

# La gestion des risques menaçant la qualité de l'eau : Application du PGSSE et la méthode HACCP Management of risks threatening water quality: Application of the PROCESSES and the HACCP method.

Zuhair El attaoui<sup>1</sup> Fatima zohra Alaoui Sossi<sup>2</sup> Youssef el Khatori<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire d'économie et management des organisations, Universié Ibn Tofail, Maroc.

<sup>2</sup> Laboratoire d'économie et management des organisations, Universié Ibn Tofail, Maroc.

<sup>3</sup> Laboratoire d'économie et management des organisations, Universié Ibn Tofail, Maroc.

**Résumé.** La gestion des risques est essentielle pour améliorer la qualité de l'eau et garantir la sécurité de l'approvisionnement en eau potable. Identification des sources de risque La première phase de la gestion des risques consiste à identifier les sources potentielles de contamination de l'eau. Il peut s'agir de pollution industrielle, de déversements accidentels, de rejets agricoles, d'infrastructures de traitement défaillantes, d'infiltrations de contaminants dans les sources d'eau, etc. Une analyse approfondie des différentes sources de risque permet de mieux comprendre les menaces qui pèsent sur la qualité de l'eau. Une fois les sources de risque identifiées, il est essentiel de procéder à une évaluation des risques. Il s'agit d'analyser la probabilité d'occurrence d'événements indésirables et l'impact qu'ils pourraient avoir sur la qualité de l'eau. Des outils tels que l'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) peuvent être utilisés pour évaluer les risques de manière systématique. Sur la base de l'évaluation des risques, des mesures préventives doivent être mises en place pour réduire la probabilité d'occurrence des événements indésirables. Il peut s'agir de mettre en œuvre de bonnes pratiques agricoles, de régler les rejets industriels, d'inspecter régulièrement les installations de traitement de l'eau, de surveiller en permanence les sources d'eau, etc. L'objectif est de prévenir les sources potentielles de contamination et de minimiser les risques associés. Le contrôle régulier de la qualité de l'eau est un élément clé de la gestion des risques. Il s'agit de prélever des échantillons d'eau à différents stades du processus d'approvisionnement en eau et d'effectuer des tests pour détecter la présence de contaminants. La mise en place de systèmes de contrôle efficaces permet d'identifier rapidement les problèmes potentiels et de prendre les mesures correctives qui s'imposent. Malgré les mesures préventives, il est important de se préparer à d'éventuelles situations d'urgence. Les plans d'intervention d'urgence doivent comprendre des protocoles clairs et des mesures à prendre en cas de contamination de l'eau, afin de minimiser l'impact sur la santé publique. Il peut s'agir de plans d'alerte, de procédures de communication, de moyens de traitement alternatifs et d'une coordination avec les autorités compétentes. L'objectif de cet article est de réaliser une analyse des risques liés au processus de distribution de l'eau potable. En utilisant la méthode HACCP appliquée au sein du Laboratoire rattaché à la société de distribution d'eau au nord du Maroc, nous nous intéresserons aux principales causes des risques entachant ce processus, en nous basant sur les résultats du traitement des échantillons afin de garantir la sécurité et la qualité de l'eau potable dans la région de Larache et de contribuer aux efforts de protection de l'eau contre la détérioration de la qualité et de la quantité due à la pollution et aux déchets.

**Abstract.** Risk management is crucial to improve water quality and ensure the safety of drinking water supply. Identifying risk sources is the first phase, involving potential water contamination from industrial pollution, accidental spills, agricultural runoff, faulty treatment infrastructure, and contaminant infiltration in water sources. A thorough analysis of various risk sources helps to understand the threats to water quality. Once risk sources are identified, a risk assessment is essential. This involves analyzing the likelihood of undesirable events and their potential impact on water quality. Tools like Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis (FMECA) can be employed for systematic risk evaluation. Based on risk assessment, preventive measures must be implemented to reduce the likelihood of undesirable events. These may include adopting good agricultural practices, regulating industrial discharges, conducting regular inspections of water treatment facilities, and continuous monitoring of water sources. The goal is to prevent potential sources of contamination and minimize associated risks. Regular water quality monitoring is a key element in risk management. Sampling water at different stages of the water supply process and conducting tests to detect contaminants helps identify potential issues promptly and take necessary corrective actions. Despite preventive measures, preparedness for emergencies is essential. Emergency response plans should consist of clear protocols and measures to be taken in case of

water contamination to minimize the impact on public health. This includes alert plans, communication procedures, alternative treatment methods, and coordination with relevant authorities. The objective of this article is to conduct a risk analysis of the drinking water distribution process. Using the HACCP method applied within the Laboratory associated with the water distribution company in the northern region of Morocco, we will focus on the main causes of risks affecting this process. Our analysis will be based on the results of sample treatment to ensure the safety and quality of drinking water in the Larache region and contribute to water protection efforts against deterioration in quality and quantity due to pollution and waste.

Mots-clés : Gestion des risques, menaces environnementales, qualité de l'eau, méthode HACCP, Santé publique, points critiques

