



Bacillus thuringiensis

Signal Report

ADURA ID No F-2019-062

Une étude réalisée sous mandat de l'OSAV a conclu qu'un risque pour la santé humaine lié à la consommation de denrées alimentaires traitées avec le biopesticide *Bacillus thuringiensis* ne peut être exclu. En effet, certaines souches de *B. thuringiensis* comportent des gènes de virulence leur conférant un potentiel toxigénique. En Suisse, une vingtaine de biopesticides à base de *B. thuringiensis* sont autorisés pour les cultures maraîchères, ce qui en fait le biopesticide le plus utilisé.

Sur la base des connaissances actuelles, et prenant en considération les résultats d'études scientifiques récentes, l'OSAV propose les champs d'action suivants:

- Il est proposé d'adapter la législation afin d'inciter au séquençage de génome complet des souches de *B. cereus* issues d'épidémies et de souches de *B. thuringiensis* biopesticides. Ceci permettra la comparaison génétique des souches lors d'enquêtes épidémiologiques.
- Il est conseillé d'exiger l'inactivation de gènes de virulence comme critère pour l'autorisation des biopesticides, et d'inclure l'obligation de soumettre une évaluation du potentiel toxigénique des souches lors des demandes d'homologation.

L'application des champs d'action proposés permettra de prévenir l'émergence de maladies d'origine alimentaires liées à l'utilisation de *B. thuringiensis* dans la production agricole.

Introduction

Le groupe *Bacillus cereus sensu lato* (s.l.) comprend *B. cereus sensu stricto* (s.s.) et de multiples autres espèces étroitement apparentées, dont *B. thuringiensis*. La taxonomie du groupe repose principalement sur des caractéristiques phénotypiques établies avant l'ère du séquençage du génome, et sans que l'on sache que des traits importants sont transmis par les plasmides [1].

B. cereus s.s. et *B. thuringiensis* sont génétiquement très proches. Si l'importance de *B. cereus* s.s. en tant que cause majeure de gastro-entérite est incontestée, le rôle de *B. thuringiensis* dans les maladies d'origine alimentaire n'est pas clair [2], ces espèces n'étant à ce jour pas différenciées dans le diagnostic clinique.

B. thuringiensis est connu pour son action insecticide par la libération de cristaux toxiques. Cette propriété en a fait le pesticide bactérien le plus utilisé, notamment pour lutter contre les lépidoptères et les coléoptères sur les cultures maraîchères [3].

Problématique

Les risques pour la sécurité alimentaire liés à l'utilisation de biopesticides à base de *B. thuringiensis* dans l'agriculture sont mal connus et sujets à controverse [1, 4].

En Suisse, une vingtaine de produits à base de *B. thuringiensis* sont actuellement autorisés pour le domaine d'application des cultures maraîchères. On

peut s'attendre à une augmentation du nombre de produits en lien avec l'intérêt croissant pour les moyens biologiques de lutte contre les organismes nuisibles en agriculture.

Évaluation de la détection précoce

Le comité d'évaluation (Seismo) de l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) ainsi que le Conseil consultatif ont conclu que:

- L'utilisation de pesticides bio pourrait augmenter en raison des discussions sur les produits phytosanitaires synthétiques.
- Le sujet doit être étudié de manière plus approfondie.
- Le sujet a été jugé pertinent et il a été recommandé d'approfondir la question.

Activités

L'OSAV a mandaté une revue de la littérature actuelle concernant les risques pour la sécurité alimentaire associés à *B. thuringiensis* auprès de l'Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene (ILS) de l'Université de Zürich. Ce travail a résulté en une publication dans une revue scientifique [5]. Entre autres, les auteurs en concluent qu'il existe de plus en plus de preuves suggérant que les résidus de biopesticides à base de *B. thuringiensis* sur les aliments peuvent provoquer un syndrome diarrhéique. Afin d'améliorer l'évaluation des risques pour la sécurité alimentaire liés à ces produits, ils soulignent



l'importance de comparer le génome d'isolats de *B. thuringiensis* associés à des épidémies avec une collection de souches de biopesticides.

Sous mandat de l'OSAV, l'ILS a également réalisé une étude afin d'obtenir un aperçu de la présence de *B. thuringiensis* dans les aliments vendus en Suisse, et d'identifier les liens possibles avec des souches issues de biopesticides et de cas de gastro-entérites. Ce travail a résulté en une publication dans une revue scientifique [6]. À ces fins, 100 échantillons alimentaires d'origine Suisse et étrangère (tomates, paprika, salades), ont été obtenus d'un centre de distribution. Ils ont été analysés pour la présence de *B. cereus* s.l., et caractérisés pour leur appartenance à l'espèce *B. thuringiensis*. Les isolats identifiés en tant que *B. thuringiensis* ont ensuite été étudiés pour leur potentiel toxigénique et comparés, à l'aide de méthodes moléculaires et génétiques, à des souches issues de biopesticides et de foyers de gastro-entérites.

