

LES RÉSULTATS ET PRÉCONISATIONS DE VOS INSTITUTS TECHNIQUES

# CÉRÉALES ET OLÉOPROTÉAGINEUX

*Des clés pour avancer*



## CÉRÉALES À PAILLE

Les mesures du dernier plan d'action Nitrate

Des programmes fongicides en région

Orge de printemps : des variétés récentes prometteuses

## OLÉOPROTÉAGINEUX

Altises du colza : des leviers préventifs innovants

Intercultures pièges : une stratégie de gestion territoriale prometteuse

Désherbage du soja : le point sur les stratégies

# SOMMAIRE

## CÉRÉALES À PAILLE

Pulvérisation ciblée en temps réel : des perspectives pour le Ara d'Ecorobotix.....	p. 4
Directive Nitrate : les nouvelles mesures du dernier plan d'action .....	p. 6
Bactéries fixatrices d'azote : des résultats contrastés selon les cultures .....	p. 8
Pyrale du maïs : la modélisation démêle les populations .....	p. 12
En pluriannuel, une marge brute en faveur du blé dur .....	p. 15
Maladies des céréales à paille : apprendre de l'année et mettre en perspective .....	p. 16
Orge de printemps : des variétés récentes prometteuses .....	p. 22
Grandes cultures : quels outils pour remplacer le glyphosate ? .....	p. 25

## OLÉOPROTÉGÉINEUX

Coléoptères d'automne sur colza : déployer des leviers préventifs innovants à grande échelle.....	p. 28
Intercultures pièges : une nouvelle stratégie de gestion territoriale des altises d'hiver .....	p. 32
Projet Biostim colza : évolution des méthodes d'évaluation.....	p. 34
Désherbage du soja : le point sur les stratégies .....	p. 36

ISSN n° 2610-6027 - Dépôt légal à la parution - Réf: 24113

**Ont contribué à la réalisation des articles :**

**Pour Arvalis :** A. Augis, D. Brun, Y. Carel, I. Chaillet, F. Degan, C. Desbourdes, C. Gaujard, D. Hamernig, D. Hourcade, M. Le Bras, F. Piraux, J-B. Thibord, G. Véricet.

**Pour Terres Inovia :** N. Cerrutti, C. Robert, M. Geloën, C. Le Gall, F. Duroueix.

**Coordination :** C. Baudart, I. Lartigot.

**Réalisation :** M. Seraille.

**Photo de couverture :** © C. Baudart - UpTerra

La publicité paraît sous la responsabilité des annonceurs.



**Impression :** Imprimerie Mordacq (62)  
Rue de Constantinople 62120 Aire-sur-la-lys  
Document imprimé par une entreprise Imprim'Vert

Papier LWC 100% recyclé Silk PEFC 100% en 80 g/m<sup>2</sup>

Avec la participation financière du Compte d'Affectation Spéciale pour le Développement Agricole et Rural (CASDAR), géré par le Ministère de l'Agriculture, de la Souveraineté alimentaire et de la Forêt.



« Vos données sont importantes »

En tant que professionnel(le) de l'agriculture, vous êtes inscrit(e) dans nos bases de données et recevez nos actualités : références, événements, promotions...

En conformité avec le RGPD, nous vous rappelons que si vous ne souhaitez plus recevoir de courriers, sms ou emails de notre part, vous pouvez en faire la demande à tout moment à cette adresse : [contact@arvalis.fr](mailto:contact@arvalis.fr) ou en écrivant à ARVALIS - Institut du végétal - Service communication - 91720 BOIGNEVILLE. Vous pouvez également consulter notre politique de confidentialité en pied de page de nos sites internet [arvalis.fr](http://arvalis.fr).

Le service communication ARVALIS.

## PULVÉRISATION CIBLÉE EN TEMPS RÉEL

# DES PERSPECTIVES POUR LE ARA D'ECOROBOTIX

**Bien que la cible principale du ARA d'Ecorobotix soit les légumes de plein champ, Arvalis l'a testé en grandes cultures dans le cadre du projet AgRoboConnect.**



Évaluation du ARA d'Ecorobotix sur une parcelle de maïs au stade « 4 feuilles ».

La détection d'adventices mobilise tant les chercheurs que les start-ups, les chambres d'agricultures et les constructeurs. Sa combinaison avec l'application d'un produit herbicide, uniquement lorsque les adventices sont présentes, réduit les quantités de produits phytosanitaires utilisées à la parcelle. La pulvérisation ciblée en temps réel existe aujourd'hui sur des pulvérisateurs, que les capteurs de détection soient installés d'usine ou en seconde monte, mais également sur des matériels tractés conçus spécifiquement pour cette intervention comme le ARA d'Ecorobotix.

### UN COLORANT POUR VISUALISER LES ZONES TRAITÉES

Bien que sa cible principale soit les légumes de plein champ, Arvalis a testé le ARA sur une parcelle de maïs de la Digi-ferme de Boigneville (91) au printemps 2024, dans le cadre d'une convention avec le constructeur et la Chambre d'agriculture d'Île-de-France qui l'a mis à disposition après avoir l'avoir testé sur sa ferme pilote innovation. L'objectif du test est d'évaluer la précision de l'action couplée « détection – application » du ARA. Afin de visualiser les zones traitées

ou non par le ARA, un colorant (le Compo bleu) est utilisé à la place du produit phytosanitaire. La sélection aléatoire de 150 points a permis de valider au champ si les adventices sont couvertes de colorant (vrais positifs) ou non (faux positifs). Une seconde série a permis de valider si le sol nu était bien indemne de colorant (vrais négatifs). L'application de colorant a été réalisée à la vitesse de 7,2 km/h, à différents stades de la culture : « 4 », « 5 » et « 8-9 feuilles ».

Au stade « 4 feuilles » de la culture (15 mai), le taux de bonne détection-application est de 93,3 % : sur le terrain, les adventices sont bien couvertes de colorant (48 %) et le sol nu ne présente pas de colorant (45,3 %). Lors de ce passage, la console du constructeur indiquait une économie de produit de 71,6 % comparé à une pulvérisation en plein. Une semaine plus tard, au stade « 5 feuilles », le ARA est à nouveau passé sur la même parcelle. Le taux de bonne détection-application est de 59,7 %. À ce stade, l'économie de produit était de 95,7 %.

Un nouveau passage de ARA a été réalisé au stade « 8-9 feuilles », au-delà du stade d'utilisation préconisé par le constructeur. Le taux de bonne détection-application atteint 88,3 %. Les feuilles de maïs masquaient les adventices se trouvant sous le feuillage de la culture. L'économie de produit était de 78 %.

### UNE ÉCONOMIE DE PRODUIT DE 80 % À 98 % SELON LE STADE

Afin d'étudier l'intérêt de la pratique de la pulvérisation ciblée via le ARA, une évaluation multicritère a été réalisée à l'aide du logiciel SYSTERRE. Nous avons testé 4 scénarios qui reprennent les économies de produit obtenues sur l'essais. Appliqué à une exploitation-type d'Île de France (150 ha de grandes cultures et 1 UTH), l'utilisation du ARA induit une augmentation du temps de travail de 6 mn/ha (+0,1 h/ha) puisque le débit de chantier est de 2,88 ha/h avec le ARA (vitesse maximale de 7,2 km/h)

alors qu'il est de 13 ha/h avec le pulvérisateur de 28 m (référence). Le ARA permet de réduire l'IFT herbicide, qui passe de 2,49 sur la référence (scénario 1) à 2,32 sur le scénario 4. De fait, pour les différents scénarios, les charges her-bicides varient de 102 €/ha à 98 €/ha, quand elles sont de 106 €/ha sur la référence. Du côté de la consommation d'énergie primaire totale, des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de la production d'énergie brute, il n'y a pas de différence entre les différents scénarios.

De fait, le modèle économique actuel du ARA n'est pas adapté aux grandes cultures. De façon générale, un tel matériel doit soit gagner en largeur, soit gagner en vitesse, soit adapter son modèle économique en fonction de l'algorithme utilisé et de sa valorisation au sein de l'exploitation. ■

### IFT ET CHARGES HERBICIDES : L'ARA LES RÉDUIT

	1 pulvérisateur conventionnel 28 m	2 pulvérisateur + ARA (50 % en post et 85 % rattrapage)	3 pulvérisateur + ARA (25 % en post et 85 % rattrapage)	4 pulvérisateur + ARA (25 % en post et 50 % rattrapage)
Surface (ha)	150	150	150	150
Main-d'œuvre familiale (UTH)	1	1	1	1
Temps de travail total (h/ha)	3,8	3,9	3,9	3,9
Consommation de carburant (L/ha)	74,5	74,8	74,8	74,8
IFT herbicide	2,5	2,4	2,4	2,3
Investissement valeur à neuf (€/ha)	4742	5608	5608	5608
Charges totales en intrants (€/ha)	699	695	694	690
Charges herbicides (€/ha)	106	102	101	98
Charges de mécanisation hors irrigation (€/ha)	376	431	431	431
Marge nette avec aides (€/ha)	464	374	375	377
Consommation d'énergie primaire totale (MJ/ha)	19724	19739	19738	19736
Émissions totales de GES (kg éq. CO <sub>2</sub> /ha)	2897	2898	2898	2898

Tableau 1 :

Résultats technico-économiques et environnementaux  
calculés sur l'exploitation avec le logiciel SYSTERRE.  
Post : traitement de postlevée.



Cet article est issu  
de Perspectives Agricoles  
de septembre 2024.  
Pour retrouver l'intégralité  
de cet article : rendez-vous sur  
[www.perspectives-agricoles.com](http://www.perspectives-agricoles.com)

## DIRECTIVE NITRATE

**La Directive Nitrate, adoptée en France depuis plus de 30 ans, a pour objectif de limiter la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole. Le septième Plan d'Action National (PAN7) introduit de nouvelles obligations pour les agriculteurs, qui doivent être déclinées dans chaque région au sein des Plans d'Actions Régionaux (PAR).**

# LES NOUVELLES MESURES DU DERNIER PLAN D'ACTION



© C. Baudart - UpTerra

*Certains Plans d'Action Régionaux allongent les périodes d'interdiction d'épandage pour limiter les risques de lixiviation.*

**L**es nouvelles mesures du septième Plan d'Action National (PAN7) concernent directement les producteurs de céréales, pommes de terre, lin fibre, oléagineux et protéagineux. Cet article propose une analyse des principales nouveautés du PAN7 et des ajustements prévus dans les différentes régions.

### POURQUOI UN NOUVEAU PLAN D'ACTION ?

Depuis 1991, la France adapte sa politique de gestion des apports azotés en zones vulnérables pour répondre aux objectifs de la Directive Nitrate de l'Union Européenne. Cette directive s'applique en France avec le Plan d'Action National et les plans d'actions régionaux, révisés tous les

4 ans. Malgré les efforts, certaines régions affichent toujours des niveaux de nitrate au-delà du seuil de 50 mg/L. Ce contexte a conduit au renforcement des mesures dans le PAN7, avec une attention accrue aux périodes de restriction d'épandage et aux pratiques de couverture des sols.

### HUIT GRANDES MESURES

Le PAN7 se structure autour de huit grandes mesures. Voici un résumé des certaines mesures les plus concernées par les modifications. Concernant les périodes d'interdiction d'épandage (mesure 1), la durée d'interdiction est étendue pour certains types de fertilisants, afin de réduire le risque de lixiviation des nitrates vers les nappes phréatiques en période de fortes précipitations. De nouveaux plafond sont

proposés pour les apports de produits organiques entre l'été et le début de l'automne.

La mesure 3 porte sur l'équilibre de la fertilisation. Une attention particulière est portée à l'ajustement des doses, pour éviter les surplus d'azote. La mise en place d'un plan prévisionnel de fumure, accompagné d'un cahier d'enregistrement des pratiques, est une obligation. Les cultures intermédiaires exportés pourront être fertilisées au-delà d'un plafond si elles disposent d'un plan prévisionnel de fumure. Les outils d'aide à la décision suivant la méthode du bilan prévisionnel du COMIFER (labellisé Prev'N), sont considéré comme conforme aux contraintes règlementaires.

Les mesures 7 et 8 portent sur la couverture des sols : afin de réduire les pertes en azote, le PAN7 insiste sur la nécessité de maintenir une couverture végétale en période hivernale pendant une période minimale de 8 semaine. L'obligation de bandes enherbées le long des cours d'eau est également renforcée.

Ces exigences s'ajoutent à la limite maximale de 170 kg d'azote organique par hectare pour l'ensemble de l'exploitation, une règle centrale depuis plusieurs années dans tous les pays européens.

### ADAPTATIONS RÉGIONALES : POINTS COMMUNS ET SPÉCIFICITÉS

Les Plans d'Actions Régionaux (PAR) viennent compléter et adapter les mesures nationales en fonction des réalités agro-pédologiques régionales.

En pratique, ces adaptations se traduisent par des variations dans la durée des interdictions d'épandage, les types de couvert végétal recommandés, et les sanctions en cas de non-respect des règles.

L'allongement des périodes d'interdiction d'épandage : dans certaines régions à forte pluviométrie, comme en Bretagne, les périodes d'interdiction ont été rallongées pour limiter les risques de lixiviation.

L'obligation de couverture des sols : les régions à haut risque de lixiviation imposent des exigences supplémentaires en matière de couvert végétal, par exemple, en favorisant des cultures intermédiaires spécifiques ou en interdisant de couverts composés de légumineuses pures.

Le suivi des exploitations est renforcé. Notamment pour les demandes de dérogations de couverture du sol ou dans les Zones d'Actions Renforcées, certaines régions instaurent des contrôles renforcés et l'obligation de mesurer les reliquats en entrée d'Hiver (REH) ou en début du drainage (RDD).

### IMPACTS POUR LES PRODUCTEURS

Ces nouvelles exigences peuvent influencer plusieurs aspects des pratiques agronomiques, notamment pour les grandes cultures.

Les producteurs céréaliers devront adapter leurs pratiques

d'épandage d'azote, en particulier sur les céréales à pailles, pour respecter les nouvelles périodes d'interdiction et notamment l'interdiction de majoration en cas d'utilisation de la solution azotée.

