situées près du village de Biez (Grez-Doiceau), sur des sols limoneux à drainage naturel favorable ou principalement favorable.



Figure 3: Carte numériques des sols : parcelles d'essais 2022 en orge brassicole (à gauche) et froment (à droite)

Biointrants

Les biointrants sont des produits constitués de micro-organismes, de macroorganismes, d'extraits de plantes ou de composés d'origine biologique ou naturelle et destinés à être appliqués comme intrants dans la production agricole. Ils regroupent trois catégories de produits : les produits de bio- contrôle, les biofertilisants et les biostimulants (IICA).

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, dans un premier temps nous nous intéressons uniquement à celui 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.



Figure 4: Bac de production de compost à la Ferme de la Sarte. Le contrôle de la température et de l'humidité permettent de contrôler le processus de compostage et d'assurer la qualité du produit obtenu.

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.

Un TCO est une solution riche en microorganismes extraits d'un compost et multipliés par l'ajout de nutriments. Son état liquide facilite l'inoculation de la phyllosphère ou de la rhizosphère. Il contient une diversité de bactéries, champignons, nématodes et protozoaires, mais aussi des minéraux solubles et d'autres molécules organiques tels les acides humiques.

Cette multiplicité d'espèces et de molécules engendre une multiplicité de modes d'actions. Les effets concernent la nutrition (augmentation de l'activité biologique, apport direct de nutriments, stimulation de la croissance) et l'inhibition des maladies cryptogamiques (compétition spatiale et nutritive, induction de résistance).

Les facteurs de qualité d'un thé de compost sont variés :

- Compost : utiliser un compost mature, sans pathogènes, avec une bonne activité et diversité microbienne.
- Biocides : éviter le contact avec des produits biocides (mélasse sans conservateurs, eau sans chlore)
- Oxygène : éviter toute zone d'anoxie (sac de compost, fond de cuves). Vérifier que le taux d'O_2 dissous est supérieur à 6 mg/L.
- Hygiène : la cuve et les accessoires doivent être nettoyés après chaque utilisation afin d'éviter la formation de biofilm qui expose au développement de micro- organismes pathogènes.

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

Opérations culturales

Les opérations culturales réalisées en 2022 sont reprises dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 2: Opérations culturales de l'essai Froment 2022

		Date	Machine	Intrant et dose		Commentaire
Préparation de la terre		14-oct	Terrano dent ULD			Profondeur travail 15 cm
Semis		14-oct	Horsch Express	KWS Ultim	125 kg/ha	
Autres interventions		20-oct		Méthaldéhyde	3 kg/ha	Anti-limaces
Fertilisation 1		05-mars		N39	150 l/ha	
				Acide Humique	10 l/ha	
Fertilisation 2		14-mars		Vinatec	150 kg/ha	
Désherbages		28-mars		Cabri	0.25 g/ha	
				Axial	0.9 l/ha	
				TMF	0.5 l/ha	
Fertilisation 3		30-mars		Vinatec	150 kg/ha	
Fertilisation 4		31-mars		N39	150 l/ha	
				ATS	5 l/ha	
				Acide humique	3 l/ha	
				Mélasse	1 l/ha	
Pulvérisation 1	Extraits vg	14-mai		Extrait fluide ortie	10 l/ha	En fonction des bandes
	Thé compost			TCO	100 l/ha	
	Fongicide			Caramba	1.2 l/ha	
	Fongicide 1/2			Caramba	0.5 l/ha	
Pulvérisation 2	Extraits vg	30-mai		Décoction prêle	10 l/ha	En fonction des bandes
	Thé compost			TCO	100 l/ha	
	Fongicide			Prosaro	1 l/ha	
	Fongicide 1/2			Prosaro	0.3 l/ha	

TCO: Thé de compost oxygéné, production à la ferme

Tableau 3: Opérations culturales de l'essai Orge brassicole 2022

		Date	Machine	Intrant et dose		Commentaire
Fertilisation 1		09-mars		Vinatec 19-0-3-45	200 kg/ha	
				N39	200 l/ha	
				ATS (thiosulfate)	10 l/ha	
				Mélasse	2 l/ha	
				Acide Humique	3 l/ha	
Fertilisation 2		10-mars		TMS	75 kg/ha	
Préparation de la terre		10-mars	Terrano			Profondeur travail 5 cm
Semis		10-mars	Horsch Express	Orge Planet	175 kg/ha	
				Trèfle violet	5 kg/ha	
				TMF	0.1 l/ha	
Passage rouleau		11-mars	Rouleau Cambridge			
Pulvérisation 1	Extraits vg	14-mai		Extrait fluide ortie	10 l/ha	En fonction des bandes
	Thé compost			TCO	100 l/ha	
	Fongicide					
Pulvérisation 2	Extraits vg	30-mai		Décoction prêle	10 l/ha	En fonction des bandes
	Thé compost			TCO		
	Fongicide			Input	0.5 l/ha	

TCO: Thé de compost oxygéné, production à la ferme

Conception des essais et modalités : généralités

Pour valider l'effet des biointrants, deux essais en bande ont été réalisés en 2022, l'un en froment d'hiver et l'autre en orge brassicole. Chaque bande (13,5 mètres de large, soit une demi-largeur de pulvérisateur, et 300 mètres de long) correspond à une modalité spécifique.

Chaque bande est également divisée dans sa longueur en 5 travées dans laquelle chaque mesure est répétée, afin de permettre un traitement statistique des résultats.

Conception des essais et modalités : essai Froment

Lors de l'essai sur le froment d'hiver, 6 modalités de traitement par pulvérisation sont testées (semence seule, non enrobée) :

- Pas d'apport par voie foliaire (témoin)
- Extraits végétaux
- Thé de compost (1 application)
- Thé de compost (2 applications)
- Fongicide (½ dose) [1]
- Fongicide (Pleine dose)

Essai froment						
1	2	3	4	5	6	7
Semence seule Extraits végétaux	Semence seule	Semence seule Thé de compost 1 application	Semence seule Thé de compost 2– applications	Semence seule	Semence seule Fongicide 1/2 dose	Semence seule Fongicide dose pleine

Figure 5: Modalités de l'essai en bandes « Froment »

L'objectif de cet essai est (i) de comparer l'effet de biointrants (thé de compost et extraits végétaux) et de fongicides conventionnels sur la santé des plantes, avec un facteur nombre de passages.

Conception des essais et modalités : essai Orge brassicole

8 modalités (itinéraires de culture), associant traitement de semence et pulvérisation foliaire, ont été testées dans l'essai en orge brassicole :

- Semence seule + fongicide (½ dose)
- Semence seule
- Semence enrobée
- Semence enrobée + thé de compost (1 application)
- Semence enrobée + thé de compost (2 applications)

[1] La demi-dose correspondant à la pratique habituelle à la ferme de la Sarte

- Semence enrobée + extraits végétaux
- Semence enrobée + fongicides (½ dose)
- Semence seule + fongicides (½ dose)
- Semence seule + thé de compost (2 applications)

L'objectif de cet essai est (i) d'étudier l'effet des biointrants sur la santé des plantes (thé de compost en 1 et 2 applications, extraits végétaux) par rapport aux fongicides conventionnels et (ii) de comparer deux méthodes d'utilisation du compost, par enrobage des semences au compost et par pulvérisation foliaire du thé de compost.

Essai orge brassicole									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Semence seule Fongicide 1/2 dose	Semence seule	Semence enrobée au compost	Semence enrobée au compost Thé de compost 1 application	Semence enrobée au compost Thé de compost 2 applications	Semence enrobée au compost	Semence enrobée au compost Extraits végétaux	Semence enrobée au compost Fongicide 1/2 dose	Semence seule Fongicide 1/2 dose	Semence seule Thé de compost 2 applications

Figure 6: Modalités de l'essai en bandes "Orge brassicole"

Pour atteindre l'objectif du projet qui est la mise en évidence d**es effets de différents biointrants et oligo-éléments sur les services écosystémiques du sol**, **la qualité nutritionnelle des aliments et la productivité agricole**, deux séries d'analyses seront réalisées.

Suivi de la santé des plantes

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

Le suivi des malades fongiques a été réalisé par des prélèvements aux stades dernière feuille (24 mai) et épiaison (21 juin). 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, de l'Oïdium, de l'Helminthosporiose et du Piétin. Pour l'orge brassicole, l'Helminthosporiose, la Rynchosporiose, la Rouille naine, la Ramulariose et l'Oïdium ont été observés.

Le Piétin, 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 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 permettent une implantation optimale 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.

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.

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 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.

Les analyses de sève, habituellement utilisées en routine à la ferme de la Sarte afin d'optimiser l'apport de thé de compost en foliaire, n'ont pas été réalisées cette année.

Mesure du 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. Dans chaque travée, une zone d'environ 3 mètres de long a été récoltée dans le cas de l'orge, 10 mètres dans le cas du froment.

Le plan de récolte des essais est présenté en *Annexe 2_Plan de récolte et d'échantillonnage des essais*.

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.

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

A l'heure où ce rapport est rédigé, les échantillons sont conservés en MOCA mais n'ont pas encore été analysés.

- 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.

Analyse de la sensibilité aux maladies fongiques

Afin de comparer la sensibilité aux maladies fongiques induite par chaque traitement, le facteur d'évolution de chaque maladie entre les deux dates d'observation a été calculé. Ce

facteur (AUDPC pour Area under the disease progress curve) est calculé via la formule suivante :

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{Y_{i+1} + Y_i}{2}\right] . (X_{i+1} - X_i)$$

où Y_i est la sévérité de la maladie (%) à la ième observation, X_i le temps (en jours) et n le nombre total d'observations.

Analyse statistique des résultats



Figure 7: Randomized Complete Bloc Design de l'essai « Froment », chaque traitement étant situé dans une même bande et non positionné aléatoirement.

