

DÉVELOPPEMENT DES MOULES QUAGGA ET AUTRES ORGANISMES ENVAHISSANTS LIGNES DIRECTRICES RELATIVES À L'ENTRETIEN DES INSTALLATIONS DE POMPAGE D'EAU DANS LES LACS

Septembre 2023



1. But et champ d'application

Le présent document a pour objectif de préciser les lignes directrices et recommandations de la Direction générale de l'environnement (DGE) en matière de protection des eaux dans le cadre de projets de pompes d'eau dans les lacs. Il présente un état des lieux de la connaissance des impacts de la chloration sur l'environnement et des méthodes alternatives d'entretien des projets existants sur le pourtour du Léman ainsi que d'autres lacs.

Le développement des moules zébrées (dès 1962 dans le Léman) et quaggas (dès 2015) dans les lacs suisses génère des problèmes dans l'exploitation des stations de pompage d'eau, tant pour les usines de traitement d'eau potable que pour les centrales à usage thermique. Les mollusques, et particulièrement la moule quagga, colonisent les infrastructures, principalement les crépines et tuyaux d'aspiration, réduisant les volumes disponibles au passage de l'eau et impliquant des coûts énergétiques de pompage accrus.

Les projets d'utilisation de l'eau des lacs sont en plein développement et la question de la chloration des conduites d'aspiration est fréquemment posée par les porteurs de projet, dès lors que l'entretien mécanique des équipements est coûteux en temps et financièrement. Le présent document s'adresse aux porteurs de projet et aux exploitants des installations existantes en leur fournissant les indications nécessaires à l'élaboration de projets de pompes d'eau dans les lacs.

2. Bases légales et aides à l'exécution

- *Loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux* [☞] (LEaux; RS 814.20)
Articles 3 et 6 al. 1
- *Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux* [☞] (OEaux; RS 814.201).
Annexes 1 art. 1 al. 3, 2 art. 11 al. 1f, 3.2 ch. 36, 3.3 ch. 21 et 28
- *Ordonnance du 18 mai 2005 concernant la mise sur le marché et l'utilisation des produits biocides* [☞]
(OPBio; RS 813.12)
- *DCPE 1010: Utilisation thermique des eaux superficielles* [☞] DGE, Canton de Vaud
- *Sécurisation et évacuation des eaux des places de transbordement de marchandises* [☞] (Guide pratique intercantonal, 2^e édition nov. 2017)
- *Entreposage des matières dangereuses* [☞] (Guide pratique intercantonal, version 2018 révisée)



Colonisation de la partie supérieure de la conduite d'eau brute de l'usine de Lutry par les moules quagga.
Ville de Lausanne, mai 2023

3. Impact de la chloration dans le milieu aquatique

Le terme « chloration » fait référence à la désinfection à l'aide de produits chlorés, par exemple de l'hypochlorite de sodium (eau de javel), de l'hypochlorite de calcium, du chlore (gazeux), ou de procédés (électrolyse de sel, avec production in situ d'eau de javel).

Ces produits et procédés ont comme point commun de produire du chlore libre, qui se compose de chlore actif (acide hypochloreux, HClO) et de chlore potentiel (ion hypochlorite, ClO⁻):

- Le chlore actif est un désinfectant puissant. Il est en principe dosé pour détruire la matière organique (vivante ou morte) présente dans l'eau (action biocide).
- Le chlore potentiel peut libérer du chlore actif en fonction du pH. Selon le pH, il peut donc avoir également une action désinfectante.

Le chlore libre peut réagir avec des composés organiques ou inorganiques et former des sous-produits : les chloramines, les trihalométhanes et les acides haloacétiques. Les chloramines (qui donnent un goût désagréable à l'eau) provoquent par ailleurs des irritations des yeux et des voies respiratoires. Ces sous-produits sont nettement plus stables que le chlore actif ou potentiel. Ils peuvent être toxiques et persistants dans le milieu naturel, notamment vis-à-vis des organismes aquatiques tels que les bactéries, plantes, macroinvertébrés et poissons.

La toxicité du chlore actif pour les organismes aquatiques est très variable suivant les espèces considérées (Salmon & Trout conservation, 2017).

Chez les poissons, les salmonidés s'avèrent être les plus sensibles avec des doses létales (**toxicité aiguë**) observées à partir de 0.023 mg/L chez la truite arc-en-ciel (CL50¹ à 96h). Au niveau de la **toxicité chronique**, des effets ont été observés sur des branchies de poissons (Salmon & Trout conservation, 2017). Globalement, les poissons s'avèrent plus tolérants aux expositions aiguës qu'aux expositions chroniques.

Chez les invertébrés, des doses létales (**toxicité aiguë**) sont observées à partir de 0.017 mg/L chez *Daphnia magna* (Salmon & Trout conservation, 2017 ; Wan et al., 2000) (CL50 à 48h). Ces doses létales peuvent descendre jusqu'à 0.0021 mg/L chez les protozoaires (Escudero-Onate C., 2015). Au niveau de la **toxicité chronique**, des effets du chlore ont été observés sur les branchies de larves de trichoptères exposés à des eaux municipales chlorées.

