

surveillances de l'eau

Gestion

Les sapeurs-sauveteurs face aux enjeux climatiques

Résumé Les sapeurs-sauveteurs de la Sécurité civile ont les moyens de se projeter rapidement partout dans le monde pour déployer des modules de traitement de l'eau dans des zones impactées par des catastrophes. Ceux-ci permettent la potabilisation de l'eau *via* des process de préfiltration et décantation, d'ultrafiltration et d'osmose inverse. Ainsi, environ 15 000 personnes peuvent être chaque jour approvisionnées en eau potable. Ces techniques produisent une eau potable de très bonne qualité et contrôlée par les organismes de référence. Conscients des défis futurs liés au changement climatique, les formations militaires de la Sécurité civile sont dans une dynamique de constante amélioration.

Mots-clés Situation d'urgence, module de traitement de l'eau, potabilisation, ultrafiltration, osmose inverse.

Abstract Civil security rescuers facing climate issues

Civil security rescuers have the means to quickly project themselves anywhere in the world to deploy water treatment modules in areas impacted by disasters. These allow the purification of water via prefiltration and decantation processes, ultrafiltration and reverse osmosis. Thus, around 15000 people can be supplied with drinking water every day. These techniques produce drinking water of very good quality and controlled by reference organizations. Aware of the future challenges linked to climate change, military civil security training is in a dynamic of constant improvement.

Keywords Emergency situation, water treatment module, potable water treatment, ultrafiltration, reverse osmosis.



Engagement au Tchad. © UIISC7, 2022.

Les Formations militaires de la Sécurité civile (ForMiSC) sont des unités militaires mises pour emploi du ministère de l'Intérieur et des Outre-Mer (MIOM) et qui ont pour mission d'intervenir ou d'assister les populations en cas de crise sur le territoire national et à l'international. Dans ce cadre, les Unités d'instruction et d'intervention de la Sécurité civile (UIISC) de Brignoles et de Nogent-le-Rotrou sont capables de projeter des détachements de traitement de l'eau partout dans le monde sur très court préavis.

Le module traitement de l'eau

Chaque unité possède ses propres modules et est capable de projeter vingt tonnes de matériel et quarante sapeurs-sauveteurs en un temps record pour réaliser des opérations de pompage, de production, d'analyse et de distribution (*via* des rampes, des sachets individuels ou des camions-citernes) d'eau potable aux populations dans le besoin. Composés d'équipes spécialisées dans la production d'eau destinée à la consommation humaine (EDCH), ces détachements polyvalents sont complétés de médecins, cuisiniers, logisticiens, etc. Ils permettent une autonomie totale pour travailler immédiatement sur les zones impactées par une catastrophe.

Un détachement (voir *figure 1*) est capable de produire jusqu'à 225 000 litres d'eau par jour à l'aide de quatre machines d'ultrafiltration (UF) pour le traitement de l'eau douce, et 40 000 litres d'eau par jour à l'aide de cinq machines pour les modules d'osmose inverse pour l'eau salée.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) *via* le manuel Sphère [1] préconise 15 litres d'eau par personne et par jour comme minimum vital pour assurer les besoins fondamentaux

d'hygiène et d'hydratation. Cela permet de fournir en eau jusqu'à 15 000 personnes en situation d'urgence.

Ce module est certifié par le Mécanisme de protection civile de l'Union européenne (MPCU) et répond ainsi à des standards d'efficacité et d'autonomie reconnus dans le monde [2].

Il est aussi possible, dans un autre cas de figure, d'intégrer un dispositif de traitement de l'eau léger (armé par deux sapeurs-sauveteurs) afin d'assurer l'autonomie en eau à usage sanitaire au sein du camp d'un détachement projeté à l'étranger.

Les étapes de la potabilisation de l'eau

Lors de son engagement, le détachement doit être capable rapidement de définir, en lien avec les autorités locales, un lieu pour implanter son camp et sa station de potabilisation. Cela se déroule en plusieurs étapes :

- reconnaissance de site et analyse de l'eau brute ;
- choix du site d'implantation ;
- pompage et pré-traitement ;
- traitement de l'eau par UF ou osmose inverse ;



Figure 1 - BOO (base of operation) française d'un détachement traitement de l'eau à Madagascar. © UIISC1, 2022.