## 1. Introduction

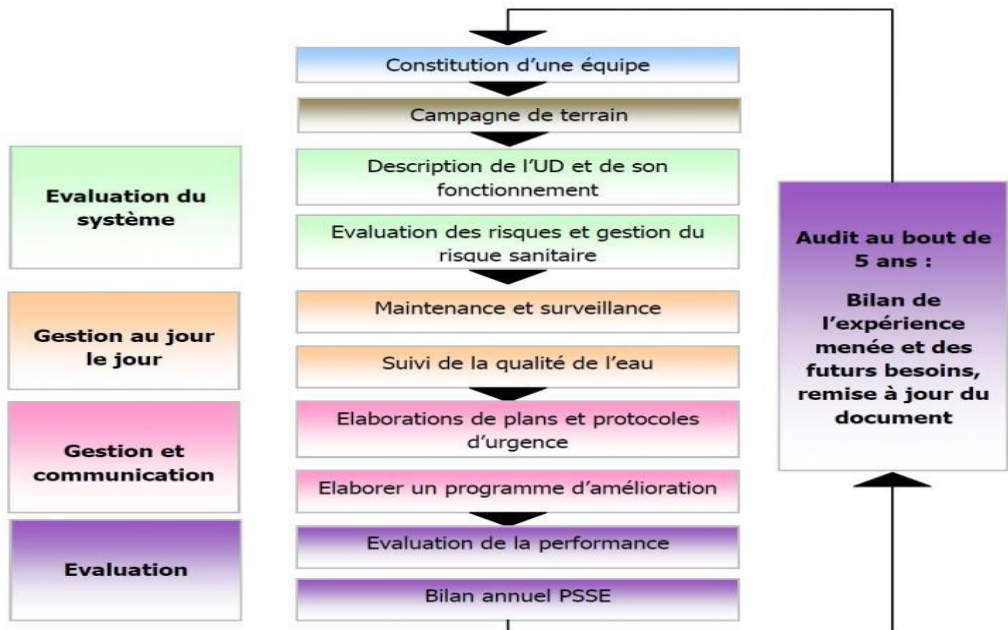
La gestion de l'eau potable est d'une importance capitale pour plusieurs raisons : l'eau potable est essentielle à la santé et au bien-être des individus. Une bonne gestion de l'eau potable garantit l'approvisionnement en eau propre et sûre, réduisant ainsi le risque de maladies d'origine hydrique [1]. Cela permet d'éviter la propagation de maladies telles que la diarrhée, le choléra, la typhoïde et d'autres infections bactériennes et virales liées à l'eau contaminée. L'eau potable est un besoin fondamental de la vie quotidienne. Elle est nécessaire à la consommation humaine, à la cuisson des aliments, à l'hygiène personnelle, au lavage des vêtements et de la vaisselle, ainsi qu'à d'autres activités domestiques. Une gestion efficace de l'eau potable garantit un accès équitable à cette ressource vitale pour tous les individus [2]. Une gestion appropriée de l'eau potable contribue au développement durable. Elle permet de préserver les ressources en eau à long terme, en évitant la surexploitation des sources d'eau douce et en encourageant des pratiques de consommation rationnelles. En outre, la gestion durable de l'eau potable prend en compte les aspects environnementaux, sociaux et économiques pour assurer la durabilité à long terme des ressources en eau. Une gestion efficace de l'eau potable comprend également la protection des sources d'eau et des écosystèmes environnants. Cela implique la préservation des zones de captage, la prévention de la pollution de l'eau, la gestion appropriée des déchets et des eaux usées, ainsi que la conservation des habitats aquatiques et de la biodiversité associée. La gestion responsable de l'eau potable contribue au maintien de l'équilibre écologique et à la préservation des écosystèmes aquatiques fragiles [3]. La gestion de l'eau potable nécessite une planification à long terme et la mise en œuvre de mesures de résilience face au changement climatique et aux pressions croissantes sur les ressources en eau. Cela implique d'anticiper les futures demandes en eau, de développer des infrastructures appropriées pour le traitement et la distribution de l'eau et d'adopter des pratiques de conservation de l'eau. Une gestion proactive de l'eau potable permet de faire face aux défis futurs et de garantir la disponibilité continue de cette précieuse ressource. Cependant, la gestion de l'eau potable est d'une importance cruciale pour la santé publique [4], le développement durable, la protection de l'environnement et la résilience face aux défis futurs. Une gestion efficace de l'eau potable garantit l'accès à une ressource essentielle, tout en préservant l'environnement et en répondant aux besoins actuels et futurs des communautés.

La méthode HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) est une approche de gestion des risques largement utilisée dans l'industrie alimentaire, mais elle peut également être appliquée à l'amélioration de la qualité de l'eau. Cette méthode consiste à identifier les points de contrôle critiques (CCP) dans le processus de traitement de l'eau, où des mesures de contrôle peuvent être mises en place pour prévenir ou éliminer les risques pour la qualité de l'eau [5]. Il peut s'agir, par exemple, d'étapes telles que le captage, la filtration, la désinfection, le stockage et la distribution de l'eau. Une fois les CCP identifiés, une analyse des risques est effectuée pour évaluer les dangers potentiels associés à chaque point. Il s'agit d'identifier les contaminants possibles, les sources potentielles de contamination, les voies de transmission, les effets sur la santé publique, etc. L'objectif est de comprendre les risques spécifiques à chaque CCP. Sur la base de l'analyse des risques, des limites critiques sont définies pour chaque CCP. Ces limites définissent les valeurs acceptables ou les mesures de contrôle spécifiques à mettre en place pour garantir la qualité de l'eau [6]. Il peut s'agir, par exemple, des niveaux maximaux de contaminants, des paramètres de désinfection, des procédures de nettoyage et d'entretien, etc. Les CCP font l'objet d'une surveillance régulière afin de s'assurer que les limites critiques sont respectées. Il peut s'agir de tests en laboratoire, de mesures de surveillance en ligne, d'inspections visuelles, etc. La surveillance permet de détecter rapidement les écarts ou les problèmes potentiels, afin de prendre des mesures correctives immédiates [7]. Des procédures d'action corrective sont mises en place pour les situations où les limites critiques ne sont pas respectées ou en cas d'écart par rapport au processus. Ces procédures décrivent les mesures à prendre pour identifier la cause de l'écart, corriger le problème, éliminer les contaminants et empêcher toute récurrence. Tout au long de la mise en œuvre de la méthode HACCP, il est essentiel de documenter toutes les étapes, les décisions prises, les résultats de la surveillance, les actions correctives, etc. Cela permet d'assurer la traçabilité et la

transparence du processus, de faciliter les audits et de démontrer le respect des normes de qualité de l'eau. En appliquant la méthode HACCP à la gestion des risques pour l'amélioration de la qualité de l'eau, les organismes responsables de la distribution de l'eau peuvent mettre en place des mesures de contrôle efficaces, minimiser le risque de contamination et assurer la sécurité de l'approvisionnement en eau potable, c'est l'objet de cet article.

