

MÉMOIRE

# PERCHLORATES

Quelles actions mettre en œuvre pour assurer la sécurité sanitaire en cas de teneur élevée en perchlorates dans l'EDCH mise en distribution sur le territoire de Bordeaux Métropole ?

**CLÉMENCE MORICE**

Master Mention Santé Publique Parcours Méthodes et outils d'évaluation des risques sanitaires liés à l'environnement METEORES

ARS Nouvelle-Aquitaine  
Délégation Départementale de la Gironde  
Pôle Santé Publique et Santé Environnementale  
Cellule Eau d'alimentation et santé

Encadrant professionnel :  
Baptiste GROFF  
Encadrant pédagogique :  
Nathalie BONVALLOT

---

# Remerciements

---

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire, aussi bien au sein de l'ARS que dans l'équipe pédagogique de l'EHESP.

Je voudrais dans un premier temps remercier, mon référent professionnel Monsieur Baptiste GROFF, responsable de la cellule eau d'alimentation et santé à l'ARS Nouvelle-Aquitaine, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je remercie également toute l'équipe Santé Environnement de l'ARS pour leur soutien constant et leurs encouragements, et qui m'a aidé lors de la réflexion et la rédaction de ce mémoire.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, et toutes celles qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire :

- Messieurs Gregory ROULIN et Jean-Baptiste LALECHERE de la DD 74 de l'ARS Auvergne-Rhône-Alpes ;
- Monsieur Pascal GROSSIER de l'ARS Centre-Val de Loire ;
- Mesdames Gaëlle CHÂTEAU et Marie FIORI de l'ARS Haut-de-France ;
- Monsieur Raphaël POVERT de l'ARS Ile-de-France ;
- Messieurs Nicolas REYNAUD et Yannick VERDENAL de l'ARS Grand-Est ;
- Madame Céline BERNEDE de Suez ;
- Mesdames Karine ANGELI, Aurélie MATHIEU-HUART et Éléonore NEY de l'Anses ;
- Et Mesdames Béatrice JÉDOR et Nathalie FRANQUES de la DGS.

Je remercie enfin Madame Frédérique CHEMIN, responsable du pôle santé environnement Gironde et Lot-et-Garonne et Madame Nathalie BONVALLOT, ma référente pédagogique de l'EHESP pour avoir relu et corrigé mon mémoire. Leurs conseils de rédaction ont été très précieux.

---

# Sommaire

---

Résumé.....	5
Abstract.....	6
<b>1 Introduction.....</b>	<b>7</b>
1.1 Caractéristiques des perchlorates et recommandations .....	7
1.2 Historique à l'échelle nationale .....	7
1.3 Historique à l'échelle de la métropole bordelaise et sa gestion actuelle.....	8
<b>2 Objectifs et enjeux du stage.....</b>	<b>8</b>
2.1 Objectifs du stage.....	8
2.2 Questionnement .....	9
<b>3 Méthodologie.....</b>	<b>10</b>
3.1 Revue de la littérature et des connaissances actuelles.....	10
3.2 Entretiens auprès des différentes parties prenantes .....	10
3.3 Projet de protocole .....	10
3.4 Calendrier .....	11
<b>4 Résultats.....</b>	<b>11</b>
4.1 Le système de production d'EDCH en France .....	11
4.1.1 Origine de l'eau potable .....	11
4.1.2 Production de l'eau potable à partir des eaux souterraines .....	11
A) Principe, organisation et responsabilités .....	11
B) Contrôle sanitaire (CS).....	12
- <i>Acteurs</i> .....	12
- <i>Analyses</i> .....	13
4.2 Gestion des perchlorates dans l'eau.....	14
4.2.1 Caractéristiques des perchlorates et utilisations.....	14
4.2.2 Évaluation du risque sanitaire des perchlorates .....	14
A) Identification du danger .....	14
4.2.3 Etat des lieux des mesures de gestion des perchlorates dans l'EDCH à l'international	
18	
C) Exposition chronique d'origine naturelle.....	18
D) Exposition chronique d'origine anthropique.....	18
4.2.4 Etat des lieux des mesures de gestion des perchlorates dans l'EDCH à l'échelle	
nationale.....	18
4.3 Analyse de la problématique locale .....	21
4.3.1 L'industriel à l'origine des contaminations.....	21
4.3.2 Réseau hydrologique local .....	21
A) Réseau superficiel : la Jalle.....	21
B) Réseau profond : les calcaires de l'Oligocène.....	21

4.3.3	Système de production et d'adduction d'eau du champ captant.....	22
4.3.4	Surveillance des perchlorates dans l'eau.....	23
4.3.5	Chronologie des contaminations de l'eau brute du champ captant.....	25
4.3.6	Plan de gestion de l'alerte sanitaire perchlorate .....	27
	A) ArianeGroup .....	27
	B) Suez et Bordeaux Métropole.....	27
	C) La DREAL.....	28
4.3.7	Mesures de gestion de la pollution au perchlorate .....	28
4.4	Réalisation d'un protocole de gestion adapté.....	29
4.4.1	Processus de réalisation du protocole .....	29
	A) Problématique quantitative de l'eau .....	30
	B) Contrôle par l'ARS des eaux traitées après l'alerte environnementale.....	30
	C) Rejet ponctuel ou continu dans la Jalle .....	30
	D) Répétabilité de la pollution .....	31
4.4.1	Définition du protocole final .....	31
	A) Versions retenues.....	31
	B) Mesures préventives complémentaires aux protocoles pour limiter la pollution	31
<b>5</b>	<b>Discussion et mise en perspective des résultats .....</b>	<b>36</b>
5.1	Evolution des valeurs actuelles concernant la gestion d'une exposition chronique et faisabilité de proposer une valeur pour une exposition subchronique .....	36
5.2	Potentielle erreur d'analyse.....	37
5.3	Limites du protocole .....	37
	<b>Conclusion.....</b>	<b>39</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>41</b>
	<b>Annexes.....</b>	<b>46</b>

---

## Liste des sigles utilisés

---

AGS : ArianeGroup Sas

Anses : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ARS : Agence régionale de santé

BM : Bordeaux Métropole

CS : Contrôle sanitaire

CSP : Code de la Santé Publique

DGS : Direction Générale de la Santé

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DSP : Délégation de service public

EDCH : Eau destinée à la consommation humaine

EPA : Environmental Protection Agency

EPCI : Etablissement public de coopération intercommunale

ESO : Eaux souterraines

FP2E : Fédération professionnelle des entreprises de l'eau

ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement

LDA : Laboratoire départemental d'analyses

LHN : Laboratoire d'Hydrologie de Nancy (Anses)

NOAEL : Non Observed Adverse Effect Level (Dose sans effet toxique observable)

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

POI : Plan d'Opération Interne

PRPDE : Personne responsable de la production et distribution de l'eau

REACH : Enregistrement, évaluation et autorisation des produits chimiques

SE : Santé environnement

SNPE : Société nationale des poudres et des explosifs

UDI : Unité de Distribution de l'eau potable

UGE : Unité de Gestion de l'Eau

VG : Valeur Guide

VTR : Valeur toxicologique de référence

---

## Table des figures

---

Figure 1 :	Types d'analyses et lieux de prélèvements sur le système de production d'eau potable.....	13
Figure 2 :	Valeurs guides des ions perchlorates publiées par des Agences d'évaluation des risques sanitaires, nord-américaines, européennes ou internationale et la Direction Générale de la Santé.....	17
Figure 3 :	Synthèse non-exhaustive des modalités de gestion mises en place sur le territoire nationale par les ARS, d'après les entretiens réalisés lors du stage.....	20
Figure 4 :	Schéma des principes de transfert des ions perchlorates du site d'ArianeGroup jusqu'au réseau de production et de distribution d'EDCH de BM.....	22
Figure 5 :	Schéma de l'alimentation des réservoirs concernées par une pollution aux ions perchlorates sur le site de Saint-Médard-en-Jalles.....	24
Figure 6 :	Chronologie des pollutions de la Jalle et des ressources situées à proximité du site ArianeGroup de Saint-Médard-en-Jalles (de 2010 à 2022).....	25
Figure 7 :	Tableau récapitulatif des différents paramètres pris en compte dans la construction des protocoles de gestion d'une contamination en ions perchlorates de la Jalle ou des eaux traitées).....	29
Figure 8 :	Première proposition de protocole de gestion lors d'un épisode de pollution ponctuelle de l'EDCH de BM (Protocole 1 ou P1) ).....	33
Figure 9 :	Deuxième proposition de protocole de gestion lors d'un épisode de pollution ponctuelle de l'EDCH de BM (Protocole 2 ou P2).....	34
Figure 10 :	Proposition <u>intermédiaire</u> de protocole de gestion lors d'un épisode de pollution ponctuelle de l'EDCH de BM (Protocole 3 ou P3).....	35

## Résumé

Au cours de ces dernières années, plusieurs ressources en eau destinée à la consommation humaine (EDCH) du territoire de Bordeaux Métropole ont été contaminées ponctuellement par des ions perchlorates. Ces ressources participent à l'approvisionnement de 390 000 habitants. Le risque sanitaire que représente l'ingestion via l'EDCH des ions perchlorates, de manière ponctuelle, est peu connu. Jusqu'à ce jour, en l'absence de valeurs réglementaires, ces événements ont été gérés au cas par cas, sans procédure formalisée. L'objectif de ce stage a été de proposer des modalités de gestion encadrant notamment la diffusion des recommandations de consommation auprès de la population lors des pollutions.

Un recueil des problématiques liées à la présence des ions perchlorates dans l'EDCH a été réalisé au niveau national, auprès des différentes ARS. Ces travaux ont été menés de pair avec une revue des connaissances actuelles pour caractériser les perchlorates, et préciser la problématique sur le territoire girondin. Les résultats de ces travaux ont été discutés avec les experts de l'Anses et de la Direction Générale de la Santé.

Compte tenu du caractère spécifique de la problématique sur le territoire, plusieurs protocoles de gestion ont été co-construits et proposés à l'ARS. Trois protocoles ont été retenus et présentés à la DGS pour validation. Au vu des enjeux liés à ce dossier, dépassant les enjeux départementaux en santé environnement (domaine de la défense nationale, enjeux économiques et politiques), des modalités de gestion avec des degrés de protection différents sont proposées. Plus le degré de protection est important, plus les enjeux que soulève la problématique sont affectés. La proposition de gestion intermédiaire semble être un bon compromis entre la protection sanitaire et les conséquences de son application. La présentation de ces protocoles aux parties prenantes nécessite d'être accompagnée par le renforcement des mesures de sécurisation du site polluant pour réduire la fréquence d'apparition de ces événements.

## **Abstract**

In recent years, several water resources intended for human consumption in the territory of Bordeaux Metropole have been contaminated by perchlorate ions. These resources contribute to the supply of 390,000 people. The health risk posed by the occasional ingestion of perchlorate ions via water intended for human consumption is poorly understood. Until this day, in the absence of regulatory values, these events have been managed on a case-by-case basis, without a formal procedure. The objective of this course was to propose management methods for the dissemination of consumption recommendations to the population during pollution.

A compilation of the problems related to the presence of perchlorate ions in water intended for human consumption was carried out at the national level, with the various ARS. This work was conducted in conjunction with a review of current knowledge to characterize perchlorates, and clarify the problem in the Gironde territory. The results of this work were discussed with the experts of l'Anses and the Direction Générale de la Santé.

Given the specific nature of the problem in the territory, several management protocols were co-constructed and proposed to the ARS. Three protocols were selected and presented to DGS for validation. In view of the issues related to this file, going beyond the departmental issues in environmental health (field of national defense, economic and political issues), management modalities with different degrees of protection are proposed. The higher the level of protection, the more affected the issues raised by the issue. The proposal for interim management seems to be a good compromise between health protection and the consequences of its application. The presentation of these protocols to stakeholders needs to be accompanied by the strengthening of measures to secure the polluting site to reduce the frequency of occurrence of these events.



# 1 Introduction

## 1.1 Caractéristiques des perchlorates et recommandations

Les ions perchlorates présentent une toxicité thyroïdienne. Ils peuvent agir comme inhibiteurs compétitifs du passage actif des ions iodure de la circulation sanguine dans les cellules des follicules thyroïdiens (1). Les fenêtres d'exposition les plus sensibles sont la période fœtale et la petite enfance. Les ions perchlorates ( $\text{ClO}_4^-$ ) sont très solubles dans l'eau et principalement présents sous forme de sels, notamment le perchlorate d'ammonium, de potassium, de magnésium, ou de sodium (2). La présence d'ions perchlorates dans l'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) fait l'objet de questionnements en termes de risque sanitaire.

En l'absence de seuils réglementaires, ce paramètre doit faire l'objet de recommandations de consommation pour protéger un public particulier (nourrissons, femmes enceintes ou allaitantes), lorsque des valeurs guides sont dépassées. Elles indiquent de limiter la consommation d'eau dont la teneur en ions perchlorates dépasse 15  $\mu\text{g/L}$  pour les femmes enceintes et allaitantes et de limiter l'utilisation d'eau dont la teneur en ions perchlorates dépasse 4  $\mu\text{g/L}$  pour la préparation des biberons des nourrissons de moins de 6 mois (1).

## 1.2 Historique à l'échelle nationale

Sur le plan national, les ions perchlorates ont été la cible d'une campagne nationale lancée par la Direction générale de la santé, confiée au laboratoire d'hydrologie de Nancy (LHN) de l'Anses, et menée sur l'ensemble des départements métropolitains et d'outre-mer, représentant 25 % de la population consommatrice d'EDCH. Cette campagne nationale a été couplée à une campagne spécifique sur des points dits « sensibles à une pollution au perchlorate », tels que des anciennes zones de guerre ou bien des sites industriels ou agricoles. Elle a été menée de la période allant de juin à octobre 2012 en collaboration avec la Fédération Professionnelle des Entreprises de l'Eau (FP2E) sur 66 eaux de captages et 58 eaux traitées (1). Les ARS se sont alors approprié ce risque méconnu auparavant. Les principales pollutions identifiées sur ces sites sont : les résidus d'explosifs de champs de bataille et des zones de stockage de munitions de la Première Guerre mondiale dans la région du Nord-Est de la France et de la Picardie ; l'épandage d'engrais importés du Chili dès le milieu du 19<sup>ème</sup> siècle notamment dans la Beauce ; et enfin la proximité d'industries utilisant des explosifs comme sur le territoire de Bordeaux Métropole. Le bilan de la campagne nationale indique que 97 % des captages analysés et 98 % des eaux distribuées analysées mettent en évidence des teneurs inférieures à 4  $\mu\text{g/L}$ . Le bilan de la campagne spécifique

indique que les concentrations retrouvées sont légèrement supérieures à celles de la campagne nationale mais qu'elles restent systématiquement inférieures à 15 µg/L (1).

### 1.3 Historique à l'échelle de la métropole bordelaise et sa gestion actuelle

A Bordeaux, le sujet est connu depuis 2011, avec l'identification d'un site industriel qui a pu contaminer des ressources stratégiques pour la production d'eau potable. C'est d'ailleurs cette découverte qui a initié la démarche de la campagne nationale menée l'année d'après. Jusqu'alors, les perchlorates ne faisaient pas partie des paramètres recherchés dans le contrôle sanitaire de l'eau. Depuis, Bordeaux Métropole, l'Agence régionale de santé (ARS) Nouvelle-Aquitaine et Suez travaillent conjointement pour effectuer une surveillance des zones particulièrement sensibles à cette pollution aux ions perchlorates sur le territoire de Bordeaux Métropole.

Des protocoles de maîtrise du risque environnemental ont été établis, avec un conventionnement entre l'industriel, la personne responsable de la production et distribution de l'eau (PRPDE) et son délégataire, pour identifier la ou les sources de pollution. De plus, des mesures de dépollution des sols et de protection des ressources ont été engagées et l'industriel a amélioré la maîtrise de ses rejets dans l'environnement. Néanmoins, la présence d'ions perchlorates reste possible dans le réseau de distribution. Elle a d'ailleurs été observée ponctuellement en juin 2022 dans l'eau brute, suite à une alerte environnementale.

En l'absence de valeur guide concernant une exposition aiguë aux ions perchlorates, l'ARS se base sur les valeurs de gestion concernant une exposition chronique lors de la gestion d'un évènement de pollution. Lors des dépassements de ces valeurs, la prise de décision concernant la mise en place de recommandations sanitaires doit être appropriée à la nature des risques. Actuellement la gestion de la présence de perchlorate dans l'EDCH est réalisée au cas par cas, en respectant les consignes en vigueur de la DGS. En revanche, il n'existe pas de protocole de gestion spécifique.

## 2 Objectifs et enjeux du stage

### 2.1 Objectifs du stage

Mon stage réalisé à l'Agence régionale de santé (ARS) de Nouvelle-Aquitaine au sein du pôle Santé-Environnement (SE) de la Délégation départementale de la Gironde porte sur le sujet de la gestion des risques sanitaires liés à la pollution de l'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) par les perchlorates sur le territoire de Bordeaux Métropole. Il aboutit à l'écriture d'un mémoire dont les principaux axes s'articulent autour de la réflexion suivante : « Quelles actions de gestion mettre en œuvre pour assurer la sécurité sanitaire

lorsqu'on constate une teneur élevée en perchlorates dans l'EDCH mise en distribution sur le territoire de Bordeaux Métropole ? ».

Ce stage avait comme objectif la réalisation d'un protocole de gestion des risques sanitaires liés à la pollution de l'EDCH par les perchlorates sur Bordeaux Métropole. Pour cela, les missions étaient de réaliser une analyse de la problématique locale, puis de faire un état des lieux des mesures de gestion sur d'autres territoires que la Gironde, pour étudier la possibilité d'adapter ces modalités de gestion au territoire concerné.

