



Efficacité d'un produit répulsif à base de l'Anthranilate de Methyl sur la pression des oiseaux en riziculture pluviale stricte

Alphonse BOUET^{1*}, Arsène BOKA², Ghislain Noumouha Epa N'DA¹,
Baham Frank Michael LEMOUNOU¹, Christian Kouamé BI³,
Emmanuel COULIBALY³ et Jules Keli ZAGBAHI¹

¹Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Direction Régionale de Man, Station de Recherche de Man, BP 440 Man, Côte d'Ivoire.

²Université NANGUI ABROGOUA, UFR des Sciences de la Nature, Abidjan, Côte d'Ivoire.

³Office National de Développement de la Riziculture (ONDR), 1, Rue Paris Village – Plateau, Abidjan, 01 BP 147 Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant ; E-mail: bouetalph@gmail.com ; Tel : (+225) 10 50 10 93, (+225) 07 42 64 85, (+225) 55 32 43 43.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce au financement de la Banque Mondiale, dans le cadre du programme de productivité en Afrique de l'Ouest volet riz (PPAAO-IC ou WAAPPIC). Nous voudrions adresser toute notre reconnaissance à cette institution qui a toujours appuyé les Etats africains à assurer la sécurité alimentaire en denrées vivrières de premières nécessités.

En plus de cette institution financière mondiale, nous adressons toute notre reconnaissance au Fonds Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricole (FIRCA), structure nationale de financement de la recherche et de la vulgarisation, par laquelle, les fonds ont été mis régulièrement à la disposition du CNRA, pour réaliser les travaux de la présente étude.

RESUME

En Côte d'Ivoire, les dégâts d'oiseaux sont parmi les préoccupations majeures des riziculteurs, du fait des grandes pertes de production induites. La surveillance humaine du stade laiteux à la maturité qui constitue le moyen de lutte contre les oiseaux le plus utilisé, est efficace mais a montré ses limites. Une alternative à la surveillance humaine a été testée. Les travaux qui ont porté sur l'évaluation d'un produit répulsif à base d'Anthranilate de Methyl ont été réalisés au champ, en station de recherche et au laboratoire. L'essai réalisé à la station de recherche du CNRA à Man, a consisté à évaluer 05 modalités d'application du produit, en condition de riziculture pluviale stricte. Les variables analysées sont : taux de levée, pourcentage de panicules attaquées par les oiseaux au m², pourcentage de grains vides par panicule dus aux oiseaux, et rendement en paddy. Au laboratoire, le niveau de toxicité du produit répulsif a été déterminé suivant les protocoles OCDE. Il ressort des résultats que l'Anthranilate de Methyl permet, en riziculture pluviale stricte, de réduire les dégâts causés par les oiseaux granivores, notamment en l'appliquant au stade laiteux des grains. Le rendement en paddy obtenu dans la parcelle traitée avec le répulsif a été significativement le même que celui obtenu dans la parcelle sous surveillance humaine. L'Anthranilate de Methyl a ainsi permis de réduire de 45 à 80% les pertes de rendement dues aux dégâts aviaires. Cependant, pour une plus grande efficacité du produit répulsif, un traitement post-semis et 02 applications post-épiaison sont à recommander. Par ailleurs, les analyses au laboratoire ont montré que le produit est non toxique. Cependant, il peut se révéler dangereux par inhalation et

pour les yeux. Aussi l'application de L'antranilate de Methyl nécessitera-t-elle des dispositions sécuritaires appropriées, à savoir : le port de vêtements de protection corporelle et de masque à gaz. En fin, s'assurer qu'il n'y a personne dans le voisinage dans un rayon d'au moins 50 m autour de la parcelle traitée.

© 2017 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Oiseaux, riziculture pluviale stricte, produit répulsif, Anthranilate de Methyl, Côte d'Ivoire.

Efficacy of Anthranilate de Methyl, a repellent product on bird pressure in strict rainfed rice

