

Maisons-Alfort, le 5 mai 2015

Le directeur général

NOTE
d'appui scientifique et technique
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail

**relatif « aux solutions d'alimentation de substitution
en eau destinée à la consommation humaine »**

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été saisie le 28 février 2014 par la Direction générale de la santé (DGS) pour la réalisation d'un appui scientifique et technique (AST) concernant les solutions d'alimentation de substitution en eau destinée à la consommation humaine (EDCH).

I. CONTEXTE ET OBJET DE LA DEMANDE

I.1 Contexte

L'approvisionnement des populations ou des autres usagers en EDCH, issue du réseau d'adduction publique, peut être affecté si le réseau n'est plus en mesure d'assurer la distribution des quantités nécessaires et/ou si la qualité de l'eau distribuée ne respecte plus les dispositions du code de la santé publique (CSP).

La mise en œuvre en urgence de solutions d'alimentation de substitution adaptées à la situation est alors indispensable.

Dans le cadre de la nouvelle doctrine pour l'organisation de la réponse de sécurité civile (ORSEC), issue de la loi de modernisation de la sécurité civile, une actualisation des plans de secours d'urgence départementaux permettant d'assurer l'alimentation en EDCH est en cours, en les intégrant dans le nouveau dispositif ORSEC-RETAP Réseaux (« rétablissement prioritaire des réseaux »).

Un projet de guide pour l'élaboration de plans de gestion des perturbations importantes de l'approvisionnement en EDCH, définissant les lignes directrices à décliner dans chaque département, est en cours de rédaction par la DGS. Il a notamment pour vocation de préciser les différentes solutions à mettre en œuvre.

Lorsque toutes les solutions permettant la poursuite de la distribution d'EDCH par le réseau d'adduction public, telles que l'interconnexion avec un autre réseau ou l'utilisation de ressources de secours, ont été envisagées et ne peuvent être mises en œuvre, ou ne peuvent l'être qu'après un délai significatif, les situations suivantes peuvent exister :

- la distribution d'une eau non potable dans le réseau d'adduction public en fournissant à la population des instructions précises de prévention des risques sanitaires incluant notamment des restrictions d'usage ;
et/ou
- une distribution alternative en EDCH par une voie différente de celle du réseau public.

I.2 Objet de la saisine

Dans ce contexte, la DGS a sollicité l'appui scientifique et technique de l'Agence sur des aspects précis des lignes directrices en cours de rédaction et demande à l'Anses de :

- « Définir les modalités de désinfection, par les usagers de l'eau du robinet avant de l'utiliser pour des usages alimentaires lors d'une contamination microbiologique : désinfection par ébullition, par l'eau de javel, pastilles de potabilisation de l'eau, etc. ;
- Déterminer la quantité d'eau minimale requise pour les usagers prioritaires (personnes hospitalisées, enfants de moins de 6 ans, patients sous dialyse, etc.) et la population générale à des fins alimentaires et non alimentaires ;
- Donner des recommandations pour l'utilisation d'ensacheuses d'eau traitée ;
- Donner des recommandations pour la désinfection des citernes réquisitionnées pour l'acheminement et la distribution d'eau potable et servant initialement au transport de liquides alimentaires (lait, jus de fruit, etc.)
- Donner des recommandations sur la consommation de l'eau fournie par citerne ou ensacheuses (conditions de stockage, durée de conservation, etc.) ».

II. ORGANISATION DES TRAVAUX

L'expertise a été réalisée suivant la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise collective a été confiée au groupe de travail (GT) « Approvisionnement EDCH en urgence », dont la composition figure en annexe 1, rattaché au Comité d'experts spécialisé (CES) « Eaux ».

Les travaux ont été présentés aux membres du CES « Eaux » lors de la séance du 2 décembre 2014 et validés au cours de la séance du 3 mars 2015.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise. Les déclarations d'intérêts des experts sont rendues publiques *via* le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

L'expertise a été réalisée sur la base :

- d'une recherche bibliographique (littérature scientifique, rapports techniques nationaux et internationaux),
- d'auditions de représentants de la sécurité civile, Fédération des professionnels de l'eau et de l'environnement (FP2E), Veolia et sa Fondation, Compagnie Intercommunale Liégeoise des Eaux,
- d'échanges par courriels et téléphone avec les services industriels de la ville de Genève.

Les réponses du GT à chacune des questions posées sont présentées selon un même plan :

- le rappel de la question posée et, si nécessaire, du contexte réglementaire,
- l'état de la pratique/de l'existant sur la base des données bibliographiques et des informations recueillies lors des auditions,
- les conclusions et recommandations. Figurent encadrées les conclusions et recommandations directes aux questions de la DGS. Les encadrés sont suivis, dans certains cas, de recommandations supplémentaires élargissant la question, que le GT a jugé indispensable de formuler.

III. ANALYSE ET CONCLUSIONS

En préambule, le GT précise que :

- ses travaux sont structurés pour répondre aux questions posées par la DGS dans son courrier de saisine. Il ne se prononce pas sur le contexte général et le projet de guide précité relatif à l'élaboration de plans de gestion des perturbations importantes de l'approvisionnement en EDCH ;
- au regard de la rédaction des questions posées, et après échanges avec la DGS, ses travaux ne portent que sur la contamination microbiologique de l'eau. Toutefois, le GT rappellera l'importance à accorder à la prévention des risques chimiques ou physiques lorsqu'il considère qu'il existe un lien avec les questions posées.

III.1 Modalités de désinfection de l'eau « du robinet » par les usagers en cas de contamination microbiologique, pour des usages alimentaires

La solution d'une désinfection de l'eau à domicile par les usagers est une solution alternative exceptionnelle et temporaire, mise en œuvre lorsque :

- la qualité de l'eau distribuée ne respecte pas les limites de qualité microbiologique et qu'en conséquence, son utilisation pour les usages cités dans l'article R. 1321-1 du CSP (boisson, préparation des aliments, lavage de dents, etc.) n'est plus possible, tout en présentant une qualité physico chimique conforme ;
- aucun dispositif de secours ne peut être mis en place rapidement, en particulier la distribution d'eau conditionnée.

À cet effet, la DGS demande à l'Anses de définir les « modalités de désinfection, par les usagers de l'eau du robinet avant de l'utiliser pour des usages alimentaires lors d'une contamination microbiologique : désinfection par ébullition, par l'eau de Javel, pastilles de potabilisation de l'eau, etc. ».

Le GT considère important de rappeler que :

- les procédures de désinfection à domicile contre les risques microbiologiques ne peuvent être proposées aux usagers que si la conformité en matière de risques chimiques ou radiologiques est garantie. Par exemple, les proliférations de cyanobactéries dans les eaux peuvent être responsables de la production de neuro- ou hépato-toxines résistantes à la température d'ébullition de l'eau. En présence d'une concentration significative de ces toxines, la consommation de l'eau après mise en œuvre de solutions de désinfection à domicile ne doit pas être préconisée ;
- les contaminations microbiennes s'accompagnent le plus souvent d'un apport en matières organiques dissoutes et/ou en matières en suspension, qui interagissent avec les oxydants utilisés pour la désinfection, notamment le chlore, réduisant ou neutralisant alors son action désinfectante.

Considérant les différents traitements de désinfection possibles à domicile, le GT a choisi d'examiner les méthodes :

- par ébullition,
- par voie chimique,
- par d'autres procédés de désinfection utilisables à domicile et proposés sur le marché avec ce type d'allégation.

III.1.1 Désinfection par ébullition

Porter de l'eau à ébullition consiste à chauffer de l'eau pendant un temps suffisamment long pour observer la formation permanente de gros bouillons.

Le chauffage à ébullition, lorsque l'utilisateur dispose des éléments pour le réaliser, est un traitement simple à mettre en œuvre et efficace pour tuer ou inactiver tous les micro-organismes pathogènes responsables d'infection par voie hydrique. Les pathologies d'origine hydrique recensées sont majoritairement des gastroentérites et, plus rarement des dermatoses et/ou légionelloses.

Si l'eau distribuée présente une turbidité observable à l'œil nu, il est alors nécessaire, préalablement à l'ébullition, de procéder à une filtration sommaire dans un linge propre ou des filtres à café afin d'éliminer les particules de grandes tailles et une partie des micro-organismes associés. Néanmoins, cette mesure ne peut suffire à elle seule à éliminer tout risque microbiologique.

Le GT rappelle que la recommandation de pratique d'une ébullition de l'eau à domicile, pour des usages de boisson ou de cuisson des aliments, ne peut être réalisée que sous réserve de la garantie d'une absence de risque chimique ou radiologique.

Remarque : le bouillonnement caractéristique de l'ébullition apparaît pour des températures variables selon l'altitude : 100°C au niveau de la mer, 96,7°C à 1 000 mètres et 93,3°C à 2 000 mètres selon une table numérique établie d'après le modèle du nivellement barométrique (loi de Clapeyron). En France, le plus haut village, Saint-Véran, est situé à 2 040 mètres.

III.1.1.1 Efficacité de l'ébullition sur les micro-organismes

Les paramètres d'une désinfection par traitement thermique, la température et la durée d'inactivation, diffèrent selon le micro-organisme cible.

Dans le domaine alimentaire, les procédures de « pasteurisation », qui reposent sur l'inactivation par la chaleur à des températures inférieures à celle de l'ébullition, ont démontré leur efficacité pour l'élimination de nombreux micro-organismes responsables d'infections par voie hydrique. Pour cette raison, peu d'études ont été publiées sur des procédures d'inactivation des micro-organismes à la température d'ébullition (*cf* tableau I).

Bactéries

Un traitement d'une durée de 1 à 10 minutes à des températures de 60 à 70°C est suffisant pour inactiver les bactéries fécales (Bandrès *et al.*, 1988 ; Rice, , 1991 ; Groh *et al.*, 1996). Spinks *et al.* (2006) observent, après quelques secondes de chauffage à 65°C, un abattement de plus de 5 log du nombre de bactéries d'origine hydrique (*Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas hydrophila*, *Serratia marcescens*...), ou de bactéries d'origine fécale (*Enterococcus faecalis*, *Shigella sonnei*), y compris des souches pathogènes telles que *Escherichia coli* O157 :H7, *E. coli* O3 :H6 et *Salmonella typhimurium*. Les spores de bactéries *Clostridium* ou *Bacillus*, qui sont des bactéries ubiquistes, présentent une résistance nettement accrue à la chaleur. Des chauffages de 3 à 5 minutes à la température d'ébullition seront nécessaires pour obtenir une réduction de plus de 4 log des spores de différentes espèces de *Bacillus* (Rice *et al.*, 2004).

Tableau I : Synthèse des données publiées concernant l'efficacité du traitement thermique pour l'inactivation de micro-organismes dans l'eau.

Micro-organisme	Température/temps (abattement ^b)	Références
Bactéries		
- <i>Escherichia coli</i>	65°C / 1 min	Bandres <i>et al.</i> , 1988
- <i>Legionella</i>	66°C / < 1 min ^a	Sanden <i>et al.</i> , 1989
- <i>Campylobacter</i> spp	75°C / 1 min	Bandres <i>et al.</i> , 1988
- <i>Salmonella</i> spp	65°C / 1 min	Bandres <i>et al.</i> , 1988
- <i>Vibrio cholerae</i>	55°C / 1 min	Roberts et Gilbert, 1979
- <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	65°C / < 1 min	Spinks <i>et al.</i> , 2006
- Spores de <i>Bacillus</i>	100 °C/ 3 à 5 min	Rice <i>et al.</i> , 2004
Virus		
- Hépatite A (HAV)	70°C / 10 min	Siegl <i>et al.</i> , 1984
- Poliovirus	95°C / 15 secondes	Strazynski, 2002
- Rotavirus	50°C / 30 min	Estes <i>et al.</i> , 1979
Protistes		
- <i>Cryptosporidium parvum</i>	72°C / 1 min	Fayer, 1994
- <i>Giardia lamblia</i> et <i>Giardia muris</i>	70°C / 10 min	Ongerth <i>et al.</i> , 1989

^a : données obtenues dans de l'eau distillée tamponnée

^b : abattement d'au moins 4 log (sauf pour les spores de *Bacillus*)

Virus

La chaleur altère la structure des virus enveloppés et non-enveloppés (nus). La plupart des études ont été réalisées sur l'inactivation des virus non-enveloppés à la chaleur.

Ainsi, l'inactivation des virus entériques nécessite quelques dizaines de minutes à la température de 60°C. Dans l'eau, Strazynski *et al.* (2002) décrivent une réduction d'au moins 5 log du nombre de Poliovirus exposés à la température de 95 °C pendant 15 secondes.

En revanche, le virus de l'hépatite A (HAV), dont la morphologie et la composition sont similaires aux autres virus entériques (poliovirus, calicivirus, astrovirus et rotavirus), présente une plus grande résistance à la chaleur (Siegl *et al.*, 1984).

Parry (1984) étudie la survie du HAV en solution saline de PBS à différentes températures de 55 à 85°C et observe une complète inactivation du virus en 30 secondes à 75°C, 5 secondes à 80°C et 1 seconde à 85°C. D'autres auteurs ont montré son inactivation à 100 °C pendant 5 minutes (Provost *et al.*, 1975), et sa perte d'infectiosité à 98°C pendant 1 minute (Krugman *et al.*, 1970).

Protistes

Les kystes de *Giardia* et oocystes de *Cryptosporidium* sont les formes de dissémination qui résistent aux conditions défavorables de l'environnement. Elles peuvent persister des semaines voire des mois dans les eaux froides, mais leur survie diminue avec l'augmentation de la température (Santé Canada 2012).

Les kystes de *Giardia* sont inactivés par un traitement de 10 minutes à 70°C (Ongerth *et al.* 1989) et les oocystes de *Cryptosporidium* par un traitement de 1 minute à 72°C (Fayer, 1994) ou de 3 minutes à ébullition (Rose et Slifko, 1999).

III.1.1.2 Synthèse des recommandations existantes concernant l'ébullition en France et à l'international

A- Mise en œuvre

Le tableau II présente les temps d'ébullition préconisés par différents organismes étrangers nationaux et internationaux.

Tableau II : Comparaison des durées d'ébullition préconisées par différents organismes pour désinfecter une eau contaminée par des micro-organismes pathogènes.

Références	Temps d'ébullition préconisé	Commentaires associés
Federal Emergency Management Agency (FEMA), USA (2004)	1 minute	Si l'eau est turbide, la filtrer avec un linge propre ou laisser décanter et utiliser l'eau clarifiée pour l'ébullition. Après ébullition, laisser refroidir et placer dans un contenant fermé.
Environmental Protection Agency (EPA), USA (2006)	1 minute 3 minutes si altitude supérieure à 1600 m	Si l'eau est turbide, la filtrer avec un linge propre ou laisser décanter et utiliser l'eau clarifiée pour l'ébullition. Après ébullition, laisser refroidir et placer dans un contenant fermé. Pour améliorer son goût, aérer l'eau bouillie en la versant et en la reversant d'un récipient à l'autre et laissez la reposer pendant quelques heures, ou ajouter une pincée de sel pour chaque litre d'eau bouillie.
Santé Canada (2014)	1 minute 2 minutes si altitude supérieure à 2000 m	L'eau peut être bouillie sur la cuisinière, dans un contenant résistant à la chaleur, dans une bouilloire électrique, ou dans un four à micro-ondes. Dans ce dernier, il convient d'ajouter un bâtonnet de verre, de bois ou de plastique dans le contenant pour prévenir la formation d'eau surchauffée (eau chauffée à une température supérieure à son point d'ébullition sans produire de vapeur). L'eau doit ensuite être refroidie et versée dans un contenant propre muni d'un couvercle, puis réfrigérée jusqu'à son utilisation.
Center of Disease Control and Prevention (CDC), USA (2009)	1 minute 3 minutes si altitude supérieure à 2000 m	
Institut national de santé publique du Québec (2003)	1 minute	
Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge (2008)	1 minute à basse altitude 3 minutes à haute altitude	Chauffer à gros bouillons. Après ébullition, pour améliorer le goût, secouer l'eau dans une bouteille ou ajouter une pincée de sel par litre d'eau.

En France, il ressort des auditions réalisées par le GT qu'en cas de contamination microbiologique, et dans un contexte de rupture d'approvisionnement en EDCH, la désinfection par ébullition à domicile de l'eau du robinet n'est pas couramment recommandée par les pouvoirs publics et les gestionnaires de réseaux d'eau potable, alors que cette pratique est, par exemple, très fréquente au Canada.

Certains plans Orsec départementaux mentionnent cette solution en préconisant généralement de porter l'eau à ébullition pendant 10 minutes. Dans leurs recommandations sanitaires aux voyageurs, l'Institut Pasteur de Paris¹ préconise une durée d'ébullition de 5 minutes, l'Institut Pasteur de Lille² de 15 minutes et l'Institut de veille sanitaire (2014) de une minute.

B- Usages et conservation de l'eau après ébullition

Canada

Dans son affiche à l'attention de la population, Santé Canada (2011) indique que l'eau bouillie peut être utilisée pour la boisson, la préparation des aliments, des glaçons, des boissons chaudes et froides, le nettoyage des fruits et légumes et l'hygiène dentaire.

Le document précise également les usages possibles de l'eau du robinet non bouillie pour :

- le lavage des mains,
- le lavage de la vaisselle,
- le bain, excepté pour les bébés,
- la lessive.

La Régie régionale de la santé et des services sociaux de Québec (2004) signale que l'eau bouillie, et entreposée dans des contenants stérilisés et hermétiques, se conserve habituellement durant 3 jours en étant placée dans un réfrigérateur, ou 24 heures à la température de la pièce.

USA

L'agence américaine pour l'environnement (US-EPA) indique que l'eau désinfectée par ébullition est utilisable pour la boisson, la cuisine, le lavage des dents (2006).

¹ www.pasteur.fr/fr/sante/vaccinations-internationales/recommandations-generales

² www.pasteur-lille.fr/userfiles/images/conseils_voyages/Risques_eau.pdf

III.1.1.3 Conclusions et recommandations du GT concernant l'ébullition de l'eau du robinet par les usagers

Dans le cas de la désinfection par ébullition d'une eau distribuée au robinet déclarée non conforme uniquement pour les paramètres microbiologiques, le GT recommande de :

- porter l'eau à ébullition à gros bouillons maintenus pendant une durée de 5 minutes dans un récipient avec un couvercle ou dans une bouilloire. Le GT considère qu'il s'agit du meilleur compromis permettant de concilier une efficacité de désinfection et d'éviter une réduction trop importante du volume d'eau disponible après l'ébullition ;
- il n'apparaît pas indispensable de majorer la durée d'ébullition selon l'altitude, la température de consigne retenue par le GT étant supérieure aux températures permettant l'inactivation des micro-organismes. L'ébullition de l'eau doit impérativement être maintenue pendant 5 minutes, par conséquent les dispositifs du type four à micro-onde ou bouilloires électriques, ne peuvent être utilisés que s'ils permettent de respecter cette préconisation ;
- avertir les utilisateurs de laisser refroidir avant usage pour éviter tout risque de brûlure ;
- si nécessaire, transvaser l'eau bouillie et refroidie, dans un récipient propre et fermé qui aura été nettoyé et rincé au préalable avec l'eau bouillante, ce qui est incompatible avec les matériaux ne résistant pas à la chaleur comme les plastiques ;
- conserver l'eau ainsi conditionnée préférentiellement au réfrigérateur pour une durée recommandée de 72 h maximum, durée définie en l'absence de données scientifiques.