## **2 BESOIN D'UNE EAU POTABLE SÛRE ET SAINES :**

Une eau potable sûre et saine est d'une importance capitale pour plusieurs raisons. Une eau de boisson contaminée peut entraîner de graves problèmes de santé, tels que des maladies gastro-intestinales, des infections bactériennes, des maladies d'origine hydrique, voire la mort [8]. La salubrité de l'eau potable est donc essentielle pour prévenir la propagation de ces maladies et protéger la santé publique. L'eau de boisson contaminée peut provoquer des maladies d'origine hydrique, telles que la diarrhée, le choléra, la typhoïde et d'autres infections bactériennes et virales. La mise en œuvre de mesures de sécurité et d'assainissement de l'eau potable réduit considérablement le risque de contracter ces maladies et préserve la santé des populations. Les autorités sanitaires et les organismes de réglementation fixent des normes et des lignes directrices pour la qualité de l'eau potable. Il est essentiel de veiller à ce que l'eau potable réponde à ces normes pour garantir sa sécurité. La mise en œuvre de mesures de sécurité permet de s'assurer que les paramètres de qualité de l'eau potable répondent aux exigences réglementaires [9]. La sécurité et la salubrité de l'eau potable sont des éléments clés pour maintenir la confiance des consommateurs. Lorsque les gens sont convaincus que l'eau qu'ils consomment est sûre et de bonne qualité, ils font d'avantage confiance dans le système de distribution de l'eau et sont plus susceptibles de la consommer en quantités adéquates, ce qui contribue à leur santé et à leur bien-être. La sécurité et la salubrité de l'eau potable passent également par la préservation de l'environnement et la protection des ressources en eau. Des pratiques de gestion responsables et durables, telles que la préservation des zones de captage, la prévention de la pollution de l'eau, la gestion appropriée des déchets et des eaux usées, sont essentielles pour préserver la qualité de l'eau potable et l'intégrité des écosystèmes aquatiques. La sécurité et la salubrité de l'eau potable sont essentielles pour protéger la santé publique, prévenir les maladies d'origine hydrique, respecter les normes de qualité, maintenir la confiance des consommateurs et préserver l'environnement. Des mesures efficaces doivent être mises en place à tous les niveaux, de la protection des sources d'eau à la distribution, pour garantir la sécurité et la salubrité de l'eau potable et assurer la santé et le bien-être des populations.



**Fig. 1.** Plan de gestion sécurité sanitaire de l'eau (PGSSE)

La gestion de l'eau potable est essentielle pour garantir aux populations un approvisionnement en eau sûr, durable et de qualité. Une planification rigoureuse et une gestion efficace des ressources en eau sont nécessaires pour répondre aux besoins actuels et futurs en eau potable [10]. Il s'agit notamment d'évaluer les ressources en eau disponibles, de gérer la demande en eau, de prévoir les besoins futurs, d'identifier de nouvelles sources d'eau et de mettre en œuvre des mesures de conservation de l'eau. La gestion de l'eau potable comprend la conception, la construction, l'exploitation et l'entretien des infrastructures et des systèmes de distribution. Cela implique la mise en place de réseaux de distribution efficaces, la surveillance de la pression et de la qualité de l'eau, la détection des fuites, la réparation et l'entretien des canalisations, ainsi que l'optimisation des processus de traitement de l'eau. La gestion de l'eau potable comprend également le traitement de l'eau afin de garantir sa qualité et sa potabilité. Ce traitement peut comprendre des étapes telles que la filtration, la désinfection, l'élimination des contaminants, la reminéralisation et le contrôle de la qualité de l'eau à chaque étape du processus de traitement. La gestion de l'eau potable exige une surveillance continue de la qualité de l'eau par le biais d'échantillonnages réguliers et d'analyses en laboratoire. Cela permet de détecter rapidement toute dégradation de la qualité de l'eau, d'identifier les sources de contamination et de prendre les mesures correctives appropriées. La gestion de l'eau potable comprend également l'identification, l'évaluation et la gestion des risques liés à la qualité de l'eau. Cela implique l'identification des dangers potentiels, la mise en œuvre de mesures de contrôle appropriées, la gestion des situations d'urgence et la planification de la continuité des activités en cas de perturbation du système d'approvisionnement en eau. Une gestion efficace de l'eau potable implique de sensibiliser le public à l'importance de la conservation des ressources en eau, d'une consommation responsable et de l'adoption de pratiques durables. Une communication transparente sur la qualité de l'eau, les mesures prises pour garantir sa sécurité et les résultats des tests de qualité est également essentielle pour maintenir la confiance du public. La gestion de l'eau potable implique la planification, la gestion des ressources, l'entretien des infrastructures, le traitement de l'eau, le contrôle de la qualité, la gestion des risques et la sensibilisation du public. Une gestion efficace et responsable de l'eau potable est essentielle pour garantir la disponibilité d'une ressource vitale, préserver la santé publique et promouvoir le développement durable [11].

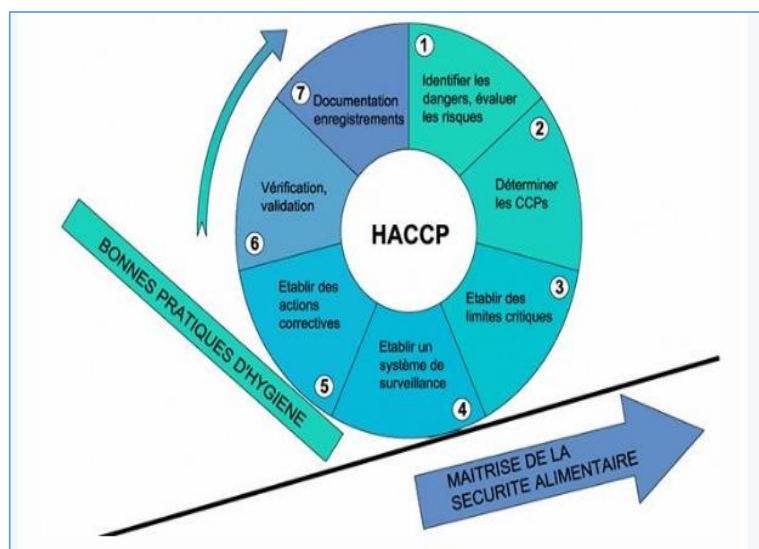
### **3 LA GESTION DES RISQUES POUR ASSURER LA DURABILITÉ DE L'EAU POTABLE :**

