



Projet : System-Eco-Puissance4 - Evaluation multicritère et modélisation quantitative de systèmes à faible usage de pesticides en réseau multi-sites

Site : Toulouse-Lamothé _ Domaine de Lamothé – 31600 Seysses
(43.506N, 1.237E)

Système DEPHY : Monoculture de Maïs visant les objectifs Ecophyto 2018 - MM_{Ecophyto}

Contact : **Simon GIULIANO** (simon.giuliano@purpan.fr)



Localisation du système (▲)
(autres sites du projet ▲)

MM_{Ecophyto} : maintenir les performances économiques tout en réduisant les impacts négatifs de la monoculture de maïs sur la qualité de l'eau

Site : INP-Ecole d'Ingénieurs de PURPAN - Toulouse-Lamothé

Durée de l'essai : 7 ans (2011 – 2017)

Conduite : conventionnel

Dispositif expérimental : 2 blocs randomisés complets

Système de référence : monoculture de maïs conventionnelle (MM_{Conv}) avec enfouissement des cannes de maïs après la récolte, labour, application en plein d'herbicides de post-semis/prélevée et sans désherbage mécanique

Type de sol : limono-argileux (25% d'argile environ), sensible à l'hydromorphie, avec une bonne réserve hydrique

Origine du système

Ce système de culture a été conçu afin de réduire les impacts négatifs de la **monoculture de maïs** sur la qualité de l'eau, principalement en limitant la pollution due aux fuites d'herbicides et de nitrate vers les eaux de surface.

Plusieurs leviers ont été employés afin d'atteindre cet objectif avec notamment l'introduction d'une **culture intermédiaire durant l'hiver**, la mise en place de **désherbage localisé** (herbisemis et désherbinage). En parallèle, pour limiter le drainage, **l'irrigation a été réduite** par l'introduction d'une variété de maïs plus précoce, permettant également un meilleur développement de la culture intermédiaire.

Objectif de réduction d'IFT

 **50 %**
Par rapport à MM_{Conv}

Mots clés

Désherbage mécanique - Culture intermédiaire - Désherbage localisé - Performance

Stratégie globale

Efficiences ★★★★★
Substitution ★★★★★
Reconception ★★☆☆☆

Efficiences : amélioration de l'efficacité des traitements

Substitution : remplacement d'un ou plusieurs traitements phytosanitaires par un levier de gestion alternatif

Reconception : la cohérence d'ensemble est repensée, mobilisation de plusieurs leviers de gestion complémentaires



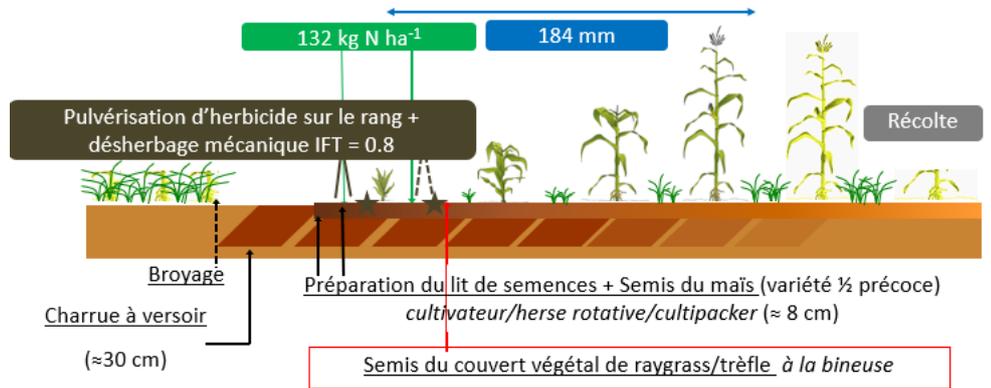
Le mot de Simon Giuliano pilote de l'expérimentation

« C'est un système de culture prometteur, sécurisant pour les agriculteurs habitués à la monoculture de maïs. L'implantation de la culture intermédiaire au dernier passage de bineuse permet de limiter le nombre de passages et évite les semis tardifs de la culture intermédiaire à une période (octobre) où le climat est généralement très sec. Le couvert de ray-grass/trèfle peut également être valorisé en élevage. » S. GIULIANO

