



EHESP



Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion : **2010 - 2011**

Date du Jury : **Octobre 2011**

**Evaluation de l'impact sanitaire d'une
eau de boisson non-conforme pour la
population du Languedoc Roussillon
Mise en évidence des priorités d'intervention**

Présenté par
Myriam Julien

Lieu de stage
ARS du Languedoc-
Roussillon

Référent professionnel
Mme Jeanne Claudet, DT-34

Référent pédagogique
Mr Denis Zmirou-Navier, EHESP

Remerciements

Je tiens à remercier,

Jeanne Claudet, ma maître de stage ; Isabelle Esteve-Moussion et Christine Ricoux pour leur encadrement, leur disponibilité, et leur accompagnement tout au long du travail

Tous les correspondants des délégations territoriales notamment Thierry Bideau (DT-Lozère), Laurent Pena (DT-Aude), Jean-Bernard Terre (DT-Pyrénées-Orientales), Corinne Dubois (DT-Hérault), Jean-Michel Veaute (DT-Gard) qui ont collaboré avec gentillesse et m'ont fourni des informations nécessaires à ce travail

L'ensemble du personnel de la Direction Départementale de la Santé Publique et de l'Environnement de l'ARS Languedoc-Roussillon pour leur accueil

Denis Zmirou-Navier, mon tuteur pédagogique, pour sa disponibilité, ses réponses à mes nombreuses interrogations et ses conseils qui m'ont permis d'avancer dans ce travail

Sommaire

Remerciements

Liste des sigles utilisés

Liste des figures et liste des tableaux

INTRODUCTION

I. CONTEXTE DE L'ETUDE	- 1 -
I.A Le contrôle sanitaire.....	- 1 -
I.A.1 Ses modalités.....	- 1 -
I.A.2 La base de données Sise-eau	- 3 -
I.A.3 La maîtrise du risque sanitaire.....	- 3 -
I.A.4 La distribution d'eau potable.....	- 5 -
I.B Problématique.....	- 6 -
I.B.1 Enjeu de l'action 11.....	- 6 -
I.B.2 Les objectifs du mémoire	- 8 -
II. DEMARCHE ADOPTEE	- 9 -
II.A Méthodologie	- 9 -
II.A.1 L'identification des dangers et l'identification des valeurs toxicologiques de référence.....	- 9 -
II.A.2 L'évaluation de l'exposition	- 10 -
II.A.3 La caractérisation du risque	- 12 -
II.A.4 Priorités d'intervention	- 13 -
II.B Autres paramètres préoccupants.....	- 14 -
III. RESULTATS	- 14 -
III.A L'identification des dangers et l'identification des valeurs toxicologiques de référence	- 15 -
III.B L'ARSENIC.....	- 18 -
III.B.1 Evaluation de l'exposition des populations à l'arsenic.....	- 18 -
III.B.2 Caractérisation du risques	- 21 -
III.B.3 Discussion	- 24 -
III.C LES BROMATES.....	- 24 -
III.C.1 Evaluation de l'exposition des populations aux bromates	- 24 -
III.C.2 Caractérisation du risque	- 25 -
III.C.3 Discussion	- 26 -
III.D PLOMB.....	- 26 -
III.D.1 Evaluation de l'exposition des populations au plomb	- 26 -
III.D.2 Caractérisation du risque sanitaire.....	- 28 -

III.D.3 Discussion.....	- 29 -
III.E LA BACTERIOLOGIE.....	- 29 -
III.E.1 Evaluation de l'exposition des populations aux indicateurs de contamination fécale.....	- 29 -
III.E.2 Discussion.....	- 32 -
III.F Priorités d'intervention.....	- 33 -
III.GAutres paramètres à prendre en compte.....	- 35 -
III.G.1 ANTIMOINE.....	- 35 -
III.G.2 BARYUM.....	- 36 -
III.G.3 ALUMINIUM.....	- 38 -
III.G.4 NITRATES.....	- 39 -
III.G.5 LES PESTICIDES.....	- 40 -
IV. DISCUSSION.....	- 44 -
V. RECOMMANDATIONS.....	- 47 -
CONCLUSION	
Bibliographie.....	- 51 -
Liste des annexes.....	- 53 -
Abstrat	

Liste des sigles utilisés

ARS : Agence régionale de santé
Asi : Arsenic inorganique
As : Arsenic
CAP : Captage
CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer
DGS : Direction Générale de la Santé
DHTP : Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire
DMSENO : Dose Minimale Sans Effet Nocif Observé
DMENO : Dose Minimale avec un Effet Observé
DJE : Dose journalière d'exposition
DT-ARS : Délégation territoriales de l'agence régionale de santé
ERI : Excès de risque individuel
ERU : Excès de risque unitaire
ERS: Evaluation des Risques Sanitaires de Zone
EQRS : Evaluation quantitative des risques sanitaires
FI : Facteur d'Incertitude
GEA : Gastro Entérite Aigue
HCSP : Haut Conseil de Santé Publique
IARC : International Agency For Research on Cancer
MCA : Mélange de captage
LOAEL : Low Observed Adverse Effect Level
LQ: Limite de Qualité
NC : Non-Conformité
NOAEL :No Observed Adverse Effet Level
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
RfD : Reference Dose
PRPDE : Personne Responsable de la Production et de la Distribution de l'Eau
RIVM : National Institute for Public Health and the Environment
RR : Risque Relatif
SDAGE : Shéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
TTP : Station de traitement
UDI : Unité de distribution
US EPA : United State Environmental Protection Agency
VTR : Valeur toxicologique de référence

Liste des figures

Figure 1 : Schéma d'un système de production/distribution simple et interconnecté (Beaudeau et al, 2007).....	- 2 -
Figure 2: Logigramme de gestion : ARSENIC	- 19 -
Figure 3: Proportion de la population dans le domaine d'action rapide après la prise en compte des restrictions d'usage (ARSENIC)	- 23 -
Figure 4: Caractéristiques des distributions conformes et non-conformes en Languedoc-Roussillon.....	- 31 -
Figure 5: Proportion soumise à une eau ayant dépassée 30% de non-conformité sur la période d'étude.....	- 32 -
Figure 6: Bilan 2010 sur la qualité de l'eau potable : Le baryum en Lozère	- 37 -

Liste des tableaux

Tableau 1: Répartition des UDI (nombre et population) selon leur taille_Situation en 2011	- 5 -
Tableau 2: Effectif de la population par département: Population permanente et population décret.....	- 11 -
Tableau 3: Critères de consommation d'eau potable de l'OMS.....	- 12 -
Tableau 4: Présentation des résultats : Impact sanitaire.....	- 13 -
Tableau 5: Récurrence des dépassements sur la période 1999-2009.....	- 16 -
Tableau 6 : Origine des substances dangereuses retrouvées en dépassement dans l'eau potable en Languedoc-Roussillon	- 17 -
Tableau 7: Récapitulatif des résultats de l'exploitation des données sur la population d'étude	- 20 -
Tableau 8: Répartition de la population d'étude desservie par les UDI "critiques" selon le niveau d'exposition à l'arsenic.....	- 21 -
Tableau 9: Situation 1 : Domaine d'intervention pour l'arsenic hydrique.....	- 21 -
Tableau 10: Les interdictions d'usage :	- 22 -
Tableau 11: Situation 2: Domaine d'intervention pour l'arsenic hydrique.....	- 23 -
Tableau 12: Récapitulatif des résultats de l'exploitation des données sur la population d'étude	- 27 -

Tableau 13 : Répartition de la population des UDI selon le niveau d'exposition au plomb. -	28 -
Tableau 14 : Domaine d'intervention pour le plomb.....	- 28 -
Tableau 15 : Quotient de danger calculé pour différent individu en fonction des deux limites de qualité	- 29 -
Tableau 16 : Répartition de la population d'étude par département :.....	- 30 -
Tableau 17 : Bactériologie : Répartition de la population et des UDI selon leur niveau d'exposition.....	- 32 -

INTRODUCTION

« La qualité de l'eau de boisson est un problème de santé universel. L'eau est essentielle pour la vie, mais elle peut transmettre et transmet des maladies dans les pays de tous les continents – des plus pauvres aux plus riches », (OMS, 2004).

Les principaux risques sanitaires susceptibles d'être engendrés par l'ingestion d'eau du robinet sont de deux types : physico-chimiques et microbiologiques. En France, actuellement les épidémies liées à des pollutions accidentelles de l'eau distribuée sont rares. Les risques bactériens et chimiques associés aux pollutions des sources d'eau sont considérablement réduits par la mise en place d'un ensemble de barrières entre la ressource en eau et le robinet du consommateur : périmètres de protection autour des points de captages, filières de traitements adaptées, procédés de désinfection.

Cependant, même si 96 % des personnes résidant en France métropolitaine ont accès dans de bonnes conditions à l'eau salubre et à l'assainissement, des améliorations sont encore à mener puisque selon l'Institut de Veille Sanitaire entre 1998 et 2006, 10 épidémies de gastro-entérites d'origine hydrique ont été investiguées en France (Beaudeau et al, 2007). 9000 personnes ont été touchées par des gastro-entérites causées le plus souvent par des norovirus, *Cryptosporidium* sp, des *Campylobacter* et des rotavirus, témoin d'une contamination fécale de l'eau de distribution.

En Languedoc-Roussillon, le bilan 2009 de la qualité des eaux de boisson montre bien que ce sont les petites collectivités qui rencontrent le plus de dépassement des normes réglementaires. La qualité de l'eau distribuée localement n'est pas la même pour tous. Pourtant, le respect des limites et références de qualité est impératif d'une part pour être conforme à la réglementation et d'autre part pour limiter l'exposition des populations à des potentiels risques sanitaires entraînés par la présence de substances nocives dans l'eau distribuée par le réseau public.

I. CONTEXTE DE L'ETUDE

I.A Le contrôle sanitaire

I.A.1 Ses modalités

L'eau du réseau de distribution publique est soumise au niveau communautaire à la directive 98/83/CE du 3 novembre 1998¹ relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine définies comme : « Toutes les eaux qui, soit en l'état, soit après traitement, sont destinées à la boisson, à la cuisson, à la préparation d'aliments ou à d'autres usages domestiques, qu'elles soient fournies par un réseau de distribution, à partir d'une citerne, d'un camion-citerne ou d'un bateau-citerne, en bouteilles ou en conteneurs, y compris les eaux de source (...) »

Au niveau national les exigences de qualité pour l'eau potable sont traduits dans l'arrêté du 11 Janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine. Les différents acteurs en interaction dans le domaine de l'eau potable sont résumés dans un schéma en annexe1.

Actuellement, le contrôle de la qualité de l'eau repose sur un contrôle du « produit fini », pour lequel des exigences de qualité portent sur près de 60 paramètres, faisant de l'eau potable l'un des produits alimentaires les plus contrôlés.

Les paramètres contrôlés sont d'ordre différent. Premièrement, il y a des paramètres qui traduisent la qualité organoleptique de l'eau (couleur, turbidité, odeur, saveur). Deuxièmement les paramètres physico-chimiques qui témoignent des caractéristiques naturelles de l'eau, (température, pH, chlorures, sulfates, etc.). Ensuite, les paramètres chimiques dans lesquels on trouve les substances indésirables et les substances toxiques. Pour terminer, les paramètres de type microbiologiques sont surveillés. L'annexe 2 est un extrait de l'arrêté du 11 janvier 2007 qui récapitule les paramètres contrôlés avec les limites et références de qualité associées.

Le suivi sanitaire permanent de l'eau de distribution, comprend à la fois :

- La surveillance exercée par les Personnes Responsables des installations de Production et de Distribution d'Eau (PRPDE).

Ils doivent effectuer un examen régulier de leurs installations et réaliser un programme d'analyses en fonction des dangers identifiés sur le système de production et de distribution d'eau

- Les services déconcentrés du ministère chargé de la Santé (ARS), appelé « contrôle sanitaire ».

Le contrôle sanitaire comprend toute opération de vérification du respect des dispositions législatives et réglementaires relatives à la sécurité sanitaire des eaux destinées à la

¹ Projet de révision de la directive européenne 98/83/CE, <http://rese.intranet.sante.gouv.fr/>

consommation humaine. Le contenu du programme d'analyses, ses modalités d'adaptation et les fréquences de prélèvements et d'analyses sont précisés, selon les caractéristiques des installations, par un arrêté du ministre chargé de la Santé (Arrêté du 11 janvier 2007). Le tableau relatif à la fréquence des analyses est présenté en annexe3. La fréquence du contrôle réglementaire dépend du nombre de la population desservie par une UDI et du débit journalier. Logiquement, la fréquence du contrôle sanitaire augmente avec la population desservie.

Le programme du contrôle sanitaire sur une unité de distribution s'effectue en 3 points pour s'adapter aux différentes étapes du système d'acheminement de l'eau potable. (cf. Figure 1 : Schéma d'un système de production/distribution simple et interconnecté)

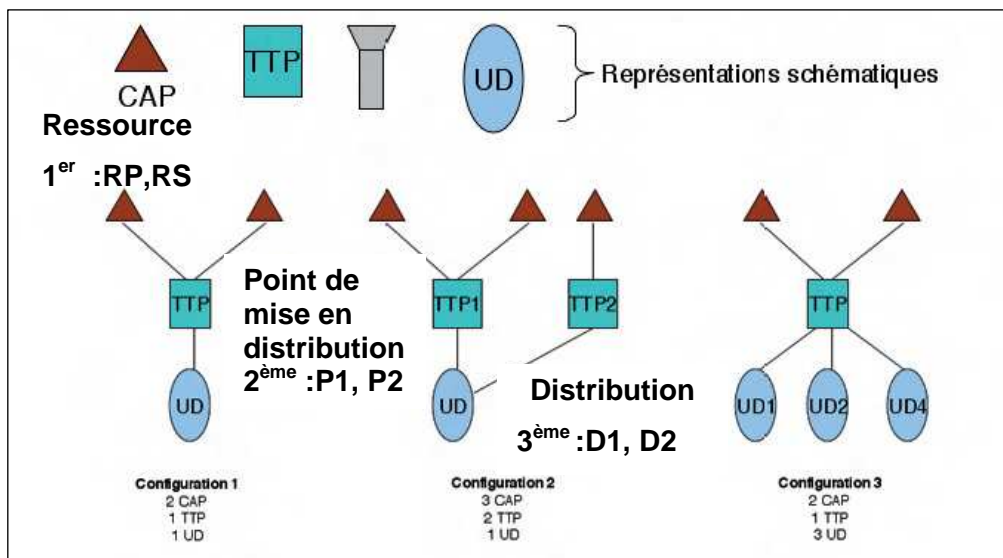


Figure 1 : Schéma d'un système de production/distribution simple et interconnecté (Beaudeau et al, 2007)

- 1^{er} point : Prélèvements au niveau de la ressource (RP, RS)

Avant d'être distribuées, les eaux brutes sont captées (Captage : CAP) dans le milieu naturel. Le premier point de prélèvement permet de vérifier la qualité de l'eau au point de puisage.

- 2^{ème} point : Prélèvements au point de mise en distribution (P1, P2)

Les eaux subissent ensuite généralement des traitements (Station de traitement : TTP), plus ou moins complexes selon la qualité des eaux. Le point de mise en distribution (Analyses de type P1, P2) est donc représentatif de la qualité de l'eau après le passage en station de traitement.

- 3^{ème} point : Prélèvements en distribution (D1, D2)

Après son passage dans les installations de production, l'eau est acheminée jusqu'au robinet des usagers par un ensemble d'installations de distribution (canalisations, réservoirs...). La notion d'unité de distribution a été introduite pour désigner le réseau physique de distribution qui délivre une eau de qualité réputée homogène (même origine).

I.A.2 La base de données Sise-eau

Depuis 1995, la Direction générale de la santé assure le suivi de la qualité des eaux distribuées grâce à la base de données nationale SISE-eau. Cette base, est alimentée au niveau départemental par les délégations territoriales attachées aux Agences Régionales de Santé et comporte l'ensemble des résultats analytiques du contrôle sanitaire disponibles depuis plus de 10 ans. L'ampleur de l'historique disponible varie selon les départements car l'implantation du système s'est échelonnée de la fin des années 80 à la fin des années 90.

La base de données SISE-eau est l'outil de choix pour estimer le niveau d'exposition des populations aux toxiques et aux pathogènes véhiculés par l'eau en fonction de l'UDI qui les alimente. Il n'existe pas d'autre source d'information couvrant la totalité des UDI françaises. Comme exposé précédemment, la fréquence d'échantillonnage diffère cependant beaucoup selon la taille de l'UDI, cette hétérogénéité se retrouve au niveau de la base SISE-eau.

Limite de la base de données :

La limite majeure de la base de données Sise-eau réside dans la complexité de la gestion des installations. Notamment concernant la gestion de l'historique des analyses et de la configuration, modélisation des unités de distribution de la ressource au point de distribution. De plus, la saisie n'est pas totalement harmonisée et parfois difficile à interpréter pour un regard extérieur.

I.A.3 La maîtrise du risque sanitaire

1. La maîtrise du risque chimique

En France la maîtrise du risque chimique est conditionnée par le respect des limites de qualité pour les composés toxiques (Code de la santé publique, Annexe 13-1, partie II).

Le panel de paramètres pris en compte dans le contrôle sanitaire est large et les critères d'élaboration des valeurs réglementaires varient.

➤ Limite de qualité :

Les limites de qualité fixées par le code de la santé publique (transposition de la directive 98/83/CE) s'appuient principalement sur les valeurs guides établies par l'Organisation mondiale de la santé. Ces valeurs guides sont basées sur des arguments **sanitaires** et représentent la concentration d'un composant qui ne présente pas de risque significatif pour la santé d'une personne qui consommerait l'eau en question pendant toute sa vie. Les limites sont donc fixées sur des paramètres qui lorsqu'ils sont présents dans l'eau sont susceptibles de produire des effets immédiats et/ou à plus long terme sur la santé du consommateur.