ABSTRACT

In Côte d'Ivoire, bird damage is one of the main concerns of rice farmers, due to large losses of production induced. Human surveillance from milky stage to maturity, which is the most widely used means of bird control, is effective but has shown its limits. An alternative to human surveillance has been tested. Work on evaluation of Anthranilate de Methyl repellent was conducted in field, research station and laboratory. Trial conducted at CNRA research station in Man, consisted in evaluating 05 application modalities of the product under strict rainfed rice conditions. Variables analyzed are rate of emergence, percentage of panicles attacked by birds per m², percentage of empty grains per panicle due to birds, and yield in paddy. In laboratory, toxicity level of the repellent product was determined by OCDE process. Results show that Anthranilate de Methyl makes it possible to reduce damage caused by grain-eating birds, especially by applying it to milky stage of grains, in strict rainfed rice production. Paddy yield obtained in plot treated with repellent was significantly the same as that obtained in plot under human protection. Anthranilate de Methyl has reduced yield losses due to avian damage by 45-80%. However, for greater efficacy of repellent product, post-seeding treatment and 02 post-emergence applications are required. In addition, laboratory analyzes have shown that the repellent product is non-toxic. However, it may be found to be hazardous by inhalation and for the eyes. Therefore, application of Anthranilate de Methyl will require appropriate safeguards, namely: wearing protective clothing and masks Gas, finally ensure that there is no one in the vicinity within a radius of at least 50 m around the treated parcel.

© 2017 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Birds, strict rainfed rice, repellent product, Anthranilate de Methyl, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

En Afrique de l'Ouest, les dégâts aviaires engendrent des pertes qui varient de 10 à 40% sur les cultures céréalières (Manikowski et al., 1991). La part de ces pertes enregistrées sur le riz est comprise entre 3 et 19% selon l'efficacité des moyens de protection des cultures utilisés (Manikowski et al., 1991). Dans certains pays comme la Côte d'Ivoire, les dommages causés par les oiseaux sont estimés entre 0,4 et 100% de la production (Oudouké et Yaokokoré-Béibro, 2016). Des 1100 espèces d'oiseaux identifiées en Afrique de l'Ouest, 36 commettent des dégâts aux cultures, soit 3,3% du peuplement (Manikowski et al., 1991; Oudouké et Yaokokoré-Béibro, 2016). Les

dégâts causés par les oiseaux sont au premier rang des préoccupations majeures toujours exprimées par les riziculteurs en Côte d'Ivoire. En effet, les pertes de production induites par les oiseaux sont fréquentes et estimées à plus de 80 et 90% en absence de toute mesure de protection (Bouet et al., 2014 ; Oudouké et Yaokokoré-Béibro, 2016). Pour réduire les pertes de production dues aux oiseaux, plusieurs méthodes sont utilisées (AB, 2008 ; Bouet et al., 2014). Du fait des méfaits des méthodes de lutte destructrices des oiseaux sur la biodiversité (Clergeau, 2000), les mesures de lutte préventives sont souvent recommandées à savoir ; les méthodes auditives par des sons et bruits, canon au propane, pistolet à décharge, etc.),

des méthodes visuelles (rubans colorés, réfléchissants, broches ou fils à pêche, ballon, épouvantail, cerf-volant, etc.), méthodes olfactives (produits répulsifs), méthodes d'exclusions (protection physique par des filets), luttés qui combinent les approches visuelles et sonores et les moyens modernes tels que, le LASER et le drone (AB, 2008 ; Villeneuve, 2013 ; Guy-Anne, 2016). Toutes ces stratégies de lutte anti-aviaire, connaissent des limites aussi bien au niveau de l'application que de l'adoption. Concernant l'application, les techniques associant les ballons et cerfs-volants effaroucheurs par exemple, demandent du temps à l'agriculteur (surveillance) et il est difficile de protéger des grandes surfaces (>4 hectares). En outre, il faut du vent (AB, 2008). Par ailleurs, l'efficacité de chacune des méthodes préventives simples faiblit voire s'estompe à court ou moyen terme à cause du phénomène d'accoutumance qui caractérise en général les animaux dont les oiseaux. Aussi est-il conseillé de combiner plusieurs méthodes simples de prévention pour une gestion durable des oiseaux nuisibles (AB, 2008, Guy-Anne, 2016). Au niveau de l'adoption, notamment dans les pays en développement, le coût financier élevé et l'accès difficile voire impossible à certaines méthodes de lutte (filet, LASER, Drone, canon à propane, cerf-volant rapace, ballon effaroucheur,...) découragent les initiatives.

Le moyen de lutte anti-aviaire le plus utilisé en riziculture en Côte d'Ivoire, demeure la surveillance humaine après semis et à partir du stade laiteux. Bien que ce moyen de lutte ait montré son efficacité (Bouet et al., 2014), il peut atteindre ses limites en cas de pénurie de main d'œuvre (familiale et/ou extérieure). Compte tenu des difficultés géographique et financière d'accès aux méthodes de lutte anti-aviaire plus modernes et efficaces, il apparaît nécessaire de proposer aux producteurs locaux, des méthodes de lutte adaptées. Ces méthodes devront, d'une part,

réduire voire priver de la présence humaine pendant les périodes critiques de la pression des oiseaux et d'autre part, s'adapter à la situation agro-socio-économique des riziculteurs.

