

Végéphy – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLÉANS – 3, 4 et 5 DÉCEMBRE 2019

LE FLORPYRAUXIFÈNE-BENZYLE, UN NOUVEL HERBICIDE POUR DESHERBER LES RIZIÈRES DE L'UNION EUROPÉENNE

N. DALLA VALLE ⁽¹⁾, A. CARONE ⁽¹⁾, M. MORELL ⁽²⁾, C. RICHARD ⁽³⁾, G. FLANDIN ⁽³⁾, S. FOURNOL ⁽³⁾, M. TACH ⁽³⁾, R. PERICAS ⁽⁴⁾, V. APOSTOLIDIS ⁽⁵⁾

(1) Corteva Agriscience, 25 via d'Azeglio, Bologne, Italie

(2) Corteva Agriscience, 9330 Zionsville Rd, Indianapolis, Indiana 46268, États-Unis

(3) Corteva Agriscience, 1 bis avenue du 8 mai 1945, 78280 Guyancourt, France

christian.richard@Corteva.com

(4) Corteva Agriscience, Madrid – Spain

(5) Corteva Agriscience, 85 Vouliagmenis Av., 16674 Glyfada, Athens, Grèce

RESUME

Le florpyrauxifène-benzyle, issu de la recherche de Corteva Agriscience, est un nouvel herbicide de post levée pour les rizières asséchées et semi-inondées. Il est commercialisé en Europe sous forme liquide, en concentré émulsionnable (NeoEC™) titrant 25 g s.a./litre, ne nécessitant pas l'addition d'adjuvant. Cet herbicide systémique, absorbé par voie foliaire, appartient à la famille Arylpicolinate qui a pour mode d'action de perturber la régulation de l'auxine AIA. Doté d'un profil écotoxicologique favorable, ses principaux atouts sont : un large champ d'application, une bonne sélectivité - appliqué à 30 g s.a./ha du stade « 2 feuilles » à « gonflement » - vis-à-vis des variétés Indica et Japonica, une très bonne efficacité sur *Echinochloa* spp., dicotylédones et cypéracées, même génétiquement résistantes aux modes d'action ALS et ACCase, une résistance au lessivage une heure après application, l'absence d'effets néfastes sur les cultures suivantes.

Mots clés : florpyrauxifène-benzyle, riz, désherbage, *Echinochloa*, cypéracées.

ABSTRACT

Florpyrauxifène-benzyle, from the Corteva Agriscience research, is a new post-emergence rice herbicide for applications in drained and semi-flooded paddies. It is commercialized in the European Union, as an emulsifiable concentrates (Neo EC™) containing 25 g ai/litre, requiring no additional adjuvant. This systemic herbicide is absorbed mainly by leaves, and is member of the Arylpicolinate chemical class which exhibits unique molecular interaction to auxin receptors. Florpyrauxifène-benzyle is a broad-spectrum herbicide with a favorable toxicological and environmental profile that controls *Echinochloa* sp., major broad-leaf and sedge weeds even ALS or ACCase genetic resistant. It has demonstrated high safety to rice varieties Indica & Japonica, when applied at 30 g ai/ha from 2 leaves to late boot stage; other attributes include rainfastness in one hour after application, no rotational crop issues.

Key words: Florpyrauxifène-benzyle, rice, weed control, *Echinochloa*, sedge weeds

INTRODUCTION

Le riz couvrait en 2017 près de 441 400 hectares dans les huit pays de l'Union Européenne où il est cultivé et que sont, par ordre d'importance, l'Italie (234 133 ha), l'Espagne (107 604 ha), la Grèce (30 900 ha), le Portugal (28 944 ha), puis la France (17 452 ha), la Bulgarie (10 434 ha), la Roumanie (9 130 ha) et la Hongrie (2 762 ha). Les rizières inondées représentent environ 90 % de la surface totale pour 10 % de rizières « assecs » en Italie. La variété Japonica est cultivée sur 75% des surfaces totales, le reste étant des variétés Indica.