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. Le modèle utilisé pour analyser les données de l'expérience est le suivant :

$$y_{ij} = \mu + b_i + \alpha_j + e_{ij}$$

y_{ij} : le rendement de la parcelle de la travée *i* qui a reçu le traitement *j*
μ : la moyenne générale de la population des échantillons
b_i : l'effet de la travée *i*, exprimé en différence de la moyenne générale
α_j : l'effet du traitement *j*, exprimé en différence de la moyenne générale
e_{ij} : la déviation (erreur résiduelle) entre la valeur observée y_{ij} et la valeur attendue ($\mu + b_i + \alpha_j$) de la parcelle de la travée *i* qui a reçu le traitement *j*

D'après les observations de l'agriculteur, les cartes de sol des parcelles et les vues aériennes LAI (Leaf Area Index) disponibles sur Belcam pour les stades « dernière feuille » et la période de sécheresse juillet-août, il est raisonnable de penser que les parcelles étudiées sont

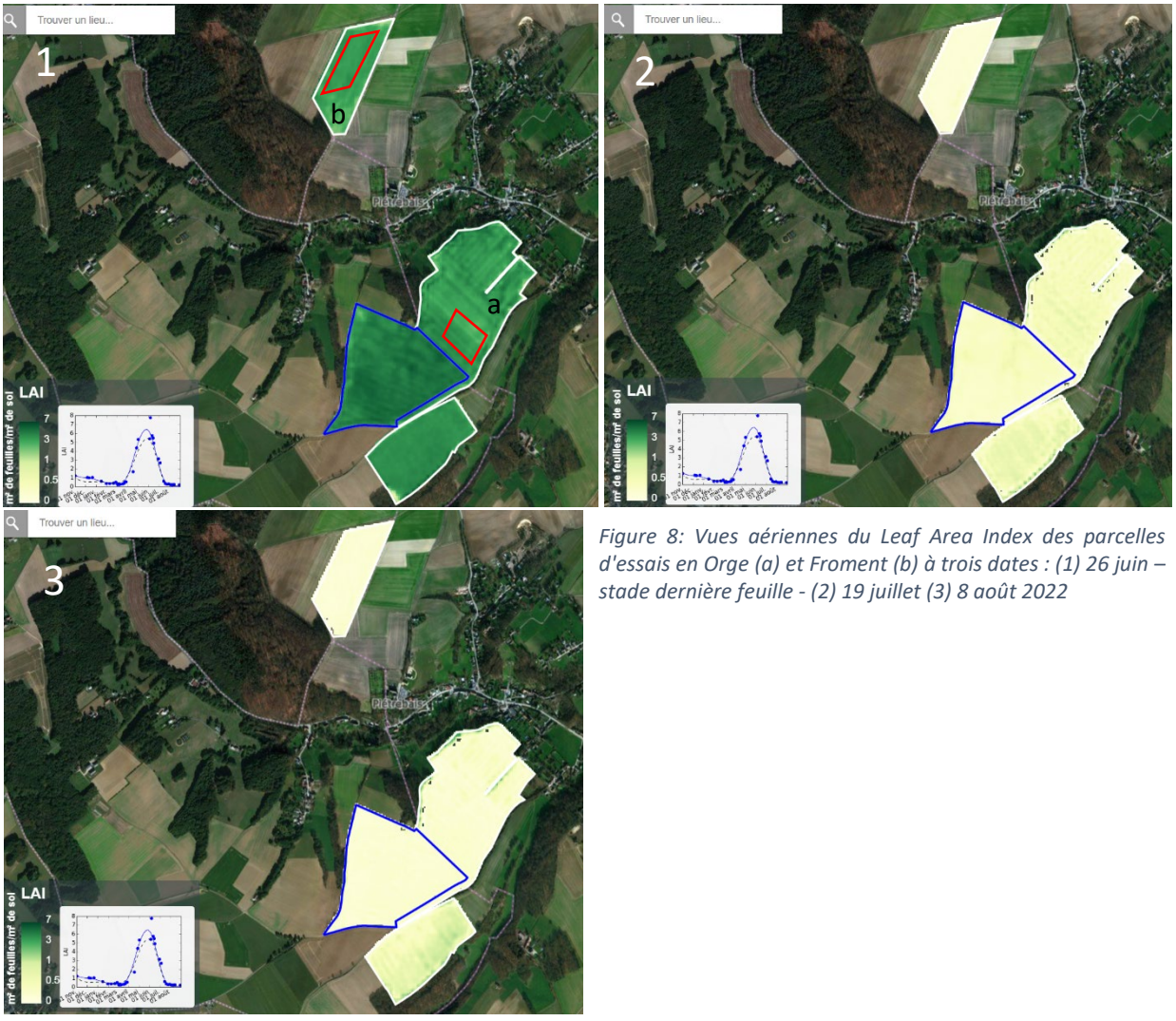


Figure 8: Vues aériennes du Leaf Area Index des parcelles d'essais en Orge (a) et Froment (b) à trois dates : (1) 26 juin – stade dernière feuille - (2) 19 juillet (3) 8 août 2022

suffisamment homogènes pour considérer que la variation de rendement entre les bandes ne sont dues qu'au traitement appliqué. Le calcul des indicateurs d'uniformité des parcelles 2022 et 2023 est en cours au moment de la rédaction du rapport.

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. L'existence d'une corrélation entre rendement et maladie fongique est déterminée par le coefficient de corrélation. Le code utilisé est présenté en *Annexe 4_Code R pour le traitement des données des essais 2022.*

4. Résultats et discussion

a. Données météorologiques 2022

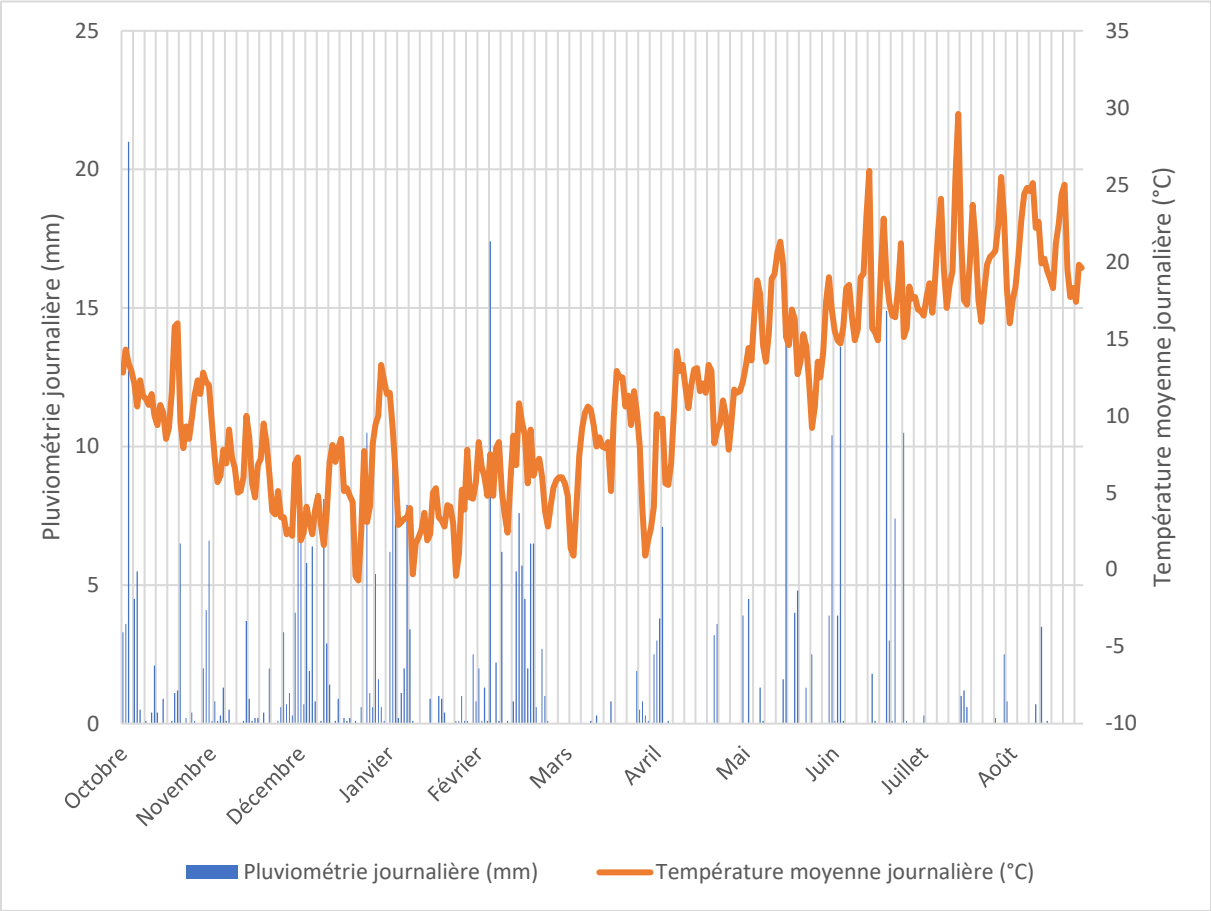


Figure 9: Données météorologiques mesurées par la station Agromet de Vieusart de l'hiver 2021 à l'été 2022

L'année culturale 2021-2022 a été marquée par un hiver doux suivie par un printemps et un été particulièrement secs. La sécheresse des mois d'avril et mai, défavorable aux maladies fongiques, a de manière générale peu affecté le rendement.

b. Caractérisation des intrants

Dénombrement des micro-organismes dans le thé de compost

L'analyse du second batch de thé de compost révèle une charge microbienne totale de 2.10^8cellules/ml. Sur le milieu MA2.50, s'est développée une population essentiellement bactérienne de l'ordre de $1,3.10^7$ cellules/ml. Le développement fongique filamenteux observé sur RBA est limité à 300 cellules/ml. Ces résultats seront comparés à ceux des thés de compost des années suivantes pour conclusion quant à la stabilité des caractéristiques du compost et dérivés obtenus.

c. Froment

Présence de maladies fongiques

Sur les plants prélevés le 24 mai 2021, 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, contrairement à l'incidence du Piétin. Cette augmentation est particulièrement marquée pour l'Oïdium et la Rouille jaune.

