

Le chlorothalonil et ses métabolites : résultats des essais d'élimination dans l'eau.

Dès le 1^{er} janvier 2020, le Conseil fédéral a interdit l'emploi de produits phytosanitaires à base de chlorothalonil. Ce fongicide a été largement employé en Suisse depuis les années '70 sur les cultures de pommes de terre, céréales, cultures maraichères et vignes. Il a également servi à l'entretien de surfaces non agricoles (par exemple les terrains de golf). En 2017, il était l'un des pesticides les plus commercialisés en Suisse avec près de 45 tonnes annuelles. L'analyse de cette substance a permis de constater que les métabolites (produits de dégradation) de ce fongicide sont largement présents dans l'eau du Plateau Suisse. Les plus fréquemment rencontrés sont les R417888 et R471811.

Suite à cette interdiction, le chlorothalonil et ses métabolites ont vu leur concentration limitée dans les eaux potables à 100 ng/L soit 0,1 millionième de gramme par litre (µg/L). Une directive publiée en septembre 2020 par l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) accorde aux distributeurs d'eau un délai de 2 ans pour se conformer à la réglementation. Des mesures correctives raisonnables et proportionnées pouvaient aussi être mises en œuvre par les distributeurs (dilution, abandon de ressources et changement d'approvisionnement).

La Ville de Lausanne n'est pas épargnée puisque 20% des ressources en eau souterraine sont concernés par un dépassement de la valeur du seuil légal et ont été mis hors service par application du principe de précaution à chaque découverte dès septembre 2016. Ces renoncements représentent 5% des volumes d'eau distribuée et ont été compensées par un recours accru à l'eau du lac Léman.

En juillet 2020 le Conseil communal de la Ville a alloué en urgence un crédit d'études de CHF 700'000.- afin de mettre en place des installations pilotes de traitement des métabolites. L'objectif était de définir les solutions technico-économiques les plus adaptées en menant des essais sur des eaux contaminées. Trois filières de traitement principales ont fait l'objet de ces essais : l'adsorption sur charbon actif (grains ou micrograins), l'oxydation par l'ozone couplée à une étape sur charbon actif et la filtration membranaire (nanofiltration conventionnelle et sur fibres creuses).

Les essais réalisés ont montré que les métabolites du chlorothalonil sont adsorbés par le charbon actif. Il est particulièrement efficace pour le métabolite R417888. L'élimination du métabolite R471811 nécessite quant à lui de renouveler très régulièrement le charbon actif, et ce, en fonction du taux de métabolites présents dans l'eau – plus il y a en a, plus le charbon doit être renouvelé souvent.

L'emploi d'un charbon sous forme de micrograin fluidisé permet l'application d'un renouvellement en continu du charbon permettant ainsi la stabilisation des performances, mais également la possibilité d'adapter les taux de traitement. La mise en expansion du charbon actif en micrograin occasionne une tendance à l'amélioration du temps de contact, tandis que les vitesses appliquées réduisent l'emprise au sol des ouvrages. Le prix du charbon sous forme de micrograin est en général supérieur à celui en grains, les fournisseurs encore moins nombreux et les pertes à la régénération plus conséquentes. Toutefois, il est d'usage de consommer moins de charbon sous cette forme de micrograin.

Lorsque cette mise en œuvre du charbon actif est précédée d'une ozonation, les molécules à éliminer sont généralement plus facilement adsorbables sur charbon, ce qui tend à prolonger la durée de vie de ce dernier et donc à diminuer les taux de renouvellement. En cas de concentration importante en matière organique, le risque de formation de sous-produits de l'ozonation est à évaluer. Les coûts sont équivalents à ceux impliqués par l'exploitation de charbon en grain : moins de charbon consommé, mais ajout de réactifs complémentaires (oxygène liquide si fabrication de l'ozone depuis de l'oxygène liquide et non de l'air ambiant) et énergie nécessaire à la production d'ozone.

La filtration membranaire haute pression sur membranes spiralées conventionnelles, permet une rétention quasi totale de ces métabolites. Néanmoins, cette solution est gourmande en énergie. De plus, l'eau traitée est dépourvue d'une partie des minéraux qu'elle contenait. Il sera alors nécessaire de reminéraliser avant distribution selon l'objectif de traitement visé. Le concentrât¹ généré ne peut être restitué directement au milieu naturel : il devra être envoyé au réseau d'eaux usées si celui-ci est adapté et à proximité. Dans le cas contraire, il devra être traité sur site. Cette solution est alors péjorée d'un point de vue énergétique et financier. C'est le contexte local de la station de traitement qui influence en grande partie les contraintes techniques et donc les coûts qui y sont liés. Un prétraitement doit également être considéré afin de protéger les membranes spiralées d'éventuelles particules. Contrairement à l'usage du charbon dont le taux de traitement et/ou de renouvellement doit être adapté, les rendements d'élimination des substances à traiter par filtration membranaire sont constants quelle que soit la concentration initiale à traiter. C'est donc une solution particulièrement adaptée dans le cas de fortes concentrations : les coûts d'opération ne varient pas selon les concentrations à traiter.