Les producteurs de pommes de terre et de lin textile devront revoir leurs stratégies de couverture végétale pour réduire les risques de lixiviation après la récolte de ces cultures.

Pour le colza d'hiver, il y a la possibilité de fertiliser en automne pour réduire la sensibilité aux attaques d'altise.

### COMMENT LES AGRICULTEURS PEUVENT-ILS S'ADAPTER ?

Les nouvelles obligations du PAN7 et les ajustements régionaux des PAR présentent des défis pour les exploitants. Cependant, les outils d'aide à la décision (OAD) peuvent jouer un rôle clé en permettant aux producteurs de gérer plus précisément leurs apports azotés en fonction des besoins des cultures et des fournitures d'azote du sol.

La collaboration avec des conseillers spécialisés sera aussi essentielle pour identifier les solutions les plus adaptées à chaque exploitation. ■

## AZOTE SUR ORGE DE PRINTEMPS : FRACTIONNER POUR GAGNER EN EFFICACITÉ

Pour les futurs semis d'orge de printemps, le fractionnement de la dose s'effectue en deux apports, positionnés avant le stade « épi 1 cm », stade à partir duquel l'absorption est intense.

Le Coefficient Apparent d'Utilisation de l'azote (CAU) est assez faible en orge de printemps, autour de 60-70 % : pour 100 unités apportés, 60 à 70 unités sont absorbées par la plante. En comparaison, ces valeurs sont de 80-90 % en céréales d'automne. Le fractionnement, l'incorporation des apports et les formes permettent d'augmenter ce CAU.

Une répartition 1/3 puis 2/3 (maximum 50/50) entre semis et début tallage apparaît comme le fractionnement le plus pertinent, assurant une bonne efficacité, même en cas de printemps sec.

L'enfouissement de l'apport en solution azotée au semis permet de gagner 2 q/ha et 10 % environ d'efficacité.

Le pilotage N-Tester se pratique au stade « 1 nœud » et permet de corriger de fortes carences en azote sur orge de printemps. Lorsqu'il déclenche un apport, les gains sont en général importants : +6 q/ha, sans crainte sur la teneur en protéines, qui reste comprise entre 9,5 et 11,5 %.

## BACTÉRIES FIXATRICES D'AZOTE

# DES RÉSULTATS CONTRASTÉS SELON LES CULTURES

**Plusieurs biostimulants revendiquent une amélioration de la nutrition azotée des cultures grâce aux bactéries fixatrices d'azote qu'ils contiennent, qu'elles soient rhizosphériques ou endophytes. Les essais réalisés par les instituts techniques enregistrent rarement des gains avec les produits testés, sauf pour le maïs fourrage.**



39 essais réalisés de 2021 à 2023 ont permis de tester l'efficacité de Blue N sur le rendement et la qualité du blé tendre.

Les instituts techniques et leurs partenaires ont testé depuis plusieurs années deux biostimulants à base de micro-organismes fixateurs d'azote (tableau 1).

Blue N, commercialisé par Corteva, contient une souche de bactéries endophytes, *Methylobacterium symbioticum*. Après pulvérisation sur la culture, ces bactéries pénètrent et colonisent l'intérieur des feuilles où elles transforment le diazote de l'air en ammonium assimilable par les plantes.

Free N 100 contient quant à lui des bactéries rhizosphériques libres *Azobacter chroococcum*. Ces bactéries se développent donc en dehors de la plante, dans le sol. L'azote qu'elles produisent doit ensuite être libéré dans le sol puis absorbé par les plantes.

### UNE ÉVALUATION EN MULTISITES

Sur blé tendre, Blue N a été testé le plus souvent en situation de dose d'azote suboptimale (dose inférieure de 29 kg N en moyenne par rapport à la dose X prévisionnelle)

en comparaison avec un témoin à dose d'azote équivalente. Ces conditions d'essais où l'azote était légèrement limitant étaient, *a priori*, celles où l'on pouvait davantage espérer observer l'effet azote du biostimulant sur la culture. Sur colza, le biostimulant a été testé en apports en début de cycle (B6, 6 feuilles) sans fertilisation en début de cycle. Sur maïs, il a été positionné à 6 feuilles et testé à dose X et dose suboptimale (X-40) en comparaison d'un témoin recevant la même dose d'azote ; sur cette même culture, Free N 100 a été testé selon les mêmes modalités. Pour ce produit, des zones tampons ont été mises en place. Les apports ont été réalisés au printemps au stade « 2 feuilles » pour prévenir la forte demande d'azote du maïs au moment de sa croissance.

### UN SUPPLÉMENT D'AZOTE PAS TOUJOURS VISIBLE

Dans l'ensemble des essais, l'effet de ces biostimulants a été évalué en comparant le rendement des différentes cultures obtenu avec ou sans biostimulant, à fertilisation identique. L'effet sur les principaux critères de qualité – teneur en protéines pour le blé et le colza, richesse en huile pour le colza uniquement – a également été évalué. Enfin, dans certains essais seulement, le gain d'azote absorbé dans les parties aériennes permis par ces biostimulants a également été évalué.

Sur blé, ce gain varie de -6 à +28 kg N/ha (6 kg N/ha en moyenne, NS) sur les 6 essais où il a été mesuré.

Sur colza, les gains d'absorption sur la période automnale ne sont pas constants. Ils varient de -12 kg de N/ha (NS) à 8 kg de N/ha (NS), soit -15 % à +25 % selon les essais (mesure réalisée dans 6 essais sur 11). Ces variations ne sont pas statistiquement significatives. On n'a pas d'avantage

**BLUE N ET FREE N 100 : TESTÉS DANS 63 ESSAIS SUR 3 CAMPAGNES  
PAR ARVALIS, TERRES INOVIA ET LEURS PARTENAIRES**

Produit Société	Principe(s) actif(s)	Culture	Utilisation	Nombre d'essais et années évaluation	Effet rendement (en q/ha vs témoin)	Effet sur la qualité (% de protéines ou d'huile vs témoin)	Commentaires
Blue N Corteva	Bactérie endophyte, <i>Methylobacterium Symbioticum</i>	Blé tendre	1 application à 333 g/ha courant montaison, par temps poussant	39 essais de 2021 à 2023 (dont 26 en partenariat) <sup>1</sup>	- 0,7 q/ha NS	- 0,06 % NS	Testé principalement à des doses légèrement inférieures à la dose X prévisionnelle
		Colza	1 application à 333 g/ha à B2, en conditions favorables d'humidité	13 essais sur 2023 (dont 10 essais partenaires) <sup>2</sup>	-0,1 q/ha NS	Protéines : -0,5 % NS Huile : +0,2 % NS	Testé sur la phase automnale
		Maïs grain	1 application à 333 g/ha vers 6-8F, par temps poussant	5 essais Arvalis de 2022 à 2023 <sup>3</sup>	- 0,2 q/ha NS	-	Testé à la dose X prévisionnelle et X-40
		Maïs fourrage		3 essais Arvalis en 2023	+ 0,9 t de MS/ha**	-	Testé à la dose X prévisionnelle et X-40
Free N 100 Gaiágo	Bactérie rhizosphérique, <i>Azotobacter chroococcum</i> + Oligo éléments : Mn et Mo	Maïs grain	0,5 l/ha, à pulvériser sur sol humide vers 2F	3 essais Arvalis de 2022 à 2023 <sup>3</sup>	- 0,2 q/ha NS	-	Testé à la dose X prévisionnelle et X-40

**Tableau 1 :**

**Résultats des essais biostimulants 2022 et 2023. Significativité du test de comparaison de moyennes appariées de Student ou de Tukey :** NS : non significatif au seuil de 10 % et \*\* significatif à 5 %. **(1)** Essais Arvalis + essais des partenaires CA Alsace, CA 02, CA 17, CA 52, CA 59, CA 62, CA 80, CRA Pays de la Loire, CETA HAM, NORIAP, SETAB, SOUFFLET et VAL'EPI. **(2)** Essais Terres Inovia + essais des partenaires Agrial, FDCETA 17, FDGEDA 18, GRCETA Evreucin, CA28, CETA 36, CA 36, CA 37, CA 41, CA 45, EMC2, Soufflet, CDPM dans le cadre du projet Adpatacol<sup>®</sup>. **(3)** dont 2 essais à Aubigny-Sur-Nère en partenariat avec UTACA.



retrouvé d'effet sur l'augmentation de biomasse fraîche et la teneur en protéines des graines en fin de cycle.

### DES EFFETS SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ DANS L'ENSEMBLE ASSEZ CONTRASTÉS POUR LE BLUE N

Sur blé, testé en complément de la fertilisation azotée, Blue N n'a permis d'améliorer ni le rendement, ni la teneur en protéines de manière significative aussi bien en situation de sous-fertilisation que lorsqu'il est testé à la dose X. De plus, on observe même, en moyenne, un effet négatif significatif sur le rendement dans les essais réunissant entièrement les conditions optimales de survie et de développement des micro-organismes (figure 1).

Sur colza, on n'observe pas d'effets statistiquement significatifs dans les essais et l'écart moyen de rendement à l'échelle du réseau d'essais est de -0,4 q/ha, ce qui n'est pas non plus statistiquement significatif.

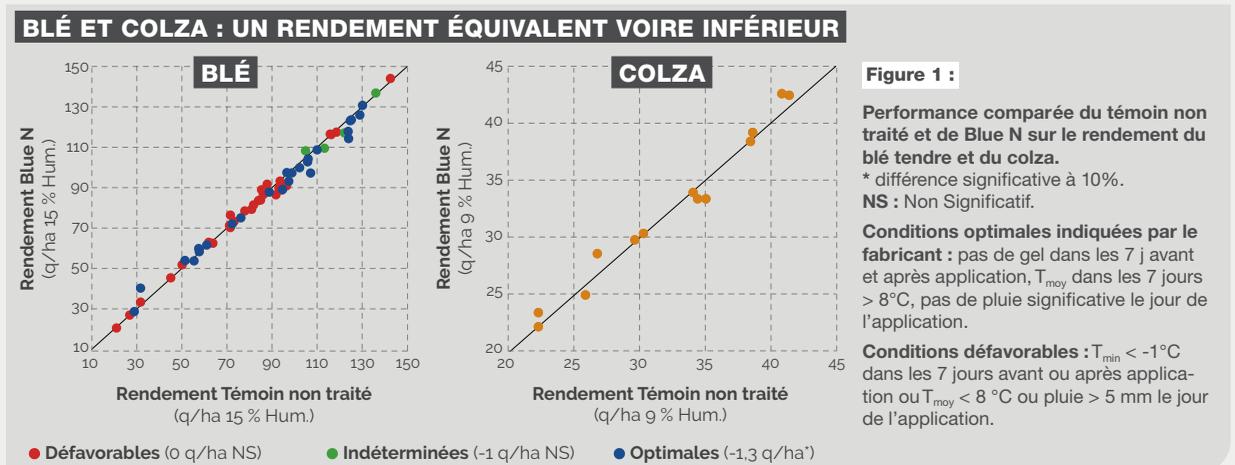
Testé également sur maïs grain en 2022 puis 2023, l'analyse en regroupement d'essais montre un écart de rendement de 0,2 q/ha en faveur du témoin, cette différence n'étant pas statistiquement significative. Cependant, cette moyenne cache une hétérogénéité de résultats avec un site d'essai qui montre des gains de rendement sur les 2 années (jusqu'à 6,2 q/ha) associés à une quantité d'azote absorbée augmentée (+27 kg d'azote absorbé sur la modalité X-40 + Blue N en comparaison à la modalité avec urée

seule, à dose d'azote équivalente). Mais sur un autre essai, les modalités avec Blue N affichent des contre-performances, avec des rendements inférieurs de 3 à 7 q/ha pour les deux modalités avec le biostimulant, comparé aux modalités avec urée seule (figure 2). Si on segmente selon la dose d'azote appliquée, il n'y a pas de différence significative de rendement entre les modalités avec et sans Blue N. L'analyse des situations en sous-fertilisation supposée ou avérée (obtenue a posteriori de l'essai) n'a pas permis de conclure à de meilleures performances des modalités ayant reçu une application de Blue N.

Concernant les essais sur maïs fourrage, le bilan des trois essais conduits en 2023 montre que Blue N a un effet positif et significatif sur le rendement fourrager (+0,9 tMS/ha) ainsi que sur la teneur en MAT (+0,32 %). De nouveaux essais sont actuellement en place pour valider ces premiers résultats.

### DES RÉSULTATS HÉTÉROGÈNES AVEC LE FREE N

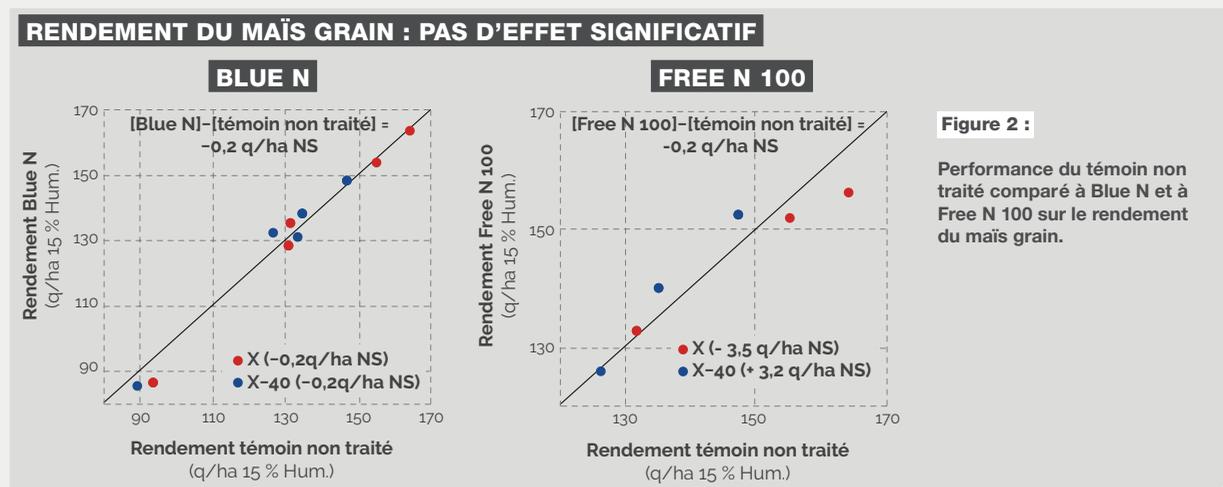
Le bilan du réseau d'essais 2022 et 2023 de l'évaluation du Free N 100 sur maïs grain ne met pas en évidence d'effet significatif sur le rendement (-0,2 q/ha) mais il cache encore une fois des résultats hétérogènes avec, sur un seul essai, un effet important sur la quantité d'azote absorbée (+37 kg d'azote absorbé en plus pour la modalité Free N100 X-40 comparé à la modalité Urée X-40). Le même effet est mis en évidence pour la modalité à la dose X.