Caractéristiques du système

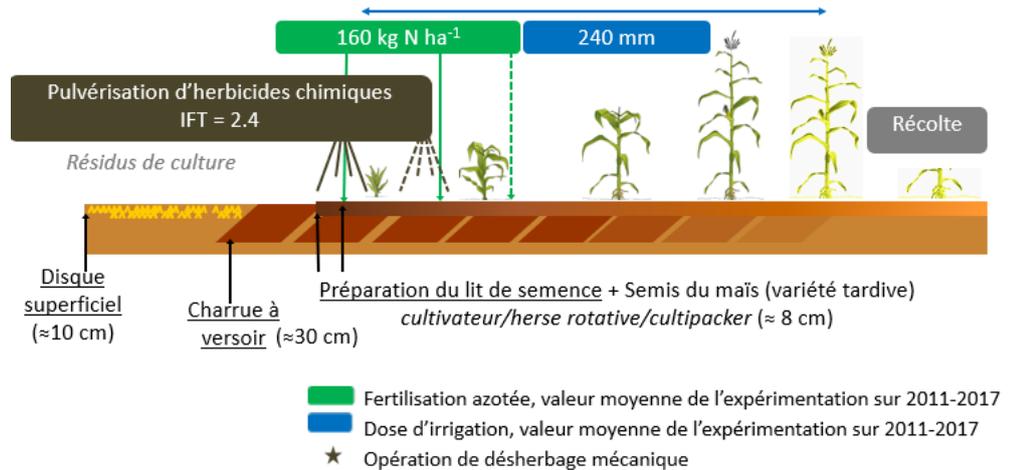
MM_{EcoPhyto} système alternatif

Monoculture de maïs avec une variété demi-précoce pour réduire le nombre de tours d'eau et les besoins en azote. Désherbage mécanique et mixte (pulvérisation localisée sur la ligne de semis) et implantation d'un couvert (raygrass hybride et trèfle incarnat) au stade 6-7 feuilles lors du dernier binage. Son enfouissement permet lui aussi une réduction de la fertilisation.



MM_{Conv} système de référence

Monoculture de maïs avec date de semis et une variété tardive, tel que pratiqué dans le Sud-Ouest, fertilisation azotée ajustée au potentiel local. Le labour est systématique et le désherbage exclusivement chimique en post-semis/prélevée complété par un rattrapage éventuel contre la flore difficile.



Mode d'irrigation : rampe frontale pivotante

Travail du sol : labour annuel

Infrastructures agroécologiques : aucun dispositif de ce type n'est mis en place. Une haie est présente à l'ouest du dispositif mais avec une influence mineure sur les parcelles expérimentales

Objectifs du système

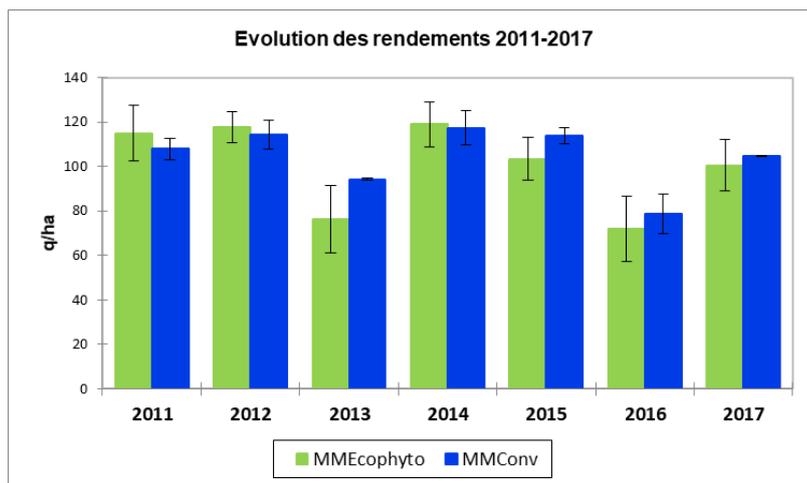
Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Socio-économiques
Rendement <ul style="list-style-type: none"> - Environ 110 q/ha (soit 90 % de MM_{Conv}) 	Maîtrise des adventices <ul style="list-style-type: none"> - Un léger salissement présent en dessous de la culture est toléré. 	IFT <ul style="list-style-type: none"> - Obtenir un IFT de 1 (-50% par rapport à MM_{Conv}) 	Marge brute <ul style="list-style-type: none"> - Marge brute équivalente à MM_{Conv}
Qualité <ul style="list-style-type: none"> - Limité la présence de mycotoxines dans les normes permises 	Maîtrise des maladies <ul style="list-style-type: none"> - Limiter la fusariose grâce au labour 	Toxicité des produits <ul style="list-style-type: none"> - Limiter l'usage des produits les plus toxiques. 	Temps de travail <ul style="list-style-type: none"> - Temps de travail équivalent à MM_{Conv} (max. +10%)
	Maîtrise des ravageurs <ul style="list-style-type: none"> - Pas d'insecticide employé en dehors du traitement de semences. Si attaque de pyrale, usage de trichogrammes. 	Lixiviation herbicides <ul style="list-style-type: none"> - Réduire de 2/3 les fuites d'herbicide vers les eaux de surface 	