Le test d'un produit répulsif à base d'Anthranilate de Methyl a été réalisé en vue d'adresser cette préoccupation. L'objectif de l'étude étant d'évaluer l'efficacité du produit dans la réduction des pertes de rendements dues aux oiseaux. Le niveau de toxicité et les effets du produit sur l'applicateur ont été par ailleurs appréciés. Les principaux résultats sont exposés et discutés dans le présent article.

MATERIEL ET METHODES

Etude de l'efficacité du produit répulsif d'oiseau à base du méthyl2-anthranilate en riziculture pluviale stricte

Les travaux ont été réalisés au champ, à la station de recherche du CNRA à Man. Cinq (5) parcelles (traitements) couvrant chacune 300 m² (20 m x 15 m) ont été emblavées avec la variété de riz NERICA1, en condition pluviale stricte. L'essai a été réalisé sur un haut de versant, en sol gravillonnaire. La zone d'étude est semi-montagneuse à climat tropical humide. Le régime pluviométrique y est monomodal, caractérisé par une longue période pluvieuse allant de mars à octobre et un bref épisode sec de novembre à février. Les modes de protection contre les oiseaux appliqués dans ces parcelles se présentent comme suit :

- Traitement 1 : Parcelle non surveillée après le semis du riz mais surveillée contre les oiseaux du stade laiteux des panicules à la maturité technologique ;
- Traitement 2 : Parcelle surveillée pendant 10 jours après le semis et surveillée contre les oiseaux, du stade laiteux à la maturité technologique;
- Traitement 3 : Parcelle traitée à l'Anthranilate de Methyl (1,2 kg de semences traitées avec 24 g du produit dilué dans 0,5 l

d'eau) au semis, et traitée avec l'Anthranilate de Méthyl en pulvérisation à la dose de 1,5 kg ha⁻¹ (soit 45 g du produit dilué dans 5 l d'eau) au stade laiteux de la panicule;

- Traitement 4 : Parcelle surveillée après semis pendant 10 jours et traitée à l'Anthranilate de Methyl à la dose 1 (1,5 kg ha⁻¹, équivalent à 45 g du produit dilué dans 5 l d'eau pour 300 m²) au stade laiteux de la panicule ;

- Traitement 5 : Parcelle surveillée après semis pendant 10 jours et traitée à la dose 2 (3 kg ha⁻¹, soit 90 g du produit dilué dans 5 l d'eau = 2 x dose1) du produit au stade laiteux de la panicule.

Les parcelles ont été séparées d'au moins 50 m les unes des autres pour éviter les interactions à l'intérieur de chaque parcelle, 5 carrés d'observation de 1 m² ont été délimités sur une diagonale. Chaque parcelle a été emblavée avec 1,2 kg de semences de la variété de riz pluviale NERICA1 correspondant à la dose de semis recommandée qui est de 40 kg ha⁻¹. Le semis a été réalisée en poquets alignés séparés les uns des autres de 0,20 m.

Les parcelle-traitements ont été protégées par des clôtures contre les rongeurs. Cette disposition permet d'éviter les biais liés aux actions de déprédation. Le FURADAN 5 G (Carbofuran) a été appliqué sur tous les traitements à la dose de 25 kg ha⁻¹ afin de protéger les grains de riz contre les agents biotiques telluriques (insectes, myriapodes, ...). Un dispositif a été installé dans chaque parcelle-traitement pour la capture des oiseaux. La récolte des parcelles est intervenue à la maturité technologique des grains.

Les opérations post-récoltes (égrenage, séchage, vannage) ont permis de recueillir et de stocker les semences de la variété de riz cultivée. Les pesées ont été effectuées.

Les variables ci-dessous ont été notées :

- Nombre de poquets sans plantules (manque à la levée du aux oiseaux) ;
- Nombre de panicules attaquées par les oiseaux au m² (panicule ayant au moins un grain vidé de son contenu laiteux ; le grain présentant à terme un apex tacheté en noire ; les attaques commencent au stade laiteux du grain) ;
- Nombre de grains vides dus aux oiseaux par panicule (grain d'aspect noir vers l'apex encore attaché au racémule, vidé de sa substance : zone noire due au développement de champignons sur le substrat laiteux suite à l'attaque d'oiseau) ;
- Rendement en paddy (kg ha⁻¹) après récolte, égrenage, séchage et vannage ;
- Rapport de l'applicateur après pulvérisation du produit au champ.

