
TRAITEMENT DES PESTICIDES ET LEURS MÉTABOLITES

pour l'eau destinée
à la consommation
humaine

17 MARS 2023

Avis du Conseil scientifique du Comité de bassin Rhin-Meuse

mars 2023

MEMBRES

La présidente du Conseil scientifique

Sara Fernandez - Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

Les membres du Conseil scientifique

Meriem Fournier - Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

Vice-présidente du Conseil scientifique

Anne Rozan - École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg

Vice-présidente du Conseil scientifique

Nathalie De Noblet - Commissariat Énergie Atomique

Assesseur du Conseil scientifique

Jean-François Munoz - Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail

Assesseur du Conseil scientifique

Représentant du Comité d'Évaluation et d'orientation

Sylvain Payraudeau - École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg

Assesseur du Conseil scientifique

Jean-Philippe Antignac - Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

Damien Banas - Université de Lorraine

Sylvie Dousset - Université de Lorraine

Ivana Durickovic - Centre d'études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement

Vincent Felten - Université de Lorraine

Alain Geffard - Université Reims Champagne Ardenne

Laure Giamberini - Université de Lorraine

Philippe Hartemann - Faculté de médecine de Nancy

Lucien Hoffmann - Luxembourg Institut of Science and Technology

Jean-François Humbert - Institut d'Écologie et des Sciences de l'Environnement de Paris

Benjamin Lopez - Bureau de recherche géologique et minières

Alexandre Mayol - Université de Lorraine

Séverine Piutti - Université de Lorraine

Olivier Rohr - Université de Strasbourg

Pauline Rousseau-Gueutin - École des Hautes Études en Santé Publique

Laurent Schmitt - Université de Strasbourg

Jochen Sohnle - Université de Lorraine

SOMMAIRE

3 — CONTEXTE NATIONAL ET DE BASSIN

- 4 Appréciation de la qualité d'une eau distribuée ou d'une eau brute (eau superficielle ou eau souterraine) - Normes de qualité
- 4 Bilan de qualité sur la région Grand Est

5 — LES TRAITEMENTS D'ÉLIMINATION : UNE SOLUTION POSSIBLE, MAIS UNE SOLUTION COÛTEUSE ET NON PÉRENNE

6 — LES CAS OÙ LE TRAITEMENT PEUT S'AVÉRER JUSTIFIÉ

7 — LES ACTIONS PRÉVENTIVES : UN VOLET INDISPENSABLE MÊME EN CAS DE TRAITEMENT

8 — CONCLUSION

8 — BIBLIOGRAPHIE

TRAITEMENT DES PESTICIDES ET LEURS MÉTABOLITES

pour l'eau destinée à la consommation humaine

Suite aux instances du 2 décembre 2021, le Comité de bassin a, lors de sa séance de mars 2022, mandaté le Conseil scientifique pour produire un avis sur l'opportunité et la pertinence de mettre en place des traitements des pesticides lors des processus de la potabilisation de l'eau.

Contexte national et de Bassin

L'eau potable est un aliment issu des ressources naturelles dont la distribution au robinet des habitations est encadrée par une réglementation particulièrement stricte et exigeante due à l'absence de choix sur l'origine de l'eau au robinet de nos maisons, contrairement aux autres produits alimentaires. Un des principes forts de cette réglementation impose que la conformité de l'eau à des critères de qualité soit permanente de manière à assurer une qualité sans

danger au robinet du consommateur. Ainsi l'eau du robinet en France est l'aliment le plus contrôlé avec près de 310 000 prélèvements et 12 millions d'analyses par an. Dans la région Grand Est, la liste des produits phytosanitaires surveillés dans le cadre du contrôle sanitaire comprend 202 molécules (160 substances actives ou mères et 42 métabolites) établis selon une méthodologie partenariale (ARS - DREAL - DRAAF - Agences de l'eau - ANSES) pertinente et reprise à l'échelle nationale par l'instruction du ministère de la santé du 18 décembre 2020.

Dans cette note le terme « métabolite », communément utilisé dans le domaine de la santé et dans la sphère publique, désigne les produits de transformation ou de dégradation d'une molécule mère de pesticides, quels que soient les processus de transformation (photolyse, électrolyse, biodégradation, métabolisme d'un être vivant, etc.).