> Performances agronomiques

En moyenne sur 7 années d'expérimentations (2011-2017), le rendement de $MM_{Ecophyto}$ est satisfaisant (100.4 q/ha) puisqu'il permet d'atteindre 96 % du rendement de MM_{Conv} (104.3 q/ha), bien qu'ils soit de 10% inférieur à l'objectif initial de 110q/ha. Les rendements faibles en 2013 et 2016 sont dus, respectivement, à un printemps très pluvieux ayant entraîné un phénomène d'hydromorphie sur les parcelles et d'un déficit de fertilisation azotée.

Ces résultats positifs ont été obtenus en parallèle avec une **réduction de la fertilisation azotée et de l'irrigation** avec, respectivement 118 kgN/ha et 1814 m³/ha pour $MM_{Ecophyto}$ et 143 kgN/ha et 2321 m³/ha pour MM_{Conv} .

Concernant les bioagresseurs, une **flore adventice importante** a été relevée certaines années, obligeant à des traitements en plein (2012, 2013, 2016) afin de maintenir une pression raisonnable. En revanche, la **pression en sésamie** semble croissante d'année en année. Un broyage des cannes est réalisé pour limiter ce phénomène.



Bien que possédant une variabilité légèrement supérieure, le système de culture $MM_{Ecophyto}$ permet d'atteindre les objectifs de rendement sur la quasi totalité des années d'expérimentations, démontrant, sur le moyen terme, l'efficacité de ce système de culture.

> Performances environnementales

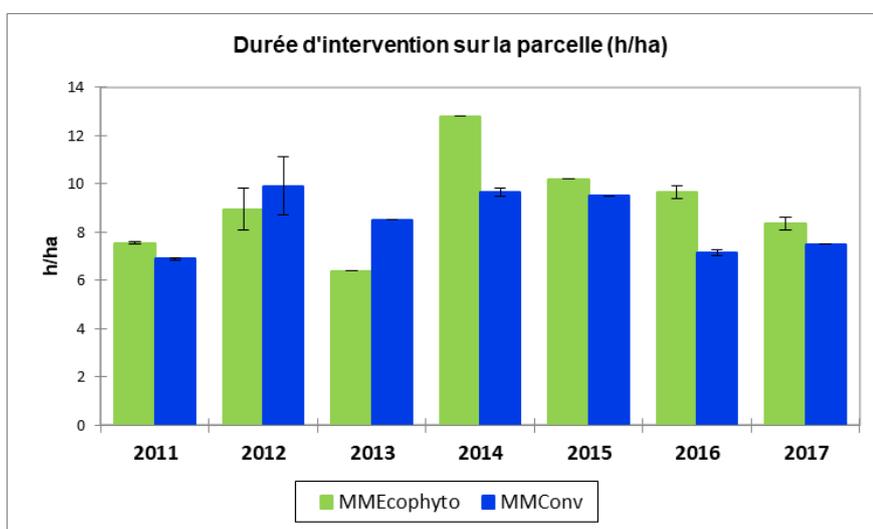
IFT total	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Moyenne
$MM_{Ecophyto}$	0	3,45	1,61	1,60	0,65	2,46	0,33	1,44
MM_{Conv}	1,65	3,51	3,5	4,06	4,17	2,40	3,43	3,24

En moyenne sur 7 ans, $MM_{Ecophyto}$ a un IFT de 1,44, contre 3,24 pour MM_{Conv} , soit une diminution moyenne de **44%** l'IFT, très proche de l'objectif initial de -50%. Cette réduction est variable d'une année à une autre : de fortes **pressions adventices** certaines années (2012, 2016) ont contraint à des traitements chimiques en plein.