Les panisses (*Echinochloa sp.*), par leur fréquence et leur forte densité sont les principales adventices des rizières d'Europe. Les cypéracées comme *Cyperus difformis* et certaines dicotylédones comme *Heteranthera sp.* sont en progression depuis quelques années suite à l'arrêt de la vente de plusieurs substances ? actives herbicides. Cela a aussi contribué à l'augmentation des phénomènes de résistance pour ces trois adventices. En France, par exemple, seulement 2 modes d'action différents sont homologués pour lutter contre les panisses et ils sont devenus inefficaces dans un nombre important de cas où celles-ci sont devenues résistantes.

Un nouvel herbicide présentant un nouveau mode d'action sur ces plantes permettrait donc de pérenniser la culture de riz sur certaines rizières et participer au maintien d'un écosystème particulier comme en Camargue.

Issu de la recherche Corteva Agriscience, le florpiauxifène-benzyle a été développé en Europe pour répondre à ces besoins :

- Sélectivité vis-à-vis de toutes les variétés de riz (Indica & Japonica) cultivées dans l'ensemble des pays et des situations (rizières inondées et asséchées).
- Profil écotoxicologique favorable, bien adapté aux zones rizicoles.
- Maîtrise de nombreuses adventices, dont *Echinochloa spp*, *C. difformis*, *S. mucronatus*, *A. plantago-aquatica* et *A.coccinea* entre autres.
- Formulation commerciale avec adjuvant incorporé, pour plus de facilité d'emploi.

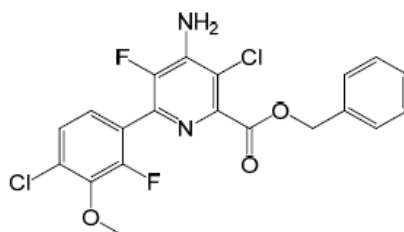
Nous décrivons ci-après la substance active à travers ses propriétés physico-chimiques, son profil écotoxicologique et son action biologique en application dans les rizières de l'UE.

PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES

Nom commun (ISO)..... florpiauxifène-benzyle

Nom commercial Rinskor™ active

Formule développée :



Nom chimique (CAS) Benzyl 4-amino-3-chloro-6-(4-chloro-2-fluoro-3-methoxyphenyl)-5-fluoropyridine-2-carboxylate

Famille chimique Arylpicolinate

Noms de codes testés DE-848, XDE-848, XR-848

Formule brute..... C₂₀H₁₄Cl₂F₂N₂O₃

Masse molaire 439,24
Pression de vapeur..... 3,2 x 10⁻⁵ Pa à 20 °C

Constante de dissociation (pKa) 5,1
Solubilité dans l'eau 0,015 mg/l à 20 °C

Coefficient de partage n-octanol/eau : log K_{OW} = 5,5 à pH 7 et 10
Demi-vie dans l'eau (TD50)... 0,07 jour (lumière de l'été à une latitude de 40° N)

FORMULATION

Le florpiauxifène-benzyle est présenté dans l'Union Européenne sous forme liquide, en concentré émulsionnable (NeoEC™) titrant 25 g s.a./litre. Une caractéristique importante de cette formulation NeoEC™ est son absence de distillats de pétrole, contenant peu de composés organiques volatiles (COV), avec la quantité optimale de coformulants.

DONNEES TOXICOLOGIQUES

Aiguë orale, rat		DL50>5 000 mg/kg
Aiguë cutanée		DL50>5 000 mg/kg
Aiguë par inhalation		CL50>5,23 mg/l
Irritation oculaire		Absence
Irritation cutanée		Absence
Sensibilisation cutanée (LLNA)		Faible (CE3=19,1 %)
Toxicité chronique / Cancérogénicité : Rats		Absence de toxicité ou de propriété cancérogène à long terme à la plus forte dose testée, 300 mg/kg mc/jour. DSENO chronique = 300 mg/kg mc/jour
Cancérogénicité : souris		Absence de propriété cancérogène. DSEO/DSENO = 1 000 mg/kg/jour (M) / 800 mg/kg/jour (F)
Toxicité sur le développement	Rat	Aucune preuve de toxicité sur le développement jusqu'à la dose limite. DSENO maternelle = 1 000 mg/kg/jour, DSENO portée = 1 000 mg/kg/jour
	Lapin	Aucune preuve de toxicité sur le développement jusqu'à la dose limite. Maternelle DSENO= 1 000 mg/kg/jour, DSENO portée = 1 000 mg/kg/jour
Reproduction 2ème génération : Rat		Aucune preuve de repro-toxicité jusqu'à la plus forte dose testée, 300 mg/kg/jour. DSENO parentale = 300 mg/kg/jour, DSENO souriceaux = 300 mg/kg/jour

