

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

***DATURA STRAMONIUM* DANS LE MAÏS : ENJEUX SANITAIRES ET COMPLEXITE DE GESTION**

B. ORLANDO⁽¹⁾, A. CARRERA⁽²⁾, V. BIBARD⁽³⁾ et B. MELEARD⁽¹⁾

⁽¹⁾ ARVALIS - Institut du végétal- Station Expérimentale- 91720 BOIGNEVILLE

⁽²⁾ ARVALIS - Institut du végétal- Cité Mondiale- 6 Parvis des Chartrons - 33075 BORDEAUX

⁽³⁾ ARVALIS - Institut du végétal- 21 chemin de Pau- 64121 MONTARDON

RÉSUMÉ

La présence de *Datura stramonium* dans les maïs a le double impact négatif de dégrader la qualité sanitaire et de réduire le rendement des cultures en concurrençant les plants de maïs par son développement végétatif luxuriant et concurrentiel. Toute la plante est susceptible de contenir des alcaloïdes tropaniques, particulièrement toxiques pour l'Homme et l'animal. Cette étude a démontré que les récoltes de maïs français peuvent contenir des contaminations en alcaloïdes tropaniques à des teneurs pouvant excéder les valeurs du projet UE de teneur maximale réglementaire en alimentation humaine. L'évolution des pratiques agricoles notamment pour répondre aux enjeux réglementaires rend la gestion de cette adventice complexe que ce soit dans la culture (persistance des programmes de désherbage, gestion des bords de champ) ou dans l'interculture (réglementations liées aux couverts végétaux, avenir du glyphosate). Le cas du datura devrait inciter le législateur à raisonner avec une approche plus transversale des problématiques de type bénéfices/risques pour pouvoir proposer aux producteurs des outils de gestion efficaces. Conscient que l'accès aux marchés est conditionné en premier lieu par le respect des exigences sanitaires, le producteur pourrait dans certaines situations se voir contraint à l'abandon de la culture en absence de solutions fiables pour garantir le respect des seuils UE à venir.

Mots-clés : *datura stramonium*, alcaloïdes tropaniques, enjeux sanitaires, contraintes réglementaires, gestion du désherbage

ABSTRACT

***DATURA STRAMONIUM* IN CORN: SANITARY ISSUES AND MANAGEMENT COMPLEXITY**

Datura stramonium in maize has the double negative impact of degrading food safety and reducing crop yield. The full plant is likely to contain tropane alkaloids, particularly toxic to humans and animals. This study has shown that French maize can be contaminated with tropane alkaloids at levels that may exceed the possible future UE maximum levels for human consumption. The evolution of agricultural practices, in particular to meet the regulatory challenges, makes the management of this weed complex either in culture (persistence of weeding programs, management of the edges of the field) or in interculture (regulations related to plant cover, future of glyphosate). The case of the datura must encourage the legislator to reason with a more transversal approach of the problems, benefits versus risks in order to be able to propose to the growers effective management tools. Conscious that access to markets is first conditioned by compliance with health requirements, the producer could in certain situations be forced to abandon the crop in the absence of reliable solutions to ensure compliance with the future EU thresholds.

Keywords: *datura stramonium*, tropane alkaloids, health issues, regulatory constraints, weed management

INTRODUCTION

DATURA STRAMONIUM, UNE PLANTE PRESENTE SUR LA MAJEURE PARTIE DU TERRITOIRE

Le datura est une dicotylédone de la famille des solanacées qui semble avoir été introduit sur le territoire français au XVI^{ème} siècle mais son origine reste indéterminée. Du XVI^{ème} au XVIII^{ème} siècle, des bandits de grands chemins ont utilisé les graines de datura pour neutraliser leurs victimes. Appelés les « Endormeurs », ils droguaient leurs victimes en leur faisant ingérer ou fumer des mixtures additionnées de fragments de *Datura stramonium* (Anonyme, 1845). Les premières mentions en France dans le milieu naturel datent de 1785, dans le département du Rhône (SIFlore, 2019). C'est une espèce annuelle estivale que l'on trouve aujourd'hui dans presque toute la France, jusqu'en Picardie et Nord Pas-de-Calais, (bords de routes, friches, cultures), avec un développement préférentiel dans le Sud puisqu'il apprécie les températures chaudes. Son développement végétatif luxuriant le rend concurrentiel des cultures estivales, notamment maïs, tournesol, soja, sorgho, sarrasin et productions maraîchères.

