

Les fongicides SDHI : un nouveau scandale sanitaire ?

Une controverse sur les risques, la science réglementaire et le principe de précaution



Clarie DE MOUY
François MAZE
Paul MEDDEB
Corentin MARCHIOL

David CASTRO
Pierre CHAPEL
Floren LLASER
Tetiana GULA

Cette publication a été réalisée par des étudiants en troisième année du cycle ingénieur de Mines Paris PSL Research University. Il présente le travail réalisé dans le cours intitulé « Descriptions de controverse », qui a pour objectif d'introduire les étudiants à l'univers incertain de la recherche scientifique et technique et de les sensibiliser aux enjeux de la participation citoyenne.

Mines Paris décline toute responsabilité pour les erreurs et les imprécisions que peut contenir cet article. Vos réactions et commentaires sont bienvenus. Pour signaler une erreur, réagir à un contenu ou demander une modification, merci d'écrire à la responsable de l'enseignement : madeleine.akrich@mines-paristech.fr.

■ Introduction

Après le glyphosate et les néonicotinoïdes, les fongicides SDHI sont au cœur de la troisième controverse majeure portant sur les produits phytosanitaires et leur utilisation en agriculture depuis le début du siècle. Comme les deux premières substances, le débat qui entoure aujourd'hui les SDHIs convoque et oppose les acteurs scientifiques, politiques et réglementaires et nous interroge : mesurons-nous vraiment les effets des produits qui servent à faire pousser nos cultures ? Cette question s'adresse d'abord aux entités de régulation dont la neutralité vis-à-vis des grandes firmes industrielles et la capacité à protéger la population comme la biodiversité sont remises en question par plusieurs parties prenantes de la controverse : des scientifiques et des ONG notamment. Cependant, elle renvoie à une autre question bien plus vaste et complexe encore : l'utilisation de ces produits en agriculture intensive correspond-elle à un modèle durable dans notre contexte de crise environnementale ? Ainsi, les fongicides SDHI donnent lieu à un débat sanitaire, scientifique et méthodologique. Mais ils incarnent avant tout un enjeu politique et une critique de notre modèle de société.

Pour autant, la controverse des fongicides SDHI a connu un écho médiatique très limité auprès du grand public et, surtout, elle s'est très peu exportée en dehors de la France. Alors que le débat entre certains scientifiques et l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) fait rage, les observations des premiers n'ont été reprises que par une poignée de chercheurs chinois. Ce constat se révèle particulièrement surprenant lorsque l'on s'intéresse au contexte européen dans lequel évolue la controverse. En effet, les années 2000 ont été marquées par un important effort d'harmonisation de la régulation des produits phytosanitaires au sein de l'UE de la part de ses institutions. Cela a notamment abouti à la mise en commun par les États Membres de certaines procédures d'autorisation de mise sur le marché (AMM) de ces substances. Comment alors se fait-il que l'on n'observe pas une intégration européenne de la controverse ? En réalité, même en France, l'étendue de la controverse étonne. Les agriculteurs en particulier ne semblent pas avoir pris part au débat alors même qu'ils sont les plus exposés à ces fongicides. C'est pourquoi la controverse s'est d'abord construite autour de points de contention de nature technique et scientifique.

En octobre 2017, une équipe de scientifiques de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) experte des maladies mitochondriales alerte l'ANSES sur les risques pour l'homme d'une famille de fongicides très courants en agriculture : les SDHI (inhibiteurs de la succinate déshydrogénase). Ces substances agissent effectivement en ciblant les mitochondries, qui sont responsables de la production d'énergie au sein des cellules de la plupart des organismes pluricellulaires. Les SDHIs fonctionnent en altérant ces processus biologiques chez les champignons cibles. Cependant, d'après l'équipe de l'INSERM, ces molécules sont également susceptibles d'entraver le métabolisme cellulaire des animaux, comme le ver de terre ou les abeilles, et des hommes. Chez l'humain, les individus fragiles pourraient être particulièrement mis à risque.

Depuis les années 1970, cette famille de fongicides s'est imposée comme un biocide incontournable en agriculture pour protéger les cultures. Leur usage est aujourd'hui largement répandu en France : on estime qu'ils sont utilisés dans le traitement de 70% des surfaces cultivées de blé tendre et de 80% des surfaces d'orge d'hiver¹ ainsi que sur certaines cultures fruitières (voir l'encadré 1 ci-dessous). Les préoccupations portées par l'alerte des chercheurs de l'INSERM répondent donc à un enjeu de taille : de nombreux individus aussi bien qu'une importante partie de la biodiversité pourraient être exposés à ces substances. Leurs inquiétudes se concentrent donc sur trois éléments : le risque de dispersion des SDHI dans l'environnement, les lacunes des tests réglementaires qui encadrent leur autorisation et leur usage ainsi que leur absence de spécificité. C'est-à-dire l'absence de garantie que ces substances ciblent précisément les organismes visés sans mettre en péril le reste de la biodiversité.

L'alerte dont il est question a ainsi donné lieu à la publication de deux rapports de l'ANSES : d'abord en 2019 puis en 2023. Tous deux ont conclu à l'absence d'éléments suffisants en faveur de l'interdiction des SDHI sur le sol français. Toutefois, les arguments sur lesquels ils s'appuient continuent de faire l'objet de réserves de la part d'une partie de la communauté scientifique. C'est pourquoi le sujet jouit encore aujourd'hui d'une vive actualité, plus de six ans après l'alerte initiale. Au cœur de cette actualité, réside notamment la tension entre les sciences académiques et les pratiques réglementaires. La rupture de confiance entre les chercheurs lanceurs d'alerte et les entités de régulation semble en effet essentielle pour comprendre l'évolution de la controverse et des argumentaires convoqués. Né de considérations scientifiques, le débat est rapidement devenu le théâtre d'une opposition d'ordre politique voire idéologique, cristallisée par le principe de précaution. Ce dernier a d'abord été consacré en 1992 lors de la déclaration de Rio qui le définissait ainsi : "l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement"². Il a ensuite été repris par la plupart des textes français et européens en droit de l'environnement. Pourtant il est sujet à une double interprétation qui participe à polariser les débats sur les produits biocides et, en l'occurrence, sur les fongicides SDHI : s'agit-il de faire malgré tout lorsqu'on ne sait pas ou, au contraire, de ne pas faire en l'absence de certitude scientifique ? En l'espèce, les deux sont admissibles puisqu'une décision négative - décider de ne pas faire - peut être une mesure effective au même titre qu'une décision positive - décider de faire. Néanmoins, la question devient tout particulièrement épineuse lorsque chacune de ces deux possibilités peut entraîner de graves conséquences. C'est le cas ici : prolonger l'utilisation des SDHI pourrait mettre en danger la population et la biodiversité d'après l'équipe de l'INSERM menée par Pierre Rustin. Mais les interdire pourrait entraîner un péril sanitaire et des pertes de rendement très préoccupantes.

Avant d'aborder ces nœuds particulièrement sensibles de la controverse, nous proposons un éclaircissement sur les enjeux techniques qui l'entourent : les mécanismes d'action de ces fongicides d'une part, et la méthodologie des tests réglementaires d'autre part. De ces

¹ Ces chiffres sont issus de la première tribune de l'équipe de l'INSERM dans Libération (16 avril 2018) [1]. Ils ont été largement diffusés dans la presse depuis. Nous ne sommes pas parvenus à les confirmer par une autre source. Ils paraissent cependant cohérents avec l'encadré que nous proposons à la fin de cette introduction.

² Conférence de l'ONU sur l'environnement et le développement de juin 1992, Rio de Janeiro : <https://www.un.org/fr/conferences/environnement/rio1992>.

éléments, une question cruciale émerge : quel compromis bénéfice-risque les SDHI offrent-ils réellement, et dans quelle mesure la réglementation actuelle permet-elle de garantir l'absence de danger pour la santé humaine et les écosystèmes ?

D'après des rapports publics, la France compte de l'ordre de 6 millions d'hectares de culture de blé tendre et d'orge d'hiver³ et les ventes de fongicides SDHI s'élèvent à environ 600 tonnes par an **en substance active**⁴. D'après l'étude d'Arvalis⁵, on peut estimer qu'un traitement aux fongicides SDHI nécessite l'usage d'environ 100g de substance active par hectare (on suppose également que ce traitement ne donne lieu qu'à une seule application par an). 600 tonnes de substance active permettent donc effectivement de traiter 6 millions d'hectares de culture. Il ne s'agit que d'un ordre de grandeur. Néanmoins, cela semble confirmer la cohérence des chiffres avancés précédemment selon lesquels l'usage des SDHI concerne 70% des surfaces de blé tendre et 80% de celles d'orge d'hiver. D'autres cultures sont d'ailleurs traitées, comme certaines cultures fruitières, ce que nous avons négligé ici. D'où les chiffres élevés que nous obtenons.

Encadré 1 : l'utilisation réelle des SDHI en France (Sources : chiffres gouvernementaux et issus des industriels, auteurs)

■ SDHI : Des dangers potentiels mais peu documentés

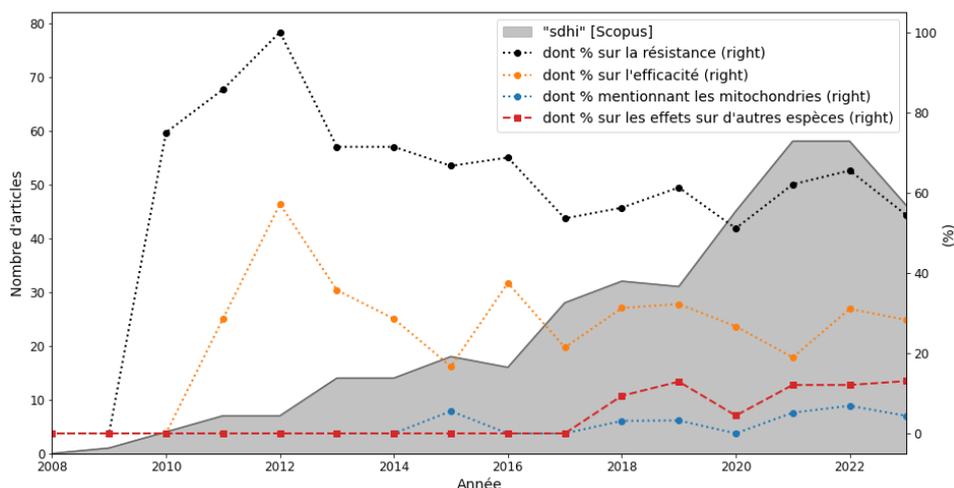


Figure 1 : évolution du traitement des sujets liés aux SDHI (Sources : SCOPUS, auteurs)

³ https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/IraGcu2315/2023_15inforapgdescultures.pdf

⁴ <https://fondationevertea.org/les-fongicides-sdhi/>

⁵ <https://www.arvalis.fr/infos-techniques/les-sdhi-un-interet-technique-indiscutable>

Comme expliqué précédemment, les SDHI altèrent le fonctionnement des mitochondries des champignons cibles. Les mitochondries sont la partie de la cellule responsable de la production d'énergie chez la plupart des organismes pluricellulaires. Pour ce faire, elles utilisent un procédé appelé respiration cellulaire, que les SDHI cherchent précisément à entraver. Ils agissent en ciblant une protéine, la succinate déshydrogénase (SDH), dont l'inhibition bloque la respiration cellulaire.

