

1 Introduction

L'échange technique Quagga a eu lieu le 20 janvier 2021 sous la forme d'une vidéoconférence. Des représentants de la Wasserversorgung Zürich, de la Bodenseewasserversorgung Sipplingen, du Service de l'eau Lausanne, de l'Energie Service Biel, des Stadtwerke St. Gallen et du Service Industrielle Genève étaient présents. Les représentants de l'usine ont d'abord présenté leur usine de potabilisation, le degré d'infestation par la moule quagga, puis ont détaillé les solutions envisagées pour un futur traitement "résistant à la quagga". À la fin, on a tenté d'évaluer les différentes solutions ou parties de solutions à l'aide d'un tableau d'évaluation.

Dans les chapitres suivants, les situations actuelles dans les usines de potabilisation ainsi que les mesures prévues sont résumées sous forme de tableau. À la fin, le tableau d'évaluation avec les évaluations élaborées conjointement est reproduit.

Ce document présente la situation actuelle en Suisse (et en partie en Allemagne) concernant l'étendue de l'infestation de la moule quagga ainsi que les mesures prévues et possibles à prendre par les usines de potabilisation.

À l'heure actuelle, il n'existe pas de solution généralement applicable contre la moule quagga en ce qui concerne le captage et le traitement de l'eau du lac. Les solutions présentées sont adaptées individuellement aux différents réseaux de distribution d'eau et appliquent des stratégies très différentes. Pour les utilisateurs d'eaux de surface concernés, diverses approches possibles peuvent être appliquées pour la lutte contre les moules, qui sont présentées ci-dessous.

2 Situation actuelle

Usine eau	Procédés actuels	Situation actuelle infestation moule quagga	Mesures actuelles contre la moule
Wasser- versorgung Zürich	<p>Seewasserwerk Lengg : pré-ozonation, filtraion avec floculation, ozonation intermédiaire, filtre à charbon actif, neutralisation, filtre à sable lent.</p> <p>Seewasserwerk Moos : pré-oxydation, filtraion avec floculation, ozonation, filtre à charbon actif, filtre à sable lent.</p> <p>Chaque usine de potabilisation possède sa propre conduite d'aspiration; l'eau est aspirée</p>	Le lac de Zurich n'est pas encore infesté par la moule quagga. Les mesures actuelles servent à lutter contre la moule zébrée.	Actuellement contre la moule zébrée : chloration choc de la conduite au lac avec un mélange d'hypochlorite de sodium et de dioxyde de chlore (concentration de chlore actif 10 ppm) avec une durée d'exposition de 8 heures. La chloration est effectuée environ 8 fois par an, l'eau chlorée est transformée en eau potable dans le cadre du processus de traitement de l'eau.