UNE PLANTE PARTICULIEREMENT TOXIQUE

Le datura est une plante particulièrement toxique. Toutes ses parties (fleur, feuille, graines, sève) contiennent d'importantes teneurs en alcaloïdes tropaniques (Chollet *et al.* 2010). Les principaux alcaloïdes retrouvés sont l'atropine et la scopolamine. Ces alcaloïdes sont des antagonistes de l'acétylcholine, un neurotransmetteur qui joue entre autres un rôle dans l'activité musculaire et les fonctions végétatives (respiration, battements du cœur, salivation, etc.). En cas d'ingestion de datura, on observe une augmentation du diamètre de la pupille (mydriase), mais également hallucinations, troubles cardiaques (tachycardie jusqu'à arrêt cardiaque), confusion mentale. Le datura est inscrit à la pharmacopée française puisque ces molécules sont aussi utilisées comme médicaments mais en cas de besoin, avec des dosages et uniquement sur prescription médicale ; mais des fragments de daturas sont aussi consommés par les toxicomanes pour leurs propriétés hallucinogènes.

L'EFSA a établi une dose de référence aiguë de groupe (ARfD) de 0,016 µg/kg de poids corporel pour la somme atropine + scopolamine (EFSA, 2013). Cela correspond à la quantité qui peut être ingérée par le consommateur pendant une courte période (au cours d'un repas ou d'une journée), sans effet pour sa santé. A titre de comparaison de la dose sans effet nocif observable (Noel), les alcaloïdes tropaniques sont 500 fois plus toxiques que le déoxynivalénol, toxine de *Fusarium* actuellement réglementée et couramment rencontrée dans les céréales françaises.

Chaque année, plusieurs dizaines de cas d'intoxication au datura sont recensés (CCTV, 2010), généralement sans conséquence grave, les complications les plus importantes survenant lors de l'ingestion volontaire de datura. Les cas recensés d'intoxication accidentelle mentionnent aussi l'ingestion par les enfants de graines issues du fruit de datura, une capsule épineuse assez esthétique et parfois présente dans les bouquets secs (Chollet *et al.* 2010).

Goullé *et al.* (2004) rapporte une dose toxique chez l'enfant de 2 à 5 g de graines (0,1 mg/kg de scopolamine) et une dose létale chez l'adulte de 10 à 12 g de graines (> 2 à 4 mg de scopolamine).

UNE REGLEMENTATION QUI EVOLUE

Deux réglementations européennes ont actuellement cours. La première réglemente à 1g/kg la quantité de graines de datura maximale dans les productions destinées à l'alimentation animale (Directive UE 2002/32). La seconde réglementation (UE) 2016/239 est entrée en vigueur en 2016 et fixe une teneur maximale de 1µg/kg pour chacun des deux alcaloïdes tropaniques dans les aliments à base de céréales pour nourrissons et enfants en bas âge contenant du millet, du sorgho, du sarrasin ou des produits qui en sont dérivés. En date d'écriture de cet article (septembre 2019), des discussions sont en cours pour étendre cette réglementation au grain et aux autres produits de

transformation, ainsi que pour élargir cette réglementation au maïs et ses produits dérivés. Le seuil actuellement proposé sur maïs grain est de 15µg/kg pour la somme des 2 alcaloïdes (version de juin 2019).

Cette plante pose donc problème à deux niveaux :

- elle est fortement compétitive par rapport à la culture en place vis à vis de la lumière, l'eau et les éléments nutritifs,
- elle dégrade la qualité sanitaire des récoltes par la production d'alcaloïdes tropaniques (atropine et scopolamine) qui contaminent ensuite les productions, pouvant entraîner des conséquences importantes au regard de la santé publique.

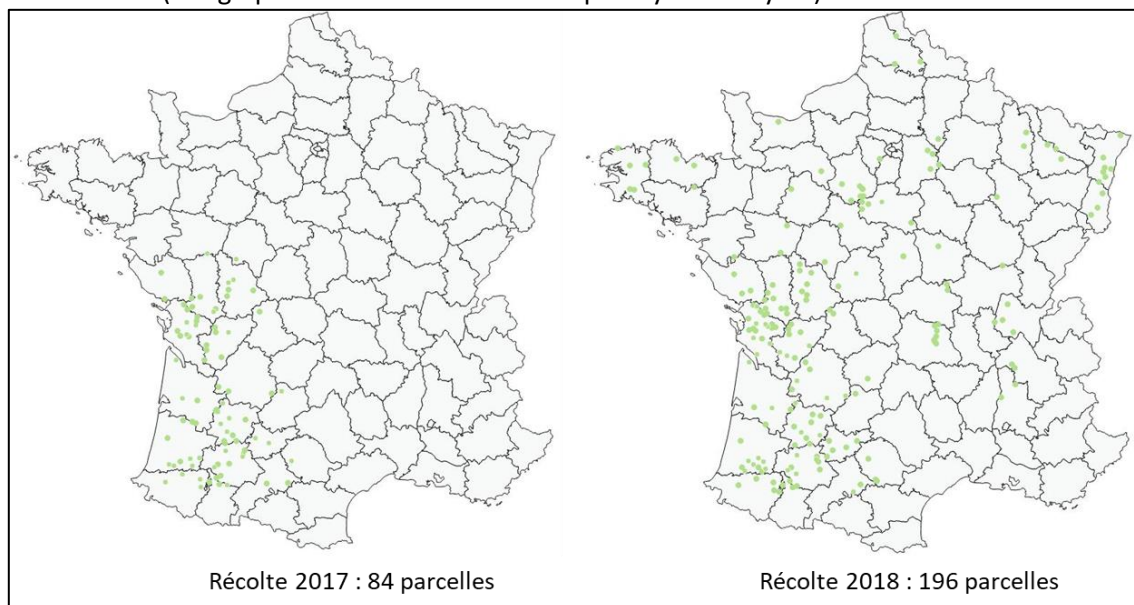
Dans ce contexte, ARVALIS a étudié l'occurrence des graines de datura et des alcaloïdes associés dans des parcelles de maïs grain. D'abord localisé dans le grand Sud-Ouest de la France en 2017, ce réseau a ensuite été étendu aux autres bassins de production de maïs grain en 2018. Les résultats de cette étude sont enrichis d'une réflexion sur la complexité de gestion de cette mauvaise herbe.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