Une solution de filtration membranaire sur fibres creuses emploie des membranes moins serrées que pour de la nanofiltration conventionnelle, pour une pression de filtration réduite et donc une consommation moindre en énergie. Comme elles laissent passer de plus grosses molécules chimiques, ces membranes ne retiennent que partiellement les métabolites du chlorothalonil (selon la configuration retenue), de même que pour les minéraux, ce qui par contre va réduire les besoins de remise à l'équilibre. Cette filière membranaire implique de la même manière que pour la solution conventionnelle la gestion ou le traitement du concentrât produit.

La nanofiltration sur fibres creuses présente l'avantage de pouvoir effectuer des contre-lavages et d'employer de la Javel, mais également de pouvoir être positionnée en direct sur l'eau brute après une étape de préfiltration garantissant la protection des membranes (selon la qualité de l'eau à traiter). L'emploi de cette solution permet de réduire la longueur de la file de traitement, car ne nécessite pas systématiquement de prétraitement, diminuant ainsi les coûts associés.

Le R417888 est moins bien retenu par la membrane, ce dernier métabolite étant plus petit que le R471811. Dans le cas de concentrations plus importantes en R417888 par rapport au R471811, il est sans doute pertinent de favoriser l'emploi d'une filière à base de charbon actif.

¹ Concentré des substances retenues sur la membrane.

Les coûts d'exploitation des filières membranaires sont majoritairement dus à la consommation énergétique et au renouvellement des membranes, mais également à l'emploi des réactifs chimiques nécessaires au traitement (antiscalant et/ou acide et lessives).

Dans le cadre de cette comparaison technico-économique, le Service de l'eau de la Ville de Lausanne a ciblé les installations de petite capacité (de 10 à 100 m³/h) et considéré les coûts d'investissement et d'opération sur 30 ans. Le coût pour l'élimination des métabolites du chlorothalonil est estimé entre 30 cts et 1.5 CHF/m³ pour traitement sur charbon selon les concentrations en métabolites (entre 250 et 1'000 ng/L). Ce coût a été évalué entre 30 et 40 cts CHF/m³ pour un traitement sur nanofiltration en excluant le coût de la remise à l'équilibre du perméat² produit et du traitement des concentrats, mais aussi d'un éventuel prétraitement. Ce même coût atteindrait plutôt 1.5 CHF/m³ en intégrant le coût des traitements complémentaires, voire même atteindre les 2 CHF/m³ dans le cas où le prix de l'énergie augmenterait encore.

Au regard des coûts d'opération, l'emploi de filières mettant en œuvre du charbon actif sont moins onéreuses dans le cas où les concentrations en métabolites restent en deçà du microgramme par litre. En ce qui concerne les installations de capacité plus importante, les filières d'adsorption par charbon semblent plus optimales du point de vue financier. Aussi, dans le cas de présence plus conséquente de R417888 par rapport au R471811, il peut être pertinent de favoriser l'emploi d'une filière à base de charbon.

L'application d'une technique membranaire devient très pertinente dans le cas de concentrations importantes en R471811 (au-delà du microgramme par litre), et particulièrement pour les très petites installations de potabilisation (10 m³/h). Dans ce dernier cas, la mise en œuvre de membranes à fibres creuses est spécialement adaptée. Les membranes de type spiralé restent la solution la plus appropriée pour des petites installations dans le cas où les concentrations en R471811 et R417888 sont toutes deux élevées. Plus encore si la matière organique est présente en grande concentration.

Des solutions mixtes peuvent également être envisagées afin de réduire les concentrations dans les concentrats et donc d'en faciliter la gestion, mais également afin de mitiger le besoin de remise à l'équilibre du perméat produit.

Dans tous les cas, il sera impératif de qualifier la ressource afin d'ajuster et d'optimiser le choix de la filière selon les problématiques locales (dureté, eaux riches en fer ou en manganèse, etc.) et les contraintes de localisation géographique (proximité avec une installation de traitement des eaux usées, réseau existant, etc.).

La Municipalité de Lausanne

Pour tout renseignement complémentaire, prendre contact avec :

- **Pierre-Antoine Hildbrand, Conseiller municipal, directeur de la Sécurité et de l'économie, tél. +41 79 964 27 39**
- **Sébastien Apothéloz, Chef du Service de l'eau, tél. +41 79 444 03 23**
- **Christophe Mechouk, Chef de la division Etudes et Constructions du Service de l'eau, tél. +41 79 212 89 05**

² L'eau filtrée sur membrane.