Résultats

Les résultats complets de l'étude ont été publiés dans une revue scientifique en 2021 [6]. En voici les points principaux:

- Des représentants du groupe *B. cereus* s.l. ont été détectés dans 27 des 100 échantillons.
- Dans 14 des 27 échantillons, les isolats ont été caractérisés en tant que *B. thuringiensis*.
- L'analyse génétique de ces isolats a montré qu'un ou plusieurs gènes d'entérotoxines étaient présents: la grande majorité portait les gènes entérotoxiques *nhe* (100%) et *hbl* (97%); 71% portaient le gène *cytK*. Le gène *ces*, codant pour la toxine émétique cereulide, n'a été trouvé dans aucun isolat.
- La comparaison des isolats de *B. thuringiensis* à des souches de issues de biopesticides et de foyer de gastro-entérites a montré des associations génétiques entre les souches alimentaires, celles issues de gastro-entérites, et certains biopesticides.

Les auteurs signalent également avoir trouvé des indications que le potentiel toxigénique de certaines souches *B. thuringiensis* issues de biopesticides pourrait être minimisé par l'insertion d'éléments génétiques mobiles dans les gènes de virulence.

Les séquences de toutes les souches de *B. thuringiensis* séquencées dans le cadre de cette étude sont désormais disponibles sous forme de base de données. Cette base de données, gérée par l'ILS, est désormais utilisée régulièrement par les autorités cantonales.

Conclusions

Les résultats montrent que des résidus de biopesticides à base de *B. thuringiensis* peuvent être trouvés dans les aliments, et que toutes les souches isolées présentaient un ou plusieurs gènes d'entérotoxines. Aussi, une association génétique a pu être démontrée entre souches isolées d'aliments, de gastro-entérites et de certains biopesticides. Un risque pour la

santé, lié à la consommation de denrées alimentaires traitées avec un biopesticide à base de *B. thuringiensis*, ne peut ainsi être exclu.

Ces résultats sont alignés avec ceux issus d'une analyse de 250 foyers de *B. cereus* s. l. en France entre 2007 et 2017 [3]. Les auteurs de cette analyse ont indiqué que *B. thuringiensis* avait été détecté dans 49 foyers (> 673 patients), et qu'il était le seul agent pathogène d'origine alimentaire dans 19 foyers. La plupart des plats impliqués contenaient des légumes crus, 48% des plats impliqués contenant des tomates.

Champs d'action possibles

Sur la base des connaissances actuelles, et prenant en considération les résultats de l'étude réalisée par l'ILS [6], les champs d'action suivants sont proposés:

- **Enquêtes sur les épidémies de gastro-entérites liées à *B. cereus* s.l.:** utiliser la base de données des souches de *B. thuringiensis* afin d'identifier un lien potentiel avec une souche biopesticide.
- **Laboratoire de référence national:** considérer la création d'un tel laboratoire consacré à *B. cereus*.
- **Législation:** adapter la législation afin de faire la distinction entre *B. cereus* et *B. thuringiensis*. Pour cela, il faudrait effectuer un séquençage de génome complet (WGS), qui pourrait à son tour être comparé à la base de données.
- **Inactivation des gènes de virulence:** n'autoriser que les souches de *B. thuringiensis* dont les gènes de virulence ont été inactivés comme biopesticide.
- **Autorisation de biopesticides:** comparer les souches de préparations biopesticides à autoriser à la base de données et leur potentiel toxigénique devrait être évalué.

Entscheid des Gemeinsamen Fachausschuss

- Der Koordinationsausschuss Pflanzenschutzmittel hat entschieden eine Einschätzung zu *B. thuringiensis* der Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde (EFSA) abzuwarten, bevor aktiv Massnahmen ergriffen werden.
- Es wird seitens Risikomanagement darauf verzichtet ein Referenzlabor für *Bacillus* spp. zu bezeichnen, da ein solches auch in der EU nicht vorgesehen ist.

Références

1. EFSA, *Risks for public health related to the presence of Bacillus cereus and other Bacillus spp. including Bacillus thuringiensis in foodstuffs*. EFSA Journal, 2016. 14(7)
2. Johler, S., et al., *Enterotoxin Production of Bacillus thuringiensis Isolates From Biopesticides, Foods, and Outbreaks*. Front Microbiol, 2018. 9
3. Bonis, M., et al., *Comparative phenotypic, genotypic and genomic analyses of Bacillus thuringiensis associated with foodborne outbreaks in France*. PLoS One, 2021. 16(2)
4. Raymond, B. and B.A. Federici, *In defense of Bacillus thuringiensis, the safest and most successful microbial*

- insecticide available to humanity - a response to EFSA*. FEMS Microbiol Ecol, 2017. 93(7).
5. Biggel, M., et al., *Recent paradigm shifts in the perception of the role of Bacillus thuringiensis in foodborne disease*. Food Microbiol, 2022. 105 [financement: OSAV]
 6. Biggel, M., et al., *Whole Genome Sequencing Reveals Biopesticidal Origin of Bacillus thuringiensis in Foods*. Front Microbiol, 2021. 12 [financement: OSAV]