Par ailleurs, les mécanismes de respiration cellulaire ont été très bien conservés au cours de l'évolution. La SDH faisant partie de la chaîne respiratoire, elle est donc commune à de très nombreuses espèces comme l'homme, les abeilles, les vers de terre et les champignons. C'est pourquoi l'argument fondamental invoqué par l'équipe de chercheurs de l'INSERM en 2017 concernait la spécificité de cette famille de fongicides : quelle garantie a-t-on qu'ils ne peuvent agir que sur les champignons et ne présentent pas un danger pour d'autres espèces, y compris l'homme, dont la chaîne respiratoire est structurellement similaire ?

Chez l'homme, lorsque l'inhibition de la SDH est causée par des prédispositions génétiques, l'accumulation de succinate qu'elle entraîne a un effet cancérigène déjà connu des chercheurs. En effet, les mutations inhibitrices de l'action de la SDH entraînent de nombreuses maladies chez l'homme et notamment des maladies du cœur, des maladies du système nerveux central et certains cancers rares [19].

Si un dysfonctionnement génétique de la SDH a ces conséquences sur l'humain, on peut supposer qu'une dysfonction de celle-ci causée par des substances de l'environnement aurait des conséquences similaires. Quelques études *in vitro* réalisées sur des cellules humaines ont montré que le boscalid et le bixafen altèrent le métabolisme et la respiration cellulaire d'une façon similaire aux mutations pathogènes de la SDH abordées au paragraphe précédent [20, 21, 11]. Toutefois ces études restent peu nombreuses. Par ailleurs, les expériences réalisées avant la mise sur le marché des différents SDHs semblent montrer que les souris exposées aux SDHs développent plus de cancers que les souris non exposées [19]. Ce pourcentage de cancers augmenté ne semble pas avoir pour cause une altération des gènes, autrement appelée génotoxicité. En effet, celle-ci a été évaluée lors des tests réglementaires sans résultat significativement différent entre les souris exposées et non exposées [16]. Toutefois, cela n'est pas le seul mécanisme par lequel les SDHs pourraient favoriser le développement des cancers. Donc l'utilisation de ces substances représente possiblement un risque pour la santé humaine.

Cette notion de risque pour la santé humaine peut se décliner de façon plus précise. En effet, certains individus de la population pourraient être particulièrement sensibles à ces produits. Selon un des chercheurs que nous avons interrogés, signataire de la tribune dans Libération en 2018, cela pourrait être le cas par exemple de personnes atteintes de maladies mitochondriales, dont le métabolisme déjà altéré pourrait être encore plus vulnérable face aux fongicides présents dans l'environnement. Ainsi, si ces produits agissent de façon délétère chez ces personnes, les symptômes et retentissements de leurs maladies pourraient s'accroître⁶. Ce risque n'a pas été évalué et il serait assez difficile de le faire en raison du faible nombre de malades. En outre, le peu de connaissances établies sur le rôle d'autres facteurs de l'environnement dans le développement de ces maladies serait une entrave à

⁶ Entretien avec un signataire de la tribune de mai 2018, réalisé le 20 novembre 2023.

l'évaluation de ce risque particulier. Ainsi cette question peut nous amener à un questionnement plus idéologique : la responsabilité des institutions réglementaires devrait-elle se tourner en priorité vers le plus grand nombre ou vers les plus vulnérables ?

Outre ces potentiels dangers pour la santé humaine, les SDHI pourraient avoir des conséquences extrêmement préjudiciables sur la biodiversité. Des études toxicologiques révèlent par exemple que chez les abeilles, une exposition prolongée sur une période de 30 jours, même à des doses très faibles, entraîne la mort de 100% des individus [5]. Plusieurs autres études démontrent la toxicité des SDHI pour plusieurs autres espèces, dont les nématodes, qui est une famille de vers ronds dont certains membres jouent un rôle essentiel au sein de l'écosystème des sols [6].

En somme, la communauté scientifique a mis en évidence plusieurs dangers liés aux SDHI, tant sur le plan de la santé humaine que de la biodiversité. Ces dangers incluent la non-spécificité de cette famille de substances, la résistance qu'ils peuvent causer chez les organismes cibles, et la possibilité d'effets cocktails, c'est-à-dire les synergies potentielles entre produits phytosanitaires pouvant causer des dommages démultipliés lors d'une exposition simultanée. Les institutions réglementaires, quant à elles, adoptent une approche axée sur le risque plutôt que sur le danger, c'est-à-dire qu'elles cherchent aussi à évaluer les probabilités d'exposition à un danger donné. Cette approche a suscité des critiques de la part d'une partie de la communauté scientifique, en particulier de l'équipe qui a lancé l'alerte en 2018, qui estime que ces tests négligent des dangers importants. La controverse repose essentiellement sur la manière dont la dangerosité des SDHI, leurs risques associés, mais également les bénéfices de leur utilisation, sont évalués.

■ Des dangers à la balance bénéfices-risques : des évaluations contestées

Il convient tout d'abord d'expliquer par quelles démarches les substances et produits phytosanitaires sont autorisés sur le marché, et quels arguments scientifiques sont examinés lors de ces procédures, qu'on appelle autorisation de mise sur le marché (AMM).

■ Des divergences sur les méthodes d'évaluation des risques

Les tests menés ou contrôlés par les institutions réglementaires visent en premier lieu à déterminer si les risques qu'entraîne l'utilisation des substances interrogées sont acceptables ou non. Ils ne cherchent notamment pas à vérifier l'absence de risque. Ce n'est que sur la base de risques jugés inacceptables pour l'homme ou l'environnement qu'un produit peut être interdit. Lorsque cette hypothèse est écartée, le rôle de ces institutions consiste entre autres à fixer les conditions d'utilisation de ces produits, de sorte à encadrer et limiter les risques, estimés acceptables, qui en découlent. Ce travail nécessite de définir des seuils d'exposition maximaux (appelés valeurs sanitaires de référence) puis à contrôler qu'ils sont respectés. Parmi ces différentes étapes, c'est aussi bien la définition des risques inacceptables et la

méthodologie utilisée afin de déterminer si ceux identifiés en font partie que les éléments sur la base desquels sont déterminés les seuils réglementaires qui font l'objet de critiques.

Les procédures d'autorisation de nouveaux produits phytosanitaires sont à distinguer des mêmes procédures pour les nouvelles substances : l'autorisation d'une nouvelle substance est contrôlée au niveau communautaire, alors que les autorisations de mise sur le marché des produits phytosanitaires sont délivrées séparément par chaque état membre de l'Union Européenne. Pour autoriser une nouvelle substance active, l'entreprise doit déposer un dossier auprès d'une agence nationale "rapporteuse" qui l'étudie, rédige un rapport dont le contenu est fixé par des règlements européens et partage ses conclusions auprès des experts des autres pays de l'UE rassemblés par l'Autorité Européenne de Sécurité Alimentaire (EFSA). C'est le consortium de ces experts réunis qui décide d'autoriser ou non la nouvelle substance. En ce qui concerne la mise sur le marché d'un produit phytosanitaire, l'entreprise qui souhaite le commercialiser doit déposer un dossier auprès de l'agence compétente d'un des états membres, qui délivre ou non une autorisation de mise sur le marché (AMM) spécifique au produit phytosanitaire, à l'utilisation sur une culture particulière, pour des doses et des modes d'applications encadrés. En France, l'agence compétente est l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Le rapport publié en 2019 par l'ANSES concernant les SDHI dessine les grandes lignes du contenu des dossiers déposés par les industriels :

L'évaluation des produits phytopharmaceutiques concerne :

- *La qualité et l'efficacité des produits ;*
- *Les risques que leur utilisation peut entraîner pour l'applicateur lors du traitement, le travailleur agricole intervenant sur le végétal traité et toute personne passant à proximité lors de l'application ainsi que les personnes résidant à proximité ;*
- *Les risques pour le consommateur ;*
- *Les risques pour l'environnement et la faune sauvage.*

Encadré 2 : citation du rapport de l'ANSES⁷ relative au dossier de demande d'AMM (page 9)

En ce qui concerne l'incidence sur la santé humaine, le règlement (CE) 1107/2009⁸ ne mentionne que les risques génotoxiques, de carcinogénicité, de toxicité pour la reproduction, et de perturbation endocrinienne. On notera en particulier que les risques de toxicité reposant sur des mécanismes spécifiques aux mitochondries ou épigénétiques ne sont donc pas obligatoirement contrôlés dans les dossiers des agences de régulation. En particulier, le rapport de 2019 publié par l'ANSES sur les fongicides SDHI en réaction à la tribune lançant l'alerte ne traite pas de ces risques.