DISPOSITIF ETUDIE

Un total de 280 parcelles de maïs grain a été étudié (Figure 1) par ARVALIS - Institut du végétal en collaboration avec différents partenaires de la filière.

Figure 1 : Localisation géographique des parcelles étudiées par année de récolte
(Geographic distribution of field samples by harvest year)



PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS, MESURE DU DATURA ET DES ALCALOÏDES TROPANIQUES

Pour chaque parcelle, un échantillon de 4.5 kg de grains a été constitué à la récolte. Cet échantillon est composé de 3 sous-échantillons de 1.5kg minimum chacun, prélevés à la vidange de la moissonneuse batteuse puis rassemblés à réception. Cet échantillon a été homogénéisé puis divisé afin de constituer un sous-échantillon de 1kg pour analyse :

- les graines de datura ont été isolées par méthode visuelle sur l'ensemble de l'échantillon afin de déterminer :
 - o la teneur en graines de datura (g/kg)
 - o le nombre de graines de datura (nb/kg)

- les graines isolées ont ensuite été réintroduites dans l'échantillon de grain. L'échantillon reconstitué a été broyé en intégralité pour analyse des alcaloïdes par chromatographie liquide, détection couplée masse-masse (LC-MSMS) :
 - o teneur en atropine ($\mu\text{g/kg}$)
 - o teneur en scopolamine ($\mu\text{g/kg}$)

Sur la récolte 2017, l'ensemble des 84 échantillons a fait l'objet d'une analyse d'alcaloïdes tropaniques. En 2018, compte tenu de la plus faible proportion d'échantillons contenant des graines de datura (8% soit 15 échantillons sur 196) la stratégie d'analyse des alcaloïdes tropaniques a été adaptée et réalisée sur :

- l'ensemble des 15 échantillons contenant des graines de datura
- les 60 échantillons ne contenant pas de graine de datura, mais dont le département d'origine fait partie des départements dans lesquels des graines de datura ont été quantifiées
- les 121 autres échantillons exempts de graine de datura ont été considérés comme « non détecté » pour les alcaloïdes tropaniques.

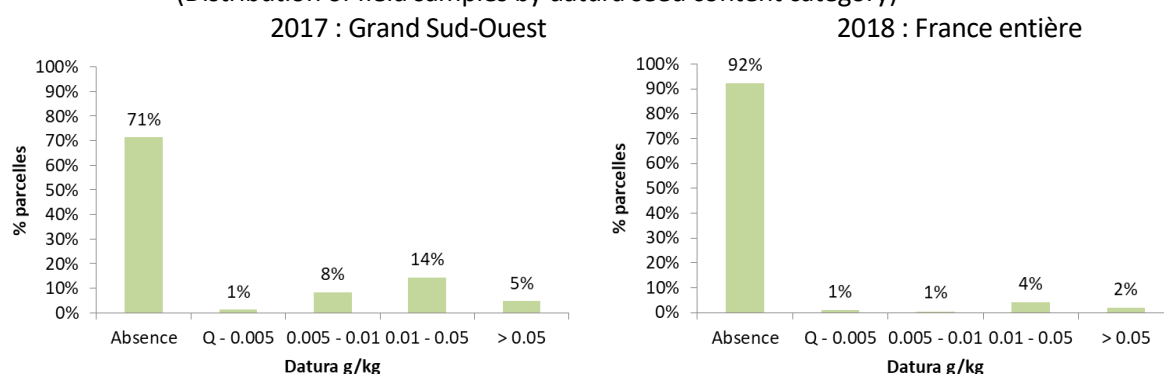
Les analyses telles que décrites sont donc le reflet de l'état sanitaire à la récolte « sortie de champ ». Elles n'intègrent donc pas le travail de nettoyage des organismes de collecte réalisé avant commercialisation et ne sont pas le reflet de la collecte française mise sur le marché en vue d'une première transformation.