Le GT attire l'attention sur les éventuelles difficultés de compréhension par certaines catégories de la population (personnes âgées, handicapées...) des instructions diffusées et donc la mise en œuvre correcte des conditions d'ébullition pour la désinfection à domicile.

III.1.2 Désinfection chimique

Différents agents chimiques sont disponibles sur le marché pour la désinfection de l'eau à domicile par les particuliers, comme par exemple l'eau de Javel, (cf. § III.1.2.1.1) ou les « comprimés pour la désinfection de l'eau commercialisés pour les voyageurs » (cf. § III.1.2.1.3).

Le GT rappelle certains préalables importants :

➤ Concernant les désinfectants à base de chlore :

- leur efficacité biocide est très faible envers les oocystes de *Cryptosporidium*,
- la présence de matière organique et/ou minérale dans l'eau conduit à une consommation du chlore, qui peut réduire fortement voire annuler toute efficacité biocide et conduire à la formation de sous-produits, dont des trihalométhanes, figurant parmi les paramètres de qualité définissant une EDCH ;
- une eau jugée transparente ou claire peut contenir des matières dissoutes réactives avec le chlore ;
- l'efficacité biocide, à durée de contact identique, dépend du pH et de la température de l'eau.

➤ Concernant les comprimés de désinfection de l'eau, commercialisés pour les voyageurs :

Les dispositions de l'article R. 1321-50 du CSP ne s'appliquent pas à la mise sur le marché de ce type de produits, puisque ces dispositions s'appliquent aux produits et procédés de traitement utilisés dans les installations de production d'EDCH depuis le point de captage dans le milieu naturel jusqu'aux points de conformité de l'eau mentionnés à l'article R.1321-5 du CSP.

À ce titre, le GT attire l'attention sur le fait que des molécules telles que le dichloroisocyanurate de sodium (DCCNa), le chlorure d'argent, l'iode, les chloramines, utilisées comme principe actif de certains comprimés disponibles sur le marché à des fins de désinfection de l'eau, ne sont pas autorisées pour le traitement de l'eau dans les filières de production d'EDCH au titre de la réglementation précitée.

Par conséquent, l'usage de ces produits et les propriétés alléguées relèvent de la responsabilité de la personne qui les met sur le marché conformément au code de la consommation.

Par ailleurs, la mise sur le marché de produits ayant une activité désinfectante doit prendre en compte les dispositions du Règlement UE n° 528/2012 du 22 mai 2012 concernant la mise sur le marché et l'utilisation des produits biocides. Le responsable de la mise sur le marché d'un produit doit être en mesure :

- d'identifier, dans la composition chimique des produits, la ou les substances participant à son activité biocide ;
- de fournir la preuve que ces substances ont été notifiées à la Commission européenne pour l'usage concerné.

En particulier, l'évaluation européenne du DCCNa et de la chloramine T, dont les fabricants ont demandé l'inscription dans le groupe TP5 des produits biocides (désinfectants pour eau de boisson), est en cours. En 2014, le chlorure d'argent n'a pas été approuvé pour différents types de produits biocides, et notamment pour le TP5 (décision d'exécution de la Commission du 24 avril 2014). *A priori*, l'iode ne figure pas sur la liste des substances actives concernées par le programme de révision de la réglementation relative aux produits biocides.

Jusqu'à l'approbation des substances actives dans le cadre de la réglementation européenne, la mise sur le marché de ces produits biocides en contenant, est régie par les dispositions réglementaires nationales (mesures transitoires).

III.1.2.1 Présentation des principaux désinfectants chimiques présents sur le marché

Le GT présente ci-après les désinfectants les plus couramment utilisés ou connus pour la désinfection de l'eau :

- l'hypochlorite de sodium (eau de Javel) et l'hypochlorite de calcium, accessibles dans le commerce, et généralement utilisés pour désinfecter les citernes d'eau (*cf* § III.1.2.1.1 et III.1.2.1.2). Les données relatives à la chimie de ces désinfectants dans l'eau sont présentés dans l'annexe 3 ;
- les désinfectants sous forme solide (comprimés) ou sous forme liquide, disponibles généralement dans les pharmacies, parapharmacie ou boutiques spécialisées et qui sont principalement destinés aux randonneurs, aux touristes ou aux militaires (*cf* § III.1.2.1.3).

III.1.2.1.1 L'eau de Javel ou hypochlorite de sodium (CAS n° 7681-52-9)

Les solutions commerciales d'eau de Javel sont des solutions aqueuses d'hypochlorite de sodium préparées par réaction du chlore gazeux (dichlore Cl₂) avec l'hydroxyde de sodium. Les solutions sont

basiques ($11,5 < \text{pH} < 12,5$) et contiennent de l'hypochlorite de sodium (NaClO) et du chlorure de sodium.

En France, le décret n°2001-881 du 25 septembre 2001 prévoit que les solutions d'hypochlorite de sodium destinées à des utilisateurs non professionnels, doivent présenter une concentration pondérale maximale en chlore actif inférieure à 10 % et une concentration pondérale maximale en hydroxyde de sodium libre inférieure ou égale à 1,5 %. Une mole d'hypochlorite de sodium (NaClO) peut libérer une mole de chlore actif (soit 71 g de Cl_2).

Depuis 2001, les particuliers peuvent trouver dans le commerce de l'eau de Javel titrée à 2,6 % de chlore actif (environ 27 g $\text{Cl}_2 \cdot \text{L}^{-1}$) qui est prête à l'emploi et de l'extrait ou concentré d'eau de Javel à 9,6 % de chlore actif (environ 108 à 111 g $\text{Cl}_2 \cdot \text{L}^{-1}$) destiné à être dilué (INRS, 2006). Des solutions plus concentrées (12,5 ou 24 % de chlore actif) sont disponibles pour des usages industriels.

Les eaux de Javel et concentrés doivent être stockés à l'obscurité et à température ambiante inférieure à 25°C afin de limiter la décomposition des ions hypochlorite en ions chlorate et ions chlorure.

Certains concentrés d'eau de Javel peuvent contenir des concentrations significatives d'ions bromate³. De plus, certaines eaux de Javel peuvent être commercialisées avec des additifs parfumés pour des usages non alimentaires.

III.1.2.1.2 L'hypochlorite de calcium (CAS N°: 7778-54-3)

Selon le procédé utilisé pour sa production, les produits commercialisés présentent une teneur en hypochlorite de calcium ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) généralement comprise entre 60 et 80 % (soit une teneur en chlore disponible comprise entre 600 et 800 g $\text{Cl}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$) et contiennent les composés suivants (CaCl_2 , NaCl , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaClO_3 , H_2O). Les produits commerciaux sont vendus sous forme de poudres, galets, granulés, pastilles et comprimés de couleur blanche ou légèrement grisâtre. La solubilité dans l'eau est de l'ordre de 214 g. L^{-1} à la température de 20°C.

L'hypochlorite de calcium est plus stable que l'hypochlorite de sodium lors de son stockage.

Toutefois, considérant que :

- l'utilisation de l'hypochlorite de calcium pour la désinfection de l'eau n'est envisageable que pour des eaux de faible dureté car ce traitement conduit à une augmentation de la dureté et du pH, et peut entraîner une précipitation du carbonate de calcium ;
- cette utilisation nécessite la préparation préalable d'une solution mère d'hypochlorite de calcium ;
- l'hypochlorite de calcium est peu accessible pour la population dans le commerce ;

le GT estime que l'utilisation de l'hypochlorite de calcium à domicile, pour la désinfection de l'eau à des fins alimentaires en situation d'urgence, est complexe à mettre en œuvre et qu'il existe des difficultés d'approvisionnement. Dans la suite de l'expertise, le GT ne prend donc plus en compte l'hypothèse de l'usage de l'hypochlorite de calcium.

III.1.2.1.3. Produits spécifiquement vendus pour la désinfection des eaux par les particuliers lors de voyages

Sont commercialisés dans les pharmacies, parapharmacies, commerces spécialisés, différents types de produits chimiques désinfectants sous forme solide (comprimés, poudre) ou sous forme liquide

³ La norme NF EN 901 (*Produits chimiques utilisés pour le traitement de l'eau destinée à la consommation humaine - Hypochlorite de sodium*) décrit les caractéristiques de l'eau de Javel destinée au traitement de l'EDCH.

principalement destinés aux randonneurs, aux voyageurs ou aux forces armées.

Les molécules actives présentes dans ces produits peuvent être :

- l'hypochlorite de sodium (produit liquide),
- l'hypochlorite de calcium,
- des composés libérant du chlore dans l'eau comme le DCCNa dont la réaction d'hydrolyse induisant la libération de l'acide hypochloreux (HOCl) et des ions hypochlorite (ClO⁻) est présentée dans l'annexe 3,
- des composés qui contiennent du DCCNa et du chlorite de sodium afin de libérer du dioxyde de chlore (ClO₂) dans l'eau par réaction du chlore avec l'ion chlorite (détails dans l'annexe 3),
- la chloramine T,
- des molécules iodées,
- le chlorure d'argent (AgCl).

Certains comprimés contiennent, en complément de l'agent désinfectant, des agents de coagulation/floculation qui permettent une réduction de la turbidité et du carbone organique total (COT) de l'eau. L'AgCl est surtout utilisé pour ses propriétés bactériostatiques pour la conservation de l'eau.

L'annexe 4 présente les principaux produits désinfectants commercialisés destinés aux voyageurs avec leurs caractéristiques et revendications d'efficacité.

III.1.2.2. Efficacité des désinfectants chimiques vis-à-vis des micro-organismes présents dans l'eau

III.1.2.2.1 Efficacité du chlore (eau de Javel)

L'efficacité de la désinfection par le chlore dépend :

- de la concentration résiduelle en chlore libre dans l'eau liée à la concentration initiale introduite et à la cinétique de consommation de chlore par les constituants de l'eau et notamment les matières organiques et/ou minérales pouvant ainsi réduire fortement l'efficacité biocide,
- du pH qui conditionne le ratio de concentrations HOCl/ClO⁻ car l'acide hypochloreux possède un pouvoir désinfectant beaucoup plus élevé que celui de l'ion hypochlorite,
- de la durée de contact avec le chlore libre,
- de l'état physiologique et des caractéristiques des micro-organismes, notamment de leur forme de résistance,
- de la température car l'efficacité désinfectante du chlore est affectée lorsque la température diminue,
- de la turbidité de l'eau, car les particules peuvent selon leur composition neutraliser l'effet du chlore mais également transporter des micro-organismes accumulés sous forme de biofilms au sein desquels le chlore pénètre difficilement,
- des conditions de stockage et de conservation de la solution servant à la désinfection.

Afin d'illustrer ces propos, le GT présente ci-après :

- des données issues de la littérature donnant quelques valeurs du paramètre C.t recommandé pour une bonne désinfection de bactéries, virus et protistes et qui correspond à la concentration C en désinfectant (en mg.L⁻¹) multipliée par le temps de contact (en minutes) ;
- quelques éléments relatifs aux conditions de stockage et de conservation.

Des exemples de calculs de doses pour définir les conditions de traitement sont présentés dans l'annexe 5.

A- Valeurs de C.t nécessaires pour inactiver les micro-organismes par le chlore

Bactéries

La bactérie *Escherichia coli*, indicatrice de contamination fécale, est facilement inactivée par chloration pour des valeurs de C.t faibles (cf tableau III), notamment lorsque le pH est inférieur à 7,5, HOCl étant l'espèce chimique majoritaire. Toutefois, les spores bactériennes sont plus résistantes au chlore. Le tableau III présente également des valeurs de C.t d'autres désinfectants chlorés correspondant à l'inactivation de 99 % d'une population de *E. coli*.

Tableau III. Exemples de valeurs de C.t pour l'inactivation de 99 % d'une population de *Escherichia coli* et de bactéries hétérotrophes (Le Chevallier et Au, 2004).

	<i>E. coli</i>			Bactéries hétérotrophes		
	pH	Température (°C)	C.t (mg.min.L ⁻¹)	pH	Température (°C)	C.t (mg.min.L ⁻¹)
Acide hypochloreux	6,0	5	0,04	7,0	1-2	0,08 ± 0,02
Ion hypochlorite	10,0	5	0,92	8,5	1-2	3,3 ± 1,0
<i>Autres désinfectants chlorés :</i>						
Dioxyde de chlore	6,5	20	0,18	7,0	1-2	0,13 ± 0,02 0,19 ± 0,06
	6,5	15	0,38	8,5	1-2	
	7,0	25	0,28			
Monochloramine	9,0	15	64	7,0	1-2	94,0 ± 7,0
				8,5	1-2	278 ± 46,0

Virus

Les virus entériques sont également facilement inactivés par la chloration. Le tableau IV présente les ordres de grandeur de valeurs de C.t préconisées par l'US-EPA pour obtenir 2, 3 et 4 log d'inactivation de virus pour des températures de 0,5 à 25 °C et une valeur de pH comprise entre 6 et 9.

Tableau IV. Exemples de valeurs de C.t exprimées en mg.min.L⁻¹ permettant l'inactivation des virus entériques par le chlore pour une valeur de pH comprise entre 6 et 9 (US-EPA, 1999).

Inactivation (log)	Température (°C)												
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	6,0	5,8	5,3	4,9	4,4	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6
3	9,0	8,7	8,0	7,3	6,7	6,0	5,6	5,2	4,8	4,4	4,0	3,8	3,6
4	12,0	11,6	10,7	9,8	8,9	8,0	7,6	7,2	6,8	6,4	6,0	5,6	5,2
Inactivation (log)	Température (°C)												
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
3	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0
4	4,8	4,4	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0

Il est à noter que :

- la valeur de C.t est divisée par 2 lorsque la température augmente de 10 °C.
- le tableau ne tient pas compte de la distribution des espèces du chlore entre pH 6 et 9 (HOCl et ClO⁻) mais seulement de la concentration en chlore libre,
- des valeurs de C.t de l'ordre de 10 à 12 mg.min.L⁻¹ permettent de garantir 4 log d'inactivation des virus aux températures les plus basses (inférieure à 3 °C).

Protistes

La chloration seule ne peut pas être envisagée pour éliminer les oocystes de *Cryptosporidium parvum* car les valeurs de C.t nécessaires (cf tableau V) sont incompatibles avec les traitements mis en œuvre pour la production d'EDCH (Le Chevallier et Au, 2004). Shields *et al.* (2008), qui ont travaillé sur des oocystes de deux origines différentes, ont obtenu des valeurs de C.t de 10 400 et 15 300 mg.min.L⁻¹ pour 3 log d'inactivation à 25 °C et pH 7,5.

Tableau V. Exemples de valeurs de C.t obtenues pour l'inactivation d'oocystes de *Cryptosporidium parvum* (Le Chevallier et Au, 2004).

Concentration résiduelle en chlore libre (mg.L ⁻¹)	Temps de contact (min)	CT (mg.min. L ⁻¹)	Température (°C)	pH	% inactivation	Méthode d'analyse
80	90	7 200	25	7	> 99	Infectiosité souris
15	240	3 600	22	8	47	Infectiosité souris
968	1 440	1 393 920	10	7	85	Dékystement
17	30	510	-	-	99	Dékystement

Les oocystes de *Giardia* sont inactivables par chloration, pour des valeurs de C.t exprimées en Cl₂ de 179 mg.min.L⁻¹ à 5°C et 67 mg.min.L⁻¹ à 20°C ; en monochloramine de mg.min.L⁻¹ à 5°C et mg.min.L⁻¹ à 20°C et en ClO₂ de 26 mg.min.L⁻¹ à 5°C et 15 mg.min.L⁻¹ à 20°C (Santé Canada, 2012).

Tableau VI. Exemples de valeurs de C.t permettant d'obtenir 1, 2 ou 3 log d'inactivation de kystes de *Giardia* à 0,5, 10 et 25 °C, à pH 7 et 8 pour des concentrations en chlore libre comprises entre 1 et 2,6 mg.L⁻¹ (US-EPA 1999).

0,5°C	pH 7 Log d'inactivation			pH 8 Log d'inactivation		
	1	2	3	1	2	3
Chlore (mg.L ⁻¹)						
1	70	140	210	101	203	304
1,6	75	151	226	110	219	329
2	79	157	236	115	231	346
2,6	84	168	252	123	245	368
10°C	pH 7 Log d'inactivation			pH 8 Log d'inactivation		
	1	2	3	1	2	3
Chlore (mg.L ⁻¹)						
1	37	75	112	54	108	162
1,6	40	79	119	58	116	174
2	41	83	124	61	121	182
2,6	44	87	131	65	129	194
25°C	pH 7 Log d'inactivation			pH 8 Log d'inactivation		
	1	2	3	1	2	3
Chlore (mg.L ⁻¹)						
1	12	25	37	18	36	54
1,6	13	27	40	19	39	58
2	14	27	41	20	41	61
2,6	15	29	44	22	43	65

L'US-EPA (1999) a publié des tableaux de valeurs de C.t pour l'inactivation de kystes de *Giardia* à différentes températures, différents pH et différentes concentrations en chlore libre (0 - 3 mg/L). Le tableau VI donne des valeurs extraites des tableaux de l'US-EPA et montre qu'une inactivation de 3 log de kystes de *Giardia* :

- nécessite, à pH = 8 et pour une concentration en chlore libre résiduel de 1 mg.L⁻¹, des valeurs de C.t égales à 304, 162 et 54 mg.min.L⁻¹ à des températures respectivement égales à 0,5, 10 et 25 °C,
- la désinfection nécessite des valeurs de C.t plus élevées à pH=8 qu'à pH=7,
- la valeur de C.t augmente avec la concentration en chlore libre. Par exemple, à la température de 10 °C et pour 3 log d'inactivation un C.t de 162 mg.min.L⁻¹ est requis pour une concentration en chlore libre résiduel de 1 mg.L⁻¹ et un C.t de 194 mg.min.L⁻¹ pour une concentration en chlore libre résiduel de 2,6 mg.L⁻¹.

À titre indicatif, les consommations de chlore dans l'eau après 24 h de réaction sont souvent de l'ordre de 0,5 mg.L⁻¹ pour des eaux souterraines de très bonne qualité, de 0,5 à 2 mg.L⁻¹ pour une eau de surface en sortie de traitement de potabilisation et peuvent être de l'ordre de 4 à 6 mg.L⁻¹, voire supérieures, pour une eau de surface non traitée.

La flaveur de chlore est détectable à partir de 0,3 mg.L⁻¹ et ne peut être considérée comme une méthode d'évaluation car les molécules odorantes responsables de la perception sont multiples et pas nécessairement en relation avec la dose de chlore libre.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) préconise de ne pas dépasser une concentration résiduelle de 5 mg.L⁻¹ en chlore libre dans l'EDCH (1996).

B- Impact des conditions de stockage et de conservation sur l'efficacité de l'eau de Javel

L'eau de Javel comportant 2,6 % de chlore actif, se conserve pendant 3 ans à l'abri de la chaleur (température < 20°C) et de la lumière dans le contenant d'origine.

L'eau de Javel concentrée avec 9,6 % de chlore actif se conserve à l'abri de la chaleur et de la lumière :

- 3 mois après la date de fabrication, en période froide ;
- 2,5 mois après la date de fabrication, en période chaude (SFHH, 2006).