## 2.2 Questionnement

A ce jour, la gestion des risques sanitaires liés à la présence d'ions perchlorates dans l'EDCH est la suivante d'après l'article 1321-29 du Code de la Santé Publique (CSP) : [que les limites et les références de qualité aient été ou non respectées ou satisfaites, le préfet, [...]] lorsqu'il estime, sur le rapport du directeur général de l'agence régionale de santé, que la distribution de l'eau constitue un risque pour la santé des personnes, demande à la personne responsable de la production ou de la distribution d'eau, en tenant compte des risques que leur ferait courir une interruption de la distribution ou une restriction dans l'utilisation des eaux destinées à la consommation humaine, de restreindre, voire d'interrompre la distribution ou de prendre toute autre mesure nécessaire pour protéger la santé des personnes.]<sup>1</sup>

Les valeurs guides proposées par l'Anses étant spécifiques à une exposition chronique, on peut alors se questionner sur le risque sanitaire encouru par la population lors d'un dépassement plus ponctuel de ces valeurs. En effet, sur le territoire de Bordeaux Métropole, les valeurs d'ions perchlorates dans les EDCH ont été retrouvées ponctuellement, largement supérieures aux valeurs de gestion proposées par l'Anses. Cette situation pouvant se reproduire, il apparaît nécessaire de caractériser les paramètres qui déterminent l'évolution de la concentration en perchlorates dans l'eau mise en distribution. De plus, l'origine de ces dépassements, un en 2011, un en novembre 2021 et enfin un en juin 2022, semble être industrielle. Il paraît important de se questionner sur l'origine exacte de cette pollution et ses caractéristiques (cinétique, intensité, etc.) afin d'optimiser la prise en charge de l'alerte sanitaire.

---

<sup>1</sup> Article R1321-29 - Code de la santé publique - Légifrance.  
[https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000022049921](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000022049921)

## **3 Méthodologie**

### **3.1 Revue de la littérature et des connaissances actuelles**

Une première partie de ce travail a consisté en une appropriation du fonctionnement de la production d'EDCH. Cela a permis d'identifier les différentes étapes de ce processus ainsi que les acteurs associés. J'ai abordé le volet réglementaire sur la base des documents transmis par l'ARS, tels que les articles du Code de la Santé Publique et la législation liée à la production d'EDCH.

En parallèle, un focus a été fait sur les perchlorates avec l'étude de leurs caractéristiques et de leurs enjeux sanitaires, à travers une revue de la littérature scientifique internationale et nationale, en particulier les sites officiels du Ministère des Solidarités et de la Santé et de l'Anses). De plus, une analyse de la situation locale a été réalisée sur la vulnérabilité de la production d'EDCH aux perchlorates, grâce à l'association du recueil de données de l'ARS et des échanges entre les différents gestionnaires de la qualité de l'eau.

### **3.2 Entretiens auprès des différentes parties prenantes**

La recherche bibliographique réalisée en amont fut complétée par la réalisation d'entretiens semi-directifs auprès de différents acteurs impliqués dans la production et la surveillance de l'EDCH. D'une part, les autres ARS concernées, telles que l'ARS Grand-Est, l'ARS Centre Val de Loire, l'ARS Hauts-de-France, l'ARS Ile-de-France et la délégation départementale de la Haute-Savoie pour des retours d'expérience. Et d'autre part des experts tels que Suez, l'Anses pour son expertise scientifique (un entretien sur l'élaboration de la VTR et des valeurs guides (VG), et un entretien sur la question de la gestion) et la DGS pour le volet gestion ont été interviewés. Des guides d'entretiens adaptés à chaque interlocuteur ont été construits ainsi que des supports de présentation pour animer les échanges. Les guides d'entretiens figurent en Annexes 1, 2,3 et 4.

Les résultats de ces entretiens (9 entretiens) ont été analysés qualitativement puis utilisés pour compléter l'analyse bibliographique.

### **3.3 Projet de protocole**

Ces travaux ont guidé la réalisation d'un projet de protocole spécifique à la gestion des risques sanitaires liés à la pollution de l'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) par les perchlorates sur Bordeaux Métropole. Ce projet de protocole prend la forme d'un arbre de décision sur la gestion à mettre en place selon le niveau de risque sanitaire lié à la présence de perchlorates dans l'eau potable dans les EDCH. Il indique les différentes démarches à

mettre en place lors de dépassements de valeurs stratégiques identifiées lors de ce travail, afin de garantir la sécurité sanitaire de la population de Bordeaux Métropole.

### 3.4 Calendrier

Un calendrier a été réalisé afin de bien répartir le temps de travail sur la période du 1<sup>er</sup> mars 2022 au 29 juillet 2022. La revue de littérature et de l'état des lieux des connaissances actuelles sur le sujet a été réalisée dès le début du stage afin de préparer au mieux les entretiens qui ont été effectués à partir du mois d'avril. Les informations issues de ces échanges ont été exploitées et mises en lien avec la littérature préalablement passée en revue. Enfin, l'écriture du mémoire a été réalisée au fil du stage en suivant le plan énoncé ci-dessus.

## 4 Résultats

### 4.1 Le système de production d'EDCH en France

#### 4.1.1 Origine de l'eau potable

Les sources de prélèvement d'eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) sont soit des eaux de surface (lacs, rivières, etc.) soit des eaux souterraines (aquifères plus communément appelés nappes phréatiques). En Gironde, les EDCH sont principalement captées dans les eaux souterraines (ESO) étant donné que la qualité de l'eau est supérieure dans ces eaux à celle des eaux de surface. En effet, elles sont parfois captées à des centaines de mètres de profondeur garantissant ainsi une meilleure filtration par les sols. De plus, dans la région bordelaise, les aquifères sont souvent des nappes captives et donc, il existe une large couche d'argile en profondeur qui limite fortement l'infiltration de polluants de surface dans l'aquifère. En revanche, compte tenu des caractéristiques géologiques, l'eau de l'aquifère peut contenir des composés naturels tels que le fer, le manganèse et le fluor, qui peuvent être présents en forte quantité à l'état naturel.

#### 4.1.2 Production de l'eau potable à partir des eaux souterraines

##### A) Principe, organisation et responsabilités

La production d'eau potable s'effectue selon trois phases distinctes. Il y a une première phase dite de captage qui consiste à prélever l'eau brute souterraine stockée dans les aquifères et la remonter en surface pour l'acheminer vers l'usine de traitement. Ensuite, une phase de traitement permet de rendre l'eau captée propre à la consommation humaine. Les traitements dépendent de la qualité des eaux brutes souterraines et peuvent être différents en fonction de la localisation des lieux de captage. Une fois traitée, l'eau est ensuite distribuée jusqu'aux compteurs des consommateurs. C'est la personne responsable de la production et

de la distribution de l'eau (PRPDE) qui est responsable du prélèvement, du traitement et de la qualité de l'eau distribuée. En effet, l'article L1321-1 du Code de la Santé Publique (CSP) dispose que : [Toute personne qui offre au public de l'eau en vue de l'alimentation humaine, à titre onéreux ou à titre gratuit et sous quelque forme que ce soit, y compris la glace alimentaire, est tenue de s'assurer que cette eau est propre à la consommation]<sup>2</sup>.

Le territoire couvert par une distribution d'eau assurée par une même PRPDE représente l'Unité de Gestion de l'Eau (UGE), qui comprend une ou plusieurs Unités de Distribution d'eau potable (UDI). Une UDI est alimentée à partir d'un point de distribution et peut être alimentée par plusieurs captages. Une UDI est définie par une continuité de réseau, et gérée par le même gestionnaire. La PRPDE a la responsabilité sanitaire de l'UGE ainsi que des UDI qui la composent.

Les PRPDE assurent la production de l'eau soit en régie, soit en la confiant à une société fermière, par un contrat de délégation de service public (DSP).

## B) Contrôle sanitaire (CS)

### - Acteurs

L'article L.1321-5 dispose que : [Le CS des eaux relève de la compétence de l'Etat et c'est le DGARS qui est chargé de son organisation et qui passe à cet effet le marché d'appel d'offres avec un ou des laboratoires agréés qui sont chargés de recouvrer les frais liés aux prélèvements et aux analyses auprès des PRPDE].<sup>3</sup> En Gironde, le laboratoire titulaire du marché est le Laboratoire départemental d'analyses de la Gironde (LDA33) qui réalise une grande partie des analyses (essentiellement bactériologiques). Les analyses plus spécifiques (notamment physico-chimiques), dont les perchlorates, sont sous-traitées au laboratoire départemental d'analyses de la Dordogne.

En parallèle, les PRPDE effectuent différents prélèvements et analyses de l'eau, dits « autocontrôles » qui permettent d'évaluer la qualité de l'eau potable au cours de sa production<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup>Article L1321-1 - Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. Disponible sur : [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000036511464](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000036511464)

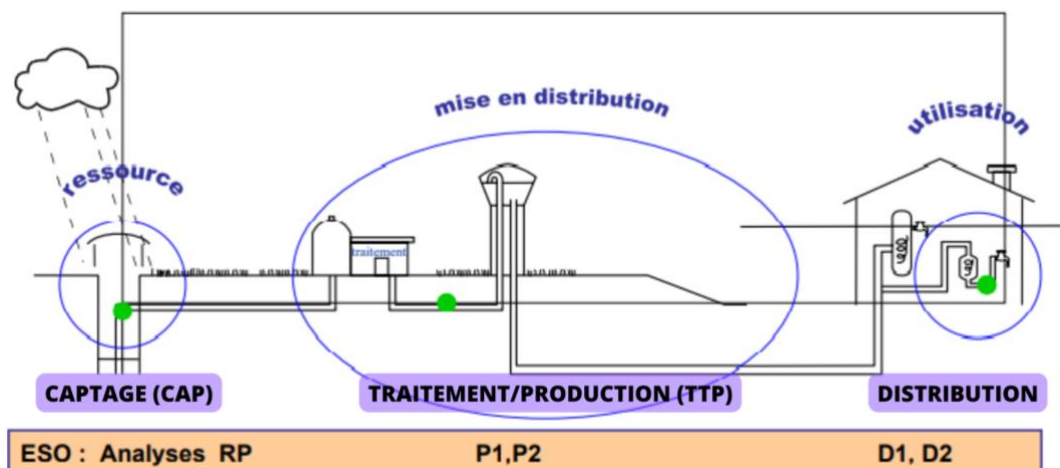
<sup>3</sup> Article R1321-5 - Code de la santé publique - Légifrance [Internet] Disponible sur: [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000022517861/2019-08-0](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000022517861/2019-08-0)

<sup>4</sup> Article R1321-23 – Code de la santé publique – Légifrance [internet] Disponible sur : [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000043182358](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043182358)

- Analyses

Les prélèvements sont effectués à trois niveaux différents de la chaîne de production d'EDCH. Les analyses RP (Ressources Profondes) sont effectuées sur les eaux brutes au niveau du lieu de captage. Ce sont des analyses poussées prenant en compte une liste importante de paramètres (plus de 30 paramètres). Elles sont réalisées une à deux fois par an et statuent sur la qualité de l'eau dans l'aquifère. Ensuite, l'eau est une nouvelle fois prélevée en sortie d'usine de traitement pour vérifier l'efficacité des traitements. Il existe deux types d'analyse au niveau de la sortie de production, les analyses de type P1 réalisées une fois par mois environ, sur les paramètres biologiques et chimiques de base (bactéries coliformes, *Escherichia coli*, etc.), plus succinctes que les analyses de type P2 qui sont plus poussées avec une liste de composés à analyser plus importante (aluminium, arsenic, benzène, etc.). Enfin, des analyses de types D1 et D2 sur le même principe que précédemment sont réalisées au niveau de la phase de distribution pour contrôler la qualité de l'eau directement en point de sortie d'eau potable comme des robinets d'espaces publics par exemple. Ces analyses contrôlent la bonne qualité du réseau de distribution et permettent de détecter toute défaillance sur le système à ce niveau. La figure 1 illustre les différents types d'analyses et les lieux de prélèvements sur la chaîne de production d'eau potable.

Figure 1 : Types d'analyses et lieux de prélèvements sur le système de production d'eau potable



## 4.2 Gestion des perchlorates dans l'eau

### 4.2.1 Caractéristiques des perchlorates et utilisations

Les perchlorates, ou perchlorates d'ammonium, sont des composés chimiques inorganiques de formule  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ . Ils peuvent être d'origine anthropique ou naturelle. Les perchlorates sont incolores et inodores, ce qui rend leur détection difficile dans l'environnement. Ils sont également très solubles dans l'eau et se dissolvent rapidement. Ils sont très mobiles dans le sol et migrent vers les eaux de surface ou souterraines (3).

Actuellement, en France, ils sont majoritairement liés aux activités industrielles, utilisés comme oxydants dans les propergols composites (produits de propulsion utilisés dans les moteurs de fusées, missiles...), pour la fabrication de dispositifs pyrotechniques (feux d'artifice), dans les systèmes de déclenchement des airbags, etc. (4). Ils interviennent principalement dans les domaines militaires et de l'aérospatiale (5).

### 4.2.2 Évaluation du risque sanitaire des perchlorates

- Identification du danger

La première étape de principe d'évaluation de risque sanitaire consiste à identifier l'effet critique, c'est-à-dire « le premier effet néfaste qui survient quand on accroît la dose<sup>5</sup> ». Pour le perchlorate, il s'agit de l'inhibition de l'absorption d'iodures au niveau thyroïdien (6). Il s'agit cependant d'un effet réversible et difficile à réellement identifier puisque plusieurs études contredisent cet effet sanitaire. L'agence allemande BauA mène actuellement des travaux dans le cadre du règlement *Registration evaluation and autorisation of chemicals* (REACH) pour déterminer si les perchlorates font partie de la famille des perturbateurs endocriniens (7).

- Choix de la valeur toxicologique de référence (VTR)

L'Anses a établi en 2011 une première VTR de **0.7  $\mu\text{g.kg pc}^{-1}.\text{j}^{-1}$**  puis a réévalué cette valeur dans son avis de 2022 pour finalement proposer une nouvelle valeur de **1.5  $\mu\text{g.kg pc}^{-1}.\text{j}^{-1}$** (9). Cette VTR a été construite à partir d'un choix de l'étude clé qui met en évidence l'effet sanitaire induit par l'agent étudié. L'Anses et les autres institutions sanitaires internationales ont choisi l'étude clé de *Greer et al.* de 2002 pour établir leurs valeurs toxicologiques de référence (VTR)(6). Cette étude expérimentale menée sur 37 volontaires humains montre : « qu'une exposition au perchlorate de potassium en solution dans l'eau de boisson pendant 14 jours à une dose de  $0.5 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$ , entraîne une légère diminution de la thyrotropine »(8)

---

<sup>5</sup> <https://www.ineris.fr/fr/risques/comment-evaluer-risque/evaluer-risque-chronique>



(hormone qui stimule les sécrétions thyroïdiennes en favorisant le passage de l'iode dans le sang<sup>6</sup>).

La ré-estimation de la VTR résulte d'un choix différent de descripteur de dose, et donc d'une dose critique différente. En effet, la première VTR de 2011 a été évaluée sur la base du niveau d'exposition maximal sans effet observable (NOAEL) qui correspond « au niveau d'exposition le plus élevé pour lequel on n'observe pas d'augmentation statistiquement significative de la fréquence des effets adverses entre un groupe de population exposé et un groupe témoin ». (10) La VTR de 2022 a été construite avec la méthode Benchmark dose, qui permet de déterminer « la limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % de la concentration produisant un effet critique avec une augmentation de la fréquence fixée le plus souvent à 5 ou 10 % ». (10) Un facteur 10 est appliqué à la dose critique obtenue pour prendre en compte la spécificité intra-espèce, « notamment liée au fait que les populations sensibles, notamment les fœtus et les femmes enceintes, peuvent présenter une hypothyroïdie ou une déficience en ions iodure » (12).

- Estimation des expositions

Les populations vulnérables identifiées sont les femmes enceintes, le fœtus et les jeunes enfants, puisque « le stock d'iode dans la thyroïde est plus faible chez le nouveau-né comparativement au sujet adulte » (6). La principale voie d'exposition aux perchlorates est l'ingestion via l'EDCH et l'une des voies d'excrétion est le lait maternel (6). Le fœtus et les jeunes enfants sont donc susceptibles d'être exposés à ces ions de manière chronique tout au long de leurs développements.