> Performances socio-économiques

En moyenne sur les 7 années d'expérimentations, le temps de travail sur le système de culture $MM_{Ecophyto}$ est de **9,1 h/ha contre 8,4 h/ha pour le système MM_{Conv}** s'explique essentiellement par le désherbage mécanique qui diminue les débits de chantier, en particulier en 2014 où les passages ont été répétés. En 2013, le temps de travail sur $MM_{Ecophyto}$ est plus faible du fait de l'absence de labour cette année là sur ce système.

Les marges brutes moyennes sur la période 2011-2017 remplissent les objectifs fixés avec 1223 €/ha pour le système $MM_{Ecophyto}$ contre 894 pour le système MM_{Conv} .



Le système de culture $MM_{Ecophyto}$ permet d'atteindre les performances socio-économiques sur la totalité des années d'expérimentations.

Zoom sur l'implantation du couvert pendant la culture...

L'implantation d'une culture intermédiaire de ray-grass trèfle pendant la culture de maïs permet de couvrir les sols après la récolte de maïs grain pour limiter la lixiviation du nitrate, fournir à la culture suivante une meilleure nutrition azotée et améliorer la structure du sol. La réussite de la technique est conditionnée par une durée minimale de quelques semaines entre l'application d'un herbicide de prélevée et le semis du couvert.

Le couvert est semé au stade 6-7 feuilles du maïs. Un semis plus précoce risque de concurrencer le maïs alors qu'un semis trop tardif limite le développement du couvert à cause de la compétition pour la lumière.

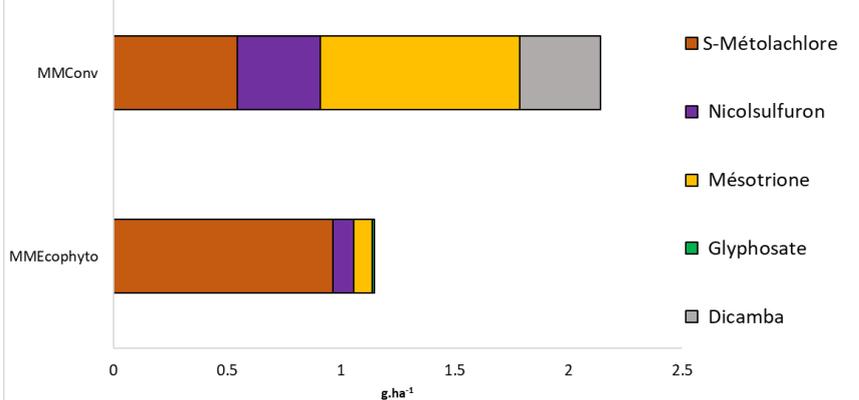
Le semis lors du dernier passage de bineuse de façon à assurer un bon contact sol/graine, suivi d'une irrigation, permet de garantir une bonne levée du couvert et de limiter le nombre de passages. Dans ces conditions, le couvert monte à 15-20 centimètres maximum sous le maïs. Le coût des semences du couvert est compris entre 40 et 50 €/ha.



Levée du couvert ray-grass/trèfle dans le SdC MM_{Ecophyto} (Simon Giuliano)

Zoom sur la qualité des eaux de drainage

Quantité totale de molécules mesurées dans les eaux de drainage 2011-2017 (g/ha)



La quantité totale d'herbicides retrouvée sur le système MM_{Ecophyto} est plus faible que sur le système MM_{Conv}. Il s'explique par la localisation de l'application sur la ligne de semis et la diminution des quantités apportées, en particulier sur les herbicides de rattrapage (mésotrione, nicosulfuron, dicamba) qui représentent la majorité des fuites enregistrées sur le système MM_{Conv}.

Les leviers mis en place sur le système MM_{Ecophyto} participent donc à réduire l'impact des pratiques agricoles sur la qualité de l'eau par rapport à un système conventionnel.