Tableau 4: Facteur d'évolution de la gravité (incidence pour le Piétin) des maladies fongiques entre le 24 mai et le 21 juin 2022 (moyenne toutes modalités confondues), en %. jour

	Septoriose	**Rouille jaune**	**Oïdium**
Facteur d'évolution (%. jour)	5,1	24	23,4

Rendement

L'hypothèse nulle sur le modèle fixe « Il n'y a pas de différence significative de rendement entre les modalités » peut être écartée (p-valeur = 3.10^{-11}). La fonction *contrast* nous permet ensuite d'isoler trois groupes dont les rendements diffèrent. Les rendements des bandes traitées aux extraits végétaux, au thé de compost en 1 application, au fongicide dose pleine et témoin 2 (groupe c) sont inférieurs à ceux des bandes témoin 1 et fongicide demi dose (b), eux-mêmes inférieurs au rendement de la bande thé de compost en 2 applications (a).

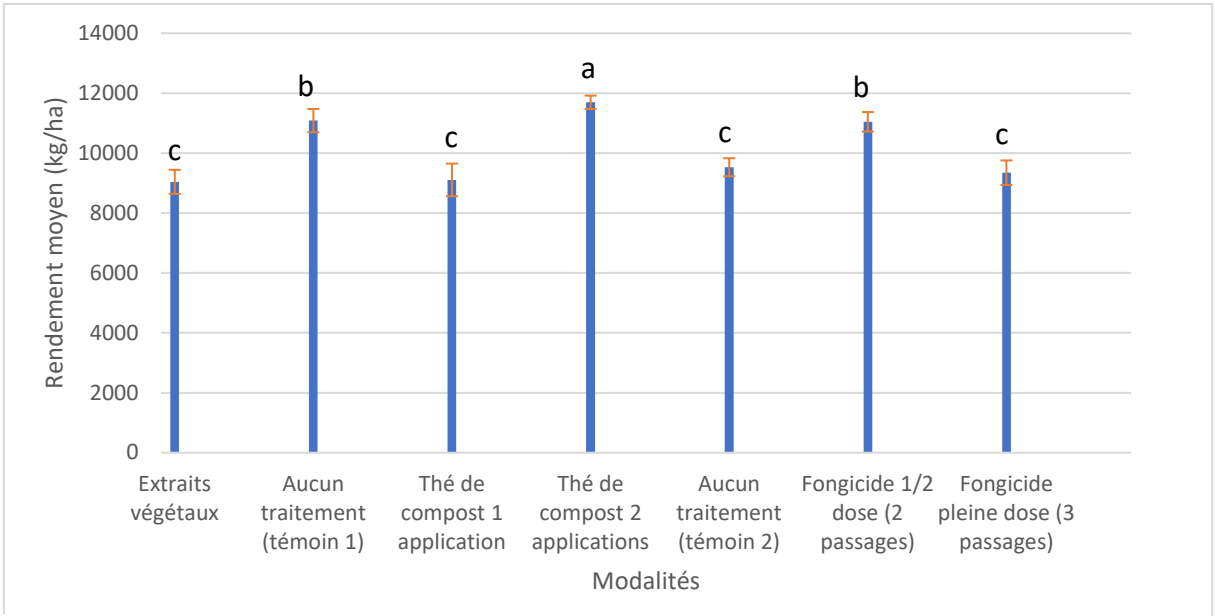


Figure 10: Rendement [kg/ha] des modalités de l'essai "Froment", dans l'ordre physique des bandes.

Corrélation rendement – maladie fongique

Une corrélation négative significative modérée a pu être identifiée entre le rendement et l'incidence de Piétin mesurée en mai.

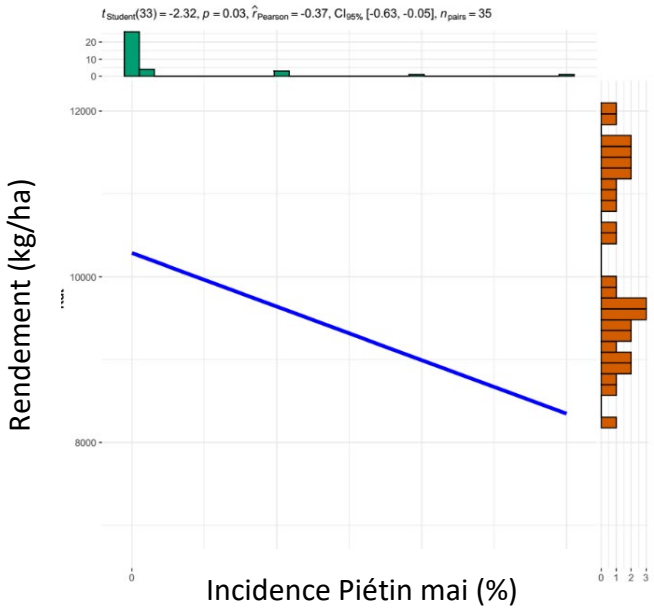


Figure 11: Corrélation entre le rendement en ordonnée et l'incidence de Piétin en mai.

Sensibilité aux maladies fongiques

Le facteur d'évolution de la Rouille jaune entre les deux dates de mesure est significativement plus élevé pour la bande traitée deux fois au thé de compost que pour les autres bandes, et significativement plus faible pour les bandes traitées au fongicide.

A ce stade, les différences de rendement observées ne peuvent être expliquées par les différences d'efficacité de contrôle des maladies par les différents traitements.

d. Orge brassicole

Présence de maladies fongiques

Lors des deux dates de prélèvement, la gravité d'infection par l'Helminthosporiose, la Rynchosporiose et l'Oidïum était nulle. La gravité d'infection par la Rouille naine, faible le 24 mai, est passée à moyenne le 21 juin : le facteur d'évolution moyen de la rouille naine entre les deux dates est de 267 %. jour.

Rendement

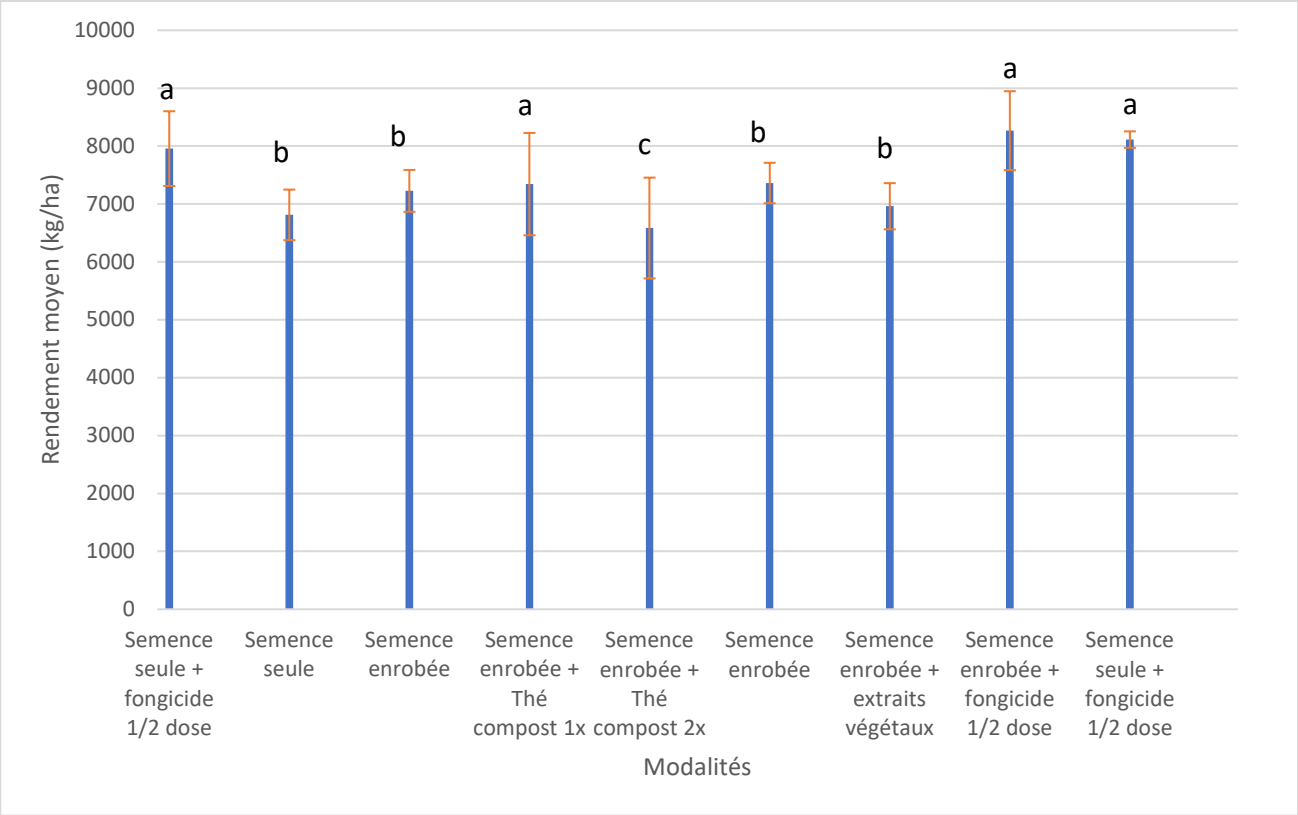


Figure 12: Rendement de l'essai "Orge brassicole", dans l'ordre physique des bandes

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 à la longueur des bandes.

L'analyse ANOVA2 nous permet de séparer trois groupes : les bandes présentant le meilleur rendement sont celles avec traitement fongicide, avec ou sans enrobage de la graine au compost (groupe a). A l'inverse, la bande « Semence seule, thé de compost 2 applications » présente un rendement significativement moins élevé (groupe c).

A noter que le rendement de la bande « Semence seule, thé de compost 2 applications » n'a pu être mesuré en raison d'une récolte erronée.