- Valeurs guides proposées par les différents instituts

La dernière étape d'évaluation du risque sanitaire consiste à proposer des valeurs applicables dans la gestion du risque qui permettent d'exprimer le risque attendu en fonction des expositions. A ce jour, il n'existe pas de limite ou de référence de qualité pour l'EDCH. En revanche, des valeurs guides ont été construites, à partir de l'équation suivante, pour permettre une gestion du risque adaptée (12) :

$$VG = \frac{VTR * p.c * P}{C}$$

**VG** : Valeur guide exprimée en µg/L

**VTR** : Valeur toxicologique de référence en µg/kg p.c/j

**p.c** : Masse corporelle en kg

**P** : Part d'exposition hydrique en %

---

<sup>6</sup> Développement S. Définition: thyrotropine - Le dictionnaire Cordial, Dictionnaire de français, nom. <https://www.cordial.fr/dictionnaire/definition/thyrotropine.php>

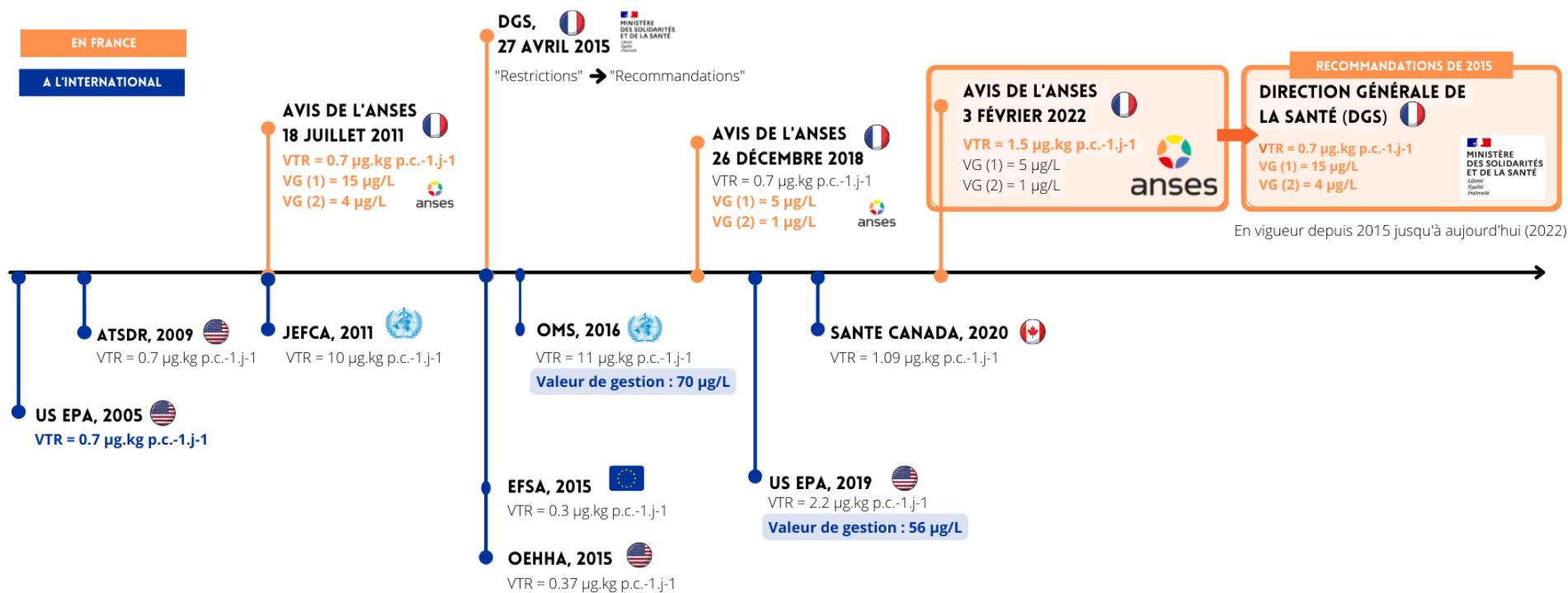
### C : Consommation hydrique en litre par jour

Les VG sont calculées à partir de la VTR retenue dans l'évaluation de risque sanitaire qui est de 0,7 µg/kg p.c/j. Pour calculer une VG adulte, on considère un individu de poids moyen de 70 kg, ayant une consommation hydrique de 2 litres par jour avec une part d'exposition hydrique attribuée à la consommation de perchlorate estimée à 20%. Pour calculer une VG nourrissons, on considère un individu de poids moyen de 5 kg, ayant une consommation hydrique de 0,75 litre par jour avec une part d'exposition hydrique attribuée à la consommation de perchlorate estimée à 20%. Initialement, la part d'exposition hydrique était définie à 60 % en 2011, puis ré-estimée à 20% en 2018 (12). Cette valeur est maintenant similaire à celle proposée par l'OMS. Les VG proposées en 2011 étaient de 4 µg/L et de 15 µg/L. L'Anses a donc proposé de nouvelles valeurs guides en 2018 de 5 µg/L et de 1 µg/L sur la base de cette nouvelle estimation à 20 %(12). La DGS a toutefois choisi de conserver les valeurs guides proposées par l'Anses en 2011(13). Sur la base des avis de l'Anses du 18 juillet 2011 et 20 juillet 2012, la DGS recommande donc, par principe de précaution, de limiter la consommation d'eau (11):

- ✓ dont la teneur en perchlorate dépasse **4 µg/L** pour la préparation des biberons des nourrissons de moins de 6 mois ;
- ✓ dont la teneur en perchlorate dépasse **15 µg/L** pour les femmes enceintes et allaitantes (protégeant ainsi le fœtus et nourrissons).

La figure 2 illustre les différentes VTR et valeurs guides des ions perchlorates publiées par des institutions françaises et internationales au cours du temps. On remarque des VTR différentes qui résultent de choix de méthodes différentes. Ces choix nous amènent à constater une différence importante entre les valeurs guides proposées par l'Anses de **4 et 15 µg/L** en France et celle de l'OMS qui est de **70 µg/L** à l'international.

Figure 2 : Valeurs toxicologiques de référence (VTR) et valeurs guides (VG) des ions perchlorates publiées en France et à l'international depuis 2005 jusqu'à 2022



**VG (1) :** Valeur guide liée à la consommation d'eau pour les femmes enceintes et allaitantes (protégeant ainsi fœtus et nourrissons).

**VG (2) :** Valeur guide liée à l'utilisation d'eau pour la préparation des biberons des nourrissons de moins de 6 mois

#### 4.2.3 État des lieux des mesures de gestion des perchlorates dans l'EDCH à l'international

Au regard de la littérature étudiée, il ne semble pas qu'une contamination **ponctuelle** fasse l'objet d'une réelle problématique de santé publique à l'échelle internationale.

##### C) Exposition chronique d'origine naturelle

Les ions perchlorates sont naturellement retrouvés dans le désert d'Atacama au Chili (14). Les concentrations retrouvées sur les eaux superficielles peuvent aller jusqu'à 1 480 µg/L (15). Entre 5 000 et 11 500 personnes ont pu être exposées aux ions perchlorates via l'eau potable avec des concentrations de 20 à 40 µg/kg p.c/jr (14).

##### D) Exposition chronique d'origine anthropique

En 1997, la Southern Nevada Water Authority a mis en évidence des concentrations importantes d'ions perchlorates dans l'eau du robinet (16). Ces concentrations résultent de la contamination des eaux de surface du Lac Mead au Nevada pouvant participer à l'approvisionnement en eau potable de 15 à 20 millions de personnes (17). Elles provenaient de l'activité d'industries utilisant des perchlorates dans ces procédés de fabrication. La même année, la division de l'environnement du Nevada retient une valeur guide de 18 µg/L en l'absence de valeur nationale (16). A la suite de cette découverte, de nombreuses mesures ont été mises en place pour limiter ces rejets. De fait, les concentrations ont largement diminué dans l'environnement (17). Le 18 juin 2020, l'EPA décide de ne pas publier de réglementation nationale pour les ions perchlorates considérant que « la présence de perchlorates aux niveaux préoccupants pour la santé publique est peu fréquente » (18).

#### 4.2.4 État des lieux des mesures de gestion des perchlorates dans l'EDCH à l'échelle nationale

Comme l'a montré la campagne nationale de 2011 menée par l'Anses, les perchlorates sont bien présents sur le territoire national mais leur répartition est loin d'être homogène. La population française peut être exposée à une faible concentration de manière chronique, ayant pour origine une pollution historique dans les régions agricoles et anciennes zones de combats de la première Guerre mondiale. Elle peut également être exposée de manière aiguë à une concentration plus importante dans le cas de pollution accidentelle par une industrie utilisant les perchlorates.

J'ai pu effectuer plusieurs entretiens avec la délégation départementale de la Haute-Savoie (74) de l'ARS Auvergne-Rhône-Alpes, l'ARS Centre-Val de Loire, l'ARS Grand-Est, ainsi que l'ARS Ile-de-France, et recueillir des documents par l'ARS Hauts-de-France. Il

apparaît que seule la Gironde semble être exposée à des pollutions ponctuelles, contrairement à la grande majorité des captages du territoire national, concernés par des dépassements chroniques (pollutions historiques). Les ARS concernées par des concentrations supérieures aux VG de la DGS diffusent les recommandations associées à ces dépassements par le biais des infographies, par leurs sites internet, et auprès des collectivités. Certaines mettent en place un numéro vert et diffusent en ligne des questions/réponses pour répondre aux interrogations et potentielles inquiétudes de la population. Une synthèse des résultats issus de ces entretiens est présente ci-dessous (Figure 3).

Figure 3 : Synthèse non-exhaustive des modalités de gestion mises en place sur le territoire national par les ARS, d'après les entretiens réalisés lors du stage

ARS	Interlocuteur(s)	Réponse	Entretien ou échange écrit	Problématique territoriale	Nature de l'exposition aux perchlorates via l'EDCH	Gestion concernant une exposition chronique	Protocole établi pour la gestion d'une exposition ponctuelle
ARS Auvergne-Rhône-Alpes, Délégation départementale de la Haute-Savoie	Gregory ROULIN Jean-baptiste LALECHERE	Oui	Entretien en visio le 05/04/2022	Pollution <b>historique</b> de la nappe phréatique du Genevois et de l'Arve, liée à : l'activité passée d'un industriel utilisant le perchlorate dans ses procédés, et la Première Guerre Mondiale	<b>Chronique</b>	<b>Oui</b> - Pas de dépassements des VG dans l'eau distribuée. Pas de transmission de message à la population pour éviter les problèmes de suspicion sur l'eau, privilégier les traitements et les abandons de ressources et l'utilisation de nouvelles sources d'eau	<b>Non</b>
ARS Centre-Val de Loire	Pascal GROSSIER	Oui	Entretien en visio le 13/04/2022	Pollution <b>historique</b> liée à l'activité agricole passée utilisant des engrais du Chili (à base de perchlorate)	<b>Chronique</b>	<b>Oui</b> - Dépassements des valeurs de gestion de la DGS indiqués sur les infofactures envoyées aux abonnés et mises en ligne sur le site de l'ARS et les bulletins ainsi que les recommandations associées, communication auprès des collectivités concernées par des dépassements du seuil de 4 µg/L voir e15 µg/L sous forme de réunions et par courriers + Des dilutions sur le réseau (pas de traitement)	<b>Non</b>
ARS Haut-de-France	Gaëlle CHÂTEAU Marie FIORI	Oui	Communication par mail des éléments de gestion et de contexte généraux sur le territoire	Pollution <b>historique</b> liée à Première Guerre Mondiale	<b>Chronique</b>	<b>Oui</b> - Utilisation de nouvelles ressources d'eau + Un numéro de téléphone, afin de répondre aux questions des usagers, a été mis en place + Diffusion à la population à partir d'octobre 2012 des recommandations de limitation de consommation de la DGS via des courriers (BS et infofactures), sur deux départements	<b>Non</b>
ARS Ile-de-France	Raphaël POVERT	Oui	Entretien en visio le 05/05/2022	Pollution probablement liée à l' <b>activité d'un industriel</b> situé à proximité des ressources	<b>Chronique</b>	<b>Oui</b> - Diffusion des recommandations de limitation de consommation aux communes desservies par l'usine concernée + Mise en ligne d'un document Questions/Réponses	<b>Non</b>
ARS Grand-Est	Nicolas REYNAUD Yannick VERDENAL	Oui	Entretien en visio le 04/05/2022	Pollution <b>historique</b> liée à Première Guerre Mondiale	<b>Chronique</b>	<b>Oui</b> - Fiche interne de gestion des non-conformités pour le paramètre perchlorate	<b>Non</b>

## 4.3 Analyse de la problématique locale

### 4.3.1 L'industriel à l'origine des contaminations

**La société** ArianeGroup dispose de plusieurs sites sur la commune de Saint-Médard-en-Jalles, au nord-est de Bordeaux. L'un d'eux développe du propergol à base de perchlorates d'ammonium, utilisé pour la propulsion du lanceur Ariane 5 et du futur lanceur Ariane 6 (19). L'établissement est une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE), classée SEVESO « seuil haut ». Il produit et stocke le perchlorate qui est une substance dangereuse pour l'espèce humaine et l'environnement (20). Un établissement SEVESO « seuil haut » doit élaborer des plans d'urgence interne (POI) et externe (21).

Historiquement, une poudrerie a été implantée sur le site (sous Louis XIV). En 1971, l'établissement de Saint-Médard-en-Jalles fut repris par la Société Nationale des Poudres et Explosifs (SNPE). C'est la fusion de plusieurs entreprises, dont SNPE, Roxel, Safran, etc. qui aboutit à Herakles puis au nom actuel ArianeGroup (22).

Le site est bordé par des terrains agricoles, des habitations, des terrains en friche ou cultivés (23).

### 4.3.2 Réseau hydrologique local

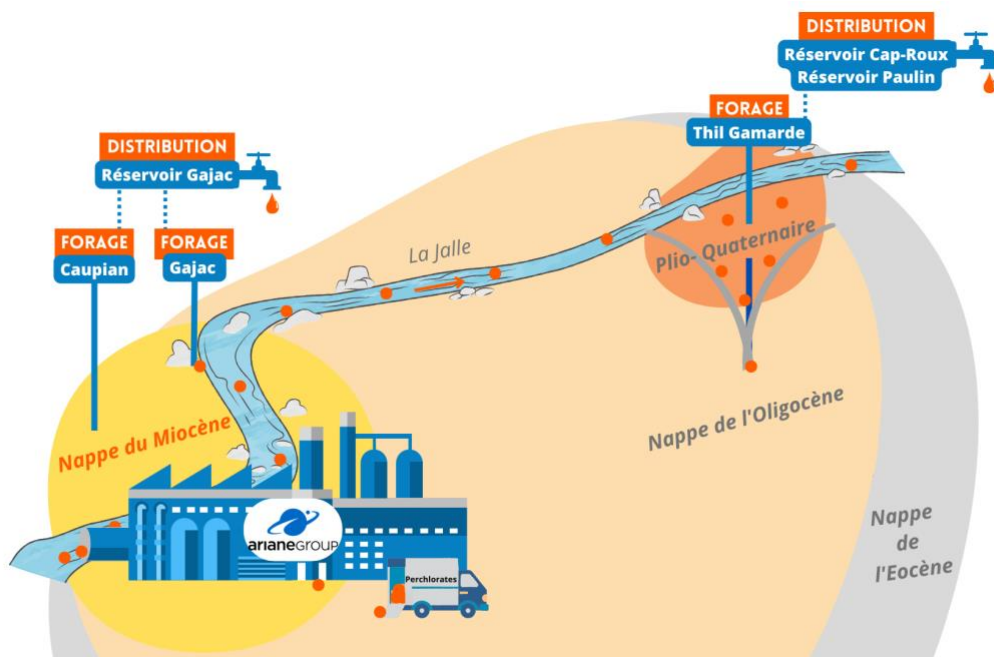
#### A) Réseau superficiel : la Jalle

Le site d'ArianeGroup est implanté au niveau de la confluence de la Jalle et du ruisseau de Magudas. La Jalle est un affluent de la Garonne qui s'écoule sur une longueur totale de 34 km en direction de l'Est. La Jalle est alimentée par un grand bassin versant, qui s'étend sur 12 communes, soit environ 322 km<sup>2</sup> (soit le plus vaste des affluents de l'agglomération) (23). En activité normale, ArianeGroup rejette une quantité réglementée de perchlorates dans la Jalle dans le cadre de son arrêté préfectoral d'autorisation.

#### B) Réseau profond : les calcaires de l'Oligocène

Au droit du site, le principal aquifère susceptible d'être influencé par la Jalle est constitué de la nappe des calcaires de l'Oligocène. Son épaisseur peut atteindre 80 mètres et sa recharge s'effectue généralement à travers les nappes sus-jacentes (Plio-Quaternaire et Miocène). Elle contribue à l'alimentation en eau potable de Bordeaux Métropole, ce qui permet de limiter les prélèvements dans la nappe de l'Eocène, aquifère actuellement déficitaire. Des complexes captant sont implantés au voisinage de la Jalle de Saint Médard (23)

Figure 4 : Schéma des principes de transfert des ions perchlorates du site d'ArianeGroup jusqu'au réseau de production et de distribution d'EDCH de BM



4.3.3

### Système de production et d'adduction d'eau du champ captant

Parmi tous les champs captant de BM, celui du Thil-Gamarde fournit la plus grande contribution au réseau. L'arrêt des ressources vulnérables représente une diminution de 14 % de la production d'EDCH du territoire. Ces captages situés autour du site d'ArianeGroup, participent à la production d'eau pour alimenter un total d'environ 390 000 habitants de la Métropole Bordelaise<sup>7</sup>. Une pollution de ces captages représente alors un réel enjeu de santé publique et une problématique très importante à l'échelle du territoire. L'agrégation de données recueillies lors du stage m'a permis de construire un schéma de l'alimentation des réservoirs concernés par une pollution aux ions perchlorates sur le site de Saint-Médard-en-Jalles, présenté en figure 5. Il illustre la situation des champs captants du site, leurs connexions et leurs contributions respectives dans l'approvisionnement des réservoirs (Cap-roux, Paulin, Cantinolle et Gajac). On retrouve différents paramètres comme leurs positions géographiques par rapport au site ArianeGroup, à la Jalle et ses affluents, et des points de surveillance perchlorate (d'ArianeGroup et de Suez). On peut également retrouver les temps de transfert des perchlorates à partir des points de rejet dans la Jalle jusqu'aux réservoirs, et les différents temps de renouvellement de ces réservoirs.

Ce schéma permet de mieux comprendre la cinétique des ions perchlorates sur le réseau et reflète la complexité du réseau dont résulte la difficulté de la mise en place de mesures de gestion lors d'un épisode de pollution (rejet dans la Jalle supérieur à 7 µg/L). Les points les plus vulnérables à une contamination aux perchlorates lors d'épisode de pollution

<sup>7</sup> Calculé à partir des débits moyens journaliers des ressources



sont : Forage Thil R21, Galerie de Caupian, Galerie Gamarde, Source Bussac et Forage Cantinolle (entourés en noir sur le schéma).

Lors d'une pollution de la Jalle, ces ressources sont immédiatement mises en arrêt pour limiter la diffusion des perchlorates sur le réseau. Cependant, il est possible que l'on ne puisse pas arrêter ces ressources en période de tension quantitative de la production d'EDCH, comme lors de sécheresses. Il est donc important de réfléchir à des modalités de gestion spécifiques lorsqu'il est impossible d'arrêter ces ressources vulnérables.