RÉSULTATS

OCCURRENCE DES GRAINES DE DATURA

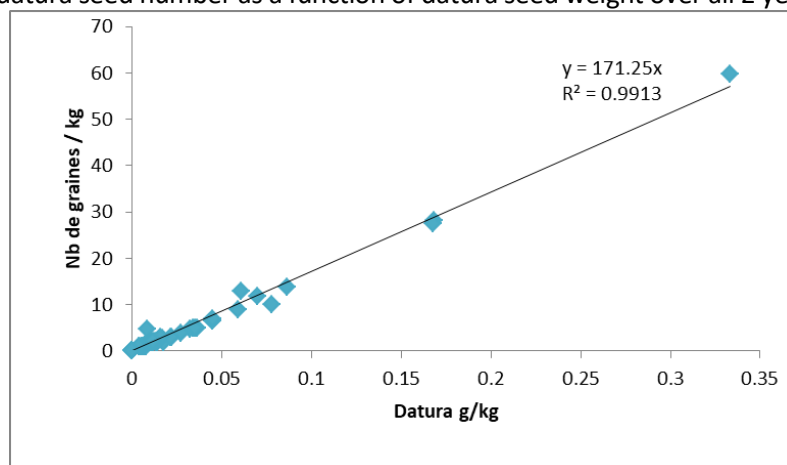
La teneur en graines de datura des parcelles par année de récolte est décrite Figure 2. En 2017 dans le Grand Sud-Ouest, 29% des parcelles contenaient des graines de datura. En 2018, sur ce même périmètre géographique, ce sont 11% des parcelles qui contenaient des graines de datura. Sur l'ensemble du territoire, ce sont 8% des parcelles qui contenaient des graines de datura en 2018. La récolte 2018 a donc été 3 fois moins contaminée en fréquence que la récolte 2017. Cela pourrait s'expliquer par un printemps 2018 avec une pluviométrie particulièrement élevée et des semis plus tardifs qui ont réduit la présence de datura et homogénéisé leurs levées conduisant à une meilleure efficacité du contrôle par les programmes de désherbage.

Figure 2 : Distribution des parcelles étudiées par classe de teneur en graines de datura
(Distribution of field samples by datura seed content category)



La corrélation entre la masse de graines de datura (g/kg) et le nombre de graines de datura dans l'échantillon est excellente, avec un R^2 de 0.99 (Figure 3).

Figure 3 : Relation entre nombre et masse de graines de datura sur l'ensemble des 2 années étudiées
(datura seed number as a function of datura seed weight over all 2 years studied)



A partir des résultats des échantillons contaminés en datura, (24 échantillons en 2017 et 15 en 2018), on calcule la masse moyenne d'une graine de datura :

- 0.0063g [0.0018-0.0095] sur la base des données collectées récolte 2017

- 0.0062g [0.0040-0.0077] sur la base des données collectées récolte 2018

Sur l'ensemble des 2 campagnes la masse d'une graine de datura est en moyenne de 0.0063g [0.0018-0.0095].