Corrélation rendement – maladie fongique

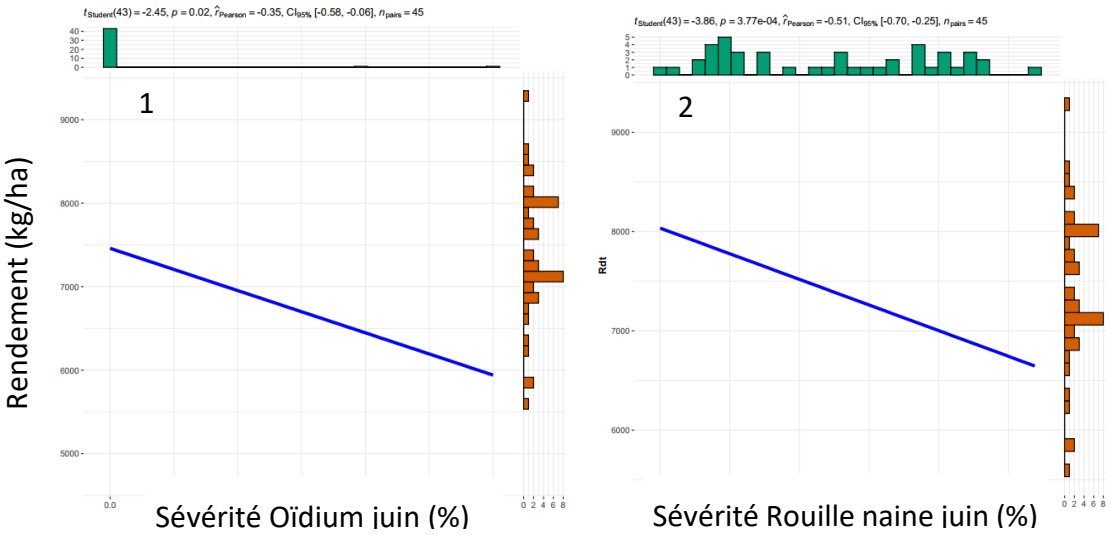


Figure 13: Corrélation entre le rendement et (1) la sévérité moyenne de l'Oïdium (2) et de la Rouille naine en juin

Le rendement en orge est négativement corrélé aux sévérités d'Oïdium et de Rouille naine mesurées en juin.

Sensibilité aux maladies fongiques

Seule maladie présente de manière significative sur l'Orge brassicole sur les essais 2022, le facteur d'évolution de la Rouille naine entre mai et juin est significativement plus faible pour les bandes traitées aux fongicides et pour la bande « Semences enrobées et thé de compost 1 application » (groupe a).

Le meilleur contrôle de la Rouille naine induit par le traitement foliaire aux fongicides semble donc apporter une explication aux rendements supérieurs observés dans ces bandes.

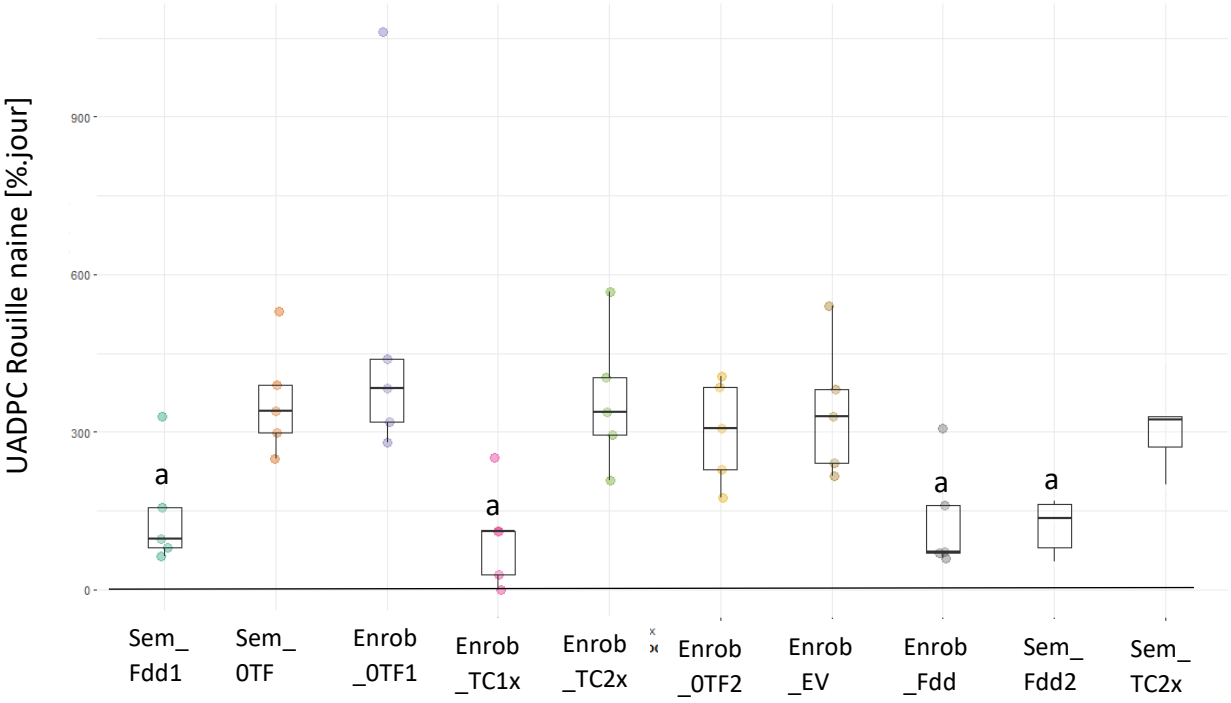


Figure 14: Facteur d'évolution de la Rouille naine entre mai et juin pour les modalités de l'essai "Orge brassicole". Les modalités du groupe a présentent un UADPC plus faible, donc un meilleur contrôle de la Rouille naine. Sem = Semence seule, Enrob = Semence enrobée, Fdd = Fongicide foliaire demi-dose, 0TF = pas de traitement foliaire, TC1x = Thé de compost foliaire en 1 application, EV = Extraits végétaux.

5. Conclusions

En froment, le traitement par pulvérisation de thé de compost (2 applications) présente un meilleur rendement que la bande traitée au fongicide demi-dose et que l'un des témoins (pas de traitement foliaire), eux-mêmes supérieurs aux autres modalités testées (extraits végétaux, thé de compost 1 application et fongicide pleine dose). L'analyse des maladies fongiques ne permet pas d'expliquer ces différences de rendement, ni la différence de rendement entre les bandes témoins. La phytotoxicité des produits fongicides est une hypothèse qui permettrait d'expliquer le meilleur rendement des bandes traitées au fongicide à demi-dose par rapport au traitement dose pleine.

En orge, les bandes traitées par pulvérisation de fongicide (avec ou sans enrobage des semences au compost) ainsi que la bande « Semences enrobées au compost et pulvérisation de thé de compost en 1 application » présentent un meilleur rendement que les autres modalités. A l'inverse, la bande traitée au thé de compost en 2 applications présente le moins bon rendement. Le rendement est fortement et négativement corrélé à la gravité de l'infection par la Rouille naine.

6. Essais prévus en 2023

Deux essais sont prévus en 2023 sur le froment d'hiver. Le premier vise à valider les pratiques alternatives sur des variétés sensibles aux maladies fongiques. Dans cet essai après colza, chaque paire variété – itinéraire cultural est représentée.

Essai froment 2023: variété classique vs sensible (après colza)							
1	2	3	4	5	6	7	8
Variété classique	Variété classique	Variété sensible	Variété sensible	Variété classique	Variété classique	Variété sensible	Variété sensible
Semence seule Thé de compost foliaire	Semence seule Fongicide	Semence seule Fongicide	Semence seule Thé de compost foliaire	Semence seule Thé de compost foliaire	Enrobage compost Thé de compost foliaire	Enrobage compost Thé de compost foliaire	Semence seule Thé de compost foliaire

Le second vise à valider sur plusieurs années l'efficacité des biointrants et compare donc les différents itinéraires techniques réalistes. Une nouvelle technique de traitement de semences par injection d'extrait de compost dans la ligne de semis sera également évaluée. L'intérêt attendu de cette pratique est de diminuer le temps nécessaire à la préparation des semences. Un itinéraire « intrant alternatif commercial » a également été ajouté à l'essai.

Essai froment 2023 : Biointrants vs fongicides (variété classique)							
1	2	3	4	5	6	7	8
Semence seule /	Semence seule Extraits végétaux	Semence seule Fongicide	Semence seule Thé de compost foliaire	Compost enrobage Thé de compost foliaire	Extrait Compost injection Thé de compost foliaire	Semence seule Fongicide	TMS semis TMF foliaire

Le temps nécessaire à la production des intrants et à leur mise en œuvre dans le semis et le traitement foliaire sera suivi via une fiche de culture remplie au fur et à mesure par l'équipe de la Ferme de la Sarte.

Les quantités et nombre de passages relatifs aux produits foliaires ne sont plus précisés à l'avance et seront plutôt fonction des bonnes pratiques : avertissements dans le cas des fongicides et analyses de sève dans le cas des thés de compost et TMF foliaire.

Les mesures prévues en 2023 sont similaires à celles de l'année écoulée (voir Annexe 5_Plan d'analyses 2022-2023). Un document de suivi a été créé (Annexe 6_Feuille de suivi des essais) afin de rappeler le prélèvement de biointrants à chaque application. Les prélèvements pour analyse de sève seront réalisés par l'équipe des Fermes universitaires.

Un mémoire porté par le Professeur Yannick Agnan s'intéressera à l'état des connaissances sur les biointrants, et cherchera à développer notre compréhension de leurs modes d'actions par des analyses de sol et des essais de développement racinaire en serre.

7. Communication autour de l'appel à projet CERES – Agriculture en transition 2022

L'appel à projet CERES – Agricultures Nouvelles vise, non seulement, à valider des innovations de pratiques agricoles, mais aussi à transférer les acquis du projet à la communauté des agriculteur.trice.s wallon.ne.s. Une attention toute particulière est donc portée sur la communication du projet vers l'extérieur.

Pour communiquer vers l'extérieur, nous misons sur une utilisation optimisée de nos réseaux de communication :

- Site UCLouvain des Fermes universitaires de Louvain, principalement destiné à la communauté UCLouvain (professeurs, chercheurs, personnels et étudiants). https://uclouvain.be/fr/facultes/agro/ferm
- Page Facebook des Fermes Universitaires. Comprenant plus de 1420 abonnées, cette page s'adresse à un public plus large (étudiants, agriculteurs, maraichers, amis et connaissances) https://www.facebook.com/FermesUniversitairesDeLouvain
- Site Agricultures Nouvelles. Vitrine de la Chaire Agriculture Nouvelle, ce site s'adresse particulièrement aux chercheurs et aux agriculteurs. https://agriculturesnouvelles.be/
- Site du Fonds Baillet Latour. Vitrine des différentes initiatives soutenues par le Fonds Baillet Latour. https://fondsbailletlatour.com/fr

Tout au long de la durée du projet, nous allons communiquer via différents supports :

- Publications sur les réseaux sociaux
- Capsules vidéos
- Visite sur le terrain
- Conférences, workshops...