Remarques :

- le délai de péremption de l'eau de Javel avec 2,6 % de chlore actif en flacon ne s'applique pas aux dilutions réalisées à partir des concentrés. Dans ce cas, le délai de péremption de la dilution à 2,6 % devrait être déterminé par des dosages du chlore actif ;
- toutes les autres dilutions d'eau de Javel doivent être utilisées dans les 24 heures.

En conclusion, la solution d'eau de Javel avec 2,6 % de chlore actif est la seule dont la concentration en chlore actif soit stable dans le temps.

III.1.2.2 Efficacité des « comprimés » désinfectants commercialisés pour les voyageurs

Comme évoqué en introduction de ce chapitre (§ III.1.2), les comprimés désinfectants ne sont pas soumis à évaluation, en France, par les autorités compétentes en amont de leur mise sur le marché et donc les revendications d'efficacité des fabricants ne sont pas vérifiées.

L'OMS⁴ a mis en place un programme international d'évaluation des procédés de traitement de l'eau au domicile afin de déterminer leurs performances et ainsi aider les États membres et les agences des Nations Unies dans la sélection de dispositifs de traitement. Des comprimés à base de DCCNa, ainsi qu'une solution à base d'argent font partie des produits récemment évalués dans le cadre de ce programme.

Par ailleurs, peu d'études concernant l'efficacité des « comprimés désinfectants commercialisés pour les voyageurs » permettant la vérification des allégations/revendications sont disponibles dans la littérature scientifique.

Remarque : Le Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) a émis un avis favorable, en 1999, à la demande d'autorisation d'emploi des comprimés « Aquatabs » à 3,5 mg de DCCNa par comprimé et utilisés conformément aux recommandations du fabricant (1 comprimé pour 1 L d'eau à traiter).

En 2001, les comprimés « Aquatabs » contenant 33 mg de DCCNa permettant de traiter 10 L d'eau ont également reçu un avis favorable, sous réserve que certains éléments figurent sur l'étiquetage du produit : i) temps de contact de 30 minutes ; ii) utilisation limitée aux situations à risque (pénurie d'eau potable notamment) ; iii) filtration de l'eau brute avant traitement en cas de présence de particules visibles dans l'eau.

Produits à base de DCCNa et de chloramine

Lors de la réaction d'hydrolyse, le DCCNa génère de l' HOCl (cf Annexe 3). Par conséquent, les conclusions relatives à l'efficacité de l'eau de Javel sont extrapolables aux produits à base de DCCNa.

Clasen *et al.* (2006) estiment que le DCCNa constitue une alternative à l'hypochlorite de sodium pour la désinfection de l'eau à domicile.

Baylac *et al.* (1996) ont comparé le pouvoir désinfectant de la chloramine T et du DCCNa. L'étude a été effectuée sur l'eau de la Seine (non traitée) pour des temps de contact de 30, 60, 90 min et 24 heures ainsi que pour deux dosages différents, pour chaque molécule. Un suivi de la flore aérobie totale, des salmonelles et des paramètres microbiologiques réglementaires a été réalisé, mais l'efficacité du DCCNa et de la chloramine T vis-à-vis des virus et des protistes n'a pas été étudiée. Une dissolution difficile des comprimés de chloramine T a été observée. L'activité du DCCNa est fortement diminuée dès que la concentration en matières organiques augmente et que le chlore est consommé par les ions ammonium. Les auteurs ont observé une désinfection efficace après 30 minutes de contact avec les comprimés de DCCNa, contrairement aux comprimés de chloramine T qui ne permettent pas d'inactiver les salmonelles. Au regard de ces résultats et des données toxicologiques, les auteurs proposent pour l'armée française l'utilisation de 1 à 2 comprimés dosés à 8,5 mg de DCCNa par gourde de 1,3 L et pour un temps de contact de 30 minutes.

Schlosser *et al.* (2001) ont comparé l'efficacité de la désinfection d'une eau de rivière (Marne) brute ou après décantation-filtration sur sable, par le produit « Drinkwell chlorine » (NaOCl liquide), une solution d'iode, des comprimés « Aquatabs » (DCCNa) et « Hydrochlazone » (chloramine T), selon les instructions d'emploi des fabricants. Les résultats montrent qu'un temps de contact de 60 minutes avec le produit « Hydrochlazone » n'est pas suffisant pour inactiver les coliformes dont *E. coli*. En revanche, les produits « Aquatabs », « Drinkwell chlorine » et la solution d'iode permettent une réduction de 2,8 log de bactéries viables pour une eau à 0,5 NTU et 25°C. Cette efficacité diminue lorsque la turbidité augmente.

Jain *et al.* (2010) ont étudié l'efficacité de l'usage du DCCNa pour la désinfection de l'eau, sur une période de 12 semaines au Ghana, sur la santé de la population. Alors que le traitement de désinfection

⁴ http://www.who.int/household_water/scheme/en/

semblait efficace sur *E. coli* (présent dans 8 % des échantillons d'eau traitée et dans 54 % des échantillons témoins), l'utilisation de DCCNa n'a pas permis de réduire le nombre de cas de diarrhées.

Produits à base de dioxyde de chlore

D'après Murphy *et al.* (2014), la dissolution dans l'eau de comprimés « Aseptrol » de la société BASF, censés libérer du ClO₂, permet une diminution de 3 log d'ocystes de *Cryptosporidium* (C.t = 640 mg.min.L⁻¹) après 128 minutes d'exposition à une concentration de 5 mg.L⁻¹ de ClO₂. Si un ajout de chlore libre est réalisé, le temps de contact nécessaire pour obtenir ce même abattement de 3 log diminue à 105 minutes.

Produits à base d'iode

Gerba *et al.* (1997) ont évalué l'efficacité désinfectante des comprimés d'iode du fabricant Wisconsin Pharmacal sur *Cryptosporidium* et *Giardia* avec une dose de 2 comprimés par litre ([Iode]₀ : 13 - 18 mg L⁻¹). Après 20 minutes, correspondant au temps de contact recommandé par le fabricant, seulement 40 % des ocystes de *Cryptosporidium* sont inactivés dans l'eau à pH 7, avec une turbidité inférieure à 1 NTU et une température de 25°C et 70 % des ocystes sont inactivés après 240 minutes. Les auteurs recommandent de fermer le contenant pour éviter la sublimation de l'iode.

Mazumdar *et al.* (2010) ont comparé l'efficacité de comprimés à base de polyvinylpyrrolidone iodée et développés dans leur laboratoire avec les comprimés « Potable Aqua » contenant également une molécule iodée (« tetraglycine hydroperiodide »). Les essais ont été effectués dans une eau distillée à laquelle des bactéries (10⁷ UFC.mL⁻¹) ont été ajoutées. Après un temps de contact de 1 heure, 99,9 % des bactéries sont inactivées par le produit « Potable Aqua ».

D'après Breton et Maritoux (2000), l'usage de l'iode doit rester occasionnel, de quelques jours au maximum, en raison des risques thyroïdiens, l'iode étant ingérée alors à des doses très supérieures aux besoins journaliers. L'iode en solution peut comporter des contre-indications pour des personnes souffrant de problèmes de la thyroïde et durant la grossesse.

Produits à base d'argent

Nawaz *et al.* (2012) ont étudié l'efficacité de l'argent dans une eau de pluie par dissolution de AgNO₃. Une inactivation de 95-99% de *E. coli* et *Pseudomonas aeruginosa* est observée après 10 h d'exposition à des concentrations en Ag comprises entre 0,08 et 0,1 mg.L⁻¹. Des temps d'inactivation plus élevés, de 14 h pour *P. aeruginosa* et 24 h pour *E. coli* sont nécessaires pour les plus faibles concentrations (0,01 – 0,04 mg.L⁻¹). À ces faibles concentrations, un phénomène de revivification des bactéries a été observé alors que 95-99 % des micro-organismes semblait préalablement inactivés.

III.1.2.3. Synthèse des recommandations en France et à l'international concernant la désinfection chimique à domicile

Au niveau international

D'après l'OMS, l'eau de Javel avec 12 degrés chlorométriques (3,6 % de chlore actif) peut être utilisée à la dose de 3 gouttes par litre d'eau. La consommation de l'eau ne peut s'effectuer qu'après une heure de contact et dans les 24 heures (OMS, 1997).

En situation d'urgence (catastrophes naturelles, coupure d'eau), l'US-EPA recommande en priorité la consommation d'eau embouteillée. En absence d'approvisionnement, elle recommande de désinfecter par ébullition (eau de puits de préférence sinon eau de surface) et, en dernier recours, de désinfecter à l'aide d'eau de Javel disponible dans le commerce.

Les taux de traitements préconisés par l'US-EPA, l'agence américaine des aliments et des médicaments (FDA), les CDC, etc. sont variables (cf tableau VII) et ne sont pas faciles à maîtriser. Aux USA, le nombre de gouttes d'eau de Javel recommandé n'est pas identique d'un État à un autre, les modes d'emploi ne sont pas homogènes et leur mise en œuvre est complexe (1/8^e de cuillère à thé, nombre de gouttes, absence d'informations sur le matériel à employer : compte-gouttes, ...).

Par ailleurs, concernant le protocole de chloration proposé par l'US-EPA, Lantagne *et al.* (2014) fait apparaître trois incohérences d'ordre technique :

- le volume d'eau de Javel est trop élevé car le volume délivré par une cuillère à thé aux USA est de 5 mL soit 0,625 mL pour 1/8^e de cuillère à thé. Ce volume n'est pas cohérent avec un volume correspondant à 8 gouttes qui est égal à 0,4 mL d'eau de Javel (0,05 mL par goutte ou 20 gouttes.mL⁻¹) ;
- les doses de chlore introduites par 0,32, 0,4, 0,53 et 0,625 mL d'eau de Javel à 5,25 % aux USA par gallon d'eau, sont respectivement de l'ordre de 4,44 ; 5,55 ; 7,35 et 8,67 mg Cl₂.L⁻¹. Ces doses sont très supérieures à celles préconisées par les CDC et par l'OMS en situation d'urgence. Ces organismes préconisent un traitement qui permet d'avoir une concentration résiduelle en chlore libre de 0,5 mg L⁻¹ après 30 minutes de réaction ou supérieure à 0,2 mg L⁻¹ après 24 h de stockage en appliquant une dose de chlore de 2 mg L⁻¹ pour une eau de turbidité comprise entre 0 et 2 NTU ou de 4 mg L⁻¹ pour une eau de turbidité comprise entre 10 et 100 NFU ;
- l'US-EPA ne cite aucune publication scientifique pour justifier ses recommandations.

L'étude de Lantagne *et al.* (2014) montre également que les ménages interrogés ne disposent pas forcément d'une eau de Javel « appropriée » (sans odeur, avant date de péremption, ouverte depuis moins de 1 an, avec une concentration proche de 5,25 %) et que la population s'interroge quant à l'utilisation d'eau de Javel pour le traitement de l'eau de boisson, car elle est parfois considérée comme un « poison ». Certaines personnes interrogées ont suggéré de clarifier les instructions en précisant notamment le contenant à utiliser (par exemple 1 bouteille de soda de 2 litres) plutôt que le volume en gallon, ou même de fournir des troussees prêtes à l'emploi.

Tableau VII : Comparaison des doses de désinfectants chimiques préconisées par différents organismes

Référence	Préconisations	Commentaires
Federal Emergency Management Agency (FEMA), USA (2004)	Eau de Javel 16 gouttes ou 1/8 cuillère à thé (5,25-6 % d'hypochlorite de sodium) par gallon d'eau. Secouer – Attendre 30 min. L'eau doit présenter alors une légère odeur de chlore. Si ce n'est pas le cas procéder de nouveau à un ajout de chlore, agiter et attendre 15 min. Si l'eau ne présente toujours pas d'odeur, la jeter et trouver une autre source d'eau.	Utiliser de l'eau de Javel ménager (sans additif) Utiliser une bouteille d'eau de Javel récemment ouverte ou neuve
Food and Drug Administration (FDA) (2007)	Eau de Javel 1/8 de cuillère à thé ou 0,75 mL (5,25 % d'hypochlorite de sodium) par gallon d'eau claire ; ¼ de cuillère à thé ou 1,50mL par gallon d'eau turbide. Mélanger et attendre 30 minutes.	Filterer ou laisser décanter l'eau turbide au préalable
Center for Disease Control and Prevention (CDC) (2009)	Eau de Javel 8 gouttes ou 0,75 mL ou 1/8 de cuillère à thé par gallon d'eau. bien mélanger et attendre au moins 30 minutes avant de boire. Si l'eau est turbide, ajouter 16 gouttes ou 1,5 mL par gallon d'eau.	Ne pas utiliser d'eau de Javel parfumée. Les contenants doivent être désinfectés avant de stocker l'eau. Pour cela : ajouter 1 cuillère à thé ou 64 gouttes ou 5 mL d'eau de Javel dans 1 quart d'eau (32 oz, 4 tasses, ou environ 1 L). Verser dans le contenant propre et secouer. Laisser reposer pendant au moins 30 secondes et vider. Laisser sécher ou rincer avec de l'eau « sûre », si disponible.

Référence	Préconisations	Commentaires
Environmental Protection Agency (US-EPA), USA (2006)	<p>Eau de Javel : 8 gouttes (5,25 % d'hypochlorite de sodium) par gallon d'eau ou 2 gouttes par litre. Mélanger et attendre 30 minutes</p> <p>Hypochlorite de calcium (poudre) : Dissoudre une grosse cuillère à café dans 2 gallons d'eau ou 7 grammes pour 7,5 litres d'eau. Ajouter ½ litre de solution dans 50 litres d'eau à désinfecter</p> <p>Iode (liquide) : 5 gouttes de 2 % par quart ou litre d'eau claire ; 10 gouttes pour de l'eau turbide. Attendre 30 min</p> <p>Pastilles de chlore : Suivre les instructions. Sinon, utiliser 1 pastille par quart ou litre d'eau</p>	<p>Filtration au préalable Résistance de <i>Cryptosporidium</i> Utiliser de l'eau de Javel non parfumée</p> <p>Sur eau filtrée/décantée</p>
Santé Canada (2008)	<p>Eau de Javel : 2 gouttes (0,1 mL) d'eau de Javel à 4 ou 5% par litre d'eau. Agiter et laisser reposer pendant 30 minutes</p> <p>Iode : 0,3 mL de teinture d'iode à 2 % pour 1 litre d'eau. Laisser reposer pendant 30 minutes avant de boire.</p> <p><u>Ou</u> 1 comprimé pour 1 litre d'eau. Laisser reposer pendant au moins 15 minutes avant de boire.</p> <p><u>Ou</u> déposer de 4 à 8 g de cristaux d'iode dans une bouteille en verre de 35 mL avec bouchon étanche. Ajoutez 30 mL d'eau et agitez pendant une minute jusqu'à l'obtention d'une solution saturée. Laissez le reste des cristaux se déposer. Utilisez 15 mL de cette solution d'iode saturée pour chaque litre d'eau non traitée et laissez reposer pendant 15 à 20 minutes.</p>	<p>Doubler la quantité d'eau de Javel et la durée si l'eau est froide, trouble ou nauséabonde.</p> <p>Pour l'eau froide ou trouble, utilisez deux comprimés pour chaque litre d'eau et laissez reposer pendant 20 minutes. Étant donné la toxicité des cristaux d'iode, prenez garde de ne pas verser les restes de cristaux d'iode solides qui se trouvent au fond de la bouteille dans votre contenant à boire.</p>

En France

Le plan ORSEC des Bouches du Rhône (2013) propose une désinfection de l'eau avec 1 mg.L⁻¹ de chlore actif (1 goutte d'eau de Javel à 2,6 % pour 1,5 L d'eau ; 7 gouttes pour 10 L) avec un délai de 30 min avant la consommation (20 gouttes correspondent à 1 mL).

Par ailleurs, les plans ORSEC ne font pas référence aux « comprimés » désinfectants commercialisés pour les voyageurs pour la désinfection de l'eau du robinet par les usagers.

Le GT ne dispose pas de données ni de retours d'expérience permettant d'attester de la bonne mise en œuvre de la désinfection chimique de l'eau du robinet par les usagers.

III.1.2.4 Conclusions et recommandations du GT concernant la désinfection chimique de l'eau du robinet par les usagers

III.1.2.4.1 Désinfection de l'eau du robinet par l'eau de Javel

Les principales difficultés liées à la chloration de l'eau du robinet par des particuliers sont les suivantes :

- l'impossibilité, pour un particulier, de mesurer des paramètres fondamentaux garantissant une bonne maîtrise de la désinfection : la présence de matières organiques et/ou minérales particulières ou dissoutes induisant une consommation du chlore actif, la concentration en chlore résiduel et le pH,
- le dosage précis de la quantité de chlore ajoutée (dose de traitement) qui est difficile à réaliser en raison de la variabilité de la notion de goutte ou de cuillerée. Ceci est susceptible d'entraîner des sous-dosages ou des surdosages de biocide,
- l'absence de certitude sur la concentration réelle en chlore actif dans la solution commerciale conservée au domicile,
- l'impossibilité d'ajuster la dose de chlore en fonction de la qualité de l'eau (demande en chlore), et de garantir une concentration résiduelle en chlore libre, paramètre garantissant une maîtrise des conditions de désinfection,
- l'impossibilité de garantir un abattement suffisant, par simple chloration, pour les oocystes de *Cryptosporidium*, pathogènes hydriques responsables de gastroentrites chez l'Homme,
- la chloration conduit à la formation de sous-produits halogénés indésirables et parfois de saveur jugée inacceptable par les consommateurs qui préfèrent alors consommer des eaux non traitées (eau de puits, eau pluviale), potentiellement non potables,
- l'impact des conditions de stockage et de conservation du chlore sur son efficacité,
- certaines eaux de Javel vendues dans le commerce contiennent des additifs parfumants qu'il est néfaste de consommer et peuvent contenir des impuretés (mercure, bromate..),
- le risque d'accident lié à la manipulation du produit.

Dans le cas ultime où la désinfection par l'eau de Javel serait envisagée, l'autorité devrait pouvoir :

- confirmer l'absence de risque chimique et radiologique et du risque lié à *Cryptosporidium*,
- distribuer les doses d'eau de Javel de qualité garantie ainsi que des comptes-gouttes, établir une dose/un temps de contact à appliquer selon la qualité de l'eau, une durée de conservation.

En conséquence, en situation d'urgence, et compte tenu des difficultés techniques et du manque d'information sur la qualité de l'eau à traiter, **la désinfection au chlore, au domicile par les particuliers est fortement déconseillée**. Elle ne pourrait constituer une alternative en cas d'extrême urgence que lorsque la distribution d'EDCH conditionnée n'est pas envisageable ou dans les cas très rares où la recommandation de désinfection par ébullition n'est pas possible techniquement (absence d'électricité...).