La gestion des risques est essentielle pour assurer la durabilité de l'eau potable. Il est important d'identifier les risques potentiels qui peuvent avoir un impact sur la qualité et la disponibilité de l'eau potable. Il peut s'agir de risques liés à la contamination de l'eau, à la surexploitation des ressources en eau, au changement climatique, aux catastrophes naturelles, au vieillissement des infrastructures, etc. Une fois les risques identifiés, il est nécessaire d'évaluer leur probabilité d'occurrence et leur gravité. Une fois les risques identifiés, il est nécessaire d'évaluer leur probabilité d'occurrence et leur gravité, ce qui permet de les classer par ordre de priorité et de déterminer les mesures de gestion appropriées. L'évaluation des risques peut être basée sur des études techniques, des analyses statistiques, des modèles prédictifs et des évaluations environnementales. La gestion des risques implique la mise en œuvre de mesures de prévention et de contrôle visant à réduire la probabilité d'occurrence des risques et à minimiser leur impact. Il peut s'agir de mesures telles que la protection des sources d'eau, la mise en œuvre de procédures de contrôle de la qualité de l'eau, l'adoption de pratiques agricoles durables pour réduire la pollution de l'eau, la gestion correcte des déchets et des eaux usées, etc. La gestion des risques comprend également la planification des mesures d'urgence pour faire face aux situations critiques telles que les contaminations soudaines de l'eau ou les pénuries d'eau [12]. Il est important de mettre en place des plans d'intervention d'urgence, des systèmes d'alerte précoce, des systèmes de communication et des procédures de coordination avec les parties prenantes afin de garantir une réponse efficace en cas de crise. La gestion des risques nécessite une surveillance continue de la qualité de l'eau, des sources d'eau et des infrastructures. Cela permet de détecter rapidement les signes de problèmes potentiels, d'identifier les zones à risques et de prendre les mesures préventives ou correctives qui s'imposent. La sensibilisation et l'éducation du public sont des éléments clés de la gestion des risques. Informer les communautés des risques associés à l'eau potable, des bonnes pratiques d'utilisation de l'eau, des comportements responsables et des mesures de prévention contribue à renforcer la résilience et la participation des parties prenantes. La gestion des risques est essentielle pour garantir la durabilité de l'eau potable. Elle implique l'identification, l'évaluation et la gestion des risques potentiels, la mise en œuvre de mesures de prévention et de contrôle, la planification des urgences, la surveillance continue et la sensibilisation du public. Une approche proactive de la gestion des risques permet de préserver la qualité de l'eau potable, de protéger la santé publique et de garantir la durabilité des ressources en eau.

Plusieurs instruments sont utilisés dans la gestion des risques pour l'amélioration de la qualité de l'eau. L'analyse des risques est un outil essentiel pour évaluer et hiérarchiser les risques potentiels pour la qualité de l'eau. Elle permet d'identifier les sources de contamination, d'estimer la probabilité d'occurrence des risques et d'évaluer les conséquences sur la santé publique et l'environnement. Les systèmes de gestion de la qualité, tels que les normes ISO 9001 et les principes d'assurance qualité, sont utilisés pour établir des procédures, des protocoles et des lignes directrices visant à garantir la qualité de l'eau potable. Ils permettent de mettre en place des processus de contrôle de la qualité, des programmes de formation du personnel et des mécanismes de contrôle et d'audit pour garantir le respect des normes de qualité. La planification des mesures d'urgence est un outil important pour faire face aux incidents ou aux crises liées à la qualité de l'eau. Elle comprend l'établissement de plans d'intervention d'urgence, la définition des rôles et des responsabilités des parties prenantes, la coordination des actions et la communication avec le public [13]. La surveillance de la qualité de l'eau est effectuée à l'aide d'instruments tels que des stations de surveillance, des capteurs en temps réel, des échantillonnages réguliers et des analyses en laboratoire. Ces instruments permettent de surveiller en permanence les paramètres de qualité de l'eau, de détecter les variations et les contaminations, et d'intervenir rapidement en cas de dépassement des seuils de qualité. Les outils de modélisation, tels que les modèles hydrologiques et les modèles de qualité de l'eau, sont utilisés pour prévoir les impacts potentiels sur la qualité de l'eau dans différents scénarios. Ces outils permettent de prendre des décisions éclairées sur la gestion des ressources en eau et d'évaluer les conséquences des activités humaines sur la qualité de l'eau. La sensibilisation et l'éducation du public sont des instruments essentiels pour impliquer les communautés et les parties prenantes dans la gestion des risques liés à la qualité de l'eau. Les campagnes de sensibilisation, les programmes éducatifs et les initiatives de participation du public contribuent à faire prendre conscience des risques potentiels, à promouvoir les bonnes pratiques d'utilisation de l'eau et à renforcer la responsabilité collective [14]. Ces instruments sont complémentaires et doivent être utilisés de manière intégrée dans la gestion des risques afin d'améliorer la qualité de l'eau. Ils permettent d'identifier, d'évaluer, de prévenir et de contrôler les risques, tout en renforçant la transparence, la responsabilité et la confiance du public dans le système d'approvisionnement en eau potable.

## 4 LA MÉTHODE HACCP POUR LA PRÉSERVATION DE L'EAU

La méthode HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) présente plusieurs avantages et utilisations dans le domaine de la sécurité alimentaire et de la préservation de la qualité de l'eau. La méthode HACCP permet d'identifier les dangers potentiels qui peuvent compromettre la sécurité et la qualité de l'eau. Il s'agit des contaminants microbiologiques, chimiques et physiques, ainsi que des risques liés aux processus de traitement, de stockage et de distribution de l'eau. L'approche préventive de la méthode HACCP vise à prévenir les risques plutôt qu'à les détecter a posteriori. En identifiant les points de contrôle critiques (CCP) et en établissant des limites critiques, des mesures de contrôle peuvent être mises en place pour prévenir ou réduire les risques à des niveaux acceptables. En appliquant la méthode HACCP, les entreprises et les organisations responsables de la conservation de l'eau peuvent mettre en œuvre des mesures de contrôle efficaces pour garantir la sécurité alimentaire et la qualité de l'eau. Cela permet de réduire le risque de maladies d'origine hydrique et de protéger la santé publique. La méthode HACCP est largement reconnue et acceptée au niveau international comme une approche systématique pour assurer la sécurité alimentaire et la préservation de la qualité de l'eau. Son utilisation permet de respecter les réglementations et les normes en vigueur dans le domaine de l'eau potable. En identifiant les points de contrôle critiques et en mettant en œuvre des mesures de contrôle adéquates, la méthode HACCP permet d'améliorer l'efficacité des processus de conservation de l'eau. Cela peut se traduire par une réduction des pertes, une optimisation des ressources et une meilleure gestion des risques. L'application de la méthode HACCP démontre l'engagement d'une entreprise ou d'une organisation en faveur de la sécurité alimentaire et de la préservation de la qualité de l'eau. Cela renforce la confiance des consommateurs, des régulateurs et des parties prenantes, et favorise une meilleure communication et une plus grande transparence. En anticipant les risques et en mettant en œuvre des plans d'intervention d'urgence, la méthode HACCP aide à gérer les situations de crise liées à la qualité de l'eau. Elle permet de réagir rapidement et efficacement afin de minimiser les effets sur la santé publique et l'environnement. La méthode HACCP est un outil précieux pour garantir la sécurité alimentaire et la préservation de la qualité de l'eau. Elle permet d'identifier, de prévenir et de maîtriser les risques potentiels, de se conformer aux réglementations, d'améliorer l'efficacité des processus et de renforcer la confiance des consommateurs.