Voici quelques exemples de productions déjà réalisées sur l'appel à projet CERES – Agricultures Nouvelles :

- Capsule vidéo réalisée le 30 mai 2022 chez Géraud d'annonce du lauréat : https://www.youtube.com/watch?v=xqdR8NBYQsw&t=129s&ab_channel=UCLouvain-Universit%C3%A9catholiquedeLouvain
- Visite de l'exploitation agricole de la Ferme de la Sarte aux familles donatrices du projet CERES le jeudi 6 octobre 2022.

8. Bibliographie

Francou, C. (2003) Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage—Recherche d'indicateurs pertinents. Ec. Dr. ABIES. Institut National Agronomique Paris-Grignon.

Livre Blanc Céréales, www.livre-blanc-cereales.be/thematiques/maladies/froment. Consulté le 4 octobre 2022.

Marcelis, Ségolène. *The impact of boron excess and vermicompost tea on the arsenic absorption by Atriplex atacamensis PHIL.* Faculté des bioingénieurs, Université catholique de Louvain, 2019. Prom. : Lutts, Stanley. http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:19417



Nous vous remercions pour votre confiance!



Agricultures en Transition à la Ferme de la Sarte : les biointrants comme alternative aux fongicides ?

Annexe 1_Protocole de production du compost MCM

Le compost utilisé en enrobage ou pour la production des thés est en fait un mélange en proportions égales de plusieurs composts : du lombricompost, du compost produit par la méthode Johnson Su et du compost dit « CMC ». Le compost CMC est un compost humifié de haute qualité présentant les caractéristiques suivantes :

- Produit par voie aérobie
- Microflore abondante et diversifiée
- Des éléments nutritifs sous forme stable
- Un rapport élevé entre l'humus et la matière organique totale
- Absence de sulfure, de nitrite ou d'autres composés nocifs pour les plantes
- Faibles niveaux d'ammonium
- Azote fixé au sein d'un humus stable et d'une biomasse microbienne.

Pour la préparation du compost CMC, les directives suivantes sont suggérées pour les sites de compostage :

1. Pente. Le site de compostage doit avoir une pente de 3 à 5 % dans la direction de l'andain. Il ne doit pas y avoir de pente latérale ni de pente centrale. L'eau qui s'accumule sous le tas de compost entraîne la putréfaction.

2. Tapis de compostage. Une bonne aire de compostage stable est très importante et doit être construite de manière à ce que les précipitations s'éloignent des andains de compost.

3. Espace de stockage. Il faut beaucoup d'espace pour stocker les déchets de jardin, le fumier et les autres matières premières, et pour faire fonctionner l'équipement.

4. Accès à l'eau. La source peut être une borne-fontaine, un ruisseau, un étang ou un puits, mais il est important qu'il n'y ait pas de chlore car celui-ci tue les microbes. De l'eau est ajoutée lorsque les andains de compost sont retournés pour maintenir l'humidité à un niveau optimal.

5. Protection contre les vents desséchants. Les brise-vents sont une méthode efficace pour modifier l'environnement.

6. Source d'énergie électrique. Une source d'énergie peut être utile pour faire fonctionner l'équipement d'essai sur place, les meules et les outils électriques, ou un hangar à équipement.

Le compost du CMC est construit en couches et disposé en andains pour le retournement mécanique. La couche de base doit être constituée d'un matériau sec à forte teneur en carbone, comme les déchets de jardinage municipaux (feuilles et déchets d'arbres déchiquetés) ou le foin ou la paille séchés. Vient ensuite une matière humide à forte teneur en azote (fumier animal, copeaux verts), et ainsi de suite, par couches successives. On ajoute en dernier lieu à l'andain :

- La poussière de roche de diabase ou de basalte - stimule les micro-organismes et fournit des micronutriments.

- Du compost fini (10 % par volume) - régule l'humidité et les odeurs et fournit un inoculum microbien.
- Loam argileux (10 % par volume) - retient l'azote et favorise la formation des complexes argilo-humiques.

Protocole de production du thé de compost TCO

Ingrédients*	Quantité
Eau de pluie	850 L
Lombricompost	20 L
Mélasse de canne à sucre	1 L
Acides humiques et fulviques	1 L
Hydrolysat de poisson	300 g
Volume final filtré	***800 L***
Coût des ingrédients (€/800 L) [1]	***32 €***

- Lancer la préparation 28h avant la pulvérisation.
- Remplir la cuve d'eau.
- Allumer l'aération et les thermoplongeurs.
- Diluer l'hydrolysat de poisson et la mélasse dans de l'eau chaude.
- Ajouter les ingrédient dissous et les acides humiques et fulviques dans la cuve.
- Laisser la solution s'homogénéiser et attendre que l'eau arrive à 18°C.
- Mettre le compost dans 4 sacs en nylon et les placer dans l'eau. Laisser le système fonctionner 24h à 18°C. Soutirer dans le sac de filtration.
- Pulvériser directement.

Protocole d'enrobage des semences au compost

1) Matériel

- 1 paire de gants longs et 1 tablier
- 1 bouilloire électrique
- 2 seaux
- 1 bétonnière

2) Ingrédients

Étiquetage	Produit	Dose (mL/100kg)
A	Eau non chlorée à chauffer (environ 50°C)	150
B	Mélasse de canne à sucre	30
C	Lait entier	200
D	Acides humiques	250

E	Mélange de composts	500
F	Eau non chlorée (température ambiante)	1700
G	Poudre de basalte	1000

3) Méthode

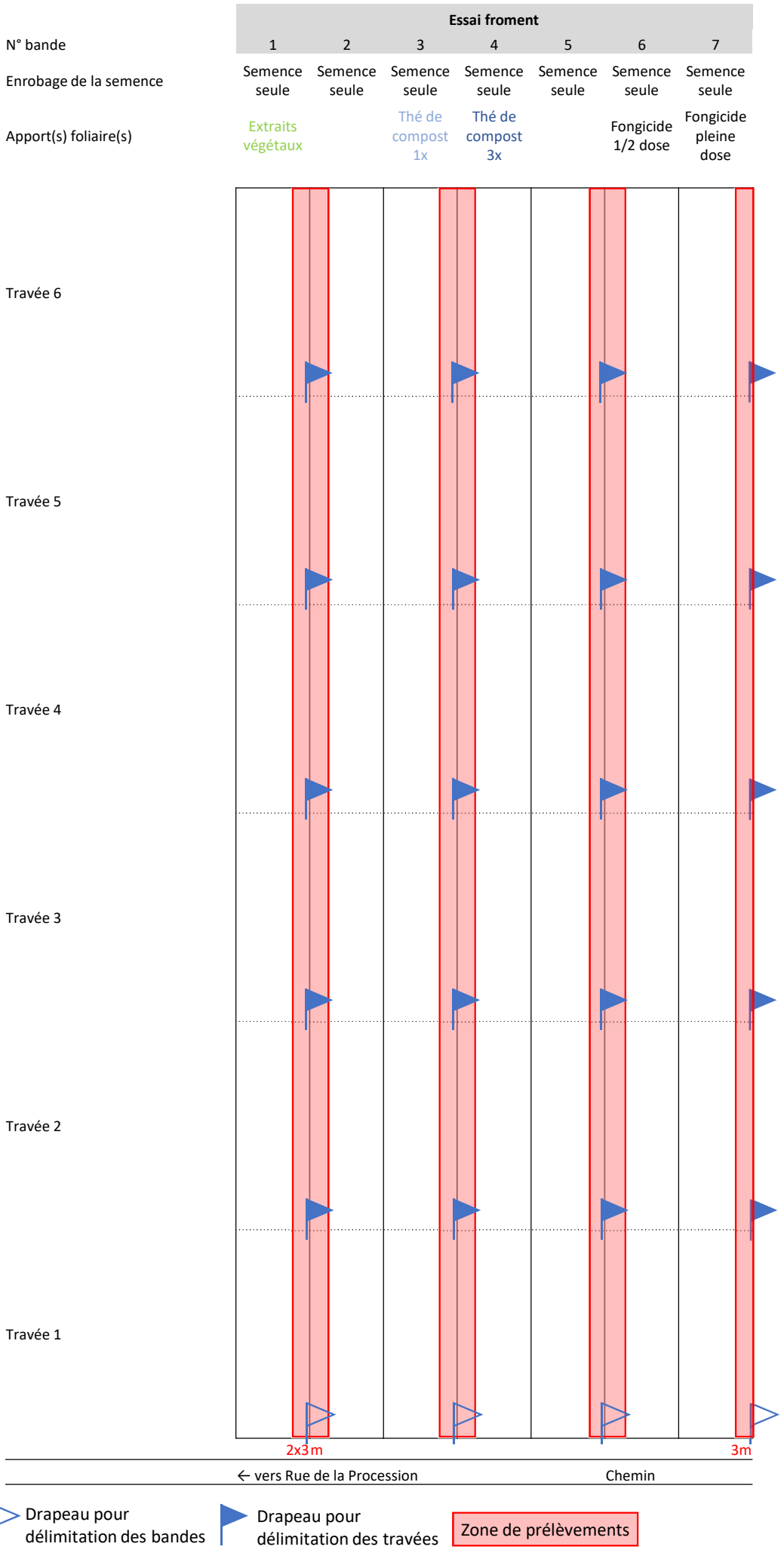
<u>Préparation</u>

1. Ajouter le volume d'eau chaude (A) dans le flacon de mélasse (B), agiter jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de mélasse dans le fond du flacon.
2. Verser successivement dans le premier seau : le lait entier (C), le mélange de mélasse et d'eau chaude, les acides humiques (D) et homogénéiser le mélange. (attention : mettre des gants et tablier).
3. Verser le compost (E) dans le 2ème seau. Y ajouter le volume d'eau tempérée (F). Bien mélanger dans un sens puis dans l'autre.
4. Verser le premier seau d'ingrédient dans le seau de compost et mélanger.