Appréciation de la qualité d'une eau distribuée ou d'une eau brute (eau superficielle ou eau souterraine) - Normes de qualité

Normes de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) et des eaux brutes

Au-delà des seuils de potabilité d'une EDCH fixés à 0,1 µg/L pour chaque pesticide et à 0,5 µg/L pour leur somme, il y a aussi un seuil de concentration à respecter dans les eaux brutes avant traitement pour avoir l'autorisation d'utiliser une ressource pour la rendre potable. Ce seuil « eau brute » est fixé à 2 µg/L pour la somme. Si ce seuil est dépassé, il est interdit d'utiliser la ressource et donc de mettre en place un traitement de potabilisation (cf tableau 1).

Notion de pertinence des métabolites

Un métabolite pertinent diffère d'un métabolite non-pertinent dès lors qu'il pourrait engendrer un risque sanitaire inacceptable pour le consommateur évalué dans une hypothèse d'exposition vie entière (Anses, 2015). Pour les métabolites non-pertinents la limite réglementaire de qualité de l'EDCH de 0,1 µg/L est remplacée par une valeur de vigilance de

0,9 µg/L individuellement, sauf s'il existe une valeur sanitaire propre à la molécule. Les teneurs en métabolites non-pertinents n'entrent pas dans le calcul de la somme des pesticides (0,5 µg/L) et ne sont pas non plus considérés pour l'évaluation de la qualité des eaux brutes (cf tableau 1).

Bilan de qualité sur la région Grand Est

Malgré les mesures mises en place dans le cadre des plans nationaux de réduction des phytosanitaires, notamment Ecophyto, les interdictions et les autorisations de mise sur le marché de nouvelles molécules, les bilans de qualité des eaux révèlent des ressources contaminées par des molécules mères de phytosanitaire dont certaines sont interdites depuis de nombreuses années (exemple de l'atrazine interdit depuis 2008) ou par leurs métabolites (avis Anses n°2015-SA-0252). Ces bilans sont obtenus aussi grâce à des technologies analytiques de plus en plus performantes, qui permettent de détecter un plus grand nombre de molécules, notamment polaires¹, et à des concentrations de plus en plus faibles.

Sur la région Grand Est dont le bassin Rhin-Meuse fait entièrement partie, 33 000 prélèvements d'échantillons d'eau sont réalisés dans plus de 5 300 réseaux publics de distribution alimentés par près de 3 850 captages. L'ensemble de ces analyses représente plus d'un million de valeurs paramétriques. Le SDAGE 2022-2027 a retenu 270 captages dits sensibles à cause des pesticides dont 90 étaient déclassés pour le métabolite métolachlore ESA, 40 pour le métolachlore NOA, métabolites récemment impliqués dans des situations de non-conformité. En août 2022 90 UDI (unités de distribution²) sont contaminées par des pesticides, soit environ 560 000 habitants, ce qui représente près de 10% de la population du bassin Rhin-Meuse, principalement situées dans les départements 67, 68 et 88. Les 2/3 de ces UDI devront faire l'objet d'une dérogation. Ces dérogations (3 à 6 ans maximum) ne doivent pas entraîner de risque sanitaire inacceptable pour les consommateurs.

Normes de qualité sanitaire	Molécules mère et métabolites pertinents	Métabolites non-pertinents
Eaux brutes (eau superficielle ou eau souterraine)	0,5 µg/L individuel et 2 µg/L somme	sans objet
EDCH Eaux destinées à la consommation humaine	0,1 µ/L individuel et 0,5 µg/L somme	0,9 µg/L individuel

TABLEAU 1 : Résumé des normes de qualité sanitaire

¹Une molécule polaire a la capacité de se dissoudre dans un solvant polaire comme l'eau.

²Une Unité de Distribution UDI est définie comme une zone géographique où la qualité de l'eau est réputée homogène, géré par un seul exploitant et relevant d'un même maître d'ouvrage (commune, syndicat...).

Afin de délivrer une eau de qualité conforme aux limites sanitaires définies par la réglementation, les collectivités ont la possibilité de mettre en place des traitements de potabilisation des eaux brutes superficielle ou souterraine. Ceci concerne notamment les micropolluants organiques dont les produits phytosanitaires.