III.1.2.4.2 Désinfection de l'eau du robinet par des comprimés désinfectants commercialisés pour les voyageurs

Le GT souhaite attirer l'attention sur les allégations attribuées à ces produits par leurs producteurs et parfois très larges, notamment sur les deux points suivants :

- certains comprimés destinés à la désinfection des eaux de boisson sont parfois proposés pour la désinfection de « *tout type d'eau* ». Or, « tout type d'eau » peut signifier une eau contenant une forte concentration en matières organiques pouvant inhiber l'action du produit biocide aux concentrations de traitement préconisées. Par ailleurs, le risque de formation de sous-produits de

- traitement, et notamment de THM, peut être élevé, surtout si l'eau brute est chargée en matières organiques ;
- ces comprimés sont parfois proposés pour la désinfection de volumes d'eau supérieurs à 10-20 litres. Or, plus le volume d'eau à désinfecter augmente, plus il est difficile de répartir de manière homogène le produit désinfectant dans le contenant ;
 - certains fabricants indiquent que leur produit doit être utilisé dans une eau « claire » ce qui ne correspond à aucune définition précise et une eau visiblement « claire » ou « transparente » peut néanmoins contenir des matières dissoutes inhibitrices de l'action du biocide.

Compte tenu de l'absence de données fiables et de maîtrise de l'efficacité de ces comprimés et considérant :

- qu'il n'existe pas de réelle évaluation de leur efficacité par un organisme indépendant,
- que le temps de contact préconisé par le fabricant est parfois assez long,
- que l'évaluation du DCCNa et de la chloramine T est en cours dans le cadre de la réglementation « biocide »,
- que la disponibilité est limitée en cas de situation d'urgence,
- qu'ils peuvent présenter un danger pour les enfants, susceptibles de les assimiler à des friandises ou des médicaments,

le GT ne recommande pas l'usage de ces produits par la population à domicile, en situation d'urgence.

Le GT signale, à cette occasion, la nécessité de procéder à une évaluation rigoureuse et une validation de ces produits commercialisés afin de garantir la sécurité des consommateurs.

III.1.3 Autres procédés de désinfection utilisables à domicile

Différents dispositifs de traitement de l'eau à domicile existent. Certains peuvent agir vis-à-vis de micro-organismes présents dans l'eau comme les filtres dont les osmoseurs ou les lampes à rayonnements ultra-violet.

III.1.3.1. État des lieux

Les différents dispositifs identifiés sur le marché sont présentés dans l'annexe 6.

L'article de Breton et Maritoux (2000) relatif à la qualité de l'eau de boisson du voyageur, indique que :

- des données limitées suggèrent que les appareils de filtration portables évalués sont plus efficaces que la désinfection chimique contre les bactéries et les protistes-parasites (Schlosser *et al.* (2001)),
- qu'aucun filtre portable commercialisé à cette époque ne présentait une porosité moyenne capable de retenir les virus (0,01 µm) sauf s'ils sont agrégés ou adsorbés sur les matières en suspension.

Des interrogations existent quant à l'efficacité et l'innocuité de ces dispositifs de traitement à domicile. Par ailleurs, en cas de manque d'entretien, ces dispositifs :

- peuvent être le lieu privilégié d'un développement bactérien,
- sont susceptibles de relarguer les molécules retenues par les matériaux adsorbants (Malvoisin, 2004).

Dans le cadre du programme international mis en place par l'OMS⁵ et évoqué au paragraphe III.1.2.2.2, différents procédés de traitement de l'eau domestique (dont les filtres, les dispositifs d'électrolyse du chlorure de sodium, les systèmes combinant du charbon actif et des rayonnements UV, etc.) ont été évalués. Les résultats des premiers essais devraient être publiés prochainement.

D'après la littérature, il semble que l'utilisation de ces dispositifs par la population pour la désinfection de l'eau en situation de crise ne fait pas partie des solutions envisagées par les organismes internationaux en charge de ces questions.

III.1.3.2 Conclusions et recommandation du GT concernant l'utilisation de dispositifs de traitement commercialisés pour la désinfection à domicile

L'équipement de la population avec ces dispositifs de traitement par filtration ou rayonnements UV en situation d'urgence est impossible à envisager du fait du laps de temps nécessaire pour commander puis installer ces procédés dans chaque logement.

Compte tenu des incertitudes quant à leur efficacité et leur innocuité ainsi que des difficultés liées à leur mise en place et leur entretien, le GT ne recommande pas l'utilisation de ces dispositifs de traitement pour la désinfection de l'eau du robinet à domicile en situation d'urgence.

III.1.4 Conclusions du GT sur les solutions de désinfection par les usagers de l'eau du robinet en situation d'urgence

III.1.4.1 Avantages et inconvénients des solutions de désinfection de l'eau du robinet par les usagers

Le tableau VIII présente les avantages et inconvénients pour chaque solution de désinfection de l'eau du robinet par l'utilisateur, abordée dans ce chapitre par le GT.

⁵ http://www.who.int/household_water/scheme/en/

Tableau VIII : Avantages et inconvénients des traitements à domicile pouvant réaliser une désinfection d'une eau présentant un risque microbiologique au regard de la distribution d'EDCH conditionnées.

Technique	Avantages	Risques/inconvénients
Ébullition	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace, notamment vis-à-vis de <i>Cryptosporidium</i> et <i>Giardia</i> - technique familière à la population - facilité de mise en œuvre pour des petits volumes - absence de goût de « produits chimiques » - très courant dans les pays anglo-saxons (peu en France) - adapté aussi pour les gros usages, métiers de bouche, cantines 	<ul style="list-style-type: none"> - le traitement individuel transfère la responsabilité de l'exploitant à l'abonné - risque de brûlure nécessitant d'attendre pour retour à une température de consommation
Eau de Javel	<ul style="list-style-type: none"> - produit très connu de la population - accessible à la population si stock suffisant 	<ul style="list-style-type: none"> - le traitement individuel transfère la responsabilité de l'exploitant à l'abonné - grande difficulté de mise en œuvre pour une garantie absolue de résultats dans tous les foyers (dosage correct) - impossibilité d'ajuster la dose de chlore en fonction de la qualité de l'eau - formation de sous-produits de désinfection - risque d'accident domestiques et d'erreur de dosage - goût de « produits chimiques » - présence d'additifs dans certaines eaux de Javel - inefficace contre les protistes aux doses employées - problématique du stockage et de la stabilité de la concentration en chlore dans le temps
Hypochlorite de calcium		<ul style="list-style-type: none"> - le traitement individuel transfère la responsabilité de l'exploitant à l'abonné - produit très peu connu de la population, peu accessible à la population
Comprimés désinfectants destinés aux voyageurs	<ul style="list-style-type: none"> - simplicité de mise en œuvre 	<ul style="list-style-type: none"> - produits peu connus de la population - absence de disponibilité suffisante en situation d'urgence - interrogation sur la fiabilité et l'efficacité revendiquée - peu accessible à la population - temps de contact pouvant être long - risque de confusion avec un « bonbon »/un médicament
Autres procédés de traitement à domicile		<ul style="list-style-type: none"> - le traitement individuel transfère la responsabilité de l'exploitant à l'abonné - risque d'une mauvaise utilisation ou d'un manque d'entretien - difficile à mettre en place largement - interrogations sur la conception de ces dispositifs (pour les lampes UV, quelle dose est appliquée ?)

III.1.4.2 Solution recommandée pour la désinfection de l'eau du robinet par les usagers

Si le réseau d'eau public délivre une eau non-conforme envers les paramètres microbiologiques sans autre risque, chimique ou radiologique, le GT considère que la distribution aux particuliers d'eau conditionnée dont la qualité répond aux critères des EDCH (eaux embouteillées, en bonbonnes, en sachets, etc.) est la solution à privilégier car elle satisfait les besoins essentiels de la population au moins pour les premiers jours de la crise⁶.

Si l'autorité sanitaire estime que la désinfection de l'eau distribuée non potable au robinet par l'utilisateur devient absolument nécessaire, certifiant également l'absence de risque chimique associé, et en situation exceptionnelle uniquement, le GT préconise alors la désinfection par ébullition qui présente l'avantage d'être un procédé simple à mettre en œuvre (sans les inconvénients mentionnés dans les § 3.1.2 et 3.1.3.) et efficace sur tous les micro-organismes impliqués dans des pathologies d'origine hydrique.

III.1.4.3 Usages de l'eau désinfectée

Le GT rappelle que l'eau non potabilisée ne doit pas être ingérée, ne peut être utilisée pour l'hygiène dentaire, ni être en contact avec les aliments et avec des blessures. L'utilisation de cette eau non désinfectée ne doit pas induire un risque de transmission manuportée spécialement chez les enfants en bas âge.

Compte tenu du manque de données scientifiques robustes pouvant aider à la décision et de la diversité des contaminations possibles, le GT ne peut statuer sur d'éventuelles recommandations d'usages, en situation d'urgence, de l'eau du robinet non potable, non désinfectée par ébullition.

Le GT précise que l'eau désinfectée par ébullition et refroidie peut être utilisée pour :

- la boisson,
- la préparation de boissons chaudes et fraîches et de glace alimentaire dont les glaçons,
- la préparation des aliments pour nourrissons,
- la préparation des aliments, surtout pour ceux qui ne nécessitent pas de cuisson,
- le nettoyage des fruits et légumes à consommer crus,
- l'hygiène corporelle du nourrisson,
- l'hygiène dentaire et le rinçage de la bouche,
- la préparation de médicaments, le trempage des prothèses dentaires, les soins,
- le rinçage de la vaisselle,
- le nettoyage des surfaces servant à la préparation des aliments à consommer crus.

III.1.4.4 Conservation de l'eau désinfectée

Après désinfection, le récipient de conservation doit être adapté pour éviter une contamination.

En l'absence de données scientifiques et sur la base du jugement d'experts, le GT recommande de conserver l'eau ainsi conditionnée préférentiellement au réfrigérateur pour une durée recommandée de 72 heures maximum.

⁶ Conformément à l'Article L732-1 du code de la sécurité intérieure créé par ordonnance 2012-351 du 12 mars 2012, les exploitants d'un service de production ou de distribution d'eau pour la consommation humaine se doivent de prévoir les mesures nécessaires au maintien de la satisfaction des besoins prioritaires de la population lors des situations de crise.

III.2 Quantité d'eau potable minimale requise

La DGS sollicite l'Anses pour « *déterminer la quantité d'eau minimale requise pour les usagers prioritaires (personnes hospitalisées, enfants de moins de 6 ans, patients sous dialyse, etc.) et la population générale à des fins alimentaires et non alimentaires.* »

Les usages non alimentaires sont considérés dans la présente note comme étant les actes d'hygiène de base.

III.2.1 Données relatives aux besoins en eau en situation d'urgence

III.2.1.1 Besoins en eau de la population générale

Le manuel rédigé par le « Projet Sphère », qui réunit un grand nombre d'organisations humanitaires non gouvernementales, présente un ensemble de valeurs guide minimales à atteindre dans le cadre d'interventions humanitaires pour chacun des cinq secteurs clés (approvisionnement en eau et assainissement, nutrition, aide alimentaire, abris et services de santé) (Projet Sphère, 2011). Le manuel définit notamment les besoins de base en volumes d'eau de consommation humaine, présentés dans le tableau IX.

Tableau IX : Besoins de base en eau pour la survie des populations (Sphère, 2011).

Type de besoin	Quantité	Remarques
Besoins pour assurer la survie : boisson et alimentation	2,5 à 3 L par personne et par jour	Varié selon le climat et la physiologie individuelle
Pratiques d'hygiène de base	2 à 6 L par personne et par jour	Varié selon les normes sociales et culturelles
Besoins de base pour la cuisine	3 à 6 L par personne et par jour	Varié selon le type d'aliments et les normes sociales et culturelles
Total des besoins de base en eau	7,5 à 15 L par personne et par jour	

Les personnes auditionnées par le GT confirment que les valeurs proposées par le « projet Sphère » ne sont pas remises en cause par les distributeurs d'eau ou services de gestion de crise.

Ainsi, en France, pour des crises de courte durée, il est d'usage de distribuer 2 bouteilles de 1,5 L d'eau par personne et par jour pour des usages alimentaires.

III.2.1.2 Besoins en eau des personnels militaires

Concernant les besoins des personnels militaires, différents documents précisent les besoins normaux (boisson et alimentation, hygiène corporelle, lavage du linge et du matériel), minimaux (boisson, alimentation et lavage des mains) ou spécifiques (liés à des activités techniques, comme par exemple une structure de soin) (cf tableau X).

Tableau X : Volumes d'EDCH dont devrait disposer un militaire en situation de déploiement ou de combat, sur le terrain (Boni *et al.*, 2009).

	Métropole, Centre Europe	Outre-mer
Usage minimal exceptionnel (3 jours maximum)	5 L par homme et par jour	10 L par homme par jour
Usage minimal normal	10 L par homme et par jour	30 L par homme par jour

III.2.1.3 Besoins en eau des usagers prioritaires

Le décret n° 2007-1400 du 28 septembre 2007 relatif à la définition des besoins prioritaires de la population et aux mesures à prendre par les exploitants d'un service destiné au public lors de situations de crise, indique que les critères de définition des populations vulnérables et le niveau spécifique de satisfaction de leurs besoins sont précisés, en tant que de besoin, par arrêté conjoint des ministres en charge de la santé, de la sécurité civile et du service concerné. Cet arrêté serait en cours d'élaboration.

Pour l'approvisionnement en EDCH, il n'existe pas à ce jour de listes formelles hiérarchisées des abonnés prioritaires. Il est du ressort des services de l'État d'établir les listes des personnes concernées par les différents niveaux de priorités définis et de tenir à jour ces listes (Le Goff, 2010).

Lors des auditions, il a été fait mention d'une liste d'usagers considérés comme prioritaires :

- les établissements d'hémodialyse et les dialysés à domicile,
- les établissements de santé (hôpitaux, cliniques, maternités, soins aux personnes âgées...),
- les établissements de garde d'enfants d'âge préscolaire (crèches...),
- les établissements d'aide sociale à l'enfance (foyers, orphelinats, centres de réadaptation, instituts de rééducation...),
- les établissements scolaires,
- les industries et entreprises agroalimentaires,
- les industries lourdes et les établissements classés,
- les établissements de sécurité (pompiers, police nationale, gendarmerie, pénitenciers...),
- les établissements animaliers.

Établissements de santé

Le tableau XI présente des exemples de quantités d'eau requises dans les établissements de santé.

Concernant les usages spécifiques :

- une dialyse rénale nécessite 30 à 40 m³ par an et par patient sous forme de 3 séances hebdomadaire avec un débit de dialysat de 500 mL.min⁻¹ soit 120 litres au minimum par séance. Pour rappel, les équipements de préparation de l'eau pour la dialyse doivent être alimentés par une EDCH conforme à la réglementation et notamment pour les paramètres physico-chimiques.
- la balnéothérapie, pour le traitement chronique des brûlures ou d'autres traumatismes, consomme 100 à 250 L d'eau par bain. En situation de crise, la balnéothérapie peut être différée.

En période de crise aiguë, ces besoins pourront être réduits, par exemple par arrêt des buanderies et autres services annexes. Certains usages de l'eau comme la toilette des patients, le lavage des sols et du matériel ne peuvent être différés.

Tableau XI : Exemples de recommandations sur l'autonomie en eau des établissements de santé (d'après Damour, 2014)

Référence	Quantité d'eau requise		Autonomie recommandée
OMS/PAHO ⁷ : Hospital safety index (2008, 2011)	« Petites structures »	Patient hospitalisé : 60 L.jour ⁻¹ Patient ambulatoire : 15 L.jour ⁻¹	72 h
	« Grandes structures »	300 L par jour et par lit	72 h
Manuel Sphère (2011)	Patient hospitalisé : 40 à 60 L.jour ⁻¹ Patient ambulatoire : 5 L		/
Joint Commission (USA, 2013)	/		96 h
Volume maximum du réservoir de stockage			
DGS/DHOS : L'eau dans les établissements de santé (2005)	20 % de la consommation de journalière		/

Dans le guide technique « l'eau dans les établissements de santé », il est recommandé que le volume des équipements de stockage de l'eau n'excède pas 20 % de la consommation journalière afin de tenir compte de la stagnation de l'eau et des risques liés à la dégradation de la qualité de l'eau (DHOS/DGS, 2005).

Commerces

La consommation d'eau annuelle est d'environ 190 m³ pour une boulangerie, plus de 130 m³ pour une boucherie (site internet institut supérieur des métiers⁸).

III.2.2 Conclusions et recommandations du GT

L'organisation du fonctionnement d'une commune nécessite des volumes considérables d'EDCH pour tous ses usages. Il est possible de décrire les volumes minimaux à donner à la population générale. Par contre, il est beaucoup plus difficile de définir les volumes indispensables pour les usages et usagers jugés prioritaires en cas de crise. Ceci nécessite de définir les activités prioritaires (établissements de soins, dialyse à domicile, certaines activités alimentaires écoles...). Les structures concernées sont alors en mesure de définir leurs quantités minimales requises. Elles doivent être repérées dans les plans de secours et l'organisation de la distribution doit intégrer ces demandes particulières.

⁷ PAHO : Pan American Health Organization

⁸ http://veille.infometiers.org/dossier_filiere/soins-a-la-personne/initiatives/actualite/rhonealpes-reduire-la-consommation-deau-dans-les-entreprises-artisanales.html

III.2.2.1 Besoins en eau de la population générale

Le GT considère que les valeurs publiées et notamment présentes dans les recommandations du manuel du projet Sphère (*cf* tableau VIII) sont correctes et adaptées pour des situations de crise.

III.2.2.2 Besoins en eau des usagers prioritaires

La liste des usagers prioritaires devrait être établie au niveau national avec des spécificités locales éventuelles. Elle nécessite d'être révisée régulièrement. Les besoins en eau sont spécifiques des activités et en dresser la liste complète s'avère difficilement réalisable au regard des données disponibles et du délai imparti. Concernant les établissements de santé, des exemples sont présentés dans le tableau XI.

III.3 Utilisation d'ensacheuses d'eau

Une des solutions envisagée par les autorités, pour l'approvisionnement en eau potable de la population en situation d'urgence, est la distribution d'eau ensachée.

La DGS demande à l'Anses de « *donner des recommandations pour l'utilisation d'ensacheuse d'eau traitée* ».

Le GT a jugé indispensable d'élargir la question posée pour les ensacheuses aux différentes formes de conditionnement de l'eau en situation d'urgence.

Le GT signale que, très fréquemment, dans les situations de crise, les systèmes permettant le conditionnement (sachets, bouteilles, bonbonnes ...) sont placés directement en aval d'une unité de production d'EDCH. En conséquence, le GT rappelle l'obligation de vérifier la conformité aux paramètres réglementaires de la qualité de l'eau à l'entrée de l'unité de conditionnement.

Les eaux conditionnées classiquement sur le marché (eaux minérales naturelles, eaux de source et eaux rendues potable par traitement) sont considérées comme des denrées alimentaires. Elles sont notamment soumises à des directives et règlements européens et au code de la santé publique, notamment : i) le Règlement CE n° 1935/2004 concernant les matériaux et objets destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires, ii) Directive 2009/54/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2009 relative à l'exploitation et à la mise dans le commerce des eaux minérales naturelles (Refonte), iii) articles R. 1321-1 et suivants pour les eaux conditionnées, à l'exclusion des eaux minérales naturelles, iv) les articles R. 1322-1 et suivants pour les eaux minérales naturelles.

Les contenants sont soumis au Règlement UE n° 10/2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires.