ECOTOXICOLOGIE

Le profil écotoxicologique du florpiauxifène-benzyle est très favorable pour les animaux, tant aquatiques que terrestres. Comme attendu pour un herbicide, le florpiauxifène-benzyle s'est montré toxique pour certaines plantes terrestres et aquatiques très sensibles.

Chez les oiseaux, les CL/DL50 ou Concentrations sans effet observé (CSEO) sont égales ou supérieures à la plus forte concentration testée dans les études de toxicité aiguë orale, alimentaire à 5 jours et de reprotoxicité, soit > 2 250 mg/kg mc, > 5 600 mg/kg d'aliment et 1 000 mg/kg d'aliment, respectivement.

De même pour les abeilles (toxicité aiguë orale et par contact chez l'adulte), on a observé des valeurs de DL50 supérieures à la plus forte concentration étudiée de 100 µg/abeille.

Les études de toxicité aiguë et chronique sur les vers de terre indiquent une faible toxicité pour les organismes du sol (CL50 > 2 000 mg/kg sol et CSEO chronique = 135 mg/kg sol).

Il a été montré que l'action sur l'activité microbienne du sol est faible jusqu'à des concentrations de 17,0 mg/kg sol.

Le florpyrauxifène-benzyle a montré une faible toxicité vis-à-vis des animaux aquatiques. Les seuils de toxicité aiguë et/ou chronique (valeurs de CL/CE50 et CSEO) sont égaux ou supérieurs à la limite de solubilité fonctionnelle du florpyrauxifène-benzyle dans l'eau (mesures allant de 37,0 à 78,5 et 24,5 à 40,1 µg/l respectivement dans les études en eau douce et eau de mer) pour les poissons, têtards et invertébrés aquatiques. La seule exception concerne les crevettes mysides sur lesquelles des effets indésirables ont été observés dans l'étude à long terme avec une CSEO de 7,8 µg/l.

Les études sur les plantes terrestres ont montré diverses sensibilités : certaines espèces (ex. carotte et soja) sont très sensibles au florpyrauxifène-benzyle avec des valeurs de DE25 de 0,06 à 0,07 g s.a./ha pour une exposition de postlevée, tandis que d'autres espèces comme l'avoine sont tolérantes avec des valeurs de DE25 supérieures à 60 g s.a./ha. De plus, dans les études de prélevée, on a observé une sensibilité inférieure avec des valeurs de DE25 pour les espèces sensibles entre 13 et 915 fois plus fortes que dans les études de vigueur végétative. Les plantes aquatiques ont également montré diverses sensibilités au florpyrauxifène-benzyle : les valeurs de CE50 étaient supérieures à la limite de solubilité fonctionnelle pour les plantes non vasculaires et les lentilles d'eau, mais d'autres plantes aquatiques vasculaires (c-à-d. *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum* et *Cabomba caroliniana*) se sont montré variablement sensibles au florpyrauxifène-benzyle avec des valeurs de CE50 basées sur la baisse de rendement allant de 0,0547 à 4,52 µg/l.

DEVENIR DANS L'ENVIRONNEMENT

Dans l'environnement, le florpyrauxifène-benzyle se dégrade essentiellement par séparation de l'ester de benzyle pour former le métabolite acide. Le stade suivant de dégradation forme des métabolites sans activité biologique.

PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES	Solubilité dans l'eau – très faible – 0,015 mg/l d'eau purifiée Pression de vapeur – modérée – 4,5x 10 ⁻⁵ Pa Coefficient de partition octanol-eau – 5,5
DÉGRADATION DANS LE SOL	PERSISTANCE FAIBLE À MODÉRÉE En aérobie – faible persistance – demi-vie 2,5 à 34 jours (moyenne 15 j) En anaérobie – faible persistance – demi-vie 7 à 15 jours (moyenne 10 j) Photolyse – persistance modérée – demi-vie 49 jours
DÉGRADATION DANS L'EAU	FAIBLE PERSISTANCE Hydrolyse – stable à pH bas, rapidement dégradé à des pH plus élevés Photolyse – très faible persistance – demi-vie < 2 heures En aérobie aquatique – faible persistance – demi-vie 4 à 6 jours (moyenne 5 j) En anaérobie aquatique – faible persistance – demi-vie 2 jours
DÉGRADATION EN CONDITIONS AU CHAMP	TRES FAIBLE PERSISTANCE Rizière (eau) : très faible persistance – demi-vie 0,15 à 0,79 jours (moyenne 0,3 j) Rizière (sol) : persistance très faible à modérée – ½ vie < 1h – 8,1 jours (moyenne 3,1 j) Étang (eau) : faible persistance – demi-vie 3,0 à 4,9 jours
SORPTION DANS LE SOL	POTENTIEL TRÈS FAIBLE DE mobilité dans le sol Koc - sorption très élevée – 23 028 à 47 763 ml/g (moyenne 34 000 ml/g) Koc métabolite = 115ml/g (mobilité modérée)

La faible pression de vapeur du florpyrauxifène-benzyle, sa basse valeur de la constante de la loi de Henry ainsi qu'une demi-vie dans l'air par oxydation photochimique estimée à 1,1 jour indiquent que les niveaux du florpyrauxifène-benzyle dans l'air selon une utilisation normale seront très bas.

Ainsi que l'ont montré les essais en laboratoire et au champ, le florpyrauxifène-benzyle subit une dégradation rapide dans le sol et dans l'eau. Le risque de transfert hors site est réduit par sa courte demi-vie et sa forte adsorption dans le sol.

Cette dégradation rapide du florpyrauxifène-benzyle réduit le risque de dégâts aux cultures suivantes. Douze études au champ sur des cultures suivantes ont été menées en Espagne, France, Italie, Grèce et Portugal sur des sols différents. Aux doses de 30 et 90 g s.a./ha, le florpyrauxifène-benzyle appliqué selon les préconisations n'a induit aucun effet néfaste sur les cultures suivantes, qu'elles aient été semées à l'automne (blé tendre ou blé dur) ou au printemps (orge de printemps, luzerne, maïs, soja, tournesol, betterave, coton, tomate, melon et pomme de terre).

RESIDUS DANS LE RIZ ET QUALITE DES GRAINS

Les études BPL de résidus menées en Espagne, France, Italie et Grèce ont montré l'absence de résidus dans les grains de riz sans coque traités au florpyrauxifène-benzyle à la dose recommandée de 30 g s.a./ha pour une limite de détection de 0,01 mg/kg et la présence de résidus dans les grains de riz avec coque traités au florpyrauxifène-benzyle à la dose recommandée de 30 g s.a./ha pour une limite de détection de 0,01 mg/kg pour une valeur maximale de 0.021 mg/kg.

14 essais sélectivité menés en Espagne, France, Italie, Grèce et Portugal entre 2014 et 2017 ont montré que le florpyrauxifène-benzyle appliqué à 30 g s.a./ha ou à double dose, n'induisait aucun effet négatif sur le poids de 1 000 grains, le rendement, la maturité et la qualité des grains, le pouvoir de germination, la teneur en protéines et en amidon et le temps de gélification.

TRANSLOCATION, MODE D'ACTION ET GESTION DE LA RESISTANCE

Le florpyrauxifène-benzyle est un herbicide systémique de postlevée essentiellement absorbé par le feuillage mais aussi par les racines. Il est métabolisé sous sa forme active puis subit une translocation via le symplasma à travers le système vasculaire. Il s'accumule dans les points de croissance du végétal ou les méristèmes où il exerce son action herbicide.