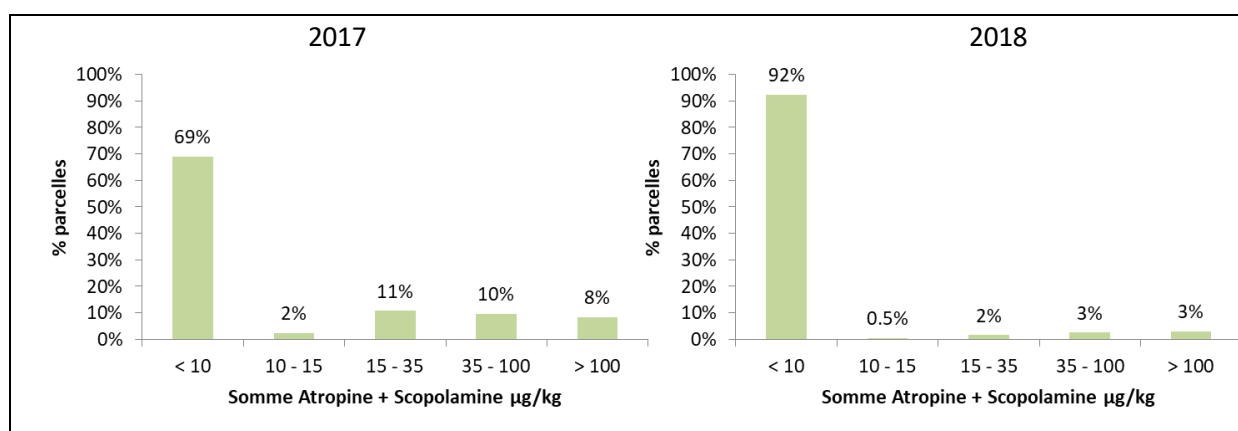
OCCURRENCE DES ALCALOÏDES TROPANIQUES

La teneur en alcaloïdes tropaniques des parcelles par année de récolte est décrite Figure 4. Les résultats sont présentés en concordance avec le projet de réglementation, à savoir sur la somme des teneurs en atropine et en scopolamine. La majorité des échantillons possède une teneur en alcaloïdes inférieure à $10\mu\text{g/kg}$. Cependant, on observe en 2017 que 29% des parcelles enquêtées dans le Grand Sud-Ouest dépassent le projet de teneur maximale réglementaire de $15\mu\text{g/kg}$ sur maïs grain. En 2018 sur l'ensemble du territoire, ce sont 7% des échantillons qui dépassent $15\mu\text{g/kg}$. Rappelons que les analyses sont réalisées sur des échantillons « sortie de champ » et constituent un observatoire « récolte » ; ils ne sont pas le reflet de la collecte française mise sur le marché.

Il existe une **bonne corrélation entre la teneur en atropine et la teneur en scopolamine** des échantillons, avec un R^2 de 0.87.

Le **ratio moyen Atropine / [Atropine+scopolamine] est de 76%** sur l'ensemble des 2 campagnes.

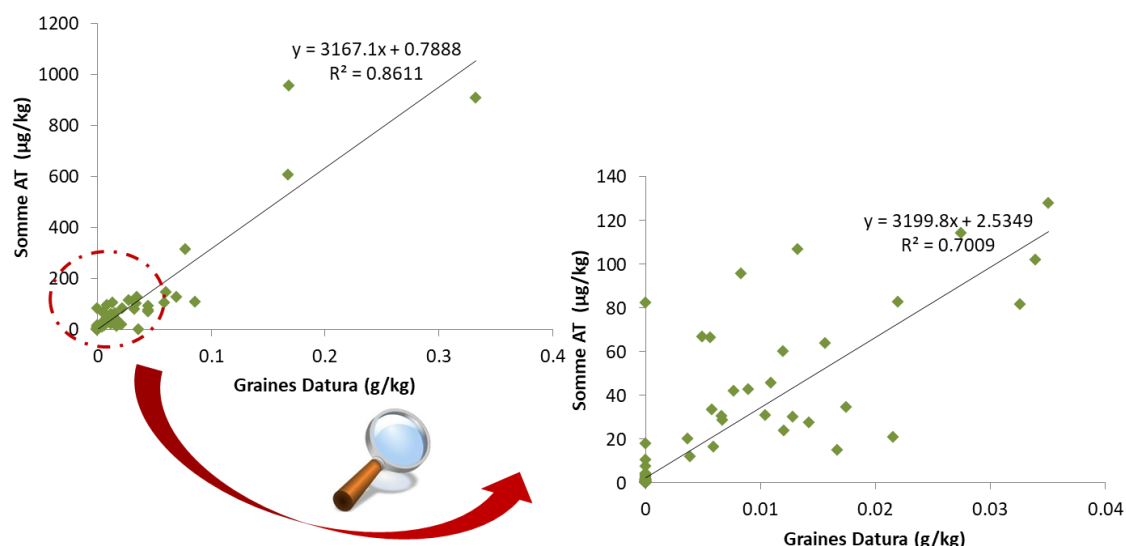
Figure 4 : Distribution des parcelles étudiées par classe de teneur en alcaloïdes tropaniques :
Grand Sud-ouest en 2017 et France entière en 2018
(Distribution of field samples by datura seed tropane alkaloids category)



La corrélation entre la teneur en graines de datura (g/kg) et la teneur en alcaloïdes tropaniques dans l'échantillon est bonne, avec un R^2 de 0.86 (Figure 5).

Toutefois, si l'on fait un focus sur les échantillons plus faiblement contaminés, avec des teneurs en graines de datura inférieures à 0.04g/kg, cette corrélation est plus médiocre, avec un R^2 de 0.70. En effet, dans les échantillons faiblement contaminés en graines de datura, la présence additionnelle d'alcaloïdes tropaniques provenant des autres parties de la plante (jus, feuilles...) peut apporter une part d'alcaloïdes tropaniques relativement plus importante pouvant expliquer la corrélation plus faible avec les teneurs en graines de datura.