III.3.1 Retours d'expérience

Pour des raisons essentiellement psychologiques, la distribution d'eau conditionnée en situation d'urgence apparaît mieux acceptée par le consommateur que l'eau distribuée par des robinets sur des rampes en sortie de citerne ou d'unité de traitement mobile (Greifenstein *et al.*, 2012 et 2013).

Les auditions réalisées par le GT révèlent le faible intérêt actuel des professionnels de la production/distribution d'eau soumis à des situations de crise pour les ensacheuses, à l'exception de la sécurité civile, qui entretient une dotation nationale d'ensacheuses en activité, utilisées notamment lors d'opérations récentes.

À l'issue d'expérimentations réalisées dans les années 1990/2000, l'ensachage n'a pas été une solution retenue pour les situations de crise par les gestionnaires de la production et distribution de l'EDCH auditionnés, en raison des matériaux utilisés dans les ensacheuses testées qui ne disposaient pas tous d'attestation de conformité sanitaire (ACS).

Le marché de ces installations ne s'est pas suffisamment développé, induisant des conséquences sur la maintenance et/ou l'évolutivité de ces dispositifs. Ainsi, à la connaissance du GT, aucun matériel disponible sur le marché en 2014 ne correspond au cahier des charges de la sécurité civile pour un éventuel remplacement des ensacheuses actuellement en service.

Les ensacheuses utilisées actuellement par les unités d'instruction et d'intervention de la sécurité civile présentent un débit de production d'environ 1000 sachets de 1 L.h⁻¹ et disposent également d'une lampe à rayonnements UV pour la désinfection de l'eau. Ces dispositifs ont été retenus principalement en raison de leur facilité de transport et du faible encombrement des consommables nécessaires pour produire les sachets (film plastique en polyéthylène basse densité).

Par ailleurs, la souplesse logistique dans les cas nécessitant le ravitaillement de nombreux points de regroupement d'un petit nombre de consommateurs isolés peut être un facteur jugé important au moins dans les premiers jours de la crise.

Le Service de santé des armées (SSA) a contribué, en 2005/2006, à l'évaluation de la qualité de l'eau produite par une unité modulaire prototype, réalisée conformément à un cahier des charges, combinant une filtration par osmose inverse et une ensacheuse (prototype ou présérie). À l'issue de cette validation ponctuelle, ce matériel n'a pas été déployé par le SSA en raison de difficultés rencontrées, tant dans le fonctionnement technique de l'ensacheuse après transport (réglages trop délicats nécessaires, hétérogénéité du volume dans les sachets produits, fragilité des sachets etc.), qu'en raison de l'évolution assez rapide de paramètres indicateurs de la qualité de l'eau après ensachage (augmentation du COT et des trihalométhanes, variations de pH etc.). Ces constats sont possiblement en rapport avec un problème d'équilibre calco-carbonique de l'eau osmosée, donc très pauvre en sels minéraux, avant ensachage et/ou une interaction contenant/contenu. Les projets actuellement en développement s'orientent préférentiellement vers des embouteilleuses « de terrain » couplées au système de production mis en place localement (Communication SSA).

Un nombre limité de documents accessibles dans la littérature scientifique et technique (Greifenstein *et al.*, 2012 et 2013) indique que l'armée des USA a également délaissé les ensacheuses utilisées dans les années 90 pour privilégier les embouteilleuses de terrain. Ces embouteilleuses sont plus coûteuses que les ensacheuses et offrent une solution de stockage plus long (quelques mois pour les bouteilles) et une plus grande satisfaction du consommateur habitué aux bouteilles, jusque-là achetées localement ou approvisionnées depuis des pays voisins. Elles sont moins onéreuses qu'une solution reposant uniquement sur l'approvisionnement de bouteilles produites ailleurs pour une satisfaction du consommateur quasi-identique. Greifenstein *et al.* (2012 et 2013) décrivent la validation du stockage en milieu chaud (jusqu'à 60°C et 120 jours) de bouteilles produites en opération par un ensemble osmoseur + embouteilleuse de terrain (débit de l'embouteilleuse ~ 2100 bouteilles de 1 litre par heure). Au cours de ce stockage en conditions maîtrisées, ont été notées, pour ces bouteilles, une évolution rapide de paramètres indicateurs de qualité comme l'odeur (non conforme au 14^e jour de stockage à 60°C), une diminution du pH mais aussi une augmentation de la concentration en COT, en antimoine ou plastifiants bien que ces derniers paramètres restent conformes à leurs critères de potabilité respectifs.

La Compagnie Intercommunale Liégeoise des Eaux a choisi d'acquérir une unité d'embouteillage, qui conditionne de l'eau de source en bonbonne de 10 L. Une fois formée, la bonbonne est rincée avec de

l'eau ozonée avant d'être remplie par l'eau de source. Ces bonbonnes d'eau en PET peuvent être conservées jusqu'à 3 ans.

III.3.2 Conclusions et recommandations du GT

III.3.2.1 Conditionnement de l'eau

Généralement, les dispositifs de conditionnement sont placés en aval d'une unité de production d'EDCH ce qui implique que toutes les mesures soient prises pour vérifier et garantir la conformité sanitaire des eaux à l'entrée de l'unité de conditionnement.

En complément, si l'eau est traitée par osmose inverse, et notamment dans le cas du dessalement de l'eau de mer, le GT recommande d'effectuer une reminéralisation de l'eau produite avant conditionnement.

Conditionner l'eau produite en situation d'urgence avant sa distribution présente plusieurs avantages :

- une maîtrise de la qualité jusqu'à la remise au consommateur ;
- une logistique de distribution simple puisque le transport peut concerner des quantités limitées d'eau (quelques sachets/bouteilles) et donc utiliser des moyens sommaires parfois disponibles sur place, plus souples de mise en œuvre que des citernes mobiles ;
- l'absence de recommandations de désinfection nécessaire après ouverture des unités conditionnées (sachets/bouteilles/bonbonnes) à usage unique ;
- la possibilité de conserver l'eau produite quelques jours ;
- un facteur de sécurisation psychologique, particulièrement important dans les zones à climat chaud, où les inquiétudes de la population pourraient conduire à des refus de s'hydrater suffisamment induisant plus rapidement des effets sanitaires. L'eau non conditionnée peut en effet sembler moins acceptable, de moins « bonne qualité » pour le consommateur que l'eau habituelle (conditionnée ou en réseau) et conduire à une sous-hydratation.

Ces avantages sont toutefois à mettre en regard d'inconvénients :

- une empreinte logistique car il faut assurer l'approvisionnement du matériel conditionnant l'eau, son maintien en conditions opérationnelles et l'approvisionnement des consommables (sachets ou préformes de bouteilles, bonbonnes) ;
- les contenants sont des déchets qu'il faut traiter ;
- excepté pour des bonbonnes de gros volumes, les contenants ne sont pas adaptés aux gros consommateurs que sont notamment les commerces ou les établissements de santé ;
- les sachets en particulier, ne peuvent être refermés et le volume est trop important pour être consommé en une fois, nécessitant donc un transfert dans un récipient ce qui pose la question de la maîtrise de la qualité du contenant fourni par le consommateur.

L'importance relative de ces avantages et inconvénients dépend du contexte précis d'une crise à gérer (temps de mise en œuvre disponible, durée prévisible, éloignement des consommateurs etc.) de telle sorte qu'il n'est pas possible de donner un avis « absolu » sur l'opportunité d'utiliser un type de système de conditionnement.

Dans la définition d'une stratégie de mise en œuvre d'un système de conditionnement, le GT conseille de :

- définir un concept d'emploi clair : quels usagers pour les contenants et dans quelles conditions ?
- décrire les contraintes logistiques associées (transport des consommables, consommations énergétiques, déchets etc.) ;
- valider l'adéquation entre le débit de production et la demande en situation de crise ;
- tenir compte du délai nécessaire pour la mise en service opérationnelle de l'ensacheuse ;
- déterminer les conditions de formation des opérateurs des dispositifs de conditionnement futurs.

Le GT préconise que la décision d'acquérir et/ou de déployer un système de conditionnement de l'eau traitée en situation d'urgence (sachet, bouteille ou bonbonne) s'appuie sur les éléments suivants :

- le respect des dispositions réglementaires relatives aux matériaux au contact de l'eau pour l'ensemble des installations de conditionnement et les consommables ;
- le conditionnement d'une eau respectant les paramètres de qualité définissant une EDCH ;
- la garantie de stabilité des paramètres de qualité de l'eau jusqu'à l'ouverture du conditionnement. Ceci nécessite de valider une durée de conservation de l'eau conditionnée, dans des conditions maîtrisées et représentatives de l'utilisation future (notamment en termes de choix de la ressource en eau servant à produire l'eau qui sera conditionnée, de présence ou non d'un résiduel de chlore libre et de température de stockage) ainsi que la démonstration du respect de conformité envers tous les critères applicables à l'EDCH, pendant la durée de conservation préconisée ;
- la possibilité d'afficher la date de production et de péremption sur le conditionnement afin de respecter la durée maximale de conservation ;
- avant achat et mise en œuvre, la validation préalable du bon fonctionnement de l'installation au cours d'une période de temps suffisamment longue pour être représentative de l'utilisation future. Par exemple, une exigence opérationnelle de produire 10 000 conditionnements en 24 heures devra réellement être testée sur une durée de 24 heures et non extrapolée sur une durée plus courte pour tenir compte de possibles régimes de fonctionnement non continus.

Avant l'achat et la mise en œuvre d'un système de conditionnement, une validation de la qualité de l'eau conditionnée et de son maintien dans le temps dans le conditionnement devra être réalisée en dehors de toute situation de crise. Elle devra a minima reposer sur les analyses répétées portant sur des paramètres sensibles : *E. coli*, entérocoques fécaux, flore totale aérobie, pH, odeur, couleur, saveur, carbone organique total, chlore libre et total, antimoine et trihalométhanes. Selon le matériau utilisé, une recherche des produits de migration pourra également être effectuée à l'appui de cette validation.

Par ailleurs, le GT recommande de prélever des échantillons de l'eau conditionnée distribuée et de les conserver dans le flaconnage recommandé par le laboratoire d'analyse afin de pouvoir réaliser, si nécessaire, des analyses rétrospectives.

III.3.2.2 Règles d'hygiène associées

Afin de prévenir l'introduction de contaminants dans l'eau conditionnée, des règles d'hygiène doivent être respectées tout au long de la procédure de conditionnement.

Ainsi,

- les personnes présentant des maladies transmissibles par voie hydrique ou des symptômes de type diarrhées, gastroentérites ne doivent pas intervenir dans les opérations de conditionnement ;
- l'ensemble du matériel et outils destinés être utilisés doivent être propres et donc avoir fait l'objet d'un nettoyage et d'une désinfection ;
- les vêtements de travail doivent avoir été lavés avant utilisation ou être neufs.

Par ailleurs, le guide européen de bonnes pratiques d'hygiène (GBPH) pour les eaux conditionnées publié en 2012 rappelle les règles à respecter.

III.4 Désinfection des citernes

La DGS demande à l'Anses des « *recommandations pour la désinfection des citernes réquisitionnées pour l'acheminement et la distribution d'eau potable et servant initialement au transport de liquides alimentaires (lait, jus de fruit, etc.)* ».

Outre les camions-citernes, le GT a tenu à intégrer également le cas des citernes fixes rigides et souples.

III.4.1 Recours à des citernes

Un système d'approvisionnement en eau par citerne peut s'avérer nécessaire lorsque l'eau du robinet ne peut plus être consommée par les usagers pour des raisons quantitatives (volume insuffisant) ou qualitatives (dégradation de la qualité microbiologique ou chimique de l'eau).

Cette solution peut être également préconisée quand la distribution d'eau conditionnée à la population est compromise à cause de réserves insuffisantes ou de rupture de l'alimentation en EDCH de plus longue durée.

III.4.2 Citernes et accessoires utilisés

La réglementation relative aux matériaux destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires (règlement CE N°1935/2004) s'applique aux citernes et accessoires utilisées pour l'acheminement et la distribution de l'EDCH.

Différents types de citernes peuvent être utilisés en situation de crise pour l'approvisionnement d'EDCH :

- les citernes rigides mobiles, généralement en acier inoxydable (camions-citernes),
- les citernes rigides fixes,
- les citernes souples fixes, en matières plastiques.

Les camions-citernes sont utilisés pour acheminer de l'EDCH sur le lieu de crise et pour :

- remplir des réservoirs locaux existants ou des citernes temporaires rigides ou souples (équipées ensuite de rampes de distribution),
- distribuer directement l'eau à la population par des rampes de robinets de distribution

Si certaines citernes souples à usage unique sont détruites après la fin de la période de besoin sur un lieu de crise, d'autres peuvent être réutilisées après pliage et stockage avant un nouvel usage.

D'après les plans ORSEC, les camions-citernes réquisitionnés par le préfet ou mis à disposition par voie contractuelle sont ceux des entreprises privées spécialisées dans le transport de liquides alimentaires (lait, jus de fruits, vins, ...). Dans certains départements, les camions-citernes utilisés pour le ramassage du lait ne sont pas réquisitionnés.

Certains plans indiquent également que les camions-citernes des services de secours d'incendie ne sont pas utilisables pour l'approvisionnement en EDCH. Les matériaux de ces citernes ne sont en effet pas forcément adaptés pour le contact alimentaire et des produits organiques peuvent être ajoutés dans ces citernes pour la maîtrise des incendies.

Au cours des auditions, l'utilisation, dans certaines situations, de camions de pompiers pour acheminer de l'eau non destinée à la consommation humaine a été évoquée.

Pour des crises d'une durée de 4 jours et plus, il a également été évoqué lors des auditions, que les producteurs-distributeurs d'eau la mettent en place des unités mobiles de traitement raccordées à un ensemble de bâches souples et de rampes de distribution dont les matériaux de constitution disposent

d'ACS. Plus ponctuellement, ils peuvent être amenés à utiliser des citernes mobiles alimentaires, l'eau transportée étant alors considérée comme « propre » mais estimée non conforme aux critères des EDCH.

III.4.3 Nettoyage et désinfection

Les articles R1321-54, R1321-55 et R1321-56 du CSP précisent les prescriptions visant l'entretien des réseaux et des installations de production et de distribution d'EDCH et aux produits utilisés pour le nettoyage et la désinfection de ces installations.

III.4.3.1 *Protocoles de nettoyage et de désinfection*

Certaines procédures de nettoyage et de désinfection des citernes citées dans ce paragraphe sont détaillées dans l'annexe 7.

Au niveau international

Une fiche technique du Water Engineering and Development Center (Royaume-Uni) pour l'OMS (2013) décrit une procédure de nettoyage et de désinfection des réservoirs et camions-citernes applicable aux situations d'urgence.

Le Ministère de la santé de l'Ontario a rédigé un guide d'inspection du transport de l'EDCH par camion-citerne (2008) décrivant les lignes directrices à l'attention des inspecteurs de la santé publique, notamment dans le cas de la vérification de la désinfection d'un réservoir.

Au niveau national

En France, des procédures de nettoyage et de désinfection des réservoirs et canalisations d'EDCH sont détaillées dans le guide de l'ASTEE (2013).

L'Association Nationale des Industries Alimentaires (ANIA), l'Association Professionnelle des Laveurs de Citernes Agréés (APLICA) et la Fédération Nationale des Transports Routiers (FNTR) ont élaboré un protocole relatif à la propreté intérieure des citernes pour le transport des denrées alimentaires, qui porte sur le nettoyage mais pas sur la désinfection. La procédure de nettoyage n'est pas détaillée et la nature des produits utilisés n'est pas précisée.

Il est indiqué qu'un certificat de nettoyage doit être délivré par la station de lavage.

La sécurité civile peut être amenée à utiliser des camions-citernes réquisitionnés par la préfecture pour la distribution d'EDCH à la population. Dans ce cas, les procédures de nettoyage/désinfection sont propres aux industries dont les camions-citernes sont réquisitionnés. Elle a également établi un protocole de nettoyage et de désinfection des bâches souples dans une note technique (1998).

Les producteurs d'eau auditionnés ont indiqué utiliser des camions-citernes pour l'acheminement d'eau « technique » uniquement destinée à des usages non alimentaires.

Le SSA décrit un protocole de nettoyage et de désinfection des réservoirs dans le guide relatif à la conservation et distribution de l'eau en conditions opérationnelles (2007).

III.4.3.2 Produits de nettoyage et de désinfection

Les produits de nettoyage et de désinfection utilisés pour les citernes doivent être conformes aux produits utilisés pour le nettoyage et la désinfection des installations de production, de distribution et de conditionnement d'EDCH.

Ils doivent être composés de constituants autorisés dans les conditions fixées par l'article 11 du décret n° 73-138 du 12 février 1973 conformément à l'article R. 1321-54 du CSP. Les constituants autorisés sont précisés dans l'arrêté du 8 septembre 1999, modifié par l'arrêté du 19 décembre 2013.

Par ailleurs, les produits utilisés pour la désinfection des surfaces en contact avec les denrées alimentaires doivent être autorisés conformément à la réglementation européenne concernant les substances actives et produits biocides (Règlement 528/2012). Cet usage correspond au type de produit biocide 4 (TP04).

La documentation fournie avec les produits (étiquetage, fiches de données de sécurité, fiches techniques, mode d'emploi) doit permettre de réaliser les opérations de nettoyage et de désinfection dans des conditions satisfaisantes (ASTEE, 2013).

III.4.4 Conclusions et recommandations du GT concernant la désinfection des citernes

III.4.4.1 Recommandations préalables

- Seules les citernes agréées au contact alimentaire doivent être utilisées pour le transport de l'EDCH. Ceci ne constitue pas en soi une garantie de sécurité car les produits alimentaires résiduels dans les cuves sont notamment en mesure d'interagir avec le chlore libre résiduel de l'eau.
- Le respect des procédures de nettoyage et de désinfection des citernes, notamment mobiles, et des accessoires de transfert est indispensable pour garantir la délivrance d'une eau conforme aux exigences de qualité réglementaires. La désinfection ne peut être pratiquée qu'après le nettoyage de la citerne et la vérification de son efficacité.
- En situation d'urgence, les citernes sont généralement installées dans un lieu d'accès facile et connu par les usagers qui viennent s'y ravitailler. La distribution doit être encadrée.
- Il est important que la population soit sensibilisée au maintien de la qualité de l'eau délivrée en prenant en compte notamment la propreté et la compatibilité des récipients qu'elle va employer pour recueillir et transporter l'EDCH qui lui sera délivrée (*cf.* paragraphe III.5).
- Le GT souligne l'importance d'identifier les acteurs responsables de la mise en œuvre de ces actions et insiste sur la nécessité d'une traçabilité des opérations de nettoyage et de désinfection.

III.4.4.2 *Recommandations concernant la désinfection des citernes rigides (fixes et mobiles) et des accessoires*

Si la citerne réquisitionnée et ses accessoires ont déjà été nettoyés/désinfectés, le certificat de nettoyage doit être fourni par la station de lavage.

À défaut, un nettoyage doit impérativement être mis en œuvre en respectant les procédures validées par la profession (*cf* paragraphe III.4.3.1), avant désinfection.

Un examen visuel de l'intérieur de la citerne et une mesure de la turbidité de l'eau en sortie doivent être effectués pour s'assurer de l'efficacité du nettoyage.