De nouveaux essais avec Blue N ont été reconduits en 2024 sur maïs grain et fourrage afin d'explorer, pour cette culture, une gamme plus large de contextes pédoclimatiques et consolider ces résultats.

Un réseau d'essais a également démarré en 2024 sur pomme de terre : sa période de croissance offrirait peut-être des températures plus favorables à ces bactéries.

En effet, la fourniture d'azote aux cultures grâce à des bactéries est une piste prometteuse mais entièrement conditionnée par leur survie et leur multiplication dans un milieu où d'autres micro-organismes sont déjà présents. L'efficacité de ce type de biostimulants dépend très fortement des conditions rencontrées en plein champ, et notamment des températures au moment de l'application. ■



## PYRALE DU MAÏS

# LA MODÉLISATION DÉMÊLE LES POPULATIONS

**Des travaux de modélisation des vols des pyrales ont été conduits par les équipes d'Arvalis. Ces travaux ont permis de mettre en évidence la localisation suspectée des différentes races de pyrales en France. De plus, en permettant d'ajuster les interventions pour maximiser leur efficacité, l'utilisation du modèle dans les secteurs où la race plurivoltine est supposée majoritaire représente une avancée significative pour la protection du maïs contre ce ravageur.**



*Anticiper le cycle et les périodes de vulnérabilité des populations par la modélisation doit permettre d'optimiser la lutte directe.*

La pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*) cause des dommages importants dans les parcelles de maïs, attaquant les tiges et les épis. La protection des cultures s'appuie à ce jour sur la mise en œuvre de mesures prophylactiques (broyage des résidus de cultures) pour abaisser les populations larvaires et, dans les secteurs exposés à de fortes abondances de populations, sur une lutte directe réalisée en végétation. Les méthodes de lutte directe incluent l'application de traitements insecticides ou des lâchers de trichogrammes, ces petites guêpes parasitoïdes qui s'attaquent aux œufs de pyrale du maïs. Un nouveau modèle prédictif des périodes de vols

de pyrale du maïs est proposé dans le but d'optimiser la lutte directe.

### LA RÉPARTITION DES POPULATIONS MIEUX CERNÉE

Les résultats de la modélisation confortent l'hypothèse d'une présence quasi-généralisée sur le territoire d'une population plurivoltine (caractérisée par plusieurs vols nuptiaux dans la saison). Ils révèlent aussi la présence d'une population monovoltine plus fréquente qu'attendue. Les individus passent l'hiver dans les cannes du maïs sous forme de larve. Au printemps, après la levée de la diapause, la température est le principal déterminant de la durée de développement d'*O. nubilalis* jusqu'à l'émergence des papillons. Au printemps, les papillons issus de la 1<sup>ère</sup> génération émergent, s'accouplent et donnent naissance à une 2<sup>e</sup> voire une 3<sup>e</sup> génération de pyrales au cours de l'été.

Le nombre de cycles annuels complets est variable en fonction des zones pédoclimatiques. En France, on suppose qu'il existe deux types de pyrales : une race monovoltine (à diapause obligatoire<sup>1</sup>) et l'autre plurivoltine (à diapause facultative). La race plurivoltine émerge plus tôt en début de saison et peut réaliser plusieurs cycles au cours d'une même année.

Elle est présente sur l'ensemble du territoire et peut réaliser un, deux ou trois vols distincts au sein d'une même année selon les conditions climatiques.

La race monovoltine réalise une seule génération par an indépendamment des conditions climatiques. Elle est dominante en Alsace.

(1) La diapause obligatoire correspond à un arrêt de développement du cycle de vie de l'insecte, à un point prédéterminé, quelles que soient les conditions environnementales. La diapause facultative intervient lorsque les conditions environnementales l'exigent.

Des références historiques font également état de la présence de cette race en Franche-Comté, en Bourgogne et en Auvergne.

Néanmoins, la répartition des races n'a pas été actualisée depuis plus de décennies. D'autre part, les courbes de piégeage de pyrale du maïs acquises dans certaines régions montrent parfois plus de deux pics de vols rapprochés, laissant fortement penser que les deux races peuvent être présentes simultanément dans de larges secteurs géographiques.

### ESTIMER LA DISTRIBUTION DES VOLS DES DIFFÉRENTES GÉNÉRATIONS

Les modèles mis au point sont basés sur les degrés-jours, une méthode couramment utilisée en entomologie pour suivre le développement d'insectes en fonction de la température. En effet, la croissance et le développement de la pyrale sont largement dépendants de la température : plus celle-ci est élevée, plus le cycle de vie de l'insecte s'accélère. Les degrés-jours permettent donc de suivre les stades de vie de la pyrale, de l'éclosion des œufs jusqu'à l'émergence des adultes.

Le modèle prédictif développé pour la race plurivoltine a été conçu à partir des données de piégeage disponibles grâce à l'utilisation d'un modèle de mélange bayésien. Ce type de modèle statistique combine de l'expertise, des données de captures historiques et des données climatiques pour estimer la distribution des vols de génération de pyrale au sein d'un piège et l'incertitude associée.

Concernant la race monovoltine, un modèle a été construit à partir d'informations issues de la bibliographie sur le positionnement relatif du vol de la race monovoltine par rapport à ceux de la race plurivoltine et des paramètres du modèle développé pour la race plurivoltine.

L'utilisation du modèle de la race plurivoltine dans les régions où cette race est dominante a montré des résultats encourageants. En effet, le modèle permet de prédire avec une bonne précision les périodes de vol de la première et de la deuxième génération de pyrales du maïs. Il a en moyenne une marge d'erreur de 5 à 7 jours dans la prévision de la date de début (10 %) et de pic (50 %) de vol pour une majorité du territoire, à l'exception de la Nouvelle-Aquitaine où la marge d'erreur est de 8 à 11 jours. La prévision du modèle est plus précise que celle basée sur

## RACE MONOVOLTINE OU PLURIVOLTINE : LA SUPERPOSITION DES CAPTURES ET DES COURBES VALIDE LE MODÈLE

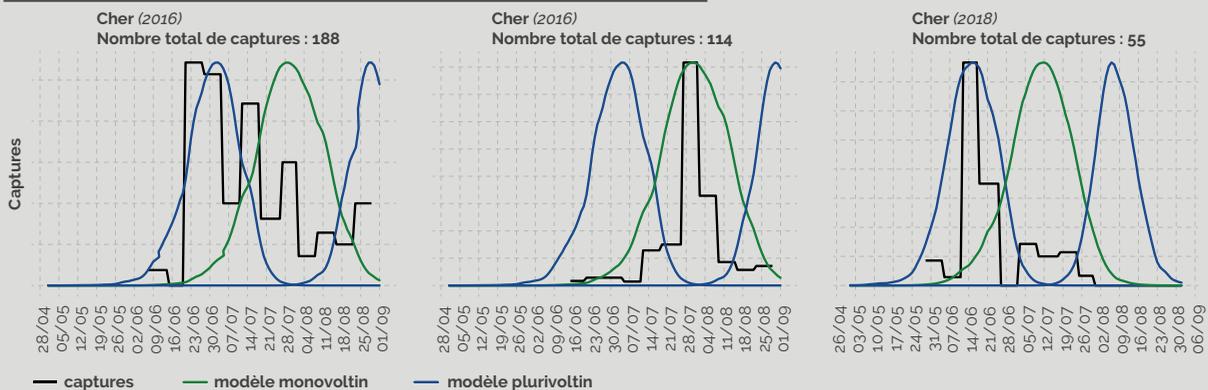


Figure 1 : Comparaison des dynamiques de vol observées et prédites sur des pièges du Centre Cher.

des dates moyennes régionales de vol, qui peut conduire à des erreurs de plusieurs semaines en fonction des conditions climatiques annuelles locales.

### PARFOIS, LES DEUX RACES COHABITENT

Les modèles permettent également de formuler des hypothèses sur la présence et la localisation des deux races de pyrales en France. En effet, certains pièges sont mal ajustés par le modèle de mélange bayésien de la race plurivoltine. Pour ces pièges, les dynamiques de vol observées semblent incompatibles avec l'hypothèse d'une présence exclusive de la race plurivoltine.

C'est ce que confirme la comparaison visuelle sur ces pièges entre les courbes de piégeage et les prévisions de vol des modèles des races monovoltines et plurivoltines qui suggère en effet la présence de la race monovoltine (seule ou en mélange) dans la majorité des cas. C'est principalement le cas pour les données de surveillances acquises en Alsace, en Auvergne, et dans les départements du Cher (figure 1) et de la Vienne. Des analyses génétiques des individus de pyrale du maïs seraient nécessaires pour confirmer ou non cette hypothèse et évaluer la proportion de chaque race.

Une cartographie des populations de pyrales a ainsi été réalisée sur la base d'une comparaison entre les données de piégeage observées et les prévisions des modèles (figure 2). D'un point de vue pratique, la présence d'un mélange des deux races au sein d'un même territoire rend la mise en œuvre d'une stratégie de lutte particulièrement complexe.

L'utilisation du modèle pour la race plurivoltine peut cependant être envisagée en France dans les secteurs où les prévisions du modèle sont correctes et la population plurivoltine est supposée largement majoritaire. D'après les données de piégeage collectées, il semble que ce soit le cas en Rhône-Alpes, Midi-Pyrénées, Ile-de-France, Lorraine et Champagne-Ardenne (figure 2).

En permettant d'anticiper le début et le pic de vol, le modèle aidera les producteurs à optimiser le positionnement

de leurs interventions. Par exemple, la pose de trichogrammes pourra être ajustée pour coïncider avec le début des pontes, maximisant ainsi leur efficacité. De même, les applications d'insecticides peuvent être programmées pour agir sur les larves au moment où elles émergent, réduisant le risque de traiter à un moment où l'efficacité est moindre. ■

## MIEUX CONNAITRE LA PYRALE

La pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*) est un lépidoptère ravageur du maïs fréquent et présent sur la majeure partie du territoire français. Les larves de pyrale forent les tiges et les épis de maïs et peuvent être à l'origine de pertes de rendement par la baisse du poids de mille grains et par la casse des tiges des pédoncules. Par ailleurs, les attaques de pyrales peuvent aussi causer des dégâts indirects en augmentant le risque de contamination du maïs par des champignons du genre *Fusarium* qui affectent la qualité sanitaire du grain.

### POPULATIONS DE PYRALE : LA MODÉLISATION POUR DISTINGUER LES RACES

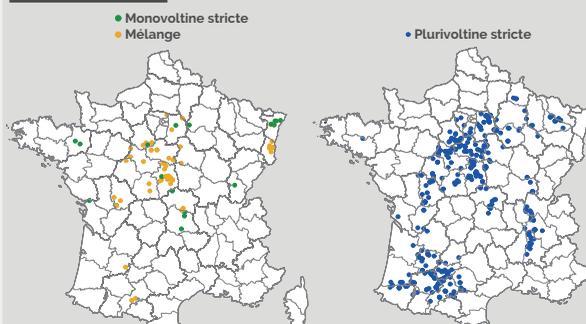


Figure 2 :

Cartographie des pièges en fonction de la population de pyrale du maïs présumée. Les observations indiquent que les deux races coexistent parfois sur un même territoire (points verts).

**Dans ses bassins de production, le blé dur peut être en concurrence avec le blé tendre et/ou le blé améliorant. Pour autant, les données comptables observées sur un large panel d'agriculteurs montrent que le blé dur est, en pluriannuel, une culture intéressante, même avec des variabilités de la production et de la qualité et les réfections associées.**

## EN PLURIANNUEL

# UNE MARGE BRUTE EN FAVEUR DU BLÉ DUR



© Aurélie Augis - Arvalis

*La culture du blé dur permet de dégager de meilleures marges brutes que le blé tendre, même si la variabilité des résultats reste importante entre deux années.*

**P**our la plupart des campagnes agricoles, l'analyse des données de l'Observatoire Arvalis-Unigrains et des données CER France dans les départements du Loir-et-Cher (41) et de Haute-Garonne (31) confirment que le blé dur permet de dégager de meilleures marges brutes que le blé tendre. Ces calculs sont issus d'observations réelles, prenant en compte les prix payés avec les réfections et les différentes stratégies de commercialisation, que ce soit en blé dur ou en blé tendre.

La variabilité des résultats reste néanmoins importante entre deux années. Or il est difficile de ne choisir ces années qu'en fonction du marché, lui-même assez volatile d'une année sur l'autre. En général, les années où le différentiel de prix entre le blé dur et le blé tendre est très important, les marges brutes sont largement à l'avantage du blé dur. D'un point de vue stratégique, comme peu d'éléments sont prévisibles, il est préférable de semer du blé dur chaque année pour réduire les aléas plutôt que d'essayer de « viser » les bonnes années.