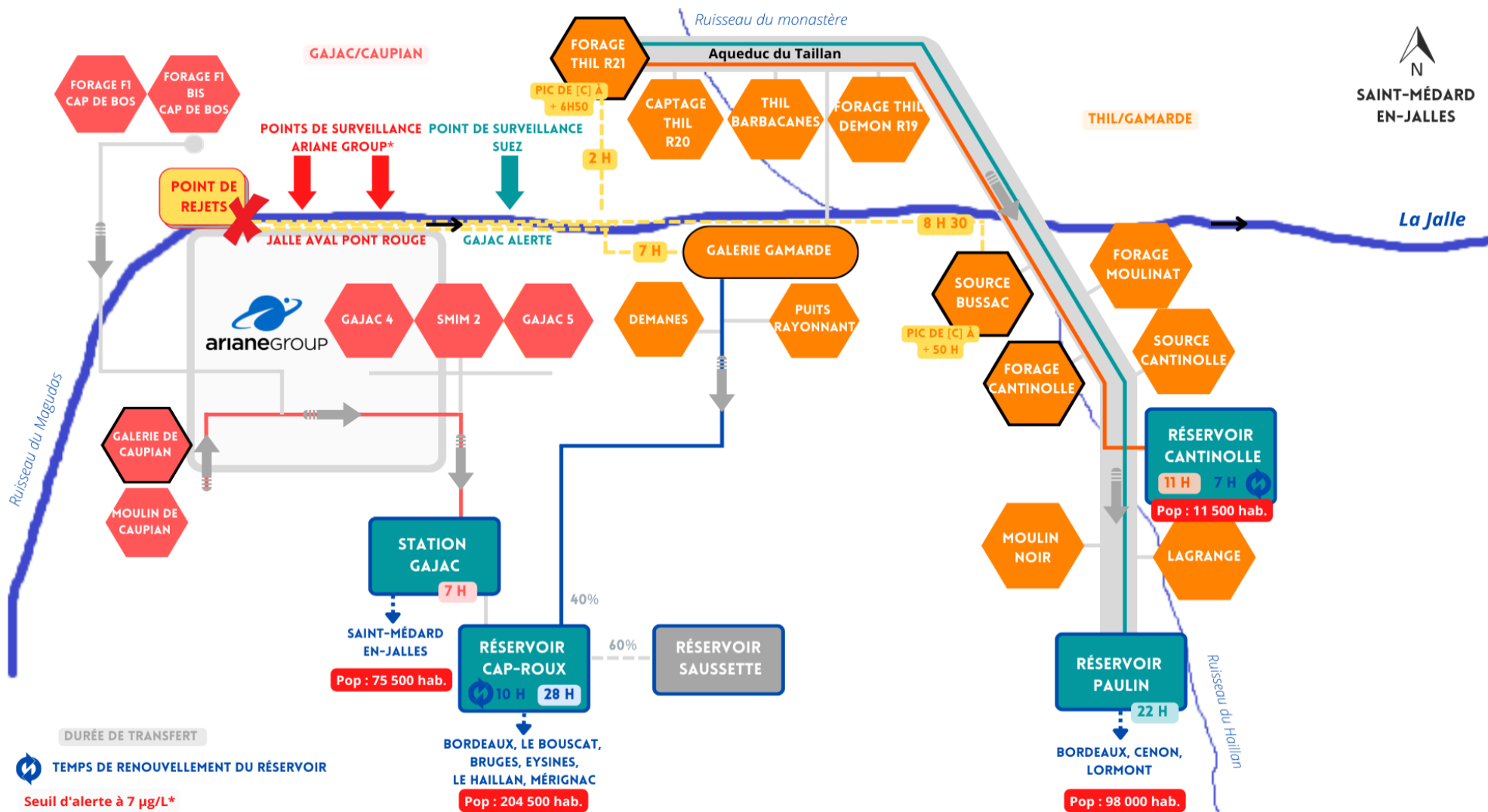
#### **4.3.4 Surveillance des perchlorates dans l'eau**

Les perchlorates sont analysés mensuellement dans le cadre d'un suivi renforcé engagé par l'ARS, sur le réseau de distribution et les usines du système de production de Bordeaux Métropole. Ces résultats sont ensuite transmis à l'ARS qui édite un bulletin avec les interprétations sanitaires relatives à ces résultats (conformité des résultats ou dépassements).

En auto-contrôle, ArianeGroup effectue des prélèvements répétés pendant 24h (à ses points de surveillance « Jalle Aval » et « Pont Rouge ») et recueille la concentration moyenne en perchlorates de la Jalle.

Suez prélève également directement dans la Jalle à son point de surveillance « Gajac alerte ». Les échantillons sont conservés puis analysés lors d'une pollution environnementale suite à l'alerte transmise par ArianeGroup. Suez lance en parallèle les prélèvements et l'analyse des points de surveillance stratégiques sur le réseau de production susceptibles d'être contaminés par une pollution aux perchlorates dès la réception de l'alerte environnementale et transmet ses résultats à l'ARS dans les plus brefs délais.

Figure 5 : Schéma de l'alimentation des réservoirs concernés par une pollution aux ions perchlorates sur le site de Saint-Médard-en-Jalles

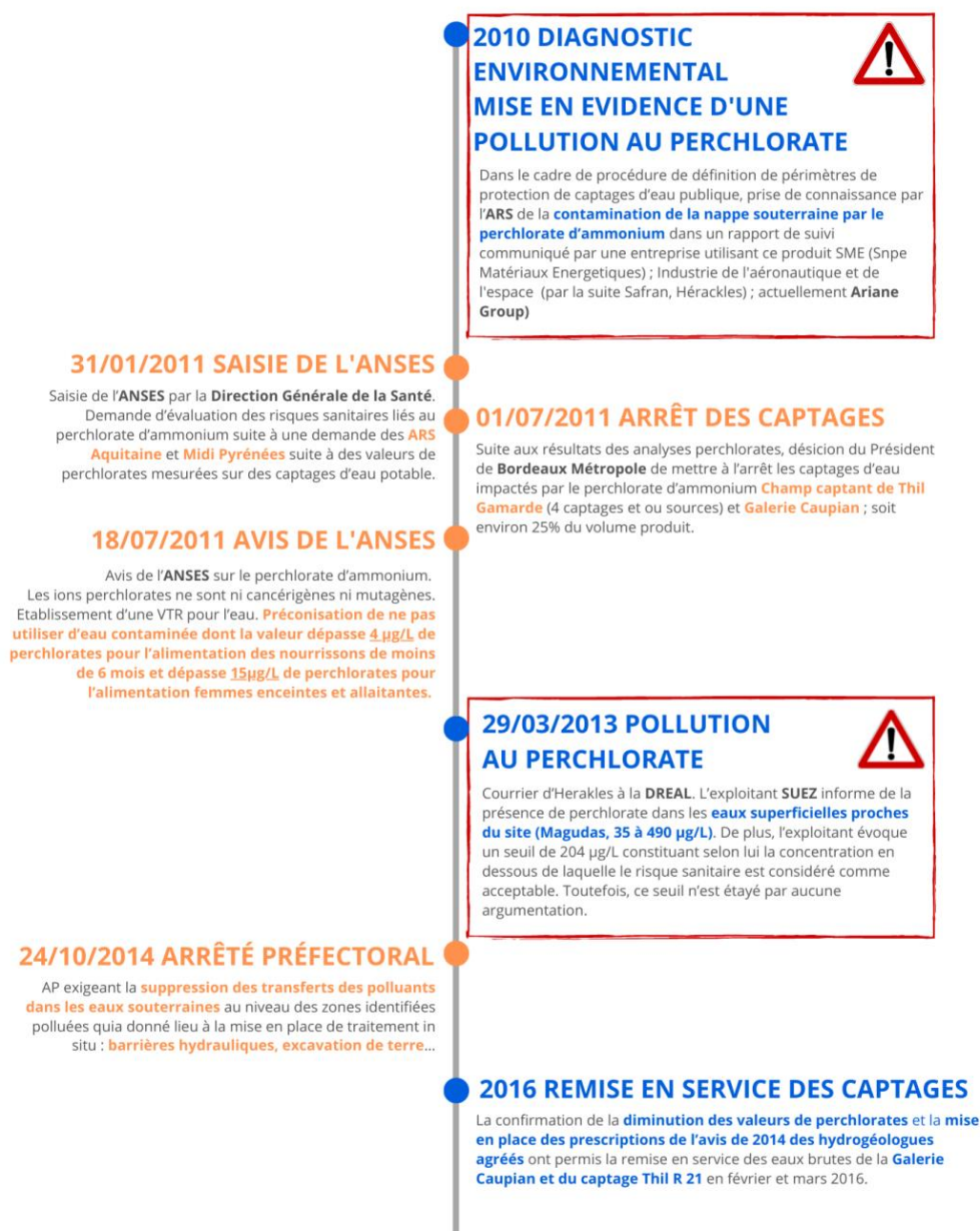


### 4.3.5 Chronologie des contaminations de l'eau brute du champ captant

La présence d'ions perchlorates a été mise en évidence en 2010 lors d'une étude environnementale du site. Celle-ci a révélé des concentrations importantes dans les eaux brutes, en lien avec l'activité de l'industriel situé à proximité. Cette mise en évidence a été suivie par des évaluations, des actions de gestion, et d'autres évènements de pollutions, dont la chronologie est présentée dans la figure 6 ci-après.

Figure 6 : Chronologie des pollutions de la Jalle et des ressources situées à proximité du site ArianeGroup de Saint-Médard-en-Jalles (de 2010 à 2022)

#### Pollution des eaux du site de Saint-Médard-en-Jalles (33160) au perchlorate d'ammonium par les installations de production de propergols



## Pollution des eaux du site de Saint-Médard-en-Jalles (33160) au perchlorate d'ammonium par les installations de production de propergols



### 22/09/2019 POLLUTION AU PERCHLORATE

ArianeGroup relève une valeur moyenne de **48µg/L** sur 24h au niveau du point de surveillance "**Jalle Pont Rouge**" de la plateforme pyrotechnique de Saint-Médard-en-Jalles, suite à de fortes pluies et un débordement de la cave.

### 23/09/2019 RETOUR A LA "NORMALE"

Concentration en ions perchlorates de **2.9µg/L** sur 24h (inférieur au seuil fixé de 7µg/L) au niveau du point de surveillance "**Jalle Pont Rouge**" de la plateforme pyrotechnique de Saint-Médard-en-Jalles. **Pas d'arrêt de la production.**

### 2019 REMISE EN SERVICE DES EAUX BRUTES

Sur le même principe, **les eaux brutes de Galerie de Gamarde** ont été remise en service

### 03/11/2021 ARRÊT DES CAPTAGES

Suite aux résultats des analyses perchlorates, décision de **Bordeaux Métropole** de mettre à l'arrêt les captages d'eau vulnérables à une pollution au perchlorate d'ammonium (**Galerie de Caupian, Galerie Gamarde, Forage Thil 21, Source Bussac, Source Cantinolle**).

### 03/11/2021 POLLUTION AU PERCHLORATE



ArianeGroup relève des valeurs élevées en perchlorates sur ses points de surveillance (**Jalle aval et Pont Rouge**). L'exploitant **SUEZ** informe de la présence de perchlorate au niveau de **Gajac, Galerie Gamarde, Cap-Roux, Thil Forage 21 et Cantinolle** supérieurs aux valeurs guides (**>15µg/L jusqu'à 23,9µg/L**).

### 10/11/2021 REMISE EN SERVICE DES CAPTAGES

Suite aux résultats des analyses perchlorates, dans le cadre du contrôle sanitaire (prélèvements du 09/11) et de l'autosurveillance (06/11) aux points de distribution de Cap-roux, Paulin, Cantinolle et Gajac, **inférieurs au seuil de détection pour le paramètre perchlorates (<1µg/L)**.



### 09/06/2022 POLLUTION AU PERCHLORATE

ArianeGroup relève des valeurs élevées en perchlorates sur ce point de surveillance (**243 µg/L à Pont Rouge**)

### 09/06/2022 ARRÊT DES CAPTAGES

**SUEZ** prend immédiatement la décision de mettre à l'arrêt les captages d'eau vulnérables à une pollution au perchlorate d'ammonium ; **Galerie de Caupian, Galerie Gamarde, Forage Thil R21, Source Cantinolle (Source Bussac est déjà à l'arrêt)**.

### 10/06/2022 PREMIÈRES ANALYSES

ArianeGroup relève des valeurs bien inférieures en perchlorates au niveau de ses points de surveillance (**1 µg/L à Pont Rouge et 5 µg/L à Jalle aval**)  
L'exploitant **SUEZ** informe de la présence de perchlorate au niveau de **Galerie Gamarde (17.5), Thil Forage R21 (3.3)**  
Les résultats des analyses supplémentaires lancées par l'**ARS** confirme la présence d'ions perchlorate au niveau de **Galerie Gamarde (8.1)** seulement.

### 13/06/2022 REMISE EN SERVICE DES CAPTAGES

Suite aux résultats des analyses perchlorates de l'**ARS**, les concentrations sont de nouveaux **inférieures au seuil de détection pour le paramètre perchlorates (<1µg/L)** pour les principaux captages. **Seulement une concentration de 5.8 µg/L à Galerie Gamarde**

...INVESTIGATIONS POUR COMPRENDRE L'ORIGINE DE CES POLLUTIONS

A partir de 2010, la Galerie Gamarde a été arrêtée 8 ans et la Galerie de Caupian et le Forage Thil R21 ont été arrêtés 5 ans. Leur remise en service a été possible après confirmation de la diminution des valeurs de perchlorates dans la Jalle grâce à la mise en place des prescriptions de l'avis des hydrogéologues agréés de 2014.

Même si ces rejets semblent alors contrôlés, en novembre 2021, ArianeGroup a transmis une alerte de pollution environnementale. On retrouve alors sur les captages des concentrations pouvant aller jusqu'à 24 µg/L. Les ressources vulnérables sont immédiatement arrêtées. En revanche, on ne parvient pas à mettre en évidence la contamination sur les eaux traitées en raison du temps de passage des perchlorates sur le réseau trop rapide face au temps de réaction des parties prenantes (temps de prélèvements + d'analyses d'AGS, temps de transmission de l'information et temps de prélèvements et d'analyses de l'ARS). Aucune information n'est donc communiquée à la population. Suite à un retour à la normale des concentrations de perchlorates dans la Jalle, les ressources sont remises en service.

Sept mois plus tard, le 9 juin 2022, pendant ma période de stage, ArianeGroup relève une nouvelle fois des concentrations anormalement très élevées dans la Jalle (moyenne sur 24h : 243 µg/L). Des mesures de gestion identiques à septembre sont appliquées et, en l'absence de perchlorates détectés dans l'eau distribuée, aucune information n'est transmise au public. Deux semaines plus tard, suite à un événement météorologique particulier qui a entraîné de fortes pluies et des tombées de grêle importantes, on retrouve une nouvelle fois des perchlorates dans la Jalle. Cette pollution, à l'origine cette fois-ci de dégâts matériels, a pu exposer une nouvelle fois la population de BM aux ions perchlorates.

#### **4.3.6 Plan de gestion de l'alerte sanitaire perchlorate**

Il existe une convention entre ArianeGroup (ICPE), Bordeaux Métropole (autorité organisatrice du service de l'eau potable, PRPDE), la DREAL (autorité de contrôle sur Ariane), Suez (concessionnaire du service public d'eau potable de BM) et l'ARS. Elle régit la procédure d'alerte en cas de déversement accidentel en provenance du site d'ArianeGroup à Saint-Médard-en-Jalles. Cette convention est renouvelée tous les 3 ans et elle complète le Plan d'Opération Interne (POI) d'ArianeGroup.

##### **A) ArianeGroup**

L'entreprise se doit d'informer au plus vite les parties prenantes lorsque la concentration moyenne est anormalement élevée (25). En pratique, ArianeGroup a émis l'alerte lors des dépassements de plus de **7 µg/L** au niveau de leur point de prélèvement.

##### **B) Suez et Bordeaux Métropole**

Dès la prise de connaissance de l'alerte environnementale, Suez modifie ses modalités de pompage au niveau des captages les plus susceptibles d'être pollués par les ions

perchlorates. Il s'engage à informer les parties prenantes de ces modifications. Bordeaux Métropole est rendu destinataire de tous ces échanges. (25)

### C) La DREAL

Des échanges réguliers (visites selon une fréquence trimestrielle et envoi des bilans annuels) sont également assurés avec la DREAL Nouvelle-Aquitaine pour le suivi de la conformité du site selon la réglementation relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). (22)

#### **4.3.7 Mesures de gestion de la pollution au perchlorate**

Deux arrêtés préfectoraux du 30 janvier 2013 (26) et du 24 octobre 2014 (27) ont été signés à la suite de la pollution de 2011. Ils visent la suppression des transferts des polluants dans les eaux souterraines. En réponse, ArianeGroup a élaboré un plan de maîtrise des risques de rejet de perchlorate et la mise en place de mesures de gestion. Ce plan s'articule autour d'un premier axe sur la maîtrise des sources primaires avec la mise en place d'un prélèvement moyen journalier de la teneur de perchlorate dans la Jalle au niveau des points de surveillance « Jalle aval » et « Pont rouge ». Ce prélèvement est ensuite analysé par le laboratoire d'ArianeGroup dans un délai de 24h. Le deuxième axe est celui de la maîtrise des sources sols avec pour objectif de supprimer la présence de perchlorate dans les sols avec des mesures d'excavation. Enfin, le dernier axe est relatif à la maîtrise des transferts des eaux souterraines en Jalle avec l'installation de trois barrières hydrauliques pour intercepter le transfert des eaux souterraines vers la Jalle et la galerie de Caupian (28). Les mesures mises en place par ArianeGroup ont permis de limiter largement la pollution de la Jalle avec une contribution passant d'environ 30 µg/L à inférieure à 1 µg/L (29). Ces traitements ont été arrêtés après accord de l'inspection des installations classées en juillet 2018 suite à une régularisation des rejets perchlorate (30). Néanmoins, les derniers épisodes de pollution (novembre 2021 et juin 2022) de la Jalle semblent être fortement associés aux rejets du groupe. Des mesures administratives sont actuellement en cours de préparation par la DREAL pour obliger l'industriel à sécuriser tous ses points de rejets potentiels de perchlorate sur le site.