Transfert en exploitations agricoles

Depuis 2015, la Chambre d'Agriculture de l'Ariège, dans le cadre du projet THESO (Transfert Herbicides Sol et eau – financé par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, le ministère de l'agriculture et Syngenta), participe à la mise en place de ce système chez trois agriculteurs produisant du maïs semences dans l'objectif de réduire le transfert vers les eaux de surface du nitrate et des produits phytosanitaires, tout en maintenant la performance économique.

De plus, ce système va également être mis en place sur des parcelles de production du Domaine de Lamothe (exploitation agricole de l'Ecole d'Ingénieurs de PURPAN).

Pistes d'améliorations du système et perspectives

Afin d'optimiser ce système de culture, des pistes prometteuses ont été identifiées :

➤ Adaptation des différentes espèces du couvert

Dans une logique polyculture élevage, la valorisation du couvert en tant que fourrage d'appoint riche en protéines est envisageable.

➤ Amélioration du pilotage de l'irrigation

L'installation de sondes capacitatives est prévue pour mesurer l'humidité et la température du sol simultanément tous les 10 cm de profondeur. Elles aideront à rendre compte de la consommation exacte des plantes et d'ajuster plus finement la quantité d'eau à apporter.

Pour en savoir +, consultez les fiches PROJET et les fiches SITE

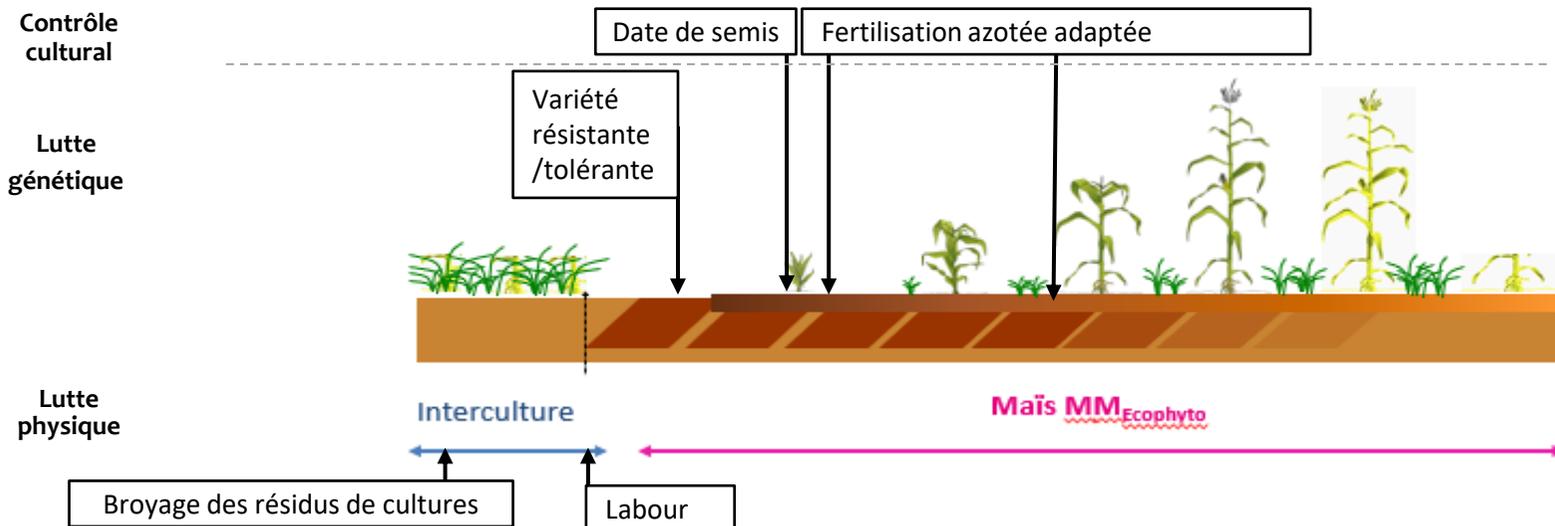
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

Document réalisé par Simon Giuliano
Cyrielle Deswarte

Stratégie de gestion des maladies



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des maladies.



Maladie cible :
fusariose

NB : La pression maladie sur le site est faible.