Les traitements d'élimination : une solution possible, mais une solution coûteuse et non pérenne

Toutes les filières de réduction ou d'élimination des micropolluants organiques dans les stations de traitement de potabilisation des eaux brutes s'appliquent aussi bien aux molécules mères de pesticides que leurs métabolites.

Pour être adaptée et efficace à chaque situation (nature des molécules à éliminer, historique de la contamination, caractéristiques de l'eau, coût d'entretien, pérennité de l'installation...) chacune de ces filières doit être déterminée préalablement par une étude de faisabilité technico-économique. Le choix de la filière de traitement (Charbon Actif en grain (CAG), Charbon Actif en Poudre (CAP), charbon actif en microGrain ou membranes) ne peut être réalisé qu'au cas par cas et doit tenir compte des variations saisonnières des flux de contaminations (FNCCR, 2017-2). À titre d'exemple, pour les traitements avec les différentes natures de charbon actif, le plus utilisé à ce jour, les rendements d'élimination des métabolites du S-métolachlore varient selon les caractéristiques des charbons (Gombert et Aubert, 2019). Les métabolites, comme ceux du métolachlore peuvent hériter de propriétés physico-chimiques différentes, plus polaires, entraînant des comportements d'adsorption différents de la molécule mère (Domergue, 2022 ; Guillon, 2019), d'où la nécessité de connaître les métabolites et de disposer des molécules étalon dans les études pilotes. Dans l'absolu, il est difficile de donner des exemples chiffrés de rendement d'élimination des molécules et de leurs métabolites car les fourchettes de variation sont très

dépendantes de la qualité des eaux traitées. Pour les dépassements importants concernant plusieurs micropolluants, seuls des dispositifs de traitement couplant des techniques conventionnelles et avancées s'avèreraient efficaces (Dong et al, 2022 pour la ville de Shanghai) mais avec des investissements et des coûts d'entretien conséquents.

La diversité et la quantité épanchue des produits phytosanitaires limitent aussi l'efficacité de ces solutions de traitement dès lors qu'on a à faire à des molécules très hydrophiles³ et au spectre de traitement étroit comme c'est le cas pour la plupart des métabolites formés à partir des substances parentes. Depuis plus de 30 ans, les exemples de substitution de produits de synthèse sont nombreux : l'atrazine a été remplacée par l'alachlore, remplacé lui-même par l'acétochlore, finalement remplacé par le métolachlore, tous ayant posé des problèmes pour les eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) et continuant à en poser du fait de la persistance de leurs métabolites. L'exemple de l'isoproturon utilisé sur le blé est également édifiant : il a été interdit en 2017, puis remplacé par plusieurs molécules dont le chlortoluron et le diflufenicanil, qui se sont révélés être encore plus toxiques pour l'environnement. De surcroît, du fait des difficultés de sa mise en œuvre, la surveillance des métabolites demeure encore fortement lacunaire, et de nombreux travaux sont en cours pour y pallier. Ainsi, les métabolites du métolachlore et de la chloridazone, dont la présence problématique dans les ressources en eau potable vient d'être mise en évidence, seront sans doute rejoints prochainement par d'autres composés.

Si en parallèle du traitement l'utilisation des pesticides n'est pas réduite, notamment en modifiant les pratiques agricoles, le seuil à respecter pour l'utilisation des eaux brutes risque donc d'être atteint et il n'y aura plus d'eau avec le statut « d'eau brute » pouvant être potabilisée.

Au-delà des coûts d'investissement, les coûts de fonctionnement sont également à prendre en compte dans la décision des collectivités. Ils seront d'autant plus élevés que la concentration en

³L'hydrophilie caractérise une molécule ayant une affinité pour l'eau, pouvant conduire à rendre cette molécule soluble.

CHIFFRES CLÉ

**Coût d'investissement
d'une filière de traitement :**

**entre 300 000 €
et 1 000 000 €**

(variable selon le débit de production)

**Coût d'investissement d'1 km de canalisation
pour une interconnexion :**

**entre 200 000 €
et 500 000 €**

(ANSES, 2021)

pesticides/métabolites augmente et que la ressource est chargée en matière organique. Ils seront d'autant plus difficilement intégrables que la collectivité sera de faible taille. De plus, le pilotage et l'entretien d'une filière de traitement mettant en œuvre une technologie de pointe nécessiteront du personnel très qualifié, souvent hors de portée de ces petites collectivités.