## 4.4 Réalisation d'un protocole de gestion adapté

### 4.4.1 Processus de réalisation du protocole

Le protocole a été premièrement réfléchi sur la base des éléments de gestion mis en place lors des derniers épisodes de pollution et particulièrement du dernier qui datait de Novembre 2021. Puis, il a été ajusté à la suite du nouvel évènement de pollution survenu en Juin 2022, pendant la période de stage.

Six protocoles ont été construits, du plus protecteur au moins protecteur, prenant en compte différents facteurs. Cinq de ces protocoles déroulent des actions de gestion sur la base d'une alerte environnementale dans la Jalle fixée à 7 µg/L. Le sixième protocole propose une procédure de gestion lorsque l'on retrouve une concentration sur les eaux traitées supérieure à 4 µg/L dans le cadre du contrôle sanitaire. La figure 7 résume les différents paramètres de ces protocoles. Les six propositions de protocoles apparaissant en Annexe 5, 6, 7, 8, 9 et 10.

Figure 7 : Tableau récapitulatif des différents paramètres pris en compte dans la construction des protocoles de gestion d'une contamination en ions perchlorates de la Jalle ou des eaux traitées

POINT DE DÉPART	ALERTE ENVIRONNEMENTALE						CONTRÔLE ARS
FACTEURS PRIS EN COMPTE	[JALLE] > 7 µG/L						[EAUX TRAITÉES] > 4 µG/L
ARRÊT OU NON DES EAUX BRUTES	OUI	OUI	OUI	OUI	NON		OUI
CONTRÔLE ARS APRÈS ALERTE	OUI	OUI	OUI	NON	NON		NON
REJET PONCTUEL OU CONTINU DANS LA JALLE	OUI	OUI	NON	NON	NON		OUI
RÉPÉTABILITÉ DE LA POLLUTION	OUI	NON	NON	NON	NON		OUI
ADAPTÉ À L'URGENCE	NON	NON	NON	OUI	OUI		NON
	PROTOCOLE A	PROTOCOLE B	PROTOCOLE C	PROTOCOLE D	PROTOCOLE E		PROTOCOLE F

- protecteur

+ protecteur

#### A) Problématique quantitative de l'eau

Lors de périodes de fortes chaleurs, la demande en eau est particulièrement importante. L'arrêt des captages susceptibles d'être pollués en perchlorates induit une diminution de la production d'eau potable importante (période de tension quantitative). En effet, ces captages alimentent une part très conséquente de la population de BM. Lors de la réception de l'alerte environnementale, les ressources vulnérables sont immédiatement mises à l'arrêt par l'exploitant dans la mesure du possible. Cette procédure limite le passage des ions perchlorates sur le réseau et empêche le dépassement des 4 µg/L au niveau des eaux traitées. Cette mesure de protection n'est pas tout le temps réalisable en temps de tension quantitative. Les protocoles ont donc été réfléchis différemment en fonction de l'arrêt ou non du pompage des eaux brutes.

#### B) Contrôle par l'ARS des eaux traitées après l'alerte environnementale

Une fois l'alerte environnementale reçue, l'ARS effectue des analyses, prioritairement sur les eaux traitées, pour détecter s'il y a un dépassement des valeurs guides. Seulement, lors des derniers épisodes de pollution, le délai entre la pollution dans la Jalle et la réception des résultats de ces analyses était trop court pour identifier une pollution. La réception des résultats peut en effet arriver entre 36 et 60 heures après la pollution environnementale. Les temps de transfert (cf. *Figure 5*) sont au maximum d'environ 35h (du point de rejet en Jalle au réservoir d'eau traitée Cap-roux). Trois protocoles ont été construits en ne proposant pas de contrôle par l'ARS pour une réaction plus rapide.

#### C) Rejet ponctuel ou continu dans la Jalle

Les derniers épisodes de pollution connus ont tous fait l'objet d'un rejet ponctuel dans la Jalle (moins de 24h). Cependant, la possibilité d'un rejet continu a été prise en compte dans la réalisation de certains protocoles. Cela permet le maintien de l'arrêt des ressources vulnérables par exemple, ou bien la diffusion à la population des recommandations de limitation de consommation dans le cas d'une pollution des eaux traitées.

On considère une situation de « pollution persistante » ou de « rejet ponctuel » dès lors que l'ARS reçoit :

- Des analyses de recontrôle dans la Jalle positives (réalisées le jour de la réception des résultats) ;
- Et/ou une information d'une pollution en cours, persistante au moins une journée, sur la base d'éléments du terrain (défaillance technique prolongée, fuite permanente).

A l'inverse, on considère comme « rejet ponctuel » une durée de contamination environnementale inférieure à 36 heures. C'est la durée entre le début du prélèvement pour une moyenne de 24 h et la réception des résultats d'une contre-analyse ponctuelle.



#### D) Répétabilité de la pollution

L'effet sanitaire résultant d'une contamination ponctuelle de l'EDCH aux ions perchlorates n'est pas bien connu. On peut tout de même penser que des contaminations ponctuelles répétées dans le temps peuvent provoquer un potentiel effet sanitaire proche de celui associé à une exposition chronique. Ce facteur de répétabilité a été pris en compte dans deux protocoles. On considère ici que deux expositions ponctuelles successives dans un délai de moins de 6 mois représentent un risque sanitaire pour le nourrisson (la période de vulnérabilité du nourrisson débute à la naissance jusqu'à ses 6 mois) et le fœtus.

#### 4.4.1 Définition du protocole final

##### A) Versions retenues

Les six protocoles ont été présentés et retravaillés avec les ingénieurs et techniciens de la DD33 de l'ARS NA. Deux protocoles ont été retenus puis présentés à la DGS. Ils présentent les modalités de gestion spécifiques au territoire à mettre en place lors d'un potentiel prochain épisode de pollution, en l'absence de valeurs de gestion concernant une contamination ponctuelle.

La première proposition (Figure 8) correspond à la gestion appliquée actuellement par la DD33. Elle prévoit de ne diffuser des recommandations de consommation que si les conditions suivantes sont réunies :

- réception d'une alerte environnementale (signal d'ArianeGroup (AGS) [Jalle] > 7 µg/L) ;
- impossibilité de mettre à l'arrêt les ressources vulnérables (contexte de tension quantitative) ;
- les concentrations des eaux traitées en ions perchlorates sont supérieures à 4 µg/L ;
- et enfin, si la contamination environnementale résulte d'un rejet continu dans la Jalle.

La deuxième proposition de gestion (Figure 9) prévoit la diffusion systématique de recommandations de consommation, dès la réception d'une alerte environnementale (signal d'AGS [Jalle] > 7 µg/L), sans attendre d'autres analyses.

La première proposition de protocole (P1) serait retenue dans un premier temps. Si de nouveaux incidents venaient à se produire, on opterait alors pour la seconde modalité de gestion (P2 : recommandations de consommation diffusées à chaque alerte environnementale).

##### B) Mesures préventives complémentaires aux protocoles pour limiter la pollution

Ces mesures interviennent dans un contexte où les délais entre la pollution de la Jalle et la transmission de l'alerte rendent quasi-impossible la mise en place de mesures de gestion

avant passage dans le réseau, en l'absence de dispositif de mesure en continu de ce paramètre, d'où la gestion préventive.

Leur élaboration et les derniers évènements de pollution qui sont apparus récemment ont souligné la nécessité de prendre des mesures efficaces de réduction des risques, d'une part vis-à-vis de l'industriel, et d'autre part vis-à-vis de la PRPDE :

- L'industriel sera dans l'obligation de sécuriser et/ou obturer tous les points possibles de rejets de part et d'autre de la Jalle (rejets EP, rejets non identifiés...) ;
- L'ARS a demandé la mise en place de mesures pour prévenir les contaminations lors d'épisodes de fortes pluies ou d'orages. Les pollutions récentes ont été associées à des évènements climatiques, qui ont contribué aux rejets de perchlorates dans la Jalle (soit par ruissellement dans des conduites encore polluées, soit par incident technique induit par la foudre). Suez devra mettre les captages vulnérables à l'arrêt dès le déclenchement de ces épisodes. En parallèle, des études sont nécessaires pour corréler le risque de contamination aux évènements météorologiques.

Figure 8 : Version finale de la première proposition de protocole de gestion lors d'un épisode de pollution ponctuelle de l'EDCH de BM  
(Protocole 1 ou P1)

**PROTOCOLE 1**

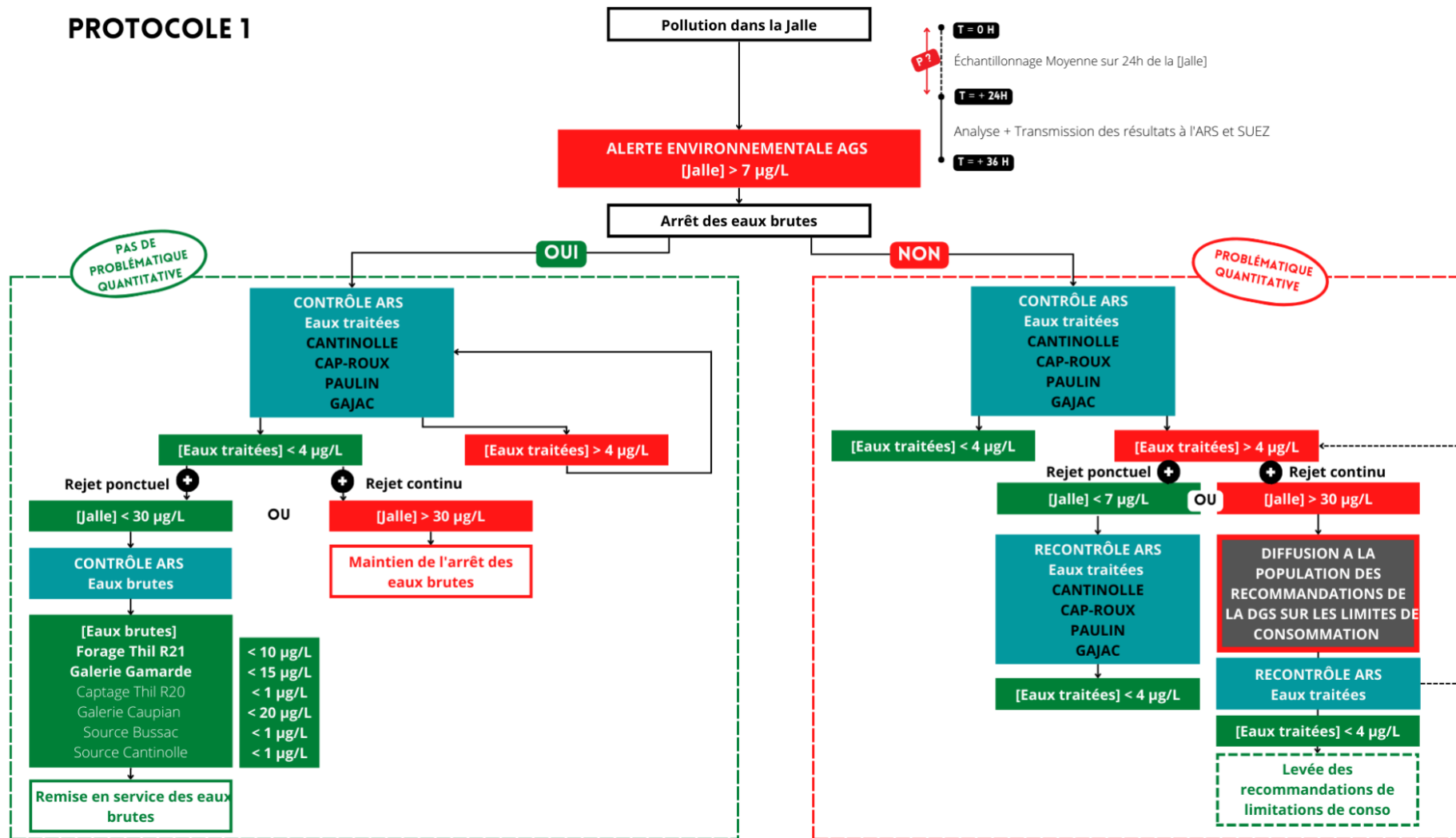
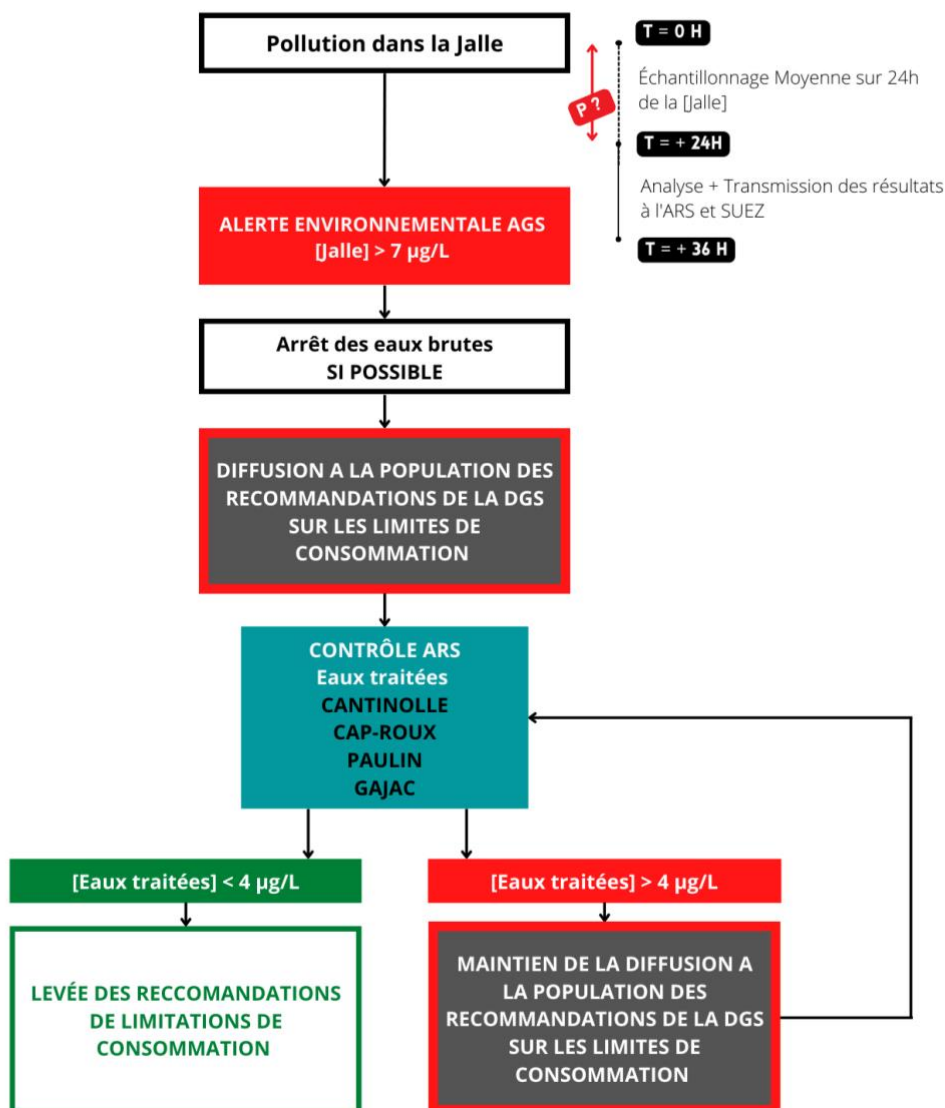


Figure 9 : Version finale de la deuxième proposition de protocole de gestion lors d'un épisode de pollution ponctuelle de l'EDCH de BM (Protocole 2 ou P2)

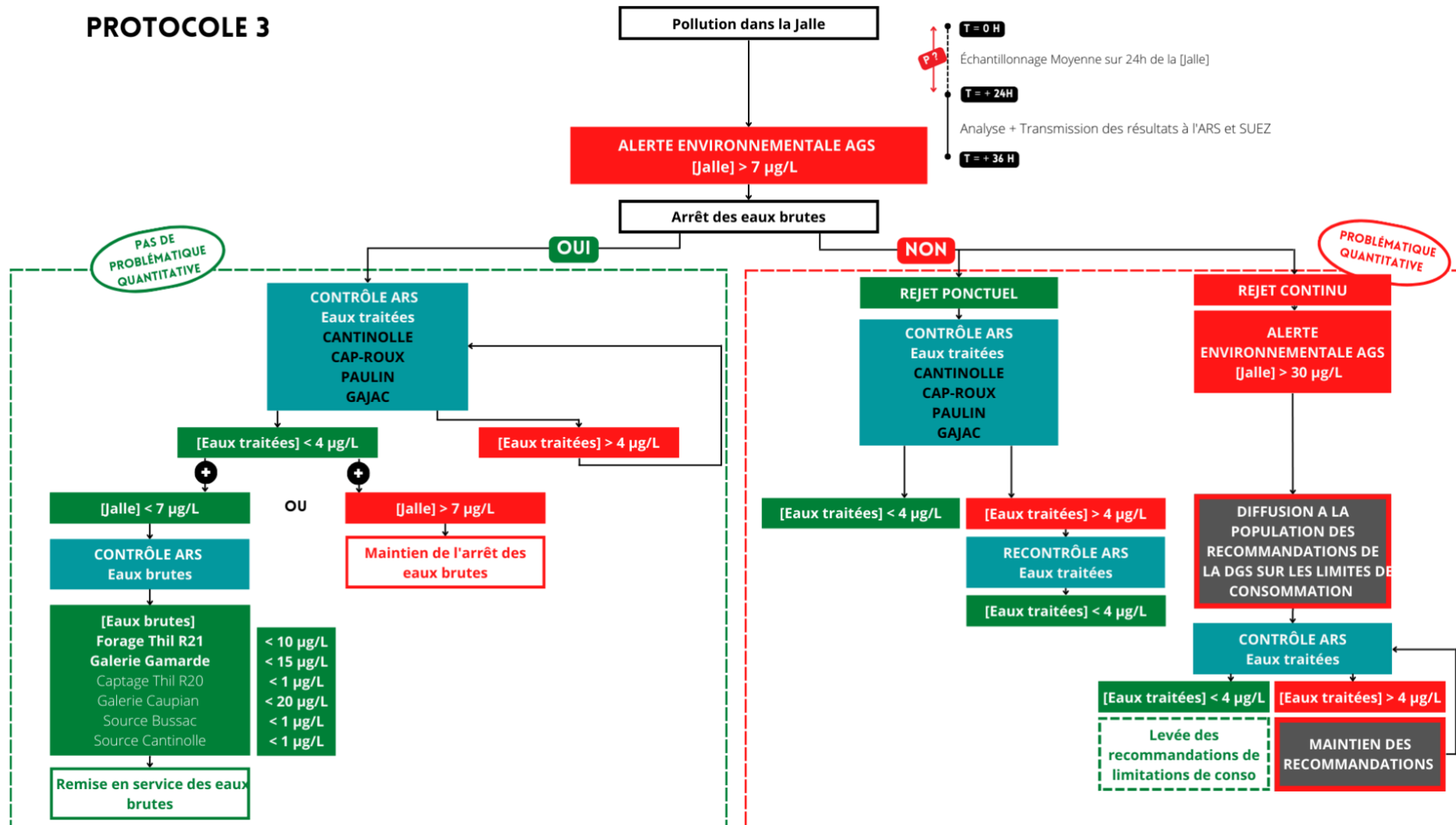
## PROTOCOLE 2



Ces deux protocoles ont été soumis à la DGS pour avis et validation, afin de donner plus de poids aux décisions qui découleront, et de les justifier, notamment en cas de communication de mesures de recommandation d'usage.