⁷ ANSES (2019). *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à « l'évaluation du signal concernant la toxicité des fongicides inhibiteurs de la succinate deshydrogénase (SDHI)»*

⁸ Journal Officiel de l'Union Européenne (2009). *RÈGLEMENT (CE) No 1107/2009 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil .*

Pourtant, la littérature académique contient quelques articles évaluant les effets des substances SDHI sur certaines espèces animales : Yanicostas et al⁹ (*SDHI Fungicide Toxicity and Associated Adverse Outcome Pathways: What Can Zebrafish Tell Us?*) s'intéressent par exemple aux impacts sur une population de poissons zèbre des principales molécules SDHI. L'article conclut que certaines substances actives de la famille des SDHI ont bien des effets toxiques à long terme pour des expositions similaires à celles retrouvées dans la nature. L'article souligne également le fait que la littérature académique s'accorde à dire que la toxicité des SDHI semble passer par le dérèglement de la production d'énergie et du métabolisme des glucides. Or, ceci est à mettre en relation avec le fait que les études sur des cultures de cellules de l'ANSES font le choix d'utiliser un milieu de culture riche en glucose, qui peut alors être transformé en énergie par les cellules par des mécanismes différents, ce qui effacerait l'impact des SDHI sur ces cellules.

La controverse porte donc d'abord sur des points de contention scientifiques : les démarches utilisées pour mettre en évidence les effets de ces substances en sont un, dans leur cadre théorique (quels types de risques faut-il considérer ?), dans les méthodes qu'elles utilisent (tests in vivo, in vitro etc) et jusqu'aux détails de leur exécution pratique en laboratoire (absence ou présence de glucose dans le milieu de culture). Cependant, la controverse sur les analyses scientifiques porte également sur la transparence des études réalisées par les industriels.

Une chercheuse ayant co-signé la tribune à l'origine de l'alerte précise¹⁰ que les dossiers fournis aux agences réglementaires ne comprennent pas les données brutes, et que ces données sont obtenues par les entreprises souhaitant commercialiser les substances actives. Il se pose donc la question du manque de transparence, et de conflit d'intérêt de ces études, qui sont d'autant plus graves aux yeux des chercheurs académiques que ces derniers sont tenus d'éviter ces suspicions afin d'être publiés dans une revue à relecture par les pairs. En effet, les chercheurs doivent joindre à leur publication leurs données brutes, déclarer leurs conflits d'intérêt ainsi que leurs financements externes. L'opposition entre la science réglementaire et la science académique se joue donc également sur leurs manières de créer de la connaissance. À ce titre, le graphique suivant (figure 2) révèle que l'influence des industriels dans la production scientifique est plurielle : outre leur poids dans les processus réglementaires, ils jouent un rôle important dans le financement de la recherche.

⁹ Yanicostas et al. (2021). Voir Bibliographie pour plus de détails.

¹⁰ Entretien avec une signataire de la tribune de mai 2018, réalisé le 20 novembre 2023



Figure 2 : nombre de publications sur les fongicides SDHI par sponsor entre 2010 et 2023
(Source : SCOPUS, auteurs)

Enfin, il y a controverse sur la détection d'un signal épidémiologique. L'ANSES a déclaré ne pas avoir trouvé de hausses significatives de maladies associées à l'inhibition de la SDH, et d'en déduire que cela renforce les conclusions du rapport estimant qu'il n'y a pas à s'alerter de l'usage des SDHI. Certains chercheurs considèrent cependant que l'absence de signal est cohérente avec la chronologie du développement des maladies recherchées : celles-ci mettent plusieurs dizaines d'années à se développer et nous manquons de recul historique sur l'utilisation intensive des SDHI en agriculture. Les temps différents invoqués d'une part par les tests réglementaires et d'autre part par la littérature scientifique condamnant les SDHI constituent ainsi une autre source de tensions importantes, que nous avons déjà abordée dans le cas des abeilles : les expositions à faibles doses et sur le long terme ne sont pas étudiées alors qu'elles peuvent être dangereuses.

Plus que la question des risques, c'est d'ailleurs davantage celle du rapport bénéfices-risques qui concentre l'attention des institutions réglementaires. Les avantages conférés par l'utilisation des produits testés doivent donc également être mesurés. Concernant les SDHI, cet aspect ajoute encore à la controverse, notamment au sujet du manque de transparence des procédures.

■ Les fongicides SDHI sont-ils efficaces ?

Le manque de données prouvant l'efficacité des SDHI pour augmenter le rendement est un argument fréquemment utilisé par les opposants aux SDHI pour dénoncer leur utilisation. Ainsi, lorsque Pierre Rustin - l'un des principaux chercheurs à l'origine de l'alerte - a été interviewé par l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST) le 23 janvier 2020, il déclarait :

“Le bénéfice-risque des SDHI n'est même pas démontré. [...] Nous avons questionné la FNSEA, l'UIPP et l'ANSES sur l'influence des SDHI dans les rendements. Aucune de ces organisations n'a été capable de nous donner le moindre chiffre. Les seules données

que nous possédons proviennent de firmes comme Monsanto, qui les distribuent aux agriculteurs.”¹¹

Face à cet argument, Arvalis, un institut technique agricole dédié notamment à la filière céréalière, a publié les résultats provenant de son réseau d’essais, qui montrent le bénéfice permis par l’utilisation des SDHI. Selon leur article¹², le bénéfice est positif à la fois en termes bruts (les rendements sont plus importants grâce aux produits SDHI, ce qui génère des gains économiques) et en termes nets (même en retranchant le coût des produits phytosanitaires, le bénéfice reste positif). Pour arriver à ces conclusions, Arvalis a utilisé des données d’essais conduits en 2015 pour évaluer l’effet contre la septoriose du blé, la principale maladie foliaire du blé. Arvalis conclut ainsi que l’efficacité des SDHI “n’est plus à démontrer sur la septoriose du blé”. Arvalis affirme dans ce rapport pouvoir “fournir un grand nombre de résultats d’essais pour confirmer que l’utilisation [des] SDHI pour contrôler différentes maladies des céréales à paille est justifiée sous un angle technique mais également économique.”

Interrogés sur cette même question, les acteurs de l’industrie agro-chimique se réfèrent à l’Autorisation de Mise sur le Marché (AMM), qui prend en compte non seulement les risques, mais aussi les bénéfices des produits avant d’autoriser leur commercialisation. Ainsi, un représentant de Phyteis - l’organisation professionnelle des entreprises agrochimiques - nous a indiqué que le règlement européen régulant les AMM imposait qu’il y ait “tout un chapitre sur l’efficacité biologique, qui doit être systématiquement démontrée [...] avant la mise en marché, contrairement à certaines affirmations médiatiques qui tendraient à faire croire qu’il n’y a pas recherche de mise en évidence des bénéfices agronomiques.”¹³ Les représentants des entreprises agro-chimiques renvoient donc au régulateur, et notamment à l’ANSES. Un représentant de l’ANSES que nous avons rencontré nous a d’ailleurs confirmé qu’un produit inefficace au sens du règlement européen ne pouvait pas recevoir d’AMM. Mais “toute la question, c’est [de] savoir qu’est-ce que c’est que l’efficacité et comment elle est mesurée”¹⁴, a-t-il ajouté, expliquant que les divergences sur la notion d’efficacité entre le règlement européen et certains acteurs, dont les lanceurs d’alerte, constituaient le nœud du problème.

Le débat sur l’efficacité est donc un rouage important de la controverse. Des preuves de l’efficacité sur les rendements ont été apportées, mais les données viennent effectivement pour partie des industriels eux-mêmes, comme beaucoup des tests et résultats utilisés dans le processus d’AMM. Ce sont donc à nouveau les moyens de tests, les critères utilisés et les procédures en place qui sont au cœur des débats.

Aux doutes et critiques émis par certains acteurs de la controverse à l’égard de l’intérêt des SDHI s’ajoute encore le développement de résistances de la part des organismes cibles. Il ne s’agit pas d’un sujet spécifique à cette famille de SDHI mais d’un enjeu systémique et particulièrement préoccupant commun à la plupart des biocides. C’est pourquoi il fait l’objet

¹¹ Office parlementaire d’évaluation des choix scientifiques et technologiques - OPECST - Sénat. (2020). *CONCLUSIONS DE L’AUDITION PUBLIQUE DU 23 JANVIER 2020 SUR LES INHIBITEURS DE SUCCINATE DÉSHYDROGÉNASE (SDHI)*.

¹² Article Arvalis. Voir bibliographie [4]

¹³ Échange par mail avec un représentant de Phyteis, mail datant du 6 novembre 2023.

¹⁴ Entretien avec un responsable de l’ANSES, réalisé le 17 novembre 2023.

d'un abondant développement au sein de la communauté scientifique, comme en atteste la figure 3 dans le cas des fongicides SDHI.

Cette représentation des thèmes abordés dans la littérature scientifique à propos des fongicides SDHI souligne en effet la prépondérance de l'étude des résistances chez les organismes cibles. Alors que les dangers pour les organismes non-cibles ne représentent qu'une seule extrémité quasi isolée du réseau (entourée en rouge), de nombreux pôles (orange clair, jaune, bleu) fortement interconnectés correspondent à la question des résistances. Autrement dit, cette dernière est bien davantage étudiée à l'échelle internationale que le sujet qui est le nôtre et, à l'inverse, donne lieu à un consensus scientifique.