Après la phase de nettoyage, le GT recommande le protocole de désinfection suivant pour les citernes rigides dont les matériaux doivent être compatibles avec les procédures préconisées :

- rinçage de la citerne à l'EDCH par remplissage et vidange une fois au minimum, en prenant soin de faire circuler l'eau dans les tuyaux et canalisations annexes servant au remplissage et la distribution ;
- remplissage avec de l'eau contenant une concentration de 10 mg.L⁻¹ de chlore libre et stagnation pendant 1 heure. Après ce délai, un dosage de la concentration de chlore résiduel est effectué. Si la consommation de chlore libre est supérieure à 25 %, il est nécessaire de vidanger la cuve et de procéder à un nouveau nettoyage suivi d'un rinçage. Si l'urgence n'est pas extrême, le temps de contact peut atteindre 6 heures ;
- vidange totale de la citerne en faisant transiter de l'eau chlorée dans les tuyaux et raccords annexes ;
- remplissage de la citerne avec l'EDCH en ajustant la concentration résiduelle de chlore libre afin de délivrer une eau contenant 0,3 mg.L⁻¹. Pour favoriser et obtenir une concentration en chlore homogène, il est conseillé d'effectuer un remplissage partiel de la citerne avec l'eau, d'ajouter le chlore dont la dose est calculée pour la cuve pleine, puis de terminer le remplissage de la citerne.

Une attention particulière doit être portée à la garantie de qualité et de compatibilité des tuyaux, raccords et rampes de distribution connectés aux citernes utilisées. Ces accessoires doivent être impérativement nettoyés et désinfectés comme le sont les citernes.

Cependant, le GT estime difficile, en situation de crise, et en particulier à des périodes où l'activité économique est en arrêt, de garantir ces opérations suite à des réquisitions de citernes, même réservées aux usages alimentaires.

Compte tenu de ce doute sur la faisabilité et le réalisme du respect des recommandations en matière de nettoyage/désinfection des citernes en situation d'urgence, le GT recommande de réaliser une étude basée sur plusieurs situations de simulations afin de vérifier la faisabilité et l'efficacité de mise en œuvre de ces procédures.

Selon les conclusions, il sera alors possible de valider la capacité d'un tel dispositif à délivrer une EDCH aux populations **faute de quoi, la distribution d'eau devra obligatoirement être accompagnée d'une recommandation de désinfection par ébullition au domicile.**

III.4.4.3 Autres recommandations

Citernes souples

Dans les situations où des citernes souples doivent être utilisées, le GT recommande :

- de privilégier l'utilisation de citernes souples à usage unique, dont les matériaux disposent d'une ACS et étant conforme à la réglementation MCDA. L'emploi de citernes à usage unique permet d'écartier les incertitudes pouvant exister sur l'efficacité de la procédure de nettoyage et de désinfection et l'impact des périodes de stockage, du fait de la conception de ces citernes souples.
- dans le cas de citernes souples réutilisables par les services spécialisés dans la gestion de crise, le GT recommande de n'utiliser que des citernes dont les matériaux disposent d'une ACS, ayant contenu de l'EDCH et disposant d'orifices d'accès permettant le nettoyage et l'inspection de la surface interne. Elles doivent avoir subi un cycle de nettoyage, de désinfection et de séchage avant utilisation.

Transport et stockage de l'EDCH par citerne

La distribution de l'EDCH à partir de la citerne doit être faite rapidement pour éviter la stagnation de l'eau et les risques de contamination et/ou de prolifération microbienne. Dans ce contexte, le GT recommande un remplissage quotidien après vidange totale de la citerne. Celle-ci est remplie avec de l'EDCH et chlorée pour atteindre une concentration en chlore libre d'environ 0,3 mg.L⁻¹ au point de distribution.

Règles d'hygiène

Les règles d'hygiène, déjà présentées dans le paragraphe III.3.3.2, doivent être respectées tout au long des procédures de nettoyage, remplissage ou distribution de l'EDCH.

III.5 Stockage et conservation de l'eau fournie par des citernes ou par des dispositifs de conditionnement (ensacheuses/ embouteilleuses)

La DGS demande à l'Anses de donner des « *recommandations sur la consommation de l'eau fournie par citerne ou ensacheuses (conditions de stockage, durée de conservation, etc.)* ».

III.5.1 Retours d'expérience

Les services de la sécurité civile estiment que l'eau ensachée peut être consommée jusqu'à 72 heures après son conditionnement. Les sachets doivent être stockés à l'abri de la chaleur et de la lumière afin de garantir un résiduel de chlore de 0,5 mg.L⁻¹.

Le document du SSA relatif à la conservation de l'eau (2007) indique que les eaux conditionnées ne doivent pas être exposées aux excès de température et doivent donc être stockées de préférence à l'ombre ou dans des locaux tempérés. La présence de produits volatils est à éviter dans les locaux où sont entreposées des eaux conditionnées.

III.5.2 Conclusions et recommandations du GT

III.5.2.1 Eau fournie par citerne

En cas de distribution de l'EDCH directement à la population par citernes, il est impératif de signaler à la population la nécessité de s'approvisionner avec des récipients :

- habituellement adaptés à contenir de l'eau destinée à la boisson ;
- n'ayant jamais contenu des produits néfastes pour la santé ;
- ayant été au préalable nettoyés et rincés avec de l'eau bouillante (si compatible avec le matériau) ;
- en évitant en particulier des bidons en plastiques non alimentaire pouvant relarguer des plastifiants.

Le GT recommande également de conserver l'eau fournie par les citernes au réfrigérateur jusqu'à 72 heures.

Comme indiqué au paragraphe III.4.4, seule une étude/simulation permettra notamment de trancher sur l'éventuel besoin de bouillir l'eau distribuée par camion-citerne avant consommation.

3.5.2.2 Eau conditionnée (bouteille/sachet)

Il est recommandé de stocker l'eau conditionnée au réfrigérateur et à l'abri de la lumière pendant 72 heures maximum, bien que cette durée de conservation ne soit pas basée sur des arguments scientifiques.

III.6 Conclusions et recommandations générales

En complément des réponses apportées aux questions de la DGS, le GT considère que, en situation de crise pendant laquelle une eau est avérée impropre à la consommation sur le plan microbiologique mais satisfaisante sur le plan physico-chimique, la hiérarchie des opérations à mettre en œuvre devrait être la suivante :

- Mise en place d'une procédure d'information de la population sur le risque lié à la contamination de l'eau du réseau public.
- Fourniture d'eaux conditionnées (généralement en bouteilles) à partir de stocks locaux ou régionaux. L'essentiel repose sur la capacité d'approvisionnement en bouteilles par les commerces et les industriels concernés et il convient donc de vérifier impérativement les limites de cette option pour des crises majeures en France, y compris outre-mer.
- Selon la gravité, interconnexion avec un réseau voisin et/ou éventuelle mise en place d'une unité mobile de traitement accompagnée ou non d'une unité de conditionnement (ensacheuse par exemple).
- Fourniture à la population d'EDCH par citerne mobile ou fixe et/ou par l'unité de traitement mobile et confirmation de la conformité de l'eau distribuée. Faute de confirmation, accompagner la distribution de recommandations pour la désinfection par ébullition. La réquisition de citerne devant être accompagnée de procédures de nettoyage et désinfection impératives avant de pouvoir distribuer une eau conforme aux normes sanitaires, le GT recommande de mener des simulations de situations de crise pour vérifier les hypothèses et en gérer les conséquences éventuellement en imposant une recommandation de désinfection par ébullition en toute situation.

- Avis et recommandations pour la désinfection par ébullition et usages associés.

D'une manière générale, en métropole et outre-mer pour des crises d'ampleur et de durée limitée, la distribution d'eau embouteillée à partir de réserves existantes et gérées apparaît plus fiable, plus simple et plus rapide que le recours à des unités de conditionnement d'eau en situation de crise.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail reprend les conclusions et recommandations du groupe de travail.

Le directeur général

Marc Mortureux

MOTS-CLES

Eau destinée à la consommation humaine, approvisionnement, solutions de substitution

BIBLIOGRAPHIE

Publications

ANIA, APLICA, FNTR (2012). Protocole relatif à la propreté intérieure des citernes pour le transport des denrées alimentaires d'origine animale, végétale ou minérale, destinées à la consommation humaine, en vrac, liquides ou pulvérulents.

<http://www.anmf.com.fr/images/produits/9E0617B9-67A2-4BA8-8582-2F7113F18007.PDF>

ASTEE (2013). Réservoirs et canalisation d'eau destinée à la consommation humaine : inspection, nettoyage et désinfection.

<http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/guid0713.pdf>

Bandres, J., Mathewson, J., DuPont, H. (1988). Heat susceptibility of bacterial enteropathogens. Archives of Internal Medicine 148, 2261-2263.

Baylac, P., Sere, O., Wanegue, C., Luigi, R., Polveche, Y. (1996). Comparaison du pouvoir désinfectant de la chloramine T et du dichloroisocyanurate de sodium sur une eau de rivière. Recueil de médecine vétérinaire, juillet/août 1996, 391-399.

Boni, M., Demoncheaux J-P., Girardet, C., Bornert, G. (2008). Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France, 162.

Breton, I., Maritoux, J. (2000). La qualité de l'eau de boisson du voyageur. La Revue Prescrire 206, 363-369.

<http://www.prescrire.org/editoriaux/eauVoyageur.pdf>

CDC, USA (2009). Drinking water treatment methods for backcountry and travel use

http://www.cdc.gov/healthywater/pdf/drinking/Backcountry_Water_Treatment.pdf

CDC, USA (2009). Make water safe.

http://www.cdc.gov/healthywater/pdf/emergency/09_202278-B_Make_Water_Safe_Flyer_508.pdf

Chauret, C.P., Radziminski, C.Z., Lepuil, M., Creason, R. et Andrews, R.C. (2001). Chlorine dioxide inactivation of *Cryptosporidium parvum* oocysts and bacterial spore indicators. Applied Environmental Microbiology 67,7, 2993-3001.

Centers for Medicare and Medicaid Services, Department of Health and Human services - USA (2013). Emergency and preparedness requirements for medicare and medicaid participating providers and suppliers.

<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2013-12-27/pdf/2013-30724.pdf>

Damour, E. (2014). Quantité et qualité de l'eau : quelle vulnérabilité pour les établissements de santé, comment en améliorer la résilience ? Mémoire de l'École de Hautes Études en Santé Publique.

<http://documentation.ehesp.fr/memoires/2014/igs/damour.pdf>

DGS/DHOS (2005). Guide technique de l'eau dans les établissements de santé

http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_technique_de_l_eau_dans_les_etablissements_de_sante_-_edition_2005.pdf

Direction de la Défense et de la Sécurité civile (1998). Note technique – Protocole de désinfection des citernes souples.

EPA, USA (1999). Guidance Manual Disinfection Profiling and Benchmarking
<http://www.epa.gov/ogwdw000/mdbp/pdf/profile/benchpt4.pdf>

EPA, USA (2001). *Cryptosporidium* human health criteria document.
<http://www.epa.gov/ost/humanhealth/microbial/microbial.html>

EPA, USA (2006). Emergency disinfection of drinking water.
www.epa.gov/safewater

Estes, M.K., Graham, D.Y., Smith, E.R., Gerba, C.P. (1979). Rotavirus stability and inactivation. *Journal of General Virology*. 43, 403-409.

European Federation of Bottled Water (2012). Guide des bonnes pratiques d'hygiène pour l'eau conditionnée en Europe.
http://ec.europa.eu/food/food/biosafety/hygienelegislation/eu_guide_wholesale_market_management_2012_fr.pdf

Fayer, R. (1994). Effect of high temperature on infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts in water. *Applied Environmental Microbiology* 60, 2732–2735.

Fayer, R., Trout, J.M., Nerad, T. (1996). Effects of a wide range of temperatures on infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts. *Journal of Eukaryot Microbiology*, 43, 64S.

FDA, USA (2007). Food and water safety during hurricanes, power outages, and floods.
<http://www.fda.gov/downloads/Food/RecallsOutbreaksEmergencies/ucm076962.pdf>

Federal Emergency Management Agency, American Red Cross, USA (2004). Food and water in an emergency. <http://www.fema.gov/pdf/library/f&web.pdf>

Gerba C.P., Johnson, D.C., Hasan, M.N. (1997). Efficacy of iodine water purification tablets against *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts. *Wilderness and Environmental Medicine* 8, 96-100.

Godfrey, S., Reed, B. (2013). Fiches techniques eau, hygiène et assainissement en situation d'urgence – Nettoyage et désinfection des réservoirs et camions-citernes.

Greifeinstein, M., White D.W., Stubner, A., Hout, J., Whelton A. J. (2013). Impact of temperature and storage duration on the chemical and odor quality of military packaged water in polyethylene terephthalate bottles. *Science of the Total Environment* 456-457, 376-383.

Greifeinstein, M. (2012). An investigation into the effects of temperature & storage time on military packaged water in Afghanistan - The liberation and migration of potential contaminants from expeditionary water packaging system polyethylene terephthalate water bottles, Thesis of Master of Science in Public Health, Uniformed Service University of the Health Sciences, USA.

Groh C.D., MacPherson, D.W., Groves, D.J. (1996). Effect of Heat on the Sterilization of Artificially Contaminated Water. *Journal of Travel Medicine* 3, 11-13.

INRS (2006). Fiche toxicologique – Eaux et extraits de Javel – hypochlorite de sodium en solution.
<http://www.inrs.fr/accueil/produits/bdd/doc/fichetox.html?refINRS=FT%20157>

Institut national de santé publique du Québec (2003). Avis d'ébullition de l'eau.
<http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/198-CartableEau/AvisDeBouillir.pdf>

- InVS (2014). Recommandations sanitaires pour les voyageurs. Bulletin épidémiologique hebdomadaire 16-17. http://www.invs.sante.fr/beh/2014/reco/pdf/2014_reco.pdf
- Jain S., Sahanon O.K., Blanton, E., Schmitz, A., Wannemuehler, K.A., Hoekstra R.M., Quick R. E. (2010). Sodium dichloroisocyanurate tablets for routine treatment of household drinking water in periurban Ghana: a randomized controlled trial. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 82(1), 16–22.
- Krugman, S., Giles, J.P., Hammond, J. (1970). Hepatitis Virus: Effect of Heat on the Infectivity and Antigenicity of the MS-1 and MS-2 Strains. *The Journal of Infectious Diseases*, 122, 5, 432-436.
- Laing, R.D. (2002). Report of the Commission of inquiry into matters relating to the safety of the public drinking water in the City of North Battleford, Saskatchewan. North Battleford Water Inquiry. <http://www.northbattlefordwaterinquiry.ca/inquiry/inquiry.htm>
- Lantagne, D., Person, B., Smith, N., Mayer, A., Preston, K., Blanton, E., Jellison, K. (2014). Emergency water treatment with bleach in the United States: The need to revise EPA recommendations. *Environmental Science and Technology* 48, 5093-5100.
- Le Goff, D. (2010). Elaboration d'un plan de sécurisation et de secours en eau potable – Cas de la Vendée et réflexion sur la coupure de l'alimentation en eau potable. Mémoire de l'École des Hautes Etudes en Santé Publique, Rennes. http://fulltext.bdsp.ehesp.fr/Ehesp/memoires/igs/2010/le_goff.pdf
- Le Chevalier, M.W., Au, K-K. (2004). Water treatment and pathogen control : Process efficiency in achieving safe drinking water. IWA publishing pour OMS. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/watreatpath.pdf
- Le Projet Sphère (2011). La Charte Humanitaire et les Standards Minimums de l'Intervention Humanitaire. <http://www.sphereproject.org/sphere/fr/manuel/>
- Malvoisin, A. (2004). Contrôle de l'efficacité et de l'innocuité des appareils de traitement d'eau domestiques. Mémoire de l'École Nationale de la Santé Publique. <http://documentation.ehesp.fr/memoires/2004/igs/malvoisin.pdf>
- Marchin, G.L., Silverstein, J., Brion, G.M. (1997). Effect of microgravity on *Escherichia coli* and MS-2 bacteriophage disinfection by iodinated resins. *Acta Astronautica*, 40,1, 65-68
- Mazumdar, N., M. L. Chikindas, M.L., Uhrich, K. (2010). Slow release polymer-iodine tablets for disinfection of untreated surface water. *Journal of Applied Polymer Science*, 117, 329–334.
- McCuin, R.M., Bukhari, Z., Sobrinho, J., Clancy, J.L. (2001). Recovery of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts from source water concentrates using immunomagnetic separation. *Journal of Microbiological Methods*, 45, 69-76.
- Ministère de la Santé et des Soins de longue durée, Ontario (2008). Guide d'inspection du transport de l'eau potable par camion-citerne. http://www.health.gov.on.ca/fr/pro/programs/publichealth/oph_standards/docs/guidance/dw_haulagef.pdf
- Murphy, J.L., Haas, C.N., Arrowood, M.J., Hlavsa, M.C., Beach, M.J., Hill, V.R. (2014). Efficacy of chlorine dioxide tablets on inactivation of *Cryptosporidium* oocysts. *Environmental Science and Technology*, 48, 10, 5849-5856.

- Nawaz, M., Han, M.Y., Kim, T., Manzoor, U., Amin, M.T. (2012). Silver disinfection of *Pseudomonas aeruginosa* and *E. coli* in rooftop harvested rainwater for potable purposes. *Science of the Total Environment* 431, 20–25.
- Novak, J.S, Call, J., Tomasula, P., Luchansky J.B. (2005). An assessment of pasteurization treatment of water, media, and milk with respect to *Bacillus* spores. *Journal of Food Protection* 68, 4, 751-757.
- OMS (1996). Chlorine in Drinking-water - Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality.
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chlorine.pdf
- OMS (1997). Guidelines for drinking water quality. Volume 3 : Surveillance and control of communities supplies, 2nd edition.
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html
- PAHO/OMS (2008). Hospital Safety Index – Guide for evaluators
http://www.paho.org/disasters/index.php?gid=329&option=com_docman&task=doc_download.
- O'Connor, J., Kapoor, S. (1970). Small quantity field disinfection. *Journal of Water Works Association*, 62, 80-84.
- Ongerth, J.E., Johnson, R.L., MacDonald, S.C., Frost, F., Stibbs, H.H. (1989). Backcountry water treatment to prevent giardiasis. *American Journal of Public Health* 79, 1633-1637.
- Parry, J.V., Mortimer, P.P. (1984). The heat sensitivity of hepatitis A virus determined by a simple tissue culture method. *Journal of Medical Virology*, 4 (3), 277-283.
- Payment, P. (1998). Élimination des oocystes de *Cryptosporidium*: indicateurs potentiels. *Gas, Wasser, Abwasser (GWA)* 78, 42-44.
- Provost, P.J., Wolanski, B.S., Miller, W.J., Ittensohn, O.L., McAleer, W.J., Hilleman, M.R. (1975). Physical, chemical and morphologic dimensions of human hepatitis A virus strain CR326 (38578). *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 148, 2, 532–539.
- Régie régionale de la santé et des services sociaux de Québec (2004). L'avis de faire bouillir l'eau (dépliant).
http://www.dspq.qc.ca/publications/ENV_Depl._Eau.pdf
- Rice, E.W., Johnson, C.H. (1991). Cholera in Peru. *Lancet*, 338-455.
- Rice, E.W., Rose, L.J., Johnson, C.H, Boczek, L.A, Arduino, M.J., Reasoner, D.J. (2004). Boiling and *Bacillus* Spores. *Emerging Infectious Diseases* 10, 10, 1887-1888.
- Roberts, D. Gilbert, R.J. (1979). Survival and growth of noncholera vibrio in various foods. *Journal of Hygiene (Cambridge)* 82, 123-131.
- Rose, J.B., Slifko, T.R. (1999). *Giardia*, *Cryptosporidium*, and *Cyclospora* and their impact on foods: A review. *Journal of Food Protection* 62, 1059-1070.
- Sanden, G.N., Filds, B.S., Barbaree, J.M., Feeley, J.C. (1989). Viability of *Legionella pneumophila* in chlorine-free at elevated temperatures. *Current Microbiology*. 18, 61-65.
- Santé Canada (2012). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Document technique Protozoaires entériques : *Giardia* et *Cryptosporidium*.

http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/water-eau/protozoa/protozoa-fra.pdf

Santé Canada (2009). *Giarda* et *Cryptosporidium* dans l'eau potable

http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/giardia_cryptosporidium-fra.php

Santé Canada (2014). Conseils concernant l'émission et l'annulation des avis d'ébullition de l'eau

http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/pdf/consult/2014/boil_water-eau_ebullition/consult-fra.pdf

Santé Canada (2011). Affiche - Faites bouillir votre eau.

http://www.hc-sc.gc.ca/fniah-spnia/alt_formats/pdf/pubs/promotion/environ/watk-toaql/boil-poster-fra.pdf

Santé Canada (2008). Boire de l'eau en plein air au Canada

http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/outdoor-plein_air-fra.php

Schlosser, O., Robert, C., Bourderieux, C., Rey, M., de Roubin, M.R. (2001). Bacterial removal from inexpensive portable water treatment systems for travelers. *Journal of Travel Medicine* 8, 12-18.