L'eau distribuée en France doit être **conforme** aux limites de qualité fixées par l'arrêté du 11 janvier 2007. L'annexe 4 détaille la démarche d'élaboration des valeurs guides de l'OMS qui sont à l'origine des valeurs réglementaires.

La maîtrise du risque sanitaire des contaminants présents dans l'eau potable est gérée par les évaluations de risque de l'OMS et les valeurs guides qui en découlent dans l'état actuel des connaissances sur les substances et leurs effets à faible dose. Les limites de qualité, sont toutes égales ou inférieures à la valeur guide et protègent ainsi les consommateurs. Cependant, pour quelques substances, les valeurs guides sont tributaires des seuils de quantification des analyses. C'est le cas pour l'arsenic, les bromates et le bromodichlorométhane.

➤ Référence de qualité :

Les références de qualité sont des valeurs **indicatives** de présence de substances dans la ressource à des concentrations élevées ou de dysfonctionnement des installations de traitement. La non satisfaction des références de qualité peut aussi être à l'origine d'inconfort ou de désagrément pour le consommateur, voire pour certains paramètres, d'un risque sanitaire (ex :chlorites). Par exemple, des paramètres comme le fer et le manganèse possèdent une référence de qualité car ils sont non préoccupants pour la santé aux concentrations normalement rencontrées dans l'eau potable. De plus le goût et la couleur de l'eau sont modifiés à des concentrations bien inférieures à la valeur limite pour laquelle des effets toxiques sont susceptibles de survenir. Une eau doit **satisfaire** aux références de qualité.

2. La maîtrise du risque microbiologique :

La qualité de l'eau de boisson distribuée aux consommateurs constitue depuis toujours un élément très important pour la protection de la santé des populations. Le risque le plus immédiat et principal même aujourd'hui dans les pays industrialisés provient de l'ingestion d'une eau souillée par des matières fécales d'origine humaine ou animale, qui peuvent être des sources de bactéries pathogènes, de virus ou de protozoaires. Comme il serait très lourd et pratiquement impossible de vérifier l'absence de tous ces micro-organismes, les analyses microbiologiques du contrôle sanitaire sont fondées sur la recherche de bactéries considérées comme des indicateurs de contamination fécale. Elles ont été choisies parce qu'elles sont présentes en grand nombre dans les selles des animaux à sang chaud et qu'elles sont facilement détectables. Les indicateurs de choix sont la recherche de *Escherichia coli* et des *Entérocoques* intestinaux.

Escherichia coli et les *Entérocoques* intestinaux sont des indicateurs de contamination d'origine fécale au niveau de la ressource (analyses de type RP et RS), d'efficacité des traitements au point de mise en distribution (analyses de type P1) et/ou de contamination en cours de distribution (analyses de type D1). Les *Entérocoques* intestinaux du fait de leur plus grande résistance aux traitements de désinfection (chlore, ozone...) sont des indicateurs plus pertinent de la contamination de l'eau par des germes fécaux.

Ces deux indicateurs sont soumis à une limite de qualité qui est l'absence totale dans 100ml.

I.A.4 La distribution d'eau potable

➤ En France

A l'échelon national, l'alimentation en eau potable est assurée par près de 30000 captages dont 95% concernent les eaux souterraines et 5% les eaux superficielles, alors qu'elles représentent 1/3 de la production nationale (DGS, 2005-2006-2008). La majorité de la production d'eau potable est d'origine souterraine. En France, la moitié des UDI alimente moins de 2 % de la population et la moitié de la population est alimentée par 2 % des UDI.

➤ En Languedoc-Roussillon

Le Languedoc-Roussillon est une région où 80% de l'alimentation en eau potable se fait à partir des ressources souterraines. Ceci est caractéristique d'une région agricole qui compte 88% de petites communes rurales.

Le tableau 1 traduit la répartition des UDI selon leur taille en nombre d'habitant.

Tableau 1: Répartition des UDI (nombre et population) selon leur taille_Situation en 2011 (Source : Sise-eau)

Classes d'UDI (en nombre d'habitants)	Nombre d'UDI	% udi	Population desservie	% pop
0-499	1633	74%	150023	6%
500-9999	546	25%	1240371	51%
>10 000	35	1%	1041279	43%
TOTAL	2214	100%	2431673	100%

En Languedoc-Roussillon, près des trois-quarts des UDI (74%) desservent moins de 500 habitants. Ces 1633 UDI alimentent ainsi 6% des habitants.

Les « petites » UDI alimentées par des eaux souterraines sont donc majoritaires en Languedoc-Roussillon. Cependant, au sein même de la région, des spécificités départementales existent. La Lozère est le département de la région comportant le plus d'UDI, il se place en 3^{ème} position au niveau national. Le dispositif actuel de distribution s'adapte au contexte local des départements. La Lozère, et les Cévennes gardoises sont caractérisées par des habitats diffus et un relief montagneux. Ceci implique des réseaux courts entre les captages et le compteur des abonnés et engendre donc la multiplicité des installations. En règle générale pour les autres départements, les plaines concentrent les villes les plus importantes et les plus grosses UDI alors que les zones montagneuses sont les territoires où se trouvent les petites structures.

Qu'est ce qu'une « petite unité de distribution » ?

Les petites unités de production d'eau sont reconnues être aujourd'hui les plus sensibles aux pollutions (Jacob et al, 2009). Il n'y a pas de définition réglementaire claire à ce sujet.

Dans le code de la santé publique (articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38), on trouve maintenant les UDI classées par groupes d'installations en fonction de 13 classes de population (de 100 à 100000 habitants). Par ailleurs la directive 98/83/CE spécifie que tous les états membres doivent tous les 3 ans faire un rapport sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine pour les UDI desservant plus de 5000 habitants uniquement. Ce seuil des 5000 habitants est retenu pour désigner une petite unité de distribution. Les petites UDI répondent à des caractéristiques communes :

- Système de gestion le plus souvent sous forme de régie directe
- Milieu rural et habitat dispersé (ressource souterraine)
- Traitement par procédés simples (simple chloration ou filtration et chloration)
- Fréquence des analyses faibles

I.B Problématique

I.B.1 Enjeu de l'action 11

La loi du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique impose depuis 2004 l'élaboration d'un plan national de prévention des risques pour la santé liés à l'environnement intitulé Plan National Santé Environnement (PNSE).

Le PNSE décline les engagements du Grenelle de l'Environnement en matière de santé-environnement et caractérise les axes principaux à suivre sur le territoire. A l'échelle régionale le PNSE est décliné en Plan Régional Santé Environnement. Il met l'accent sur les priorités régionales tout en restant cohérent avec les plans d'actions nationaux.

Concernant la politique de l'eau, l'action n°11 a été déclinée pour diminuer les inégalités territoriales qui résultent de l'hétérogénéité naturelles des départements (relief montagneux, plaine...) et qui influent sur la qualité de l'eau distribuée aux populations. Cette action est d'autant plus pertinente car elle est au vif de l'actualité dans la région Languedoc-Roussillon (Midi Libre, 13/07/2011).

En Languedoc-Roussillon, les ressources en eau sont suffisamment abondantes du fait des réserves d'eau souterraines cependant en plus de la pluviométrie mal répartie la nature karstique des sous-sols favorise une infiltration rapide des précipitations sans épuration, ce qui rend la ressource vulnérable aux contaminations ou pollutions.

La consommation d'eau du robinet chez les usagers varie en fonction de l'âge, de la région mais aussi à cause de l'effet de la qualité de l'eau distribuée localement. Pour réduire le risque tout en limitant le recours au traitement avant distribution de l'eau, la protection de la ressource est une priorité.

Cependant, le Languedoc-Roussillon est une région rurale et viticole, ce sont donc les petites UDI qui prédominent. Elles sont gérées par des petites collectivités et ce sont justement celles-ci qui rencontrent le plus de difficultés (coût, main d'œuvre, complexité

des dossiers) pour mettre en place des mesures pour rétablir la qualité de l'eau potable à l'échelle de la ressource. L'objectif de 100% des captages protégés fixés par le PRSE1 est loin d'avoir été atteint puisque selon les départements 35 à 85% des captages sont actuellement protégés (Aude : 36,4% ; Gard : 46,1% ; Hérault : 44,2 ; Lozère : 42,6% ; PO : 81,7%) (ARS, 2009).

Des situations sanitaires critiques subsistent donc localement et sont relevées par les délégations territoriales en charge du contrôle sanitaire. C'est pour cela que des actions complémentaires de reconquête de la qualité de l'eau potable doivent être mises en œuvre dans la région. Au travers de l'action 11, l'ARS désire diminuer les unités de distribution délivrant une eau non-conforme aux textes réglementaires en évaluant les leviers d'aides disponibles.

Levier d'aide possible identifié

Pour aider les collectivités, des aides financières sont disponibles au travers des Agences de l'eau et du Conseil Général. Cependant, les aides de l'agence de l'eau pour les projets d'amélioration de la qualité de l'eau au robinet tendent à diminuer, pour privilégier un soutien aux collectivités concernées par les opérations de restauration de la qualité de la ressource.

Dès 2013, les Agences de l'eau vont présenter dans le cadre de leur programme d'intervention, leurs X^{èmes} programmes de l'eau pour la période 2013-2018.

Pour appuyer les décisions de l'agence de l'eau, la Direction Générale de la Santé a établi une note (publiée sur le RESE) qui sera ensuite transmise à l'agence de l'eau. Trois axes sont exposés dont l'axe A : « Améliorer la sécurité sanitaire des eaux ». Pour cela, il est recommandé de mettre fin aux dépassements récurrents (plus de 30 jours par an) d'une limite de qualité **quelque soit la taille de l'UDI** ». La bactériologie (risque aigu) ainsi que les paramètres chimiques les plus préoccupants (arsenic, plomb, bromates, radon, chlorure de vinyle) sont identifiés comme des priorités sanitaires.

Ces programmes sont donc des piliers financiers sur lesquels repose le dispositif mis en place pour relever les défis majeurs de la politique de l'eau.

I.B.2 Les objectifs du mémoire

Dans le cadre de l'action 11, le stage proposé a pour objectifs :

- D'obtenir par le biais du contrôle sanitaire une vision globale par type de paramètre des dépassements des valeurs réglementaires dans les eaux de distribution du Languedoc-Roussillon
- D'évaluer la menace en caractérisant les dangers de chaque paramètre en sélectionnant les plus préoccupants
- D'évaluer l'impact sanitaire lié au dépassement des limites de qualité des paramètres
- De définir des priorités d'intervention par rapport à l'impact sanitaire des paramètres

Ce stage a donc été envisagé afin d'obtenir une vision globale des paramètres les plus préoccupants d'un point de vue sanitaire qui impactent le plus grand nombre de personnes dans la région afin de cibler les priorités d'intervention derrière.

L'amélioration de la connaissance de l'exposition de la population du Languedoc-Roussillon à une eau présentant un risque pour la santé est un point de départ avant la mise en place d'un vrai programme de reconquête de la qualité de l'eau distribuée.

De plus, le travail rendu pourra être un appui de négociations face aux financeurs (Agence de l'eau, CR, CG, collectivités locales).

II. DEMARCHE ADOPTEE

II.A Méthodologie

La démarche classique d'évaluation du risque a servi de fil conducteur. Elle se compose des 3 étapes suivantes :

- 1^{ère} étape : l'identification des dangers avec l'identification des valeurs toxicologiques de référence (Choix des VTR)
- 2^{ème} étape : l'évaluation des expositions
- 3^{ème} étape : la caractérisation du risque

NB : Des choix et hypothèses seront émis pour pouvoir avancer dans la mission. En effet, les résultats du contrôle sanitaire sont saisis dans la base Sise-eau (cf.partie I.A.2). Celle-ci très intéressante a malgré tout des contraintes d'usage qui nécessiteront tout au long du stage une adaptation stratégique de la démarche.

II.A.1 L'identification des dangers et l'identification des valeurs toxicologiques de référence

Cette étape est le point de départ pour recenser tous les paramètres chimiques du contrôle sanitaire trouvés au moins une fois en dépassement de la valeur limite réglementaire dans la zone d'étude : le Languedoc-Roussillon de 1999 à 2009.

La période de 10 ans permet d'avoir une vision consolidée des dépassements, malgré les disparités du nombre d'analyse par UDI.

Cette étude est réalisée dans un objectif de santé publique. Les paramètres d'ordre organoleptique (couleur, odeur, saveur) ainsi que le groupe des paramètres physico-chimiques liés à la structure naturelle des eaux; température, conductivité, chlorures, sodium, oxydabilité au KMnO_4 , carbone organique total ont été éliminés d'office. Ils ne sont pas directement exploitables en l'état actuel des connaissances pour caractériser un risque sanitaire.

Pour les autres paramètres identifiés, une étude bibliographique est réalisée afin de connaître leur origine dans l'eau et leurs effets sanitaires par ingestion d'eau potable.

A ces fins, les bases de données officielles suivantes proposant des analyses scientifiques rigoureuses ont été consultées:

- ATSDR : <http://www.atsdr.cdc.gov/>
- EPA : <http://www.epa.gov/iris/>
- Health Canada : http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/dpc_pubs/96dhm194.pdf
- Fiches toxicologiques (Ineris) : <http://www.ineris.fr/>
- Fiches toxicologiques (INRS) : <http://www.inrs.fr/>
- Fiches ANSES : <http://www.anses.fr/>
- EPA Etat de Californie (OEHHA) : <http://www.oehha.org/>

- Organisation Mondiale de la Santé : <http://www.who.int/fr>

Les avis de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail sont préférentiellement pris en compte dans la justification et la sélection des valeurs toxicologiques de référence dans la mesure de leur disponibilité (Anses, 2004-2007).

A la suite de la recherche bibliographique, la sélection des paramètres à potentiel dangereux jugés les plus pertinents selon les objectifs de l'étude est effectuée.

En ce qui concerne les paramètres microbiologiques, ils ont été d'office sélectionnés au vu des résultats du bilan 2009 de la qualité de l'eau distribuée qui recensait environ 4,4% de personne alimentée par une eau de mauvaise qualité.

Pour chaque paramètre sélectionné ainsi que pour les paramètres bactériologiques, la poursuite de l'évaluation de risque sanitaire est menée ; l'évaluation de l'exposition et la caractérisation du risque.

Pour la bactériologie, par contrainte de temps la caractérisation du risque n'a pas pu être réalisée. Cependant une réflexion a été menée, elle est présentée en annexe 5.

II.A.2 L'évaluation de l'exposition

Le fil directeur de cet étape est le même pour les paramètres sélectionnés. Cette étape permet d'estimer les populations du Languedoc-Roussillon qui sont en contact avec les agents jugés les plus préoccupants en Languedoc-Roussillon par ingestion d'eau distribuée ainsi que les niveaux d'exposition associés.

➤ La zone d'étude

Elle correspond à la région Languedoc-Roussillon avec ses 5 départements respectifs : Aude (11), Gard (30), Hérault (34), Lozère (48), Pyrénées Orientales (66).

➤ Sélection de la population d'étude

La population d'étude* correspond aux personnes vivant actuellement dans la zone d'étude (Languedoc-Roussillon) et desservie par une unité de distribution (UDI) qualifiée de critique.

La définition d'une unité de distribution critique propre à chaque paramètre étudié s'adapte en fonction des disponibilités des données et est précisée dans l'étape d'évaluation de l'exposition pour chaque paramètre étudié.

***NB :** La population « décret » a été choisie préférentiellement car elle pondère l'effectif de la population en tenant compte des fluctuations saisonnières (cf : tableau 2).

A titre comparatif la population permanente du Languedoc-Roussillon est estimée à 2 608 095 selon les chiffres de l'INSEE (2009).

Tableau 2: Effectif de la population par département: Population permanente et population décret

	Aude	Gard	Hérault	Lozère	Pyrénées-Orientales	Languedoc-Roussillon
Population décret	419263	633309	1111116	93202	560339	2 817 229

➤ Période de l'étude et données recueillies

Les prélèvements retenus sur les « UDI critiques » sont ceux du contrôle sanitaire réalisés par les DT-ARS uniquement sur la période d'étude 2008-2010 inclus (3 ans).

Une extraction sur Sise eau d'alimentation a été faite et les éléments suivants sont demandés :

- l'effectif de la population décret desservie par l'UDI critique ;
- toutes les analyses réalisées sur la période d'étude (2008-2010 compris), en précisant la date, le lieu de prélèvement (ressource, mélange, distribution), et les concentrations en l'agent relevées.

➤ Sélection des données

La sélection des données diffère en fonction de l'origine du paramètre dans l'eau de distribution. Pour pallier les limites de Sise-eau (cf.I.A.2), les analyses prises en compte sont sélectionnées pour être représentatives des eaux distribuées selon le schéma de chaque UDI.

➤ Indicateur d'exposition

1. Paramètres chimiques :

L'indicateur d'exposition est la « concentration médiane » relevée sur la totalité des résultats d'analyses sélectionnés sur la période d'étude. Celui-ci a été privilégié par rapport à la concentration moyenne pourtant plus répandu et accepté. Cependant, la moyenne ne résumait pas bien l'information de la série des valeurs des prélèvements trop dispersée s'éloignant d'une distribution symétrique (normale). L'avantage de la médiane sur la moyenne arithmétique est qu'elle est beaucoup moins influencée par les valeurs extrêmes.

2. Paramètres microbiologiques :

La caractérisation de l'exposition est basée sur les prélèvements E.coli et Entérocoques disponibles en distribution déclarés conformes ou non-conformes sans quantification (pas de dose ou concentration).