Ces échanges ont mené à l'élaboration d'un protocole « intermédiaire », similaire au premier, mais ajoutant une diffusion de recommandations systématique, sans attendre les résultats du contrôle sanitaire, en cas de pollution importante de la Jalle ( $[Jalle] > 30 \mu\text{g/L}$ ) et persistante (rejet continu). Le protocole intermédiaire apparaît en Figure 10.

Figure 10 : Version finale de la proposition intermédiaire de protocole de gestion lors d'un épisode de pollution ponctuelle de l'EDCH de BM  
(Protocole 3 ou P3)



## 5 Discussion et mise en perspective des résultats

### 5.1 Évolution des valeurs actuelles concernant la gestion d'une exposition chronique et faisabilité de proposer une valeur pour une exposition subchronique

Lors de mon stage, j'ai pu questionner l'Anses sur la construction des valeurs de gestion concernant une exposition chronique aux ions perchlorates via l'EDCH. Cet échange a également soulevé la question des disparités entre les différentes valeurs proposées par les différents organismes à l'échelle internationale et les différents choix de construction de ces valeurs. J'ai également pu échanger une seconde fois avec l'Anses sur la possibilité de construire une valeur pour une exposition ponctuelle à ces ions. L'Anses a souligné qu'en l'absence de données suffisantes, elle ne sera pas en capacité de définir une VTR aigue

Par ailleurs, la DGS a émis une note de saisine à l'attention de Santé Publique France (du 19 mai 2022) afin d'obtenir les résultats d'études épidémiologiques sur le sujet dans l'optique de faire évoluer les valeurs actuelles proposées pour une exposition chronique. Ces études porteront sur :

- Une cohorte mère-enfant en population générale, incluant notamment des zones géographiques où l'exposition aux ions perchlorates est avérée ;
- Le recueil d'échantillons biologiques avec un protocole permettant de refléter une exposition aux ions perchlorates ainsi que l'apport en iode et la fonction thyroïdienne de la mère du nouveau-né et du nourrisson ;
- Et le suivi du neurodéveloppement des enfants jusqu'à 6 ans au moins à l'aide de test neuropsychologiques conduits par des professionnels de santé.

Les résultats des précédentes études épidémiologiques sont insuffisants, selon l'Anses, pour permettre de réviser les valeurs actuelles. En effet, il est difficile de renseigner les expositions passées au perchlorate d'ammonium, celui-ci n'étant pas recherché en routine dans l'eau, ainsi il est compliqué d'identifier les populations exposées et non exposées, et les niveaux d'exposition passés. De plus, les perturbations de la fonction thyroïdienne sont fréquentes et non spécifiques du perchlorate d'ammonium, outre de nombreux facteurs non environnementaux, ces perturbations peuvent être également liées à d'autres substances présentes dans l'environnement (ex : nitrates, thiocyanates) (31).

Concernant la problématique spécifique en Gironde, lors de nos échanges avec la DGS, nous avons suggéré de poursuivre les réflexions avec l'Anses sur la faisabilité de l'évaluation des risques sanitaires liés aux ions perchlorate dans le cadre d'une exposition aigue, notamment du fait du caractère perturbateur endocrinien de ces ions. Le protocole de gestion sera ajusté à l'évolution des connaissances et des données fournies par l'Anses. Il a

été construit autour des valeurs guides concernant une exposition chronique aux ions perchlorate dans l'EDCH anciennement proposées par l'Anses et actuellement reprises par la DGS alors que la problématique concerne plus spécifiquement une exposition subchronique (24 à 48h).

## 5.2 Potentielle erreur d'analyse

A la demande initiale de la délégation départementale de la Gironde, un essai inter laboratoire a été mené par le laboratoire hydrologique de Nancy (LHN) de l'Anses afin d'évaluer la fiabilité des analyses effectuées pour le facteur perchlorate par les différents laboratoires impliqués. Cet essai a été mis en place pour confirmer ou écarter l'hypothèse d'erreur analytique concernant les résultats perchlorates retrouvés lors des derniers épisodes de pollution. A ce stade, les résultats indiquent qu'il n'existe pas de différence dans les résultats d'analyse entre les différents laboratoires (LHN, Eurofins (deux méthodes quantitatives évaluées), LDAR24 et le laboratoire d'ArianeGroup). C'était l'hypothèse qui avait été retenue par l'industriel pour expliquer l'origine de la pollution de novembre 2021 et qui peut aujourd'hui être réfutée à la vue de ces résultats.

## 5.3 Limites du protocole

Le protocole (P1) retenu prioritairement avant nos échanges avec la DGS induit systématiquement un contrôle de l'ARS des eaux traitées après réception de l'alerte environnementale. Ce temps d'analyse est quasiment supérieur au temps de passage des concentrations en perchlorates représentant un risque sur le réseau (de la Jalle jusqu'aux réservoirs). Ainsi, pour une question de temporalité, les perchlorates sont difficilement identifiables par les contrôles analytiques sur le réseau. On relève donc une difficulté de suivi de l'évolution réelle des teneurs en perchlorate dans le réseau, puisque, d'après le schéma d'exploitation fourni par Suez, un rejet supérieur à 30 µg/L dans la Jalle induit des concentrations supérieures à 4 µg/L sur les eaux traitées du réseau.

L'intérêt de proposer une version intermédiaire (P3) des protocoles P1 et P2 permet justement de lancer la diffusion des recommandations de consommation sans attendre la réception des résultats du CS. Cette diffusion est effective que lorsque plusieurs conditions sont réunies (cf. Figure 10). Ce contexte particulier représente un risque sanitaire pour la population potentiellement non négligeable, et la gestion nécessite alors d'être rapide.

Toutefois, cette gestion d'urgence requiert de prendre en compte les conséquences d'une telle prise de décision, tant sur les moyens humains mis en place que techniques, sans confirmation d'une pollution sur les eaux traitées. De plus, la possibilité d'une erreur analytique sur le prélèvement à l'origine de l'alerte reste possible, sans autres éléments confirmant la

réalité d'une pollution. En effet, compte tenu des enjeux, des résultats d'une analyse pris isolément doivent être corroborés par des éléments de contexte de terrain (défaillance technique, conditions météorologiques défavorables) ou d'autres analyses de confirmation (contrôle sanitaire, autocontrôle de la PRPDE, autocontrôle de l'industriel).

Enfin, dans l'urgence, les modalités de gestion suggérées dans les protocoles se doivent d'être lisibles et compréhensibles par toute personne susceptible d'être en charge de la prise de décision au moment de la pollution. La proposition de gestion spécifique à une exposition répétée dans le temps (P2) est applicable seulement en connaissance de l'historique récent des précédentes pollutions. L'accès à ces informations semble peu réaliste lors d'une gestion par un agent de l'ARS non avisé de la problématique, comme par exemple l'ingénieur d'astreinte santé environnementale. De plus, ces modalités de gestion doivent correspondre à la disponibilité des moyens humains et techniques nécessaires (prélèvement, analyse, distribution d'eau embouteillée, communication auprès de la population).

A ce stade, il est difficile de statuer sur l'efficacité de ces propositions de gestion. Même si elles ont été construites au plus proche de la réalité de la gestion, un prochain épisode de pollution pourra déterminer leur opérationnalité.



## Conclusion

Le travail de recherche effectué lors de ce stage, aussi bien grâce à la littérature qu'au travers d'entretiens avec les ARS, a souligné la singularité de la problématique territoriale. Il n'existe, à ce jour, pas de réglementation encadrant le risque associé à une exposition ponctuelle aux perchlorates. La prise de décision systématique lors d'un épisode de pollution ponctuel est alors difficile sans procédure écrite et spécifiquement réfléchie compte tenu de la complexité de la situation.

Les modalités de gestion définies dans les protocoles proposés ont été révisées sur la base de celles anciennement appliquées lors des précédentes pollutions. A ce jour, la prise de décision concernant la diffusion des recommandations de consommation de l'eau lors d'un prochain événement de contamination sera plus rapide, et justifiée aux parties prenantes grâce à ce travail.

Trois protocoles ont donc été proposés pour cette gestion. Chacun d'entre eux comporte des modalités de gestion découlant d'une prise en compte de différents facteurs (délais d'analyse, temps de transfert, capacité de mélange, capacité d'arrêt des captages vulnérables, répétabilité de la pollution, durée et importance de la pollution). En fonction des facteurs pris en compte, le degré de protection de la population est plus ou moins important. Le temps de réaction pour la prise de décision doit correspondre à la nature du risque que représente la pollution.

Le protocole retenu parmi les modalités de gestion proposées, permet de ne diffuser des recommandations de consommation qu'en situation particulière (impossibilité d'arrêt des eaux brutes, rejet continu dans la Jalle avec une concentration supérieure à 30 µg/L). Il permet de protéger la population lorsque le contexte présente un risque potentiellement important pour la santé des nourrissons et des femmes enceintes, malgré l'absence d'études suffisantes qui caractérisent ce risque.

Toutefois, une version bien plus protectrice est proposée en substitution si la pollution est amenée à se répéter. On peut penser que le risque est proportionnel à la fréquence d'apparition de l'évènement de pollution. La diffusion des recommandations de consommation s'effectuerait alors dès la réception d'une alerte environnementale, qu'importe la spécificité de la situation.

Les modalités de gestion proposées au cours de ce stage seront ajustées au regard de l'évolution des connaissances et des données fournies par l'Anses. Selon les échanges tenus lors des entretiens réalisés, l'élaboration d'une valeur guide relative à l'exposition subchronique aux perchlorates via l'EDCH ne semble pas réaliste. Néanmoins, l'ARS a suggéré à la DGS d'intégrer dans ses échanges ultérieurs avec l'Anses, la faisabilité de l'évaluation des effets sanitaires associés à cette durée d'exposition. L'Anses a effectivement saisi SPF pour récupérer les données issues de cohortes, d'échantillons biologiques, et de

suivis neurodéveloppementaux chez l'enfant, en population exposée aux perchlorates, pour consolider l'expertise sanitaire pour la caractérisation du risque lié à une exposition aux perchlorates. Ces études semblent nécessaires pour faire évoluer les valeurs de gestion autour des perchlorates notamment du fait de la récente caractérisation de ces ions en perturbateurs endocriniens.

---

## Bibliographie

---

1. Garnier A, Rosin C, Jedor B, Dauchy X, Cartier T, Munoz JF. Perchlorates dans les eaux destinées à la consommation humaine. Bilan d'une campagne nationale d'occurrence en France. *Eur j water qual.* 2012;43(2):133-48.
2. Parnaudeau J. Aspects théoriques et pratiques des opérations de traitement des eaux à potabiliser, ARS Poitou-Charentes. 2010.
3. INERIS - Perchlorate d'ammonium [Internet]. [cité 20 avr 2022]. Disponible sur: <https://substances.ineris.fr/fr/substance/2948>
4. INERIS - Perchlorate d'ammonium. Available: <https://substances.ineris.fr/fr/substance/2948>
5. U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES PHSA for TS and DR. Toxicological Profile For Perchlorates. 2008;299.
6. Avis de l'Anses relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés à la présence d'ions perchlorate dans les eaux destinées à la consommation humaine - 18 juillet 2011 [Internet]. [cité 20 avr 2022]. Disponible sur: <http://rese.intranet.sante.gouv.fr/santenv/interven/aep/risq/pchlamon/av180711.pdf>
7. Avis de l'Anses relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés à la présence d'ions perchlorate dans les eaux destinées à la consommation humaine - 16 mars 2021 [Internet]. [cité 11 mai 2022]. Disponible sur: <http://rese.intranet.sante.gouv.fr/santenv/interven/aep/risq/pchlamon/av160321.pdf>
8. Greer MA, Goodman G, Pleus RC, Greer SE. Health effects assessment for environmental perchlorate contamination: the dose response for inhibition of thyroidal radioiodine uptake in humans. *Environmental Health Perspectives.* sept 2002;110(9):927-37.
9. Avis de l'Anses relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés à la présence d'ions perchlorate dans les eaux destinées à la consommation humaine- 03 février 2022 [Internet]. [cité 24 mars 2022]. Disponible sur: <http://rese.intranet.sante.gouv.fr/santenv/interven/aep/risq/pchlamon/av030222.pdf>
10. Pierre Lecoq, Frédéric Dor, Cécile Kairo. Description des valeurs repères toxicologiques utilisées lors d'expositions aiguës par inhalation des populations - Santé environnement InVS. 2009.
11. Perchlorates dans l'eau du robinet - Ministère des Solidarités et de la Santé [Internet]. [cité 18 mars 2022]. Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/eaux/article/perchlorates-dans-l-eau-du-robinet>
12. Avis de l'Anses relatif à la « Pertinence de la ré-évaluation de la valeur guide pour les ions perchlorate dans l'eau destinée à la consommation humaine » - 26 décembre 2018 [Internet]. [cité 12 juill 2022]. Disponible sur: <http://rese.intranet.sante.gouv.fr/santenv/interven/aep/risq/pchlamon/av261218.pdf>
13. Direction Générale de la Santé, Note sur la gestion des risques sanitaires liés à la présence d'ions perchlorates dans l'eau destinées à la consommation humaine. 2015. [Internet]. [cité 7 mars

- 2022]. Disponible sur:  
[http://rese.intranet.sante.gouv.fr/santenv/interven/aep/risq/pchlamon/i\\_nt0415.pdf](http://rese.intranet.sante.gouv.fr/santenv/interven/aep/risq/pchlamon/i_nt0415.pdf)
14. Calderon et al. Perchlorate Levels in Soil and Waters from the Atacama Desert. 29 oct 2013;
  15. Perchlorate contamination in Chile\_ Legacy, challenges, and potential solutions | Elsevier Enhanced Reader [Internet]. [cité 9 mars 2022]. Disponible sur:  
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0013935118301026?token=0E8E8F87C568A0B2F24DE1819A6DCBAB7204E5A8610081F295FE47C4BAB57A8B1F3654973422ADB65AD344B2E269CFCD&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220309144946>
  16. U.S.ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Perchlorate in the Pacific Southwest - Region 9 - US EPA [Internet]. [cité 20 avr 2022]. Disponible sur:  
[https://archive.epa.gov/region9/toxic/web/html/per\\_nv.html](https://archive.epa.gov/region9/toxic/web/html/per_nv.html)
  17. Perchlorate in the Pacific Southwest - Region 9 - US EPA [Internet]. [cité 8 mars 2022]. Disponible sur: [https://archive.epa.gov/region9/toxic/web/html/per\\_nv.html](https://archive.epa.gov/region9/toxic/web/html/per_nv.html)
  18. EPA United States Environmental Protection Agency. Reductions of Perchlorate in Drinking Water. 2020.
  19. Nos grands sites d'activités européens [Internet]. ArianeGroup. [cité 30 mai 2022]. Disponible sur: <https://www.arianegroup.fr/a-propos/sites-activites/>
  20. APC ARIANEGROUP 22 01 21 fixant des prescriptions complémentaires à la société ARIANEGROUP pour l'exploitation d'une installation classée pour la protection de l'environnement située sur la commune de Saint-Médard-en-Jalles [Internet]. [cité 30 mai 2022]. Disponible sur:  
<https://www.gironde.gouv.fr/content/download/53368/357990/file/APC%20ARIANEGROUP%2022%2001%2021%20communicable.pdf>
  21. Les services de l'Etat en Gironde, Seveso [Internet]. [cité 30 mai 2022]. Disponible sur:  
<https://www.gironde.gouv.fr/layout/set/print/Politiques-publiques/Seveso>
  22. Groupe SNPE. Audit Environnemental Phase I, Etablissement SME de Saint-Médard-en-Jalles (33). 2003.
  23. SAFRAN Snecma Propulsion Solide. Mise à jour du dossier de demande d'autorisation d'exploiter des zones AB Site de Saint-Médard-en-Jalles / Tomme II : Etude d'Impacts 6 décembre 2011 Etude d'Impact Zones A et B finale. 2012.
  24. Dossier technique de recueil de données, études anciennes et récentes sur la géologie, l'hydrogéologie et la qualité des eaux sur le secteur de Gamarde (Rapport destiné à l'hydrogéologue agréé Monsieur Bichot). 2009.
  25. Procédure d'alerte en cas de déversement accidentel en provenance du site HERAKLES ET ROXEL à Saint-Médard-en-Jalles (33). 2022.
  26. Arrêté préfectoral concernant HERAKLES - St Médard (ex SME) daté du 30/01/2013 [Internet]. Disponible sur:  
<https://www.georisques.gouv.fr/risques/installations/donnees/details/0005201261>
  27. Arrêté préfectoral concernant HERAKLES - St Médard (ex SME) daté du 24/10/2014 [Internet]. Disponible sur:  
<https://www.georisques.gouv.fr/risques/installations/donnees/details/0005201261>
  28. ArianeGroup. Protocole d'arrêt de la barrière hydraulique de la zone CEP. 2017.