- désinfection ;
- reminéralisation (dans le cadre de l'osmose inverse) ;
- stockage et analyse de routine ;
- distribution.

Zoom sur les techniques de filtration utilisées

• Pré-filtration et décantation

L'eau passe par un circuit de préfiltration (*via* filtre à sable et filtre à charbon actif), puis de décantation pour éliminer les macromolécules et les hydrocarbures qui pourraient encrasser les membranes de filtration.

• Ultrafiltration

L'ultrafiltration (*figure 2*) est un procédé permettant la filtration de l'eau au travers d'une membrane semi-perméable (*figure 3*). Cette technique permet une filtration de l'ordre de 0,01 μm et de stopper des éléments tels que les parasites, bactéries, grosses molécules organiques, *etc.* L'eau, sur laquelle s'exerce une pression *via* la pompe, va passer au travers de la membrane qui retient les éléments par un mécanisme de tamisage.



Figure 2 - Module UF ForMiSC déployé en Indonésie. © UIISC1, 2018.

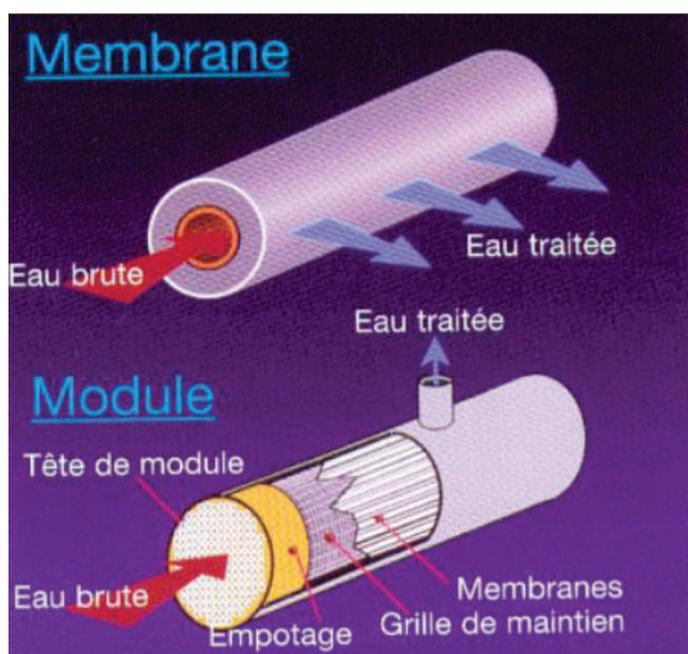


Figure 3 - Principe de l'ultrafiltration. © Cours de formation d'adaptation, École du génie.



Figure 4 - Opérateur travaillant sur une machine d'osmose inverse à Mayotte. © UIISC1/UIISC7, 2023.

• Osmose inverse

Depuis 2017, suite à l'ouragan ayant frappé l'île de Saint-Martin, les sapeurs-sauveteurs ont expérimenté, puis se sont dotés de modules plus compacts permettant la déminéralisation par osmose inverse pour travailler sur des zones présentant un défaut d'eau douce (*figure 4*). L'osmose est un processus naturel lors duquel une solution de concentration faible en ions migre vers une solution à concentration plus élevée afin de tendre vers un équilibre des deux solutions.

L'écoulement d'eau se fera de la solution la moins concentrée vers la plus concentrée.

L'osmose inverse est un procédé permettant d'éliminer particules et impuretés, en particulier les sels. Cette technique de filtration utilise un processus de pression à flux transversal (*figure 5*). Cette pression appliquée à la solution plus concentrée par une pompe force l'eau à s'écouler au travers d'une membrane semi-perméable ne laissant passer que les molécules d'eau. Grâce à ce procédé, il est ainsi possible de pomper une eau de mer et produire une eau déminéralisée de très bonne qualité. Dans le cadre d'une utilisation de cette eau pour la consommation humaine, il est possible de procéder à une reminéralisation. Ce processus nécessite l'injection d'une solution chargée en minéraux préparée en amont par les opérateurs. Malgré son efficacité, le rendement de ce procédé est moins important que ceux précédemment cités pour un coût d'énergie et de maintenance plus important.