L'indicateur d'exposition est traduit au travers du pourcentage de non-conformité.

$$NC_{\%} = (\text{nombre de prélèvement non-conformes})_{2008-2010} / (\text{nombre total de prélèvement})_{2008-2010}$$

➤ Classes d'exposition

A partir des indicateurs sélectionnés des classes d'exposition sont déterminées. Pour chaque classe le nombre d'UDI critique et la population concernée sont renseignés.

II.A.3 La caractérisation du risque

Cette étape permet d'apprécier l'impact sanitaire à la consommation d'une eau de boisson non-conforme.

Un impact sanitaire correspond au nombre potentiel de cas de pathologie étudiée, lié à une exposition donnée au sein d'une population, survenant ou susceptible de survenir dans cette population, sur une période déterminée.

Les 2 indicateurs servant à la détermination de l'impact sanitaire dans une population sont les suivants : le quotient de danger (effet à seuil) et l'excès de risque individuel (effet sans seuil).

Quotient de danger : $[DJE_{\text{eau}}]_{\mu\text{g/kg/jour}} / [VTR]_{\mu\text{g/kg/jour}}$

DJE_{eau} : Dose journalière d'exposition via la consommation d'eau potable

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

ERI = $[DJE_{\text{eau}}]_{\mu\text{g/kg/jour}} \times ERU_{\mu\text{g/kg/jour}} \times \text{Durée d'exposition} / \text{Durée de vie}$

[DJE_{eau}] : Dose Journalière d'exposition

Durée de vie : 70ans

ERU : Excès de Risque Unitaire

La dose journalière d'exposition pour la consommation d'eau potable (DJE_{eau} en µg/kg/j) est calculée selon la formule suivante pour chaque UDI :

$$DJE_{\text{eau}} = \frac{[S]_{\text{médiane}} \times V_{\text{eauconsommée}}}{P}$$

[S]_{médiane} : Indicateur d'exposition correspondant à la concentration médiane de la substance dans l'eau sur la période d'étude (µg/l)

V_{eauconsommée} : Volume d'eau total consommé (l/j)

P : poids corporel (kg)

Deux postulats sous-tendent le calcul des DJE_{eau} :

- La concentration de la substance est stable dans le temps pour chaque UDI et l'indicateur d'exposition médiane est représentatif des teneurs habituelles sur le réseau ;
- La population exposée consomme uniquement de l'eau fournie par l'UDI de son lieu d'habitation, que ce soit pour la boisson ou la préparation des aliments.

Les critères de l'OMS suivants sont retenus dans le calcul de la DJE (cf. tableau 3).

Tableau 3: Critères de consommation d'eau potable de l'OMS

Critère OMS	Adulte	Enfant	Nourrisson
Consommation d'eau totale moyenne (l/jour)	2	1	0,75
Poids corporel (kg)	60	10	5

Remarque :

Les critères OMS correspondent pour chaque catégorie d'individu aux plus forts consommateurs d'eau.

Pour les effets sans seuil d'effet, l'ERI est calculé pour une exposition « vie entière ». (70 ans selon les critères OMS). La durée d'exposition est donc égale à la durée de vie.

$$\text{Ce qui revient à : } \text{ERI} = [\text{DJE}_{\text{eau}}]_{\mu\text{g/kg/jour}} \times \text{ERU}_{\mu\text{g/kg/jour}}$$

Ensuite, pour mettre en évidence où les efforts de gestion sont prioritaires, l'HCSP renonçant au concept de « risque acceptable » ($\text{ERI} > 10^{-5}$) et de seuil théorique d'apparition d'effets sanitaires ($\text{QD} > 1$) donné par les valeurs repères classiques recommande des intervalles de valeurs plutôt que des seuils absolus et retient 3 espaces pour guider l'interprétation des estimations du risque. Il s'agit :

- un domaine d'action rapide = $\text{ERI} > 10^{-4}$ ou $\text{QD} > 10$
- un domaine de vigilance active = $10^{-5} < \text{ERI} < 10^{-4}$ et $1 < \text{QD} < 10$
- un domaine de conformité = $\text{ERI} < 10^{-5}$ et $\text{QD} < 1$

L'impact sanitaire est traduit par le nombre et la proportion de la population concernée pour chaque intervalle.

La restitution des résultats est présentée dans le tableau type suivant pour chaque paramètre :

Tableau 4: Présentation des résultats : Impact sanitaire

	Domaine de conformité			Domaine de vigilance active			Domaine d'action rapide			Total	
	QD<1 ERI<10 ⁻⁵			1<QD<10 10 ⁻⁵ <ERI<10 ⁻⁴			QD>10 ERI>10 ⁻⁴				
Département	NB	UDI	%NB	NB	UDI	%	NB	UDI	%	NB	UDI
Aude											
Gard											
Lozère											
Hérault											
PO											
Région											

NB : Effectif de la population dans chaque domaine d'intervention

UDI : Nombre d'UDI dans chaque domaine d'intervention

% : Pourcentage de la population comprise dans les domaines d'intervention

Lorsque cela est possible celui-ci est aussi exprimé en tenant compte des restrictions d'usage alimentaires (boisson, préparation des aliments, lavage de la vaisselle) demandées par l'ARS limitant l'exposition des usagers.

II.A.4 Priorités d'intervention

Les paramètres prioritaires sont ceux ayant le plus fort impact sanitaire. (Plus grand effectif de la population dans les intervalles d'intervention les plus alarmants (Vigilance active et action rapide)

II.B Autres paramètres préoccupants

Des fiches en trois étapes (1. Généralités sur les effets sanitaires, 2. Analyse des dépassements, 3. Gestion du risque sanitaire) sont proposés sur les paramètres retrouvés en dépassement récurrent lors de l'étape d'identification des dangers mais pour lesquels par contrainte de temps, la poursuite de l'évaluation de risques n'a pas eu lieu.

III. RESULTATS

III.A L'identification des dangers et l'identification des valeurs toxicologiques de référence

Nous trouvons 30 paramètres chimiques hors phytosanitaires différents en dépassement et 71 molécules de phytosanitaires.

Les avis de l'ANSES et les recommandations de l'OMS ont été utilisés pour juger si les substances aux concentrations constatées dans l'eau potable était préoccupante pour la santé humaine. Parmi les paramètres restants, les chlorures, les chlorites et les sulfates ont été éliminés malgré de nombreux dépassements (Anses, 2004-2007).

Ces trois éléments possèdent des références de qualité pour le contrôle sanitaire. L'OMS n'a pas proposé de valeur guide basé sur des données sanitaires sauf pour les chlorites. Il en est de même pour le fer¹, le sodium², l'ammonium³, le manganèse⁴ (OMS, 2004).

L'identification des dangers et l'identification des VTR sur les substances retrouvées en dépassement sont synthétisées en annexe 7.

Ce tableau permet aussi d'appréhender au travers de la construction de la valeur guide de l'OMS si la limite de qualité est protectrice pour le consommateur.

23 paramètres physico-chimiques étaient encore en course.

Par rapport aux contraintes de temps, afin de terminer la sélection l'analyse de la récurrence des dépassements a été prise en compte.

Le tableau 5 suivant présente les paramètres restant pouvant représenter un risque pour la santé des consommateurs. Ils sont classés par ordre décroissant en fonction du nombre de dépassements sur la région.

¹ Il n'est pas préoccupant pour la santé, Le goût et l'aspect de l'eau étant modifiés par des concentrations inférieures à la valeur limite définie sur la base d'arguments sanitaires.

² Non préoccupant pour la santé aux concentrations relevées dans l'eau de boisson

³ Présent dans l'eau de boisson à des concentrations bien inférieures à celles susceptibles de provoquer des effets toxiques

⁴ à des concentrations inférieures ou égales à la valeur guide définie sur la base d'arguments sanitaires, la substance peut influencer sur l'aspect, l'odeur ou le goût de l'eau, ce qui suscite des plaintes de la part des consommateurs.

Tableau 5: Récurrence des dépassements sur la période 1999-2009

	Nombre d'installations* touchées	Nombre de dépassements	Fréquence annuelle des dépassements
Arsenic	181	732	73,2
Nitrates	53	270	27
aluminium	102	209	20,9
Plomb	144	189	18,9
Bromates	128	160	16
Baryum	56	146	14,6
Antimoine	48	134	13,4
Cuivre	97	132	13,2
Nickel	102	116	11,6
Nitrites	56	74	7,4
Fluorures	11	69	6,9
Sélénium	20	23	2,3
trichloroéthylène + tétrachloroéthylène	4	22	2,2
Benzoapyrène (HAP)	10	10	1
Chloroforme	6	8	0,8
Mercuré	8	8	0,8
Chlorure de vinyle	5	5	0,5
trihalométhane	6	5	0,5
Chrome total	2	2	0,2
Cadmium	1	1	0,1
benzène	1	1	0,1

* : CAP, TTP, UDI

La fréquence annuelle des dépassements par installation selon les paramètres varie entre 0,1 (cadmium et benzène) et 73,2 (arsenic).

Vu le grand nombre de paramètres restants, en fonction de la récurrence du dépassement une expertise locale a été menée grâce à la collaboration des correspondants des délégations territoriales. Ils ont été interrogés pour connaître les causes du dépassement et la mise en place éventuelle de traitement, changements de ressources, tout ce qui a permis le retour à la conformité durant la période considérée. Par commodité et contrainte de temps, l'expertise locale a pu uniquement être réalisée sur les paramètres en rouge dans le tableau 5.

Les résultats de l'expertise locale sont présentés en annexe 8. La gestion des non-conformités n'est pas la même dans tous les départements mais elle est en train d'être harmonisée au niveau régional. Pour simplifier, un logigramme est proposé pour classer les dépassements.

Le tableau 6 présente l'origine des substances restantes dans les eaux de consommation.

Tableau 6 : Origine des substances dangereuses retrouvées en dépassement dans l'eau potable en Languedoc-Roussillon

Paramètres sélectionnés	Origine des substances
Antimoine	Origine géochimique de la ressource
Arsenic	
Baryum	
Nitrates / nitrites	Sources essentiellement anthropique
aluminium	Origine tributaire du traitement de l'eau
bromates	
civre	Origine géochimique de la ressource et/ou corrosion des canalisations des réseaux de distribution
Nickel	
Plomb	

En tête du classement, nous trouvons l'arsenic, les nitrates, l'aluminium, le plomb, les bromates, le baryum, l'antimoine, le cuivre, le nickel et les nitrites.

Les bromates, le plomb et l'arsenic font partie des paramètres retrouvés en tête des dépassements en Languedoc-Roussillon et sont désignés comme des priorités sanitaires définies par la DGS pour l'élaboration des X^{èmes} programmes des Agences de l'Eau.

Du fait des dépassements élevés et des priorités sanitaires de la DGS ; l'arsenic, les bromates et le plomb sont sélectionnés. L'évaluation de l'exposition et la caractérisation du risque sont menées sur ces 3 paramètres. Par ailleurs, l'arsenic et les bromates sont soumis à une limite de qualité non-protectrice. Par manque de temps, la démarche d'évaluation de risque pour les autres paramètres retrouvés en dépassement dans la région (antimoine, baryum, nitrates/nitrites et aluminium) ainsi que les molécules de phytosanitaires n'a pas pu être faite.

III.B L'ARSENIC

L'arsenic est un métalloïde largement répandu dans la nature (2mg/kg dans la croûte terrestre, principalement présent dans les roches métamorphiques et éruptives. Par des processus d'altération des roches il est retrouvé dans les roches sédimentaires et peut donc être concentré dans les terrains argileux. Adsorbé sur les oxydes, hydroxydes de fer, mica ou carbonates, il est stocké dans les alluvions et peut donc être retrouvé dans les eaux souterraines. (Selon les conditions d'oxydo-réduction). Les formes minérales présentes le plus souvent dans l'eau sont plus toxiques que les formes organiques (lié à du carbone) (Ravault et al, 2003). Un résumé de l'étape bibliographique d'identification des dangers et d'identification des valeurs toxicologiques de référence est disponible en annexe 9.

III.B.1 Evaluation de l'exposition des populations à l'arsenic

Bien qu'il soit discuté, dans l'état actuel des connaissances et tenant compte des avis des instances officielle l'excès de risque unitaire de $1,5 \cdot 10^{-3} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{jour}$ (US EPA et OMS, 2004) relatif au cancer cutané sera utilisé pour la suite de l'évaluation.

Remarque : La limite de qualité de $10 \mu\text{g}/\text{l}$ pour l'arsenic est basée sur la valeur guide provisoire de l'OMS qui est en cours de révision. Elle est très discutée car elle se base sur une évaluation du risque de cancer cutané réalisée à partir des données de l'étude épidémiologique taiwanaise de Tseng et coll (1968) dans laquelle les personnes étaient exposées à de fortes concentrations. De plus, selon la démarche d'élaboration des valeurs guides de l'OMS, pour un excès de risque de cancers cutanés acceptable individuel de 10^{-5} , la dose d'exposition ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{jour}$) devrait être égale à $0,006 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{jour}$ ($\text{DJE}_{\text{eau}} = 10^{-5}/\text{ERU}$) soit une valeur guide de $0,18 \mu\text{g}/\text{l}$. Cette valeur est inférieure actuellement à la limite de quantification ($10 \mu\text{g}/\text{l}$) et de détection (environ $1 \mu\text{g}/\text{l}$).

En partant de là, une eau conforme à la réglementation pour l'arsenic n'est pas forcément sans danger pour le consommateur. Pour que le risque soit nul il faudrait qu'il y ait absence quasiment totale d'arsenic dans l'eau.

Par ailleurs, d'après le National Research Council et l'US-EPA pour des faibles concentrations, les risques de cancer du poumon et de la vessie devraient être à la base de l'élaboration de la valeur guide pour l'arsenic dans l'eau potable. Cependant l'OMS rétorque dans ses recommandations (OMS, 2004) qu'actuellement de nombreuses incertitudes subsistent sur les risques à faible dose, d'où l'incapacité à proposer une autre valeur.

a) Méthode

1. Définition de la population d'étude:

Les principes de gestion des non-conformités de l'arsenic sont les suivants :

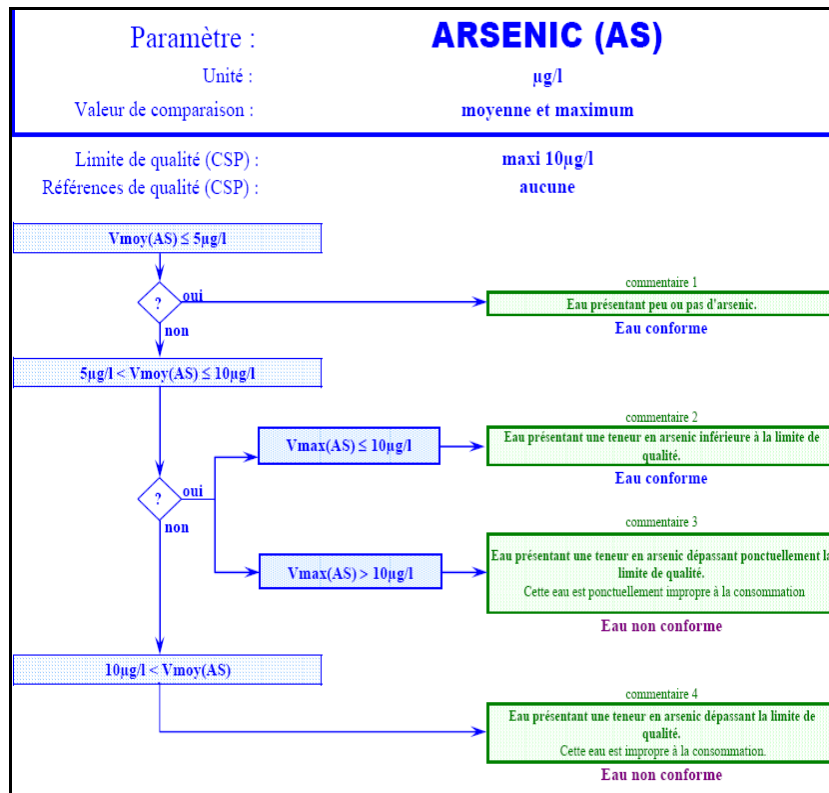


Figure 2: Logigramme de gestion : ARSENIC

Vmoy= Concentration moyenne

Vmax=Concentration maximale

Les eaux classées dans les catégories 3 et 4 sont déclarées non-conformes.

La population d'étude est définie ici comme la population vivant actuellement dans la zone d'étude : région Languedoc-Roussillon et alimentée par une unité de distribution desservant de l'eau non-conforme selon les catégories 3 et 4 du bilan de la qualité des eaux 2009.

Définition d'une UDI critique : UDI qualifiée comme desservant de l'eau non-conforme (catégorie 3 et 4).

2. La sélection des données :

Les analyses prises en compte sont sélectionnées pour être représentatives des eaux distribuées selon le schéma de chaque UDI. Les résultats d'analyse pour l'arsenic sont retenus pour :

1. Les prélèvements réalisés en distribution,
2. Les prélèvements réalisés sur des installations directement en amont du réseau de distribution (MCA, TTP)

3. Les prélèvements réalisés à la ressource juste en amont du réseau de distribution qui ne présente pas de traitement correctif

Ces conditions sont nécessaires pour être le plus représentatif de l'exposition des populations et pour optimiser le nombre de prélèvements qui peut être restreint dans les petites UDI.

b) Résultats

Au niveau de la région, les données du contrôle sanitaire couvraient quasiment toutes les UDI (5 UDI en Lozère uniquement sur lesquelles il n'y a pas de données). Entre 1 et 47 prélèvements ont été effectués sur la période de référence de 2008 -2010 (3ans) pour les 54 « UDI à risque » soit 26880 personnes de la population d'étude. Les concentrations médianes variaient entre 0 et 90 µg/l. Le tableau 7 résume les résultats de l'exploitation des données sur la population d'étude dans chaque département.