29. ANTEA GROUP. Herakles - Etablissement de Saint-Médard-en-Jalles, Etude d'impact des installations de traitement biologique de matériaux énergétiques. 2013.
30. ArianeGroup. Revue des mesures de gestion pour le traitement du perchlorate, Site de Saint-Médard-en-Jalles. 2020.
31. NOTE à l'attention de monsieur le Préfet, de l'ARS sur le renforcement de la surveillance des perchlorates au niveau de l'eau potable distribuée par la CUB.

---

# Annexes

---

## Annexe 1 : Guide d'entretien avec l'Anses sur l'élaboration des valeurs guides et VTR

---

### GUIDE D'ENTRETIEN Anses

---

**Cadre de l'entretien** : Réalisation de mon stage de fin d'étude de Santé Publique parcours Méthodes et Outils d'Evaluation des Risques Sanitaires liés à l'Environnement à L'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique de Rennes, à l'ARS Nouvelle-Aquitaine sur la problématique des perchlorates dans les EDCH de Bordeaux Métropole.

Autorisation d'enregistrer l'échange

**Dernier avis ANSES = 2022 (réévaluation VTR/BMD)** Avez-vous participé à ces travaux ?

⇒ D'autres expertises en cours/prévues sur ce sujet ? (Perchlorates dans EDCH, dans l'alimentation...)

#### I. Etudes toxicologiques

- Pourquoi les VTR adoptées par l'**US EPA**, l'**Anses** et l'**OMS** sont-elles aussi différentes ? ...alors qu'elles reposent sur le même effet critique (inhibition de la capture d'iode) et la même étude clé (Greer et al. 2002) ?
- **VTR US EPA** (2019) : **2,2**  $\mu\text{g.kg p.c}^{-1}.\text{j}^{-1}$  (Valeur guide = **56**  $\mu\text{g/L}$ )
- **VTR Anses** (2022) : **1.5**  $\mu\text{g.kg p.c}^{-1}.\text{j}^{-1}$  (Valeur guide = **5**  $\mu\text{g/L}$ )
- **VTR OMS** (2016) : **11**  $\mu\text{g.kg p.c}^{-1}.\text{j}^{-1}$  (Valeur guide = **70**  $\mu\text{g/L}$ )
- **VTR US EPA** (2005) : **0.7**  $\mu\text{g.kg p.c}^{-1}.\text{j}^{-1}$
- Comment explique-t-on le choix des différentes approches utilisées par les différents organismes pour déterminer les VTR ?
- Que qualifiez-vous « d'études de qualité suffisante » pour permettre de réévaluer la VTR actuelle ? Quels résultats attendez-vous ?
- Pourquoi les valeurs guides de 15 et 4  $\mu\text{g/L}$  ont été abaissées à respectivement 5 et 1  $\mu\text{g/L}$  par l'Anses ?

#### II. Mise en application des valeurs guide pour la gestion

- Pensez-vous que la DGS doit utiliser ces nouvelles valeurs de gestion, compte tenu des concentrations de perchlorate actuelles sur le territoire français ? (En 2011, 3% des eaux traitées analysées lors de la campagne nationale montraient des concentrations supérieures à 4  $\mu\text{g/L}$  en perchlorates)
- Quelles sont les données existantes concernant une **exposition aiguë** aux perchlorates ? (Moins de 2 jours, voire quelques heures)
- Pourrait-on proposer des valeurs guides concernant une contamination **ponctuelle** aux perchlorates ?

#### III. Etudes épidémiologiques

- Quels sont les freins rencontrés lors de l'étude des résultats des études épidémiologiques sur des expositions au perchlorate ?

#### IV. Evaluation du caractère perturbateur endocrinien

- Pourquoi le perchlorate n'est-il toujours pas classé perturbateur endocrinien ?
- Quelles sont les difficultés rencontrées pour cette classification ?

*Annexe 2 : Guide d'entretien avec les ARS dans le but de faire un état des lieux des pollutions de l'EDCH aux ions perchlorate sur le territoire national*

**GUIDE D'ENTRETIEN ARS**

**Cadre de l'entretien :** Réalisation de mon stage de fin d'étude de Santé Publique parcours Méthodes et Outils d'Evaluation des Risques Sanitaires liés à l'Environnement à L'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique de Rennes, à l'ARS Nouvelle-Aquitaine sur la problématique des perchlorates dans les EDCH de Bordeaux Métropole.

*Autorisation d'enregistrer l'échange*

**Objectifs :**

- **Identifier l'historique des perchlorates sur chaque territoire concerné**
- **Identifier les modalités de surveillance des perchlorates dans l'EDCH**
- **Identifier les modalités de gestion des perchlorates dans l'EDCH**

Pouvez-vous me présenter brièvement l'organisation de la production d'EDCH sur votre département (ESO/ESU, aquifères, nombre d'UDI) ?

**I. Historique des perchlorates sur le territoire**

- Quel est l'historique et les origines de la présence de perchlorate sur votre territoire ?
- En quelles concentrations ? Dans quels milieux (ESO/ESU) ?
- Y-a-t-il des captages vulnérables à une pollution ponctuelle/accidentelle aux perchlorates ? Pour quelles raisons ?
- La pollution est-elle chronique ou aigue ?

**II. Surveillance des perchlorates**

- Intégrez-vous les perchlorates dans le contrôle sanitaire ? A quelle fréquence surveillez-vous les perchlorates dans les eaux ? Quel laboratoire les analyse ?
- Est-ce que les PRPDE ou leurs délégataires font leur propre surveillance sur ce paramètre ?

**III. Gestion des perchlorates**

- Qu'est ce qui est mis en place pour maîtriser les dépassements chroniques des valeurs guides sur le réseau d'EDCH ? (Traitement ? dilution ?...)
- Quelle information est donnée à la population, et par quelle modalité (bulletins sanitaires, infofacture, autre...) ?
- En cas de dépassements aigus :
  - o Disposez-vous d'un protocole de gestion ?
  - o Faites-vous systématiquement des prélèvements de recontrôle ?
  - o Quelles sont les modalités de communication sur les risques à la population ?
- Avez-vous un protocole de gestion spécifique utilisé lors de dépassement **chronique** ou **aigue** des valeurs guides perchlorate ?

*Annexe 3 : Guide d'entretien avec la DGS pour discuter de la faisabilité de l'élaboration de valeurs guides concernant une exposition ponctuelle aux ions perchlorate dans l'EDCH*

**QUESTIONS IONS PERCHLORATE DGS**

- **Est-il prévu que la DGS détermine de nouvelles valeurs de gestion des ions perchlorate dans l'EDCH suite à l'avis de l'Anses de 2018 qui réévalue ses valeurs de gestion proposées en 2011 et sa VTR dans son dernier avis de 2022 ?** (VG = 5 et 1 µg/L et VTR = 1.5 µg.kg.p.c<sup>-1</sup>j<sup>-1</sup>)

7<sup>e</sup> avis de l'Anses en préparation (dans l'attente des résultats de Santé Publique France sur les données épidémiologiques des travaux qui seront engagés courant 2022-2023, SPF saisie par la DGS le 19 mai 2022) :

- Menées dans des cohortes mère-enfant en population générale, en incluant notamment des zones géographiques où l'exposition aux ions perchlorate est avérée ;
- Recueillant des échantillons biologiques avec un protocole permettant de refléter une exposition aux ions perchlorate ainsi que l'apport en iode et la fonction thyroïdienne de la mère du nouveau-né et du nourrisson ;
- Suivant le neurodéveloppement des enfants jusqu'à 6 ans, au moins à l'aide de tests neuropsychologiques conduits par des professionnels de santé.

L'Anses peut réviser ses valeurs guides en fonction de la VTR de 1.5 µg.kg.p.c<sup>-1</sup>j<sup>-1</sup>.

- **Ces valeurs de gestion sont construites sur la base d'une exposition chronique aux ions perchlorate, est-il envisageable de proposer des valeurs de gestion pour une exposition aigue ?**
- **Quel est l'état actuel des échanges avec l'Anses concernant ces valeurs de gestion pour une exposition aigue/dépassement ponctuel ?**
- **Quelles seraient les modalités pour faire évoluer les valeurs de gestion (saisine de l'Anses, implication de l'ARS) ?**
- **La caractérisation du perchlorate en perturbateur endocrinien pourrait-elle engager la réévaluation des valeurs de gestion actuelles proposées par la DGS ?**

+ Fiabilité de l'analyse des perchlorates dans les EDCH, compte tenu de l'expertise du laboratoire d'hydrologie de Nancy de l'Anses (actuellement en cours)



Annexe 4 : Guide d'entretien avec Suez pour échanger sur le réseau hydrologique de  
Bordeaux Métropole

**GUIDE D'ENTRETIEN SUEZ**

**Cadre de l'entretien :** Réalisation de mon stage de fin d'étude de Santé Publique parcours Méthodes et Outils d'Evaluation des Risques Sanitaires liés à l'Environnement à L'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique de Rennes, à l'ARS Nouvelle-Aquitaine sur la problématique des perchlorates dans les EDCH de Bordeaux Métropole.

Autorisation d'enregistrer l'échange

**Objectifs :**

- **Cartographier les captages d'eau potable sur la Jalle**
- **Définir les caractéristiques de ces captages (débit, profondeur, vulnérabilité, ...)**
- **Définir les caractéristiques des réservoirs (Gamarde, Gajac, Cap-Roux, Cantinolle)**
- **Définir le plan de gestion perchlorate**

**1. Réseau hydrologique**

- Quels sont les caractéristiques du réseau hydrologique de Bordeaux Métropole ?
- Quelles conditions pourraient favoriser la présence de perchlorate dans les eaux ?
- Quelles sont les influences de la Jalle ? Sont-elles importantes ou négligeables ?

**2. Site de Saint-Médard-en-Jalles**

**2.1 Champs captants**

- Quelles sont leurs caractéristiques (vulnérabilité, débit, approvisionnement, etc.) ?

**Points d'intérêt :** Forage F1 Cap de Bos, Forage F1 bis Cap de Bos, Moulin de Caupian, Gajac 4, SMIM 2, Gajac 5, Source Thil Mélange R19, Forage Thil Démon R19, Thil Barbacanes, Captage Thil, Forage Moulinat, Forage Cantinolle, **Galerie Gamarde, Source Bussac, Source Cantinolle, Galerie de Caupian, Forage Thil R21**

Réservoir Gajac, Réservoir Gamarde, Réservoir Cap-roux, Réservoir Cantinolle

**2.2 Surveillance**

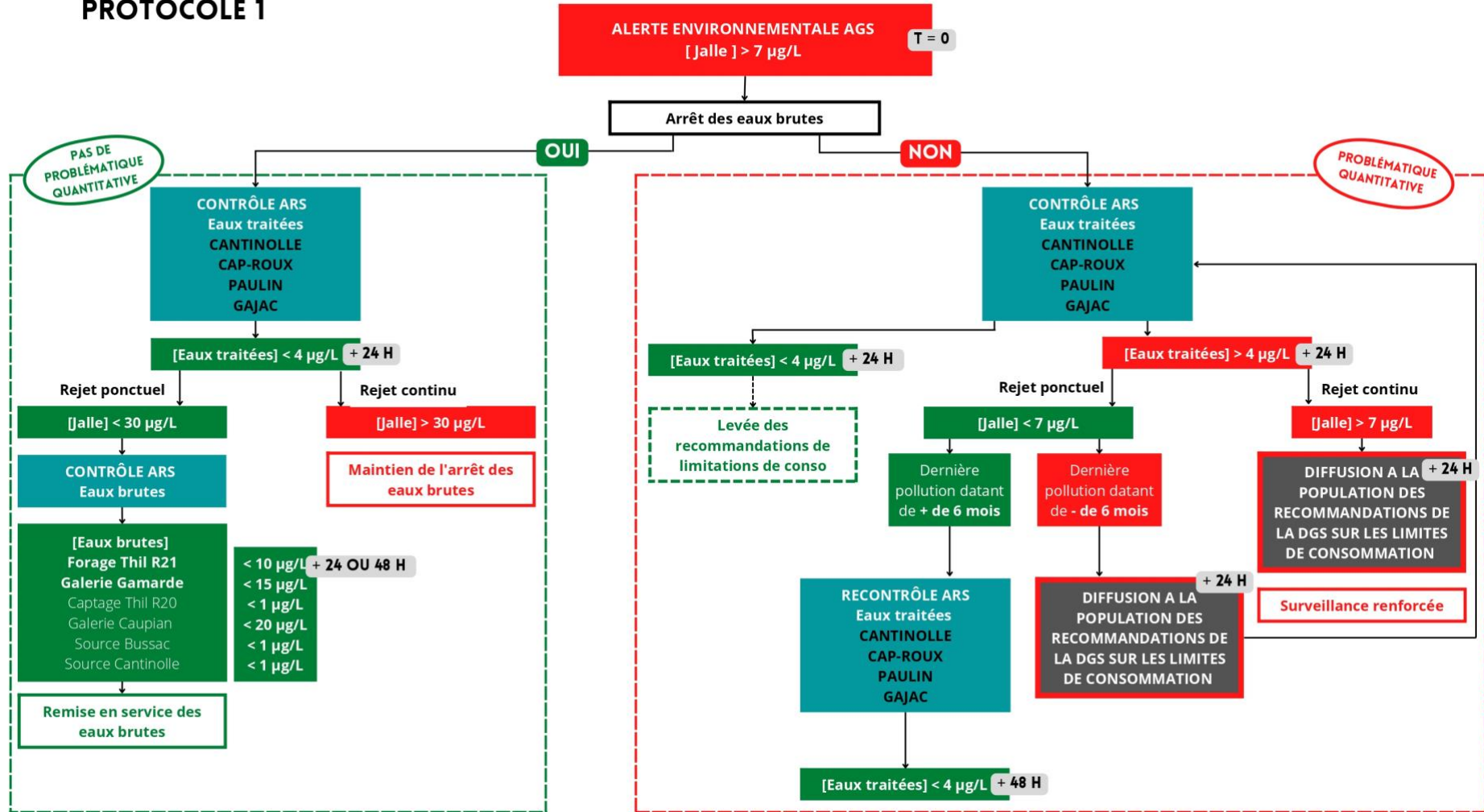
- Quels sont les points de surveillance à proximité du site ?
- A quelle fréquence sont-ils surveillés ?

**3. Plan de gestion perchlorate**

- Comment Suez participe à la gestion de l'alerte sanitaire ?
- Quelle est la procédure à mettre en place lors d'un dépassement des valeurs guides en perchlorate ?
- Qui contacter ? Comment ? Quand ?
- Quel lien faites-vous avec l'ARS ?
- **Comment procédez-vous dans le cas d'arrêt/réduction des pompages des sites de captage ?**

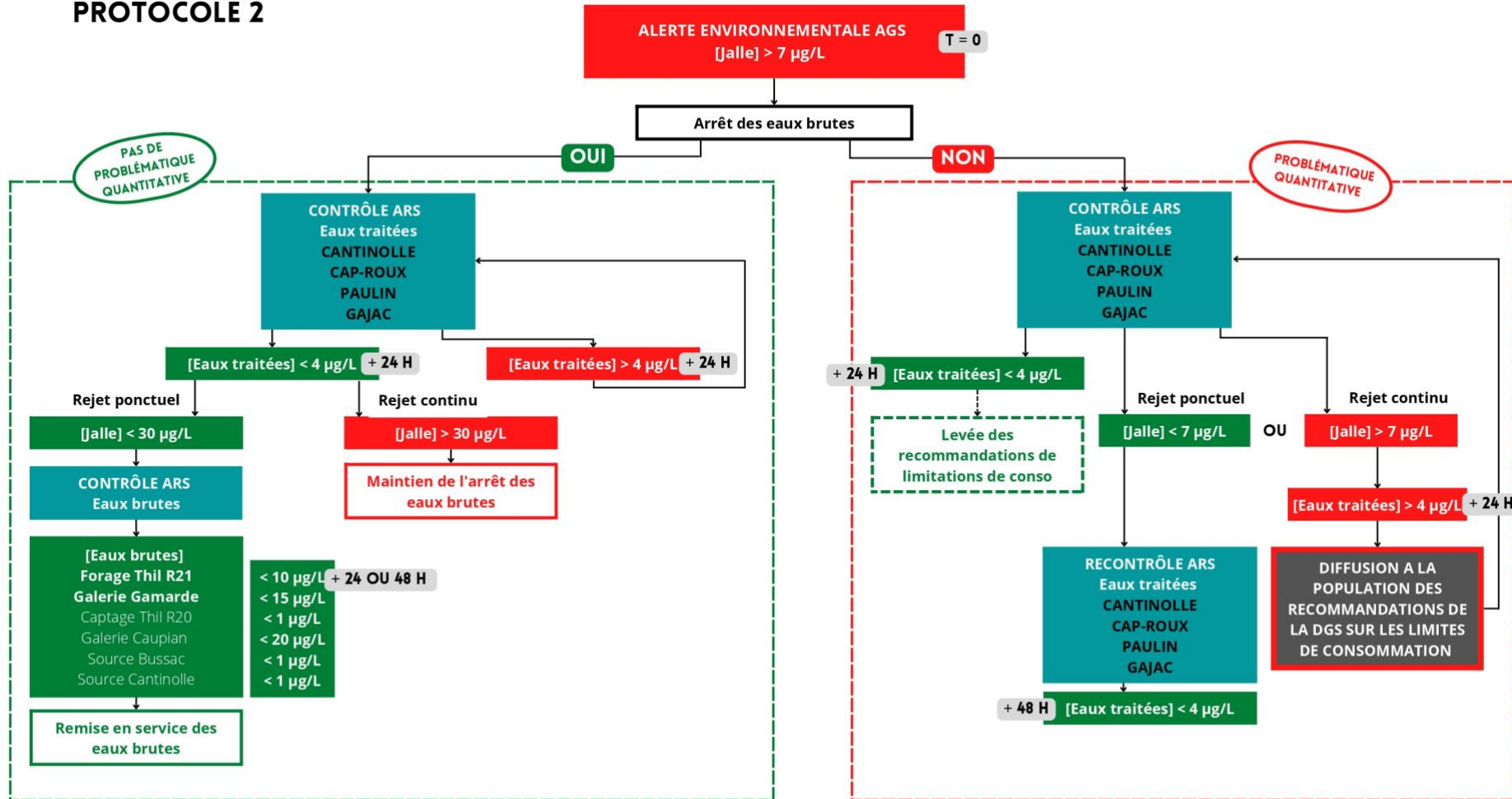
Annexe 5 : Proposition initiale du protocole 1(A)