Service de Santé des Armées (2007). Conservation et distribution de l'eau en conditions opérationnelles.

Shields J.M., Hill V.R., Arrowood M.J., Beach M.J. (2008). Inactivation of *Cryptosporidium parvum* under chlorinated recreational water conditions. *Journal of Water Health*, 6, 4, 513–520.

Siegl, G. Weitz, M. Kronauer, G. (1984). Stability of hepatitis A virus. *Intervirology*. 22, 218-226.

Smith, H. V., Nichols, A. B. (2007). *Cryptosporidium* from Infection disease in Foodborne diseases ed S.Simpser, Humana Press, Inc, Totowa

Société française d'hygiène hospitalière - SFHH (2006). Avis de la Société Française d'Hygiène Hospitalière relatif à l'utilisation de l'eau de Javel dans les établissements de soins.

http://www.sf2h.net/publications-SF2H/SF2H_avis-javel-2006/SF2H_avis-javel-2006.pdf

Spinks, A.T., Dunstan R.H., Harrison, T., Coombes, P., Kuczera, G. (2006). Thermal inactivation of water-borne pathogenic and indicator bacteria at sub-boiling temperatures. *Water research* 40, 1326-1332.

Strazynski, M., Kramer, J., Becker, B. (2002). Thermal inactivation of poliovirus type 1 in water, milk and yoghurt. *International Journal of Food Microbiology*. 74, 73-78.

Réglementation

Directive 98/8/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 février 1998.concernant la mise sur le marché des produits biocides.

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0008&from=fr>

Règlement (UE) n° 528/2012 du 22/05/12 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:167:0001:0123:FR:PDF>

Règlement (CE) N° 1935/2004 du Parlement européen et du Conseil du 27 octobre 2004 concernant les matériaux et objets destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires et abrogeant les directives 80/590/CEE et 89/109/CEE

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:338:0004:0017:fr:PDF>

Directive 2009/54/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2009 relative à l'exploitation et à la mise dans le commerce des eaux minérales naturelles (Refonte)

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0054&from=FR>

Code de la santé publique (2007). Section 1 : Eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles – Article R.1321-1 modifié par Décret n°2007-49 du 11 janvier 2007 - art. 1.

Code de la santé publique (2007). Section 1 : Eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles – Article R.1321-5 modifié par Décret n°2007-49 du 11 janvier 2007 - art. 1.

Code de la santé publique (2011). Section 1 : Eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles – Article R.1321-50 modifié par Décret n°2011-385 du 11 avril 2011 - art. 1.

Code de la santé publique (2011). Section 1 : Eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles – Article R.1321-54 modifié par Décret n°2011-385 du 11 avril 2011 - art. 1.

Code de la santé publique (2011). Section 1 : Eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles – Article R.1321-55 modifié par Décret n°2011-385 du 11 avril 2011 - art. 1.

Code de la santé publique (2010). Section 1 : Eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles – Article R.1321-56 modifié par Décret n°2010-344 du 31 mars 2010 - art. 37.

Loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile

http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=2ACC1EE89F450399BF66E930F82C82B0.tpdila18v_2?cidTexte=JORFTEXT000000804612&categorieLien=id

Décret n°2001-881 du 25 septembre 2001 portant application de l'article L. 214-1 du code de la consommation en ce qui concerne les préparations, les concentrés et les eaux de Javel.

http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=2ACC1EE89F450399BF66E930F82C82B0.tpdila18v_2?cidTexte=JORFTEXT000000762558&categorieLien=id

ANNEXES

Annexe 1 : Présentation des intervenants

PREAMBULE : Les experts externes, membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

GROUPE DE TRAVAIL

Président

M. Yves LÉVI – Professeur des universités – Université Paris-Sud – Santé publique, chimie de l'eau (micropolluants émergents), évaluation de risques sanitaires, écologie microbienne.

Membres

M. Nicolas CIMETIÈRE – Maître de conférences – École Nationale Supérieure de Chimie de Rennes – Chimie de l'eau, produits et procédés de traitements de l'eau

M. Olivier CORREC – Ingénieur de recherche / Docteur en sciences – Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) – MCDE (réseaux intérieurs).

M. Joseph DE LAAT – Professeur des universités – Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Poitiers - Université de Poitiers – Chimie de l'eau, produits et procédés de traitement des eaux.

Mme Sylvie DUBROU – Directeur de laboratoire / Pharmacienne – Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris (LHVP) – Microbiologie de l'eau (bactériologie, analyses).

M. Stéphane GARNAUD – Responsable technique eau et assainissement / Docteur en sciences – Mairie de Saint-Maur-des-Fossés – Assainissement, réutilisation d'eaux alternatives.

M. Philippe HARTEMANN – Professeur des universités - Université de Lorraine – Santé publique, hygiène hospitalière.

M. François MANSOTTE – Responsable du pôle Santé Environnement, ARS Basse Normandie – santé publique, environnement

M. Romain MÉHUT - Chargé de projets scientifiques et techniques - Laboratoire d'Hydrologie de Nancy, Anses – Chimie de l'eau, chimie analytique, eau conditionnée.

M. Jean-Ulrich MULLOT – Pharmacien en chef militaire – Service de Santé des Armées – Santé publique, chimie analytique, toxicologie.

Mme Fabienne PETIT – Professeur des universités – Université de Rouen / UMR CNRS M2C – Écologie microbienne dans les environnements aquatiques (risques microbiologiques, présence de pathogènes et gènes de résistance).

Mme Michèle VIALETTE – Chef de service / Docteur habilité à diriger des recherches - Institut Pasteur de Lille – Microbiologie de l'eau (bactéries et virus hautement pathogènes).

Mme Bénédicte WELTÉ – Directrice adjointe de la recherche, du développement et de la qualité de l'eau / Docteur en sciences – Eau de Paris – Produits et procédés de traitement de l'eau (tous procédés, filières de traitement), chimie de l'eau.

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

Mme Eléonore NEY – Unité d'Evaluation des Risques liés à l'Eau – Anses

Mme Justine JOUËT – Unité d'Evaluation des Risques liés à l'Eau – Anses

AUDITION DE PERSONNALITES EXTERIEURES

Mme Ingrid RICHARD - Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises.

MM Stéphane CORNU, Jean-Paul COURCIER, Philippe SIMON – Fédération professionnelle des entreprises de l'eau (FP2E).

MM Frédéric BLANCHET, Jean-Paul COURCIER, Clément PETIT – Veolia.

MM Jean-Michel COMPERE, Marc GERLACHE, Bernard MICHAUX – Compagnie Intercommunale Liégeoise des Eaux.

M. Gérard LUYET – Services Industriels de la ville de Genève.

Annexe 2 : Sommaire de la note d'appui scientifique et technique

- I. CONTEXTE ET OBJET DE LA DEMANDE
- II. ORGANISATION DES TRAVAUX D'EXPERTISE
- III. ANALYSE ET CONCLUSIONS

III.1 Modalités de désinfection de l'eau « du robinet » par les usagers en cas de contamination microbiologique, pour des usages alimentaires

III.1.1 Désinfection par ébullition

III.1.1.1 *Efficacité de l'ébullition sur les micro-organismes*

III.1.1.2 *Synthèse des recommandations concernant l'ébullition en France et à l'international*

III.1.1.3 *Conclusions et recommandations du GT concernant l'ébullition de l'eau du robinet par les usagers*

III.1.2 Désinfection chimique

III.1.2.1 *Présentation des principaux désinfectants chimiques présents sur le marché*

III.1.2.1.1 *L'eau de Javel ou hypochlorite de sodium (CAS n° 7681-52-9)*

III.1.2.1.2 *L'hypochlorite de calcium (CAS N°: 7778-54-3)*

III.1.2.1.3. *Produits spécifiquement vendus pour la désinfection des eaux par les particuliers lors de voyages*

III.1.2.2. *Efficacité des désinfectants chimiques vis-à-vis des micro-organismes présents dans l'eau*

3.1.2.2.1 *Efficacité du chlore (eau de Javel)*

3.1.2.2.2 *Efficacité des « comprimés » désinfectants commercialisés pour les voyageurs*

III.1.2.3. *Synthèse des recommandations en France et à l'international concernant la désinfection chimique à domicile*

III.1.2.4 *Conclusions et recommandations du GT concernant la désinfection chimique de l'eau du robinet par les usagers*

III.1.3. Autres procédés de désinfection utilisables à domicile

III.1.3.1. *État des lieux*

III.1.3.2. *Conclusions et recommandation du GT concernant l'utilisation de dispositifs de traitement commercialisés pour la désinfection à domicile*

III.1.4 Conclusions du GT sur les solutions de désinfection par les usagers de l'eau du robinet

III.1.4.1. *Avantages et inconvénients des solutions de désinfection de l'eau du robinet par les usagers*

III.1.4.2. *Solution recommandée pour la désinfection du robinet par les usagers*

III.1.4.3. *Usages de l'eau désinfectée*

III.1.4.4. *Conservation de l'eau désinfectée*

III.2. Quantité d'eau potable minimale requise

III.2.1 Données relatives aux besoins en eau en situation d'urgence

III.2.1.1 *Besoins en eau de la population générale*

III.2.1.2. *Besoins en eau des personnels militaires*

III.2.1.3 *Besoins en eau des usagers prioritaires*

III.2.2 Conclusions et recommandations du GT

III.2.2.1 *Besoins en eau de la population générale*

III.2.2.2 *Besoins en eau des usagers prioritaires*

III.3 Utilisation d'ensacheuses d'eau

III.3.1 Retours d'expérience

III.3.2 Conclusions et recommandations du GT

III.3.2.1 *Conditionnement de l'eau*

III.3.2.2 *Règles d'hygiène associées*

III.4 Désinfection des citernes

III.4.1 Recours à des citernes

III.4.2 Citernes et accessoires utilisés

III.4.3 Nettoyage et désinfection

III.4.3.1 *Protocoles de nettoyage et de désinfection*

III.4.3.2 *Produits de nettoyage et de désinfection*

III.4.4 Conclusions et recommandations du GT concernant la désinfection des citernes

III.4.4.1 *Recommandations préalables*

III.4.4.2 *Recommandations concernant la désinfection des citernes rigides (mobiles et fixes) et des accessoires*

III.4.4.3 *Autres recommandations*

III.5 Stockage et conservation de l'eau fournie par des citernes ou par des dispositifs de conditionnement (ensacheuses/ embouteilleuses)

III.5.1 Retour d'expérience

III.5.2 Conclusions et recommandations du GT

III.5.2.1 *Eau fournie par citerne*

III.5.2.2 *Eau conditionnée (bouteille/sachet)*

III.6 Conclusions et recommandations générales du GT

IV. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

Annexe 3 : Chimie des désinfectants dans l'eau

1. Chimie du chlore dans l'eau

La désinfection d'une eau par le chlore en réacteur discontinu (en flacon) impose de respecter une valeur minimale pour le paramètre C.t où C représente la concentration en chlore libre résiduel (en mg. L⁻¹) après un temps de réaction t donné (en min).

Les valeurs de C.t dépendent de nombreux paramètres comme :

- le type de micro-organisme car tous les micro-organismes ne présentent pas la même résistance vis-à-vis du chlore,
- le pH car toutes les formes de chlore résiduel n'ont pas la même efficacité biocide,
- la température,
- la turbidité.

La dose de chlore à introduire dans l'eau devra garantir la présence d'une concentration minimale en chlore libre résiduel dans l'eau. La dose de chlore dépendra de sa consommation dans l'eau par les composés dissous ou solides présents, de la cinétique de sa consommation, du temps de séjour de l'eau avant usage, du pH et de la température. La courbe de décroissance liée à la demande en chlore d'une eau en fonction du temps est généralement caractérisée par une cinétique rapide durant les 2 à 4 premières heures de réaction suivie d'une cinétique lente durant les 24 à 72 h suivantes de réaction.

Les différentes formes de chlore libre dans l'eau

La désinfection d'eau par l'hypochlorite de sodium (eau de Javel) ou par l'hypochlorite de calcium conduira à la présence de trois formes distinctes de chlore libre dont la distribution dépendra du pH (Figure A1).

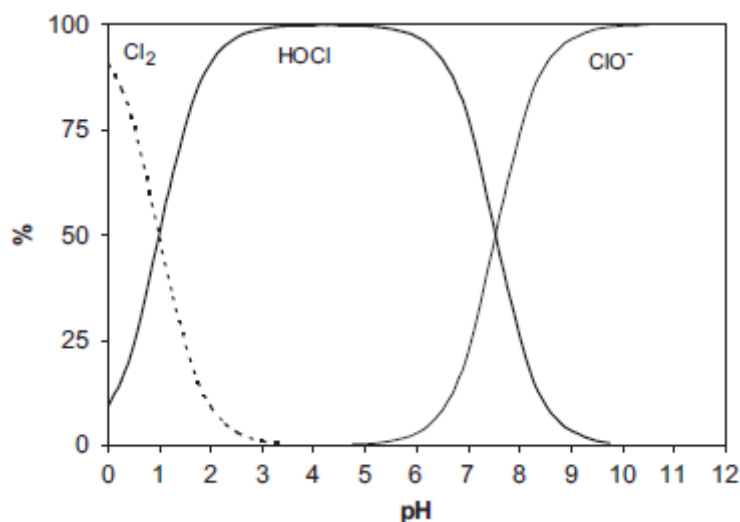


Figure A1 : Distribution des différentes formes de chlore libre en fonction du pH (Deborde et von Gunten, 2008).

L'acide hypochloreux (HOCl) est l'espèce prépondérante pour des valeurs de pH entre 4 et 7,5 et représente la forme la plus efficace pour la désinfection. L'ion hypochlorite (ClO⁻) est la forme majoritaire pour des valeurs de pH > 7,5 et moins réactive que l'acide hypochloreux sur les substances organiques et minérales présentes dans l'eau ainsi que contre les micro-organismes. À pH acide (pH < 4), le chlore est en partie présent sous forme de dichlore gazeux volatil qui représente un danger d'intoxication par voie pulmonaire. La concentration totale en Cl₂, HOCl et en ClO⁻ représente la concentration totale en chlore libre.

Principales réactions de consommation du chlore

Le chlore réagit avec des composés chimiques présents dans les eaux comme :

- l'azote ammoniacal,
- les ions bromure,
- les substances réductrices comme les ions Fe^{2+} , Mn^{2+} et S^{2-} qui peuvent être présents dans les eaux souterraines et dans certaines eaux de barrage,
- les matières organiques présentes en particulier dans les eaux superficielles (paramètre COT).

Il convient de noter que les procédés mis en œuvre dans les unités de production d'EDCH, y compris la désinfection finale, ont pour objectifs d'éliminer les substances réductrices et de réduire la concentration en COT en dessous de 2 mg. L^{-1} dans l'eau traitée.

Afin d'assurer la désinfection, la dose de chlore à injecter devra garantir la présence en tout temps d'une concentration résiduelle en chlore libre de $0,3 \text{ mg Cl}_2\text{L}^{-1}$ à la sortie des premiers réservoirs et de $0,1 \text{ mg Cl}_2\text{L}^{-1}$ dans le réseau (Recommandations du plan vigipirate).

Le chlore réagit très rapidement avec l'azote ammoniacal pour conduire à la formation de monochloramine puis de dichloramine (chlore combiné) qui se décomposent ensuite pour donner du diazote (Figure A2). Des traces de trichloramine et de nitrates peuvent aussi être formées.

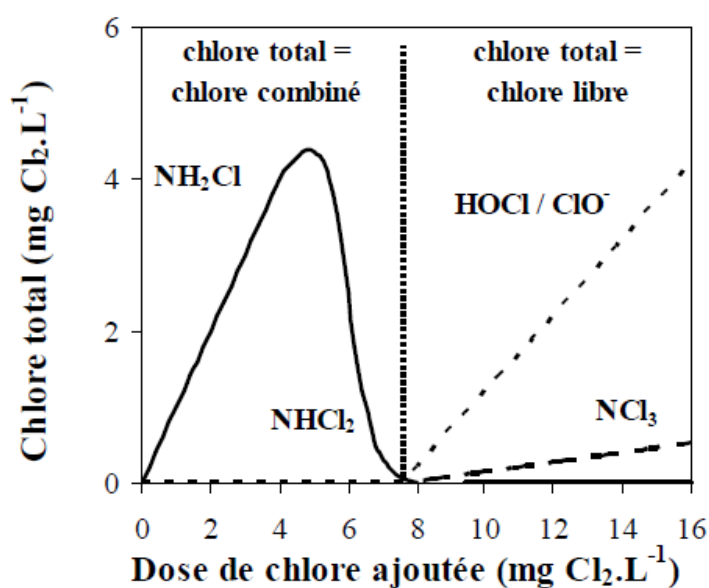
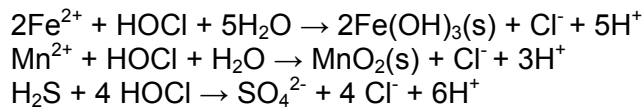


Figure A2 : Réaction du chlore sur l'azote ammoniacal. Courbe du point de rupture (break-point) pour une eau contenant 1 mg.L^{-1} d'azote ammoniacal.

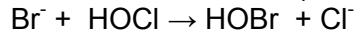
La réaction globale d'oxydation de l'azote ammoniacal en diazote consomme 1,5 mole de chlore par mole d'ammoniaque soit une consommation théorique de $7,6 \text{ de Cl}_2\text{.mg}^{-1}$ d'azote ammoniacal selon la réaction globale suivante : $2\text{NH}_3 + 3\text{HOCl} \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{HCl} + 3\text{H}_2\text{O}$

Comme le chlore combiné (mono et dichloramines) présente des propriétés désinfectantes nettement plus faibles que celles du chlore, la désinfection d'une eau contenant de l'azote ammoniacal nécessite des doses de chlore supérieures à $7,6 \text{ de Cl}_2\text{.mg}^{-1}$ d'azote ammoniacal.