**Fig. 2.** Principes HACCP

La méthode HACCP est une approche systématique et préventive utilisée dans divers secteurs, y compris la conservation de l'eau, pour identifier, évaluer et contrôler les risques potentiels qui peuvent compromettre la qualité et la sécurité de l'eau. La première étape de la méthode HACCP consiste à effectuer une analyse approfondie des risques potentiels liés à la conservation de l'eau. Cela peut inclure l'identification des sources de contamination, telle que les polluants chimiques, les micro-organismes pathogènes, les substances toxiques, les déversements accidentels, etc. Une fois les risques identifiés, les points de contrôle critiques (CCP) sont déterminés. Il s'agit des étapes spécifiques du processus de préservation de l'eau où des mesures de contrôle



peuvent être appliquées pour prévenir, éliminer ou réduire les risques identifiés. Par exemple, le traitement de l'eau, le stockage, la distribution, etc. Des limites critiques sont définies pour chaque CCP afin de garantir l'efficacité des mesures de contrôle. Ces limites sont basées sur des critères spécifiques, tels que les normes de qualité de l'eau, les réglementations sanitaires, les seuils de sécurité, etc. Les CCP font l'objet d'une surveillance régulière afin de s'assurer que les limites critiques sont respectées. Il peut s'agir de contrôler la qualité de l'eau, de vérifier les procédures de traitement, d'effectuer des inspections visuelles, des tests en laboratoire, etc. Si les limites critiques ne sont pas respectées, des mesures correctives appropriées sont mises en œuvre pour remédier à la situation. Il peut s'agir d'ajustements du processus, de procédures de nettoyage et de désinfection, d'une enquête sur les causes de la non-conformité, etc. La méthode HACCP exige une vérification régulière de l'efficacité du système de conservation de l'eau. Cela peut se faire par des contrôles internes, des audits externes, des tests de laboratoire indépendants, des examens de documents, etc. Des registres doivent également être tenus pour documenter toutes les étapes et actions entreprises. La méthode HACCP exige une documentation complète de toutes les procédures, de tous les plans et de tous les enregistrements. En outre, il est important de former le personnel impliqué dans la préservation de l'eau aux principes de la méthode HACCP, aux bonnes pratiques d'hygiène, à la manipulation sûre des produits chimiques, etc. En appliquant la méthode HACCP à la conservation de l'eau, il est possible de prévenir les risques potentiels et de garantir la qualité et la sécurité de l'eau. Cela permet de protéger la santé publique et de respecter les réglementations environnementales.

## 5 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Afin d'améliorer la sécurité et la salubrité de l'eau potable, l'Organisation Mondiale de la Santé et l'Association Internationale de l'Eau (AIE) ont proposé le Plan de Gestion de la Sécurité de l'Eau Potable "PGSSE". Ce plan considère que toutes les installations qui composent un système d'approvisionnement en eau destinée à la consommation humaine sont de véritables barrières qui permettent d'identifier les points critiques, les défaillances possibles et les mesures de contrôle appropriées. Ce plan a pour objectifs : l'évaluation et la hiérarchisation des risques sanitaires liés à l'eau ; la programmation et la gestion des mesures correctives (opérationnelles) ; la réduction du nombre de cas de contamination et de non-conformité ; l'amélioration de la sécurité et de la potabilité de l'eau et la mise en œuvre de plans opérationnels en cas de contamination. Le Maroc est menacé par la rareté et la dégradation de la qualité de l'eau qui a atteint un niveau préoccupant suite à la surexploitation, au changement climatique, à la croissance démographique, au développement socio-économique, au développement industriel, au changement de mode de vie et de consommation. En chiffres, l'AESVT indique que seuls 59,2 % des ménages occupent un logement raccordé à un réseau public d'évacuation des eaux usées : 88,5% en milieu urbain et seulement 2,8% en milieu rural.