Le logiciel GENSTAT a été utilisé pour analyser les données.

Etude de la toxicité du produit répulsif d'oiseau à base d'Anthranilate Methyl

L'étude a été réalisée au laboratoire de toxicologie et hygiène agro-industrielle de l'Unité de Formation et de Recherche des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan.

Le matériel animal utilisé était constitué :

- de rats de souche OFA pour les tests de toxicité aigüe par voie orale et par inhalation ;
- de lapins de race Néo-Zélandaise pour les tests de toxicité cutanée et oculaire.

Les différents tests ont été conduits suivant les protocoles OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economique) se déclinant comme suit :

- OCDE 423 (2001) pour la toxicité orale et aigüe (OCDE, 2001) ;
- OCDE 402 (1987), 404 (2002) et 405 (2002) pour les tests de toxicité cutanée aigüe et les indices d'irritation cutanée et oculaire (OCDE, 2007) ;

- OCDE 436 (2009) pour le test de toxicité aigüe par inhalation (OCDE, 2009).

RESULTATS

Etude de l'efficacité du produit répulsif d'oiseau à base d'Anthranilate de Methyl en riziculture

Effet du produit répulsif sur les pertes à la levée dues aux oiseaux

Les taux de levée du riz sous les 05 modes de protection contre les oiseaux sont significativement différents selon l'analyse statistique (Tableau 1). Les taux de levée les plus faibles sont enregistrés dans la parcelle non surveillée après le semis et celle où les semences de riz ont été traitées préalablement à l'Anthranilate de Methyl avant d'être semées. Les taux de levée dans ces parcelles, similaires au niveau statistique, sont respectivement de 10% et 17%. Ils sont 3 à 6 fois inférieurs à ceux obtenus dans les parcelles surveillées après le semis. En d'autres termes, le traitement des semences avec l'Anthranilate de Methyl est moins efficace voire inefficace contre les oiseaux par rapport à la surveillance humaine des parcelles du 1^{er} au 10^{ème} jour après le semis du riz (Tableau 1).

Effet du produit répulsif sur le pourcentage de grains vides dus aux oiseaux

Les pourcentages de grains vides dus aux oiseaux enregistrés dans les parcelles surveillées par l'homme (traitement 1 et traitement 2 = 0%) sont statistiquement les mêmes que celui affiché dans la parcelle traitée à la dose 2 (traitement 5 = 0,39%). Ce résultat indique que le produit (Anthranilate de Methyl), appliqué en pulvérisation à partir du stade laiteux des panicules du riz, a maintenu les oiseaux loin de la parcelle (Tableau 1).

Effet du produit répulsif sur le pourcentage de panicules attaquées par les oiseaux

L'analyse statistique n'a révélé de différence significative entre les pourcentages

de panicules attaquées dans les parcelles des traitements 1, 2 et 5. Les niveaux d'attaques dans ces parcelles sont les plus bas, avec des valeurs comprises entre 0% et 20%. Les traitements 1 et 2 étant ceux où la surveillance humaine a été assurée du stade laiteux à la maturité technologique des grains. Contrairement aux deux premiers traitements cités, dans le traitement 5, le riz a été protégé contre les oiseaux par le produit répulsif du stade laiteux à la maturité technologique des grains. L'action des oiseaux a été plus marquée dans les parcelles des traitements 3 (protégées exclusivement par le produit répulsif) et 4 (traitée avec le produit seulement au stade laiteux des grains). Les taux d'attaques dans ces parcelles se chiffrent à 25% et 50%. Le traitement 3 se révèle avec au moins 2 fois plus d'attaques d'oiseaux (Tableau 1).

Rendement en paddy

Au niveau statistique, une différence significative a été notée entre les traitements, relativement au rendement en paddy (Tableau 1). Les traitements 1 et 3 se distinguent des autres par de faibles rendements (0,177 t ha⁻¹ et 0,660 t ha⁻¹). Ces deux traitements (1 et 3) sont par ailleurs identiques au niveau statistique. Concernant le groupe des traitements 2, 4 et 5, les rendements affichés sont les plus élevés (1,115 t.ha⁻¹, à 1,212 t.ha⁻¹), représentant 1,8 à 6 fois ceux des traitements 1 et 3.

