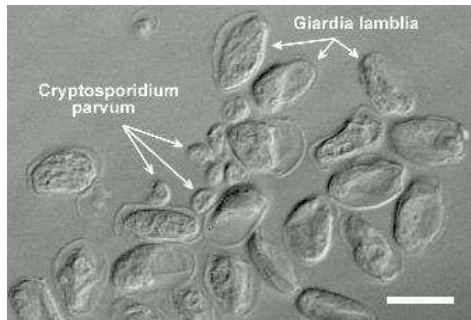


PRÉSENCE DE GIARDIA LAMBLIA ET CRYPTOSPORIDIUM PARVUM DANS L'EAU

Giardia lamblia (*G. lamblia*) et *Cryptosporidium parvum* (*C. parvum*) sont deux micro-organismes de la famille des protozoaires. Ils sont naturellement présents dans les eaux usées et les eaux de surface sous forme de kystes résistants, dont la taille varie de 3 à 6 µm pour *C. parvum* et de 8 à 12 µm pour *G. lamblia*. Ces protozoaires flagellés possèdent un cycle de vie comprenant plusieurs étapes, passant d'une forme viable, appelée trophozoïte, à leur forme résistante.



Les kystes se forment lorsque les conditions environnementales sont défavorables : baisse de température, pauvreté du milieu nutritif. La production d'une « coque » leur permet de résister à ces conditions difficiles, en attendant leur amélioration.

Lorsqu'ils se retrouvent dans un environnement propice (par exemple, dans l'estomac après ingestion par voie buccale d'eau ou d'aliments contaminés), les kystes sont débarrassés de leur coque par l'action des sels biliaires. Ils infectent ainsi l'organisme récepteur et recommencent un cycle de développement.

Échelle : la barre blanche représente 10 µm.

Photo 1 – Source : United States Environmental Protection Agency

EFFETS ET NUISANCES

La présence dans les eaux de ces deux micro-organismes est d'autant plus préoccupante qu'il semble que les seuils déclenchant les infections sont relativement bas. En ce qui concerne *C. parvum*, la DMI₅₀ (Dose Minimale Infectieuse entraînant l'infection de la moitié de la population testée) serait de 130 kystes, voire moins dans les cas de personnes plus fragiles (enfants, personnes âgées ou immuno-déficientes). Cette valeur est à mettre en rapport avec les concentrations généralement trouvées dans les eaux de surface : en France, la majorité des échantillons d'eaux brutes montre des concentrations allant de 0,001 à 100 kystes de *C. parvum* par litre.

Une contamination par *G. lamblia* ou *C. parvum* peut parfaitement passer inaperçue dans le cas de personnes résistantes. Les symptômes d'une giardiose ou d'une cryptosporidiose consistent en douleurs abdominales accompagnées de vomissements, de fièvre et de diarrhée. Dans les cas les plus graves, il peut y avoir déshydratation, voire mort pour des patients atteints du SIDA.

RÉGLEMENTATION

Ni la directive européenne 98/83/CE, ni sa transposition en droit français par le décret n°2001-1220, codifié en 2003 dans le code de la santé publique (voir Memotec n°12), ne mentionnent explicitement ces deux micro-organismes dans les critères de potabilité de l'eau. Par contre le code de la santé publique (annexe 13.1) précise, lorsque l'eau est d'origine superficielle ou souterraine influencée, qu'il faut mesurer systématiquement le nombre de bactéries et de spores sulfite-réductrices. En cas de présence d'une bactérie ou d'un spore dans 100 ml, « une enquête doit être menée sur la distribution d'eau pour s'assurer qu'il n'y a aucun danger potentiel pour la santé humaine résultant de la présence de micro-organismes pathogènes, par exemple des cryptosporidium ». La surveillance de la turbidité de l'eau traitée constitue également un bon indicateur de l'efficacité des traitements.

Il est à noter que très peu de réglementations nationales mentionnent explicitement ces pathogènes dans leurs textes. Par contre, la Grande Bretagne exige le suivi des *Cryptosporidium* dans les eaux, et fixe une limite maximale de 1 kyste pour 10 L d'eau.

Techniques d'Élimination de *G. lamblia* et *c. parvum*

Les principales méthodes d'élimination des kystes de *G. lamblia* et de *C. parvum* sont :

- la filière physico-chimique de clarification – filtration ;
- l'oxydation chimique au dioxyde de chlore ou à l'ozone ;
- les techniques membranaires de microfiltration ou d'ultrafiltration ;
- l'irradiation UV.

La filière physico-chimique : une multibarrière efficace

La filière « coagulation-floculation-décantation-filtration » est évaluée depuis le début des années 90 afin de quantifier son pouvoir d'abattement des kystes de protozoaires. Les études menées sur cette filière permettent de garantir un abattement de 3 à 4 log pour chacun des deux pathogènes. Cependant, l'Agence de Protection de l'Environnement Américaine (USEPA) préconise la pratique d'une « enhanced coagulation », c'est à dire un surdosage au niveau de la coagulation, afin d'améliorer sensiblement les rendements d'élimination.