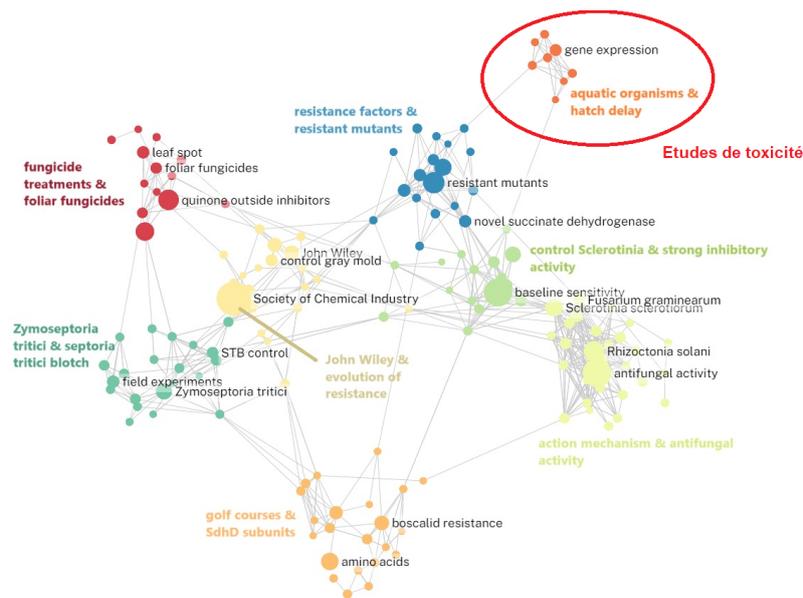


Figure 3 : paysage sémantique des articles de recherche portant sur les SDHI
(Sources : SCOPUS, Cortext)

Ainsi, le développement de résistances chez le champignon altère indéniablement l'efficacité des SDHI au cours du temps. D'après un lanceur d'alerte¹⁵ que nous avons rencontré, il s'agit bien d'un des éléments scientifiques les plus préoccupants de la controverse :

“Ma grande inquiétude, c'est le jour où on va créer des mutants. [...] Quand on crée des mutants dans les champignons, on peut créer des résistances qui empêchent l'entrée des molécules dans la cellule. On crée des multidrug resistance¹⁶ et on peut créer des champignons qui changent de cible”

À ce propos, le pôle bleu de la figure 3 correspond à l'étude des mutants résistants qui sont apparus chez les champignons et le jaune aux solutions proposées pour y répondre. Selon

¹⁵ Entretien réalisé le 14 novembre 2023.

¹⁶ Développement par un organisme de résistances à un grand nombre de substances, par exemple par des mécanismes de blocage systématique. Les organismes en question deviennent alors très difficiles à traiter.

une chercheuse en toxicologie environnementale que nous avons interrogée, une de ces solutions consiste à combiner un fongicide SDHI avec une autre substance, ce qui aboutit à un mode d'action plus agressif capable de traiter les individus résistants. Elle complète à ce propos :

”C'est un énorme problème que les formulations ne soient pas testées. Sans compter qu'évidemment, les formulations peuvent aussi interagir avec d'autres contaminants. Ca, d'un point de vue réglementaire, la notion d'effet cocktail, c'est très difficile à prendre en compte”¹⁷.

En somme, non seulement le phénomène de résistance est avéré mais son influence sur la recherche et le commerce des fongicides SDHI est incontestable. Il diminue certes leur efficacité mais constitue également un danger supplémentaire à long terme. Il devient un facteur important de leur rapport bénéfice-risque. Par conséquent, la mesure de l'efficacité des SDHI est indissociable de leur temporalité ainsi que de la question des effets cocktails : si les bénéfices que l'on observe aujourd'hui vont en diminuant avec le temps, peuvent-ils vraiment justifier des dangers qui, quant à eux, vont en augmentant ?

La mesure des risques associés aux SDHI d'une part et de leurs bénéfices d'autre part est au cœur de la procédure d'autorisation de mise sur le marché menée par l'ANSES. Cependant, la méthodologie et le contenu des contrôles sur lesquels elle s'appuie sont jugés insuffisants par une partie de la communauté scientifique, en particulier les lanceurs d'alerte que nous avons rencontrés : ils ignorent les effets aux temps longs, les synergies potentielles avec d'autres substances présentes dans l'environnement, les mécanismes épigénétiques, les sujets spécifiques au fonctionnement des mitochondries, les vulnérabilités de certaines populations sensibles et s'appuient sur des données dont la neutralité est remise en question. Cependant, mise à part la question de la transparence des procédures, ces divergences sont avant tout le fruit d'approches disciplinaires différentes. Le responsable de l'ANSES avec lequel nous nous sommes entretenus¹⁸ résume :

“C'est même plus un raisonnement en termes de risque, c'est plutôt un raisonnement en termes de danger a priori, ou de possibilité d'émergence d'un danger quand on s'attaque à un certain mécanisme biologique”

Le rôle de l'ANSES est d'établir un “système de gouvernance des risques par les relations dose-effet”. Dès lors, la controverse se déploie autour d'une opposition marquée entre science réglementaire et science académique, nourrie par des conceptions différentes des rapports entre science et décision politique.

¹⁷ Entretien réalisé avec une chercheuse en toxicologie environnementale le 20 novembre 2024.

¹⁸ Entretien réalisé le 17 novembre 2023.

■ Science académique et science réglementaire : des conceptions différentes des rapports entre science et décisions politiques

■ L'opposition entre la science réglementaire et académique et leurs représentants

Outre les arguments techniques qu'ils présentent, ce sont aussi les buts recherchés par les différents acteurs scientifiques qui les mettent en opposition. On peut distinguer deux postures distinctes parmi les scientifiques impliqués dans la controverse. Les premiers sont les scientifiques que l'on appellera ici "académiques". Ils sont chercheurs rattachés à des universités ou à des centres de recherche et leur but est de produire de la connaissance en soi. Les seconds sont les scientifiques dits "réglementaires", qui participent aux groupes d'expertise organisés par les agences gouvernementales (l'ANSES dans notre cas) et leur but est de produire une évaluation quantitative d'une situation dans l'état des connaissances actuelles afin d'éclairer les décisions des instances politiques. Leurs objectifs divergents expliquent de plus que leurs façons de mener leur recherche diffèrent, ce qui peut être source d'une incompréhension entre ces deux types d'acteurs.

Les groupes d'expertise de l'ANSES ne produisent pas de données eux-mêmes, mais ils étudient les données contenues dans les dossiers que leur fournissent la firme qui requiert l'autorisation de mise sur le marché. La recherche faite ainsi que le travail de rédaction d'un rapport dans le cadre d'une autorisation de mise sur le marché est également très encadré par les règlements européens (dont le règlement cité plus haut), comme nous l'a confirmé un responsable de l'ANSES lors d'un entretien :

"[L'ANSES] prend la décision d'autorisation de mise sur le marché dans le cadre d'un règlement européen qui nous dit voilà comment vous devez raisonner, voilà comment vous devez étudier le risque, et voilà comment vous devez prendre des décisions."¹⁹

Cet encadrement engendre principalement trois effets importants dans le cadre de la controverse étudiée. Premièrement, il est source d'incompréhension chez les scientifiques "académiques" car il va à l'encontre de leur manière de produire de la connaissance : ces derniers peuvent choisir leurs sujets de recherche, ainsi que les méthodes qu'ils utilisent pour mettre en évidence les résultats. Un chercheur académique signataire de la tribune de 2018 nous a ainsi déclaré :

"La science ne répond pas à des règlements. L'idée qu'il y aurait une science réglementaire n'a pas de sens"²⁰.

¹⁹ Entretien avec un responsable de l'ANSES, réalisé le 17 novembre 2023.

²⁰ Entretien avec un signataire de la tribune de mai 2018, réalisé le 14 novembre 2023.

Deuxièmement, l'encadrement par un texte de loi très peu flexible des démarches scientifiques implique une primauté de la politique sur la science en matière d'autorisation de mise sur le marché. En effet, le choix politique des procédures et tests à réaliser dans une autorisation de mise sur le marché peut fortement influencer les décisions prises par les agences réglementaires. A ce propos, le même responsable de l'ANSES nous affirme (voir note de bas de page 16) :

“Il y a vraiment une tension qui est irréductible, c'est qu'on a un système de gouvernance des risques par les relations dose-effet, par l'établissement de limites d'exposition sur la base d'études qui consistent à exposer des modèles animaux. Si on se dit qu'il ne faut pas raisonner comme ça, [...] on ne produit pas les mêmes connaissances et à la fin, on ne prend pas les mêmes décisions. Là, c'est vraiment un choix presque politique.”

Cette observation contribue à rendre floue la frontière entre ce qui relève de la politique et ce qui relève d'études scientifiques au sein de la science réglementaire, ce qui renforce encore l'incompréhension des chercheurs académiques pour la science réglementaire.

Troisièmement, il engendre nécessairement un temps de latence important entre les avancées de la science académique et “l'état de l'art” dans les sciences réglementaires. Cet argument a été avancé par un autre des signataires de la tribune de 2018 [1] à l'occasion d'un entretien, qui évoque le cas des perturbateurs endocriniens :

“Il y a vingt ans, entre le moment où on met en évidence la notion de manière très large et de manière [réglementaire]. [...] Il y a vingt ans pour arriver à ce qu'au niveau européen, à ce qu'au niveau réglementaire, on aboutisse au fait qu'il y a obligation de tester le mécanisme de perturbation endocrinienne. Vingt ans. C'est beaucoup quand même.”²¹

Ce décalage temporel s'explique politiquement et administrativement par la complexité des démarches et la pluralité des acteurs mobilisés dans l'amendement de textes communautaires, mais n'est pas forcément accepté par les chercheurs académiques car ils ne sont pas rompus au fonctionnement des instances politiques. Le signataire nous précise à propos de leur audition au Sénat de 2018 : “C'est un monde qu'on ne connaît pas du tout. On n'était pas prêt”. D'autre part, les chercheurs ont également l'impression de prévenir de conséquences catastrophiques sans parvenir à être écouté. Le même signataire nous confiait : “on leur disait qu'en fait “on est en amont du signal”, pour une fois on peut faire de la prévention, avant que les gens soient malades”.

Enfin, la lecture du rapport de l'ANSES [7] révèle que les expertises réglementaires se basent sur la discipline de la toxicologie, discipline que les chercheurs qui s'opposent à l'ANSES ne maîtrisent pas forcément. Ainsi le même signataire nous confie :

²¹ Entretien avec un signataire de la tribune de mai 2018, réalisé le 20 novembre 2023.

“On est tous dans nos silos, les experts réglementaires regardent un peu de travers ceux qui font de la science académique, et vice versa. Ce sont des mondes différents qui ne se parlent pas.” et “c’est le résultat du fait qu’on n’a pas une culture générale, on n’est pas formé assez en toxicologie”.

En somme, l’incompréhension entre les scientifiques académiques et les scientifiques réglementaires résulte de plusieurs facteurs : leur manière de créer de la connaissance ne répond pas aux mêmes demandes ; et ne se base pas forcément sur les mêmes disciplines. Le cadre réglementaire et politique imposé aux expertises de l’ANSES engendre également un retard entre les connaissances intégrées dans les procédures réglementaires et l’état de l’art académique au même instant, ce qui nourrit, dans le cas de certains chercheurs, un sentiment de ne pas être écoutés alors qu’ils ont le sentiment de porter des messages très importants ; c’est par exemple le cas pour certains des signataires de la tribune de 2018, dont l’argumentation publique mérite qu’on s’y intéresse.

