



HAL
open science

Exposition humaine aux fongicides SDHI par les denrées alimentaires

Camille Pasquet, Jean-Marc Bonmatin

► **To cite this version:**

Camille Pasquet, Jean-Marc Bonmatin. Exposition humaine aux fongicides SDHI par les denrées alimentaires. Les éditions du GFP. Pesticides et agriculture durable comment les concilier?, 2023, 978-2-9584232-0-9. hal-04308789

HAL Id: hal-04308789

<https://hal.science/hal-04308789>

Submitted on 27 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

Exposition humaine aux fongicides SDHI par les denrées alimentaires

Camille PASQUET, Jean-Marc BONMATIN

Centre de Biophysique Moléculaire, CNRS, rue Charles Sadron CS 80054 45071 Orléans cedex 02 –
camille.pasquet@cnrs-orleans.fr

Mots-clés : SDHI, LC-MS/MS, résidus, alimentation

Introduction

Les fongicides sont très souvent employés pour la protection des cultures et/ou pendant le stockage des récoltes afin de lutter contre l'apparition de champignons ou de moisissures. Les premiers fongicides inhibiteurs de la succinate déshydrogénase (SDHI), carboxine et oxycarboxine, introduits pour lutter contre les champignons de la famille des basidiomycètes dans les années 60-70, sont aujourd'hui interdits en France. Au cours des 20 dernières années, une nouvelle génération de fongicides SDHI est apparue pour lutter contre un plus large spectre de champignons, tels que le Boscalid au début des années 2000. Au total, à l'échelle internationale ce sont plus de 20 SDHI qui ont été homologués ou en demande d'homologation.

Le mécanisme d'action des SDHI est d'inhiber la succinate déshydrogénase (SDH), un complexe enzymatique clé dans la chaîne respiratoire mitochondriale et du cycle de Krebs ; ces deux derniers sont essentiels à la production d'énergie cellulaire, et donc essentiel à la vie. Il est important de noter que la SDH est conservée au cours de l'évolution et donc que la SDH est cruciale à la production d'énergie non seulement chez les champignons mais aussi chez tous les organismes qui possèdent des mitochondries (comme quasiment toutes les cellules eucaryotes). En 2019, Bénit *et al.* ont démontré que les SDH de vers de terre, des abeilles et des êtres humains sont sensibles à 8 SDHI. Cette étude argumente plus encore les inquiétudes d'une partie de la communauté scientifique sur la possible toxicité des SDHI vis-à-vis de l'environnement et des organismes non cibles (humains compris).

La chaîne respiratoire mitochondriale est composée de cinq complexes enzymatiques dont le complexe II auquel participe la SDH. Le transport d'électron entre le complexe II et le complexe III s'effectue par l'intermédiaire du co-enzyme Q. En présence de SDHI, ces derniers se fixent dans la poche de fixation du co-enzyme Q inhibant ainsi le fonctionnement de la SDH. En présence de SDHI, l'inhibition de la SDH entraîne aussi une accumulation d'ions superoxyde (ROS)

au sein de la chaîne respiratoire mitochondriale. De plus, en empêchant la transformation du succinate en fumarate dans le cycle de Krebs, l'inhibition de la SDH entraîne l'accumulation de succinate, ce dernier en excès provoque l'inhibition d'enzyme dites α -KG dépendante. Cette dérégulation pourrait avoir des conséquences épigéniques, transcriptionnelles, métaboliques ou d'induction de facteur de croissance. Toutes ces conséquences seraient impliquées lors de la formation de cancer ou tumorigénèse. Il est donc nécessaire d'évaluer les risques des SDHI pour les espèces non-cibles, par des études d'effets d'une part et des études d'exposition aux SDHI d'autre part, afin de participer à une évaluation correcte du risque présenté par ces molécules.

Méthodes

Afin d'évaluer l'exposition réelle des compartiments environnementaux et alimentaires, une méta-analyse de la littérature scientifique a été réalisée à partir des 4 bases de bibliographie scientifique (PubMed, Embase, Medline et Web of Science) à l'échelle mondiale sur les 20 dernières années, en se focalisant sur les SDHI et leurs métabolites dans les matrices environnementales et alimentaires. L'analyse de plus de 400 publications scientifiques montrerait que dans la majeure partie des denrées alimentaires, un ou des SDHI ont été quantifiés.

Résultats

D'après notre revue de la littérature académique, la contamination des eaux de surface par les SDHI sont un sujet d'étude sur tous les continents (Figure 1). Une nette différence existe cependant entre le nombre de publication selon les pays dit développées (USA, EU, Japon, Chine, Australie) qui s'intéressent plus particulièrement à cette problématique.



Figure 1. Carte des lieux de mesures de SDHI dans l'eau.

La quantification des SDHI rapportée dans la littérature académique ont permis de décrire les gammes de concentration en SDHI dans les eaux de surface (Figure 2) et dans les matrices alimentaires. A l'échelle mondiale ces vingt dernières années, 5 SDHI ont été quantifiés dans les eaux de surface à des teneurs allant du pg.mL^{-1} d'eau (ou ppt) au $\mu\text{g.mL}^{-1}$ d'eau (ou ppm). D'autre part, d'un point de vue sanitaire, plus de la moitié de ces eaux de surface seraient impropres à la consommation d'après la législation française, avec des concentrations en SDHI supérieure à la limite de référence de qualités des eaux destinées à la consommation humaine de $0,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ pour chaque pesticide.