Attention néanmoins, un différentiel de marge à l'avantage du blé dur ne signifie pas obligatoirement que la marge est importante. C'est le cas notamment des années où les

intrants augmentent fortement et/ou la production est en berne. Par ailleurs, le blé dur est une culture qui nécessite plus de précision sur le positionnement des traitements, notamment au stade floraison, et l'inconnu de la qualité finale existe jusqu'à la récolte. De fait, la culture de blé dur demande une trésorerie plus importante et comporte une prise de risque face à cette incertitude. ■

### ÉVOLUTION DU DIFFÉRENTIEL DE MARGE BRUTE ENTRE BLÉ DUR ET BLÉ TENDRE

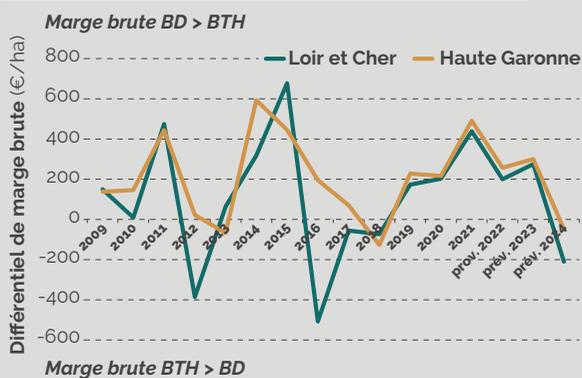


Figure 1 :

**Hypothèses 2024 :** différentiel prix de l'ordre de 45 €/t. entre BD/BT. 2024, une année où le différentiel de marge brute est en faveur du blé tendre. **En moyenne 5 et 10 ans,** le différentiel reste en faveur du blé dur (≈ 200 €/ha en moy. 5 ans) (≈ 100 à 200 €/ha en moyenne sur 10 ans). Observatoire du Loir-et-Cher (41) et de Haute-Garonne (31).

## BLÉ DUR : LES PRÉCONISATIONS SONT SUR LE WEB



Du choix des variétés de blé dur à la récolte, en passant par la fertilisation, la protection fongicide et le désherbage : toutes les préconisations régionales et nationales d'Arvalis.

## MALADIES DES CÉRÉALES À PAILLE

# APPRENDRE DE L'ANNÉE ET METTRE EN PERSPECTIVE

**Les conditions atypiques de 2024 ne remettent pas en cause la place pivot d'un traitement fongicide d'automne (T2) bien positionné et bien dosé. Tour d'horizon des stratégies à adopter selon les secteurs, avec le réseau des ingénieurs régionaux d'Arvalis.**



© C. Baudart - UpTerra

*Le semis de variétés résistantes reste la règle n°1 pour faire l'impasse sur le T1.*

Le printemps dernier a largement favorisé les maladies du feuillage des céréales, en particulier la septoriose sur blé tendre, qui a souvent rappelé qu'elle pouvait encore faire mal. Pour 2024, la nuisibilité moyenne des maladies, toutes variétés confondues, est estimée à 22 q/ha. Sur les variétés sensibles, ce chiffre peut atteindre 40 q/ha.

L'enveloppe fongicide à consacrer aux maladies foliaires du blé tendre dépend de la région et de la tolérance des

variétés à ces maladies. Pour les autres maladies (piétin verse, oïdium et fusariose), des grilles de risque permettent d'évaluer ces situations, de manière à n'intervenir que lorsque c'est nécessaire. Le choix d'une variété tolérante est le premier levier à actionner pour protéger ses blés des maladies.

Pour chaque région, les ingénieurs d'Arvalis proposent des programmes fongicides adaptés à tous les contextes, à la pression maladies moyenne attendue dans la région et à la tolérance des variétés à ces maladies. Selon les conditions en cours de campagne, ces programmes prévisionnels doivent bien sûr être ajustés à la hausse ou à la baisse, en fonction du contexte climatique et de la pression des maladies.

Le positionnement des traitements est également déterminant. L'enjeu du positionnement est en moyenne de 1,8 q/ha brut mais peut être encore plus important certaines années, comme cela a été le cas en 2024. Pour bien positionner les traitements, l'observation des cultures et/ou le suivi d'un modèle de prévision reste de mise.

### INTÉGRALITÉ DES PRÉCONISATIONS



Les programmes reproduits dans cet article sont des exemples parmi les nombreux proposés par le réseau des ingénieurs régionaux d'Arvalis.



## HAUTS-DE-FRANCE

Charlotte Boutroy, ingénieure régionale

### UNE PRESSION SEPTORIOSE TRÈS FORTE, TRÈS PRÉCOCE ET CONTINUE !

« Une pression septoriose très précoce, très forte et continue jusqu'à la fin de la campagne 2024 à la faveur des pluies régulières tout le long du printemps : ce fut du jamais vu avec une nuisibilité très élevée, la plus forte depuis 2016 en région (entre 20 et 40 qx).

L'année le confirme : le T2 à « Dernière feuille étalée » reste la clef de la gestion maladie, et vient lever la majorité de la nuisibilité. Cette année, les T1 étaient essentiels sur les variétés sensibles et moyennement sensibles. Ils ont aussi permis d'aller chercher quelques quintaux sur les variétés peu sensibles. Attention à ne pas trop les anticiper (le déclenchement reste entre « 2 noeuds » et « Dernière feuille étalée ») au risque d'avoir trop de délais entre traitements et un défaut de protection, et à ne pas les généraliser si la pression maladies des années suivantes est faible. La résistance aux triazoles étant très généralisée, le biocontrôle pour ce T1 confirme sa bonne efficacité sur septoriose. En cas de rouille, il faudra ajouter une triazole ou une strobilurine efficace.

Dans un climat pluvieux persistant exceptionnel, des T3 à floraison ont été essentiels pour continuer la protection contre la septoriose, protéger contre la rouille brune et gérer également la flore microdochium [droit] (favorisée par le climat pluvieux, frais et couvert). Comme pour les T1, le T3 n'est pas à systématiser mais à adapter en cas de forte pression maladie. Ce traitement a également permis de gérer la flore microdochium favorisée par le climat pluvieux, frais et couvert.

Les résistances aux SDHI progressent dans notre région, il convient d'associer des multisites aux programmes (soufre, folpel...), d'alterner les matières actives et de maintenir une seule SDHI maximum par campagne.

**Exemple de programme dans les Hauts-de-France, pour un risque septoriose faible à moyen (nuisibilité 10-15 q/ha.)**

#### Dernière Feuille étalée

Produit	Dose (L/ha)
APAVEQ + APPROVIA PLUS	1 + 0,5
JESSICO ONE + SILVRON	1 + 0,5
APAVEQ + TURRET 90	1,1 + 0,55
REVYSTAR XL	0,9
KARDIX	1
ELATUS ERA	1
UNIVOQ	1
ELATUS PLUS + PLEXEO 90	0,7 + 0,7

**T3, uniquement si le risque maladie se poursuit à floraison.**

#### Début floraison

Produit	Dose (L/ha)
PROSARO	0,6
SAKURA	0,9
PRIORI GOLD + PECARI	0,5 + 0,3
PRIORI GOLD + METCOSTAR	0,5 + 0,5
METCOSTAR + AMISTAR	0,7 + 0,4
MAXENTIS	0,7



## RHÔNE-ALPES

Ophélie Boulanger, ingénieure régionale

### LE CŒUR DE LA PROTECTION EST À DERNIÈRE FEUILLE ÉTALÉE

« Si, en 2024, les pluies incessantes ont induit une très forte nuisibilité des maladies, le raisonnement pluriannuel relativise le risque : les printemps secs sont fréquents en Rhône-Alpes et limitent le développement des maladies foliaires. Un T1 visant la septoriose est très rarement rentabilisé dans la région. En revanche, il est important de surveiller l'apparition de rouille jaune, de piétin verse et d'oïdium, en lien avec les sensibilités variétales, car ces maladies peuvent ponctuellement nécessiter une intervention à partir de 2 noeuds. Le cœur de la protection se fait à dernière feuille étalée : le positionnement de ce traitement, le choix des produits et de la dose sont cruciaux pour une bonne efficacité. Pour un bon contrôle de la rouille brune, il est indispensable d'associer une strobilurine à ce T2. Enfin, un T3 peut renforcer la protection rouille brune et septoriose (en cas de forte pression et/ou potentiels importants) et préserver la qualité sanitaire, en particulier pour les précédents maïs qui présentent un risque fusariose plus élevé.

**Exemple de programme pour la moitié sud de Rhône-Alpes pour des variétés tolérantes à la septoriose avec un risque rouille brune (nuisibilité < 10 q/ha).**

#### Dernière Feuille étalée

Produit	Dose (L/ha)
ZOOM + COMET 200	0,6 + 0,3
REVYSTAR + COMET 200	0,6 + 0,3
KARDIX + QUIBILIUM	0,8 + 0,4
ELATUS ERA + AMISTAR	0,6 + 0,3
OCEOR XPRO + QUIBILIUM	0,7 + 0,35

Pour la moitié nord de Rhône-Alpes dominée par la septoriose, les programmes proposés en Bourgogne peuvent s'appliquer.



## POITOU-CHARENTES

Clément Gras, ingénieur régional

### LA CAMPAGNE 2024 NE DOIT PAS MODIFIER NOTRE RAISONNEMENT FONGICIDE

« La campagne 2024 ne doit pas conduire à la systématisation d'un T1. La stratégie majoritaire de notre région reste une application à dernière feuille étalée, bien positionnée par l'observation terrain et aux doses recommandées sur une variété peu sensible aux maladies comme KWS Perceptium ou LG Abilene. Dans les secteurs à plus forte pressions maladies, dans les limons ou terres rouges à châtaigniers, et sur variétés sensibles, l'utilisation d'un OAD déterminera la pertinence d'un T1.

En blé dur, un traitement début floraison est quasi systématique pour limiter les fusarioses. En 2024, cette application a permis de limiter l'impact sur le rendement de Microdochium nivale (majoritaire cette année) et de protéger les feuilles contre la rouille brune.

Dans un contexte de maîtrise de charge, des triazoles solo ou doublé dans le programme ont pu être appliqués, ce qui contribue à la progression des résistances. Pour préserver les efficacités, il faut associer et alterner les matières actives et n'utiliser qu'une seule SDHI, QoI ou Qil par programme.

**Exemple de programme en Poitou-Charentes, pour un risque septoriose faible (nuisibilité 10-15 q/ha) + risque rouille brune.**

#### Dernière Feuille étalée

Produit	Dose (L/ha)
Triazole + SDHI + Strobilurine	
ELATUS ERA + AMISTAR	0,9 + 0,4
KARDIX + QUIBILIUM	0,9 + 0,36
REVYSTAR XL + COMET 200	0,7 + 0,35
Qii + SDHI + triazole + strobilurine	
QUESTAR 1 + APROVIA PLUS + AMISTAR	0,9 + 0,45 + 0,4
SILVRON + JESSICO ONE + AMISTAR	0,45 + 0,9 + 0,4
Triazole + Qii + Strobilurine	
QUESTAR 1 + KOJAMI / VEDETTE	0,9 + 0,6
UNIVOQ 1 + AMISTAR	0,8 + 0,4



## OCCITANIE ET SUD AQUITAINE

Clément Monnereau, ingénieur régional

### ADAPTER SON PROGRAMME AUX SPÉCIFICITÉS DES VARIÉTÉS ET À L'ANNÉE !

La campagne 2024, marquée par une douceur et une pluviométrie excédentaire, est marquée par le développement précoce et dynamique des principales maladies foliaires : septoriose et rouille brune. Les variétés de blé tendre plus sensibles à la septoriose et à la rouille brune (Bologna, Oregrain, Providence) doivent faire l'objet d'une surveillance renforcée. En cas d'attaque importante une intervention (T1) à 2 nœuds peut s'avérer nécessaire.

Le traitement pivot au stade « Dernière feuille étalée » permet de contrôler efficacement les principales maladies foliaires de la région sur les variétés les plus cultivées : Prestance, Izalco CS, Pibrac, RGT Pacteo, Grekau... Afin de maximiser l'efficacité du traitement contre la Rouille Brune, le partenaire (SDHI (ou Qiil) ou/et IDM) doit être associé à une strobilurine.

La protection démarre dès le choix d'une variété adaptée et se construit pendant la campagne avec les Bulletins de Surveillance des Végétaux, les observations aux champs et l'appui d'OAD.

**Exemple de programme en Occitanie, pour un risque septoriose faible à moyen (nuisibilité 10-15 q/ha) + risque rouille brune.**

#### Dernière Feuille étalée

Produit	Dose (L/ha)
REVYSTAR XL + COMET 200	0,75 + 0,35
ELATUS ERA + AMISTAR	0,75 + 0,35
UNIVOQ + TYMEX (ou CERAZ)	1 + 0,4
ELATUS PLUS + AMISTAR GOLD	0,6 + 0,3
KARDIX + QUIBILIUM	0,8 + 0,4
AVASTEL + ONYR	0,7 + 0,4
KOJAMI	0,8 - 1

### PAS PLUS D'UN SDHI PAR SAISON !

Pour minimiser les risques de résistance, Arvalis confirme sa préconisation de diversifier les modes d'action en essayant de respecter les règles suivantes :

- ➔ Pas plus d'une strobilurine et pas plus d'un SDHI (carboxamides) par campagne.
- ➔ Alternier les IDM (triazoles) au cours de la saison : éviter si possible d'utiliser deux fois la même matière active.
- ➔ Introduire dans la mesure du possible les nouveaux

modes d'action (fenpicoxamid) dans les programmes. *A priori*, si l'on choisit d'utiliser les SDHI, leur positionnement naturel est en T2 dans le cadre d'un programme à deux ou trois traitements, mais ils peuvent être aussi valorisés en traitement unique à partir de dernière feuille étalée. Ces molécules n'ayant pas d'activité marquée sur la fusariose de l'épi, leur place n'est pas en T3.



## CHAMPAGNE-ARDENNE

Raphaël Raverdy, ingénieur régional

### LES OAD POUR DÉTERMINER LA PERTINENCE D'UN T1

Comme cela s'est rarement vu en Champagne-Ardenne, l'année 2024 a été marquée par une pression maladies importante. La protection fongicide a été primordiale, en particulier le positionnement du T2. Ce traitement est à réaliser au stade « Dernière feuille étalée », pour optimiser la protection contre la septoriose principalement, en considérant le choix des produits, leur dose et leur efficacité.

Le T1 reste, quant à lui, à décider au moyen d'un OAD, suivant la pression maladies de l'année et la sensibilité variétale : rarement rentable dans notre région, l'impasse est souvent possible (en l'absence de rouille jaune et d'oïdium).

En cas de pressions fusariose, ou septoriose et rouille brune persistantes à floraison, le T3 permet de renforcer la protection. L'alternance des matières actives est à considérer dans le programme, pour limiter la progression des résistances aux triazoles et aux SDHI principalement, déjà présentes depuis quelques années en Champagne-Ardenne.