■ L’évolution de l’argumentaire des signataires de la tribune de 2018 : de l’alerte à la dénonciation

Cette situation est vécue par certains chercheurs, comme certains signataires de la tribune de 2018 par exemple, comme un véritable syndrome de Cassandra. Ces chercheurs ont été extrêmement déçus de la manière dont l’ANSES s’est saisie de l’affaire et les a accueillis. L’un d’entre eux nous en a fait part dans notre entretien. Tout d’abord, l’ANSES ne s’est auto-saisie qu’après la tribune publiée dans le journal Libération, c’est à dire plus de six mois après les premiers signalements, selon ce que ce chercheur nous a dit durant notre entretien²². Il présente d’ailleurs cette tribune comme le dernier ressort, voyant que l’ANSES ne donnait pas suite à leurs signalements. Il a continué :

“Moi je disais [...] mais bien sûr qu’ils vont prendre le problème en main. [...] C’est évident qu’ils vont faire quelque chose. Nous, on vous dit que si on perturbe ou on bloque la SDH, vous avez un problème dans la nature sur des millions d’organismes. Ils vont nous dérouler le tapis rouge.”

Si les signataires de la tribune ont bien été reçus par l’ANSES, il affirme que “ cette réunion a été épouvantable. Ils ont été méprisants [,] sur la défensive”, et une autre signataire affirme :

“On ne s’est pas senti très, très bien reçu. On a senti qu’on était un peu méprisé, enfin qu’il y avait une incompréhension mutuelle”²³.

Cette première impression a sans doute poussé certains signataires à multiplier les stratégies de communication : ils utilisent des arguments scientifiques, qu’ils développent par exemple

²² Entretien avec un signataire de la tribune de 2018, réalisé le 14 novembre

²³ Entretien avec une signataire de la tribune de 2018, réalisé le 20 novembre

dans leur publication dans le journal à comité de relecture par les pairs PLOS One²⁴, et communiquent également à travers leur site internet EndSdhi²⁵, où ils mobilisent un argumentaire d'une autre nature. Ce site privilégie en effet les discours faisant appel aux émotions : le logo du site présente une tête de mort pour rappeler le caractère toxique des SDHI, et la première phrase qu'on y lit lorsqu'on arrive sur le site est : "Toxiques pour tout le vivant, utilisés sur 80% des terres agricoles, les pesticides SDHIs Inhibent une enzyme : la Succinate DésHydrogénase".

L'argumentation ne cherche pas à convaincre de la rigueur scientifique des résultats extrêmes présentés, mais à faire réagir le lecteur. La page d'accueil du site présente également une image (voir figure 4) qui attaque frontalement l'ANSES, non pas sur le plan scientifique, mais sur le plan moral : il s'agit d'accusations de négligence de la part de l'ANSES, voire de collusion entre l'ANSES et les industriels produisant les fongicides en question. On peut par exemple y lire : " Cela permet de dépenser inutilement de l'argent et d'attendre avant de répondre à l'urgence]", " Une logique bien étrange ... Vraisemblablement une plaisanterie", ou encore "Curieusement, ni l'Anses, ni la FNSEA [agriculture industrielle], ni l'UIPP [les industries agrochimiques] n'ont pu nous fournir de chiffres concernant l'effet de ces pesticides sur les rendements ... ". Enfin, le site présente également cette image (figure 5) sur la page principale, sous titrée : "J'empoisonne et je soigne".

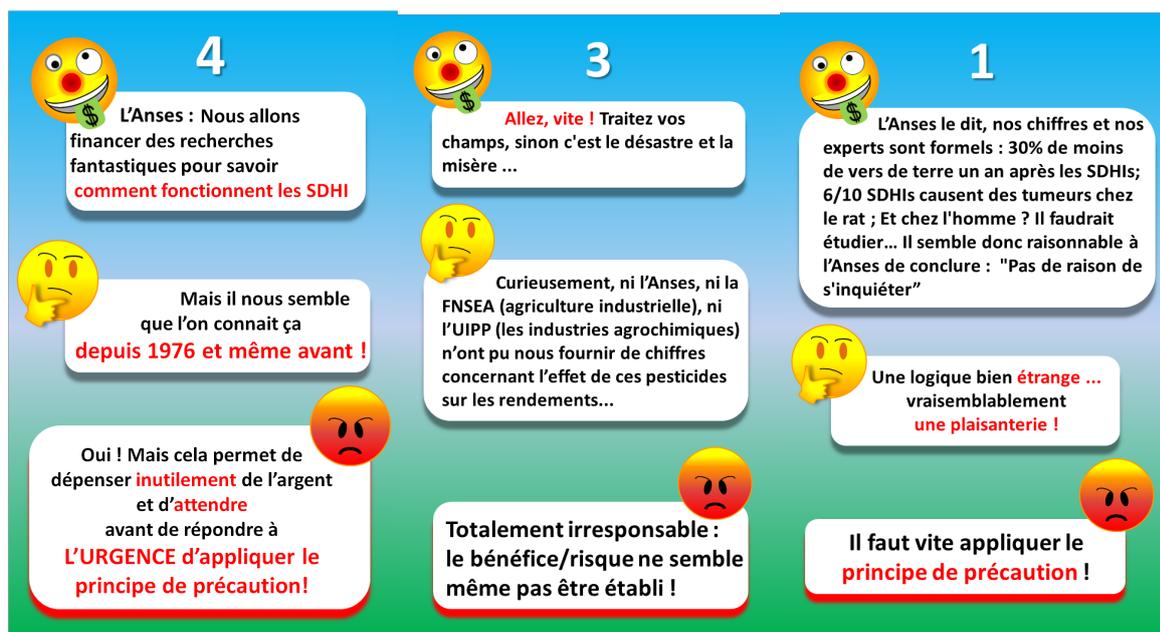


Figure 4 : images issues du site EndSDHI. Bénit P., Rustin P. (2023), consultable ici : [end sdhi | SDHIs NON MERCI](https://end-sdhi.org/)

Cette image (figure 5) laisse entendre que la même organisation empoisonne volontairement la population, pour pouvoir faire des profits sur la vente de médicaments. C'est un argument qui rappelle les théories du complot, en particulier la théorie conspirationniste "Big Pharma",

²⁴ [Evolutionarily conserved susceptibility of the mitochondrial respiratory chain to SDHI pesticides and its consequence on the impact of SDHIs on human cultured cells \(hal.science\)](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241111). Voir bibliographie [11].

²⁵ [end sdhi | SDHIs NON MERCI](https://end-sdhi.org/) . Voir bibliographie [12]

que le théoricien Robert Blaskiewicz définit comme “la théorie [...] qui soutient que les groupes pharmaceutiques, les agences réglementaires, les politiciens et d’autres collaborent secrètement contre l’intérêt public”²⁶.



Figure 5 : Image du site EndSDHI, sous-titrée “J’empoisonne et je soigne”. Bénit P., Rustin P. (2023), consultable ici : [end sdhi | SDHIs NON MERCI](https://end-sdhi.org/)

La figure de ces lanceurs d’alerte est donc unique dans cette controverse, car elle mobilise deux extrêmes opposés en termes d’argumentaire. Leur argumentation, au départ très scientifique, a basculé vers une argumentation plus virulente, qui montre leur indignation face à une administration qu’ils présentent comme sourde aux avertissements. Cette bascule est le reflet de la dégradation de leur relation avec l’ANSES : déçus de ne pas être écoutés et se sentant méprisés, ils choisissent de rejeter totalement la posture de l’agence réglementaire. Cependant, la position de ces lanceurs d’alerte à l’encontre de la science réglementaire n’est pas représentative de celle de tous les acteurs académiques. Même si beaucoup de chercheurs académiques sont réticents à collaborer avec l’ANSES, et que certains des chercheurs qui acceptent démissionnent en raison de divergences d’opinion avec les autres membres du groupe d’experts, comme ces deux articles de S. Foucart^{27 28} l’évoquent, d’autres chercheurs choisissent tout de même de collaborer avec le monde réglementaire.

■ Vers une réconciliation entre la recherche et la réglementation des produits phytosanitaires ?

L’opposition présentée entre la science réglementaire et la science académique n’est en fait pas systématique, et s’est atténuée avec le temps. En particulier, certains signataires de la tribune de 2018 ont participé à la rédaction du nouveau rapport de l’ANSES sur les SDHI²⁹, publié en décembre 2023, plus de quatre ans après le premier rapport. Nous avons également interviewé un chercheur venant du monde académique qui a collaboré au nouveau rapport de l’ANSES à ce sujet :

“Je pense que ce système [réglementaire], on ne peut pas le changer si on n’est pas dedans, si on est dans une posture de rejet. Moi, j’ai une opinion en tant que

²⁶ Notre traduction. Citation originale : “The conspiracy theory that pharmaceutical companies, regulators, politicians, and others are secretly working in consort against the public interest”, issue de l’abstract de son article <https://doi.org/10.1179/2047480613Z.000000000142>

²⁷ [Fongicides : l’expertise de l’Anses minée par la discorde \(lemonde.fr\)](https://lemonde.fr/). Voir bibliographie [14]

²⁸ [Pesticides SDHI : l’Anses n’identifie pas de risques au terme d’une expertise controversée \(lemonde.fr\)](https://lemonde.fr/). Voir bibliographie [15]

²⁹ [AVIS et RAPPORT de l’Anses relatif à l’actualisation des données relatives aux substances phytopharmaceutiques de la famille des inhibiteurs de la succinate déshydrogénase \(SDHI\)](https://lemonde.fr/). Voir bibliographie [16]

citoyenne, mais ma crédibilité vient de la science que je produis. Et je ne peux être utile que grâce à la science que je produis. Est-ce que ma pensée de scientifique peut aider à faire émerger, faire progresser des choses ? Si je reste dans la posture de lanceuse d'alerte, je perds cette possibilité d'utiliser mes neurones pour faire progresser les choses"³⁰.