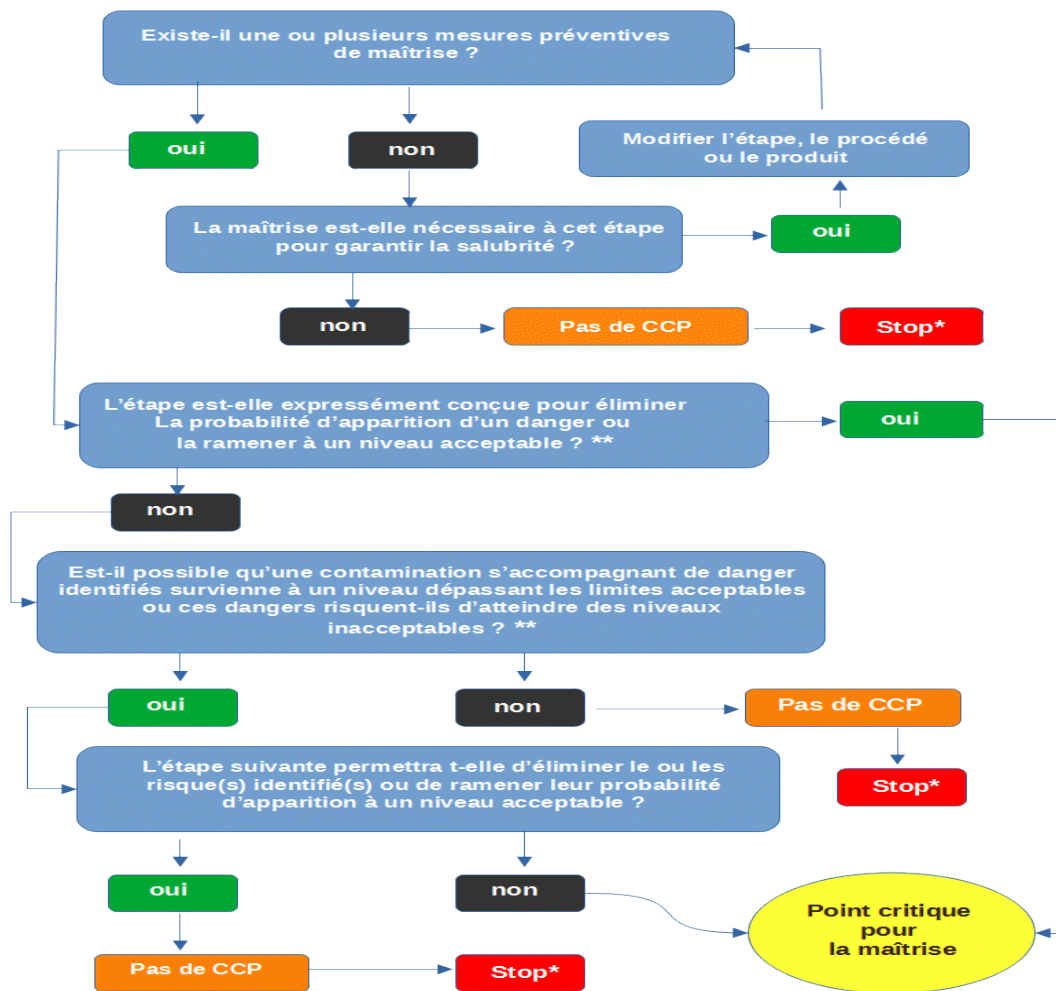
Aujourd'hui, le Maroc est classé parmi les vingt pays les plus menacés en matière de ressources en eau, ce qui le qualifie de pays à risque en termes de disponibilité de l'eau [15], et surtout de pays dont l'agriculture est le pilier de l'économie. L'économie marocaine et les terres agricoles pluviales représentent 85% de la surface agricole utilisée. Au Maroc, les ressources en eau sont naturellement limitées. Elles sont estimées à 22 milliards de m<sup>3</sup>, dont 18 milliards de m<sup>3</sup> d'eau de surface et 4,3 milliards de m<sup>3</sup> d'eau souterraine. Pour sauvegarder ces ressources, le Maroc a suivi une politique de gestion de la rareté par la construction de 140 barrages totalisant une capacité de 17,6 milliards, de forages et de puits captant les eaux souterraines.

La dégradation de la qualité des ressources en eau génère des coûts importants. Le rejet des eaux usées en l'absence de raccordement au réseau d'assainissement entraîne une pollution de l'eau. Selon le rapport, le volume annuel des eaux usées domestiques urbaines est de 528 millions de m<sup>3</sup>, et le taux de traitement est de 38%, ce qui signifie que 327 millions de m<sup>3</sup> ne sont pas traités. Le coût de l'épuration est estimé entre 1,5 et 3,5 par m<sup>3</sup> variant selon le degré de pollution [16]. Le véritable enjeu de la maîtrise des risques liés aux eaux polluées se situe au niveau du réseau de distribution où le risque est important. Ces mesures prises au niveau national restent insuffisantes et nécessitent une action au niveau des distributeurs d'eau locaux, qui doivent contribuer à la politique mondiale et nationale de sauvegarde de cette richesse naturelle qui ne cesse de se dégrader en termes de qualité et de quantité [17].

Le Maroc souffre également du problème du gaspillage, l'eau mobilisée en grande quantité finit par être gaspillée, l'économie d'eau et le contrôle de son utilisation ne sont pas systématiques. "Sur les 80% d'eau consommés par l'agriculture, 60% sont gaspillés car l'irrigation est localisée (plus de 1,5 million d'hectares) et le goutte-à-goutte n'a pas été généralisé", en cette situation, les structures puisent dans les nappes phréatiques en abondance. "Le marché leur a été ouvert et, en contrepartie, il n'y a pas eu de travail sur les règles de fonctionnement. Cette rareté peut être accentuée par le changement climatique et les menaces de contamination des eaux qui peuvent constituer un risque pour la santé publique. Ainsi, cette situation nécessite des mesures pour préserver la qualité et la quantité d'eau disponible.

Pour contrôler la qualité de l'eau distribuée, la société opte pour l'adoption de la méthode HACCP (Hazard analysis Critical Control Point) et l'installation de nouvelles technologies dans le réseau de distribution. La gestion des risques liés à la qualité de l'eau potable au Maroc est d'une importance capitale pour assurer la sécurité et la santé des citoyens. Des programmes de surveillance de la qualité de l'eau sont mis en place pour collecter des échantillons réguliers dans différentes régions du Maroc. Ces échantillons sont analysés pour détecter la présence de contaminants, tels que des bactéries, des virus, des produits chimiques ou des métaux lourds. Les autorités compétentes évaluent les risques liés à la qualité de l'eau potable au Maroc. Cela comprend l'identification des sources potentielles de contamination, l'évaluation des effets sur la santé humaine, ainsi que l'estimation de la probabilité d'occurrence de ces risques. Des normes et des réglementations sont en place pour établir les critères de qualité de l'eau potable au Maroc. Ces normes définissent les limites acceptables de certains contaminants et garantissent que l'eau potable répond aux normes de sécurité internationales. Des procédures de traitement de l'eau sont en place pour éliminer ou réduire les contaminants présents dans l'eau potable. Il peut s'agir d'étapes telles que la filtration, la désinfection (par exemple, par chloration), l'élimination des produits chimiques indésirables, etc. Une attention particulière est accordée à l'infrastructure de distribution de l'eau potable afin de minimiser le risque de contamination après traitement. Des inspections régulières et des mesures d'entretien sont prises pour s'assurer que les canalisations, les réservoirs et les installations de distribution sont en bon état et conformes aux normes de sécurité. Des campagnes de sensibilisation et d'éducation sont menées pour informer la population des risques liés à la qualité de l'eau potable et des mesures préventives à prendre. Il peut s'agir de conseils sur la conservation de l'eau, l'utilisation de filtres domestiques, la pratique d'une bonne hygiène, etc. Des plans d'urgence sont élaborés pour faire face à d'éventuelles situations de crise liées à la qualité de l'eau potable. Ces plans prévoient des mesures d'intervention rapide et des procédures pour assurer la continuité de l'approvisionnement en eau potable en cas de contamination ou d'interruption de la distribution. La gestion des risques liés à la qualité de l'eau potable au Maroc nécessite une surveillance continue, l'application de normes et de réglementations, la mise en œuvre de procédures de traitement, une infrastructure de distribution sécurisée, une sensibilisation et une planification de l'urgence adéquate. Ces mesures contribuent à garantir la disponibilité d'une eau potable de qualité et à protéger la santé des citoyens.