Le florpyrauxifène-benzyle est rapidement absorbé dans les cellules de l'adventice où l'herbicide mime les hormones végétales en se liant aux récepteurs auxiniques spécifiques dans le noyau des cellules. Le florpyrauxifène-benzyle présente une grande affinité au récepteur AFB5 et une faible affinité au récepteur TIR1 dans le noyau de la cellule, ce qui le différencie des autres herbicides de type auxinique. Quelques heures après application se produit une perturbation des processus de croissance, causant un développement anarchique (au niveau du collet des graminées et cypéracées sensibles, épinastie chez les dicotylédones) ou une inhibition de croissance des plantes traitées. On observe des symptômes visuels de plus en plus marqués, qui entraînent la mort des espèces sensibles de quelques jours à quelques semaines après l'application.

Le florpyrauxifène-benzyle faisant partie de la famille des arylpicolines, est classé en groupe O (perturbation de la régulation de l'auxine AIA) du HRAC.

Le florpyrauxifène-benzyle a démontré son efficacité contre les graminées, cypéracées et dicotylédones adventices ayant montré une tolérance ou développé une résistance liée à la cible vis-à-vis d'autres substances actives ayant pour mode d'action l'inhibition d'ALS (azimsulfuron, bensulfuron-méthyle, halosulfuron et pénoxsulame) et l'inhibition d'ACCCase (cyhalofop-butyle, cycloxydime). Même si le florpyrauxifène-benzyle est la seule substance active de cette famille qui sera prochainement autorisée en rizière en France et afin de limiter le risque d'apparition de

résistance, il est recommandé d'alterner dans le programme de désherbage d'autres modes d'action pour lutter contre les adventices.

De plus il est recommandé de faire si possible un faux semis, d'appliquer les produits herbicides à la dose et au stade des adventices préconisés, d'effectuer un suivi des parcelles avant et après application pour repérer les adventices ayant échappés au désherbage et les éliminer par moyen chimique ou mécanique, de nettoyer le matériel avant de quitter une parcelle soupçonnée de contenir des adventices résistantes et enfin de faire des rotations de cultures.

UTILISATIONS ENVISAGEES DANS L'UNION EUROPEENNE

Le florpyrauxifène-benzyle est un herbicide de post levée destiné à protéger les riz de type Indica ou Japonica, entre les stades « 2 feuilles » et « gonflement », sur tout type de rizière. La dose maximale d'une application est de 30 g s.a./ha, soit 1.2 l/ha de produit formulé. Il peut être appliqué 2 fois à la dose de 30 g s.a./ha avec un intervalle minimum de 9 jours. Aucun adjuvant supplémentaire n'est requis tant l'efficacité de la formulation est optimisée. Le florpyrauxifène-benzyle doit être appliqué en "assec" (rizière asséchée, couramment pratiquée dans l'UE). Il peut également être appliqué avant l'inondation de la rizière, sur semis sec.

SÉLECTIVITÉ VIS-À-VIS DE LA CULTURE

La sélectivité florpyrauxifène-benzyle sur le riz est due à une absorption moins rapide que pour les graminées adventices, une systémie et un métabolisme différents pour la culture.

29 essais sélectivité menés en petites parcelles avec 4 répétitions suivant les méthodes OEPP 62 et 135, en Espagne, France, Italie et Grèce entre 2014 et 2018, sur 30 variétés différentes de riz Japonica ou Indica, ont montré que le florpyrauxifène-benzyle appliqué en 1 ou 2 fois à 30 g s.a./ha, entre 2 feuilles et gonflement du riz pouvait provoquer temporairement, à des niveaux faibles, des retards de végétation et des enroulements de feuilles mais n'avait pas d'incidence sur le rendement.

En raison de son spectre comparable à celui du florpyrauxifène-benzyle, la référence penoxsulame a servi de comparaison dans les essais pour les traitements réalisés aux stades BBCH12-21 et BBCH21-29. Le cyhalofop-butyle a été choisi comme référence pour le traitement au stade tardif BBCH 30-45.