Usine eau	Procédés actuels	Situation actuelle infestation moule quagga	Mesures actuelles contre la moule
	à une profondeur d'environ 30 m. Les conduites font environ 500 m de long.		
Bodensee-wasser-versorgung Sipplingen	Microfiltrage, ozonation, filtration avec floculation, désinfection (chlore) La prise d'eau du lac se trouve à une profondeur de 60 m.	Les installations du captage et les micro-filtres sont infestés de moules.	Nettoyage manuel des dispositifs d'extraction (plongeurs), nettoyage manuel des chambres d'équilibre et des micro-filtres. Installation d'une station de pompage intermédiaire, qui permet « d'aspirer » l'eau du lac même dans le cas d'une canalisation "peuplée", si la pression naturelle en amont ne suffit plus.
Service de l'eau Lausanne	Usine de Saint-Sulpice : filtration (généralement sans floculation), chloration. Usine de Lutry : charbon actif en poudre, ultrafiltration, chloration. Chaque usine est alimentée par une conduite d'aspiration, la profondeur d'extraction est de 50 et 60 m.	Les installations d'extraction des deux usines de potabilisation sont colonisées par la moule quagga. La densité des moules est maximale près de la crépine d'aspiration et diminue ensuite direction station. Forte infestation des cuves d'eau brute à Saint-Sulpice, quelques moules juvéniles ont également pu être détectées en aval des filtres à sable et quelques larves dans l'eau traitée. Moins de moules à Lutry (peut-être à cause du charbon actif en poudre), absence de larves après ultrafiltration.	Usine de Saint-Sulpice : les chambres et les filtres sont nettoyés manuellement une fois par an (avec une haute pression et un racleur), la canalisation du lac est inspectée 1 à 2 fois par an avec une caméra pour observer l'infestation. Les tests sont effectués avec des préfiltres mécaniques. Usine de Lutry : l'usine est inspectée une fois par an, la conduite d'aspiration est inspectée 1 à 2 fois par an avec une caméra. La crépine d'aspiration peut être retirée pour être nettoyée.
Energie Service Biel	Seewasserwerk Ipsach : pré-désinfection, filtration avec floculation, oxydation à l'ozone, filtration au charbon actif et au sable, désinfection finale. L'usine est alimentée par une conduite d'aspiration, la profondeur d'extraction est de 38 m.	En 2018, la conduite d'aspiration a été inspectée avec une caméra depuis la crépine d'aspiration, et des moules zébrées ont principalement été détectées. Les moules se sont principalement installées sur les "côtés" de la conduite. Cette année, l'inspection a été répétée, la crépine est maintenant également colonisée. Aucune détérioration significative	Depuis l'été 2019, la densité larvaire dans l'eau brute est surveillée. Lors de l'examen des différentes étapes du processus, des larves de moules ont également été détectées du côté de l'eau propre. Entre-temps, les doses d'ozone et de chlore ont été augmentées, mais ont depuis été à nouveau réduites. Le système original de chloration de la crépine d'aspiration a été

Usine eau	Procédés actuels	Situation actuelle infestation moule quagga	Mesures actuelles contre la moule
		de la situation à l'intérieur de la conduite n'a été observée.	restauré ; actuellement, une condition relative à la sécurité de fonctionnement doit encore être remplie avant de pouvoir être remise en service. En outre, des systèmes UV sont installés en aval des filtres à charbon actif.
Stadtwerke St. Gallen	Seewasserwerk Frasnacht : pré-ozonation, filtration avec floculation, ozonation intermédiaire, filtration sur charbon actif. L'usine est alimentée par une conduite d'aspiration, la profondeur d'extraction est de 60 m.	La crépine est complètement colonisée en un an (intervalle de nettoyage = 1 an). Le conduit d'aspiration est partiellement colonisé par les moules, on remarque que dans les zones où il y a des "changements de débit" dans le conduit, on trouve de plus en plus de moules. La moule peut également être détectée dans l'usine de potabilisation, mais l'infestation n'est pas dramatique, les différents compartiments peuvent être nettoyés mécaniquement. Les larves peuvent également être détectées dans le réservoir d'eau propre.	Pour le nettoyage de la crépine d'aspiration, un robot plongeur est utilisé, qui peut enlever les moules à l'intérieur et à l'extérieur avec une pression d'eau élevée (150 bar et 40 l/min). En deux jours, le robot peut nettoyer complètement la crépine
Service Industrielle Genève (SIG)	Chez SIG, l'eau du lac est utilisée à la fois pour la potabilisation et pour la récupération d'énergie. Dans le cas de l'utilisation de l'énergie, l'eau est retournée au lac après le transfert d'énergie. Usine des eaux : filtration avec floculation, ozonation, filtration sur charbon actif, désinfection au Na-hypochlorite. L'usine est alimentée par une conduite d'aspiration, la profondeur d'extraction est de 30 m. Utilisation de l'énergie : Échangeur de chaleur	Depuis mars 2020, la moule quagga a été détectée dans le canal d'eau brute de l'usine d'eau. En juillet 2020, une installation pilote bouchée, qui aspire également l'eau du lac, s'est produite.	La chloration continue a déjà été installée dans le cadre de la lutte contre la moule zébrée et fonctionne actuellement à 0,25 ppm de chlore (en continu). Les crépines d'aspiration peuvent être retirés et nettoyés en surface (sur un ponton), les crépines sont actuellement nettoyées une fois par an.