**Exemple de programme en Champagne-Ardenne pour un risque septoriose faible à moyen (nuisibilité 10-15 q/ha).**

#### Dernière Feuille étalée

Produit	Dose (L/ha)
QUESTAR + ELATUS PLUS	1 + 0,5
JESSICO ONE + SILVRON	1 + 0,5
QUESTAR + TURRET 90	1,1 + 0,55
REVYSTAR XL	0,9
KARDIX	1
ELATUS ERA	1
UNIVOQ	1
ELATUS PLUS + PLEXEO 90	0,7 + 0,7

## ORGES DE PRINTEMPS 2024

Chaque année, Arvalis évalue le comportement des variétés récentes d'orge de printemps dans son réseau d'essais de post-inscription. Les deux dernières promotions marquent l'arrivée de variétés plus productives que RGT Planet.

# DES VARIÉTÉS RÉCENTES PROMETTEUSES



© D.Chavassieux - Arvalis

Les pluies interminables de ce printemps ont pénalisé les rendements des orges de printemps en 2024, ainsi que les calibrages, anormalement faibles pour cette culture.

**T**estées en 2022 et 2023 dans les épreuves d'inscription coordonnées par le GEVES, les variétés d'orge inscrites en début d'année 2024 ont intégré les essais de post-inscription animés par Arvalis. Dans ce dernier réseau, les expérimentations sont conduites de manière à exprimer le potentiel des variétés dans des contextes pédoclimatiques variés.

Depuis 2017, RGT Planet est la première variété d'orge de printemps cultivée en France. C'est toujours le cas en 2024. Toutefois, les variétés récentes - Magnitude et Sting, inscrites en 2023, et les nouveautés 2024 - Buzzer, LG Allegro et Timber - sont plus productives (figure 1). Ces variétés sont suivies de près par la filière brassicole pour repérer les plus intéressantes en termes de qualité brassicole (tableau 1).

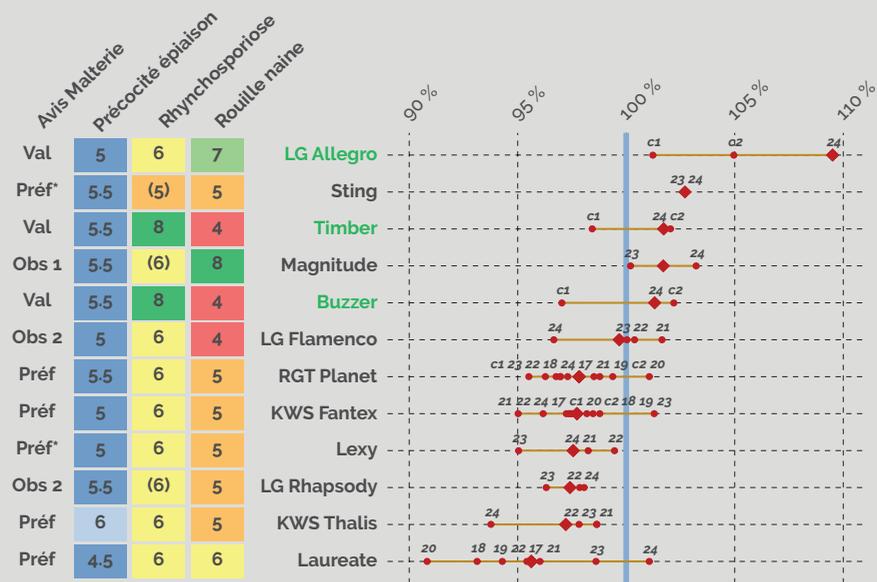
Les commentaires qui suivent concernent le comportement des variétés en semis de printemps. En semis d'automne, la pression maladie liée à la rhynchosporiose est souvent beaucoup plus forte ; le classement des variétés s'avère donc un peu différent du classement observé en semis de printemps. **RGT Planet** procure régulièrement un rendement élevé, quel que soit le contexte climatique. Son calibrage est bon

et son poids spécifique (PS) se situe dans la moyenne. Précoce, cette variété est moyennement sensible à la verse et à la rhynchosporiose, et tolérante à l'oïdium. En revanche, elle est assez sensible à la rouille naine (figure 2) et sensible à l'helminthosporiose.

**KWS Fantex** produit un rendement moyen équivalent à celui de RGT Planet. Son calibrage est bon, au niveau de celui de RGT Planet. Cette variété demi-précoce a pour atout d'être assez tolérante à la verse. Par ailleurs, elle est tolérante à l'oïdium, moyennement sensible à l'helminthosporiose et à la rhynchosporiose, mais assez sensible à la rouille naine.

**KWS Thalys** se distingue par sa faible activité lipoxygénasique qui améliore la conservation de la bière dans le temps. Son calibrage est bon et son PS se situe dans la moyenne. L'année 2024 lui a été défavorable ; toutefois, en moyenne sur 4 ans en post-inscription, elle procure le même rendement que RGT Planet. Cette variété est moyennement sensible à la verse et à la rhynchosporiose, tolérante à l'oïdium, mais assez sensible à la rouille naine et à l'helminthosporiose.

**PRODUCTIVITÉ : LES VARIÉTÉS RÉCENTES APPORTENT UN NET GAIN DE RENDEMENT**

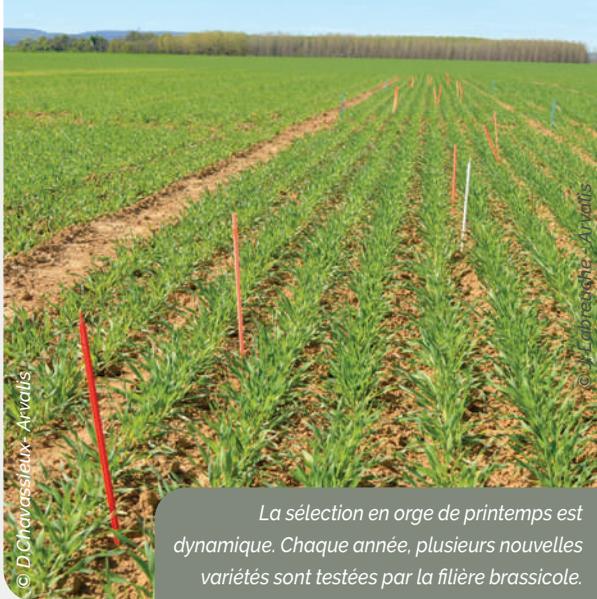


**Figure 1 :**

Rendements des principales orges de printemps brassicoles, exprimés en pourcentage du rendement pluriannuel moyen des variétés représentées. **Nouveautés 2024.** Le losange central indique la moyenne pluriannuelle du rendement de la variété. Les chiffres indiquent le millésime de l'année d'essai (ex : 24= 2024) ; c1 et c2 rappellent respectivement les résultats CTPS en 2022 et 2023 en France.

**Lauréate** est utilisée en distillerie pour la production de whisky car elle est No GN, c'est-à-dire non productrice de glycosidique-nitrile. Elle a régulièrement les meilleurs calibrages, mais sa productivité est moyenne, avec 2 % de moins que RGT Planet. Moyennement sensible à la verse,

cette variété a un bon comportement vis-à-vis des maladies. Inscrites début 2021, **Lexy** devient une variété préférée pour la prochaine récolte. Lexy produit en moyenne sur 4 ans en post-inscription le même rendement que RGT Planet. Elle présente un bon calibrage, mais son PS est inférieur



La sélection en orge de printemps est dynamique. Chaque année, plusieurs nouvelles variétés sont testées par la filière brassicole.

à la moyenne d'environ 1 point. Cette variété précoce est moyennement sensible à la verse, à l'helminthosporiose et à la rhynchosporiose, assez tolérante à l'oïdium, mais assez sensible à la rouille naine.

Inscrite en 2023, **Sting** est classée dans la catégorie des variétés préférées pour la récolte 2025. Cette variété est précoce, avec un très bon calibrage, au niveau de celui de Lauréate, et un PS supérieur à la moyenne d'environ 1 point. Elle est productive, avec 5 % de plus que RGT Planet en moyenne sur 2 ans en post-inscription. Sting a comme atout d'être tolérante à la verse et assez tolérante à l'helminthosporiose. Elle est moyennement sensible à la rouille naine, mais sensible à la rhynchosporiose.

**LG Flamenco** et **LG Rhapsody** sont à l'étape 2 de l'observation commerciale et industrielle. LG Rhapsody procure en moyenne le même rendement que RGT Planet, et LG Flamenco environ 2 % de plus. Ces deux variétés présentent un bon calibrage. Elles sont tolérantes à l'oïdium, moyennement sensibles à la rhynchosporiose, mais assez sensibles à la rouille naine. LG Flamenco est assez tolérante à la verse, mais assez sensible à l'helminthosporiose. LG Rhapsody est moyennement sensible à la verse et à l'helminthosporiose.

Inscrite en 2023, **Magnitude** est admise en observation commerciale et industrielle. Précoce, elle a un très bon calibrage et un PS dans la moyenne. Elle est productive, avec 4 % de plus que RGT Planet en moyenne sur 2 ans en post-inscription. Magnitude présente un bon profil agronomique. Elle est la seule variété testée tolérante à la rouille naine, maladie à l'origine de pertes de rendement importantes en l'absence de protection fongicide lors d'années à forte pression comme 2022. Elle est également assez tolérante à la verse. Elle est moyennement sensible à la rhynchosporiose et à l'helminthosporiose.

## TROIS NOUVELLES VARIÉTÉS À SUIVRE

Inscrites début 2024, **Buzzer**, **LG Allegro** et **Timber**, admises en validation technologique, présentent des atouts certains. Ces trois variétés ont un très bon calibrage, du niveau de Lauréate et Sting dans les essais de 2024. Leur PS est bon, dans la moyenne pour Timber, et un peu supérieur à la moyenne pour Buzzer et LG Allegro. Par ailleurs, elles ont en commun d'être précoces et tolérantes à l'oïdium.

LG Allegro est très productive. En 2024, son rendement est en moyenne supérieur de plus de 10 % à celui de RGT Planet, et ceci dans tous les essais du réseau. Cette variété est dans la moyenne pour la verse et elle présente un bon comportement vis-à-vis des maladies : moyennement sensible à la rhynchosporiose et à l'helminthosporiose, et assez tolérante à la rouille naine.

Buzzer et Timber produisent en moyenne en 2024 environ 4 % de plus que RGT Planet. Ce sont les seules variétés tolérantes à la rhynchosporiose parmi les variétés testées. Et elles sont assez tolérantes à l'helminthosporiose, mais sensibles à la rouille naine. Buzzer est dans la moyenne pour la verse alors que Timber est assez tolérante. ■

## ESSAIS DE POST-INSCRIPTION 2024 : UNE DIVERSITÉ DE COMPORTEMENTS AGRONOMIQUES

	Année d'inscription	Nombre années	Productivité pluriannuelle France <sup>(1)</sup>	Faible activité lipoxygénasique	Calibrage	PS (Poids Spécifique) <sup>(2)</sup>	Précocité épiaison	Sensibilité aux maladies						
								Verse	Rhynchosporiose	Helminthosporiose	Rouille naine	Ramulariose	Oïdium <sup>(3)</sup>	
<b>Buzzer</b>	24	1	101		+	+ 0,6	Précoce	+/-	++	+	--			++
<b>LG Allegro</b>	24	1	110		+	+ 0,5	Précoce	+/-	+/-	+/-	+			++
<b>Timber</b>	24	1	102		+	+ 0,1	Précoce	+	++	+	--			++
<b>KWS Fantex</b>	16	8	98		+/-	0,0	1/2 précoce	+	+/-	+/-	-	+/-		++
<b>KWSThalis</b>	21	4	97	Oui	+/-	+ 0,2	Précoce	+/-	+/-	-	-			++
<b>Laureate</b>	17	8	96		+	- 1,3	1/2 précoce	+/-	+	+	+/-	+/-		++
<b>Lexy</b>	21	4	98		+/-	- 0,9	Précoce	+/-	+/-	+/-	-			+
<b>LG Flamenco</b>	21	4	100		+	- 0,5	1/2 précoce	+	+/-	-	-			++
<b>LG Rhapsody</b>	22	3	97		+	0	Précoce	+/-	+/-	+/-	-			++
<b>Magnitude</b>	23	2	102		+	+ 0,2	Précoce	+	+/-	+/-	++			
<b>RGT Planet</b>	14	8	98		+/-	0	Précoce	+/-	+/-	--	-	+/-		++
<b>Sting</b>	23	2	103		+	+ 1,1	Précoce	++	--	+	+/-			

Tableau 1 :

Caractéristiques agronomiques des orges de printemps. Variétés préférées de la malterie française. Variétés en observation commerciale et industrielle.

(1) Rendement exprimé en pourcentage de la moyenne de toutes les variétés.

(2) PS exprimé en écart (kg/hl) à la moyenne pluriannuelle, de 67,3 kg/hl en 2024.

(3) Les évolutions de race peuvent modifier les comportements des variétés.

Maladies, verse et calibrage :

■ Très favorable, ■ Favorable, +/- Moyen, ■ Défavorable, ■ Très défavorable.

Source : Arvalis et CTPS, essais pluriannuels d'Arvalis et partenaires.

## GRANDES CULTURES

# QUELS OUTILS POUR REMPLACER LE GLYPHOSATE ?

**La destruction des graminées adventices à l'interculture est possible avec des outils de travail du sol animés ou non, voire des désherbeurs électriques. Mais quelle est leur efficacité ? En comparant le travail de 11 outils vis-à-vis d'un désherbage chimique, le projet Agile creuse la question et montre les voies possibles.**

**E**n juillet 2021, le ministère de l'agriculture et de l'alimentation retenait le projet Agile<sup>1</sup>, déposé quelques mois auparavant. Ce projet axé sur la recherche d'alternatives à l'usage d'herbicides à base de glyphosate a débuté en début 2022 pour trois ans. Il comporte trois actions : test des agroéquipements candidats à la substitution au glyphosate, mise en œuvre d'itinéraires techniques alternatifs en situations d'impasse (ACS, sols argileux hydromorphes, sols caillouteux superficiels). La dernière action consistera à l'évaluation pluricritères des itinéraires testés précédemment sur la base de fermes types. Alors que le projet arrive à mi-parcours, les essais matériels conduits en 2023 et 2024 montrent d'importants écarts d'efficacité.