En considérant les parcelles surveillées après semis et traitées au produit répulsif au stade laiteux des grains (traitements 4 et 5), il ressort que les rendements acquis dans celles-ci sont au moins 6 fois supérieurs à celui enregistré dans la parcelle du traitement 1 (non surveillée après semis). Cette même performance est notée avec le traitement 2 (surveillance humaine après semis et du stade laiteux à la maturité technologique) (Tableau 1).

Tableau 1: Valeurs moyennes du rendement et de ses composantes sous différentes modalités de protection contre les oiseaux.

	Taux de levée plante (% plants)	% de grains vides dus aux oiseaux par panicule	% de Panicules attaquées par les oiseaux	RDT en paddy (kg.ha ⁻¹)
Traitement 1 (pas de surveillance après semis + surveillance dès le stade laiteux)	10,7 b	0,00 b	0 b	177 b
Traitement 2 (surveillance pendant 10 j après semis + surveillance dès le stade laiteux)	67,9 a	0,00 b	0 b	1212 a
Traitement 3 (semis après enrobage du produit + application du produit au stade laiteux)	17,9 b	7,96 a	50 a	660 b
Traitement 4 (surveillance pendant 10 j après semis + application du produit à la dose de 1,5 kg ha ⁻¹ au stade laiteux)	63,6 a	1,20 a	25 a	1115 a
Traitement 5 (surveillance pendant 10 j après semis + application du produit à la dose de 3 kg ha ⁻¹ au stade laiteux)	58,6 a	0,39 b	20 b	1194 a
MG	43,7	1,91	19	872
P	0,001	0,024	0,013	0,001
Effet	S	S	S	S
CV (%)	13,7	82,5	47,1	30,9

RDT = rendement ; MG = moyenne générale ; P = probabilité ; S = effet significatif du traitement ; CV = coefficient de variation.

Rapport de l'applicateur après pulvérisation du produit au champ

Selon l'applicateur, le produit répulsif provoque, éternuements (plus fréquents à la dose 2 du produit), envie de vomir et sensation de brûlure au visage.

Etude de la toxicité du produit répulsif d'oiseau à base du méthyl 2-anthranilate

Toxicité aigüe par voie orale

Les signes de toxicité de type apathie et somnolence ont été observés à partir de la dose 300 mgkg⁻¹. Ces signes sont plus marqués à la dose de 2000 mgkg⁻¹. Les coupes histologiques effectuées sur les organes prélevés ont montré, au niveau du tissu cardiaque, quelques foyers de nécrose de coagulation associés à une atrophie des fibres musculaires myocardiques. Les autres organes à savoir : le foie, les reins et les poumons sont restés sans particularités graves. Aucune mortalité n'a été enregistrée.

Selon le protocole OCDE 423 (2001), le produit répulsif peut être classé en catégorie 5 dans le système de classification globalement harmonisé et d'étiquetage des produits chimiques (SGH) avec une DL50, voie orale (rat) ≥ 5000 mgkg⁻¹.

Toxicité cutanée du produit répulsif

Les résultats obtenus sur les lapins albinos Néo-Zélandais ont porté sur la DL50 dermique, l'indice d'irritation cutanée primaire (IP) et l'irritation oculaire. La DL50 a été quantifiée à moins de 2000 mgkg⁻¹. Quant à l'IP, il a été estimé à 0,33 faisant du produit un non irritant cutané car inférieur 0,5 (seuil IP à partir duquel un produit est considéré irritant cutané). Concernant en fin l'irritation oculaire, le paramètre IOM a été de 14, conférant à l'Anthranilate de Methyl, une action faiblement irritante oculaire. En effet le produit a induit un léger larmolement et une tuméfaction des paupières après quatre (04) premières heures d'exposition des lapins. .

Toxicité par inhalation du produit répulsif

Les tests réalisés sur les rats ont révélé a) des signes cliniques d'intoxication aigüe caractérisés par des tremblements, b) des mortalités apparues après 30 minutes pour la dose de 5 mg/l/4h et c) une atteinte pulmonaire de type d'une pneumopathie alvéole-interstitielle et une souffrance rénale mises en évidence par les coupes histologiques. Sur la base de es information, le Système Général Harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH), classe l'Anthranilate de Methyl en catégorie 4 (nocif par inhalation) avec une CL50 (rat) compris entre 2,5 et 5 mg/l/4 h.

DISCUSSION

Les dégâts d'oiseaux sur le riz pluvial surviennent en particulier à deux périodes : dans les dix premiers jours après le semis et du stade laiteux à la maturité.