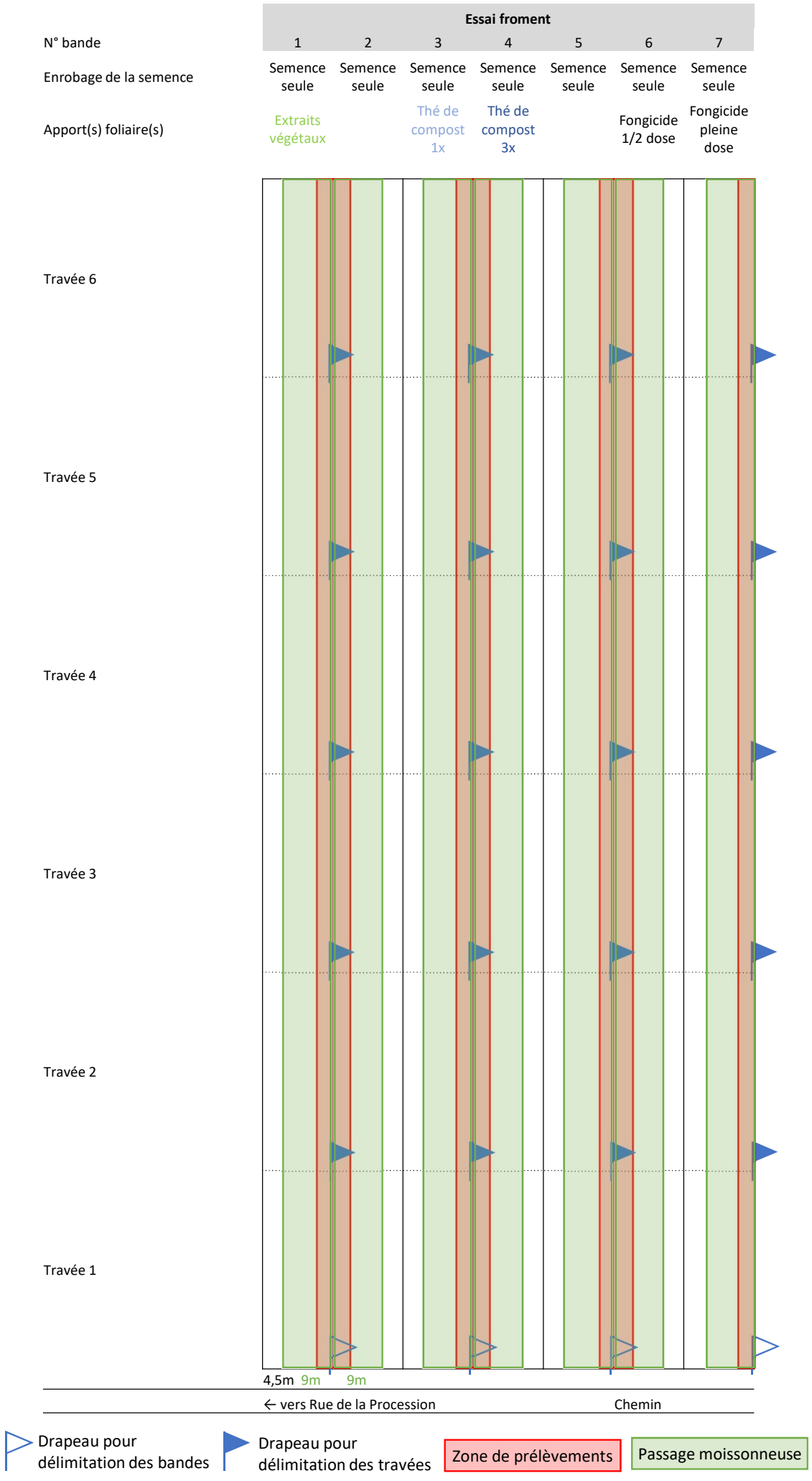
<u>Enrobage</u>

5. Mettre les semences dans la bétonnière et la faire tourner.
6. Verser lentement le mélange obtenu dans la bétonnière
7. Attendre environ 5min que l'humidité sur les semences soit uniforme et éteindre la bétonnière.
8. Laisser reposer 2h pour que le grain absorbe l'humidité.
9. Faire tourner la bétonnière et incorporer petit à petit la poudre de basalte (G).
10. Attendre environ 5min que la poudre soit uniformément répartie sur les semences.
11. Le mélange est prêt à semer.

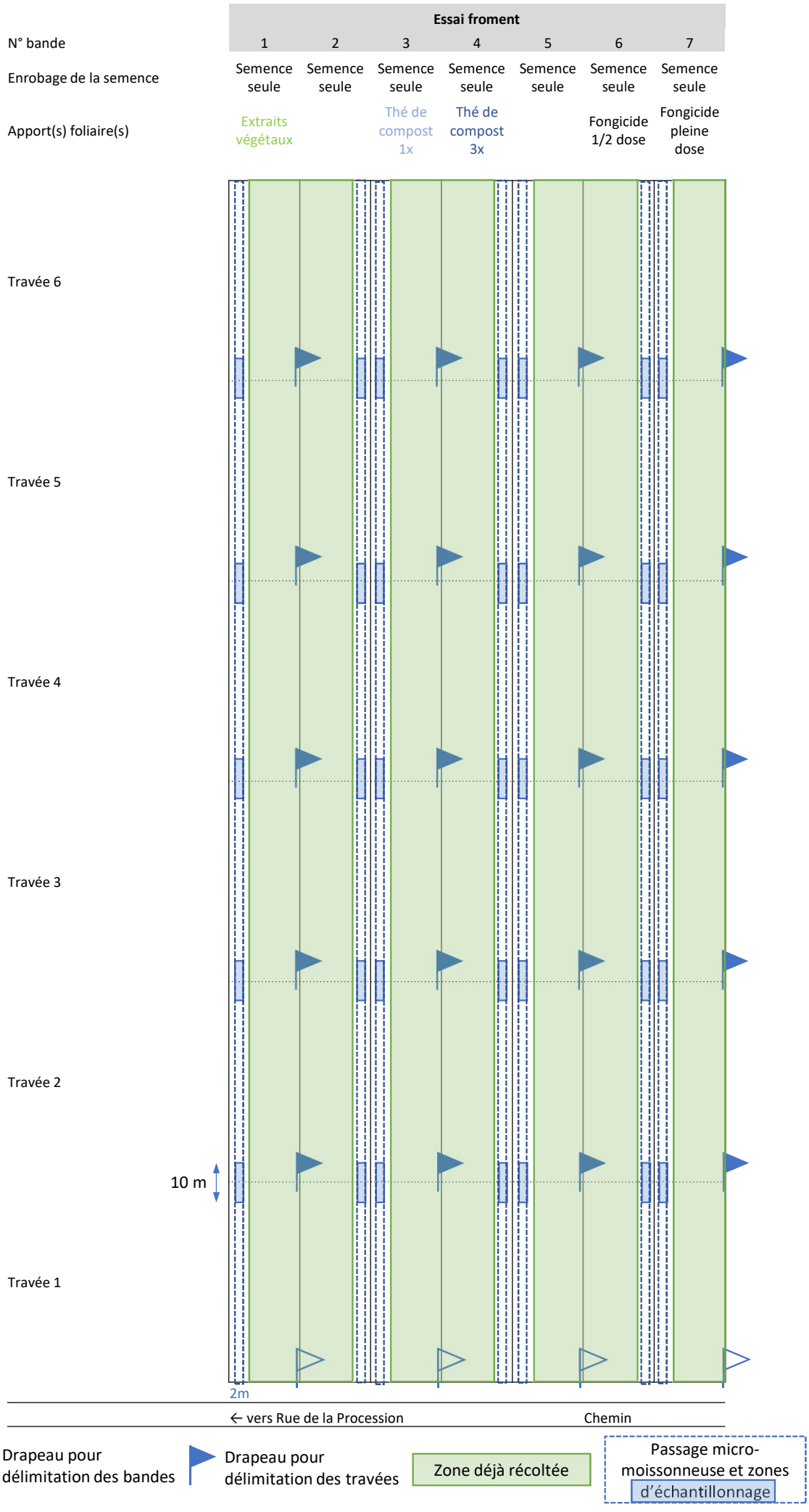
Essai froment: Disposition et prélèvements