### DESTRUCTION DES COUVERTS VÉGÉTAUX

Un premier essai a été réalisé pour détruire des couverts d'interculture à l'automne 2023 sur la ferme Arvalis de Saint-Hilaire-en-Woëvre (55).

Composé principalement d'un mélange multi espèces avec vesce, radis chinois et phacélie le couvert comportait également des repousses de la céréale précédente et des graminées adventices. La biomasse globale est de 2,7 tonnes MS/ha avec 1t MS/ha pour les graminées. Réalisé à la fin de la deuxième décennie d'octobre, l'essai a été réalisé dans des conditions météorologiques encore satisfaisantes (sol sec).

Parmi les outils ou catégories d'outils préalablement identifiés pour se substituer au glyphosate, deux grands types différents ont été utilisés : ceux qui bouleversent le sol et ceux qui ne le touchent pas. En effet, les couverts végétaux peuvent aussi être détruits en roulant et hachant les plantes *via* des rouleaux broyeur.

Importé en France par Agrosoil, l'outil Kwick-Finn comporte un rotor animé pour limiter la terre adhérente aux racines.



© D. Brun - Arvalis

Le *tableau 1 p.26* permet d'avoir un aperçu de l'éventail d'outils utilisés : cultivateurs à 3 rangées avec ailettes, fraise rotative et scalpeur avec rotor animé, mais aussi : désherbeur électrique, rouleau broyeur avec travail par rissage et rouleau broyeur multiple.

Ces outils ont été utilisés sur une période de deux jours avec des conditions climatiques identiques entre le début et la fin de l'essai. Plusieurs mesures et notations ont été faites conjointement au passage des machines : mesure de la consommation de carburant et du débit de chantier, mini profil de travail des outils avec détermination de la profondeur. Les mesures d'efficacité ont été réalisées a posteriori : 7, 14 et 37 jours après passage.

Deux modalités supplémentaires figurent en plus des outils testés : un témoin (aucune action mécanique) et une référence chimique (modalité glyphosate à la dose de 1080 g/ha). Les efficacités notées un mois après passage (*figure 1 p.26*) montrent une importante différence entre les pratiques. Les efficacités s'avèrent plutôt correctes pour les outils qui

1. Le projet AGILE est piloté par Arvalis, en partenariat avec Terres Inovia, l'APAD, la FNCuma et Montpellier SupAgro.

bouleversent le sol alors qu'elles sont insuffisantes pour les techniques qui ne brassent pas le sol.

Le roulage (avec ou sans ripage) et le désherbage électrique se montrent totalement inefficaces sur les graminées (vulpin et repousses de céréales dans notre cas) et à peine mieux sur les vesces (exception faite du rouleau broyeur). Les efficacités sur phacélie et radis chinois sont plus correctes (détails sur <https://arvalis.info/2vg>).

Les outils de travail du sol ont, quant à eux, des efficacités satisfaisantes alors que le travail obtenu est assez différent entre les machines (profondeur, fond de travail, positionnement de résidus végétaux, terre adhérente aux racines). Pour exemple, la fraise déchiquète et incorpore les résidus végétaux dans le sol travaillé alors que le scalpeur animé les laisse intacts et les repose en surface.

### DESTRUCTION DES REPOUSSES AVANT UN MAÏS

Un autre essai a été réalisé au printemps 2024 sur la station de Boigneville (g1) sur des sols argilo calcaires dans une interculture blé tendre / maïs grain. Avec l'hiver et le printemps humide et en dépit de deux passages d'outils de travail du sol (pseudo labour en janvier puis disques indépendants en mars), le salissement de la parcelle en ray-grass était très important : environ 180 plantes/m<sup>2</sup> au stade A (1 à 3 feuilles) et 35 plantes/m<sup>2</sup> au stade C (plein tallage/ début montaison). Un terrain de jeux rêvé pour tester des solutions alternatives au glyphosate ! Chose faite entre le 16 et 18 avril dans des conditions de sol friables (humidité pondérale comprise entre 20 et 22 % selon la profondeur). À l'exception du désherbage électrique Nucrop, les outils utilisés comprennent un bouleversement de sol. Nous avons principalement mis en œuvre des outils à dents : cultivateur à trois rangées avec ailettes, vibrodéchaumeur avec dents vibrantes et pattes d'oie, et scalpeur munis de dents rigides et patte d'oies. Comme pour tout essai analytique, le sens de travail se fait perpendiculairement au sens classique de travail du sol. La profondeur de travail a été adaptée pour faire face à une

### DES OUTILS CIBLÉS SE SUBSTITUE AU GLYPHOSATE

Catégorie outil	Bouleversement de sol	Essai St Hilaire en Woëvre 2023	Essai Boigneville 2024
Scalpeur	Oui		Lemken Koralin K
Vibrodéchaumeur	Oui		Kockerling Allrounder
Fraise rotative	Oui	Kuhn Biomulch	Howard Rotavator
Scalpeur avec rotor animé	Oui	Kvick Finn	
Cultivateur 3 rangées avec ailettes*	Oui	Bednar Fenix	Amazone Genius
Rouleau broyeur	Non	Treffler TSW	
Rouleau broyeur avec travail par ripage	Non	Actisol RollKrop	
Désherbeur électrique	Non	Nucrop	Nucrop

Tableau 1 :

Liste des outils ciblés pour remplacer le glyphosate et des modèles utilisés dans les essais.

planéité moyenne et des systèmes racinaires très volumineux (ray-grass au stade C, plein tallage/ début montaison). Après un unique passage d'outils, les comptages d'efficacité sont intervenus 15 jours plus tard afin de permettre d'y implanter le maïs sans trop tarder ! La figure 2 montre l'efficacité de destruction pour la cible la plus délicate, en l'occurrence les ray-grass au stade C (plein tallage/ début montaison).

### AVANTAGE À LA FRAISE ROTATIVE

Par analogie à l'essai précédent, des modalités supplémentaires aux outils sont ajoutés : le témoin (aucune action mécanique) et la référence chimique (glyphosate à 1080 g/ha). Sans surprise, on peut constater une efficacité assez moyenne dans l'ensemble, s'expliquant par la cible choisie ainsi que le passage unique.

Parmi les outils de travail du sol, l'avantage revient à la fraise rotative. Du fait de son agressivité, elle est capable de déchiqueter les touffes de ray-grass alors que ce n'est pas le cas pour les outils à dents. Pour ces derniers, un

### DESTRUCTION DES COUVERTS : LES OUTILS QUI BOULEVERSENT LE SOL S'EN TIRENT BIEN

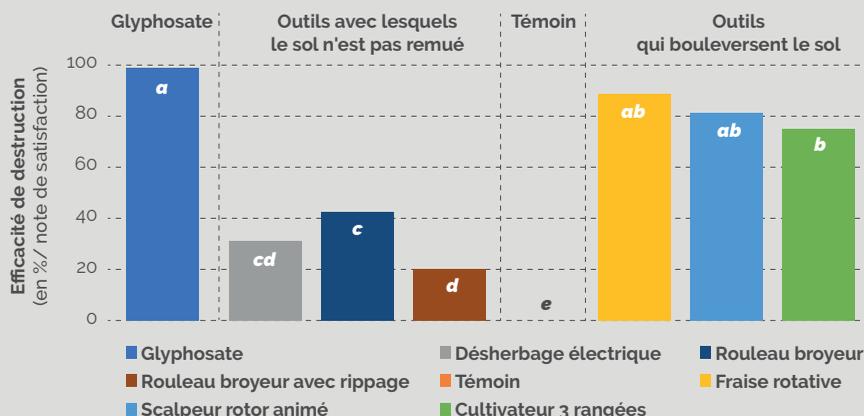


Figure 1 :

Parmi les huit modalités testées, les outils qui bouleversent le sol font la différence pour détruire les couverts même si leur efficacité reste inférieure à la modalité « glyphosate. » Essai réalisé à Saint-Hilaire-en-Woëvre.

passage supplémentaire est nécessaire pour permettre de séparer la terre des racines et ainsi dessécher les plantes. Faiblement efficace sur les graminées, le désherbage électrique ne peut logiquement pas faire grand-chose sur de telles cibles : les ray-grass ont marqué le coup pendant une dizaine de jours suite à l'application, mais ils sont repartis après les précipitations. La modalité témoin est à -20 % puisque le nombre de ray-grass compté lors de la deuxième date est supérieur à celui de la date initiale.

Ces quelques essais montrent la complexité du remplacement du glyphosate par des agroéquipements.

Pour réussir, le désherbage alternatif doit combiner une série de facteurs : système de production de la ferme, type

d'adventice, stade de développement, type de sol et humidité nécessaire au travail, conditions météo séchantes après le passage... C'est complexe.

Ces essais vont se poursuivre en 2024/2025 afin d'élargir les situations adventices/climat tout en essayant de nouveaux outils. Plusieurs formes de communication verront également le jour dans le futur sur les différents volets du projet. ■



Cet article est issu de Perspectives Agricoles d'octobre 2024. Pour retrouver l'intégralité de cet article : rendez-vous sur [www.perspectives-agricoles.com](http://www.perspectives-agricoles.com)

### DESTRUCTION DES RAY-GRASS : L'EFFICACITÉ DES OUTILS EST MOYENNE

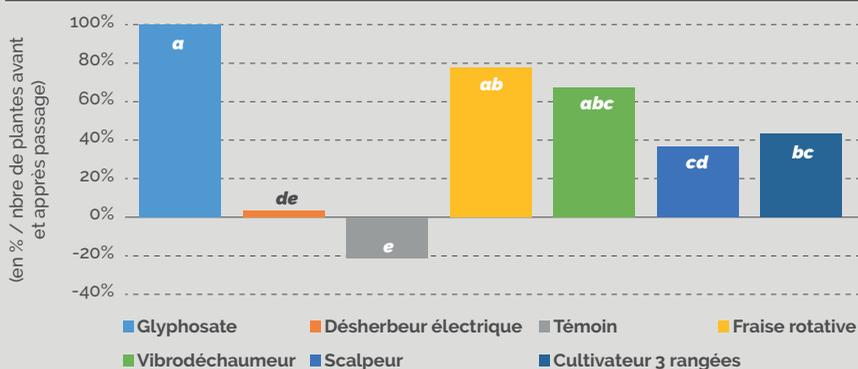


Figure 2 :

L'efficacité des outils testés est assez moyenne, s'expliquant par la cible choisie ainsi que le passage unique. Essai réalisé à Boigneville.

## COLÉOPTÈRES D'AUTOMNE SUR COLZA

# DÉPLOYER DES LEVIERS PRÉVENTIFS INNOVANTS À GRANDE ÉCHELLE

**En Bourgogne, le projet R2D2 teste l'impact d'une organisation collective sur un même territoire pour dessiner une stratégie fructueuse contre les insectes phytophages.**



R2D2 : Un projet de territoire pour une gestion concertée des ravageurs de culture.

**D**epuis 2019, Terres Inovia et ses partenaires expérimentent le concept des intercultures pièges pilotées en Bourgogne, territoire du projet R2D2 (Restaurer la régulation naturelle et améliorer la robustesse des cultures pour réduire durablement la dépendance aux insecticides sur les plateaux de Bourgogne), afin de réduire l'utilisation des insecticides. Le **radis daïkon** est utilisé comme appât pour **piéger les altises** dans les couverts d'interculture présents à proximité des parcelles de **colza** à protéger. Ce crucifère présente une attractivité importante pour l'insecte phytophage ; son insertion à hauteur de 20 plantes/m<sup>2</sup> dans les couverts d'interculture permet de capter et de piéger une partie des ravageurs présents dans l'environnement.

### ZOOM SUR R2D2

- ➡ **Contexte** : les coléoptères ravageurs d'automne du colza résistants aux pyréthrinoides, surfaces de colza fortement réduites à l'échelle régionale. Impasse technique pour les producteurs.
- ➡ **Chiffres** : 10 agriculteurs, un territoire de 1300 ha, des sols argilo-calcaires superficiels, suivis depuis 2018 sur 6 ans.
- ➡ **Objectifs à long terme** : augmenter et stabiliser les surfaces et les rendements du colza ; supprimer progressivement les applications d'insecticides sans compromettre les performances des systèmes de culture.

## EVOLUTION DES PERFORMANCES SUR LA CULTURE DE COLZA AU SEIN DU TERRITOIRE DU PROJET R2D2

Colza d'hiver	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023
Surface (ha)	67	83	128	215	148
IFT total	4,51	5,97	4,40	3,92	5,34
IFT herbicide	1,86	2,62	2,48	2,00	2,31
IFT herbicide culture	1,86	2,52	2,45	1,80	2,12
IFT fongicide	0,38	0,70	0,65	0,48	0,74
IFT insecticide	2,00 -24%	2,66 +59%	1,27 -57%	1,44	2,29
Rendement (t/ha)	1,52 -48%	2,12 -8%	2,71 -13%	2,64	2,45
Marge directe avec aides (euros/ha)	261	438	978	1010	270

**Tableau 1 :** Les valeurs en % représentent l'écart à la valeur de référence (réseau DEPHY de Bourgogne). IFT : indice de fréquence de traitement.

Une fois les altises attirées en dehors des parcelles de colza, la destruction mécanique des couverts en hiver assure celle des larves présentes dans les radis. Cela limite en conséquence l'émergence des adultes l'année suivante. Cette technique innovante et prometteuse est en cours d'évaluation par l'institut. Elle repose sur deux hypothèses : **l'augmentation des surfaces de crucifères attractives** pour les altises à l'échelle d'un territoire réduit la présence des adultes sur le colza par effet de dilution ; à terme, **la destruction mécanique des larves d'altises** présentes dans les couverts chaque hiver, plusieurs années d'affilée, réduit significativement les pressions d'insectes sur le territoire concerné.

En 2021, dans le cadre du projet R2D2, 128 ha de colza étaient présents à l'échelle du territoire bourguignon additionnés de 272 ha de couverts d'interculture pièges contenant du radis. La mise en œuvre de la technique a donc triplé la surface attractive pour les altises.