Objectif :

Maintien des performances économiques du système de référence

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Gestion des résidus	Broyage du couvert et des cannes de maïs pour accélérer leur décomposition	Diminution du risque fusariose
Labour	Enfourir les résidus de culture	Diminution de l'inoculum primaire
Variété résistante/tolérante	Choix d'une variété TPS fusariose	Variété choisie satisfaisante, permettant d'avoir des dégâts limités
Date de semis	Ouverture de la date de semis au 15 avril pour diminuer le risque maladie	Ne pas trop retarder la date de semis pour éviter un stress hydrique trop important lors de la floraison
Fertilisation azotée adaptée	Un taux de d'azote trop élevé et un taux de potassium trop faible peuvent prédisposer le maïs à une contamination par le fusarium	Méthode des bilans pour gérer la fertilisation azotée et analyse de sol tous les 3 ans pour le potassium

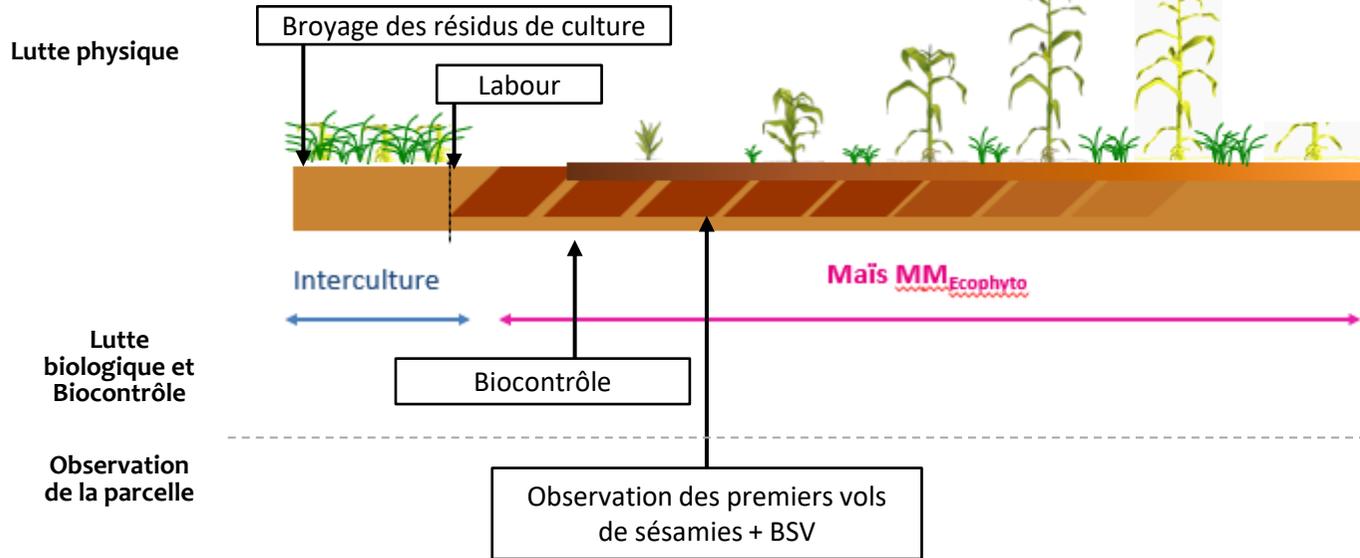


Charbon de l'épi.
Crédit photo : Simon Giuliano

Sur ce système, la gestion maladies est très liée à la gestion des ravageurs : le développement de la fusariose faisant le plus souvent suite à une attaque d'insectes foreurs (pyrale et sésamie) sur l'épi qui favorise l'entrée du pathogène.



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des ravageurs.



Ravageurs cibles :
limaces, sésamie, pyrale

Objectif :
Maintien des performances économiques du système de référence

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Biocontrôle	Application au semis de Sluux 5 kg/ha 2 ^{ème} apport éventuel en cas de forte pression	Bonne gestion des limaces – pression modérée
Observation des premiers vols de sésamies	- Lecture du BSV - Surveillance attentive de la parcelle	La sésamie est difficile à contrôler aussi bien chimiquement (fenêtre de tir réduite) que par des auxiliaires (trichogrammes efficaces uniquement sur la pyrale)
Gestion des résidus	Broyage du couvert et des cannes de maïs pour éliminer les larves de sésamies	Le broyage doit être réalisé de manière systématique possible après la récolte pour permettre «d'éliminer 50 à 70 % des larves.