Tableau I : Sensibilité (%) du riz au florpyrauxifène-benzyle évaluée dans 20 essais au champ.
Application unique.
(Rice selectivity (%) to florpyrauxifène-benzyle in 20 field trials. 1 application)

Nombre d'essais avec ...		Essais traités au stade BBCH 12-21		Essais traités au stade BBCH 21-29		Essais traités au stade BBCH 30-45	
		florpyrauxifène-benzyle	Penoxsulame	florpyrauxifène-benzyle	Penoxsulame	florpyrauxifène-benzyle	Cyhalofop-butyle
		30 / 60 g s.a./ha	40 / 80 g s.a./ha	30 / 60 g s.a./ha	40 / 80 g s.a./ha	30 / 60 g s.a./ha	400 / 800 g s.a./ha
		N = 20	N = 15	N = 20	N = 12	N = 5	N = 5
Maximum de phytotoxicité observée	< 5%	17 / 13	13 / 13	20 / 14	10 / 9	5 / 5	5 / 5
	5 -10%	0 / 2	1 / 1	0 / 4	1 / 2	0 / 0	0 / 0
	10 -15%	1 / 2	1 / 0	0 / 1	1 / 1	0 / 0	0 / 0
	15 - 25%	2 / 3	0 / 1	0 / 1	0 / 0	0 / 0	0 / 0
	>25 %	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
Niveau de phytotoxicité finale	< 5%	20 / 18	15 / 15	20 / 18	12 / 12	5 / 5	5 / 5
	5 -10%	0 / 1	0 / 0	0 / 1	0 / 0	0 / 0	0 / 0
	10 -15%	0 / 1	0 / 0	0 / 1	0 / 0	0 / 0	0 / 0
	15 - 25%	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
	>25 %	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0

Tableau II : Sensibilité (%) du riz au florpyrauxifène-benzyle évaluée dans 9 essais au champ. Deux applications espacées de 9 à 21 jours.
(Rice selectivity (%) to florpyrauxifène-benzyle in 9 field trials. 2 applications with 9-21 days interval).

Nombre d'essais avec ...		florpyrauxifène-benzyle	Penoxsulame
		2 x 30 / 2 x 60 g s.a./ha	1 x 40 / 1 x 80 g s.a./ha
		N = 9	N = 6
Maximum de phytotoxicité observée	< 5%	5 / 2	6 / 6
	5 -10%	2 / 1	0 / 0
	10 -15%	1 / 1	0 / 0
	15 - 25%	1 / 1	0 / 0
	>25 %	0 / 4	0 / 0
Niveau de phytotoxicité finale	< 5%	9 / 5	6 / 6
	5 -10%	0 / 2	0 / 0
	10 -15%	0 / 1	0 / 0
	15 - 25%	0 / 1	0 / 0
	>25 %	0 / 0	0 / 0

La bonne sélectivité du florpyrauxifène-benzyle a été confirmée à la récolte d'essais mis en place en l'absence d'adventices dans 5 essais avec un traitement unique à différents stades du riz et 3 essais avec 2 applications espacées de 10 à 21 jours. Les rendements des parcelles traitées avec le florpyrauxifène-benzyle sont excellents (Tableau III et IV).

Tableau III : Rendements après une application de florpyrauxifène-benzyle dans 5 essais de sélectivité. Moyennes en t/ha et valeurs minimum et maximum.
(Yield in case of 1 single application de florpyrauxifène-benzyle in 5 selectivity trials. Average in t/ha and minimum – maximum values).

Average in t/ha and minimum - maximum values:													
Substance? active	florpyrauxifène- benzyle		penoxsulame		florpyrauxifène- benzyle		penoxsulame		florpyrauxifène- benzyle		Cyhalofop- butyle		Témoin non traité
Dose (g s.a./ha)	30	60	40	80	30	60	40	80	30	60	400	800	
Stade du riz	BBCH 12.13				BBCH 24-30				BBCH 41-51				
Min	4.73	3.69	3.91	3.7	3.48	3.63	3.88	3.66	3.8	3.95	3.52	3.39	2.56
Max	9.05	8.88	9.32	9.2	9.38	8.93	9.23	9.18	9.36	9.37	9.21	9.58	9.55
Moyenne	7.04	6.5	6.93	6.44	6.43	6.42	6.58	6.57	6.51	6.50	6.42	6.61	6.13
En % du témoin	126.5	113.4	120.0	111.9	109.9	111.2	114.2	113.2	112.4	113.4	110.7	112.7	100

Tableau IV : Rendements après 2 applications de florpyrauxifène-benzyle dans 3 essais de sélectivité. Moyennes en t/ha et valeurs minimum et maximum.
(Yield in case of 2 applications de florpyrauxifène-benzyle in 3 selectivity trials.
Average in t/ha and minimum – maximum values).