Tableau 7: Récapitulatif des résultats de l'exploitation des données sur la population d'étude

	Pmax	Pmin	[As]med min (µg/l)	[As]med max (µg/l)	[As]max (µg/l)	NB	UDI	%NB	%UDI
Aude	47	5	0	3,5	37,87	16172	7	60%	13%
Lozère	24	1	5	90	96	954	21	3,5%	39%
Hérault	24	12	5,4	19	23	551	2	2%	4%
Gard	8	35	2,1	29	41	8606	17	32%	31%
Pyrénées Orientales	40	7	8	26,84	34,92	597	7	2,5%	13%
Total						26880	54	100%	100%

Pmax : nombre de prélèvement maximal relevé sur une UDI critique

Pmin : nombre de prélèvement minimal relevé sur une UDI critique

[As]med min (µg/l): Concentration médiane minimale relevée sur une UDI critique

[As]med max (µg/l): Concentration médiane maximale relevée sur une UDI critique

[As]max (µg/l): Concentration maximale relevée sur une UDI critique

NB : Effectif de la population d'étude

UDI : nombre d'UDI critique

%NB : Pourcentage de la population d'étude dans chaque département

%UDI : Pourcentage d'UDI critique dans chaque département

En partant de l'hypothèse de départ sur les UDI critiques, la présence d'As dans les eaux distribuées dans le Languedoc-Roussillon est responsable d'une exposition potentielle relativement importante de la population (26880 personnes).

Les départements ayant le plus d'UDI critiques se trouvent en Lozère et dans le Gard. En population, c'est l'Aude et le Gard.

Pour connaître les niveaux d'exposition de la population d'étude par rapport à la limite de qualité cinq classes d'exposition à l'As ont été définies à partir de l'indicateur d'exposition¹: <5µg/L, [5-10[, [10-15[, [15-25[, ≥25 µg/l (cf.tableau8).

¹ Indicateur d'exposition est la concentration médiane des résultats des prélèvements (cf. II.A. 2 : Evaluation de l'exposition)

Tableau 8: Répartition de la population d'étude desservie par les UDI "critiques" selon le niveau d'exposition à l'arsenic

Arsenic [As] médiane µg/l	Niveau d'exposition à l'arsenic hydrique											
	[0; 5[		[5; 10[		[10; 15[		[15;25[		≥25		Total	
Départements	NB*	UDI**	NB	UDI	NB	UDI	NB	UDI	NB	UDI	NB	UDI
Aude	16172	7	0	0	0	0	0	0	0	0	16172	7
Gard	4527	2	1074	7	2620	2	265	5	120	1	8606	17
Lozère	0	0	282	7	334	7	197	4	141	3	954	21
Hérault	0	0	530	1	0	0	21	1	0	0	551	2
PO	0	0	54	3	267	2	256	1	20	1	597	7
Région	20699	9	1940	18	3221	11	739	11	281	5	26880	54

*NB : effectif de population d'étude

**UDI : nombre d'unité de distribution critique

Sur l'effectif total de la population d'étude (26880), 84% (22639 personnes) sont exposées à des niveaux inférieurs à la limite de qualité de 10µg/l. 17% sont donc exposées à des concentrations élevées (> 10µg/l).

III.B.2 Caractérisation du risques

Pour chaque «UDI critique», la caractérisation du risque de cancer cutané a été réalisée selon deux situations.

Les populations actuellement desservies par ces UDI sont considérées sous réserve des hypothèses posées pour le calcul des DJE_{eau} (cf.II.A.3) comme exposées à la concentration médiane en As relevée sur la période 2008-2010 durant leur vie entière.

Pour l'arsenic, le calcul de la DJE_{eau} est fait selon les données d'exposition pour un adulte selon l'OMS (Rappel : Consommation d'eau=2l/jour ; poids=60kg)

1. Situation 1 : (hypothèse maximaliste)

On ne prend pas de mesures pour réduire l'exposition des populations à l'arsenic dans les eaux distribuées par les « UDI critiques ». La feuille de calcul est disponible en annexe 10. Le tableau 9 est obtenu précisant pour chaque domaine d'intervention, le nombre d'UDI critique et la population d'étude associée.

Tableau 9: Situation 1 : Domaine d'intervention pour l'arsenic hydrique

Arsenic	Domaine de conformité			Domaine de vigilance active			Domaine d'action rapide			Total	
	ERI<10-5			10-5<ERI<10-4			ERI>10-4				
Dép	NB	UDI	%NB	NB	UDI	%NB	NB	UDI	%NB	NB	UDI
Aude	238	3	100%	9853	3	100%	6081	1	36,22%	16172	7
Gard	0	0	0%	0	0	0%	8606	17	51,26%	8606	17
Lozère	0	0	0%	0	0	0%	954	21	5,68%	954	21
Hérault	0	0	0%	0	0	0%	551	2	3,28%	551	2
PO	0	0	0%	0	0	0%	597	7	3,56%	597	7
Région	238	3	100%	9853	3	100%	16789	48	100,00%	26880	54

NB : effectif de population d'étude

UDI : nombre d'unité de distribution critique

%NB : pourcentage de population d'étude dans chaque département

Sur les 54 UDI critiques, 3 sont dans le domaine de conformité (238 personnes) et 3 sont dans le domaine de vigilance active (9853 personnes). Ces 6 UDI appartiennent au département de l'Aude. Tous les autres départements dont les UDI sont classées en catégorie 3 et 4 du bilan 2009 sont dans l'intervalle d'action rapide (ERI>10-4).

En population régionale cela représente 16789 personnes. Le Gard arrive en tête pour la population dans l'intervalle d'action rapide (51% de la population).

Les ERI sont donc élevés et supérieurs au seuil de risque dit « acceptable » de 10^{-5} , qui est adopté par l'OMS pour établir ses recommandations concernant les toxiques cancérigènes dans l'eau.

2. Situation 2 (hypothèse minimaliste)

Les mesures de réduction de l'exposition actuellement mises en place par les collectivités sont prises en compte.

25 UDI au total sont en interdiction d'usage de l'eau pour les usages alimentaires dans la région (cf.tableau10).

NB : Ceci est un constat pendant la période d'étude, ces mesures peuvent très vite évoluer dans les départements.

Tableau 10: Les interdictions d'usage :
Population et nombre d'UDI concernés

	NB	UDI
Aude	0	0
Gard	9	1090
Hérault	1	21
Lozère	11	515
PO	4	543
Région	25	2169

Le tableau 11 traduit l'impact sanitaire en tenant compte des restrictions d'usage.

Les interdictions d'usage sur la population d'étude, en admettant qu'elles soient bien appliquées par les usagers limitent l'exposition pour 2169 personnes.

Tableau 11: Situation 2: Domaine d'intervention pour l'arsenic hydrique

Arsenic	Domaine de conformité			Domaine de vigilance active			Domaine d'action rapide				
	ERI<10-5			10-5<ERI<10-4			ERI>10-4			Total	
Dép	NB	UDI	%NB	NB	UDI	%NB	NB	UDI	%NB	NB	UDI
Aude	238	3	100%	9853	3	100%	6081	1	41,59%	16172	7
Gard	0	0	0%	0	0	0%	7516	8	51,41%	7516	8
Lozère	0	0	0%	0	0	0%	439	10	3,00%	439	10
Hérault	0	0	0%	0	0	0%	530	1	3,63%	530	1
PO	0	0	0%	0	0	0%	54	3	0,37%	54	3
Région	238	3	100%	9853	3	100%	14620	23	100,00%	24711	29

Pour la caractérisation du risque sanitaire de cancer cutané lié à l'ingestion d'arsenic hydrique, 14620 personnes dans la région sont actuellement exposées à un excès de risque individuel supérieur à 10^{-4} après la prise en compte des mesures de gestion limitant l'exposition. (54% de la population d'étude desservie par les UDI critiques définies au début de l'étude). Les 2169 personnes protégés par des interdictions d'usage se trouvent dans l'intervalle d'action rapide.

En admettant que les interdictions d'usage sont bien appliquées par les usagers, cela ne protège néanmoins que 13% de la population d'étude (14620/16789).

Comme le montre le diagramme ci-dessous (figure 3), au niveau des départements, en tenant compte des restrictions d'usage, le Gard enregistre le plus grand effectif confronté (51,41%) (17 UDI) à un ERI $>10^{-4}$. Il est suivi par l'Aude dont une seule UDI de 6081 habitants à un risque supérieur à 10^{-4} pour un niveau de concentration médian dans l'eau de 3,5µg/l. Cette UDI n'apparaît pas dans la catégorie 4 du bilan et l'eau n'est pas impropre à la consommation, les gens restent donc potentiellement exposés à un risque.

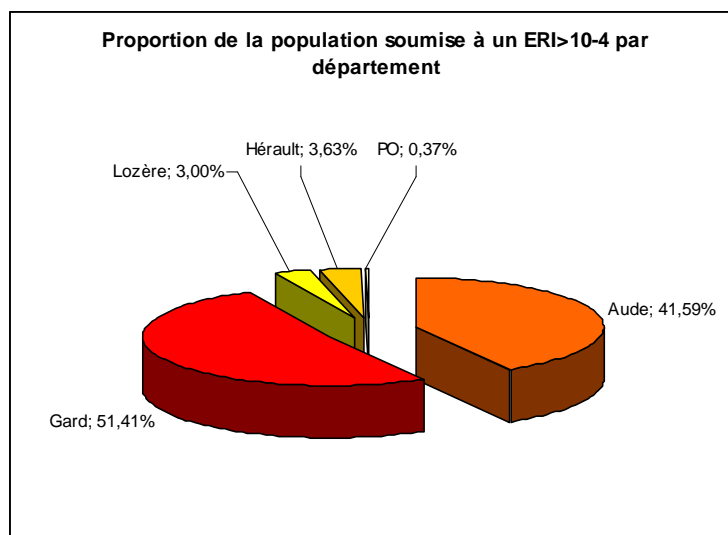


Figure 3: Proportion de la population dans le domaine d'action rapide après la prise en compte des restrictions d'usage (ARSENIC)

III.B.3 DISCUSSION

D'après les résultats de l'évaluation du risque et les hypothèses posées, sur les 26880 personnes soumise à une eau non-conforme en arsenic hydrique (1% de la population), 14620 personnes adultes (soit 0,5% de la population régionale) sont incluses dans le domaine d'action rapide car soumises à un excès de risque individuel « vie entière » supérieure à 10^{-4} . Cet effectif de population tient compte du travail des DT-ARS sur le terrain pour limiter l'exposition (16789 personnes sans en tenir compte).

L'évaluation de risque a permis de bien cerner l'impasse entre la gestion des non-conformités et la gestion du risque sanitaire pour le paramètre « Arsenic ». Ceci paraît logique car la valeur guide et donc la limite de qualité de $10\mu\text{g/l}$ est arbitraire pour l'arsenic en raison des incertitudes analytiques. L'excès de risque de cancer associé à la limite de qualité de $10\mu\text{g/l}$ est significatif ($\text{ERI}_{(\text{LQ}10\mu\text{g/l})} = 5.10^{-4}$) et en conséquence une eau déclarée conforme ne présente pas aucun risque pour le consommateur. Partant de ce constat, le nombre de la population du Languedoc-Roussillon soumise à un excès de risque significatif dans cette évaluation de risque est sans doute sous-estimé.

En effet, le logigramme de gestion des DT-ARS a servi de point de départ. Il n'a été sélectionné que les catégories 3 et 4 qui sont qualifiées de non-conforme. Cependant, comme la concentration en deça de laquelle le risque est acceptable ($\text{ERI} > 10^{-5}$) est de $0,17\mu\text{g/l}$ et qu'elle n'est pas détectable il y aurait sans doute eu des excès de risque non acceptables dans la catégorie 1 et 2.

III.C LES BROMATES

Les bromates n'entrent pas dans la composition naturelle de l'eau. Les bromates sont des sous-produits de désinfection mis en œuvre dans le cadre des processus de potabilisation de l'eau. A cet égard, on distingue deux voies d'introduction de bromates dans l'eau potable, correspondant aux deux méthodes de désinfection existantes, à savoir l'ozonation (réaction ozone + bromures) et la chloration (introduction d'eau de javel impure contaminée par des bromates). La voie de l'ozonation est celle majoritaire à la formation de ces composés dans l'eau.

Un résumé de l'étape bibliographique d'identification des dangers et d'identification des valeurs toxicologiques de référence est disponible en annexe9.

III.C.1 Evaluation de l'exposition des populations aux bromates

L'excès de risque retenu sera celui établi par l'US-EPA et l'OMS à partir de l'étude de De Angelo pour les effets cancérogènes (carcinomes des tubules rénaux) : $\text{ERU } 0,19 \text{ (mg/kg p.c./jour)}^{-1}$

Remarque : La limite de qualité n'est pas protectrice car selon l'OMS pour un excès de risque acceptable de 10^{-5} , pour un individu adulte durant toute sa vie la valeur guide dans l'eau ne devrait pas être supérieure à $3\mu\text{g/l}$ ($\text{DJE}_{\text{eau}} = 0,1\mu\text{g/kg/jour}$).

A cause des limites de l'analyse des bromates, elle a été fixée à $10\mu\text{g/l}$. C'est aussi la valeur réglementaire.

a) Méthode

1. Définition de la population d'étude

Aucun bilan de la qualité réalisé par les DT-ARS permettant de cibler les UDI non-conformes pour ce paramètre n'est disponible comme point de départ.

La population d'étude est celle desservie par une UDI critique.

Définition d'une UDI critique :

UDI ayant rencontrée au moins un dépassement de la limite de qualité de $10\mu\text{g/l}$ pendant la période de référence (2008-2010 compris).

2. Sélection des données :

Les bromates sont des sous-produits de désinfection. Ils sont analysés obligatoirement lors d'analyse de type P (au point de mise en distribution) lorsque l'eau subit un traitement d'ozonation ou chloration. Les prélèvements recueillis sont ceux de toutes les installations type TTP et UDI. Ensuite, les installations de traitement sont reliées à une ou plusieurs unités de distribution en aval pour avoir un effectif de population.

b) Résultats

Selon la définition de l'installation critique, il y en a eu uniquement 3 UDI critiques car ayant présentées au moins une fois un dépassement de la limite de qualité sur la période d'étude (2 dans l'Aude et une dans l'Hérault). Dans l'Aude cela représentait 2148 personnes et dans l'Hérault 3195. Le total de la population desservie par une UDI critique est de 5343.

Sur les 3 UDI critiques, selon l'indicateur d'exposition, une seule enregistre une concentration en bromates non nulle ($8\mu\text{g/l}$).

III.C.2 Caractérisation du risque

Pour la seule UDI critique dans l'Aude enregistrant une concentration médiane de $8\mu\text{g/l}$, la population est exposée à une dose de bromates de $0,26\mu\text{g/kg/jour}$ (Consommation d'eau= 2L/jour , poids= 60kg). L'ERI « vie entière » associé pour les effets cancérogènes des bromates $\text{ERU} = 0,19 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g/kg/j})^{-1}$ est de $4,94 \cdot 10^{-4}$

Il correspond tout de même à l'intervalle d'action rapide.

III.C.3 DISCUSSION

D'après les résultats de l'évaluation du risque et les hypothèses posées, les niveaux d'exposition aux bromates dans l'eau de boisson sont faibles. 1 seule UDI dans le domaine d'action rapide a été mise en évidence avec un $ERI > 10^{-4}$ ce qui représente 1023 personnes. Etant donnée leurs origines, les concentrations en bromates dans l'eau ne sont pas stables. Il est donc dur d'avoir un indicateur d'exposition fiable représentatif des teneurs en bromates dans l'eau.

Il n'y a pas de traitement correcteur mais des bonnes pratiques de désinfection sont à mettre en place impérativement pour éviter la formation des bromates:

1. La concentration en ions bromures avant ozonation (plus elle est élevée plus il y aura de bromates)
2. La température de l'eau (plus elle est élevée, plus la cinétique de réaction est rapide)
3. Le pH (si il est inférieur à 7 au moment de l'ozonation, la concentration en bromates va ralentir)
4. Le temps de contact entre l'eau et l'ozone (plus il est élevé, plus il y aura formation de bromates)
5. La concentration en ions ammonium (plus elle est élevée moins il y aura de bromates)

III.D PLOMB

Le plomb peut se trouver de façon naturelle dans la ressource. En effet, il peut provenir des roches éruptives et métamorphiques où il est alors présent essentiellement sous forme de sulfure (galène). Les composés formés de carbonates (cérusite) et de sulfates (anglésite) sont très peu hydrosolubles et de faible mobilité géochimique. Par conséquent ils sont très peu retrouvés dans la ressource souterraine. L'origine la plus fréquente du plomb dans l'eau distribuée émane de la dissolution du plomb présent dans les canalisations.

Un résumé de l'étape bibliographique d'identification des dangers et d'identification des valeurs toxicologiques de référence est disponible en annexe9.

III.D.1 Evaluation de l'exposition des populations au plomb d'origine

La valeur toxicologique de référence retenue est celle établie par l'OMS en 1996. Il s'agit d'une DHTP (dose hebdomadaire tolérable provisoire) de $25 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{semaine}$. Cette DHTP a d'abord été établi pour les nourrissons (effet neurotoxique) et a depuis été appliquée à la population générale

a) Méthode

1. Définition de la population d'étude

Aucun bilan de la qualité réalisé par les DT-ARS permettant de cibler les UDI non-conformes pour ce paramètre n'est disponible comme point de départ.

La population d'étude est celle desservie par une UDI critique.