Les bivalves (moules) sont parmi les espèces les plus résistantes. De plus, la chloration fonctionne mieux sur les larves plutôt que sur les adultes.

La plupart des bactéries ne supportent pas le chlore actif et sont de ce fait éliminées. Cependant, l'emploi régulier de désinfectants chlorés favorise certaines bactéries et peut créer des milieux bactériens qui deviennent résistants au chlore (biorésistance), ce qui induit un dérèglement dans le milieu naturel.

Par ailleurs, la concentration d'ions chlorures augmente de façon régulière dans les lacs suisses. Elle est en constante augmentation dans le Léman, de 1973 à 2016 en particulier, même si elle semble s'être stabilisée depuis.

1 Dose létale pour 50 % de la population

4. Pompage pour la production d'eau potable

Le pompage d'eau à des fins de production et de distribution d'eau potable ne génère a priori aucun rejet dans le milieu naturel car le désinfectant est injecté au droit du départ de la conduite lors de l'aspiration de l'eau et uniquement si un débit d'aspiration est présent. L'eau ainsi chlorée dans la conduite d'eau brute chemine à sens unique vers la station de pompage et l'eau potable, après traitement, est injectée dans un réseau de distribution. Les eaux provenant des opérations de rétrolavage des installations de filtration doivent être traitées et évacuées de manière conforme (*OEaux, annexe 3.2, ch. 36*^[2]).

Le recours à une installation de chloration est ainsi possible moyennant le respect de conditions techniques spécifiques permettant d'éviter un risque de diffusion du désinfectant dans l'environnement, en particulier sur la place de transbordement, dans les locaux d'entreposage et le long de la conduite de distribution entre la station de pompage et la crépine.

Le traitement de l'eau du lac à des fins de production d'eau potable impliquant généralement une étape de désinfection avant la distribution dans le réseau, les installations nécessaires à ce processus font partie intégrante du projet et ne génèrent pas de contraintes supplémentaires significatives.

5. Pompage pour l'utilisation thermique

Le pompage d'eau à des fins de valorisation thermique (chaud et/ou froid) implique une boucle de circulation de l'eau avec rejet dans le milieu aquatique. Dans un tel cas, le recours à une installation de chloration est plus contraignant, dans la mesure où les conditions techniques spécifiques permettant d'éviter un risque de diffusion du désinfectant dans l'environnement (transbordement, entreposage, distribution) doivent être complétées par une installation de prétraitement des eaux de rejet, garantissant la déchloration de ces dernières.

6. Exemples de pratiques en Suisse et à l'étranger

Lac de Constance : La chloration de l'eau brute a été interdite en **Allemagne** dans les années 90 en raison de la formation des sous-produits problématiques mentionnés au paragraphe précédent. L'utilisation thermique de l'eau du lac y est autorisée depuis 2014. Selon la *Bodensee Wasserversorgung*^[2], l'ultrafiltration est la seule méthode fiable et efficace pour éliminer la moule quagga et ses larves dès le prélèvement de l'eau.

Lacs de Bienne, Neuchâtel et Morat : Les cantons de Berne, Neuchâtel et Fribourg (groupe BENEFR1) ne sont pas favorables aux projets de chloration (usage thermique et eau potable). Des solutions alternatives ont été développées (traitement mécanique, ultrasons, polarisation, champs électriques, anodes sacrificielles, construction en alliage spécifique, etc.). Des conduites en plexiglas semblent réduire l'accroche des moules.

Sur le lac de Bienne : Il a été décidé de ne pas utiliser la chloration pour l'usine de production d'eau potable de la ville de Bienne. La crépine est équipée d'un système innovant de nettoyage de la moule quagga fonctionnant en aller-retour.

Sur le lac de Neuchâtel : La station de prélèvement et de traitement de l'eau de Champs Bouguin vient d'être remise à neuf avec l'installation d'un système d'ultrafiltration au charbon actif. Un emplacement pour stationner et expédier des obus dans la conduite d'aspiration a été aménagé.

Lac de Zürich : Les usines de production d'eau potable sont équipées d'installations de chloration dans leurs conduites et procèdent à des actions de chloration choc des conduites (concentration plus élevée mais sur un court laps de temps), ainsi que l'ajout continu de chlore actif en faible concentration. En ce qui concerne l'utilisation thermique, plusieurs installations pratiquaient la chloration pour lesquelles une concession avait été autorisée pour la première fois dans les années 90. Ces anciennes installations ne sont actuellement plus en service. Lors de l'octroi de nouvelles concessions, la chloration n'est plus autorisée.

Lac Léman : Le canton de **Genève** autorise la chloration pour l'eau potable via les SIG². La chloration avait été acceptée à l'époque car les conduites ne descendaient que jusqu'à 40 mètres et la moule zébrée posait des problèmes à cette profondeur. A ce jour, seuls deux grands projets d'importance locale à des fins d'utilisation thermique avec utilisation du chlore ont été acceptés, sous réserve du respect des dispositions liées au rejet :

- GLN (Nations Unies) : avec construction d'un puisard (bassin) qui permet l'évacuation du chlore avant le rejet au lac.
- GENILAC : la production de chlore a lieu sur place avec deux conduites en parallèle qui permettent le nettoyage et le changement des crépines.