Substance? active	florpyrauxifène-benzyle		florpyrauxifène-benzyle		penoxsulame		penoxsulame		Témoin non traité
	Dose en g s.a./ha	2 x 30	2 x 60	2 x 30	2 x 60	40	80	80	
Stade du riz (BBCH)	13-21 & 21-30		21-30 & 24-32		13-21		21-30		
Min	7.5	6.8	7.4	6.3	7.6	7.5	-	7.4	7.5
Max	9.94	9.67	9.51	9.57	9.77	10.55	-	9.83	9.94
Moyenne	8.81	8.55	8.73	8.31	8.75	8.84	-	8.41	8.92
En % du témoin	98.9	95.5	98.0	92.6	98.3	99.5	-	94.9	100

ESSAIS D'EFFICACITÉ

90 essais implantés en petites parcelles avec 4 répétitions suivant la méthode OEPP 62, en Espagne, France, Italie, Grèce et Portugal entre 2014 et 2018 ont montré que le florpyrauxifène-benzyle a un large champ d'activité, une efficacité excellente sur panisses (*Echinochloa sp.*), sur cypéracées et sur de nombreuses dicotylédones. L'application doit se faire sur une rizière en « assec » de façon à traiter les adventices qui se trouvent à la surface du sol. La remise en eau des rizières peut se faire de 1 à 3 jours après le traitement sans affecter le résultat final. Les résultats d'efficacité des cinq pays d'Europe du Sud étant cohérents, ils ont pu être regroupés dans les tableaux V, VI et VII ci-dessous. En raison de son spectre comparable à celui du florpyrauxifène-benzyle, la référence penoxsulame a servi de comparaison dans tous les essais.

Tableau V : Efficacité (%) du florpyrauxifène-benzyle en **1 seule application** sur les principales adventices (résistantes ou non) du riz dans 71 essais. Moyennes (échelle de 0-100) et valeurs mini-maxi.
(Efficacy (%) of florpyrauxifène-benzyle in **1 single application** on main weeds (resistant or not) in rice in 71 trials. Average (scale de 0-100) and minimum – maximum values).

Adventices	Nb d'essais	Stade adventice à l'application (BBCH)	Densité adventices /m ²	% efficacité			
				florpyrauxifène-benzyle		pénoxsulame	
				30 g s.a./ha		40 g s.a./ha	
			Min & Max	Moy.	Min & Max	Moy.	Min & Max
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	8	12-31	10 - 200	99.8	99.0 - 100	50.0	0.0 - 99.0
<i>Ammania coccinea</i>	11	10-25	15 - 100	99.3	98 - 100	82.9	12.5 - 100
<i>Bidens sp.</i>	5	11-34	8 - 120	99.8	98.8 - 100	96.0	80 - 100
<i>Cyperus difformis</i>	20	11-38	14 - 5250	97.6	86.8 - 100	53.1	0.0 - 97.3
<i>Echinochloa crus-galli</i>	15	11-25	7 - 1150	95.0	70 - 100	80.1	10 - 100
<i>Echinochloa sp. *</i>	18	11-27	12 - 519	89.0	56.3 - 100	50.9	0.0 - 91.3
<i>Heteranthera limosa</i>	5	12-60	20 - 658	100	100 - 100	88.2	71.3 - 100
<i>Heteranthera reniformis</i>	13	11-36	20 - 889	99.4	95.0 - 100	64.8	27.1 - 100
<i>Lindernia dubia</i>	7	11-22	6 - 120	100	100 - 100	98.2	92.5 - 100
<i>Scirpus mucronatus</i>	5	11-18	10 - 150	84.3	58.8 - 100	50.1	30.0 - 78.8