**PROTOCOLE 1**



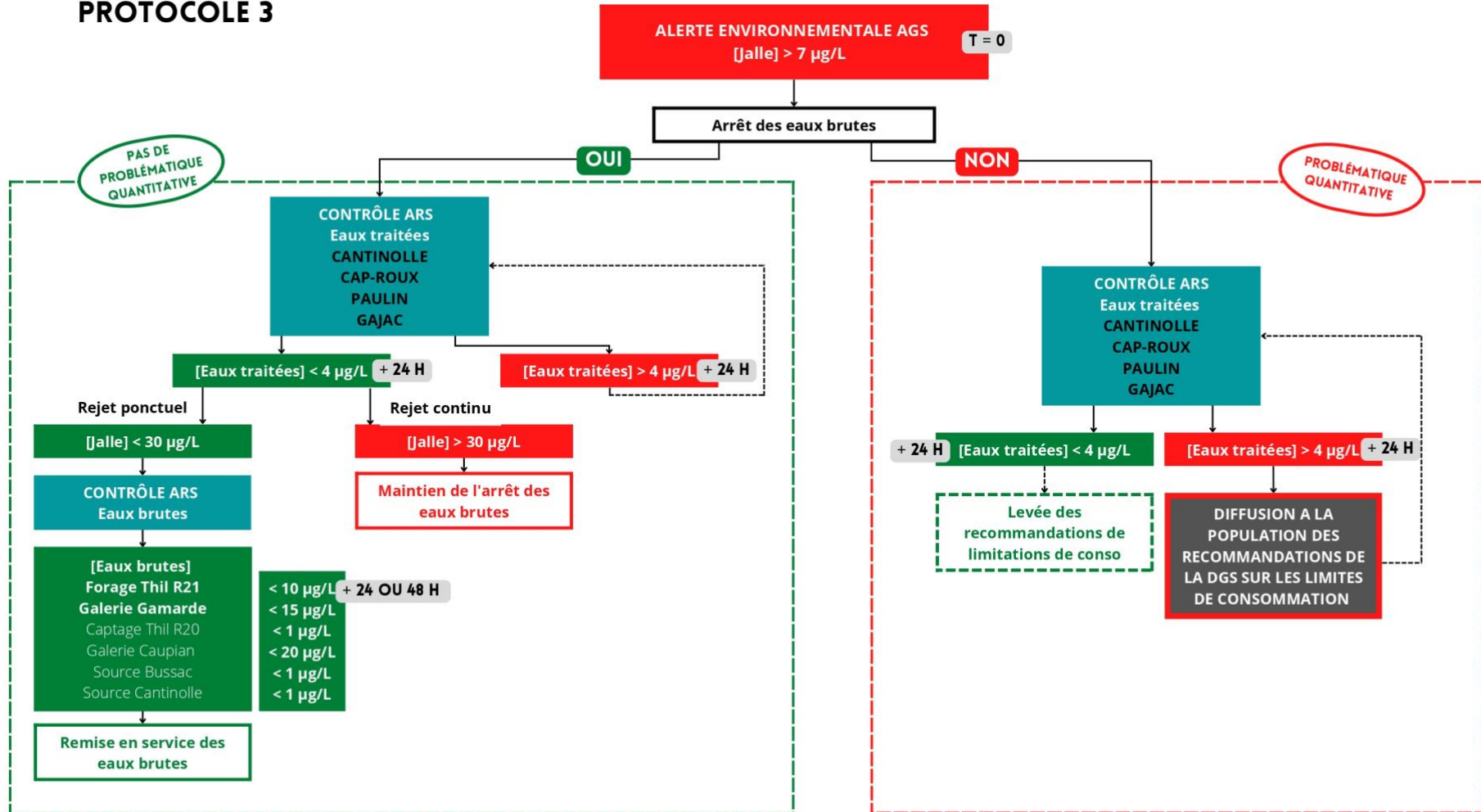
Annexe 6 : Proposition initiale du protocole 2 (B)

PROTOCOLE 2



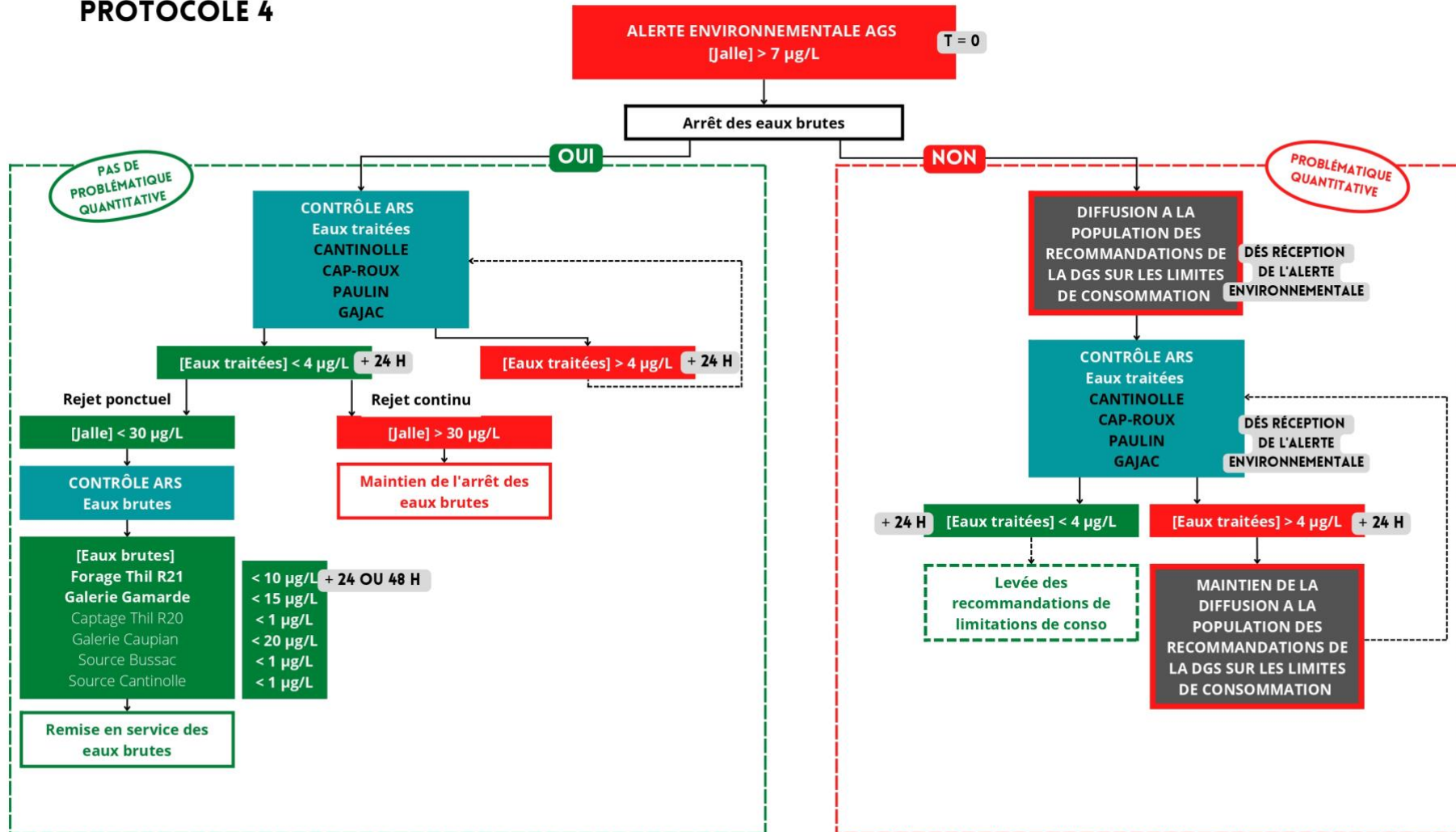
Annexe 7 : Proposition initiale du protocole 3 (C)

**PROTOCOLE 3**



Annexe 8 : Proposition initiale du protocole 4 (D)

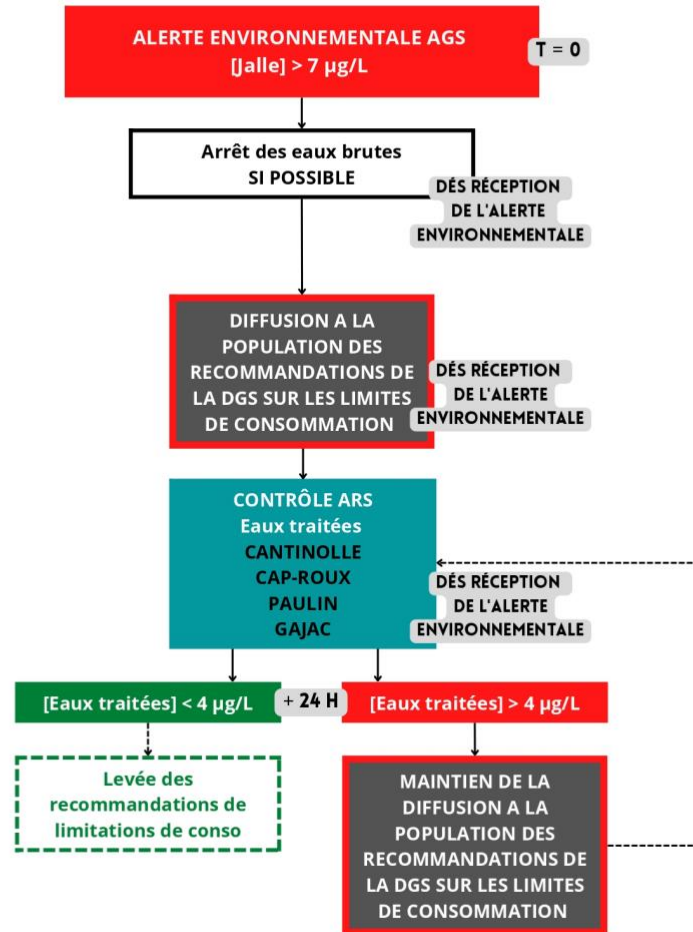
**PROTOCOLE 4**





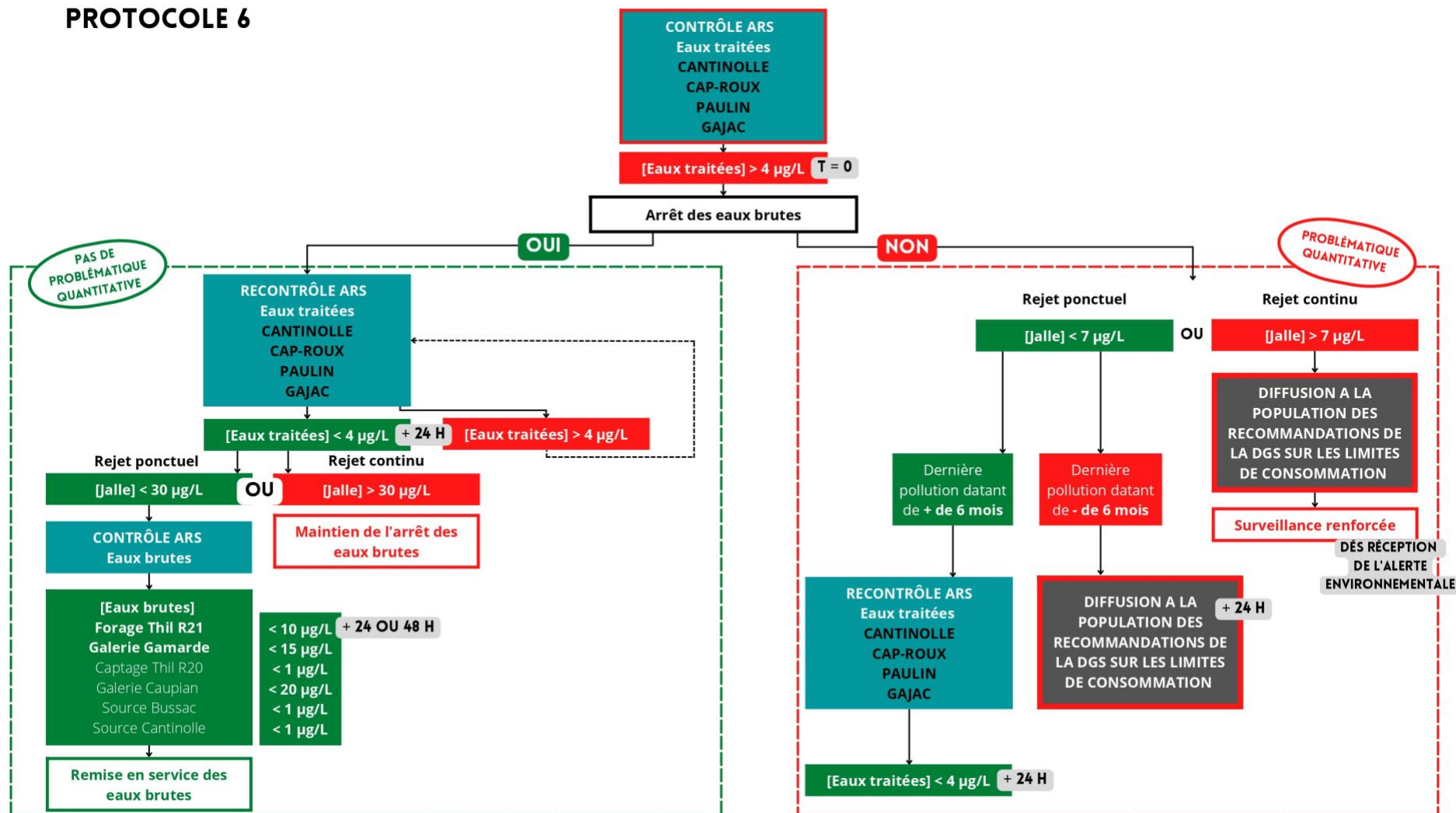
Annexe 9 : Proposition initiale du protocole 5 (E)

**PROTOCOLE 5**



Annexe 10 : Proposition initiale du protocole 6 (F)

**PROTOCOLE 6**







MORICE	Clémence	08/2022
<p align="center"><b>MASTER MENTION SANTÉ PUBLIQUE PARCOURS MÉTHODES ET OUTILS D'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES LIÉS À L'ENVIRONNEMENT</b></p> <p align="center">Promotion 2022</p>		
<p align="center"><b>Quelles actions mettre en œuvre pour assurer la sécurité sanitaire en cas de teneur élevée en perchlorates dans l'EDCH mise en distribution sur le territoire de Bordeaux métropole ?</b></p>		
<p align="center">École des Hautes Études en Santé Publique de Rennes (35)</p>		
<p><b>Résumé :</b></p> <p>Au cours de ces dernières années, plusieurs ressources en eau destinée à la consommation humaine (EDCH) du territoire de Bordeaux Métropole ont été contaminées ponctuellement par des ions perchlorates. Ces ressources participent à l'approvisionnement de 390 000 habitants. Le risque sanitaire que représente l'ingestion via l'EDCH des ions perchlorates, de manière ponctuelle, est peu connu. Jusqu'à ce jour, en l'absence de valeurs réglementaires, ces événements ont été gérés au cas par cas, sans procédure formalisée. L'objectif de ce stage a été de proposer des modalités de gestion encadrant notamment la diffusion des recommandations de consommation auprès de la population lors des pollutions.</p> <p>Un recueil des problématiques liées à la présence des ions perchlorates dans l'EDCH a été réalisé au niveau national, auprès des différentes ARS. Ces travaux ont été menés de pair avec une revue des connaissances actuelles pour caractériser les perchlorates, et préciser la problématique sur le territoire girondin. Les résultats de ces travaux ont été discutés avec les experts de l'Anses et de la Direction Générale de la Santé.</p> <p>Compte tenu du caractère spécifique de la problématique sur le territoire, plusieurs protocoles de gestion ont été co-construits et proposés à l'ARS. Trois protocoles ont été retenus et présentés à la DGS pour validation. Au vu des enjeux liés à ce dossier, dépassant les enjeux départementaux en santé environnement (domaine de la défense nationale, enjeux économiques et politiques), des modalités de gestion avec des degrés de protection différents sont proposées. Plus le degré de protection est important, plus les enjeux que soulève la problématique sont affectés. La proposition de gestion intermédiaire semble être un bon compromis entre la protection sanitaire et les conséquences de son application. La présentation de ces protocoles aux parties prenantes nécessite d'être accompagnée par le renforcement des mesures de sécurisation du site polluant pour réduire la fréquence d'apparition de ces événements.</p>		
<p><b>Mots clés :</b> <i>Perchlorate, Gestion des risques, Eaux Destinées à la Consommation Humaine, Sécurité sanitaire</i></p>		
<p align="center"><i>L'École des Hautes Études en Santé Publique n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les mémoires : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.</i></p>		