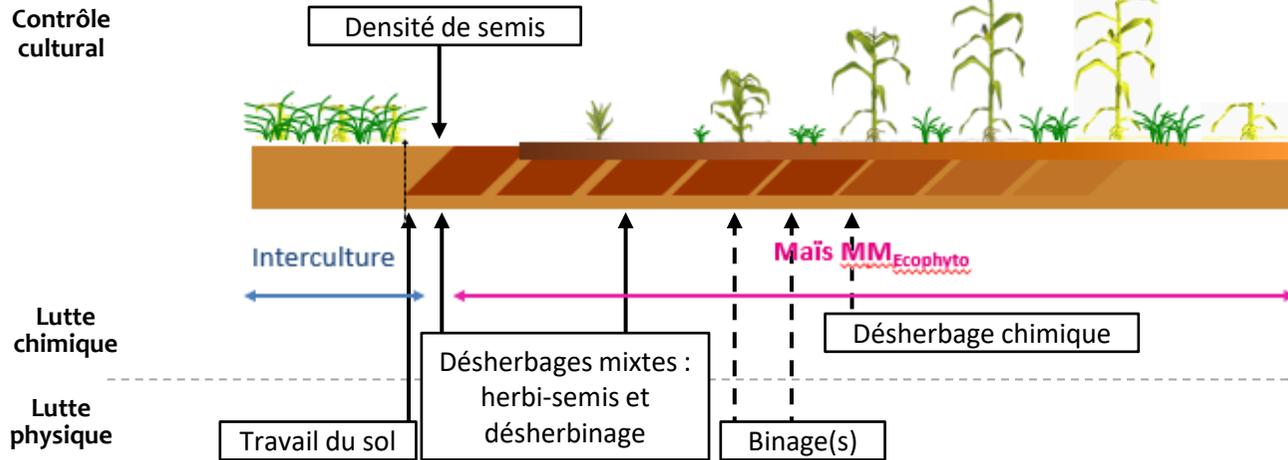
Attaque de sésamies avec présence de sciure
Crédit photo : Simon Giuliano

La gestion des ravageurs sur ce système passe par l'obtention d'une culture vigoureuse au démarrage qui va ainsi être moins sensible aux attaques de ravageurs.

Stratégie de gestion des adventices



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des adventices.



Adventices cibles :
Echinochloa crux-galli, *Calystegia Sepium*,
Polygonum persicaria

Objectif :
 Limiter au maximum la concurrence avec la culture et l'augmentation du stock grainier tout en acceptant des adventices peu concurrentielles (plus jeunes) qui n'ont pas grainé en fin de culture.

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Travail du sol	Préparation du lit de semences avec un labour suivi d'une reprise à la herse	Ne pas trop affiner le sol pour éviter le développement des adventices
Densité de semis	Augmentation de la densité de semis du maïs (9.5 grains/m ²)	Obtenir un peuplement régulier et homogène et anticiper les pertes dues au désherbage mécanique. Densité moyenne relevée : 8 plantes/m ²
Dés herbage mixte : herbi-semis et dés herbina ge	Combiner désherbage mécanique en inter-rang et protection chimique sur le rang pour maîtriser la flore adventice en début de cycle	Peu de jours disponibles pour le désherbinage : <i>conditions météo favorables au binage x conditions météo d'une pulvérisation x stade des adventices</i> . Pression adventices modérée en moyenne mais désherbage chimique en plein parfois nécessaire
Binages	Entre le stade 2-3 feuilles du maïs et le stade limite passage tracteur	Bonne efficacité. Les doigts Kress permettent aussi de désherber le rang. Permet de réduire l'évaporation du sol.
Mise en place d'une culture intermédiaire	Semis de la culture intermédiaire au dernier passage de bineuse (RGH (10 kg/ha) + Trèfle Incarnat (12 kg/ha)) au stade 6-7 Feuilles pour limiter la pression adventice en culture et pendant l'interculture.	Biomasse moyenne 2,3 T/ha lors de la récolte du maïs. Bon recouvrement du couvert. Réduction de la dose de semis de ray-grass au profit du trèfle



Quelques panics pieds-de-coq (*Echinochloa crux-galli*) sont présents.
 Crédit photo : Simon Giuliano