Figure 5 : Teneur alcaloïdes tropaniques (AT) en fonction de la teneur en graines de datura sur l'ensemble des 2 années étudiées et focus sur les faibles contaminations
(Tropane alkaloid content according to datura seed content over all 2 years studied)



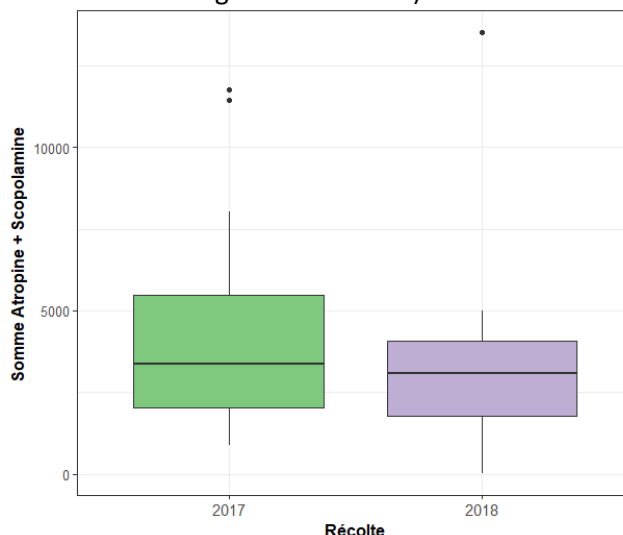
ALCALOÏDES TROPANQUES CONTENUS DANS 1 G DE GRAINES DE DATURA

A partir des résultats des échantillons contaminés en datura, (24 échantillons en 2017 et 15 en 2018), la quantité d'alcaloïdes tropaniques contenus **dans 1 g de graines de datura** est calculée :

- 4862µg d'alcaloïdes tropaniques sur la base des données collectées récolte 2017, soit 0.48%

- 3824µg d’alcaloïdes tropaniques sur la base des données collectées récolte 2018, soit 0.38%
Les deux années ne sont statistiquement pas différentes (Figure 6) ; il est possible de définir une moyenne pluriannuelle de **4443µg**.

Figure 6 : Teneur en alcaloïdes tropaniques contenues dans 1 g de graines de datura
(Tropane alkaloid content in 1g of datura seeds)



Dans notre étude, nous avons également déterminé qu’une graine de datura pèse en moyenne 6.2mg **donc en moyenne 1 graine contient 28µg d’alcaloïdes tropaniques avec un ratio d’atropine de 76% :**

- **21µg d’Atropine**
- **7 µg de Scopolamine**

Dans le cas d’une possible réglementation fixant une teneur maximale d’alcaloïdes tropaniques à 15µg/kg pour le maïs grain destiné à l’alimentation humaine, cela revient à quantifier 1 graine de datura dans un échantillon de 2kg de grains de maïs.

QUANTIFICATION D’ALCALOÏDES TROPANQUES EN ABSENCE DE GRAINES DE DATURA

Sur l’ensemble des 2 années d’étude, 120 échantillons exempts de graine de Datura ont fait l’objet d’analyses d’alcaloïdes tropaniques. Dans ces échantillons, 30 (25%) contenaient des alcaloïdes tropaniques majoritairement sous formes de traces inférieures à la limite de détection ; pour 10 de ces échantillons (12%) les valeurs observées étaient supérieures à la limite de détection pour au moins 1 alcaloïde. La distribution des teneurs observées est récapitulée dans le Tableau I : 97.5% des teneurs en alcaloïdes sont inférieures à 10µg/kg, mais il est possible de constater ponctuellement des teneurs élevées en alcaloïdes, pouvant atteindre 82µg/kg en l’absence de graine de datura.

Tableau I : Distribution des parcelles exemptes de graine de datura par classe de teneur en alcaloïdes tropaniques
(Distribution of field samples without datura seeds by tropane alkaloid content category)

Alcaloïdes tropaniques (µg/kg)	% échantillons	Nb échantillons
< 10	97.50%	117
≥10 et <15	0.83%	1
≥15 et <35	0.83%	1
≥ 35	0.83%	1

DISCUSSION

DATURA ET ENJEUX SANITAIRES

L'EFSA a établi une dose de référence aiguë de groupe (ARfD) de 0,016 µg/kg de poids corporel pour la somme atropine + scopolamine (EFSA, 2013). Pour un adulte de 70kg, cela correspond à 1.12µg d'alcaloïdes. L'ingestion d'une seule graine de datura entraîne donc une ingestion d'alcaloïdes tropaniques 25 fois supérieure à la quantité maximale qui peut être ingérée par le consommateur sans effet toxique immédiat. En d'autres termes l'ingestion d'une seule graine peut suffire à produire des effets toxiques sur les consommateurs, notamment les plus sensibles.