* *Echinochloa sp.* = *E. hispidula*, *E. colona*, *E. oryzoides*, *E. phyllopogon*, *E. erecta*,

Tableau VI : Efficacité (%) du florpyrauxifène-benzyle en **2 applications** sur *Echinochloa sp.* dans 12 essais. Moyennes (échelle de 0-100) et valeurs mini-maxi.
(Efficacy (%) of florpyrauxifène-benzyle in **2 applications** on *Echinochloa sp.* in 12 trials.
Average (scale de 0-100) and minimum – maximum values).

Adventices	Nb d'essais	Stade adventice à l'application (BBCH)	Densité adventices /m ²	% efficacité			
				florpyrauxifène-benzyle		pénoxsulame	
				2 x 30 g s.a./ha		40 g s.a./ha	
				Moy.	Min & Max	Moy.	Min & Max
<i>Echinochloa sp.</i> *	12	11-30	12 - 192	95.3	82.5 - 100	42.3	0.0 - 87.5

* *Echinochloa sp.* = *E. hispidula*, *E. colona*, *E. oryzoides*, *E. phyllopogon*, *E. erecta*,

Tableau VII : Efficacité (%) du florpyrauxifène-benzyle en **1 application sur des adventices résistantes**. Moyennes (échelle de 0-100) et valeurs mini-maxi.
(Efficacy (%) of florpyrauxifène-benzyle in **1 application on resistant weeds** Moyennes
Average (scale de 0-100) and minimum – maximum values).

Adventices	Nb d'essais	Stade adventice à l'application (BBCH)	Densité adventices /m ²	% efficacité			
				florpyrauxifène-benzyle		pénoxsulame	
				30 g s.a./ha		40 g s.a./ha	
				Moy.	Min & Max	Moy.	Min & Max
<i>Alisma plantago aquatic</i> *	5	12-24	10 - 200	99.9	99.5-100	35.2	0.0-51.3
<i>Cyperus difformis</i> *	8	11-43	44 - 5250	97.7	86.8-100	15.7	0.0-37.5
<i>Echinochloa sp.</i> *	11	11-27	25 - 519	85.7	62.5-100	34.3	0.0-50.0
<i>Echinochloa sp.</i> **	2	11-21	185-192	96.9	93.8-100	30.0	25.0-35.0
<i>Scirpus mucronatus</i> *	3	11-18	10 - 150	87.5	72.5-100		

*résistance ALS, ** résistance Als et ACCase

Ces données confirment :

- L'excellente efficacité du florpyrauxifène-benzyle sur tous les biotypes d'*Echinochloa* même ceux résistants au mode d'action inhibiteurs de l'ALS ou ACCase. Les meilleurs résultats sur *E. sp.* (*E. hispidula*, *E. colona*, *E. oryzoides*, *E. phyllopogon*, *E. erecta*) sont obtenus par 2 applications espacées de 9 à 21 jours.
- Le florpyrauxifène-benzyle contrôle de très nombreuses cypéracées et dicotylédones, résistances ou non au mode d'action ALS, avec un très bon niveau d'efficacité (ex. *A. plantago-aquatica*, *A. coccinea*, *C. difformis* et *H. reniformis*).

Le florpyrauxifène-benzyle est également efficace sur des adventices dites « mineures » telles que *Butomus umbellatus*, *Murdannia keisak*.

CONCLUSION

Le florpyrauxifène-benzyle est un nouvel herbicide à large champ d'activité de post levée du riz. Il répond aux besoins du marché européen : - profil éco-toxicologique favorable, - absence de résidus dans les grains, - pas de restriction pour les cultures suivantes, - souplesse dans la gestion de l'eau, - très bonne sélectivité et remarquable efficacité sur les principales adventices (panisses, cypéracées, dicotylédones) en une seule ou deux applications.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient tous leurs collègues de Corteva Agriscience qui ont contribué à la découverte et au développement du florpyrauxifène-benzyle.