Analyse de l'eau brute

Dans un premier temps, la projection d'un élément de reconnaissance est souvent nécessaire afin de déterminer le futur lieu d'implantation du site de captage et de production d'eau. Des reconnaissances globales du site en amont et en aval sont effectuées afin de vérifier que la ressource n'est pas polluée ou soumise à des perturbations extérieures (pollution ponctuelle, rejet particulier, influence anthropique, *etc.*) et que les conditions de sécurité sont optimales pour permettre au détachement d'évoluer sur de longues durées. La géographie et l'aspect logistique sont aussi abordés afin d'installer le camp et d'anticiper l'organisation de la distribution de l'eau.

Plusieurs paramètres sont pris en compte afin d'établir la localisation idéale (physico-chimique, microbiologique, *etc.*) afin de capter au préalable une ressource de la meilleure

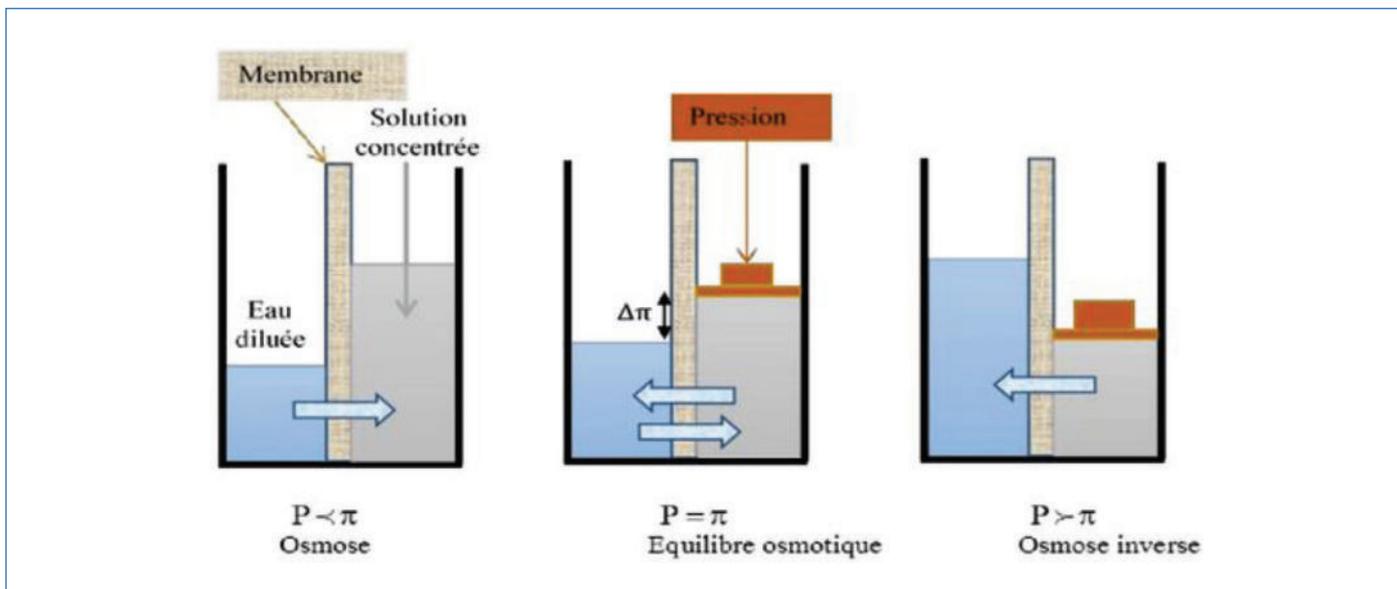


Figure 5 - Principe de l'osmose inverse [3].



Figure 6 - Laboratoire de campagne pour analyse et suivi de l'eau. © UIISC7, 2022.

qualité possible. Cela conditionne le traitement, l'organisation et la quantité de consommable nécessaire pour permettre au module de travailler sur la durée en toute autonomie (figure 6). Toutefois, l'aspect sécuritaire reste prioritaire sur ces paramètres.