3 Mesures prévues

Usines d'eaux	Procédés planifiés (nouveau bâtiment)	Mesures prévues contre la moule
Wasser-versorgung Zürich	<p>Seewasserwerk Lengg : aucune nouvelle construction dans les prochaines années ; le système de canalisations d'eau brute et la technologie de traitement de l'usine sont toujours en bon état.</p> <p>Seewasserwerk Moos : Dans les prochaines années, l'usine Moos sera rénovée et les filtres lents et à floculation seront remplacés par l'ultrafiltration. Par conséquent, non seulement la conduite d'eau du lac, mais aussi la conduite d'eau brute sous pression jusqu'à l'entrée de l'usine devra être traitées au chlore. En conséquence, le volume d'eau chlorée à traiter sera plus important et devra être empilé. L'eau chlorée sera ensuite traitée dans le flux partiel.</p>	<p>Dans le cadre de la rénovation de l'usine de Moos, un projet distinct a été lancé dans le but de remplacer ou de rénover les deux prises d'eau du lac et les conduites d'eau brute sous pression / tunnels. Ce projet examinera également les alternatives possibles au système de raclage (raclage, matériaux spéciaux, etc.).</p>
Bodensee-wasser-versorgung Sipplingen	<p>Trois nouvelles usines de potabilisation doivent être construites dans le cadre du projet "Future Source". L'ultrafiltration sera utilisée comme technologie de traitement.</p> <p>Les nouvelles prises d'eau doivent également être situées à une profondeur de 60 m, car à cette profondeur, il ne faut s'attendre à pratiquement aucune interférence de la surface de l'eau.</p>	<p>Les lots de planification ont été attribués, et les planificateurs spécialisés travaillent actuellement sur des variantes qui seront ensuite évaluées et approuvées. La prise d'eau doit être "étanche contre la moule" et "nettoyable", mais au stade actuel de la planification, il n'existe pas encore de solutions techniques concrètes pour cela.</p>
Service de l'eau Lausanne	<p>Usine de Saint Sulpice : Usine de Saint Sulpice : nouvelle usine de Saint Sulpice II avec préfiltration, espace réservé pour éventuelle AOP, CAG, ultrafiltration, nanofiltration (flux partiel), chloration.</p> <p>Usine de Lutry : pas de nouvelle construction, pas d'adaptation des technologies de traitement</p>	<p>Usine de Saint-Sulpice : construction de deux conduites d'aspiration curables et de deux conduites de rejets (eaux de rétrolavage CAG, UF et NF) curables. Crépines d'aspiration en CuNi, amovibles. Conduites d'aspiration équipées d'un système de chloration. L'ensemble de la filière est redondant à 80%. En outre, une étude est en cours sur l'effet des préfiltres mécaniques.</p> <p>Usine de Lutry : un système provisoire de chloration est à l'étude au niveau de l'aspiration (autorisation demandée au canton). Le curage de la conduite actuelle est à l'étude</p>

Usines d'eaux	Procédés planifiés (nouveau bâtiment)	Mesures prévues contre la moule
		ainsi que la construction d'une deuxième conduite d'aspiration. Une deuxième crépine est prévue en CuNi.
Energie Service Biel	Usine de Ipsach : nouvelle construction avec ultrafiltration, osmose inverse (flux partiel), désinfection à l'ozone, AOP au peroxyde d'hydrogène (situationnelle), filtration sur charbon actif et sable, désinfection aux UV.	Tous les composants / compartiments qui entrent en contact avec l'eau brute peuvent être traités au chlore et sous vide. Une nouvelle conduite d'aspiration redondante est prévue en PEHD, piggable et avec une crépine autonettoyante (la crépine peut être rétractée, ce qui permet de décoller les moules adhérentes). Le pig (racleur) est bidirectionnel et peut être déplacé d'avant en arrière avec la pression de l'eau. Grâce à un raclage fréquent, il ne devrait pas y avoir de gros dépôts (moules) dans la conduite et pratiquement aucun matériau de raclage ne s'accumule. Les crépines d'aspiration et le dispositif de raclage sont un développement exclusif d'ESB.
Stadtwerke St. Gallen	Pas encore de plans concrets. Dans le cadre d'une étude, l'intégration de l'ultrafiltration dans l'installation existante a été examinée et s'est avérée possible.	Grâce au nettoyage relativement simple de la crépine d'aspiration et à la conduite d'aspiration généreusement dimensionnée, il n'y a pas de pression temporelle pour la planification de mesures supplémentaires. Des solutions doivent notamment être trouvées en liaison avec d'autres usines d'eaux de la région. Une étude a également été menée pour déterminer comment la filtration membranaire peut être intégrée dans l'installation existante comme une barrière efficace. Un banc de test est installé dans la zone de la crépine d'aspiration afin de tester différents matériaux en ce qui concerne l'encrassement.