Certains chercheurs issus du monde académique acceptent donc de collaborer avec le monde réglementaire, ce qui déplace les positionnements des agences : le nouveau rapport de l'ANSES revoit par exemple à la baisse de nombreuses valeurs toxicologiques de référence dans le nouveau rapport par rapport à la précédente expertise, mais surtout, le rapport affirme une volonté de croiser les disciplines. En effet, il contient des paragraphes expliquant le mode d'action des fongicides SDHI qui expose les notions fondamentales du cycle respiratoire de la mitochondrie³¹. Enfin, le rapport contient la recommandation suivante

“En outre, les tests requis lors de l'évaluation des dossiers réglementaires de ces substances n'apparaissent au groupe de travail ni adéquats, ni suffisants, pour évaluer la toxicité spécifique des SDHI, au regard des données de la littérature. Ceci conduit le groupe de travail à faire des recommandations spécifiques sur le besoin de mettre en œuvre une stratégie de tests visant à évaluer la mitotoxicité et d'adapter certaines lignes directrices de l'OCDE (voir RECO1).”³²

Il s'agit d'une recommandation très importante, puisqu'elle appelle les instances européennes à modifier les analyses demandées aux industriels dans le cadre des autorisations de mise sur le marché afin d'intégrer des tests adaptés aux mécanismes mitotoxiques. En somme, l'ANSES recommande donc l'ajout de la mitotoxicité à la liste des toxicités devant être contrôlées telle qu'elle est définie dans le droit communautaire. C'est donc une avancée primordiale dans la controverse, en ce que l'ANSES concède aux chercheurs ayant lancé l'alerte en 2018 qu'ils avaient bien raison en ce qui concerne le fait que les procédures réglementaires n'étaient pas adaptées à l'évaluation précise des dangers liés aux SDHI.

La position actuelle de l'ANSES n'est pour autant pas totalement alignée sur celle tenue par les lanceurs d'alerte depuis 2018 : là où les derniers préconisent l'interdiction immédiate des SDHI au nom du principe de précaution, l'ANSES préfère suivre une voie moins extrême, en conseillant la mise en place d'un cadre réglementaire créé *ad hoc*. Dans la mesure où cela implique d'approfondir les recherches face à une incertitude sur la dangerosité des substances considérées, cette position rentre tout à fait dans une définition plus large du principe de précaution. Ainsi voit-on bien que la notion de principe de précaution sous-tend une large partie de la controverse : quelles sont donc les visions qu'ont les différents acteurs de ce principe ?

³⁰ Entretien avec un chercheur académique ayant contribué au rapport de l'ANSES, réalisé le 10 décembre 2023

³¹ pages 89 à 100 de ANSES (2023), voir bibliographie [16]

³² page 244 de ANSES (2023), voir bibliographie [16]

■ Le principe de précaution et l'extension des problèmes en jeu

Dès le début de la controverse, chacune des parties a invoqué le principe de précaution pour justifier sa position. La tribune publiée dans Libération le 16 avril 2018, qui a précédé l'auto-saisine de l'ANSES, appelle "à suspendre l'utilisation [des fongicides SDHI] tant qu'une estimation des dangers et des risques n'aura pas été réalisée par des organismes publics indépendants des industriels distribuant ces composés et des agences ayant précédemment donné les autorisations de mise sur le marché des SDHI"³³. Cette recommandation cristallise de nombreux points que nous avons déjà évoqués : la perte de confiance de la recherche académique dans les institutions réglementaires désignées, la distinction entre dangers et risques - l'ANSES ne s'intéressant en réalité qu'au second, la dénonciation de potentiels conflits d'intérêt systémiques dans les procédures d'AMM.

Cependant, elle invoque aussi une "estimation des dangers et des risques" qui peut s'interpréter sur la base du reste de la tribune comme une demande pour davantage de transparence mais aussi de tests complémentaires, prêtant spécifiquement attention aux enjeux épigénétiques ou aux mécanismes mitochondriaux par exemple. En somme, la tribune préconise la suspension des SDHI tant qu'une connaissance beaucoup plus fine de leurs effets ne sera pas atteinte. Cet argument repose fondamentalement sur le principe de précaution. Au même titre, cette notion floue se trouve au cœur de l'ensemble de la controverse. Il est déjà cité par le règlement européen de 2009 qui encadre la procédure de mise sur le marché des substances et produits phytosanitaires : "Il convient d'accorder une attention particulière à la protection des groupes vulnérables de la population [...] Le principe de précaution devrait être appliqué"³⁴. Il ne semble pas pour autant offrir une opportunité satisfaisante de réconcilier les différents acteurs de la controverse. En particulier, ces derniers n'en donnent pas la même définition et l'adaptent à leur approche du problème. Un toxicologue du CNRS avec lequel nous nous sommes entretenus³⁵ soutient par exemple :

"Le principe de précaution, tel que le comprend le citoyen et tel qu'il a été écrit par le législateur, c'est de dire « quand on ne sait pas, on s'abstient ». Celui qui est appliqué par les autorités réglementaires n'est pas du tout le même. Mais alors, pas du tout le même. C'est « quand on ne sait pas, on laisse passer. »"

Dans le cadre des entretiens que nous avons menés, son emploi tenait parfois de l'argument d'autorité. Il n'en reste pas moins que le principe de précaution constitue une dimension absolument essentielle du sujet des pesticides et qu'il renvoie à une question bien plus large concernant notre modèle agro-industriel.

³³ Tribune dans Libération, 2018. Voir bibliographie [1]

³⁴ Règlement n° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil, préambule, alinéa 8. Voir bibliographie [8]

³⁵ Entretien réalisé le 13 décembre 2023.

■ Des définitions incompatibles du principe de précaution ?

Le débat sur les fongicides SDHI renvoie à une question clé : faut-il agir même sans avoir toutes les informations ou s'abstenir tant que l'on ne sait pas tout ? Formulé autrement : les dangers encourus par le recours aux SDHI justifient-ils de transiger avec les autres risques qu'ils participent à combattre et de renoncer à leur intérêt économique ? Depuis la controverse apparue en 2018, diverses voix ont contribué au débat. Certains scientifiques et certains défenseurs de l'environnement demandent la suspension immédiate de ces produits, arguant que le principe de précaution est mal interprété. Ainsi, dans le cadre d'un entretien, une experte en toxicologie environnementale³⁶ nous définit le principe de précaution comme la possibilité d'interdire une substance en présence d'un faisceau de présomption fort que son utilisation peut être problématique, même sans preuve formelle de sa toxicité pour l'homme ou l'écosystème. Elle souligne également les défis liés à la notion de lien de présomption, selon le rapport d'expertise de l'INSERM "Pesticide et Santé"³⁷. Cette approche du principe de précaution met en opposition ceux prônant des mesures immédiates même en l'absence d'informations complètes (agir sans savoir) et ceux estimant qu'il vaut mieux attendre d'avoir toutes les données avant de prendre des mesures (ne pas agir sans savoir).

Au-delà de cette opposition, le principe de précaution s'immisce dans la controverse à de nombreux niveaux et parfois de manière contradictoire. Il s'introduit notamment dans la manière dont l'ANSES doit mettre en œuvre la réglementation européenne, sous la contrainte directe des directives de l'Union européenne (UE) : elle doit l'appliquer en droit, ce qui limite les modes d'action de l'institution. Le responsable de l'ANSES que nous avons rencontré le résume ainsi :

"C'est quand même un processus qui est très administratif, qui est très déterminé par ce qui vient du règlement européen et qui donne assez peu de latitude aux personnes qui ensuite vont délivrer ou retirer les autorisations de mise sur le marché"³⁸.

Toute imprécision dans l'application des dispositions communautaires dans le cadre d'une AMM peut conduire à des litiges administratifs, augmentant le risque d'annulation des décisions, notamment de la part des industriels.

Les relations étroites entre l'ANSES et diverses agences de l'UE³⁹, notamment l'ECDC (Centre européen de contrôle et de prévention des maladies), l'ECHA (Agence européenne des produits chimiques), l'EEA (Agence européenne de l'environnement), l'EFSA (Agence européenne de sécurité des aliments), l'EMA (Agence européenne des médicaments) ou encore l'EU-OSHA (Agence de la sécurité et de la santé au travail), bien que cruciales, ajoutent une couche supplémentaire de complexité et d'exigences. Ces collaborations sont essentielles pour garantir la cohérence et la diffusion de l'information entre les agences

³⁶ Entretien avec une toxicologue environnementale, réalisé le 25 novembre 2023.

³⁷ <https://www.inserm.fr/expertise-collective/pesticides-et-sante-nouvelles-donnees-2021/>. Voir bibliographie [17]

³⁸ Entretien avec un responsable de l'ANSES, réalisé le 17 novembre 2023

³⁹ https://www.anses.fr/fr/system/files/note_externerelationsAnses_agencesUE_sept2019_v2.pdf. Voir bibliographie [18]

sanitaires respectives des États Membres, mais elles imposent également à l'ANSES de naviguer dans un environnement réglementaire européen complexe et contraignant. L'ANSES est ainsi confrontée à des défis constants liés à sa participation active aux différentes instances et comités techniques de ces agences, contribuant à l'évaluation des risques et à l'harmonisation des réglementations. Ces échanges réguliers et ces collaborations accroissent simultanément la pression exercée sur l'ANSES, l'obligeant à opérer dans un contexte réglementaire européen exigeant et parfois rigide, tout en contribuant à la protection de la santé publique et de l'environnement malgré ces défis.

Les différentes interprétations du principe de précaution que nous avons observées entrent donc en tension avec une multitude d'enjeux : sanitaires mais aussi juridiques, économiques et sociaux en ce qui concerne les agriculteurs notamment. La question fondamentale devient alors : de quel côté de cette tension appliquer le principe de précaution ? Cette interrogation participe à expliquer les divergences relatives aux recommandations des différents acteurs de la controverse. L'ANSES tente de son côté de répondre à cette difficulté par un suivi étroit des conséquences de ses décisions en matière de produits phytosanitaires. C'est ce que l'on appelle la pharmacovigilance.