Pour toute autre demande de privés, il est nécessaire de passer par les SIG pour se raccorder à leur réseau.

2 Services Industriels de Genève



Moule quagga Dreissena rostriformis bugensis.
Nathalie Menetrey, juillet 2019

En **France**, la commune de **Saint-Gingolph** a installé récemment un pompage d'eau du Léman pour une utilisation thermique. Pour limiter son impact sur l'environnement, la commune s'est dirigée vers un entretien mécanique, avec une **crépine en cupro nickel**. Un nettoyage régulier est prévu par des plongeurs autonomes.

Le canton de **Vaud** autorise la chloration dans le cadre de pompage pour l'eau potable pour le service de l'eau de certaines villes (p.ex. Lausanne, SITSE³), alors que d'autres passent par un nettoyage mécanique de leurs conduites (p.ex. Vevey, SIGE⁴).

À ce jour, aucun projet de pompage pour une utilisation thermique des eaux n'a retenu l'usage de la chloration dans le canton de Vaud.

7. Recommandation cantonale

Au vu de la toxicité des sous-produits de dégradation du chlore pour les plantes, poissons et autres organismes des écosystèmes aquatiques, la DGE-DIREV **recommande un entretien mécanique** ou une solution alternative (ultrafiltration, ultrasons, polarisation, champs électriques, anodes sacrificielles, matériaux de construction en alliage spécifique, etc.), plutôt que l'utilisation de produits biocides. Cette recommandation s'applique en particulier pour l'utilisation des eaux à des fins thermiques, impliquant un rejet des eaux dans le milieu naturel.

Les produits chimiques utilisés pour le traitement de l'eau sont des substances dangereuses, susceptibles de polluer les eaux. Ainsi, si une solution par chloration ne peut être évitée, le porteur de projet doit satisfaire aux exigences suivantes :

Produits chimiques

Les désinfectants employés doivent être autorisés (homologués) pour cet usage. Les instructions du fabricant (étiquette, mode d'emploi, etc.) doivent être respectées.

Entreposage des matières dangereuses

Dans les locaux d'entreposage et sur les places de transvasement, la prévention, la détection facile et la rétention des fuites doivent être garanties, conformément à la loi sur la protection des eaux ² (LEaux, art. 22, al.2). Les réservoirs et autres récipients en réserve doivent être stockés en fonction des classes d'entreposage (CE) des produits chimiques (stockage séparé ou à part dans des locaux distincts) et en tenant compte des incompatibilités de stockage en commun, en assurant la rétention du plus gros conteneur entreposé, conformément à la directive cantonale citée en référence. Le sol du local doit être parfaitement étanche et le revêtement doit résister aux propriétés chimiques des produits stockés.

Place de transbordement

Lors du transbordement de marchandises présentant un risque de pollution des eaux superficielles ou souterraines (produits chimiques pour la désinfection, neutralisation, floculation, etc.), la place de livraison/ transvasement doit être sécurisée par des mesures constructives et/ou organisationnelles, conformément à la directive intercantonale citée en référence. Le concept de sécurisation doit être soumis à la section Assainissement industriel de la DGE-DIREV pour approbation, avant le début des travaux.

3 Services Industriels de Terre Sainte et Environs

4 Service Intercommunal de Gestion

Installation de chloration

Toute mesure utile doit être prise conformément à l'état de la technique, afin de garantir l'absence de fuite entre le réservoir de stockage et l'installation de chloration à la crépine (asservissement de la chloration au système de pompage, dispositif de mesure, gaine de protection, etc.), conformément au devoir de diligence (art. 3 LEaux ^[2]).

Rejets

En cas de rejet, les eaux déversées doivent respecter en tout temps les valeurs limites fixées dans l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, annexes 3.2 et 3.3 ^[2]) en particulier pour la température, le pH, les matières en suspension et le chlore actif résiduel (0.05 mg/L). Le cas échéant, une installation de prétraitement doit être mise en place, avec un monitoring de suivi, permettant de garantir le respect des exigences légales.

8. Littérature

Escudero-Onate Carlos. 2015. *Survey of sodium and calcium hypochlorite*. Norwegian Institute for Water Research (NIVA). Published by The Danish Environmental Protection Agency. ISBN no 978-87-93352-33-9. 108 pp.

Salmon & Trout Conservation. 2017. *The impact of chlorine and chlorinated compounds in freshwater systems*. Literature Review. 7 pp.

Wan, M.T. et al., 2000. *Validation of the Acute Toxicity of Inorganic Chloramines to the Fresh Water Invertebrate Daphnia magna*. Bull. Environ. Contam. Toxicol, 64, pp.213–220.

Image de couverture :

Observation de moules quagga Dreissena rostriformis bugensis (profondeur 5 m), à la plage de Saint-Prex.
Nathalie Menetrey, Biologie des eaux, juillet 2019.