Définition d'une UDI critique :

UDI ayant rencontré au moins un dépassement de la limite de qualité de 10µg/L rentrant en vigueur en 2013 pendant la période d'étude.

2. Sélection des données

Le plomb est un élément qui se retrouve dans l'eau de manière globale à cause des canalisations. Les prélèvements retenus sont ceux de type D1 et D2 (réalisés en distribution, au robinet du consommateur).

Une hypothèse majeure a été faite lors de la sélection des données : les prélèvements réalisés au robinet du consommateur seront assimilés à l'ensemble de l'UDI et donc à la population totale desservie et non uniquement aux habitants du foyer. Les prélèvements ne sont donc pas totalement représentatifs de l'UDI et l'effectif de la population potentiellement exposée est sans doute maximisé.

b) Résultats

Au niveau de la région, les données du contrôle sanitaire couvraient 97% de la population. Entre 1 et 22 prélèvements ont été effectués sur la période 2008 -2010 (3ans) pour les 119 « UDI critique » soit 267755 personnes (9,5% de la population régionale).

Le tableau 12 rassemble les résultats de l'analyse des données.

Tableau 12: Récapitulatif des résultats de l'exploitation des données sur la population d'étude

	Pmax	Pmin	[Pb]med min (µg/l)	[Pb]med max (µg/l)	[Pb]max (µg/l)	NB	UDI	%NB	%UDI
Aude	11	1	0	83,5	83,5	71764	39	27%	33%
Lozère	8	1	0	946	946	8662	12	3%	10%
Hérault	12	1	0	240	240	42598	22	16%	18%
Gard	22	1	0	500	500	64600	35	24%	29%
Pyrénées Orientales	8	1	0	13,6		80131	11	30%	20%
Total						267755	119	100%	100%

Pmax : nombre de prélèvement maximal relevé sur une UDI critique

Pmin : nombre de prélèvement minimal relevé sur une UDI critique

[Pb]med min (µg/l): Concentration médiane minimale relevée sur une UDI critique

[Pb]med max (µg/l): Concentration médiane maximale relevée sur une UDI critique

[Pb]max (µg/l): Concentration maximale relevée sur une UDI critique

NB : Effectif de la population d'étude

UDI : nombre d'UDI critique

%NB : Pourcentage de la population d'étude dans chaque département

%UDI : Pourcentage d'UDI critique dans chaque département

Pour connaître les niveaux d'exposition de la population d'étude, trois classes d'exposition au Plomb ont été définies à partir de l'indicateur d'exposition: [0-10[, [10-25[, ≥25 µg/l

Le tableau 13 synthétise les résultats et précise le nombre d'UDI et la population d'étude pour chaque classe d'exposition.

Tableau 13 : Répartition de la population des UDI selon le niveau d'exposition au plomb

[Pb]médiane µg/l	[0;10[		[10;25[		égale>25		Total	
Département	UDI	NB	UDI	NB	UDI	NB	UDI	NB
Aude	12	57722	13	6565	14	7477	39	71764
Gard	16	46200	12	15225	7	3175	35	64600
Lozère	3	7894	4	286	5	482	12	8662
Hérault	13	37935	6	4312	3	351	22	42598
PO	5	40423	6	39708	0	0	11	80131
Région	49	190174	41	66096	29	11485	119	267755

Sur l'effectif total de la population d'étude (267755), 71% (20699 personnes) sont exposées à des niveaux inférieurs à la limite de qualité de 10µg/l. Les 29% restant sont donc exposées à des concentrations élevées (> 10µg/l).

III.D.2 Caractérisation du risque sanitaire

Pour chaque « UDI critique », en se fondant sur la DHTP provisoire de 25µg/kg/semaine, le quotient de danger a été calculé selon la formule présentée dans la partie II.A 3. L'OMS précise que cette DHTP peut être appliquée à la population générale. Le calcul de la DJE_{eau} pour le plomb est donc fait pour un individu adulte.

(Rappel : Consommation d'eau=2l/jour ; poids=60kg).

Cependant pour s'adapter à la DHTP un facteur 7 est appliquée à la DJE_{eau} correspondant au nombre de jour dans une semaine.

$$DJE_{eau} = \frac{[S]_{médiane} * V_{eauconsommée} * 7}{P}$$

Le tableau 14 résume pour chaque département le nombre de la population desservie par une UDI définie à risque pour l'étude pour chaque intervalle de gestion.

Tableau 14: Domaine d'intervention pour le plomb

Plomb	Domaine de conformité			Domaine de vigilance active			Domaine d'action rapide			Total	
	QD<1			1<QD<10			QD>10				
Dép	NB	UDI	%NB	NB	UDI	%	NB	UDI	%	NB	UDI
Aude	71764	39	27%	0	0	0%	0	0	0%	71764	39
Gard	64525	31	24%	75	4	19%	0	0	0%	64600	35
Lozère	8632	11	3%	30	1	8%	0	0	0%	8662	12
Hérault	42307	20	16%	291	2	73%	0	0	0%	42598	22
PO	80131	11	30%	0	0	0%	0	0	0%	80131	11
Région	267359	112	100%	396	7	100%	0	0	0%	267755	119

Sur les 119 UDI critiques, 112 sont dans le domaine de conformité (267359 personnes soit 99% de la population) et 7 sont dans le domaine de vigilance active (396 personnes). Aucune UDI critique n'a été retrouvée dans le domaine d'action rapide.

III.D.3 Discussion

D'après les résultats de l'évaluation du risque et les hypothèses posées, sur 267755 personnes (9% de la population régionale) potentiellement exposées à une eau ayant dépassé les 10µg/l de plomb (valeur guide) pendant la période d'étude, seulement 396 se trouvent dans le domaine de vigilance active. L'impact du plomb d'origine hydrique pour la population adulte du Languedoc-Roussillon semble faible étant donné que 99% de la population se trouve dans le domaine de conformité.

L'effectif de la population d'étude est à relativiser. En effet, les prélèvements du plomb sont réalisés au robinet du consommateur dans le cadre du contrôle sanitaire et les résultats d'analyse sont représentatifs uniquement des habitants du foyer. Dans l'évaluation de risque, l'exposition au plomb a été maximisée puisque la population entière de l'UDI a été prise en compte lors des dépassements de la future limite de qualité de 10µg/l (à partir de 2013) pour un prélèvement au robinet. De plus, la teneur en plomb dans l'eau du robinet d'un consommateur peut varier dans le temps et différer d'un point d'utilisation à l'autre.

Avec un QD supérieur à 1 (cf : tableau15), l'ancienne limite de qualité de 25µg/l n'était pas protectrice pour les nourrissons.

Tableau 15: Quotient de danger calculé pour différents individus en fonction des deux limites de qualité

Concentration dans l'eau	DJEeau (µg/kg/semaine)			Quotient de danger		
	Nourrisson	Enfant	Adulte	Nourrisson	Enfant	Adulte
10µg/l*	10,5	7	2,33	0,42	0,28	0,09
25µg/l	26,25	17,5	5,84	1,05	0,7	0,23

*Entre en vigueur en 2013

III.E LA BACTERIOLOGIE

Un résumé de l'étape bibliographique d'identification des dangers est disponible en annexe9.

III.E.1 Evaluation de l'exposition des populations aux indicateurs de contamination fécale

a) Méthode

1. Définition de la population d'étude

La population d'étude est la population desservie par une unité de distribution qualifiée de critique.

Définition d'une UDI critique :

Une UDI critique est une unité de distribution jugée non-conforme car ayant rencontré un pourcentage de non-conformité au moins égal à 5% pendant la période 2008-2010 incluse.

$$NC_{\%} = (\text{nombre de prélèvement non-conformes})_{2008-2010} / (\text{nombre total de prélèvement})_{2008-2010}$$

Les prélèvements pris en compte dans l'analyse concernaient les indicateurs de contamination fécale suivants : E.coli et les Entérocoques.

En pratique, et afin de tenir compte des aléas liés à l'échantillonnage et au contexte de la production des eaux, le Ministère de la Santé considère qu'une UDI est jugée conforme lorsque plus de 95% des échantillons prélevés au cours de l'année sont conformes aux limites de qualité microbiologique pour les indicateurs de contamination fécale (E.coli et Entérocoques). En dessous de 95% l'UDI est jugée non-conforme (DGS, 2005-2006-2008). Il n'y a donc pas directement derrière ce pourcentage de non-conformité ($NC_{\%} \geq 5\%$), un risque accru pour les consommateurs d'eau de distribution.

2. Période de l'étude et données recueillies :

Une extraction sur Sise-eau d'alimentation a été faite pour obtenir pour chaque UDI du Languedoc-Roussillon:

- l'effectif de la population décret desservie par l'UDI ;
- tous les prélèvements enregistrés conforme et non conforme et réalisées en distribution sur la période d'étude (2008-2010 compris)

b) Résultats

En terme d'exposition au niveau de la région, il est bon de constater que moins de 5 % des personnes vivant en Languedoc-Roussillon sont exposées à une eau non-conforme au niveau des paramètres microbiologiques sans tenir compte des restrictions d'usage sur les communes. (cf.tableau16)

Tableau 16: Répartition de la population d'étude par département :

Département	Population desservie par une eau non-conforme*	Population totale	Proportion régionale
Aude	22491 (139 UDI)	419263 (545 UDI)	0,80%
Gard	34315 (126 UDI)	633309 (383 UDI)	1,21%
Hérault	21969 (119 UDI)	1111116 (377 UDI)	0,78%
Lozère	28278 (367 UDI)	93202 (663 UDI)	1,00%
Pyrénées Orientales	29009 (80 UDI)	560339 (272 UDI)	1,03%
Total population NC	136062 (831 UDI)	2817229 (2240 UDI)	4,83%

*Définition de la population d'étude

Sur le total des unités de distribution (2240) dans la région, 831 sont non-conformes. Le nombre de prélèvements sur la période d'étude variaient entre 1 et 985. Il y a donc un très grand écart qui est lié à la taille de l'UDI. La population desservie par les UDI dans la région Languedoc-Roussillon peut varier de 1 à 254337 personnes ce qui explique ces grandes variations au niveau de la fréquence des prélèvements.

Pour la protection de la santé publique il est pertinent de cibler où seront prioritairement mis en place les efforts de gestion afin d'améliorer la qualité de l'eau potable pour le plus grand nombre de personnes. A cette fin la figure 4 permet d'identifier quelle catégorie d'UDI sont les plus concernées par des non-conformités.

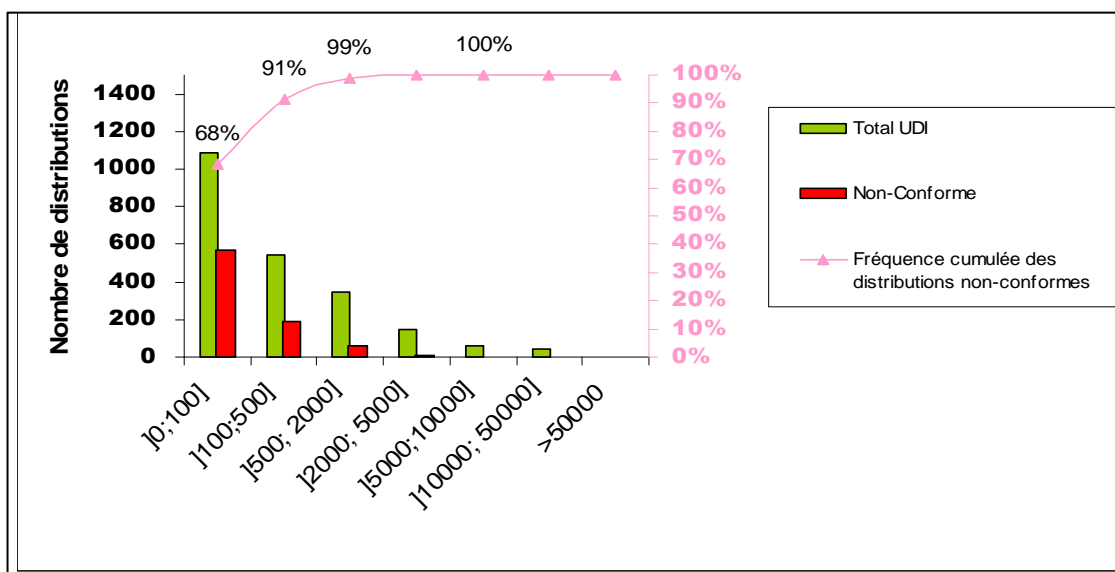


Figure 4: Caractéristiques des distributions conformes et non-conformes en Languedoc-Roussillon

Le Languedoc-Roussillon est caractérisé par une majorité de petites UDI.

68% des UDI non-conformes desservent moins de 100 habitants. Parmi les non-conformes ; 760 soit plus de 91% desservent moins de 500 habitants. Il est clairement démontré que ce sont les petites unités de distribution qui rencontrent le plus de problème de qualité bactériologique. Ce sont aussi celles ayant le moins de moyens humains, financiers et techniques pour revenir à un état de conformité. Il est intéressant de souligner qu'aucune UDI de plus de 5000 habitants n'est identifiée comme non-conforme. Il y a 569 UDI non-conformes (68,47%) qui desservent moins de 100 habitants, soit 18850 personnes (13,86%). Alors que nous comptons seulement 63 UDI non-conformes desservant de 500 à 2000 habitants (7,58%), mais qui touchent 54153 personnes (39,80%). Il est clair qu'il faut donc accentuer les efforts de gestion en priorité sur ces UDI là pour avoir un impact efficace sur la réduction de l'exposition à un risque microbiologique de la population générale.

L'évaluation du niveau d'exposition a été faite pour chaque département. (cf : tableau17)

Tableau 17: Bactériologie : Répartition de la population et des UDI selon leur niveau d'exposition

Evaluation du niveau d'exposition: Indicateur d'exposition: Pourcentage de Non-conformité (NC%)														
	[5%; 10%]		]10%; 20%]		]20%; 30%]		]30%; 40%]		]40%; 50%]		>50%		TOTAL	
	UDI	NB	UDI	NB	UDI	NB	UDI	NB	UDI	NB	UDI	NB	UDI	NB
Région	158	63622	319	49394	105	13270	126	5864	59	1734	64	2178	831	136062
Lozère	10	5098	160	15156	37	3097	87	2914	36	1218	37	795	367	28278
Gard	38	22065	38	8420	18	1800	10	1030	9	548	13	452	126	34315
Hérault	34	14384	35	3742	18	1832	18	1468	8	239	6	304	119	21969
PO	22	16836	33	6792	17	5030	3	177	3	131	2	43	80	29009
Aude	54	14602	53	5921	15	1511	8	275	3	42	6	140	139	22491

Le Gard semble être le département dans lequel le plus de personnes (34315) sont exposées à une eau non-conforme (NC%≥5%).

249 UDI (9776 personnes) dans la région rencontrent des pourcentages de NC > 30%.

Le lien entre contamination fécale et taux d'incidence des gastro-entérites a été établi à partir de 35% de non-conformité pour les indicateurs de contamination fécale dans l'eau potable (Raguet S, 2005) ; (CAREPS,1985). D'après la figure 5 la Lozère est le département le plus touché par des forts niveaux d'exposition.

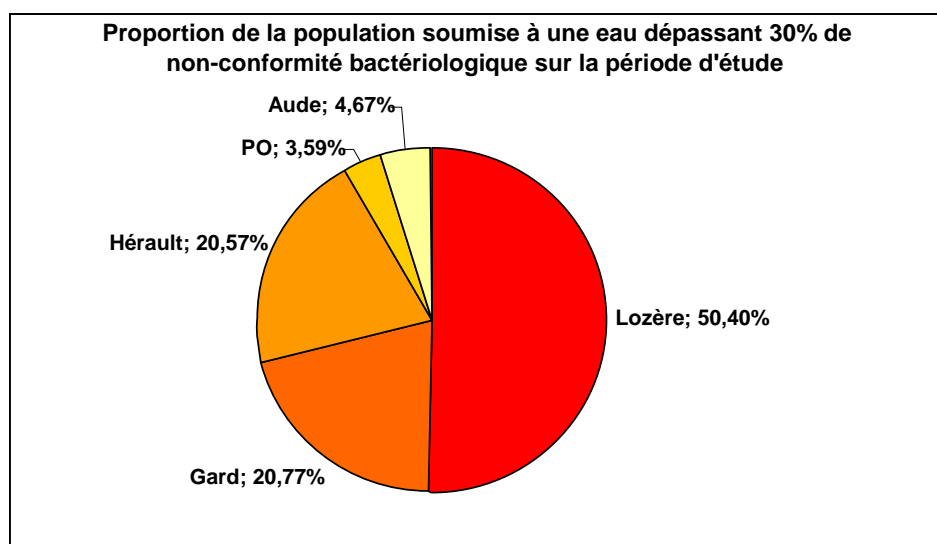


Figure 5: Proportion soumise à une eau ayant dépassée 30% de non-conformité sur la période d'étude

III.E.2 Discussion

L'évaluation du risque sanitaire pour la bactériologie s'est limitée à l'évaluation de l'exposition via les UDI non-conformes enregistrant un pourcentage de non-conformité supérieur à 5% pour les indicateurs de contamination fécale (E.coli et Entérocoques) sur la période de référence. Moins de 5% de la population régionale (136062) est exposée à une UDI délivrant de l'eau non-conforme. 91% des UDI non-conformes desservent moins de 500 habitants.

Ce pourcentage de 5% n'a aucune signification sanitaire il a été retenu par le Ministère de la Santé afin de tenir compte des aléas liés à l'échantillonnage et au contexte de

production des eaux. Le choix des bactéries indicatrices de pollution fécale pour approcher le risque sanitaire prête à discussion car dans les pays industrialisés bénéficiant de traitement de l'eau, bien souvent la valeur prédictive des indicateurs de pollution fécale est souvent remise en cause.