Validation pour la distribution et contrôle

Une fois l'eau traitée et stockée, il est nécessaire de faire contrôler la qualité de l'eau par les autorités compétentes avant qu'elle soit distribuée au public. Sur le territoire national, cela passe par un contrôle des agences régionales de santé (ARS) et par une autorisation de distribuer délivrée par le préfet. À l'étranger, c'est le rôle de l'organisme local de référence.

Généralement, le détachement est en mesure de fournir les premiers échantillons d'eau produite pour analyse 24 heures après le début de la production et de permettre, en fonction de l'organisme responsable, une distribution dans les 72 heures après son déploiement. Une fois l'autorisation de distribuer effective, des contrôles journaliers sont effectués à tous les niveaux de la chaîne de production, tels que la concentration de chlore dans les bâches de stockage d'eau, la qualité

microbiologique, les paramètres physico-chimiques, etc. La qualité de l'eau brute peut aussi varier au cours du temps et nécessite un contrôle régulier.

Le détachement se base généralement sur les normes de qualité de l'eau française, du pays hôte ou, à défaut, sur les préconisations de l'OMS [4].

La distribution

La distribution de l'eau est organisée autour de plusieurs composantes. Elle peut se faire *via* des rampes de distribution directement sur le site de production où la population peut venir s'approvisionner (figure 7). Cependant, dans le cadre des interventions des ForMiSC en situation d'urgence, il est aussi nécessaire de pouvoir se rendre directement sur des zones éloignées pour aider et approvisionner les personnes les plus en difficulté.



Figure 7 - Distribution via rampe, Indonésie. © UIISC1, 2018.

Pour ce faire, on utilise généralement des citernes ou des camions chargeurs avec une bâche de stockage. Les modules ForMiSC disposent aussi d'une capacité d'ensachement d'environ mille sachets d'un litre par heure. Ces sachets sont identifiés et présentent diverses informations en plusieurs langues pour rassurer les consommateurs (figures 8 et 9).



Figure 8 - Sachet d'eau distribué aux populations.



Figure 9 - Distribution de sachets d'eau, Pakistan. © UIISC1, 2022.

L'eau, enjeu de demain : perspective et défis

Pour l'année 2021, plus de deux milliards de personnes vivent dans des zones géographiques en situation de stress hydrique [5]. Les phénomènes inhérents au changement climatique (tempêtes, sécheresse, inondations, etc.) viennent intensifier ces problématiques sur des populations déjà fragilisées. La France est aussi impactée, en particulier dans les territoires d'Outre-Mer, mais le réchauffement climatique impactera aussi à moyen terme le territoire national. L'accès à l'eau potable et la qualité de l'eau sont amenés à diminuer. Pour les ForMiSC, les défis futurs seront de permettre une pérennisation et un développement des modules de traitement de l'eau avec une modernisation des matériels et l'augmentation des effectifs avec la création d'une section spécialisée traitement de l'eau. Cet objectif permettra de

diminuer l'empreinte logistique avec des machines plus petites ayant de meilleurs rendements.

La cause environnementale est aussi un sujet de préoccupation. Un sachet d'eau biodégradable est actuellement à l'étude afin de ne pas créer une nouvelle source de pollution lors des interventions.

Pour faire face à ces problématiques, de nombreuses organisations non gouvernementales agissent pour permettre l'accès à l'eau dans les zones les plus en difficultés quand les ForMiSC interviennent en situation d'urgence liée à une demande d'aide au niveau internationale. De nombreuses solutions existent pour pallier au manque d'eau potable à court terme, mais l'intensification des phénomènes climatiques nécessite de se projeter sur des solutions pérennes afin de mieux préserver cette ressource essentielle à la vie.

Actualité des crises de l'eau

Missions majeures de traitement de l'eau des ForMiSC ces cinq dernières années :

2018 : Indonésie.

2020 : Alpes Maritimes (tempête Alex).

2021 : Haïti.

2022 : Pakistan, Madagascar, Guadeloupe, Tchad.

2023 : Mayotte.

Focus sur Mayotte

Le changement climatique et la ressource en eau potable disponible sont intimement liés. L'impact est significatif et se traduit par une imprévisibilité des phénomènes et une augmentation de leur occurrence. Ainsi, la probabilité d'engagement des modules de purification d'eau des FORMISC augmente, tout comme celle des autres modules.