Arbre de décision proposé par FormationHaccp.org

Fig.3 .Arbre de décision

L'élaboration de l'arbre de décision permet de déterminer les CCP à traiter, en mettant en place une surveillance de ces points critiques. Lorsque le contrôle révèle qu'un CCP n'est pas maîtrisé, il faut établir des procédures de vérification afin de confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement et enfin établir un système documentaire concernant toutes les procédures et enregistrements appropriés aux sept principes de l'HACCP et à leur application.

Tableau 1. Pan HACCP qualité EAU & laboratoire analyse

Observation	Danger	Mesures préventives	C C P	Limites Critiques	Procédures contrôle	Action correctives	Responsable
Fuite réseau eaux usées	Pénétration Des microbes Bio et chimique	Changer réseau âgée	1	Mg= 0,5mg/l .....etc	Augmenter fréquence des analyses	Désinfecté Avec produit anti	Le chargé des prélèvements Et responsable analyses
Fuite réseau eau	Pénétration Des microbes Bio et chimique	Contrôle travaux	2	Pb=10ug/l .....etc	Augmenter fréquence des analyses	Réparation réseau, rinçage réseau	Responsable exploitation
Fertilisation des terrains agricoles	Infiltration produit chimique	Traitement des eaux qui sont prêts de terrains agricole	3	Cu=2mg/l .....etc	Augmenter fréquence des analyses	Arrêt de distribution et traitement	Service production et Responsable labo
Stockage carburant	Infiltration produit chimique	Améliorer condition stockage	4	Ba= 0,7mg/l .....etc	Augmenter fréquence des analyses sur lieu	Désinfecté avec produit anti	Service production et responsable eau

Dans le but d'augmenter la fréquence des analyses et de minimiser le temps de détection de la détérioration de la qualité de l'eau, nous avons installé des appareils d'analyse dont les résultats sont transmis instantanément au responsable de la sécurité de l'eau. Ils sont installés dans la phase d'expérimentation à l'entrée des réservoirs de distribution afin de les contrôler avant la distribution et d'assurer une intervention immédiate.

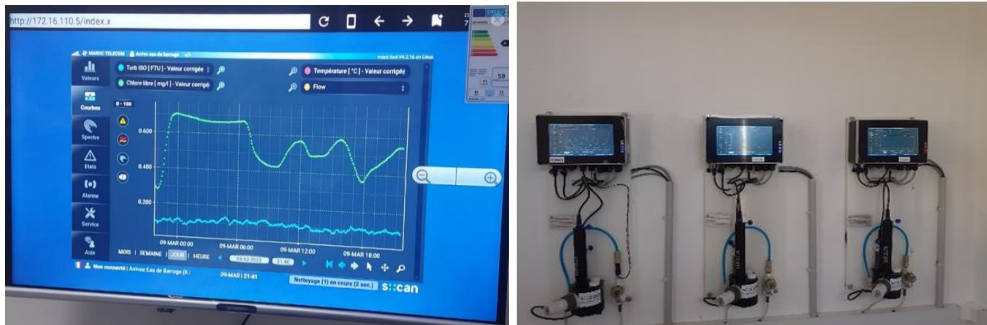


Fig. 5. Analyses 24H/7j

Concernant les mesures de lutte contre le gaspillage de l'eau suite à des fuites dans le réseau ou à la non-adaptation du débit d'eau à la consommation réelle, des détecteurs de fuites et des stabilisateurs de pression sont installés pour voir leur effet sur la performance de l'entreprise. L'installation des stabilisateurs a permis d'adapter la pression aux besoins réels des citoyens afin d'éviter le gaspillage, ce qui aura un impact positif sur la performance ciblée en matière de rendement et de qualité de l'eau distribuée.

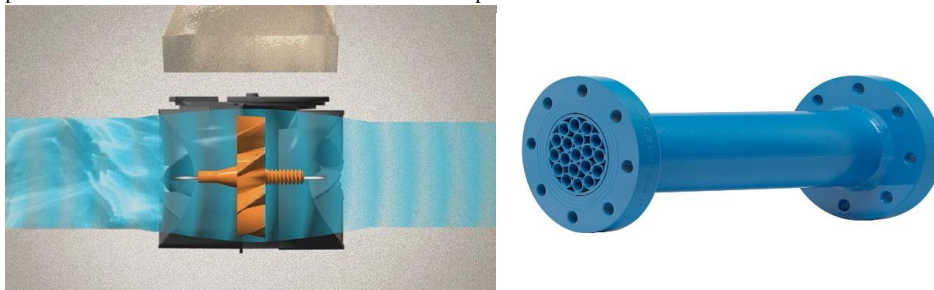


Fig. 6. Stabilisateur de débit et détecteur de fuite réseau

L'installation des stabiliseurs ont permis d'adapter la pression aux besoins réels des citoyens pour éviter le gaspillage , ce qui va impacter positivement le rendement de la société.



Fig. 7. Adaptation de la pression selon les quartiers

D'après ce que nous avons vu sur le plan HACCP, il s'avère que les fuites dans le réseau de distribution constituent le risque le plus difficile à maîtriser, d'où la nécessité de revoir les procédures appliquées en se référant au PGSSS établi. Une simple comparaison entre les procédures de l'entreprise et celles du PSSE indique l'existence d'étapes non appliquées au niveau du distributeur à titre d'exemple :

- Absence de procédure d'évaluation des dangers et de détermination de la manière dont les dangers peuvent pénétrer dans l'eau
- Absence de développement de procédures de soutien à la bonne gouvernance de l'eau potable
- Absence de système de suivi des mesures de contrôle

Les efforts doivent converger vers l'alignement sur le PGSSS et l'adoption d'un système efficace de détection des fuites au niveau du réseau qui sont les principales sources de dégradation de la qualité et de gaspillage de l'eau au niveau du réseau de distribution. L'installation des stabilisateurs de pression et des détecteurs de fuites a donné des résultats significatifs engendrés par la diminution des gaspillages. Les résultats montrent une augmentation de 2,2 % de l'efficacité globale, soit un gain de 450 000 m<sup>3</sup> d'eau, auparavant gaspillée dans le réseau de distribution. D'autre part, l'augmentation de la fréquence des analyses et la rapidité de la détection de la dégradation de la qualité de l'eau ont favorisé l'intervention effective et efficace des équipes de contrôle pour le rétablissement de la situation.