En 2017 dans le Grand Sud-Ouest, 29% des parcelles enquêtées ont dépassé le projet de teneur maximale réglementaire de 15µg/kg sur maïs grain. En 2018 sur l'ensemble du territoire, ce sont 7% des échantillons qui dépassent 15µg/kg. Ces analyses sont réalisées sur des échantillons « sortie de champ » et constituent un observatoire « récolte ». Le nettoyage des grains avant mise sur le marché est une étape efficace pour éliminer les graines de datura : ces graines ayant des morphologies bien distinctes de celles du maïs, un nettoyeur séparateur équipé des grilles usuelles est efficace pour une élimination totale des graines adventices moyennant une certaine perte de volume. En France, 80% du maïs est nettoyé avant commercialisation (Le Bras, 2006). Aucun essai analytique n'a été réalisé sur maïs grain, mais des travaux conduits sur tournesol par Terres Inovia en 2010 indiquent ainsi qu'avec une grille de 3,5mm, 100% des graines de datura peuvent être éliminées en générant 1,4% de perte de graines de la culture d'intérêt (Dauguet, 2010). Ce nettoyage a donc un coût économique élevé pour la filière (temps de triage, équipements) et peut rencontrer des difficultés de mise en œuvre à grande échelle pendant les pointes de collecte. L'efficacité de la mise en œuvre doit aussi être évaluée sur d'autres espèces avec des graines plus petites et moins différenciables.

Bien que la totalité des graines de datura puisse être éliminée par une opération de tri soigneux, des contaminations en alcaloïdes peuvent subsister dans les lots après tri : 2% des parcelles peuvent encore excéder le projet de teneur maximale réglementaire de 15µg/kg du fait de la présence d'autres types de contaminants (fragments ou jus de plante).

Le nettoyage des grains est un levier curatif certes très efficace pour diminuer les niveaux de contaminations en alcaloïdes tropaniques, mais il ne suffit pas à obtenir les 100% indemnes. Les efforts doivent avant tout porter sur la prévention au champ avec le contrôle de la plante.

GESTION AGRONOMIQUE COMPLEXE

Le datura s'adapte à tous les types de sols et germe en été à une profondeur de plus de 10cm. Sachant que les graines de datura peuvent survivre plus de 80 ans dans le sol, il est nécessaire de mettre en œuvre tous les moyens disponibles pour réduire leur présence dans les parcelles.

Le datura a un cycle de développement très court avec une montée à graines rapide. En premier lieu, il ne faut donc surtout pas laisser les daturas monter à graines pendant l'interculture, ce qui aurait pour conséquence d'augmenter le salissement de la parcelle pour une longue durée. Cela implique de lutter contre le développement du datura pendant l'interculture que ce soit par la voie mécanique ou la voie chimique. La mise en place de couverts végétaux, parfois imposée par la réglementation n'est pas toujours compatible avec une bonne gestion des daturas, le datura étant très concurrentiel lors de l'implantation du couvert.

En cours de culture, le seul levier curatif pertinent, à ce jour, est l'utilisation d'herbicides : de nombreux herbicides sont efficaces mais les levées échelonnées du datura compliquent le contrôle des levées tardives. Dans une culture comme le maïs, par exemple, il faut prévoir une base en

prélevée avec des produits racinaires puis une à deux applications en post-levée d'associations d'herbicides racinaires et foliaires, à positionner sur de jeunes daturas (2 à 4 feuilles maximum) aux stades « 2-4 feuilles » puis « 8-9 feuilles » de la culture du maïs.

Les autres moyens de maîtrise passeront par la prévention : Il convient de surveiller attentivement les parcelles autant que leurs abords, et d'arracher manuellement les pieds puis de les sortir de l'environnement (ne pas oublier de porter des gants pour toute manipulation de plantes de datura). Il s'avèrera judicieux également de broyer les passages d'enrouleurs avant la montée à graines des daturas. Les moyens de désherbage mécanique certes utilisables restent globalement moins performants pour le contrôle de cette plante en raison des levées échelonnées, du contrôle complexe sur le rang et surtout de l'exigence d'une absence qui doit tendre vers 100%.

A la récolte, il est conseillé de débiter par les parcelles les moins infestées et en veillant tout particulièrement à bien nettoyer le matériel de récolte entre les chantiers.

Au-delà de la gestion des daturas dans les maïs, d'autres pratiques peuvent favoriser sa dissémination dans l'environnement. Ainsi, l'ANSES a mentionné que 30 à 50 % des lots de graines de tournesol et de mélanges de graines à destination des oiselleries sont contaminés par du datura (ANSES, 2016). Ce sont autant de sources de dispersion récurrente et à longue distance dans l'environnement. Les mélanges pour jachère faune sauvage seraient aussi des sources de différentes contaminations botaniques (X. Reboud, 2019).

Par ailleurs, malgré le risque majeur d'intoxication qu'elles représentent, différentes espèces et variétés de datura sont toujours proposées en jardinerie comme plante ornementale. (Chollet *et al.*, 2010 ; X. Reboud, 2019).