■ La pharmacovigilance et les mécanismes d'évolution de la réglementation

Depuis 2018, l'ANSES s'engage dans la pharmacovigilance des fongicides SDHI, alertant les autorités européennes et nord-américaines conformément au Règlement (CE) numéro 1107/2009⁴⁰ sur la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques dans l'Union européenne. Ce règlement établit les normes régissant l'autorisation, l'utilisation et le contrôle de ces produits, tout en mettant en avant le principe de précaution. Les procédures d'autorisation reposent sur des évaluations toxicologiques et écotoxicologiques approfondies, examinant la toxicité et les niveaux d'exposition pour quantifier les risques potentiels. Dans le cadre de ce règlement, la législation s'applique aux produits visant à protéger les plantes, influencer leur croissance ou éliminer les végétaux indésirables. Une substance active doit être approuvée uniquement si les produits qui la contiennent sont efficaces, n'ont pas d'effets nocifs immédiats ou différés sur la santé humaine, n'ont pas d'effets inacceptables sur les végétaux ou l'environnement, et ne causent aucune souffrance inutile aux animaux vertébrés.

Dans cette perspective, l'ANSES, en collaboration avec des organisations de recherche et des agences de santé, adopte une approche multidisciplinaire pour évaluer les risques des fongicides SDHI. Suivant les principes du règlement, l'Agence initie des études depuis 2020, explorant les expositions cumulatives à ces fongicides via la consommation alimentaire. Ces démarches visent à anticiper les conséquences futures des décisions actuelles et nécessitent une recherche continue pour assurer la sécurité et la santé humaine, ainsi que la protection de l'environnement. Cet effort global va au-delà de l'analyse des publications scientifiques, cherchant à établir des protocoles de pharmacovigilance et à éclairer l'impact potentiel des SDHI sur la santé humaine. De nouvelles expertises de l'ANSES⁴¹ indiquent ainsi des ajustements à la baisse de certaines valeurs toxicologiques de référence (VTR) concernant les SDHI. Ces recommandations seront portées au niveau européen et l'ANSES formule

⁴⁰ Règlement n° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil, préambule, alinéa 8. Voir bibliographie [8]

⁴¹ Rapport de l'ANSES (2023). Voir bibliographie [16]

également des recommandations méthodologiques et de recherche pour améliorer les connaissances sur les modes d'action des SDHI.

De plus, l'ANSES évalue les risques pour les consommateurs liés à la présence de résidus de SDHI dans les aliments. Elle finance notamment des recherches portant sur les niveaux d'exposition aux SDHI dans l'alimentation et les sols, ainsi que des études sur les effets potentiels des SDHI au niveau épidémiologique.

Bien que l'ensemble de ces procédures puissent effectivement participer à mieux comprendre les mécanismes d'action de cette famille de fongicides et gouverner les risques qu'ils entraînent, elles ne répondent que partiellement aux préoccupations des lanceurs d'alerte. Ces dernières portent en leur sein une critique du modèle agricole contemporain que l'ANSES n'a ni les outils ni la vocation de traiter puisqu'il s'agit de choix fondamentalement politiques, et pas réglementaires.

■ S'agit-il seulement des SDHI ou d'une réforme profonde du modèle d'agriculture mondialisée ?

Les entretiens que nous avons menés, notamment avec une experte en toxicologie environnementale⁴², soulignent que les décisions de l'ANSES et de l'UE sont étroitement liées à des choix politiques. Cette chercheuse propose une révision de la réglementation européenne et suggère une refonte des organismes chargés de l'évaluation des produits. Elle préconise la création de tests indépendants élaborés par des agences spécialisées, éloignant ainsi les entreprises de ce processus pour assurer des évaluations objectives et éviter les conflits d'intérêts. Cependant, cette proposition soulève des interrogations sur le financement de ces tests, actuellement supporté en grande partie par les entreprises. Elle propose ainsi un modèle économique plus équilibré, peut-être avec des contributions des entreprises sous forme de prestations. Elle juge que la société ne devrait pas supporter intégralement ces frais. Elle concède enfin que les décisions ne relèvent pas uniquement des scientifiques, mais impliquent également des enjeux économiques massifs et des questions technologiques complexes liées à l'agriculture industrialisée. Les choix réglementaires portant sur les produits phytosanitaires, tels que les SDHI, ont donc une composante intrinsèquement politique et sont débattus au plus haut niveau, comme l'illustre la controverse entourant le glyphosate. Ainsi, la régulation des SDHI suscite un débat plus large sur l'avenir du modèle agricole mondial et la manière dont les choix politiques le façonnent.

Ce constat semble partagé par la plupart des personnes que nous avons pu rencontrer. Ainsi, un toxicologue du CNRS⁴³ nous proposait un changement d'approche vis-à-vis des pesticides : "Moi, je ne suis pas contre les pesticides, mais les pesticides, on les met [*note : on devrait les mettre*] pour la bonne raison, à la bonne dose, au bon endroit, au bon moment. Les innovations technologiques vont permettre de le mettre au bon endroit, au bon moment". Le responsable de l'ANSES auquel nous nous sommes adressés dresse finalement le bilan suivant :

⁴² Entretien avec une toxicologue environnementale, réalisé le 25 novembre 2023

⁴³ Entretien réalisé le 13 décembre 2023.

“Pour beaucoup de personnes, et l'on peut tout à fait comprendre, la question pertinente, ce n'est pas à quelles conditions on peut mettre sur le marché des pesticides. La question pertinente, c'est quelles sont les bonnes pratiques agricoles, vers quel modèle d'agriculture on devrait aller, comment il faut cultiver pour que les agriculteurs soient rémunérés correctement, pour que le consommateur ait des produits de qualité, pour que les gens qui vivent à côté des cultures vivent dans des conditions environnementales et sanitaires acceptables, pour que la biodiversité soit préservée, et puis même éventuellement pour répondre à des grands objectifs du type lutte contre le changement climatique”.

En creux d'approches disciplinaires divergentes qui divisent les acteurs réglementaires et scientifiques, se logent des rôles professionnels et institutionnels mais aussi des aspirations personnelles potentiellement différentes. Le principe de précaution et la manière dont il est invoqué par les différentes parties en est la traduction la plus emblématique.

■ Conclusion. Les controverses sanitaires : *bis repetita placent ?*

La controverse sur les SDHI s'est amorcée en premier lieu sur des questions scientifiques. L'équipe de l'INSERM à l'origine de l'alerte a soulevé qu'il était raisonnable d'avoir des doutes sur la spécificité de ces fongicides, car ils ciblent un mécanisme très conservé par l'évolution. A fortiori, ils ont fait remarquer que ce mode d'action était particulier et qu'il n'était pas bien couvert par le périmètre des études réglementaires imposées par l'Union Européenne dans le cadre des autorisations de mise sur le marché. Ces chercheurs remettent également en doute les bénéfices de ces fongicides.

Ces désaccords techniques ont alors révélé une opposition entre les chercheurs académiques et les scientifiques réglementaires, outre le fait qu'ils mobilisent généralement des disciplines scientifiques différentes. En particulier, ce sont les problèmes de transparence des études, de l'influence réciproque entre les mondes industriel et réglementaire, ainsi que le décalage temporel entre l'état de l'art académique et les directives réglementaires qui caractérisent cette opposition, qui n'est dès lors plus seulement scientifique.

Certains chercheurs, qui ont le sentiment de ne pas être écoutés, rejettent totalement la position de l'ANSES. D'autres préfèrent collaborer avec elle car ils ont la conviction qu'ils peuvent faire changer les directives européennes. Même si le dernier rapport de l'ANSES semble indiquer une volonté de changement dans ce sens, la question du principe de précaution reste encore et toujours polarisante : peut-on utiliser une substance sur laquelle on a des suspicions en attendant d'avoir des éléments probants, ou doit-on l'interdire avant d'aviser à la lumière de ces éléments ?

Dans l'état actuel des choses, la mise en œuvre de ce principe de précaution est dictée de manière très rigide par le droit communautaire, que les agences réglementaires se doivent de

suivre. Bien que ces règles évoluent, une divergence d'opinions persiste quant à l'objectif fondamental motivant ce cadre réglementaire. Celui-ci est conçu de manière très opérationnelle pour encadrer les produits phytosanitaires, tandis que de nombreux acteurs aspirent en réalité à engager un débat sur des questions bien plus larges relatives à l'organisation de l'agriculture, voire de la société dans son ensemble.

Manifestement, la controverse des SDHI s'enracine sur des points de contention qui dépassent très largement les seuls pesticides qui inhibent la SDH : les questions de l'opposition entre les sciences réglementaires et académiques, des différentes lectures du principe de précaution, et enfin, de manière sous-jacente, le débat autour de l'agriculture productiviste moderne sous-tendent toutes les controverses traitant de santé publique alimentaire. Ces controverses font souvent bouger les lignes, en particulier en ce qui concerne l'opposition entre sciences réglementaire et académique : dans le cas des perturbateurs endocriniens par exemple, les recommandations des experts académiques ont fini par percoler dans la réglementation européenne, ce qui a rapproché les deux sciences. C'est d'ailleurs ce qui pourrait se produire dans le cas de cette controverse, à en croire le dernier rapport de l'ANSES. Cette évolution est toutefois très lente et ne se produit qu'après des critiques répétées et cumulées dans le temps.

Nous l'avons montré, ces controverses sanitaires ne sont pas purement scientifiques, et des arguments bien plus profonds sont souvent à la base des positions des acteurs : les différentes visions du principe de précaution, ainsi que les ambitions pour une agriculture moins productiviste et plus vertueuse sont notamment au cœur de l'argumentation de nombreux détracteurs des SDHI. Il est toutefois certain que ces controverses sanitaires soulignent des contradictions dans nos sociétés et appellent à des changements profonds. La question qui subsiste est de savoir si ces évolutions auront lieu, et à quel rythme.

■ Matériel et méthodes

Le présent travail résulte tout d'abord d'une analyse de la presse nationale et internationale, depuis les années 2000, au sujet des fongicides SDHI. La base de données Europresse a été consultée au moyen de l'équation de recherche suivante : "fongicide & SDHI". Les corpus de documents recueillis pour chaque équation ont notamment fait l'objet de deux types d'analyse : une analyse sémantique avec la plateforme CorTexT et un traitement statistique des données textuelles avec le logiciel IRaMuTeQ (exemple de la *Figure 1*). Notre étude bibliographique a été complétée par la lecture et l'analyse d'articles scientifiques issus du domaine de la toxicologie, de la l'épidémiologie ou encore de la biologie, mais également par une littérature plus institutionnelle formée de plusieurs rapports publics de l'ANSES en particulier. Pour ce faire, d'autres bases de données plus appropriées (Scopus, Web of Science et PubMed) ont été consultées avec les équations de recherche supplémentaires : "SDHI & résistance", "SDHI & efficacy" et "SDHI & mitochondria". Cette phase liminaire a permis de cerner les principaux points de discussion entre acteurs, mais aussi de repérer les enjeux de réglementation et les questionnements scientifiques soulevés par l'essor des SDHI.