Cependant, dans la littérature le lien entre incidence des gastro-entérites et pourcentage de non-conformité s'est avéré significatif à partir de 35% de non-conformité. 249 UDI dans la région (9776 personnes, 0,3% de la population régionale) ont rencontré des pourcentages de non-conformité supérieurs à 30%.

Cependant lorsque le réseau présente une mauvaise qualité d'eau (eau qualifiée d'impropre à la consommation), l'ARS demande au PRPDE (syndicat, maire...) d'informer des restrictions permanentes d'utilisations aux abonnés comme faire exclusivement usage d'eau bouillie ou d'eau conditionnée pour la boisson et la préparation des aliments. En attendant d'une solution pour revenir à un bon état de l'eau potable, le PRPDE est contraint de distribuer de l'eau embouteillée à ses abonnés

Une eau qualifiée d'impropre à la consommation est donc automatiquement accompagnée de restriction d'usage permanente. 10775 personnes (Aude : 6,6% ; Gard : 22% ; Hérault : 8% ; Lozère : 41% ; Pyrénées Orientale : 22%) sont actuellement desservies par une UDI de mauvaise qualité bactériologique donc accompagnées de restriction d'usage permanente. (0,4% de la population régionale).

La Lozère est le département le plus touché en population et en nombre d'UDI. 61% des UDI desservant de l'eau de mauvaise qualité sont en Lozère.

En Lozère la médiane de l'effectif de la population desservie par les UDI est de 30. C'est-à-dire que 50% des UDI desservent moins de 30 habitants. A cause de difficultés matérielles et financières des petites collectivités, l'absence ou l'inadaptation du traitement de désinfection sont souvent responsables de ces dépassements chroniques.

En Lozère 481 UDI (19604 personnes) distribuent de l'eau sans traitement de désinfection contre 225 (61236) avec traitement. Au niveau régional, il a été identifié que 55% des UDI non-conformes étaient exemptes de traitement de désinfection contre 45% avec traitement. Il semblerait donc que l'inadaptation ou la déficience du traitement soit aussi en grande partie responsable des non-conformités.

III.F Priorités d'intervention

Il est très dur de définir les priorités d'intervention sachant que l'évaluation de l'impact sanitaire n'a pas pu être faite exhaustivement sur tous les paramètres. Sur les 4 paramètres où un impact sanitaire a été calculé, la figure compare l'effectif de la population soumise à un risque significatif en rouge ($ERI > 10^{-5}$) lorsque la limite de qualité est dépassée (Paramètres chimiques : domaine de vigilance active et domaine d'action

rapide : pour la bactériologie : NC>30%) à l'effectif de la population qui a été soumise à une eau non-conforme en bleue (Population d'étude).

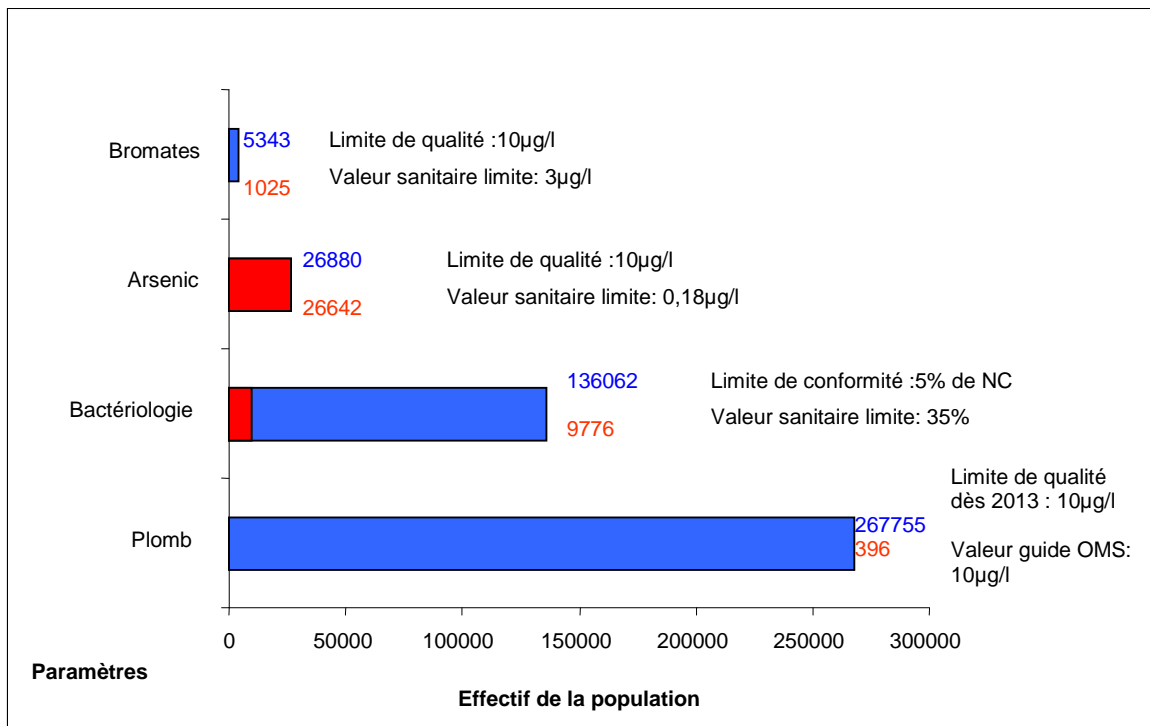


Figure 6: Priorités d'intervention

En terme de population la plus exposée à un risque significatif lors de dépassements de la limite de qualité, il est logique de trouver en tête l'arsenic pour lequel 99% (26642) de la population d'étude est soumise à un risque significatif. Ensuite vient les bromates avec 20% de la population d'étude soumise à un risque significatif (1025), puis la bactériologie dont 7% de la population d'étude est soumise à un risque. Et pour terminer le plomb, avec 0,1%.

Cependant, au niveau régional, l'impact sanitaire est le plus important pour l'arsenic (1% de la population régionale), ensuite la bactériologie (0,34%), puis les bromates (0,04%) et le plomb (0,01%). Les proportions de gens impactées pour ces paramètres sont très faibles. Cependant, l'arsenic et la bactériologie se démarquent et sont désignés comme priorité d'intervention.

III.G Autres paramètres à prendre en compte...

III.G.1 ANTIMOINE

1. Généralités

L'antimoine est un métal présent à l'état naturel en faibles quantités dans l'eau, la roche et le sol.

Les sources d'antimoine dans l'eau du robinet peuvent être du à l'origine géochimique du sol (eau souterraine des terrains riches en minéraux sulfurés) (cas du Languedoc-Roussillon) ou aux soudures des réseaux de distribution.

La valeur limite réglementaire pour l'antimoine est de 5µg/l. Elle est numériquement égale à la valeur guide proposée par l'OMS dans les directives de qualité pour l'eau de boisson. Il s'agit cependant de la limite de quantification de l'antimoine analytique en 1993. Cependant, dans la 3ème édition des directives de l'OMS (2004), la nouvelle valeur guide basée sur des arguments sanitaires est de 20µg/L. La valeur de 5µg/L est donc très protectrice pour l'OMS.

Selon l'Anses, les apports totaux via l'eau et l'alimentation restent inférieurs à l'apport journalier tolérable lorsque la concentration en antimoine dans l'eau est égale à 30µg/l. L'alimentation (eau et aliments solides) est la voie d'exposition principale. (aliments solides : 20µg/jour) pour la population générale.

Des expositions à des concentrations très élevés en antimoine (>30µg/l) dans l'eau potable peut entraîner des effets sur le tractus gastro-intestinal.

2. Gestion du risque sanitaire

La circulaire NDGS/SD7A no 2004-602 du 15 décembre 2004 relative à la gestion du risque sanitaire en cas de dépassement des limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine stipule qu'en cas de dépassements de la limite de qualité de 5µg/L, une dérogation peut être octroyée si la concentration n'excède pas les 30µg/L sans restrictions d'usage pour la population. Cependant, étant donné les potentiels effets synergiques de l'arsenic avec l'antimoine, lorsque l'eau potable présente des concentrations en arsenic dépassant la limite de qualité de 10µg/L, aucune dérogation n'est possible et l'eau est impropre à la consommation. Les usagers doivent être informés.

Lorsqu'un dépassement est constaté il est impératif de déterminer si l'antimoine provient de la nappe phréatique ou de la tuyauterie. Si la ressource est naturellement polluée, les méthodes de traitement suivantes sont efficaces :

- Coagulation/filtration
- Décarbonatation
- Adsorption sélective
- Rétention membranaire (nanofiltration ou osmose inverse)

3. Analyse des dépassements

Sur la période des 10 ans (1999 à 2009), il y a eu 153 dépassements de la limite de qualité en Languedoc-Roussillon. (22 dans l'Aude, 74 dans le Gard, 4 dans l'Hérault, 22 en Lozère et 31 dans les Pyrénées-Orientales). Les concentrations en dépassement variaient de 5 à 24µg/L. La valeur sanitaire recommandée par l'OMS de 30µg/L n'est jamais atteinte. Pour pousser plus loin l'analyse, en tenant compte de l'action de l'antimoine qui majore les effets toxiques de l'arsenic, nous avons vérifié les UDI qui enregistreraient des dépassements sur ces deux paramètres. Une seule dans les Pyrénées-Orientales a été retenue. Les concentrations maximales en antimoine et arsenic atteignent respectivement 23µg/l et 34,5µg/l. La consommation de cette eau engendre donc un risque pour la santé et une interdiction d'usage a été imposée. Cette UDI dessert 7 habitants (Population décret).

L'antimoine dans la région Languedoc-Roussillon ne semble pas représenter un danger pour les populations. Sur la période des 10 ans aucune concentration supérieure à 30µg/l (valeur guide OMS) n'a été relevée. La limite de qualité de 5µg/l est très protectrice. Cependant, vu le grand nombre de dépassements en arsenic dans la région, c'est un paramètre à surveiller à cause de ces potentiels effets synergiques avec celui-ci.

III.G.2 BARYUM

1. Généralités

Le baryum est présent comme micro-élément dans la roche ignée et dans la roche sédimentaire. On retrouve fréquemment ce métal dans la barytine et la withérite.

Les composés du baryum sont souvent utilisés pour le forage des puits de gaz et de pétrole. Dans certaines régions, les effluents industriels peuvent entraîner la présence de baryum dans l'eau.

Pour la population générale l'alimentation et l'eau constitue les voies principales d'exposition au baryum (consommation moyenne pour les forts consommateurs de 2mg/jour). Selon les directives de l'OMS, la valeur guide pour le baryum dans l'eau de distribution est 700µg/l. Celle-ci est élaborée à partir d'une étude épidémiologique dont l'effet critique pour une exposition chronique retenu est l'augmentation de la pression artérielle. Pour une concentration dans l'eau inférieure à 7,3mg/l, aucun effet cardiovasculaire n'a été observé. Des néphropathies tubulaires ont été mis en évidence chez les rats uniquement pour des fortes concentrations dans l'eau (>1000mg/l).

2. Gestion du risque sanitaire

Si on s'en réfère à l'évaluation de risque proposée par l'Anses, qui prend comme valeur toxicologique de référence la plus protectrice proposée par l'US EPA (0,2mg/kg/jour) sur les néphropathies tubulaires. Un adulte peut consommer (adulte : 60kg et 2l d'eau par jour) une eau rencontrant une concentration en baryum inférieure à 4mg/l sans danger en

tenant compte des apports par l'alimentation (maximum 2mg/jour). Les niveaux d'exposition maximum relevés en Lozère sont de l'ordre de 2 mg/l.

En l'état actuel des connaissances selon l'évaluation de risque, il n'y a pas un risque imminent pour la santé des consommateurs adultes. Cependant si on réalise le même calcul pour un enfant (10kg et 1l/jour), une concentration dans l'eau de 2mg/l apporte la totalité de la dose journalière tolérable sans tenir compte des autres apports alimentaires. Il est donc impératif de satisfaire à la limite de qualité de 0,7mg/l et de surveiller ce paramètre dont les modalités de gestion des dépassements risquent d'évoluer très prochainement.

Courant été 2011, une instruction relative à la gestion des non-conformités pour le paramètre baryum sur la base de l'avis de l'Anses devrait être publiée.

Les traitements efficaces pour éliminer le baryum sont :

- La précipitation du baryum à l'aide des sels de fer et d'aluminium : FeSO_4 et $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ ou avec du sulfate de calcium, ou à la chaux
- Les résines échangeuses d'ion
- Nanofiltration
- Mélange avec une autre ressource à faible teneur

3. Analyse des dépassements

Sur la période des 10 ans (1999 à 2009), il y a eu 155 dépassements non-conformes ont été enregistrés. Les concentrations maximales variaient entre 0,7 et 8,2mg/l (9 dans les Pyrénées Orientales, 75 en Lozère, 34 dans le Gard, 2 dans l'Hérault, 35 dans l'Aude). Le problème du baryum est localisé dans l'est de la Lozère. Comme le présente la carte ci-dessous, 12 unités de distribution rencontrent des dépassements des limites de qualité. (1,8% de la population lozérienne).

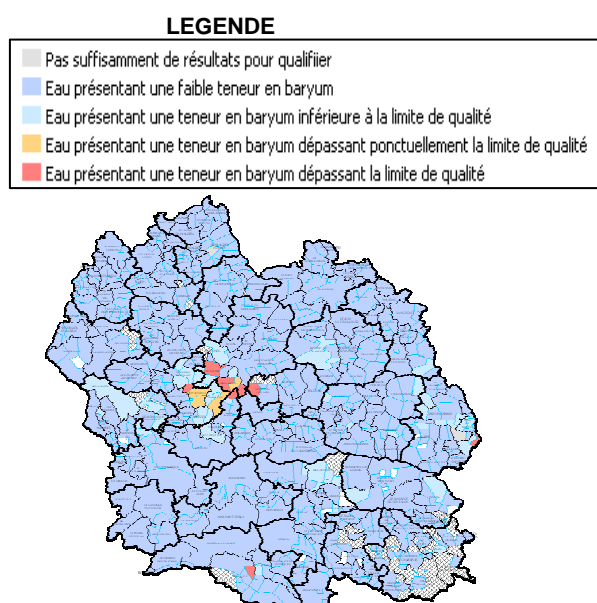


Figure 7: Bilan 2010 sur la qualité de l'eau potable :
Le baryum en Lozère

La contamination de l'eau par le baryum en Lozère est liée à l'origine géochimique des sols. Dans l'attente de la circulaire relative à la gestion des non-conformités pour le paramètre baryum, une impasse existe puisque les captages contenant au moins 1mg/l (Limite de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable) ne sont pas autorisés. Et il est difficile de trouver des solutions de substitution.

III.G.3 ALUMINIUM

1. Généralités

L'aluminium est un métal pauvre dont l'origine dans l'eau potable est principalement due aux traitements physico-chimique (coagulation). Au niveau du contrôle sanitaire, il doit satisfaire à une référence de qualité de 0.2mg/l. L'OMS justifie l'absence de valeur guide basée sur des arguments sanitaires en raison des possibilités limitées d'utiliser les données obtenues en expérimentation animale comme modèle pour l'homme et de l'incertitude entachant les données humaines. La référence de qualité proposée tient compte des procédés de coagulation utilisant des agents coagulants à base d'aluminium dans les installations de traitement. A cause de leur faible coût par rapport aux sels de fer, de nombreuses communes e Languedoc-Roussillon l'utilisent, cependant le dosage reste difficile. La voie d'exposition principale à l'aluminium n'est pas l'eau de distribution (5%), mais l'alimentation quotidienne (emballage, ustensiles...) Cependant du fait de l'hydrosolubilité des résidus de sels d'aluminium, leur biodisponibilité est supérieure et ils passent intégralement la barrière intestinale de l'homme.

La référence de qualité dans l'eau de boisson de l'aluminium est très polémique. En effet, beaucoup d'études internationales (Dartigues et al, 1991), convergent dans le même sens et prouvent qu'au-delà de 100µg/l d'aluminium dans l'eau du robinet, celle-ci deviendrait un co-facteur de la maladie d'Alzheimer. L'aluminium est un neurotoxique avéré. Les expériences sur des animaux ont prouvé à plusieurs reprises son action toxique sur le système nerveux.

Au vu de plusieurs résultats d'étude épidémiologique, beaucoup de toxicologues (CNRS) demandent que la norme sanitaire soit divisée par quatre.

2. Gestion du risque sanitaire

Compte tenu de l'état général des connaissances, l'aluminium dans l'eau est un paramètre à surveiller. Vu les pressions des acteurs scientifiques, il se pourrait que les modalités de gestion du risque sanitaire lié à l'aluminium dans l'eau changent avec la norme sanitaire actuelle (0,2mg/l).

Par ailleurs, des solutions techniques alternatives existent comme par exemple favoriser les sels de fer aux sels d'aluminium.

3. Analyse des dépassements

Il y a eu 209 dépassements de la référence de qualité sur la période des 10 ans (99-2009). L'aluminium retrouvé dans l'eau potable du LR est uniquement lié aux mauvais dosages lors des traitements de coagulation. Les doses les plus élevées rencontrées dans la région peuvent dépasser les 2000µg/l. Soit 20 fois la dose considérée dans les études épidémiologiques (encore non validés par l'OMS) comme favorisant significativement les chances de développer la maladie d'Alzheimer

III.G.4 NITRATES

1. Généralités

Les nitrates sont apportés dans l'environnement à partir des engrais, de la pénétration des eaux usées dans le sol. Ce sont des résidus de la vie des végétaux, des animaux et des hommes. Les lisiers en comportent une forte concentration.

Les nitrates sont extrêmement solubles ; ils pénètrent le sol et les eaux souterraines ou se déversent dans les cours d'eau par ruissellement. Ils constituent l'une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme.