CONCLUSION

Cette étude a démontré que les maïs français peuvent être contaminés par les alcaloïdes tropaniques contenus dans le datura, à des quantités pouvant excéder le projet de teneurs maximales réglementaires de 15µg/kg pour la somme atropine + scopolamine. Post récolte, le nettoyage des lots est un levier curatif efficace pour éliminer les graines de datura mais des contaminations en alcaloïdes tropaniques peuvent subsister via les jus et fragments de plante.

Au champ, le seul levier curatif vraiment efficace passe par le désherbage avec herbicide faute d'une efficacité suffisante du contrôle mécanique mais l'efficacité du désherbage avec herbicides restera toujours limitée en l'absence de gestion préventive (prophylaxie). L'évolution des pratiques agricoles, notamment pour répondre aux multiples enjeux réglementaires et sociétaux, doit attirer l'attention sur la nécessité pour les législateurs d'envisager une approche transversale de cette problématique, avec, dans ce cas particulier, une logique qui doit considérer le ratio bénéfices /risques (Orlando, 2017) afin de proposer aux producteurs des outils de gestion efficaces. Dans le cas du datura, la difficulté de gestion des bords de champ et des couverts végétaux contaminés en est une illustration. Conscient que l'accès aux marchés est conditionné par le respect des exigences sanitaires, le producteur pourrait dans certains cas se voir contraint à l'abandon de la culture exposée dans certaines situations en absence de solutions satisfaisante pour garantir le respect des seuils réglementaires. Il est à craindre que cette situation extrême puisse devenir la tendance dans certains systèmes d'agriculture biologique avec retour trop fréquent de cultures de printemps et faute de disposer d'assez de temps pour arracher tous les plants présents dans un champ.

REMERCIEMENTS

Cette étude a reçu, pour la récolte 2017, le soutien financier de la Région Nouvelle Aquitaine dans le cadre du projet DEDUNA. Pour la récolte 2018, les travaux ont reçu le soutien financier de la filière Intercéréales. Les auteurs remercient l'Association Charte Qualité Maïs Classe A pour son implication dans cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

Anonyme, 1845. Histoire dramatique des brigands célèbres sur mer et sur terre : Truands, Tueur, Bohémiens, Chauffeurs, Etouffeurs, Endormeurs, Empoisonneurs. B. Renault, 304p.

ANSES., 2016. Avis relatif à l'analyse des Plans de Surveillance et de Contrôle sur les substances indésirables en alimentation animale. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ALAN2015SA0076.pdf>

ARVALIS Institut du végétal – AGPM maiz'Europ', 2019. Plaquette Gérer le datura dans les maïs.

Chollet S., Papet Y., Mura P. et Brunet B., 2010 - Détermination des teneurs en atropine et scopolamine de différentes espèces sauvages et ornementales du genre *Datura*. *Annales de toxicologie analytique*, 22, 4, 173-179. DOI: <https://doi.org/10.1051/ata/2010028>

Comité de Coordination de Toxicovigilance, 2010 - *Datura stramonium* : potentiel d'abus et de dépendance - Mise à jour des données des CEIP-A et des CAPTV. [http://www.centres-antipoison.net/CCTV/Rapport CCTV Datura Stramonium V6 2010.pdf](http://www.centres-antipoison.net/CCTV/Rapport_CCTV_Datura_Stramonium_V6_2010.pdf)

Dauguet S., 2010 - Contamination des récoltes de tournesol : Les graines de *Datura* s'éliminent par nettoyage. *Perspectives Agricoles*, 363, 10-11.

European Food Safety Authority., 2013. Scientific Opinion on Tropane alkaloids in food and feed. EFSA Journal, 11, 10-3386. doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3802

Goullé J.P., Pépin G., Dumestre Toulet V., Lacroix C., 2004 - Botanique, chimie et toxicologie des solanacées hallucinogènes. *Annales de Toxicologie Analytique*, 16, 1, 22-35. <https://doi.org/10.1051/ata/2004023>

Le Bras A., Niquet G., 2006 - Le nettoyage des grains devrait prendre du poids. *Perspectives Agricoles*, 327, 22-24.

Orlando B., Jacquin D., 2017 - Risques liés aux adventices et à la résurgence de maladies anciennes. *Académie d'Agriculture de France, Contaminants végétaux naturels : sécurité alimentaire et gestion du risque, Séance du 22 mars 2017*.

Reboud X., 2019 - Pourquoi et comment le datura contamine-t-il les denrées alimentaires ? Site Internet consulté le 12 juin 2019. <https://www6.dijon.inra.fr/umragroecologie/Page-d-accueil/Actualites/Pourquoi-et-comment-le-Datura-contamine-t-il-les-denrees-alimentaires>

SIFlore, 2019. Observation de *Datura stramonium* en France métropolitaine. Site Internet consulté le 24 septembre 2019. http://siflore.fcbn.fr/?cd_ref=94489&r=metro