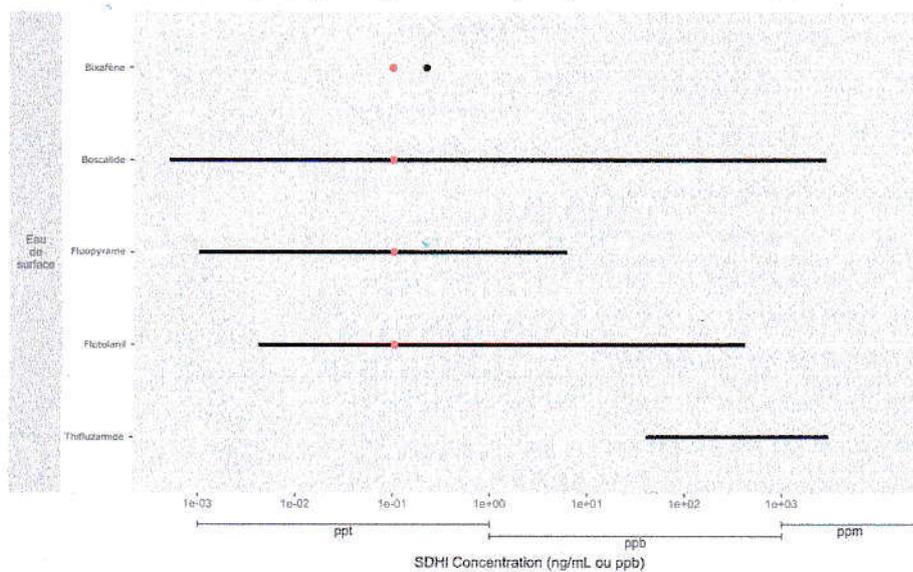


Figure 2. Gamme de concentration en SDHI mesurée dans des eaux de surface et limites de qualité française des eaux de consommation humaine (point rouge). Echelle logarithmique des concentrations.

De plus, différentes études ont pu montrer que la population française est exposée ou potentiellement exposée aux SDHI par les sols, par l'eau (surveillance du boscalid), par l'air (surveillance du boscalide et fluopyrame, Atmo France et Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air, 2019), et par l'alimentation (surveillance du boscalide, flutolanil et carboxine, ANSES, 2011).

Discussion

Ces premiers résultats démontrent l'importance de surveiller tous les SDHI autorisés en France dans toutes les matrices alimentaires et boissons et donc de la nécessité de développer une méthode générique, sensible et fiable permettant de quantifier les SDHI et leurs métabolites. La méthodologie que nous proposons d'employer consiste en est une étape d'extraction (QuEChERS et purification par d-SPE) suivie d'une étape d'analyse par chromatographie liquide couplé à de la spectrométrie de masse (LC-MS/MS ou LC-HRMS). Deux approches seront employées : une analyse ciblée, dites de référence, et une analyse ciblée/non ciblée permettant une identification a posteriori de molécules SDHI (Figure 3).

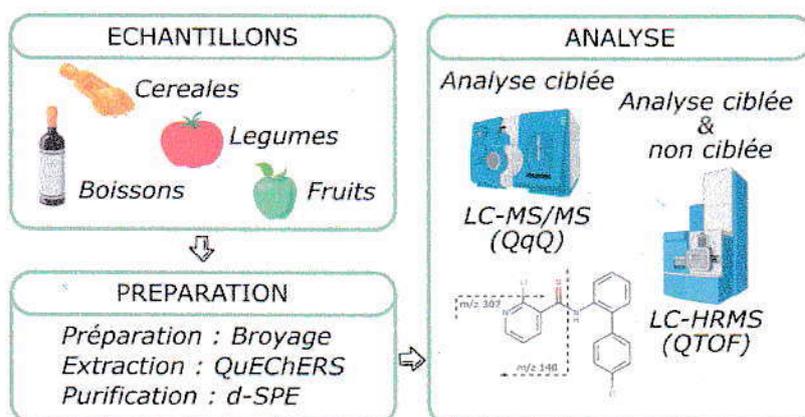


Figure 3. Schéma de la méthodologie analytique envisagée dans le projet de recherche.

Conclusion

Le développement des deux approches analytiques est très encourageant puisqu'il permet pour la première fois la séparation et l'identification de 12 SDHI et 7 métabolites en moins de 15 min par des méthodes spécifiques et sensibles. Les prochaines étapes de notre projet visent à poursuivre les développements analytiques sur des matrices plus complexes (pollens, urines...), mesurer aléatoirement les SDHI dans des matrices alimentaires disponibles sur le marché français pour une première évaluation complète et réaliste de l'exposition aux SDHI et à leurs métabolites à travers notre alimentation.

ISBN : 978-2-9584232-0-9

Photo de couverture © Gilles San Martin

Tous droits de reproduction, d'adaptation et de traduction,
intégrale ou partielle réservés pour tous pays.

Les auteurs sont seuls propriétaires des droits et responsable du contenu de ce livre.

© les éditions du GFP ,

Dépôt légal : Avril 2023