Ce travail initial a permis l'élaboration de grilles de questions adressées à six acteurs de la controverse analysée, au cours d'entretiens semi-directifs. Les témoignages de ces acteurs, qui occupent tous des fonctions différentes, ont été retranscrits puis analysés, et des extraits pertinents ont été exploités dans ce document. Nous avons eu l'occasion d'échanger avec :

- Une ingénieure de recherche dans un laboratoire de toxicologie environnementale de l'INSERM ;
- Un responsable d'une direction de l'ANSES ;
- Deux chercheurs parmi les lanceurs d'alerte ;
- Une responsable de l'ONG POLLINIS ;
- Un chercheur au CNRS en chimie et toxicologie, spécialiste des néonicotinoïdes et des SDHI.

Nous avons par ailleurs contacté des représentants industriels et agricoles ainsi qu'un journaliste qui avait déjà dressé un bilan de la controverse mais n'avons pas obtenu de réponse de leur part.

■ Références

■ Articles de presse généraliste / presse professionnelle

[1] Bénit P., Chrétien D., Schiff M., Rustin P., Favier J., Gimenez-Roqueplo A., Bortoli S., Huc L., (2018, 15 avril). "Une révolution urgente semble nécessaire dans l'usage des antifongiques". *Libération*, disponible sur : [Une révolution urgente semble nécessaire dans l'usage des antifongiques – Libération \(liberation.fr\)](#) [Consulté le 9 janvier 2024]

[14] Foucart S. (15 juin 2023). Fongicides : l'expertise de l'Anses minée par la discorde, *Le Monde*. Disponible sur : https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/06/15/pesticides-sdhi-l-expertise-de-l-anses-minee-par-la-discorde_6177695_3244.html.

[15] Foucart S. (5 décembre 2023). Pesticides SDHI : l'Anses n'identifie pas de risques au terme d'une expertise controversée. *Le Monde*, Disponible sur : [Pesticides SDHI : l'Anses n'identifie pas de risques au terme d'une expertise controversée \(lemonde.fr\)](#)

■ Sites web

[12] EndSDHI. [end sdhi | SDHIs NON MERCI](#)
Site web créé par quelques signataires de la tribune d'avril 2018, qui dénonce l'utilisation des SDHI. Site consulté le 21 janvier 2024.

■ Articles de revue scientifique

[5] Simon-Delso, Noa, Gilles San Martin, Etienne Bruneau, et Louis Hautier. (2018). Time-to-Death Approach to Reveal Chronic and Cumulative Toxicity of a Fungicide for Honeybees Not Revealed with the Standard Ten-Day Test. *Scientific Reports* 8 (1): 7241. Disponible sur : <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24746-9>.

[6] Faske, T. R., et K. Hurd. (2015). Sensitivity of *Meloidogyne Incognita* and *Rotylenchulus Reniformis* to Fluopyram. *Journal of Nematology* 47 (4): 316-21. Disponible sur : [Sensitivity of Meloidogyne incognita and Rotylenchulus reniformis to Fluopyram - PubMed \(nih.gov\)](#)

[9] Yanicostas C., Soussi-Yanicostas N., (2021) . SDHI Fungicide Toxicity and Associated Adverse Outcome Pathways: What Can Zebrafish Tell Us? *Int J Mol Sci* 22, 12362. Disponible sur : <https://doi.org/10.3390/ijms222212362> [Consulté le 9 janvier 2024].

[11] Bénit, Paule, Agathe Kahn, Dominique Chretien, Sylvie Bortoli, Laurence Huc, Manuel Schiff, Anne-Paule Gimenez-Roqueplo, et al. (2019). Evolutionarily Conserved Susceptibility of the Mitochondrial Respiratory Chain to SDHI Pesticides and Its Consequence on the Impact of SDHIs on

Human Cultured Cells. Édité par Annalisa Pastore. *PLOS ONE* 14 (11): e0224132. Disponible sur : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224132>.

[13] Blaskiewicz R. (2013). The Big Pharma conspiracy theory. *Medical Writing*: Vol 22 (4). s. d. Disponible sur : <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/2047480613Z.000000000142>.

[19] Duarte Hospital, C., Tête, A., Debizet, K., Imler, J., Tomkiewicz-Raulet, C., Blanc, E. B., Barouki, R., Coumoul, X., & Bortoli, S. (2023). SDHi fongicides: An example of mitotoxic pesticides targeting the succinate dehydrogenase complex. *Environment international*, 180, 108219. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108219> [Consulté le 20 janvier 2024].

[20] d'Hose, D., Isenborghs, P., Brusa, D., Jordan, B. F., & Gallez, B. (2021). The Short-Term Exposure to SDHi Fungicides Boscalid and Bixafen Induces a Mitochondrial Dysfunction in Selective Human Cell Lines. *Molecules* (Basel, Switzerland), 26(19), 5842. Disponible sur : <https://doi.org/10.3390/molecules26195842> [Consulté le 20 janvier 2024].

[21] Graillot, V., Tomasetig, F., Cravedi, J. P., & Audebert, M. (2012). Evidence of the in vitro genotoxicity of methyl-pyrazole pesticides in human cells. *Mutation research*, 748(1-2), 8–16. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2012.05.014> [Consulté le 20 janvier 2024].

■ Littérature grise

[2] Agreste, ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire, Service de la statistique et de la prospective. (2023). *Semis de l'hiver 2022 : blé tendre, orge et colza en hausse*. Paris, rubrique Conjoncture, 5 pages. Disponible sur : [IR sept 2011 \(agriculture.gouv.fr\)](https://www.inrae.fr/fr/actualites/ir-sept-2011-agriculture-gouv-fr) [Consulté le 9 janvier 2024].

[3] Rovaltain F., Bortoli S. (2021). *Les fongicides SDHi : Des pesticides émergents*. Rapport réalisé pour la fondation Evertéa, disponible sur : [Les fongicides SDHi : Des pesticides émergents \(fondationevertéa.org\)](https://www.fondationevertéa.org/) [Consulté le 9 janvier 2024].

[4] Arvalis. (2020). *Protection des céréales - Les SDHi présentent un intérêt technique indiscutable !*. Disponible sur [Fongicides SDHi : intérêt technico-économique sur céréales à paille | ARVALIS](https://www.arvalis.fr/fr/actualites/fongicides-sdhi-intereet-technico-economique-sur-cereales-a-paille) [Consulté le 9 janvier 2024].

[7] ANSES (2019). *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à « l'évaluation du signal concernant la toxicité des fongicides inhibiteurs de la succinate deshydrogénase (SDHI) »*. Rapport ANSES, 103 pages. Disponible sur [Avis relatif à « l'évaluation du signal concernant la toxicité des fongicides inhibiteurs de la succinate deshydrogénase \(SDHI\) » \(anses.fr\)](https://www.anses.fr/fr/document/avis-relatif-a-l-evaluation-du-signal-concernant-la-toxicite-des-fongicides-inhibiteurs-de-la-succinate-deshydrogenase-sdhi) [Consulté le 9 janvier 2024]

[10] Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques - OPECST - Sénat. (2020). *CONCLUSIONS DE L'AUDITION PUBLIQUE DU 23 JANVIER 2020 SUR LES INHIBITEURS DE SUCCINATE DÉSHYDROGÉNASE (SDHI)*. Paris, rapport d'audition au Sénat, 70 pages. Disponibles sur : [Modèle pour la frappe des Rapports Parlementaires \(lion-environnement.org\)](https://www.lion-environnement.org/fr/actualites/modèle-pour-la-frappe-des-rapports-parlementaires) [Consulté le 9 janvier 2024].

[16] ANSES (2023). *AVIS et RAPPORT de l'Anses relatif à l'actualisation des données relatives aux substances phytopharmaceutiques de la famille des inhibiteurs de la succinate déshydrogénase (SDHI)*. 376 pages. Disponible sur : [AVIS et RAPPORT de l'Anses relatif à l'actualisation des données relatives aux substances phytopharmaceutiques de la famille des inhibiteurs de la succinate déshydrogénase \(SDHI\)](#) [Consulté le 11 janvier 2024]

[17] INSERM (2021). *Pesticides et effets sur la santé. Nouvelles données*. Rapport effectué par l'INSERM. 1036 pages. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/expertise-collective/pesticides-et-sante-nouvelles-donnees-2021/>. [Consulté le 21 janvier 2024]

[18] ANSES (2019). *Relations entre l'ANSES et les agences de l'Union européenne*. Note externe réalisée par l'ANSES. 6 pages. Disponible sur : [note_externe_relationsAnses_agencesUE_sept2019_v2.pdf](#) [Consulté le 21 janvier 2024]

■ Textes de loi

[8] Journal Officiel de l'Union Européenne (2009). *RÈGLEMENT (CE) No 1107/2009 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil*. Texte de règlement européen, 50 pages. Disponible sur : [Règlement \(CE\) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil \(europa.eu\)](#) [Consulté le 9 janvier 2024]

■ Images, photographies, tableaux et graphiques

Image page de garde : site de l'ANSES (2023). *Sans titre*. Photographie. Disponible sur : [Fongicides SDHI : les travaux de l'Anses | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail](#). [Consulté le 19 janvier 2024].

Figure 3 : images issues du site EndSDHI. Bénit P., Rustin P. (2023), *sans titre*, images issues du site EndSDHI, consultable ici : [end sdhi | SDHIs NON MERCI](#) [12]

Figure 4 : Image du site EndSDHI, sous-titrée : "J'empoisonne et je soigne". Bénit P., Rustin P. (2023), *J'empoisonne et je soigne*, image issue du site EndSDHI, consultable ici : [end sdhi | SDHIs NON MERCI](#) [12]