Les demandes en chlore par les substances réductrices susceptibles d'être présentes dans certaines eaux souterraines (fer ferreux, manganèse et sulfures) ou liées à la corrosion des canalisations sont respectivement de $0,64 \text{ mg de Cl}_2$ par mg de Fe^{2+} , $1,29 \text{ mg de Cl}_2$ par mg de Mn^{2+} et $8,86 \text{ mg de Cl}_2$ par mg de S^{2-} :



En présence d'ions bromure naturellement présents dans les eaux naturelles à des niveaux de concentrations variant de quelques $\mu\text{g.L}^{-1}$ à quelques dizaines de $\mu\text{g.L}^{-1}$, la chloration conduit à la formation de dérivés bromés (HOBr et BrO^-) avec consommation de 0,9 mg de Cl_2 par mg de Br^- :



Cette réaction contribue peu à la demande en chlore d'une eau mais explique la formation de sous-produits de chloration organobromés.

Le chlore réagit également sur les matières organiques présentes dans les eaux naturelles et qui ne sont pas éliminées par les différentes étapes de traitement. La demande en chlore des eaux en sortie des unités de production d'EDCH est généralement comprise entre 0,5 à 2 mg $\text{Cl}_2.\text{L}^{-1}$ après 2 h de réaction.

La réaction du chlore sur les composés organiques conduit à de nombreux sous-produits de chloration comme les trihalométhanes, les acides haloacétiques, les haloacétonitriles, les halocétone. Parmi ces sous-produits de chloration, seule la concentration totale en THMs est réglementée en France. Elle ne doit pas excéder 100 $\mu\text{g.L}^{-1}$ dans les eaux de distribution

2. Chimie du dioxyde de chlore dans l'eau

Dans les unités de production d'EDCH, le dioxyde de chlore (ClO_2) doit être préparé *in situ* par réaction du chlore sur les ions chlorite ou de l'acide chlorhydrique sur les ions chlorite. Pour les voyageurs, des pastilles libérant du ClO_2 sont disponibles pour traiter des petits volumes d'eau.

Comme le chlore, le ClO_2 possède un bon pouvoir rémanent dans l'eau et il peut être utilisé en désinfection finale pour maintenir une concentration résiduelle en désinfectant dans les réseaux de distribution. Il peut entraîner un vieillissement accéléré de certains types de canalisation.

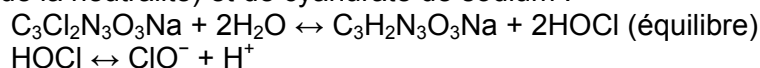
Par rapport au chlore libre, le ClO_2 présente un certain nombre d'avantages :

- il ne réagit pas avec l'ammoniaque,
- il ne réagit pas avec les ions bromure à l'obscurité,
- il est moins réactif avec la matière organique des eaux que le chlore et produit beaucoup moins de sous-produits organohalogénés (THMs, HAAs, HANs, ...)

Le principal inconvénient est que les ions chlorite et chlorate représentent les principaux sous-produits de dégradation du dioxyde de chlore.

3. Agents désinfectants présents dans les comprimés désinfectants commercialisés pour les voyageurs

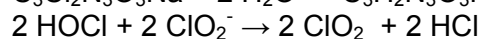
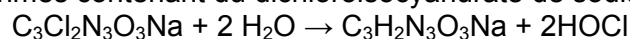
Le dichloroisocyanurate de sodium (DCCNa; $\text{C}_3\text{Cl}_2\text{N}_3\text{O}_3\text{Na}$) anhydre ou dihydraté (aussi appelé troclosène sodique ou sel de sodium de 1,3 - dichloro-s-triazine 2,4,6 - trione. Le DCCNa est une source de chlore libre car son hydrolyse dans l'eau conduit à la libération de HOCl et de ClO^- (à pH voisin de la neutralité) et de cyanurate de sodium :



La réaction d'hydrolyse est une réaction équilibrée et la libération de chlore libre se fait au fur et à mesure de la consommation du chlore libre. Le DCCNa représente donc une réserve de chlore libre (ou chlore libre potentiel).

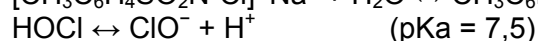
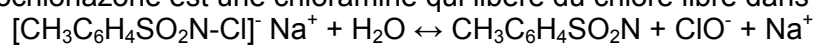
Les pourcentages de chlore actif dans le dichloroisocyanurate de sodium anhydre et dihydraté sont respectivement de l'ordre de 64,5 et de 55,5 % (2 moles de Cl_2 .mole⁻¹). Un comprimé contenant 3,5 mg de DCCNa anhydre peut donc libérer 2 mg de chlore libre.

Le dioxyde de chlore sera libéré, selon les allégations des fabricants, lors de la dissolution de comprimés contenant du dichloroisocyanurate de sodium (DCCNa) et du chlorite de sodium (NaClO_2) :



Par rapport au chlore libre, le dioxyde de chlore présente l'avantage d'être plus stable dans l'eau car il ne réagit pas avec l'azote ammoniacal et est moins réactif que le chlore libre sur les composés organiques présents dans les eaux. Le pH n'a pas non plus une influence sur les propriétés biocides de ClO_2 .

La chloramine T ou le tosylchloramide sodique ($[\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{N}-\text{Cl}]^- \text{Na}^+$) qui est le principe actif de l'hydrochlonezone est une chloramine qui libère du chlore libre dans l'eau :



L'iode est utilisé dans les teintures d'iode (2 % dans l'éthanol), dans des comprimés d'iode stabilisé par du tétraglycine et libérant de l'iode dans l'eau ($(2[(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH})_4, \text{HI}], 2\frac{1}{2}\text{I}_2$, O'Connor et Kapoor, 1970) et dans les résines échangeuses d'ions anioniques échangées par des ions triiodure ou pentaiodure (Marchin *et al.*, 1997) qui libèrent de l'iode dans l'eau.

Enfin, les comprimés peuvent aussi contenir du **chlorure d'argent** qui est surtout utilisé pour ses propriétés bactériostatiques afin d'éviter un redéveloppement bactérien de l'eau durant le stockage.

Annexe 4 : Désinfectants chimiques disponibles sur le marché

Tableau : Exemples de produits désinfectants commercialisés à l'attention des voyageurs pour le traitement des eaux (ces éléments sont non contractuels et reproduits à partir de pages internet des sites des fabricants et distributeurs).

Produit	Agent désinfectant	Forme	Composition	Mode d'emploi et revendications du fabricant
A	NaOCl + AgCl	Liquide (flacon compte gouttes)	NaOCl 19,5 mg.g ⁻¹ AgCl : 0,9 mg.g ⁻¹	1 mL pour 10 L. Élimine bactéries et virus en 30 min, amibes et <i>Giardia</i> en 2 h, pour une eau claire.
B	DCCNa	Comprimé (cp)	DCCNa : 3,5 mg par cp	1 cp dans 1 L d'eau, laisser agir 30min avant consommation.
C	DCCNa	Comprimé	DCCNa : 3,5 mg par cp	Ajouter 1 cp dans 1 L d'eau claire, laisser agir 30 minutes avant de consommer l'eau. Si l'eau contient des sédiments, sa décantation ou sa filtration est nécessaire préalablement à l'ajout du comprimé.
D	DCCNa + AgCl	Comprimé	DCCNa : 4,5 mg par cp AgCl : 0,1 mg par cp	1 cp à dissoudre dans 1 L d'eau. Temps de contact nécessaire : 30 min pour virus et bactéries, 2 h pour amibes et <i>Giardia</i> . Pour une eau trouble (fortement chargée en parasites), filtrer l'eau au préalable avec un filtre en microcéramique. Conserve l'eau de boisson jusqu'à 6 mois.
E	ClO ₂ (Dioxyde de chlore stabilisé)	Comprimé	DCCNa 1 % NaClO ₂ 6,4 %	1 cp pour 1 L d'eau. Temps de contact : 15 min (élimine bactéries et virus) ; 30 min (parasites: amibes, <i>Giardia</i> , <i>Cryptosporidium</i>). Il neutralise le goût et les odeurs de l'eau. Désinfecte l'eau (action totale) mais pas un conservateur eau.
F	ClO ₂ (Dioxyde de chlore stabilisé)	Comprimé	NaClO ₂ 6,4 % DCCNa 1 %	Temps de contact : 4 h. Efficace contre bactéries, virus, <i>Giardia</i> et <i>Cryptosporidium</i> .
G	ClO ₂ (Dioxyde de chlore stabilisé)	Comprimé	DCCNa 0,5-2 % NaClO ₂ 5-10 % + Acides inorganiques	1 kit pour préparer 120 L d'eau. Approuvé par l'US-EPA. Élimine Bactéries, <i>Giardia</i> et <i>Cryptosporidium</i>
H	ClO ₂	Liquide	ClO ₂ 2 %	Efficace en 15 min. Élimine bactéries, virus et protozoaires dont <i>Giardia</i> et <i>Cryptosporidium</i>
		Comprimé	-	1 cp pour 1 L d'eau. Agiter et attendre 30 min. Élimine bactéries, virus et <i>Giardia</i> .
I	Chloramine T	Comprimé	12,2 par cp	1 cp par L d'eau à traiter. Attendre impérativement une heure avant utilisation de l'eau. Pour les eaux troubles, utiliser 2 cp par L et porter le temps d'attente à 2 h. L'eau traitée doit être consommée dans les 24 h ou éliminée ou subir une nouvelle décontamination.
J	Iode	Comprimé	« Tétraglycine periodide » 16,7 %	2 cp par L. Temps de contact : 30 min. Efficace contre <i>Giardia</i> .
L	AgCl seul	Comprimé	AgCl 3,3 mg.g ⁻¹ AgCl 5,2 mg.g ⁻¹	Action bactéricide après un temps de contact de 2 h. Conserve l'eau claire pendant 6 mois. 1 cp pour 1 L 1 cp pour 10 L
		Poudre	AgCl 13,3 mg.g ⁻¹	1 g de poudre pour 100 L
		Liquide	1,1 mg.g ⁻¹	1 mL pour 10 L

Annexe 5 : Exemple de calculs de doses pour l'obtention d'un taux de traitement donné.

Le tableau ci-dessous donne à titre d'informations les doses de chlore en fonction du volume injecté exprimé en mL.L⁻¹ et en nombre de gouttes par L d'eau à traiter.

Le calcul a été fait en utilisant les données suivantes :

- Solution commerciale d'eau de Javel à 2,6 % massique,
- Densité : 1,035,
- Volume moyen d'une goutte : 0,05 mL.

Dose de chlore introduite dans un litre d'eau en fonction du volume d'eau de Javel ajouté.

mL.L ⁻¹	0	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
Nombre de gouttes par L	0	1	2	3	4	5	6	7	8
[Cl ₂] _{Total} (mg.L ⁻¹)	0	1,35	2,69	4,04	5,38	6,73	8,07	9,42	10,76

Annexe 6 : Dispositifs de désinfection commercialisés

Tableau : Exemples de dispositifs de désinfection commercialisés (filtres dont osmose inverse, lampes à rayonnements UV) (ces éléments sont non contractuels et reproduits à partir de pages internet des sites des fabricants et distributeurs)

Dispositif	Système	Caractéristiques	Mode d'emploi -Revendications du fabricant
A	Filtration	Filtre de pompe, préfiltre céramique (1 µ), membrane en fibre de verre de 0,2 microns, granulés de charbon actif remplaçables Débit : entre 1 et 2 L.min ⁻¹	Élimine les bactéries, protozoaires, kystes, algues, spores et sédiments. Améliore le goût et l'odeur et réduit la teneur en produits chimiques. Pour des eaux légèrement troubles. Durée de vie : Jusqu'à 2 000 Lselon la qualité de l'eau
B	Filtration	Paille filtrante à 0,2 µm Membrane fibre creuse	Élimine > 99.9% des bactéries et protozoaires
C	Filtration	Gourde avec filtre : fibre de verre 0,3 µm + membrane + charbon actif. Débit : 0,2 L.min ⁻¹	Retient les virus, bactéries et protozoaires Réduction des polluants chimiques
D	Filtration	Filtre portable utilisable sur robinet. Filtre céramique 0,2 µm + charbon actif Débit : 1 L.min ⁻¹	Tous types d'eau même boueuse Élimine les bactéries, protozoaires, kystes, algues, spores, sédiments ; virus associés à des particules à partir de 0,2 microns Réduction des polluants chimiques
E	Filtration	Filtration par gravité. Dispositif constitué d'un récipient de 10 L et de 3 cartouches en céramique 0,2 µm ; Débit : 4 L.h ⁻¹	Élimine les bactéries, protozoaires, kystes, algues, spores, sédiments ; virus associés à des particules à partir de 0,2 microns Longue durée de vie
F	Filtration	Filtre en céramique et carbone 0,2 µm Débit : environ 1 L.min ⁻¹	Assure une eau sûre et sans goût, même avec usages fréquents et intensifs
G	Filtration	Filtre céramique 0.2 µm à pompe Débit : 1 L.min ⁻¹	Élimine les bactéries, protozoaires, kystes, algues, spores, sédiments ; virus associés à des particules à partir de 0,2 microns Tous types d'eau Longue durée de vie Recommandé pour une utilisation en conditions extrêmes
H	Filtration	Filtre céramique 0,2 µm Fonctionnement par gravité Débit : 5 L.h ⁻¹	Élimine les bactéries, protozoaires, kystes, algues, spores, sédiments ; virus associés à des particules à partir de 0,2 microns Pour camping, organisations humanitaires, camp de base
I	Filtration	Paille filtrante Membrane creuse 0,1 µm Débit : 1,7 L.min ⁻¹	Retient bactéries et protozoaires
J	Osmose inverse	Osmoseur portable à fixer sur robinet	Réduit 96% des matières solides dissoutes totales
K	Rayonnements UV	Gourde 0,75 L équipée d'une lampe UV	Neutralise les contaminants microbiologiques Temps d'attente avant utilisation : 60 secondes
L	Rayonnements UV	Lampe à rayonnements UV portable	Destruction de plus de 99,9 % des bactéries, virus et protozoaires. Purifie 1 L d'eau en 90 secondes

Annexe 7 : Protocoles de nettoyage et désinfection des citernes

Au niveau international

Dans une fiche technique relative au nettoyage et à la désinfection des réservoirs et camions-citernes préparée par le Water Engineering and Development Center (Grande Bretagne) pour l'OMS (2013), il est décrit la procédure suivante pour les situations d'urgence :

- nettoyage avec un mélange de détergent (de la lessive en poudre suffit) et d'eau chaude avec une brosse ou un jet d'eau à haute pression ;
- rinçage avec un jet d'eau sous pression ou par remplissage et vidange ;
- remplissage du réservoir au quart du volume avec de l'eau saine, ajout d'hypochlorite de calcium en granulés (80 g pour 1000 L) puis remplissage complet avant de laisser agir 24 h. Si le temps imparti est court, doubler la quantité de chlore pour un temps de contact de 8 heures.
- vidange puis remplissage avec de l'EDCH puis nouvelle vidange après 30 minutes.

Le guide d'inspection du transport de l'EDCH par camion-citerne élaboré par le Ministère de la santé de l'Ontario (2008) précise que les inspecteurs de santé publique devraient vérifier que « toutes les surfaces sont lavées ou récurées avec une solution de détergent, rincées à l'eau propre, et :

a) vaporisées ou rincées avec de l'eau chaude ou de la vapeur de manière à appliquer une température d'au moins 82° C sur la surface traitée,

ou

b) vaporisées ou rincées comme suit avec une solution chimique :

i. immersion dans une solution propre de chlore constituée d'au moins 200 ppm de chlore disponible à une température d'au moins 24° C pendant au moins 45 secondes,

ou

ii. immersion dans une solution propre de composé d'ammonium quaternaire constituée d'au moins 400 ppm à une température d'au moins 24° C pendant au moins 45 secondes,

ou

iii. immersion dans une solution propre contenant au moins 25 ppm d'iode disponible à une température d'au moins 24° C pendant au moins 45 secondes,

ou

iv. immersion dans toute solution contenant un agent de désinfection non toxique qui a un pouvoir bactéricide donnant un résultat au moins équivalent à celui obtenu avec les mesures indiquées dans les paragraphes i), ii) ou iii) et pour lequel un réactif d'épreuve commode est disponible. »

Au niveau national

Concernant les citernes souples, le protocole utilisé par la sécurité civile pour la désinfection est le suivant (Note technique, 1998) :

- « Au préalable le personnel doit passer bottes, gants, seaux et brosses dans une solution chlorée. La solution chlorée utilisée pour la désinfection de la citerne est préparée par dilution d'eau de Javel dans de l'eau « du robinet » (1 L pour 10 L).
- Les parois intérieures sont brossées à l'aide de la solution chlorée. L'efficacité bactéricide est obtenue au bout de 30 minutes.
- Un rinçage sous pression complète l'opération.
- Les parois extérieures sont brossées et rincées de la même manière.

- Pour le séchage, les citernes souples seront pendues dans un local ventilé ou chauffé. Toutes les précautions doivent être prises pour éviter les contaminations. Après séchage les raccords sont recouverts d'un lubrifiant alimentaire pulvérisé ».

Le protocole de nettoyage et de désinfection d'un réservoir élaboré par le SSA consiste à :

- « vider entièrement le réservoir ;
- brosser énergiquement les parois avec usage d'une solution détergente adaptée ;
- pour la réalisation de ces opérations, il convient qu'un opérateur puisse accéder à l'intérieur de la cuve (port d'une tenue propre et de bottes en plastique propres ou de surchaussures adaptées). L'emploi d'un nettoyeur à haute pression est aussi possible. Les détergents utilisés doivent être dosés *a minima* afin de limiter les opérations de rinçage, consommatrices d'eau ;
- rincer abondamment au jet ;
- pour la désinfection, appliquer une solution désinfectante sur l'ensemble des surfaces en contact avec l'eau (aspersion, pulvérisation). La solution désinfectante utilisée est très concentrée, soit environ 400 mg.L^{-1} de chlore actif (*compter environ 750 mL d'eau de Javel à 2,6 % pour 50 L d'eau*). Un temps de contact de 15 minutes est jugé suffisant. Une autre option consiste à remplir entièrement la citerne avec une solution chlorée à raison de 25 mg.L^{-1} de chlore actif et à laisser la cuve ainsi remplie pendant quatre à douze heures avant de la vidanger. Cette option, de mise en œuvre plus simple, implique cependant une forte consommation d'eau ;
- rincer abondamment.

Le protocole de chloration peut être modifié en fonction de la qualité des opérations de nettoyage : en cas de difficultés pour réaliser le nettoyage de la citerne (cas des citernes souples notamment), la citerne sera remplie avec une solution dosée à 50 voire 100 mg.L^{-1} de chlore actif avec quatre à douze heures de contact.

La mise en œuvre de ces opérations doit être confiée à des opérateurs formés, respectant une organisation du travail conçue dans le respect de la sécurité des personnes. »