Du fait de leur importante diffusion et de la cancérogénicité de certaines substances, les composés nitrogénés présentent une grande importance pour les autorités sanitaires. Les nitrates et les nitrites sont les composés précurseurs. Les nitrates sont transformés de manière exogène et endogène en nitrites, composés 5 fois plus toxiques grâce à des bactéries réductrices. Les nitrates (45-75mg/jour) et les nitrites (1,7-3,3mg/jour) sont ingérés par l'intermédiaire de la nourriture et de l'eau d'alimentation. En l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible de quantifier la formation endogène de composés nitrosés qui eux sont cancérigènes à partir d'un apport exogène de nitrate et d'évaluer donc le risque cancérigène lors de l'ingestion d'eau de boisson.

2. Gestion du risque sanitaire

L'OMS retient une valeur toxicologique de référence pour la méthémoglobinémie chez l'enfant de 7mg/kg/jour ce qui correspond à 44mg/l de nitrates dans l'eau d'où la valeur guide de 50mg/l. Cependant, à cause des incertitudes de la relation dose-réponse entre les nitrates et la méthémoglobinémie chez les nourrissons et en l'absence de VTR robuste, l'Anses n'est pas en mesure de proposer une évaluation de risque pour les dépassements de la limite de qualité des nitrates. Selon le logigramme de gestion, les DT-ARS gèrent le risque en limitant l'exposition par des restrictions d'usage. Lorsque la valeur moyenne est comprise entre 25mg/l et 50mg/l avec une concentration maximale rencontrée supérieure à 50mg/l l'eau est non-conforme et la consommation est déconseillée pour les nourrissons et femmes enceintes. Lorsque la concentration moyenne dépasse les 50mg/l la consommation d'eau pour les usages alimentaires est interdite.

En ce qui concerne les nitrites, une valeur guide de 0,2mg/l a été déterminée pour les effets chroniques sur le cœur et les poumons chez les rats (DJT : 0,07mg/kg/jour).

3. Analyse des dépassements

Pour les nitrates, 270 dépassements non-conformes (> 50mg/l) ont été enregistrés en 10 ans. (2% dans les Pyrénées Orientales, 0% en Lozère, 76% dans le Gard, 9% dans l'Hérault, 13% dans l'Aude). Ces résultats corrélerent avec le bilan de la qualité 2009. En effet, les deux départements les plus touchés sont le Gard et l'Aude. D'un point de vue sanitaire, le bilan de la qualité de l'eau potable en Languedoc-Roussillon 2009 ne semble pas rapporter de situation à risque sauf pour une commune du Gard qui est donc en restriction de consommation.

Cependant 10 UDI (17296 personnes) sont qualifiées comme desservant de l'eau non-conforme (2 dans l'Aude, 7 dans le Gard, 1 dans l'Hérault). Dans la région, trois nappes souterraines ont été classées comme vulnérables. Elles sont situées sur des secteurs à grande activité agricole (Gard et Hérault : Costières du Gard et Vistrenque ; Pyrénées Orientales : plioquatenaire du Roussillon ; Aude : nappe de la Vixiège). La présence de nitrates fait donc l'objet d'un suivi renforcé sur ces zones et sont systématiquement recherchés en distribution pour connaître la qualité de l'eau au robinet du consommateur. Ce paramètre est comme les pesticides lié à l'activité agricole de la région. Il doit être surveillé étant donné son lien avec la formation de nitrites et de composés nitrogénés. Les nitrites ont connu 74 dépassements de la limite de qualité (0,1mg/l) sur la période des 10 ans dont une vingtaine dépassée la valeur guide sanitaire de 0,2mg/l. Par manque de temps, l'analyse n'a pas pu être poursuivie.

III.G.5 LES PESTICIDES

1. Généralités

Le terme pesticide est utilisé pour désigner les molécules-mères de pesticides (insecticides, herbicides, fongicides, nématocides, acaricides, algicides, produits antimoisissures, produits apparentés notamment régulateur de croissance) et leur métabolites, sous-produits de dégradation et de réaction.

Les ressources en eau en Languedoc Roussillon sont très sollicitées tant sur le plan quantitatif (prélèvements pour l'alimentation en eau potable et pour l'irrigation agricole) que sur le plan de la qualité des eaux (pressions d'origine agricole et urbaine, dégradation des cours d'eau). Les bassins versants Rhône-Méditerranée de la région sont quasiment tous jugés prioritaires pour la lutte contre la pollution des eaux par les pesticides.

En Languedoc-Roussillon, 56 captages pour l'alimentation en eau potable présentent une contamination régulière par les pesticides et il doit être mis en place des actions drastiques de restauration de la qualité des eaux. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhône-Méditerranée qui constitue un document de

planification à portée réglementaire fixe les objectifs pour chaque masses d'eau ainsi que les orientations pour les atteindre. Pour la lutte contre la pollution des eaux par les pesticides, la stratégie préconisée donne la priorité à la prévention et vise la réduction pérenne de l'utilisation des pesticides en promouvant des modes de production et des techniques n'utilisant pas ou très peu ces produits.

Dans ce contexte là, à la suite du Grenelle de l'environnement, le plan Ecophyto 2018 (Ecophyto, 2018) constitue l'engagement des parties prenantes à réduire de 50% l'usage des pesticides au niveau national dans un délai de dix ans, si possible. La déclinaison au niveau régional est faite par la CERPE (groupe régional de lutte contre la pollution de l'eau par les pesticides) qui vise notamment à réduire la dépendance des exploitations agricoles aux produits phytosanitaires, tout en maintenant un niveau élevé de production agricole, en quantité et en qualité (financements, appui technique, formations, sensibilisation). Le plan Ecophyto a débuté en 2008, un premier bilan a été communiqué par la CERPE en 2009. Il semblerait qu'en Languedoc-Roussillon, entre 2008 et 2009, il y ait eu une diminution de 8% des ventes de phytosanitaires. Les fongicides sont les molécules les plus vendues. Cependant ce sont bien les herbicides et leurs métabolites, molécules issues de leur dégradation, qui sont les principales substances retrouvées dans les eaux souterraines car appliquées sur les sols. Le ruissellement est donc plus direct que pour des fongicides ou insecticides appliqués sur la végétation.

2. Gestion des risques sanitaires

Les pesticides sont des molécules chimiques et à ce titre bénéficient d'une réglementation depuis la directive 80/778/CEE du 15 juillet 1980 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Dans celle-ci une concentration maximale admissible de 0,1µg/L et une valeur de 0,5 µg/L pour le total des substances a été fixée. Cette limite correspond aux seuils de détection des méthodes d'analyses de l'époque. Il n'y a aucune signification sanitaire. Cependant, la directive 98/83/CE a reconduit ces valeurs pour la plupart des molécules (l'aldrine, la dieldrine, l'heptachlore et l'heptachlorépoxyde : LQ=0,03 µg/L) estimant que les pesticides devaient être réduits au maximum car ce ne sont pas des substances naturellement présentes dans l'eau. Partant de ce constat, la valeur réglementaire de 0,1µg/L n'est pas suffisante pour évaluer et gérer une situation de non-conformité car elle ne traduit pas un quelconque risque sanitaire. C'est pour cela que la notion de « valeur sanitaire maximale » a été introduit par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France en 1998. (avis officialisé dans la circulaire DGS/SD7A n°90 de 2004). Les recommandations de gestion des dépassements des limites de qualité dépendent des teneurs en pesticides mesurées dans l'eau, de leur toxicité et de la durée du dépassement. Pour réactualiser plus rigoureusement la circulaire de 2004, la DGS a saisi l'Anses dès le début des années 2000 pour évaluer les risques sanitaires liés aux situations de non-conformité de l'eau de distribution. L'Anses a donc déterminé une valeur

sanitaire maximale (Vmax) calculée selon la démarche habituellement suivie par l'OMS pour le calcul des valeurs guides sanitaires¹.

« L'Anses estime ainsi que l'ingestion pendant la vie entière d'une eau contenant un pesticide à une concentration inférieure ou égale à la valeur sanitaire maximale n'entraîne sur la base des critères toxicologiques retenus et en l'état actuel des connaissances, aucun effet néfaste pour la santé ». Le détail de la construction des valeurs guides dans l'eau de boisson pour les substances disposant d'une valeur sanitaire maximale parmi les 107 molécules recherchées en Languedoc-Roussillon est présenté dans un tableau à l'annexe 7.

Ces valeurs sanitaires maximales sont la clé des modalités de gestion des dépassements.

Il y a donc une nuance à apporter à l'eau caractérisée de non-conforme pour le paramètre « pesticide ». Une eau caractérisée de non-conforme est selon les situations vues ci-dessus « dangereuse » pour la santé du consommateur si la concentration en la substance dépasse la Vmax.

Par ailleurs, des interrogations subsistent sur le lien entre exposition aux pesticides et cancers chez l'homme. En effet, les valeurs sanitaires maximales ont été calculées à partir d'étude chez le rat et aucune étude épidémiologique n'est encore capable d'établir une association significative entre pesticides et cancers. L'étude Agrican portant sur l'impact des produits phytosanitaires sur la santé des salariés agricoles actifs et retraités a été lancée en 2005 sur 500000 agriculteurs dans 12 départements. L'analyse des registres de santé s'effectuera jusqu'en 2020. Les résultats devront permettre de conclure sur le lien potentiel entre exposition aux pesticides et cancer. (AGRICAN, 2020)

3. Analyse des dépassements

La recherche des pesticides dans le cadre du contrôle sanitaire doit s'adapter au contexte local. Les pesticides à rechercher dans les ressources en eaux et les eaux de distribution sont définis localement par arrêté préfectoral en fonction de données disponibles sur la nature des cultures, la nature et les quantités de pesticides utilisés, les dates d'application, les caractéristiques physico-chimiques des molécules...

En Languedoc Roussillon, en raison de la forte activité agricole de la région, la liste des pesticides est importante puisqu'elle répertorie 14 familles de pesticides dont 105 molécules (cf. Annexe 11).

D'après le bilan 2009, les dépassements les plus nombreux des limites de qualité se trouvent dans le Gard et y concernent la population la plus importante. La présence de pesticides dans le Gard est pour l'essentiel liée la viticulture. Les molécules les plus souvent mis en évidence appartiennent à la famille des triazines et ses métabolites

¹ Pour les substances à effet toxique sans seuil un excès de risque de 10^{-6} a été retenu

(déséthyl, Atrazine-déiisopropyl, Hydroxyterbuthylazine, Simazine hydroxy, Terbuthylazin déséthil) ainsi que l'AMPA.

Ce constat se retrouve lorsque l'on analyse les dépassements sur la période de 10 ans (1999-2009). 71 molécules différentes sont répertoriées dont 14 sont actuellement interdites en France. Parmi celles-ci, on retrouve bien en tête des dépassements les molécules citées ci-dessus dont certaines sont interdites. La présence des molécules mères comme la simazine et la terbuthylazine signifie que les phytosanitaires ont été utilisés pendant l'année durant laquelle a eu lieu le prélèvement d'eau destinée à la consommation humaine.

Cependant, aucun dépassement des valeurs sanitaires dans la région n'a été relevé (ARS, 2009) même dans les départements les plus touchés par les non-conformités (Gard et Aude).

IV. DISCUSSION

IV.A Synthèse des résultats

A partir des données du contrôle sanitaire réalisées en Languedoc-Roussillon, l'étape d'identification des dangers a permis de mettre en évidence des paramètres préoccupants pour la santé. Leur origine dans la ressource peut-être fonction de la géochimie des sols (Antimoine, Arsenic, Baryum), de l'activité anthropique sur le bassin versant (nitrates, pesticides), tributaire du réseau (plomb, nickel, cuivre) ou encore des divers traitements de l'eau (aluminium, bromates).

On retrouve 3 paramètres dont la présence dans l'eau est exclusivement liée à la géochimie des sols. Pour cette catégorie de paramètres, seules des solutions correctives de traitement sont envisageables.

L'antimoine malgré des résultats non-conformes ne semble pas à lui seul représenter un risque sanitaire significatif pour les populations du Languedoc-Roussillon. Cependant, ses potentiels effets synergiques avec l'arsenic peuvent engendrer des situations à risque lors de multi-exposition. Il faut donc poursuivre la surveillance de ce paramètre dans la région.

Le baryum est un problème local avec peu d'unités de distribution touchées, essentiellement en Lozère. La valeur guide de l'OMS égale à la valeur limite de qualité doit être impérativement satisfaite dans l'eau distribuée pour éviter des situations locales à risque. Par contrainte de temps, et compte tenu de la spécificité des dépassements, l'évaluation de risque n'a pas pu être menée mais elle aurait été nécessaire car la concentration maximale des dépassements peut être 3 fois supérieure à la valeur guide. Si les traitements ou la recherche d'une autre ressource sont complexes à mettre en place, des recommandations d'usage sont à envisager pour limiter l'exposition dès lors qu'un dépassement est observé par exemple pour les enfants où une concentration de 2mg/l (concentration observée en Lozère) de baryum apporte l'intégralité de la dose journalière tolérable.

L'arsenic quand à lui, du fait de son omniprésence dans les sols de la région, des dépassements de la limite de qualité importants, et du risque sanitaire significatif mis en évidence pour des niveaux d'exposition inférieurs à la norme actuellement en vigueur font de lui une priorité sanitaire en Languedoc-Roussillon.

Il est donc indispensable de réduire les niveaux d'arsenic dans les eaux destinées à la consommation humaine au minima à la valeur guide provisoire actuelle de 10µg/l.

Sur le terrain, la recherche d'autre ressource faiblement chargée en arsenic est difficile. Un traitement de l'eau s'impose pour protéger les consommateurs.

Les traitements correctifs de l'arsenic sont souvent onéreux d'où la difficulté pour les collectivités de revenir à un état de conformité. Il existe plusieurs techniques avancées de traitement de l'arsenic pour réduire les concentrations dans l'eau potable.

Cependant, vu leur complexité et leur coût, ces techniques peuvent ne pas être réalisables pour les petites collectivités. Ces dernières nécessitent souvent du personnel qualifié pour les travaux de maintenance. A titre informatif, la taille médiane des UDI concernées dans la région est de 45.

En ce qui concerne la bactériologie, la contamination des UDI est soit due à la contamination de la ressource soumise aux pollutions organiques, ou à la déficience du traitement du fait des moyens de fonctionnement modestes de certaines UDI de petite taille (mauvais entretien des ouvrages de captage et de distribution, autres captages en amont de la ressource, mauvaise surveillance). Dans la région, 95% des UDI sont conformes, sur les 5% des non-conformes restant environ 55% sont liées à l'absence de traitement et 45% présentent un traitement mais avec des dysfonctionnements fréquents.

Les actions curatives (traitement) ont donc leur limite, une approche préventive permettrait donc de mieux anticiper la contamination de la ressource. Il est donc nécessaire de continuer à encourager la mise en place des périmètres de protection autour de la ressource.

Pour les paramètres d'origine strictement anthropique, comme les pesticides et les nitrates, ils posent peu de problèmes sanitaires dans l'eau distribuée. Les phytosanitaires plus que les nitrates sont retrouvés régulièrement en dépassement dans la région, cependant, aucune concentration supérieure aux valeurs sanitaires maximales de gestion élaborées pour chaque molécule n'a été observée. D'un point de vue sanitaire actuellement il n'y a donc pas de situation à risque en Languedoc-Roussillon puisqu'il n'y a pas eu de dépassement des valeurs sanitaires. Pour les nitrates, la valeur guide (égale à la limite de qualité) est dépassée chroniquement pour une seule commune dans le Gard qui bénéficie donc de restriction d'usage. Cependant, il faut garder en tête qu'ils sont précurseurs des nitrites et des composés nitrogénés qui eux ont des propriétés cancérogènes.

Il va s'en dire que la mise en œuvre des mesures de prévention (sensibilisation des agriculteurs, formation, appui technique) et de protection des ressources (périmètre de protection) sont à accentuer et surveiller pour assurer de manière pérenne la bonne qualité des eaux brutes.

Lors de non-conformités, il faut tout de même pousser le PRPDE à mettre en place des solutions rapides de traitement curatives (traitement sur charbon actif ou mélange de

ressources) même si elles ne représentent pas en l'état actuel des connaissances des risques pour la santé.

Pour les paramètres tributaires du réseau de distribution, comme le plomb, le nickel, le cuivre et l'antimoine de façon marginale où leur présence est liée à la nature des canalisations, les mesures de gestion sont essentiellement le changement des tronçons concernés (canalisations privés et publiques). Par exemple, pour le plomb qui a été étudié, des actions correctives ciblées doivent se poursuivre pour arriver à la valeur guide de 10µg/l (limite de qualité en 2013) qui est protectrice pour les nourrissons (personnes les plus vulnérables) selon les hypothèses de l'OMS. Les solutions suivantes peuvent être envisagées :

- Remplacement des branchements publics en plomb
- Mise en place de traitement approprié pour réduire le risque de dissolution du plomb (élévation du pH et TAC)
- Remplacement des canalisations en plomb dans les logements et les bâtiments

De plus, des recommandations d'usage pourraient être délivrées aux consommateurs comme faire couler l'eau froide 1 à 2 minutes avant de l'utiliser pour la boisson ou la préparation alimentaire lorsque l'eau a stagné dans les canalisations (plus de 8h).

Parmi les paramètres liés au traitement, identifiés comme préoccupant, les bromates ont fait l'objet d'une évaluation de risque. Les résultats ne démontrent pas un fort impact. Ceci ne corrèle pas avec les nombreux dépassements identifiés car la présence de ce paramètre dans l'eau est ponctuelle. Par conséquent, l'indicateur d'exposition choisie (concentration médiane) serait à revoir. L'aluminium avec une fréquence importante de dépassements est à surveiller car il pourrait être soumis à une limite de qualité prochainement si son lien notamment avec la maladie d'Alzheimer était vérifié.