Les traitements ne sont pas des solutions pérennes à l'inverse des actions préventives qui sont plus systémiques.

En effet les traitements sont ciblés et efficaces uniquement sur les molécules connues et conditionnant le dimensionnement de l'installation. Leur efficacité est réduite dans une certaine gamme de concentrations des polluants et selon la saturation de la technique d'élimination. (Kiefer et al, 2020 ; Domergue et al, 2022 ; Taylor et al, 2022). Ainsi, si la concentration initiale dans les eaux brutes est élevée, l'abattement d'une molécule par un procédé de traitement (CAG ; membranes, ...) même pour une efficacité optimale, peut ne pas permettre de descendre en dessous de la norme de qualité dans les EDCH. De plus, au fil du temps, avec le retour d'expériences, les molécules et les concentrations ne cessent d'évoluer.

Investir dans une filière de traitement à un instant t peut conduire à un temps de retour sur investissement supérieur à la durée pendant laquelle la filière est efficace. C'est donc une solution transitoire légitimant d'autant plus la mise en place de plans d'actions préventifs sur le long terme.

Enfin si l'avantage des solutions de traitement réside dans le délai de mise en œuvre - au regard des échéances très courtes des dérogations sanitaires - la mise en place d'un traitement n'est pas pour autant immédiate ni garantie. En effet, des études de définition et de dimensionnement de la filière de traitement voire des stations pilotes sont nécessaires avant toute forme d'investissement (FNCCR, 2017-2), surtout si l'efficacité attendue nécessite plusieurs étapes de traitement, décalant d'autant le temps de mise en place du traitement et donc l'objectif de respect des normes sanitaires.

De plus, certains traitements d'élimination par oxydation comme l'ozonation peuvent engendrer des sous-produits d'oxydation toxiques, ce qui nécessite de compléter par un traitement d'adsorption type charbon actif augmentant de fait les coûts et la technicité de la solution à mettre en place (Dong et al, 2022).

Il est donc dans tous les cas de figure nécessaire de conduire de front des démarches préventives.

Les cas où le traitement peut s'avérer justifié

Dès lors que les bilans de qualité ont démontré la contamination rémanente d'une ressource en eaux utilisée pour la production d'eau potable, la mise en place d'un traitement d'élimination des phytosanitaires pourra se justifier comme solution transitoire en prenant en compte plusieurs facteurs, mais dans tous les cas, une analyse coûts/bénéfices à une échelle de temps suffisante devra être conduite et une étude de faisabilité technico-économique devra être réalisée en tenant compte de la durée des dérogations de consommation. Outre les caractéristiques des substances présentes et des milieux aquatiques, de telles études doivent intégrer :

- la faisabilité technique ou financière d'une substitution de ressource ou d'une interconnexion,
- les moyens financiers de la collectivité (population desservie),
- la possibilité de mettre en place des installations de traitement mobile,
- l'identification des sources de contamination,
- la modification des pratiques agro-environnementales pour une réduction à la source.

Par ailleurs le Conseil scientifique met en garde vis-à-vis du risque de démobilitation des responsables de la distribution d'eau potable vis-à-vis des démarches préventives dès lors que les problèmes de qualité sont réglés à court terme par une filière de traitement.

Les actions préventives : un volet indispensable même en cas de traitement

Quelle que soit la filière de traitement choisie, les solutions préventives de réduction des émissions de pesticides à la source sont nécessaires pour des raisons à la fois sanitaires et environnementales et dès lors que les traitements ne sont potentiellement qu'une solution transitoire. Traiter l'eau distribuée ne résout qu'une petite partie des problèmes sanitaires posés par l'usage de pesticides sur les cultures destinées à l'alimentation : la part de l'eau dans l'exposition aux pesticides via l'alimentation totale est inférieure à 5%⁴.

La contribution de l'eau peut donc sembler négligeable au regard de l'exposition alimentaire totale. Cependant, les consommateurs n'ont pas le choix dans leur approvisionnement en eau : ils peuvent choisir les aliments qu'ils achètent mais ils sont captifs de leur fournisseur en eau potable pour tous les usages sanitaires de l'eau (exception pour les eaux embouteillées).

Ainsi seules les actions de réduction à la source peuvent limiter non seulement la présence globale de pesticides dans l'assiette des consommateurs (via les aliments solides et l'eau de consommation) mais également l'exposition directe des riverains lors des épandages et les retombées sur l'environnement⁵.