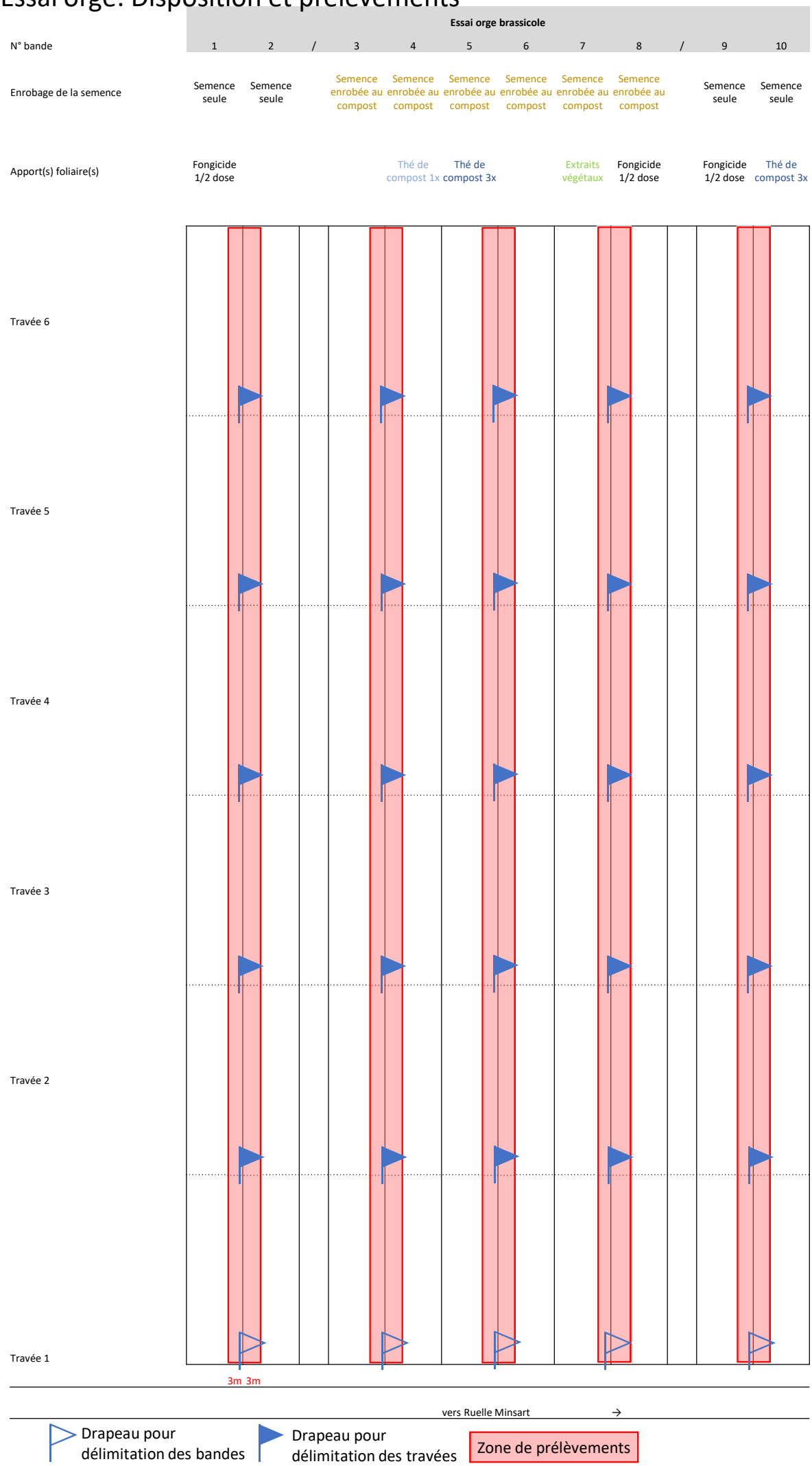
Essai froment: Récolte 1 (Géraud)



Essai froment: Récolte pour mesure rendement (UCLouvain)



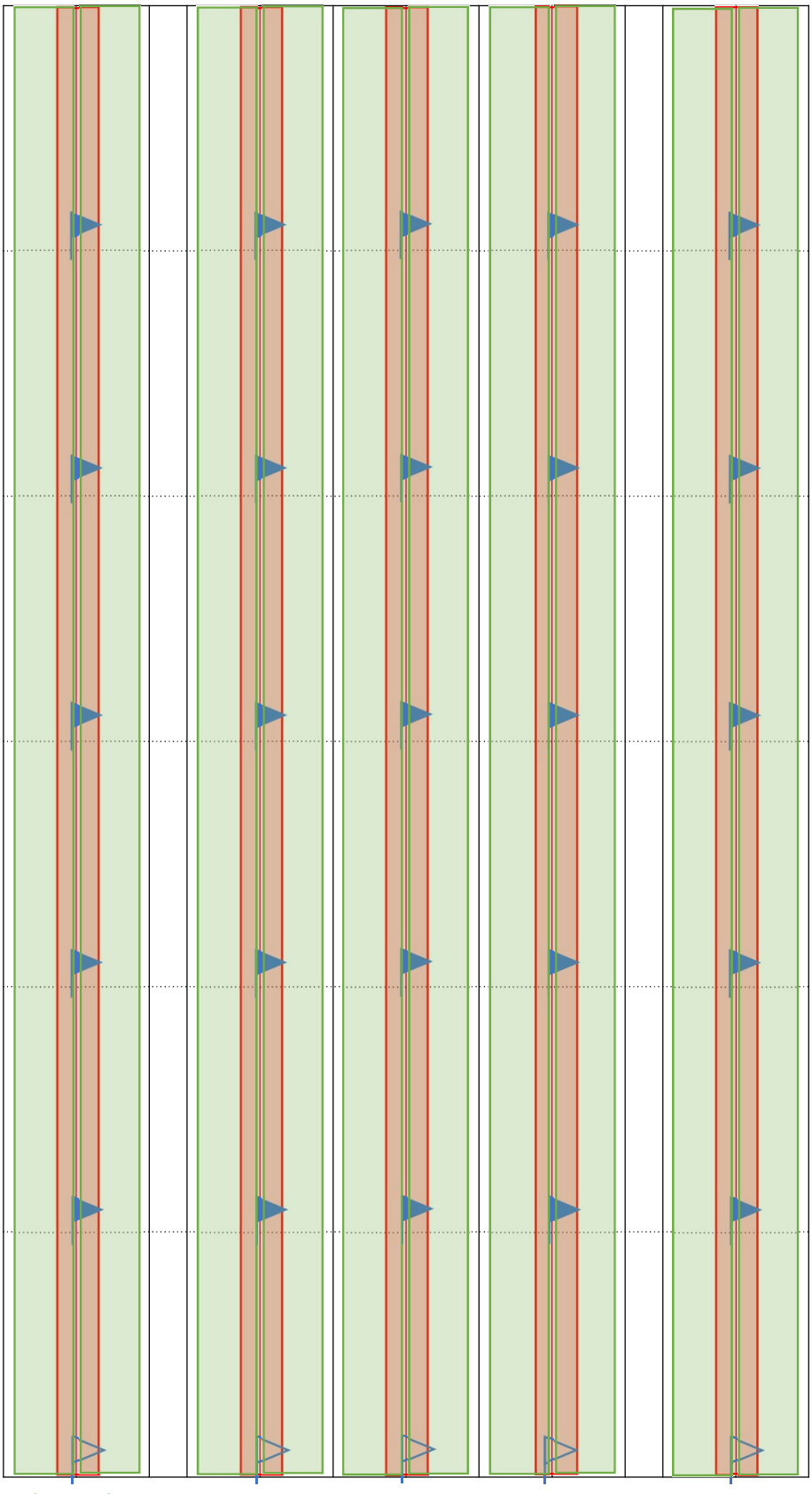
Essai orge: Disposition et prélèvements



Essai orge: Récolte 1 (Géraud)

Essai orge brassicole

N° bande	1	2	/	3	4	5	6	7	8	/	9	10
Enrobage de la semence	Semence seule	Semence seule		Semence enrobée au compost	Semence enrobée au compost	Semence enrobée au compost	Semence enrobée au compost	Semence enrobée au compost	Semence enrobée au compost		Semence seule	Semence seule
Apport(s) foliaire(s)	Fongicide 1/2 dose				Thé de compost 1x	Thé de compost 3x		Extraits végétaux	Fongicide 1/2 dose		Fongicide 1/2 dose	Thé de compost 3x



vers Ruelle Minsart →

Drapeau pour délimitation des bandes

Drapeau pour délimitation des travées

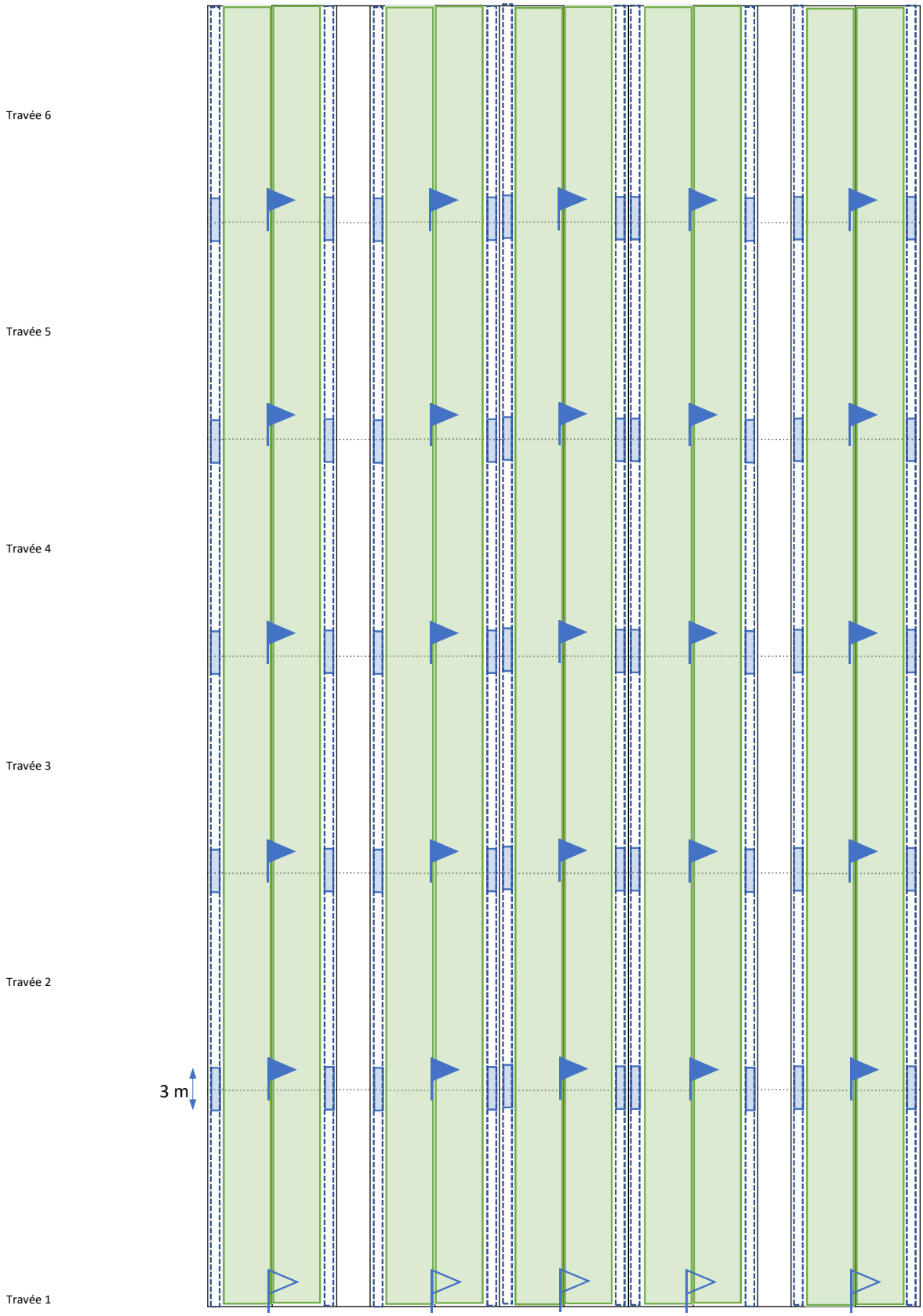
Zone de prélèvements

Passage moissonneuse

Essai orge: Récolte pour mesure rendement (UCLouvain)

Essai orge brassicole

N° bande	1	2	/	3	4	5	6	7	8	/	9	10
Enrobage de la semence	Semence seule	Semence seule		Semence enrobée au compost	Semence enrobée au compost	Semence enrobée au compost	Semence enrobée au compost	Semence enrobée au compost	Semence enrobée au compost		Semence seule	Semence seule
Apport(s) foliaire(s)	Fongicide 1/2 dose				Thé de compost 1x	Thé de compost 3x		Extraits végétaux	Fongicide 1/2 dose		Fongicide 1/2 dose	Thé de compost 3x



vers Ruelle Minsart →

Drapeau pour délimitation des bandes

Drapeau pour délimitation des travées

Zone déjà récoltée

Passage micro-moissonneuse et zones d'échantillonnage

Agricultures en Transition à la Ferme de la Sarte : les biointrants comme alternative aux fongicides ?