Les pertes notées dans la brève phase post-semis seraient essentiellement le fait des oiseaux granivores quand les oiseaux suceurs seraient plus impliqués dans la destruction pendant la période post-floraison-stade pâteux des grains. Les oiseaux granivores se manifestant encore après le stade pâteux. Ces espèces d'oiseaux sont connues en Côte d'Ivoire (Oudoukpé et Yaokokoré-Béibro, 2014 ; Oudoukpé et Yaokokoré-Béibro (2016). Par ailleurs, les pertes engendrées par les oiseaux peuvent atteindre 80% en l'absence de toute mesure de protection (Bouet et al., 2014). Oudoukpé et Yaokokoré-Béibro (2016) ont rapporté de leur étude réalisée à Grand-Bassam en Côte d'Ivoire, des niveaux de perte plus élevés qui ont atteint 100%.

Généralement, les riziculteurs en Côte d'Ivoire accordent plus d'importance aux dommages induits par les oiseaux à partir du stade laiteux des grains. Si cette attitude est compréhensible en riziculture irriguée où les plants sont repiqués à partir d'une pépinière, en riziculture pluviale, cela constituerait un

grand risque de perte à la récolte. En effet, les résultats de cette étude ont montré que les manques à la levée induits par les oiseaux en riziculture pluviale stricte impactent négativement le rendement. Ces manques peuvent causer des réductions de rendement de 45% à 85%. Aussi est-il nécessaire d'assurer une protection du champ contre les oiseaux granivores après le semis pendant au moins dix (10) jours. Cette disposition devient impérative si l'environnement cultural est sous une forte pression aviaire.

En définitive, deux périodes majeures doivent être considérées dans la lutte anti-aviaire en riziculture. Il s'agit, d'une part, de la période post-semis et d'autre part, les phases post-épiaison (stade laiteux, stade pâteux, stade graine). La protection contre les dégâts aviaires à travers une surveillance humaine s'est avérée plus efficace que l'utilisation de l'Anthranilate de Methyl dans la période post-semis. L'application de cette molécule n'a produit aucun effet sur les oiseaux, dix jours après le semis, comparativement à la parcelle non surveillée. A priori l'Anthranilate de Methyl n'est pas efficace dans la phase post-semis, précisément dans la quinzaine après le semis. Ce résultat vient confirmer certains travaux qui ont stigmatisé l'inefficacité des produits répulsifs odorants (Guy-Anne, 2016). Cependant, en s'appuyant sur sa capacité répulsive (odeur forte et désagréable), l'efficacité de l'Anthranilate de Methyl peut être renforcée si la modalité de son application est revue. En effet, en plus de la disposition méthodologique décrite plus haut (traitement des semences avec l'anthranilate de Methyl), la parcelle déjà semée pourrait être traitée par pulvérisation de l'Anthranilate de Methyl à dose de 1,5 kg ha⁻¹, soit 45 g du produit dilué dans 5 l d'eau pour 300 m². En outre, il peut être préconisé de traiter la périphérie du champ sur 1 m avec le répulsif à la même dose. Cela maintiendra les oiseaux éloignés

pendant un temps au moins égal à la durée de rémanence du produit (10 jours).

L'autre période du cycle cultural où les oiseaux commettent beaucoup de dégâts est celle qui part du stade laiteux à la maturité technologique (période post-épiaison). Pendant cette période, la surveillance humaine a montré son efficacité avec la réduction d'au moins 80% des pertes de rendement provoquées par les oiseaux. Ce résultat est pratiquement dans les standards de ceux acquis par Bouet et al. en 2014. Dans le cas de la présente étude et sur la base des rendements obtenus, il est apparu que la surveillance humaine a eu le même effet sur les oiseaux que la protection par pulvérisation du produit répulsif au stade laiteux. Ce résultat témoigne de l'efficacité de l'Anthranilate de Methyl en pulvérisation après l'épiaison. Cependant, les premières attaques d'oiseaux dans les parcelles traitées avec le produit au stade laiteux ont été observées dix (10) jours après application. IL peut être proposé par conséquent, deux (2) applications de l'Anthranilate de Methyl à intervalle de dix (10) jours afin de conférer une plus grande efficacité au produit répulsif. La dose du produit, à savoir 1,5 kg ha⁻¹ (soit 45 g du produit dilué dans 5 l d'eau pour 300 m²) devra être maintenue dans ces conditions. Ainsi, avec l'Anthranilate de Methyl, il sera possible de s'affranchir de la surveillance humaine au moins pendant la phase post-épiaison.