L'oxydation au dioxyde de chlore ou à l'ozone : efficace, mais le procédé n'est pas sans inconvénient

Pour ce qui est de l'inactivation des kystes de protozoaires, le dioxyde de chlore est plus efficace que le chlore : les concentrations à utiliser sont plus faibles et les temps de contact moindres. Mesurée avec le modèle mathématique du CT (C, concentration résiduelle en oxydant en mg/l et T, temps de contact en min.), l'efficacité du dioxyde de chlore est environ 10 fois supérieure à celle du chlore en ce qui concerne *G. lamblia* (voir Memotec n°s 14 et 27). Cependant, en raison de la

formation de chlorites (susceptibles d'être cancérigènes), l'utilisation du dioxyde de chlore réclame une parfaite maîtrise des procédés de production de ce réactif.

Pour un même taux d'abattement, les CT d'ozonation (voir Memotec n°29) sont encore plus faibles que ceux nécessaires avec le dioxyde de chlore. Ces résultats en font donc un oxydant de choix, dont l'utilisation reste, malgré tout, encore limitée du fait de son coût. En outre, il n'a aucun pouvoir rémanent ; afin de limiter toute reviviscence bactérienne dans les réseaux de distribution, l'ozonation implique donc la mise en œuvre d'un procédé de désinfection supplémentaire, la chloration, pour obtenir une action rémanente, ce qui ajoute à son coût.

Une contrainte supplémentaire vient freiner l'utilisation de l'ozone et du dioxyde de chlore, à savoir qu'ils doivent être produits sur place.

Les techniques membranaires : une question de coûts

Étant donné la taille des kystes de protozoaires (entre 3 et 12 µm), la microfiltration (MF), dont les seuils de coupure se situent entre 0,1 et 1 µm, constitue une barrière efficace contre le passage de ces micro-organismes.

Ce type de membranes permet d'obtenir des taux d'élimination supérieurs à 5 log. Par contre, la MF ne permet pas de remédier à tous les problèmes microbiologiques, tels que la présence d'autres micro-organismes de plus petite taille, comme les virus ; dans ce cas les membranes d'UF, dont les seuils de coupure sont situés entre 0,01 et 0,05 µm, se montrent très efficaces.

Il est à noter que pour de petits débits, il peut être fait appel à des cartouches consommables de MF après traitement de la turbidité, afin de ne pas les colmater trop rapidement.

Finalement, les procédés membranaires constituent la solution idéale pour le traitement des eaux souterraines pouvant être périodiquement influencées par des eaux de surface, c'est-à-dire quand leur turbidité dépasse 2 NFU, car ils traitent simultanément les problèmes microbiologiques et de turbidité, ce qui minimise leur inconvénient majeur, à savoir leur coût d'investissement.



Photo 2 - Source : Pall Corporation

L'irradiation UV : une technique performante

Ce procédé consiste en une exposition des micro-organismes en suspension à un rayonnement ultraviolet de longueur d'onde de 254 nm (longueur d'onde efficace pour l'inactivation des micro-organismes par destruction de leur ADN). Il met en œuvre des lampes à vapeur de mercure (basse pression pour les utilisations en eau potable), dont la puissance est aujourd'hui modulable en fonction du débit à traiter et de la charge en MES, notamment. Les paramètres de la désinfection sont la dose appliquée, exprimée en mJ/cm², et le temps d'exposition (voir Memotec n°28).

Les résultats obtenus, en laboratoire ou à pleine échelle, montrent que le rayonnement UV est un procédé à considérer pour l'élimination des risques relatifs aux kystes de protozoaires, d'autant qu'il est plus économiquement intéressant que les procédés membranaires, s'il ne s'agit que de ce seul paramètre à corriger.

Comparaison des procédés

Le tableau 1 récapitule les niveaux d'abattement attribués aux différents procédés de traitement pouvant être mis en œuvre. Il illustre, non seulement la remarquable efficacité des techniques membranaires, mais aussi celle du concept « multibarrières », alliant des étapes de rétention et de désinfection.

ÉTAPES DE TRAITEMENTS PHYSICO-CHIMIQUES	ABATTEMENTS EN CRYPTOSPORIDIUM ET GIARDIA	TRAITEMENTS BIOCIDES	CT POUR UN ABATTEMENT DE 3 LOG DES CRYPTOSPORIDIUM ET GIARDIA
Filtration simple	0,5 à 2 log	Chlore	3 000
Coagulation sur filtre	2 à 3 log	Dioxyde de chlore	300
Coagulation + floculation + décantation + filtration	3 à 4 log	Ozone	30
Microfiltration 0,5 µm - Ultrafiltration	5 à 6 log	TRAITEMENT PAR RAYONNEMENT	DOSE POUR UN ABATTEMENT DE 3 LOG DES CRYPTOSPORIDIUM ET GIARDIA
		UV à 254 nm	6 ml/cm ²

Tableau 1

CONCLUSION

Les risques encourus par la présence de *G. lamblia* et *C. parvum* sont ignorés en France par le public, alors qu'ils sont très bien connus des professionnels de l'eau et des vétérinaires. Il s'avère que de plus en plus de gestionnaires de systèmes de production-distribution d'eau sont concernés par la contamination de nappes souterraines influencées périodiquement par des eaux de surface (turbidité > 2 NFU).

S'il semble que l'ensemble des procédés soit efficace pour lutter contre les kystes de protozoaires, il n'en demeure pas moins que certaines questions restent en suspens, notamment celle concernant l'auto-réparation des chaînes d'ADN dans le cas de l'utilisation des UV, et celle de l'intégrité des membranes.