⁴Le métolachlore fait partie des 8 substances (principalement des herbicides) sur 106 étudiées par l'ANSES qui ont une part hydrique supérieure à 5% dans l'exposition alimentaire totale (Réty Josselin, 2013).

⁵Dans le cas des traitements appliqués sur des cultures non directement destinées à la consommation humaine, seule l'exposition directe des riverains et les retombées dans l'environnement sont pertinentes.

Ex : cas du maïs alsacien traité au métolachlore et qui est utilisé pour la production d'amidon.

CONCLUSION

Le Conseil scientifique valide les réserves des instances de bassin ayant présidé à une doctrine d'intervention très stricte pour la restauration des captages dégradés.

En effet, le Conseil scientifique considère similairement que la mise en place de traitements peut conduire à ne pas mobiliser les solutions préventives alors même qu'elles sont nécessaires pour la préservation de l'environnement et des maillons de la chaîne de biodiversité qui conduit à l'homme. Ces solutions préventives incluent le changement de filières agricoles, c'est-à-dire la conduite de cultures à bas niveau d'impact sur l'eau dans les périmètres de protection et les aires d'alimentation de captage (AAC) et l'interdiction de certaines molécules. Il est également crucial de rappeler que l'interdiction d'une molécule ne doit pas être une action seule, elle doit être couplée à d'autres actions, favorisant la protection et la restauration de la qualité des eaux, ceci dans le but d'éviter de substituer une molécule par une autre. Au sujet du S-métolachlore, le fabricant lui-même recommande de ne pas l'utiliser sur ces aires (même si cette condition d'utilisation recouvre aussi une dimension marketing et de protection juridique).

Le Conseil scientifique souligne la nécessité de mobiliser les différents leviers disponibles, y compris incitatifs (augmentation des redevances) et réglementaires (restriction ou pas d'autorisation de mise sur le marché). A cet égard, il est rappelé que les taux de redevances agricoles ne relèvent pas des instances de bassin mais sont fixées par un texte national.

Le Conseil scientifique insiste donc pour que soient privilégiées les solutions efficaces et pérennes montrant un rapport coûts/bénéfices favorable et intégrant les objectifs environnementaux et sanitaires.

BIBLIOGRAPHIE

ANSES (2015) Avis relatif à l'évaluation de la pertinence des métabolites de pesticides dans les eaux destinées à la consommation humaine.

<https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2015SA0252.pdf>

ANSES 2021-AST-0088 (2021) Non-conformités dans les eaux destinées à la consommation humaine dues aux métabolites du métolachlore, p 109

Domergue (2022) Adsorption onto granular activated carbons of a mixture of pesticides and their metabolites at trace concentrations in groundwater *Journal of Environmental Chemical Engineering* doi : 10.1016/j.jece.2022.108218

Dong et al (2022) Effective abatement of 29 pesticides in full-scale advanced treatment processes of drinking water: From concentration to human exposure risk *Journal of Hazardous Materials* doi : 10.1016/j.jhazmat.2020.123986

FNCCR (2017-2) Exploitation des petites unités de production et distribution d'eau potable, *partie 2, guide de potabilisation des eaux*. <https://www.fnccr.asso.fr/article/publication-dun-guide-dexploitation-des-udi/>

Gombert B. et Aubertheau E. (2019) Étude sur le devenir de micropolluants organiques dans des filières de production d'eau destinée à la consommation humaine. *Rapport final ARS PRSE NA/IC2MP/Celosis. 70 p*

Guillon et al (2019) Occurrence and fate of 27 triazines and metabolites in DWTP Water Supply (2019) 19 (2): 463–471.

Kiefer et al (2020) Chlorothalonil transformation products in drinking water resources: Widespread and challenging to abate. *Water Research*. doi.org/10.1016/j.watres.2020.116066.

Réty Josselin (2013) ANSES, Évaluation des risques liés aux résidus de pesticides dans l'eau de distribution - Contribution à l'exposition alimentaire totale - *Rapport d'étude scientifique ; Septembre 2013*

Taylor et al (2022) Pesticide fate during drinking water treatment determined through passive sampling combined with suspect screening and multivariate statistical analysis *Water Research* 222 doi : 10.1016/j.watres.2022.118865