L'étude a montré par ailleurs que les paramètres d'appréciation des dégâts d'oiseaux ne sont pas toujours fiables. Le cas du « pourcentage de panicules attaquées » est illustratif. Sous ce paramètre, les niveaux d'attaques sont surestimés surtout quand les taux à la levée sont faibles. En effet, il suffit qu'un seul grain soit sucé par l'oiseau pour considérer toute la panicule attaquée. Ce biais est révélé par le rendement obtenu, qui peut être parmi les meilleurs bien que le

pourcentage de panicules attaqué soit relativement élevé. Le pourcentage de panicules attaquées n'est donc pas un indicateur fiable des dégâts d'oiseaux sauf si les taux à la levée sont identiques dans les traitements étudiés. Cela est vérifié avec les traitements 2, 4 et 5 où, l'ampleur des attaques de panicules varient en fonction du mode de protection anti-aviaire.

Les données recueillies de l'étude toxicologique et celles rapportées par l'applicateur indique que le traitement du champ avec l'Anthranilate de Methyl nécessite des précautions impératives aussi bien au niveau de l'applicateur que de l'environnement immédiat. Cela, bien que le produit soit classé parmi les molécules très peu ou pas toxiques (Troise et al., 2010 ; ONU, 2013). En effet, les tests au laboratoire ont montré que le répulsif à base de l'Anthranilate de Methyl peut être toxique par voie d'inhalation. Pour la voie cutanée, il n'y a pas de risque d'exposition au produit pour l'utilisateur. Le produit est classé en catégorie 5 (peut être nocif en cas de forte ingestion) par la voie orale avec un DL50 (rat) ≥ 5000 mg kg⁻¹ et en catégorie 4 (nocif par inhalation) par voie inhalation avec une CL50 (rat) comprise entre 2,5 et 5 mg/l/4h, selon le Système Général Harmonisé de Classification des produits Chimiques (ONU, 2013). Il est en outre, non irritant cutané mais faiblement irritant oculaire. En rappel, le produit testé est non mortel pour l'homme. Il est à base d'eau à libération (gaz) prolongée, contenant l'Anthranilate de Methyl qui est une substance biologique naturellement sécrétée par la vigne et d'autres espèces végétales, utilisée comme parfum additif dans l'alimentation. L'Anthranilate de Methyl est utilisée depuis longtemps comme répulsif des oiseaux (ANSES, 2014). Elle peut être aussi synthétisée artificiellement.

Pour l'applicateur, porter un masque à gaz aux normes et un vêtement de protection

approprié évitera des désagréments (éternuements, sensation de brûlure et odeur forte). Concernant l'environnement immédiat, éloigner la population, notamment les enfants à au moins 100 m du lieu d'application du produit ou éviter leur présence.

Conclusion

Le produit répulsif à base d'Anthranilate de Methyl a montré une certaine efficacité en riziculture pluviale stricte, notamment en application au stade laiteux des grains contre les oiseaux granivores et suceurs. Ce produit peut protéger aussi bien le riz contre les oiseaux que la surveillance humaine, s'il est appliqué deux fois après l'épiaison à une fréquence de 10 jours. Cependant, pour être plus efficace particulièrement après le semis, les dispositions méthodologiques préconisées (enrobage des semences et application post-semis du produit) doivent être observées. Par ailleurs, l'application de l'Anthranilate de Methyl, nécessitera des dispositions sécuritaires appropriées (vêtement de protection corporelle individuel, éloignement ou éviter la présence des proches et voisins immédiats).

Des études pourront être envisagées sur les grains de riz issus du champ traité avec le produit afin de conclure ou non sur les éventuels effets du produit sur la qualité organoleptique et la santé nutritionnelle.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AB a conçu le sujet et le protocole d'essai. L'analyse statistique des données a été faite sous sa supervision. Par ailleurs, il a élaboré le manuscrit aussi bien dans le fond que la forme. ABok a mis en place et assuré le suivi de l'essai. Il a, en outre, contribué à la collecte

des données au champ et à leur analyse statistique avec AB. GNEN a apporté des corrections scientifiques aussi bien dans la forme que le fond, à la lecture du manuscrit. BFML a contribué à l'amélioration de la qualité rédactionnelle du manuscrit. Il a, par ailleurs, participé significativement à la rédaction de la version anglaise du titre et du résumé du manuscrit. EKBC et EC ont facilité l'acquisition et la réalisation de l'étude toxicologique, du produit répulsif (Anthranilate de Methyl). JKZ a apporté son expertise scientifique dans la conduite des travaux au champ.