### DES RESSOURCES POUR LES AUXILIAIRES

Un autre levier testé est le contrôle biologique grâce aux **insectes auxiliaires afin de réguler les populations de ravageurs** des cultures, en l'occurrence des hyménoptères parasitoïdes pour les coléoptères d'automne sur colza. Ces micro-guêpes, comme *Tersilochus microgaster* et *Tersilochus obscurator*, se nourrissent du nectar des espèces végétales des genres *Apiaceae* et *Asteracea*. Celui-ci fournit l'énergie nécessaire à la recherche active de proies et intervient également dans l'activité de ponte.

Les jachères et bandes fleuries riches en fleurs sauvages revêtent un caractère crucial du fait de l'importance de la disponibilité du nectar pour les auxiliaires. Il est pertinent d'entretenir ces espaces fleuris à l'échelle du territoire car ils favorisent l'alimentation et la circulation des insectes auxiliaires volants et des insectes pollinisateurs.

L'organisation collective facilite aussi l'achat des semences, la confection des mélanges, leur distribution aux agriculteurs et même les travaux de préparation du sol et le semis de bandes fleuries. Au sein du territoire R2D2, 8 ha de bandes fleuries pérennes ont été semés en 2019 et sont toujours fonctionnelles à ce jour.

### UNE CULTURE ROBUSTE

En cas d'attaque d'insectes, la robustesse de la culture est l'ultime rempart naturel pour espérer éviter une intervention chimique. Semer précocement, généralement avant le 15 août, fertiliser au semis, associer le colza à des légumineuses gélives comme la féverole, choisir des variétés avec une bonne vigueur au démarrage sont des critères qui favorisent une croissance continue et dynamique à l'automne.

Un peuplement vigoureux en début de cycle réduit la nuisibilité des attaques d'insectes. Une biomasse par plante supérieure à 40 g en entrée d'hiver garantit une rencontre moins pénalisante avec les ravageurs d'automne.

### UNE STRATÉGIE QUI FAIT SES PREUVES

Le déploiement des leviers s'est accompagné d'une amélioration significative des performances sur le colza. Les surfaces de cette culture sont passées de 67 ha en 2019 à 148 ha en 2023, avec un maximum de 215 ha en 2022. Les rendements ont progressé en se stabilisant autour de 2,5 t/ha, proches du potentiel de la zone à 3 t/ha, contre 1,5 t/ha en début de projet. L'indice de fréquence de traitement (IFT) insecticide a été réduit de 29% entre la moyenne des valeurs de 2021 à 2023 et celles de 2019 à 2020. Néanmoins, la marge directe a baissé sur la culture en dernière année de projet en raison d'une hausse importante du coût des intrants et d'une baisse des prix de vente des produits (tableau 1). ■



Couvert d'interculture contenant du radis d'ailikon, une crucifère particulièrement attractive pour l'altise d'hiver.

### Pour aller plus loin :

La présentation du projet R2D2 : [www.terresinovia.fr/web/institutionnel/-/r2d2](http://www.terresinovia.fr/web/institutionnel/-/r2d2)

Un webinaire a été consacré au projet R2D2 : <https://bit.ly/webinaire-r2d2>

La vidéo Les pieds dans les champs : <https://bit.ly/video-r2d2>

## INTERCULTURES PIÈGES

# UNE NOUVELLE STRATÉGIE DE GESTION TERRITORIALE DES ALTISES D'HIVER

**En complément des leviers déjà disponibles, une nouvelle méthode prometteuse est en cours de mise au point. Elle vise à réduire les infestations sur colza en cours de campagne et aussi à réduire les populations sur le long terme.**



© Jean Lieven - Terres Inovia

*Les altises d'hiver sont ces petits insectes sauteurs qui grignotent les jeunes feuilles de colza fin septembre, puis leurs larves se développent dans les plantes pendant l'automne et l'hiver, et engendrent, dans certains cas, des plantes à port anormal au printemps.*

**D**epuis la fin des années 2000, les altises d'hiver – petits insectes sauteurs qui grignotent les jeunes feuilles de colza fin septembre – sont compliquées à gérer du fait de populations

importantes et des conditions d'implantation parfois difficiles. De plus, dans certains secteurs, les insectes ont développé une résistance très forte aux insecticides de la famille des pyréthrinoïdes.

Afin d'imaginer de nouvelles stratégies de gestion, moins dépendantes en insecticides, un travail de long terme<sup>1</sup> a été engagé avec un groupe d'agriculteurs localisé sur les plateaux de Bourgogne (*groupe R2D2, p.28*), en plein cœur de la zone historique de résistance. Lors d'ateliers de travail qui mobilisent les agriculteurs et des acteurs de la recherche et du développement, l'idée a émergé de détourner les insectes des parcelles de colza en les attirant dans des parcelles en intercultures.

En effet, les altises quittent leurs abris fin septembre à la recherche de sites où s'alimenter et pondre. Bien que particulièrement attirées par le colza, d'autres espèces de brassicacées sont tout autant attractives, voire davantage. C'est le cas de la **navette** ou du **radis chinois** par exemple.

Le groupe a ainsi imaginé qu'en implantant des brassicacées dans les parcelles d'intercultures, il devait être possible de détourner une partie des insectes des parcelles de colza vers ses parcelles « pièges ».

Une altise présente dans la parcelle d'interculture est une altise qui ne mangera pas et ne pondra pas dans le colza ! Une fois installée, les altises restent sur place et perdent leur capacité à voler. La destruction des intercultures en

1. Ces travaux, pilotés par Terres Inovia, ont été réalisés dans le cadre du Plan d'action de sortie du phosmet soutenu par le ministère de l'Agriculture, de la Souveraineté alimentaire et de la forêt au travers du fond Casdar (la responsabilité du ministère chargé de l'agriculture ne saurait être engagée).

entrée d'hiver n'entraîne pas de déplacement massif des populations et devrait permettre de détruire les larves présentes dans les plantes, réduisant les populations pour l'année suivante.

## DE LA BOURGOGNE À LA FRANCE ENTIÈRE

Pendant trois campagnes, cette stratégie a été testée à grande échelle par les agriculteurs R2D2 et l'idée s'est répandue sous l'impulsion de Terres Inovia. Sur deux campagnes, 74 parcelles de colza et 41 parcelles d'intercultures implantées avec des mélanges d'espèces comportant au moins 20 pieds/m<sup>2</sup> de radis chinois ont été mises à disposition par des agriculteurs.

Ces dispositifs sont principalement localisés dans la moitié nord de la France. Grâce à la mobilisation de nombreux acteurs du développement, des notations ont été faites afin d'évaluer l'efficacité de la stratégie et surtout d'identifier les conditions de réussite.

L'analyse des données montre une grande variabilité des résultats entre les situations : en moyenne 29 % des captures d'altises en cuvettes jaunes sont faites dans les parcelles en interculture mais selon les contextes, cette valeur s'étale entre 0 et 87 %.

Tout l'enjeu est de comprendre quelles conditions favorisent la colonisation des parcelles pièges par les altises. **Une première analyse indique que l'efficacité de la stratégie augmente lorsque le champ de colza et la parcelle piège sont proches**, lorsque le radis chinois n'est pas trop développé et lorsque la quantité de radis est plus importante que la quantité de colza (peuplement x surface).

Par ailleurs, des essais spécifiques ont bien confirmé que **la destruction mécanique du radis chinois avant l'hiver détruisait la plupart des larves** : on observe 90 % d'adultes émergents en moins sur un radis chinois détruit en entrée d'hiver par rapport à un colza. La destruction en entrée d'hiver *via* un herbicide ou par le gel présentent également une efficacité satisfaisante (tableau 1).

En l'état actuel des connaissances, afin de maximiser les chances de capturer un maximum d'altises dans les parcelles d'intercultures, il est donc recommandé de :

### POURCENTAGE DE RÉDUCTION DU NOMBRE D'ALTISES ÉMERGENTES PAR RAPPORT AU COLZA

Modalité	Mons 2023	Nancy 2023	Dijon 2023	Moyenne
Broyage entrée hiver	95,7	79,5	94,6	89,9
Désherbage entrée hiver	74,4	83,0	95,8	84,4
Gel	-	58,5	92,8	75,7
Broyage sortie hiver	87,6	-	-	87,6
Désherbage sortie hiver	46,2	-	-	46,2

Tableau 1 : Sur trois essais conduits en 2022-2023. Calcul réalisé à partir des moyennes ajustées.



L'efficacité de la stratégie augmente lorsque le champ de colza et la parcelle piège sont proches, lorsque le radis chinois n'est pas trop développé et lorsque la quantité de radis est plus importante que la quantité de colza.

- planter le radis chinois à une densité d'au moins 20 pieds/m<sup>2</sup> ;
- avoir une surface en interculture au moins équivalente à la surface en colza ;
- positionner la parcelle d'interculture et la parcelle de colza au plus proche ;
- semer le radis chinois en même temps que le colza, et ;
- détruire l'interculture en entrée d'hiver, si possible mécaniquement.

## TOUTES LES ESPÈCES NE SE VALENT PAS

Le radis chinois a été privilégié dans cette stratégie, car cette espèce fait partie de celles les plus attractives et est plus facilement détruite, notamment par le gel. La navette peut également être utilisée. En revanche, la moutarde blanche n'est pas adaptée. Attention, cette stratégie ne doit pas être mise en place dans les secteurs à risque hernie ou nématodes.

L'optimisation de la stratégie se poursuit cette campagne. **Une mise en œuvre concertée entre les agriculteurs d'un même territoire maximise son efficacité.** Des travaux sont en cours pour développer des médiateurs chimiques capables d'attirer ou de repousser les altises. Leur mise en œuvre dans les parcelles d'intercultures et les parcelles de colza renforcent encore l'efficacité de la stratégie. Elle vient en complément des leviers déjà disponibles pour disposer d'un colza robuste, capable de limiter les attaques et la nuisibilité des altises : semis précoce, association avec des légumineuses gélives, fertilisation au semis... ■

## BIOSTIMULANTS

# PROJET BIOSTIM COLZA : ÉVOLUTION DES MÉTHODES D'ÉVALUATION

**Terres Inovia et ses partenaires ont testé une méthodologie qui permettrait d'aller plus loin dans la caractérisation des effets de cette nouvelle catégorie d'intrants sur la crucifère, en proposant un biotest moléculaire.**



*Le colza a été conduit au sein de quatre expérimentations, en conditions semi-contrôlées sous serre (à droite) ou sous tunnel (à gauche).*

© UMR Igepp et C. Le Gall - Terres Inovia

Les agriculteurs plébiscitent de manière croissante les biostimulants, en particulier sur colza, pour leur caractère biosourcé (et donc à faible impact environnemental) et le bénéfice qu'ils peuvent apporter pour limiter les effets de stress abiotiques et booster la culture.

Dans le cadre du projet Biostim Colza, financé par le Casdar (2020-2024), Terres Inovia et trois partenaires de recherche et développement<sup>1</sup> ont entrepris de mettre au point une méthode d'évaluation adaptée. Cette dernière est indispensable pour **mesurer les revendications (terme réglementaire) de cette nouvelle catégorie d'intrants pour le colza**. Comme les effets des biostimulants peuvent être multiples, un focus a été réalisé sur

- ➔ l'amélioration de la croissance,
- ➔ de la nutrition,
- ➔ de la tolérance au stress hydrique,
- ➔ la productivité et la qualité des récoltes.

### DEUX GROUPES D'INDICATEURS TESTÉS

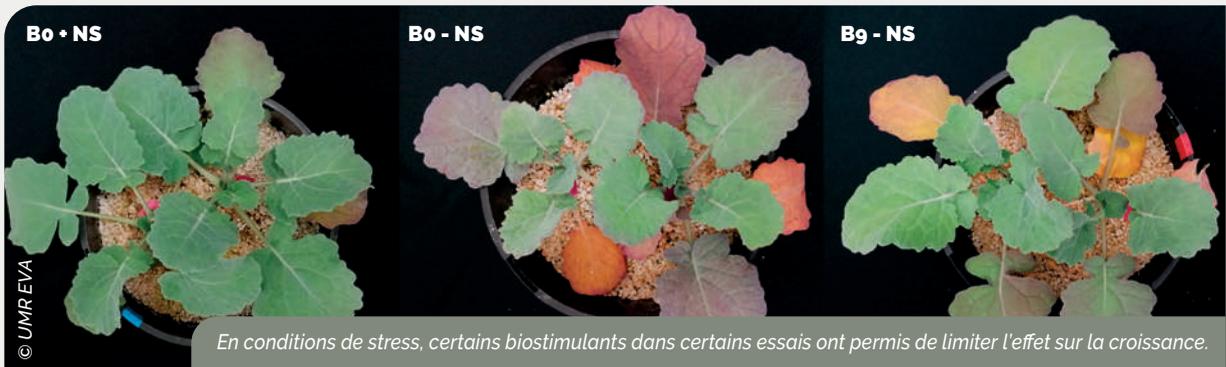
La première étape a été de définir, pour chaque allégation, une liste d'indicateurs avec les différents acteurs qui travaillent sur l'évaluation des biostimulants, notamment pour le secteur des grandes cultures (experts de la recherche, du développement ainsi que les firmes actives sur le marché des biostimulants).

Les discussions ont montré qu'il était nécessaire de

### ACTION DES BIOSTIMULANTS

Un biostimulant va moduler le métabolisme cellulaire de la plante cible pour produire un changement phénotypique bénéfique, et ce, en fonction des conditions environnementales (changements climatiques, attaque de ravageurs ou de maladies...). Le phénotype est l'ensemble des caractéristiques visibles de la plante.

1. UMR Inrae 950 EVA Université de Caen Normandie, UMR Igepp 1349 Inrae-Institut Agro Rennes-Université de Rennes et Rittmo AgroEnvironnement.



distinguer deux types d'indicateurs : ceux « d'effet » et ceux de « mode d'action ». Le premier groupe rassemble les indicateurs qui permettent de valider le bénéfice d'un biostimulant par rapport à une revendication donnée et donc d'évaluer son efficacité. Le second groupe rassemble des indicateurs qui permettent de mieux comprendre comment et sur quoi agissent les biostimulants pour expliquer les effets observés.

Afin d'aider les expérimentateurs en charge de l'évaluation des biostimulants, des fiches de synthèse décrivant l'indicateur et le mode opératoire de mesure au champ et/ou en conditions contrôlée ont été élaborées et seront diffusées d'ici fin 2024 sur le site de Terres Inovia.