Engagés une première fois à Mayotte sur la période d'avril à juin 2023, les sapeurs-sauveteurs y sont à nouveau projetés depuis octobre pour faire face à une crise de l'eau sans précédent.

Depuis le début d'année, l'île de Mayotte est confrontée à une sécheresse très importante. À cela s'ajoute une tension structurelle des réseaux d'eau accentuant cette problématique et raréfiant la ressource sur l'île. Les quantités d'eau de surface et souterraine s'amenuisent et les options de dessalement sont rares. Pour faire face à cette situation, les sapeurs-sauveteurs et leurs modules de traitement de l'eau ont été missionnés sur place avec l'installation successive de modules d'osmose inverse pour pomper et traiter la ressource en eau salée et des modules d'ultrafiltration installés dans les terres.

Au mois de novembre, plus d'une centaine de sapeurs-sauveteurs sont engagés successivement pour diverses missions : appui logistique et distribution de bouteilles d'eau, production d'eau au profit des zones prioritaires pour assurer une continuité des services, appui des services de l'État en métropole, envoi de matériel... C'est au total plus d'un million de litres qui ont été produits et distribués au profit de la population et près de 500 000 litres distribué en bouteilles. L'engagement se densifie et une distribution de 10 millions de litres par mois répartis sur 25 sites est prévue à compter de fin novembre 2024.

Les ForMiSC

Les Formations militaires de la Sécurité civile sont composées de 1 500 militaires répartis dans trois unités situées à Nogent-le-Rotrou (UIISC n°1), Corte (UIISC n°5), Brignoles (UIISC n°7). Elles interviennent aussi bien sur les risques naturels que technologiques, en France comme à l'étranger. Les sapeurs-sauveteurs qui les composent sont capables d'intervenir en cas de feu de forêt, tremblements de terre, catastrophes industrielles... Suite aux feux de forêt d'une ampleur inédite qui ont eu lieu en 2022, la création d'une quatrième unité a été décidée par le Président de la République. Elle sera inaugurée à Libourne en décembre 2024.

de la Commission 2004/277/CE, Euratom et 2007/606/CE, Euratom [notifiée sous le numéro C(2014) 7489]. Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE.

[3] T. Mare, P. Byrne, Les systèmes innovants de dessalement d'eau de mer, **2013**.

[4] Organisation mondiale de la Santé, *Directives de qualité pour l'eau de boisson : 4^e éd. intégrant le premier additif*, **2017**.

[5] www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water (consulté le 05/02/2024).

Anthony SALVADORI^{1*}, officier adjoint en compagnie d'intervention spécialisée, référent NRBCe et traitement de l'eau, et **Florent VANMOL**², officier traitant, référent traitement de l'eau.

¹ Direction générale de la Sécurité civile et de la gestion des crises, Groupement des moyens nationaux terrestres, UIISC n°1.

² Direction générale de la Sécurité civile et de la gestion des crises, Groupement des moyens nationaux terrestres, UIISC n°7.

*anthony.salvadori@interieur.gouv.fr

[1] *Le manuel Sphère : la charte humanitaire et les standards minimum de l'intervention humanitaire*, Projet Sphère, **2018**.

[2] 2014/762/UE: Décision d'exécution de la Commission du 16 octobre 2014 fixant les modalités de mise en œuvre de la décision n°1313/2013/UE du Parlement Européen et du Conseil relative au mécanisme de protection civile de l'Union et abrogeant les décisions



CHIMISTES sans frontières

Une chimie sûre, responsable, durable

Des actions au service des causes humanitaires

Instrumentation
Monitoring qualité des eaux

Diffusion du savoir
Apprentissage actif collèges/lycées

Développement
Travaux pratiques en Réalité Virtuelle

Expertise
Traitements des effluents d'une école

Coopération
Valorisation de ressources naturelles

Avec les soutiens

Société Chimique de France

Fondation de la Maison de la Chimie

Fédération Gay-Lussac
zoecoledeschimie.com

contact@chimistessansfrontieres.fr

www.chimistessansfrontieres.fr

[in](https://www.linkedin.com/company/chimistes-sans-frontieres)

Rejoignez nous !

Chimistes sans frontières n'est pas affiliée à Médecins sans Frontières.