Usines d'eaux	Procédés planifiés (nouveau bâtiment)	Mesures prévues contre la moule
Service Industrielle Genève (SIG)	Pas de nouveaux plans de construction.	<p>La première mesure prévue est d'augmenter la dose de chlore à 0,5 ppm. Un robot de plongée doit également être acheté afin d'inspecter régulièrement les paniers d'aspiration. Si nécessaire, l'intervalle de nettoyage des paniers d'aspiration doit être augmenté. En outre, d'autres méthodes de nettoyage de la conduite d'aspiration et des crépines sont à l'étude (drone sous-marin, pig (racleur), à brosse, etc.).</p> <p>Afin d'augmenter l'efficacité de la chloration, une chloration combinée est envisagée, un dosage continu de 0,5 ppm, accompagné d'une chloration choc avec jusqu'à 10 ppm de chlore, par exemple pendant les mois d'été. L'eau chlorée est éliminée dans les usines d'eau du lac par filtration sur charbon actif ; en cas d'utilisation thermique, dans certaines circonstances, la neutralisation devrait avoir lieu dans un bassin tampon avant d'être réinjectée dans le lac.</p>

4 Évaluation des mesures prévues ou des solutions techniques individuelles

Les solutions ou des aspects partiels de celles-ci ont été évalués conjointement par les participants à l'échange technique. Étant donné que la plupart des usines de potabilisation prévoient une combinaison de plusieurs mesures, le tableau d'évaluation suivant ne constitue pas une évaluation concluante des solutions des différentes usines. Dans chaque cas, les aspects individuels d'une solution ont été examinés. Dans le cas de la Bodenseewasserversorgung Sipplingen aucune solution spécifique n'a été évaluée car il vient d'être décidé que l'ultrafiltration sera utilisée comme procédé et barrière efficace contre la moule quagga.

Classement (1 - 6)	Total pondéré	Total non pondéré	Transférabilité à d'autres usines d'eaux	Effet de barrière contre les moules quagga	Coûts d'investissement	Coûts d'exploitation	Faisabilité technique	Exploitation et maintenance	Obstacles réglementaires
			1 = pas transférable 6 = facilement transférable	1 = moins efficace 6 = très efficace	1 = très élevé 6 = très bas	1 = très élevé 6 = très bas	1 = très complexe 6 = très simple	1 = très exigeant 6 = très simple	1 = très élevé 6 = très bas
Pondération (1 = peu important, 3 = très important)			2	2.5	1.9	2.3	2.7	2.2	2
Chloration : combinaison d'une chloration continue et d'une chloration choc en fonction de la demande	63.62	28.5	4.1	2.8	4.9	4.4	4.9	4.8	2.6
Pré-filtres mécaniques pour la rétention des moules	61.61	27.8	4.6	2.7	3.1	3.9	4.2	4.3	5
Conduite d'aspiration à racleur avec un racleur bidirectionnel et une crépine d'aspiration rétractable avec un dispositif de raclage pour les moules adhérentes	49.07	22	3.9	4.6	1.8	2.7	2.4	2.3	4.3
Drone sous-marin avec système de nettoyage à haute pression pour le nettoyage des crépines d'aspiration	70.71	32.1	3.9	1.8	5.6	5	5.3	4.8	5.7
Chloration choc avec traitement ultérieur de l'eau contenant du chlore dans le processus	64.55	29.1	5.4	2.6	4.4	4.4	4.7	4.4	3.2