## 6 CONCLUSION :

Une gestion efficace des risques liés à la gestion de l'eau potable nécessite l'identification des dangers potentiels et des événements dangereux susceptibles de se produire. Il s'agit d'identifier tous les dangers potentiels susceptibles d'affecter la qualité de l'eau potable. Il peut s'agir de contaminations microbiologiques, chimiques ou physiques, de dysfonctionnements des infrastructures, d'événements climatiques extrêmes, etc. Une fois les dangers identifiés, il est important d'évaluer le niveau de risque associé à chacun d'entre eux. Une fois les dangers identifiés, il est important d'évaluer le niveau de risque associé à chacun d'entre eux. Il s'agit de prendre en compte la probabilité d'occurrence de l'événement dangereux et la gravité des conséquences potentielles. L'évaluation peut être réalisée à l'aide de méthodes quantitatives ou qualitatives. Après avoir évalué le niveau de risque de chaque danger, il est nécessaire de les hiérarchiser en fonction de leur importance. Cela permet de concentrer les efforts de l'identification des sources des risques les plus critiques et de définir les mesures de gestion les plus appropriées. Une fois les risques prioritaires identifiés, des stratégies de gestion des risques doivent être élaborées. Cela peut inclure la mise en place de mesures de prévention, de contrôle et de surveillance afin de réduire la probabilité d'occurrence des risques identifiés et d'atténuer leurs conséquences potentielles. Les mesures de gestion des risques doivent être mises en œuvre de manière efficace. Cela implique l'élaboration de plan d'action détaillé, l'allocation des ressources nécessaires, la formation du personnel, la mise en place de systèmes de surveillance et de contrôle, etc. Il est important de contrôler et d'évaluer en permanence l'efficacité des mesures de gestion des risques mises en place, ce qui permet de procéder aux ajustements nécessaires et d'assurer une amélioration continue de la gestion de l'eau potable. L'identification des dangers potentiels et l'évaluation du niveau de risque associé sont des étapes essentielles pour une gestion efficace menaçant la qualité de l'eau potable. Cela permet de mettre en place des mesures appropriées pour prévenir,

contrôler et atténuer les risques, assurant ainsi la sécurité et la salubrité de l'eau potable pour les populations concernées.

Dans l'objectif de partager cette recherche avec le plus grand nombre des gestionnaires de la distribution d'eau potable, nous s'engagerons à publier cet article en plusieurs langues pour contribuer aux efforts de la protection cette ressource naturelle vitale .

## References

- [1]. A global regulations and standards of drinking – water quality, World Health Organization edition 2021
- [2]. Muhamed. T, Muhsan. E, Sidra. R, Nasser. S. Investigation the Drinking Water Quality and Associated Health Risks in Metropolis Area of Pakistan Sec. Polymeric and Composite Materials Volume 9 – 2022
- [3]. Karunanidhi, D., Aravinthasamy, P., Subramani, T. *et al.* Revealing drinking water quality issues and possible health risks based on water quality index (WQI) method in the Shanmugam River basin of South India. *Environ Geochem Health* **43**, 931–948 (2021).
- [4]. Bourekkadi, S. *et al.* Intelligent technology solutions at the service of energy consumption management. E3S Web of Conferences, 2021, 234, 00108
- [5]. Tsitsifli, S., Tsoukalas, D.S. Water Safety Plans and HACCP implementation in water utilities around the world: benefits, drawbacks and critical success factors. *Environ Sci Pollut Res*
- [6]. Gil L, Ruiz P, Font G, Manyes L\*An overview of the applications of hazards analysis and critical control point (HACCP) system to mycotoxins *Rev. Toxicol* (2016) V 33:50-55
- [7]. Chinaza Godswill Awuchi (2023) HACCP, quality, and food safety management in food and agricultural systems, *Cogent Food & Agriculture*, 9:1, 2176280,
- [8]. M.L. De Baat , M.H.S. Kraak *et al* .Effect-based nationwide surface water quality assessment to identify ecotoxicological risks, *Water Research* Volume 159, 1 August 2019, Pages 434-443-ELSEVIER
- [9]. Sara. G, Vanesa. W, Luke.M *et al.* Water quality risks in the Murray-Darling basin *Australasian Journal of water Resources*, volume 27 -2023, pages 85-102
- [10]. Unigwe, C.O., Egbueri, J.C. Drinking water quality assessment based on statistical analysis and three water quality indices (MWQI, IWQI and EWQI): a case study. *Environ Dev Sustain* **25**, 686–707 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10668-021-02076-7>
- [11]. Jakob .B, Sebastian .S , Sasha .B. Water quality and ecological risks in European surface waters – Monitoring improves while water quality decreases .*Environment International* ELSEVIER Volume 152, July 2021,
- [12]. Khan, M.H., Nafees, M., Muhammad, N. *et al.* Assessment of Drinking Water Sources for Water Quality, Human Health Risks, and Pollution Sources: A Case Study of the District Bajaur, Pakistan. *Arch Environ Contam Toxicol* **80**, 41–54 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00244-020-00801-3>
- [13]. MdEau, 2016. State of the quality of water resources in Morocco (year 2014-2015) Ministry Delegate to the Ministry of Energy, Water and the Environment, in charge of Water.
- [14]. United Nations Environment Programme, 2015. Good practices for regulating wastewater treatment: legislation, policies and standards.
- [15]. Ssouaby, S., Naim, H., Tahiri, A., Bourekkadi, S. Sensitization Towards Aerosol Optical Properties and Radiative Forcing, Real Case in Morocco. E3S Web of Conferences, 2021, 319, 02027
- [16]. A global regulations and standards of drinking – water quality, World Health Organizations Edition 2022
- [17]. Franck Galland, André Viau 2020, Risques et menaces sur les installations hydraulique Les premiers enseignements de la crise sanitaire, *Revue Défense Nationale* 2020/8 (N°833) , p 52 à 59 .cairn. Info