REFERENCES

- AB (Agriculture Biologique). 2008 : Protégez vos Cultures contre les dégâts des Oiseaux ravageurs. Une Nouvelle Génération d'épouvantails. Agriculture Biologique (AB) des pays de la Loire, janvier 2008.
- ANSES. 2014. NOTE d'appui scientifique et technique de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux traitements et à la gestion des engrais et amendements organiques contenant des protéines animales transformées (catégorie 3) ou/et des farines de viande et d'os (catégorie 2). Appui scientifique et technique de l'Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation de l'Environnement et du travail (ANSES), Demande n° « 2012-SA-0251 », Maisons-Alford, France, le 29 avril 2014, 16 p.
- BIRD-X. 2014. Catalog. BIRD-X 50 years (1964-2014). Pest control for today's environment. : <http://pdf.directindustry.com/pdf/bird-x/bird-x-product-catalog/182277-674050.html>. Consulté le 28 décembre 2017.
- Bouet A, Boka A, Kouassi N. 2014. Impact de la surveillance humaine sur les dégâts d'oiseaux en riziculture pluviale. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(5): 2314-2319.
- Carrier A. 2000. Les mesures de lutte contre les oiseaux. <http://www.agrireseau.qc.ca/petitsfruits/Documents/oiseaux.PDF>
- Clergeau P. 2000. Le contrôle des oiseaux ravageurs des cultures : de la destruction à la gestion. *Journal of Mountain Ecology*, **5**, 219-227. prodinra.inra.fr/?locale=en#!ConsultNotice:59741
- Guy-Anne. 2016. Stratégies pour diminuer les impacts des oiseaux et des animaux déprédateurs sur les cultures, Communication le 26 février 2016, Rivière-du-Loup, Quebec, Canada. <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/.../Mauricie/Strategiepourdiminuerlesimpactsdesoiseau...>
- König C. 2013. Les dégâts des oiseaux sur les céréales : le mange-mil. *Futura Planète*. www.futura-sciences.com/planete/dossiers/botanique-ravageurs-menace-nos-cereales-1658/page/10/
- Manikowski S, N'diaye A, Treca B. 1991. Appui à la lutte anti aviaire. Manuel de protection des cultures contre les dégâts d'oiseaux. Projet TCP/SEN/005, FAO, 132p. https://www.researchgate.net/.../Manikowski3/...Manuel_de_protection_des_cultures_c..._ou
- OCDE. 2001. Acute Oral Toxicity – Acute Toxic Class Method. OECD guideline for testing of chemicals, OECD/OCDE 423 adopted 17th December 2001, 14 p.
- OCDE. 2007. Lignes directrices de l'OCDE pour les essais de produits chimiques. Aperçu des lignes directrices actuellement disponibles. Version du 9 août 2007. DOI: <https://shareslide.org/Slides>.
- OCDE. 2009. Acute inhalation Toxicity – Acute Toxic Class Method. OECD guideline for testing of chemicals,

- OECD/OCDE 423 adopted 7th
September 2009, 27 p.
DOI:https://ntp.niehs.nih.gov/iccvm/su_ppdocs/.../oecd/oecd_gl423.pdf.
- Odoukpé KSG, Yaokokoré-Béibro KH, Kouadio PK, Konan ME. 2014. Dynamique du peuplement des Oiseaux d'une riziculture et ses environs dans la zone humide d'importance internationale de Grand-Bassam. *Journal of Applied Biosciences* 79: 6909-6925
- Odoukpé KSG, Yaokokoré-Béibro KH. 2016. Evaluation des dégâts causés aux rizières par les oiseaux de la zone humide de Grand-Bassam (côte d'ivoire). *Agronomie Africaine*, 28(3): 42-52.
- ONU. 2013. *Système Général Harmonisé de Classification et d'Étiquetage des Produits Chimiques (SGH)* (5^{ième} édn). Nations Unies (ONU) : New York et Genève ; 573.
- Troise A, Duffort G, Tissot S. 2010. Evolution du système de classification, d'étiquetage et d'emballage des substances chimiques et des mélanges pour les dangers sur la santé : comparaison de la directive n°67/548/CEE avec le règlement n°1272/2008/CEE. Rapport d'étude 21/07/2010 N° -DRC-10-109988-01384C, Union Européenne, 158 p.
- Villeneuve C. 2013. La problématique des oiseaux en horticulture, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ- Montérégie Ouest, Quebec.