Certains de ces indicateurs ont par ailleurs été intégrés aux expérimentations conduites au sein du projet, qui se sont uniquement concentrées sur deux allégations, pour tester leur faisabilité et leur pertinence.

## VERS LA CONCEPTION D'UN BIOTEST MOLÉCULAIRE

Ainsi, un des objectifs du projet a été de concevoir une méthodologie sur colza qui permette d'une part d'évaluer les effets physiologiques qui découlent de l'application des biostimulants et d'autre part d'identifier un set de gènes

dont la modification d'expression foliaire peut être corrélée aux effets observés (biotest moléculaire).

Pour avancer sur cette méthodologie, les travaux se sont focalisés sur l'amélioration de la tolérance au stress hydrique et l'amélioration de la tolérance au stress nutritionnel. Pour y parvenir, 4 expérimentations ont été conduites en conditions semi contrôlées lesquelles ont impliqué 9 biostimulants appliqués au stade végétatif, composés de mélanges d'acides aminés ou d'extrait d'algues associés avec des revendications d'amélioration de la nutrition ou de la tolérance aux stress abiotiques (photos p.34).

Les cultures ont été conduites en présence ou non de contrainte hydrique ou nutritionnelle (photos ci-dessus). Un suivi de l'impact sur la croissance des plantes, le statut foliaire azoté, soufré ou hydrique, et la teneur en chlorophylle a été réalisé. Le profil transcriptomique<sup>2</sup> des feuilles a été étudié deux jours après l'application des biostimulants pour voir comment l'expression des gènes avait été affectée.

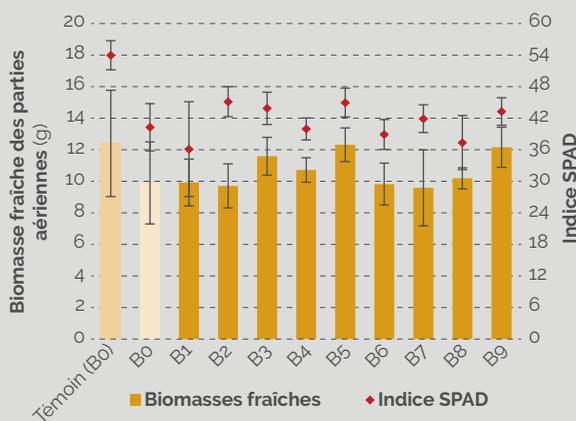
## DES PREMIÈRES PISTES À CONSOLIDER

La présence de biostimulants a modifié le profil transcriptomique des feuilles soumises à une contrainte hydrique et deux des biostimulants testés ont montré des effets ponctuels sur la biomasse ou le statut hydrique des plantes stressées.

En condition de stress nutritionnel, deux autres biostimulants ont montré un effet significatif sur le statut azoté et/ou soufré et une tendance à améliorer la biomasse et les l'indice de chlorophylle (figure 1) avec une modification importante de l'expression des gènes foliaires. Sur la base de ces résultats, un set de 14 à 17 gènes candidats, qui pourraient permettre de révéler le bonus des biostimulants dans ces contextes nutritionnels contraignants, a pu être sélectionné. Leur « robustesse » sera à confirmer au sein de nouvelles expérimentations conduites en conditions semi-contrôlées et au champ. ■

2. La transcriptomique est une discipline de la génomique consacrée à l'étude du transcriptome, l'ensemble des molécules d'ARN (transcrits) résultant de la transcription du génome.

### LES BIOSTIMULANTS N'ONT PAS PERMIS D'OBTENIR UN EFFET SIGNIFICATIF



**Figure 1 :** Les biostimulants n'ont pas permis généralement d'obtenir un effet significatif sur critères regardés. Néanmoins, des tendances se dessinent sur certaines modalités. **Indice SPAD :** indice de teneur en chlorophylle, révélateur du statut azoté du colza. Source : UMR EVA.

### Pour aller plus loin :



Revisionnez le Jeudi de Terres Inovia du 28/11/2024 intitulé « Évaluer les biostimulants : les résultats du projet Biostim Colza ».

Consultez la nouvelle édition du guide de culture colza bio



## DÉSHÉRBAGE DU SOJA

# LE POINT SUR LES STRATÉGIES

**Le récent retrait du S-métolachlore amène à une réflexion sur de nouveaux programmes de substitution en attendant que soit homologué un produit à base de dmta-P seul au printemps 2026.**

**C**omme la plupart des cultures de printemps, le soja peut rapidement souffrir de la nuisibilité des mauvaises herbes en compétition sur l'eau. Cette culture reste, de surcroît, désavantagée par son faible pouvoir couvrant contrairement au tournesol ou au maïs.

Si les efficacités d'un programme de prélevée seul, même renforcé (ex : Atic-Aqua 1,8 L/ha + Proman 1,5 L/ha), se montre satisfaisant à 30 jours du semis, il en est autrement à 60 jours du semis. En effet, la culture connaît de nouvelles levées de mauvaises herbes, lesquelles se développent sans effet d'étouffement du soja. C'est particulièrement vrai pour les espèces à levées échelonnées telles que panics, sétaires, digitales, voire morelle, amarante, etc. Au final, en forte et moyenne pression des mauvaises herbes, le résultat d'une prélevée seule peut être décevant (figure 1).

### LE BINAGE NE SUFFIT PAS TOUJOURS

Agir au-delà de 30 jours reste alors souvent incontournable. Lorsque la pression est gérable en désherbage mécanique, le binage peut être la solution adaptée. En pression plus forte, un désherbage de post-levée est incontournable. Il sera à base d'imazamox (Pulsar 40, Davai) pour son spectre d'action très large : graminées et dicotylédones dont amброisie et xanthium. En application unique, la dose est importante : Pulsar 40 1 L/ha ou 0,8 L/ha additionné de 1 L/ha d'huile végétale de type Actirob B). Le positionnement l'est tout autant si l'on veut obtenir une bonne efficacité, notamment sur chénopode, amброisie ou renouée liseron. L'intervention doit se faire à 3-4 feuilles du soja, soit 30 jours après le semis. Le fractionnement de cette dose de Pulsar 40 est

un moyen d'augmenter l'efficacité du désherbage tout en limitant au mieux les marquages sur la culture. Prévoir deux interventions de Pulsar 40 de 0,3 à 0,6 L/ha avec une huile végétale. La première intervention doit être réalisée plus tôt, à 2 feuilles du soja (15 à 21 jours du semis), la deuxième 10-15 jours plus tard (figure 2 p.38).

L'herbicide Corum peut aussi être une solution, contre amброisie, laiterson, séneçon et matricaire (deux points faibles de l'imazamox), mais aussi sur amarante, chénopode et renouées. Cependant, il manquera d'efficacité sur graminées, xanthium, datura, liseron des haies.

La gestion des graminées repose donc sur la prélevée

### EFFICACITÉ D'UNE PRÉLEVÉE RENFORCÉE À BASE DE PROMAN 1,5 L/HA

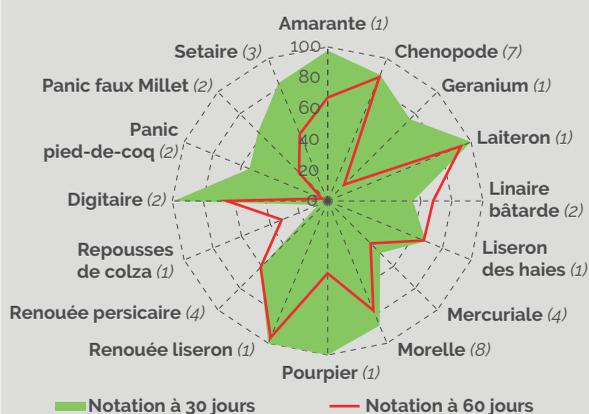


Figure 1 : Notation à 30 et 60 jours. (n) nombre d'essais.

comme sur la post-levée avec imazamox. Cette prélevée est incontournable en forte et moyenne pression. **Atic-Aqua 1,5 à 1,8 L/ha (pendiméthaline – 35 à 47 €/ha) est une première substitution du S-métolachore** dont l'efficacité est légèrement en retrait, mais plus efficace sur chénopode et renouées. Cependant, cet herbicide peut parfois manquer de sélectivité.

Successor 600 à 1,5 L/ha (péthoxamide – 37 €/ha) est aussi une solution efficace sur graminée mais en retrait cependant par rapport au S-métolachore. La différence est plus marquée à 50-60 jours du semis. Cependant, cette efficacité est suffisante lorsque la reprise en post-levée à 30 jours du semis est bien positionnée avec Pulsar 40 à 0,8 L/ha + huile ou à 1 L/ha.

### ÉVALUER LA BALANCE BÉNÉFICES-RISQUES DES TRAITEMENTS

Pour les sols dont le taux d'argile est supérieur à 15 %, on peut également imaginer un programme à base de prélevée avec Proman 1,5 L/ha. Son efficacité est en retrait sur graminées par rapport aux solutions précédentes, mais il faut aussi prendre en compte le bénéfice sur les dicotylédones dont le chénopode voire les renouées.

Enfin, dernière solution de substitution, la post-levée avec un antigraminées foliaire de la famille des ACCase, type Agil, Stratos Ultra ou Fusilade Max. Dans cette stratégie

tout en post-levée, l'application se fera 8-10 jours après celle de Pulsar 40 ou Corum (figure 2). L'avantage n'est pas des moindres si l'on prend en compte un contrôle possible du chiendent ou du sorgho d'Alep, à condition d'appliquer la dose vivace (à lire sur l'étiquette du produit).

Qu'en est-il des programmes avec une prélevée renforcée ? C'est une vraie question si l'on considère **le coût d'une post-levée quasi incontournable et dont le tarif est d'environ 45-55 €/ha**. Le coût minimum d'un programme complet (prélevée + post-levée) démarre ainsi à 80 €, par exemple avec une base Atic-Aqua ou Successor. Un programme Proman puis Pulsar 40 dépasse légèrement 100 €/ha. Dans l'efficacité finale d'un programme complet et si la post-levée est correctement positionnée, il n'est pas très utile d'investir au-delà en prélevée. Les solutions de prélevée plus onéreuses sont alors à réserver aux situations pour lesquelles la post-levée n'est pas envisagée, c'est-à-dire les parcelles dont la pression en mauvaises herbes est faible à moyenne. Un diagnostic à 30 jours du semis est alors à prévoir pour un tir à vue en post-levée. Il s'agit d'associations de type Successor 1,5 l + Atic-Aqua 1 l, Successor 1,5 l + Bismark 1,5 l, Successor 1,5 l + Centium 36S 0,3 l, Proman 1,5 l + Centium 0,2 l ou encore Bismark 2 l. Les deux dernières solutions seront insuffisantes contre graminées. La clomazone est utilisée pour un léger renfort sur renouées, mercuriale, morelle et chénopodes. ■

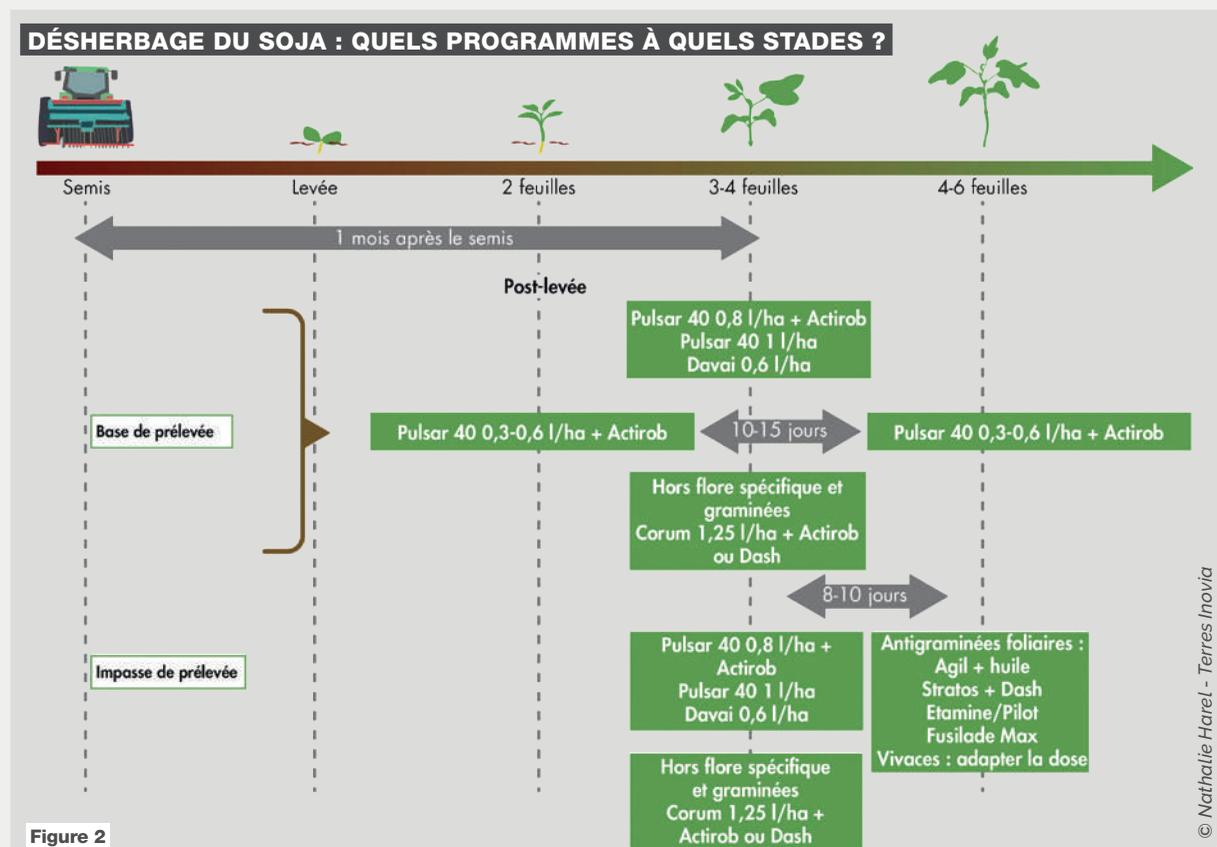


Figure 2