Annexe 4_Code R pour le traitement des données des essais Orge et Froment 2022

Le code utilisé pour le traitement des données issues de l'essai Froment est similaire à celui de l'Orge.

Orge

Installation et chargement des librairies de fonctions

```
require(lme4)
require(emmeans)
require(lmerTest) # Modèle aléatoire, non valable dans le cas des essais Orge et Froment
install.packages("emmeans") # Installation de la librairie de fonctions (une fois par ordinateur)
library(emmeans) # Chargement de la librairie de fonctions (à chaque ouverture de R)

install.packages("car")
install.packages("visreg")
install.packages("performance")
install.packages("ggstatsplot")

library(car)
library(visreg)
library(performance)
library(ggstatsplot)
```

Chargement des données

```
data <- read.table("Orge.csv", header = TRUE, sep = ';', na.strings = '-')
colnames(data)[which(colnames(data) == 'Rep')] <- 'Block'
colnames(data)[which(colnames(data) == 'ï..Modalite')] <- 'Modalite'
data$Modalite <- as.factor(data$Modalite)
data$Block <- as.factor(data$Block)
data$Intrant_semis <- as.factor(data$Intrant_semis)
data$Intrant_foliaire <- as.factor(data$Intrant_foliaire)
```

Tri des colonnes dans l'ordre physique (sur le terrain)

```
# Par défaut, R considère l'ordre alphabétique

data$Modalite <- factor(data$Modalite,

levels = c("Sem_F_dd_1", "Sem_0TF", "Sem_Enrob_0TF_1", "Sem_Enrob_TC1x", "Sem_Enrob_TC2x",
"Sem_Enrob_0TF_2", "Sem_Enrob_EV", "Sem_Enrob_F_dd", "Sem_F_dd_2", "Sem_TC2x"))
```

ANOVA2 sur les pratiques

Les différentes pratiques/modalités/bandes donnent-elles des rendements significativement différents ? Modèle fixe car on considère que les parcelles de l'essai ne sont pas représentatives de toutes les parcelles auxquelles s'adressent l'étude (Wallonie) ; elles ne sont pas issues d'un tirage aléatoire des parcelles wallonnes

```
modele_fixe <- lm(Rdt ~ Modalite + Block, data)
plot(modele_fixe)


summary(modele_fixe)
anova(modele_fixe)
emm1 <- emmeans(modele_fixe, ~ Modalite)
emm1
```

Regrouper les modalités en blocs dont le rendement est significativement différent (exemples d'utilisation de la fonction *contrast*

Appliquer si le modèle fixe confirme que l'hypothèse nulle « Il n'y a pas de différences significatives de rendement » peut être rejetée

```
contrast(emm1, method = list("Difference bw Sem_Enrob_0TF_1 and Sem_Enrob_0TF_2 " = c(0, -1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0)))

contrast(emm1, method = list("Difference bw Sem_F_dd_1 and Sem_F_dd_2 " = c(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -1, 1)))

contrast(emm1, method = list("Difference bw [Fongicide] and [Other treatments] " = c(1/6, 1/6, 1/6, 1/6, -1/3, 1/6, 1/6, -1/3, -1/3)))

contrast(emm1, method = list("Difference bw [Fongicide] and [Other treatments - TC2x] " = c(1/5, 1/5, 1/5, 1/5, -1/3, 1/5, 0, -1/3, -1/3)))
```

ANOVA3 pour tenter de séparer l'effet de l'intrant foliaire de celui de l'intrant semis

```
data_anova3 <- data[which(data$Intrant_foliaire %in% c('F_dd', '0TF')),]


modele_fixe <- lm(Rdt ~ Intrant_semis*Intrant_foliaire + Block, data_anova3)
plot(modele_fixe)


summary(modele_fixe)
anova(modele_fixe)
emm1 <- emmeans(modele_fixe, ~ Intrant_semis)
emm1
emm1 <- emmeans(modele_fixe, ~ Intrant_foliaire)
emm1
```

Annexe 5_Plan d'analyses 2022-2023

Objet	Analyse	Période	Année	Essai(s)	Objectif(s)	Type échantillon	Quantité échantillon	Labo	Statut
Cultures	Maladies fongiques	mai	2022	1-2	Compréhension mode action biointrants	Plantes	10 par travée	CdP	v
Cultures	Maladies fongiques	juin	2022	1-2	Compréhension mode action biointrants	Plantes	10 par travée	CdP	v
Thé compost pulvérisation 2	Micro-organismes	juin	2022	1-2	Stabilité processus production	Liquide, thé après fermentation	200 mL	BCCM	v
Thé compost pulvérisation 2	Minéraux	juin	2022	1-2	Stabilité processus production	Liquide, thé après fermentation	200 mL	MOCA	o
Cultures	Rendement	août	2022	1-2	Comparaison efficacité biointrants Stabilité processus production	Plantes	10m récoltés par travée	FERM	v
Extrait compost injection	Micro-organismes	15-oct	2022	3	Stabilité processus production	Liquide, extrait	100 mL	BCCM	
Extrait compost injection	Minéraux	15-oct	2022	3	Stabilité processus production	Liquide, extrait	500 mL	CAEM	
Compost enrobage	Micro-organismes	15-oct	2022	3	Stabilité processus production Effet enrobage sur micro-organismes	Solide, semences enrobées	200 g	BCCM	
Compost enrobage	Minéraux	15-oct	2022	3	Stabilité processus production Compréhension mode action biointrants	Solide, compost	300 g	CAEM	
Compost enrobage	Micro-organismes	15-oct	2022	3	Stabilité processus production Effet enrobage sur micro-organismes	Solide, compost	200 g	BCCM	
Compost enrobage	Micro-organismes	25-oct	2022	4	Stabilité processus production Compréhension mode action biointrants	Solide, semences enrobées	200 g	BCCM	
Compost enrobage	Minéraux	25-oct	2022	4	Stabilité processus production Compréhension mode action biointrants	Solide, compost	300 g	CAEM	
Cultures	Analyses sève?	15-mai	2023	3-4	Comparaison efficacité biointrants Compréhension mode action biointrants	Plantes	5 plantes par travée	FERM	
Thé compost pulvérisation 1	Micro-organismes	mai	2023	3-4	Stabilité processus production	Liquide, thé après fermentation	200 mL	BCCM	
Thé compost pulvérisation 1	Minéraux	mai	2023	3-4	Stabilité processus production	Liquide, thé après fermentation	200 mL	CAEM	
Cultures	Biomasse foliaire et racines	15-mai	2023	3-4	Comparaison efficacité biointrants Compréhension mode action biointrants	Plantes	1 m² par travée	FERM	
Cultures	Maladies fongiques	mai	2023	3-4	Compréhension mode action biointrants	Plantes	10 par travée	CdP	
Cultures	Analyses sève?	15-mai	2023	3-4	Comparaison efficacité biointrants Compréhension mode action biointrants	Plantes	5 plantes par travée	FERM	
Thé compost pulvérisation 2	Micro-organismes	juin	2023	3-4	Stabilité processus production	Liquide, thé après fermentation	200 mL	BCCM	
Thé compost pulvérisation 2	Minéraux	juin	2023	3-4	Stabilité processus production	Liquide, thé après fermentation	200 mL	CAEM	
Cultures	Maladies fongiques	juin	2023	3-4	Compréhension mode action biointrants	Plantes	10 par travée	CdP	
Cultures	Rendement	août	2022	1-2	Comparaison efficacité biointrants Stabilité processus production	Plantes	10m récoltés par travée	FERM	

Annexe 6_Document de suivi des essais

Nom de l'essai		
Précédent cultural		Export paille?
Couvert d'interculture		Méthode destruction Date destruction
Culture	Variété(s)	
Modalités		
	Traitement	Observations
Bande 1		
Bande 2		
Bande 3		
Bande 4		
Bande 5		
Bande 6		
Bande 7		
Bande 8		
Bande 9		
Bande 10		

Annexe 6_Document de suivi des essais

Opérations culturales

		Date	Machine	Intrant et dose	Durée	Commentaire
Fertilisation						
Préparation de la terre						
Préparation intrants semis*	Compost					
	Thé compost					
	Extrait compost					
	TM semis					
	Enrobage					
Semis						
Prépa intrants*	Extraits vg					
	Thé compost					
Pulvérisation 1	Extraits vg					
	Thé compost					
	Fongicide					
Prépa intrants*	Extraits vg					
	Thé compost					
Pulvérisation 2	Extraits vg					
	Thé compost					
	Fongicide					
Prépa intrants*	Extraits vg					
	Thé compost					
Pulvérisation 3	Extraits vg					
	Thé compost					
	Fongicide					
Désherbages						
Raccourcisseurs						

* Pour les intrants produits à la ferme, prélever 2 flacons de 100 et 500ml de chaque intrant liquide et 2 sachets de 500g de chaque intrant solide