IV.B Difficultés rencontrées

La première difficulté a été de réussir à définir une méthodologie pour avancer dans l'exploitation des données et arriver à aboutir à des conclusions pertinentes face au grand nombre et nature des paramètres retrouvés en dépassement en Languedoc-Roussillon.

Ensuite, la deuxième difficulté a été de sélectionner à partir de l'étape d'identification des dangers les paramètres à prendre en compte dans les évaluations de risque. Les critères choisis sont discutables. Les priorités sanitaires de la DGS ont été un critère décisif, cependant avec du recul une réflexion plus approfondie sur la représentativité des résultats du contrôle sanitaire enregistrés sur Sise eau pour traduire la concentration au robinet des consommateurs aurait été peut-être plus judicieux. La quantité importante de données à exploiter et les limites de Sise-eau pour l'extraction des données ont été des étapes fastidieuses.

V. RECOMMANDATIONS

Pour conclure ce travail, il m'est paru important de proposer des perspectives pour continuer à améliorer la connaissance des expositions de la population de la région Languedoc-Roussillon à des paramètres dangereux via l'eau potable. Elles sont de plusieurs ordres :

1. Recommandations pour la gestion du risque sanitaire

- Continuer l'évaluation de l'impact sanitaire d'une eau non-conforme à partir de l'étape d'identification des dangers qui a préalablement ciblé les paramètres les plus préoccupants retrouvés en dépassement dans l'eau potable de la région.
- Pour gérer le risque au cas par cas des évaluations de risque simplifiées par les agents des DT-ARS aboutissant aux intervalles de gestion présentées dans ce rapport pourraient être menés pour des paramètres dont la limite de qualité n'est pas protectrice (à savoir : bromates, arsenic) ainsi que pour des paramètres où la gestion est compliquée (baryum) dans l'attente des directives du Ministère de la Santé

Pour l'arsenic : 1^{ère} priorité d'intervention:

- Adopter un plan d'action pour intervenir rapidement auprès des collectivités rencontrant des non-conformités en mobilisant une solidarité régionale via tous les acteurs institutionnels notamment les agences de l'eau.

NB : A titre informatif, la DGS recommande de subventionner à 50 % tout traitement de l'arsenic dont la teneur dépasse la limite de qualité, quelle que soit la taille de l'UDI (Lever d'action à exploiter).

- Etablir un diagnostic financier à la suite de cette étude pour quantifier les coûts de retour à la conformité pour l'arsenic en sélectionnant les traitements qui s'adaptent les mieux aux caractéristiques des UDI du Languedoc-Roussillon (petite capacité, peu de personnels).
- Proposer de l'information aux usagers dès lors que l'eau connaît des dépassements ponctuels de la limite de qualité pour l'arsenic (Ceci peut-être étendu à d'autres paramètres dont la limite de qualité n'est pas protectrice).

Pour la bactériologie : 2^{ème} priorité d'intervention

- Former / encourager prioritairement les collectivités qui rencontrent des non-conformités bactériologiques à adopter une démarche préventive des risques (périmètre de protection et PSSE*) .

*L'ASTEE propose un guide méthodologique pour la mise en place des plans de sureté sanitaire de l'eau (« Révision des Guidelines for drinking water », 2006) pour les risques microbiologiques dans les petites UDI

2. Recommandations pour la recherche

- Poursuivre les programmes visant à mieux évaluer la part attribuable à l'eau potable dans l'incidence des GEA
- Développer des études permettant de décrire le risque infectieux grâce à des paramètres environnementaux palpables au travers du contrôle sanitaire.

(Ex : Etude « turbidité et gastroentérites », <http://www.invs.sante.fr>)

CONCLUSION

L'évaluation de l'impact sanitaire de l'eau distribuée en Languedoc-Roussillon ne semble pas révéler de situations d'urgence. Cependant, l'exploitation du contrôle sanitaire a permis de mettre en évidence, dans un premier temps, une priorité en termes d'impact sanitaire pour la population desservie par des UDI non-conformes pour le paramètre arsenic. En effet, lors de dépassements de la limite de qualité qui n'est pas protectrice en l'état actuel des connaissances, il y a danger pour les consommateurs et même pour des niveaux en dessous. Il faut donc agir rapidement car de surcroît les unités de distribution les plus touchées, de part leur petite taille manquent de moyens financiers et humains.

Ensuite, pour les autres paramètres chimiques, on ne peut pas parler de priorité d'intervention à l'échelle régionale mais plutôt de situation à gérer au cas par cas sur le terrain lors de dépassements des valeurs réglementaires.

Bien que la caractérisation du risque pour le paramètre microbiologique manque d'approfondissement, les niveaux d'exposition au travers du pourcentage de non-conformité a placé celle-ci comme deuxième priorité d'intervention. L'absence de traitement ainsi que l'inadaptation ou la déficience de celui-ci sont les causes des non-conformités.

Du fait des contraintes temporelles, quatre paramètres uniquement ont bénéficié d'une évaluation de risque quantitative permettant de cibler les UDI et l'effectif de la population dans les intervalles de gestion les plus alarmantes. D'autre part pour compléter ce travail, une étude sur les multi-expositions sur certaines UDI pouvant être dangereuses (arsenic & antimoine ; arsenic & radioactivité) devrait être menée. Sachant que l'arsenic est souvent présent dans les zones présentant une radioactivité non nulle.

Bibliographie

Agence Régionale de Santé du Languedoc-Roussillon. (2009). «La qualité de l'eau distribuée en Languedoc-Roussillon» Lien : <http://ars.sante.fr/L-eau-distribuee-en-Languedoc.82001.0.html>

Afsset. (Janvier 2006). « Evaluation quantitative des risques : Principes, Intérêt et Limite ». Lien : <http://www.anses.fr>

ANSES. (Juin 2004 à Avril 2007). «Evaluation des risques sanitaires liés aux dépassements des limites et référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine ». Lien : <http://www.anses.fr/Documents/EAUX-Ra-LimitesRef.pdf>

Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique.

Beaudeau P, de Valk H, Vaillant V, Mouly D. (Décembre 2007). « Détection et investigation des épidémies d'infection liées à l'ingestion d'eau de distribution ». Institut national de veille sanitaire. Saint-Maurice (Fra).

Bonnard R. (2001). « Le risque biologique et la méthode d'évaluation du risque ». Rapport Final. Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques.

CAREPS. (1985). « Etude épidémiologique des effets sur la santé de la consommation d'eaux non-conformes aux normes bactériologiques ». Rapport de synthèse.

Circulaire NDGS/SD7A no 2004-602 du 15 décembre 2004 relative à la gestion du risque sanitaire en cas de dépassement des limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine

Code de la santé publique, Chapitre **1er** du Titre II du Livre III, ANNEXE 13-1 partie II relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles.

Dartigues et al. (1991). « Le Programme de Recherche PAQUID sur l'Epidémiologie de la Démence Méthode et Résultats initiaux » Rev Neurol, Paris, 147, 3, 225-230.

Décret n° 2007-49 du 11 janvier 2007 art. 1 I, II Journal Officiel du 12 janvier 2007

DGS Direction Générale de la Santé – « L'eau potable en France 2005-2006-2008 » Lien : http://www.eaufrance.fr/IMG/pdf/bilanqualite_05_06-3.pdf

Directive du Conseil de l'Union Européenne 98/83/CE du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. JOCE n°L330 du 5 décembre 1998.

Ecophyto 2018, lien : <http://agriculture.gouv.fr/ecophyto-2018>

Gofti L, Zmirou D, Seigle Murandi F, Hartemann P, Potelon JL. (1999). « Waterborne microbiological risk assessment: a state of the art and perspectives ». Rev Epidemiol Sante Pub1999;47(1):61-73. France

Gofti-Laroche L, Potelon JL, Da Silva E, Zmirou D. (2001). « Description of drinking water intake in French communities (E.MI.R.A. study) ». Rev Epidemiol Sante Pub 2001;49(5):411-22. France

Grecan. 2005. « Etude AGRICAN :Agriculture et cancer »
lien : <http://www.grecan.org/agrican.html>
<http://rese.intranet.sante.gouv.fr/santenv/dispo/pnse2/gse/ptchant.pdf>

Jacob S, Schryve P, Gran-Aymerich L. (2009). OGERIS. Outil de Gestion des Risques Sanitaires à destination des petites unités de distribution d'eau. ASTEE

Midi Libre. (13/07/2011). « De l'arsenic dans l'eau du robinet ».
lien : <http://www.midilibre.fr/2011/07/12/l-arsenic-arrive-au-robinet,354148.php>

OMS. (2004). [Directives de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson]. 3^{ème} édition

Raguet Sophie. (2004-2005). [Etude de faisabilité sur les risques de gastro-entérites liés aux petites UDI]. Mémoire Eau Santé Environnement, Université Bordeaux2.

Ravault C, Fabres B, Ledrans M. (2003) « Exposition chronique à l'arsenic hydrique et risques pour la santé », Institut national de veille sanitaire.

Therre H. (Août 2008). [Bilan des épidémies d'origine hydrique investiguées en France depuis 1998 et principales recommandations]. Institut de veille sanitaire. Saint-Maurice.

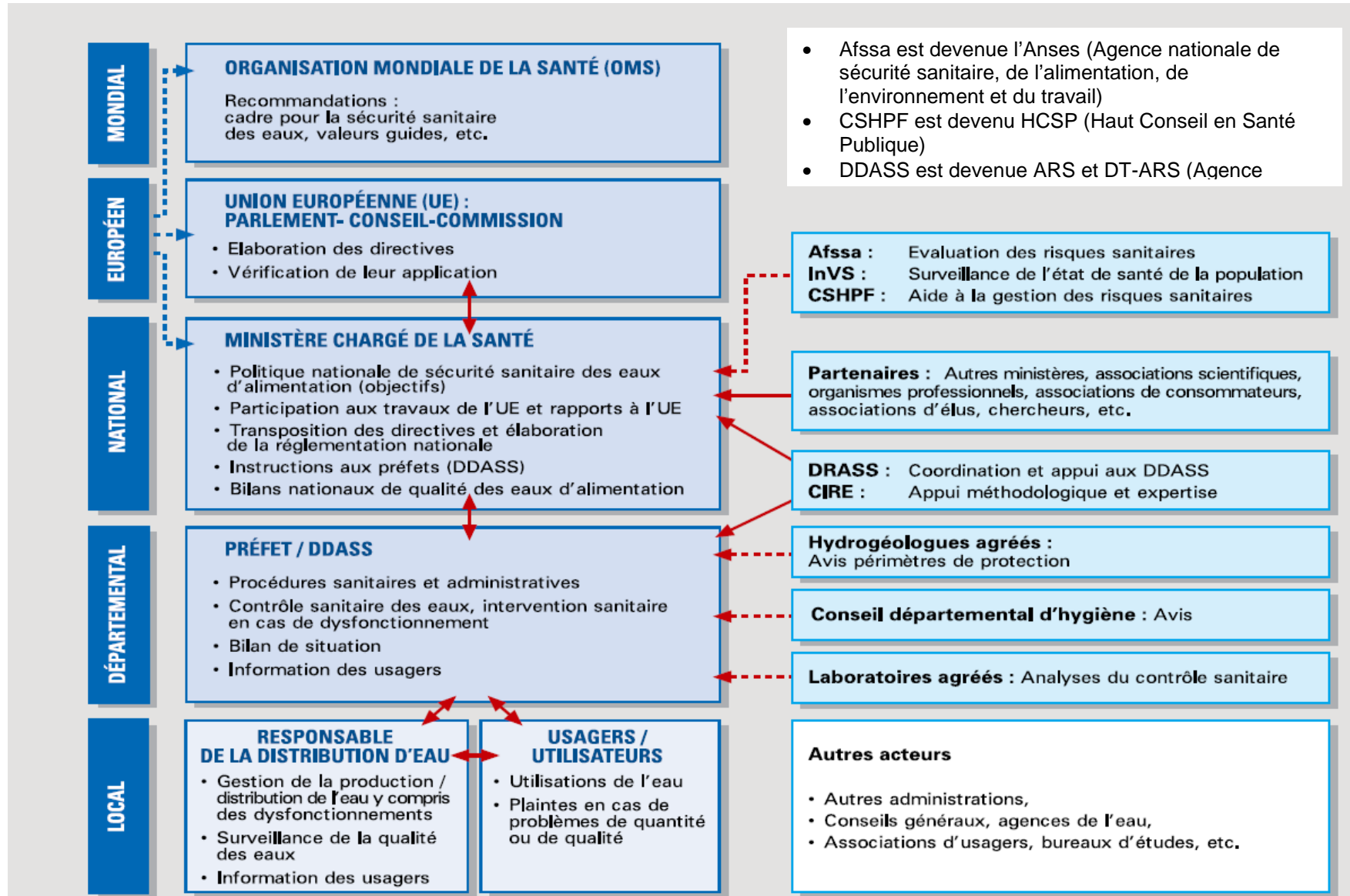
Tseng et al. (2000). « Long-term arsenic exposure and incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus : a cohort study in arseniasis-hyperendemic villages in Taiwan ». Environ Health Perspect 2000 ; 108 : 847-51.

Zmirou et al. (2005). « Risk associated with the microbiological quality of recreational water : summary estimates based on published epidemiological studies ». Institut National de Veille Sanitaire. Nancy University Medical school. France

Liste des annexes

ANNEXE 1: Schéma simplifié des différents acteurs et leurs rôles dans le domaine de l'eau d'alimentation	I
ANNEXE 2 : Annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007	II
ANNEXE 3: Annexe II de l'arrêté du 11 Janvier 2007 relative aux fréquences des prélèvements d'échantillon d'eau et d'analyse	VI
ANNEXE 4 : Construction des valeurs guides pour les substances chimiques (Anses, 2004-200, Tome1)	VII
ANNEXE 5 : Démarche envisagée et difficultés rencontrés	IX
ANNEXE 6: Paramètres retrouvés en dépassement en Languedoc-Roussillon entre 1999 et 2009	XIII
ANNEXE 7: Identification des dangers et des VTR des paramètres chimiques et des molécules de phytosanitaires retrouvés en dépassement	XIV
ANNEXE 8: Expertise locale des départements.....	XIX
ANNEXE 9: Fiches résumant l'identification des dangers et l'identification des VTR (Arsenic/Bromates/Plomb/Bactériologie).....	XXI
ANNEXE 10: ARSENIC: Feuille de calcul : Caractérisation du risque.....	XXVII
ANNEXE 11: Liste des molécules de phytosanitaires recherchée en LR	XXVIII

ANNEXE 1: Schéma simplifié des différents acteurs et leurs rôles dans le domaine de l'eau d'alimentation



ANNEXE 2 : Annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007

Annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique

LIMITES ET RÉFÉRENCES DE QUALITÉ DES EAUX DESTINÉES À LA CONSOMMATION HUMAINE, À L'EXCLUSION DES EAUX CONDITIONNÉES

I. Limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine

Partie A. - Paramètres microbiologiques

Les eaux de distribution doivent respecter les valeurs suivantes :

PARAMÈTRES	LIMITES DE QUALITÉ	UNITÉ
Escherichia coli (E. coli)	0	/100 mL
Entérocoques	0	/100 mL

Partie B. - Paramètres chimiques

PARAMÈTRES	LIMITE DE QUALITÉ	UNITÉS	NOTES
Acrylamide	0,10	µg/l	La limite de qualité se réfère à la concentration résiduelle en monomères dans l'eau, calculée conformément aux spécifications de la migration maximale du polymère correspondant en contact avec l'eau.
Antimoine	5,0	µg/l	
Arsenic	10	µg/l	
Baryum	0,1	mg/l	
Benzène	1,0	µg/l	
Benzo[a]pyrène	0,010	µg/l	
Bore	1,0	mg/l	
Bromates	10	µg/l	La valeur la plus faible possible inférieure à cette limite doit être visée sans pour autant compromettre la désinfection. La limite de qualité est fixée à 25 µg/l jusqu'au 25 décembre 2008. Toutes les mesures appropriées doivent être prises pour réduire le plus possible la concentration de bromates dans les eaux destinées à la consommation humaine, au cours de la période nécessaire pour se conformer à la limite de qualité de 10 µg/l.
Cadmium	5,0	µg/l	
Chlorure de vinyle	0,5	µg/l	La limite de qualité se réfère également à la concentration résiduelle en monomères dans l'eau, calculée conformément aux spécifications de la migration maximale du polymère correspondant en contact avec l'eau.
Chrome	50	µg/l	
Cuivre	2,0	mg/l	
Cyanures totaux	50	µg/l	

1,2-dichloroéthane	3,0	µg/l	
Epichlorhydrine	0,10	µg/l	La limite de qualité se réfère à la concentration résiduelle en monomères dans l'eau, calculée conformément aux spécifications de la migration maximale du polymère correspondant en contact avec l'eau.
Fluorures	1,5	mg/l	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	0,1	µg/l	Pour la somme des composés suivants : benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, benzo[ghi]pérylène, indéno[1,2,3-cd]pyrène.
Mercure total	1,0	µg/l	
Microcystine-LR	1	µg/l	Par « total microcystines », on entend la somme de toutes les microcystines détectées et quantifiées.
Nickel	20	µg/l	
Nitrates	50	mg/l	La somme de la concentration en nitrates divisée par 50 et de celle en nitrites divisée par 3 doit rester inférieure à 1.
Nitrites	0,50	mg/l	En sortie des installations de traitement, la concentration en nitrites doit être inférieure ou égale à 0,1mg/l..
Pesticides (par substance individuelle).	0,10	µg/l	Par « pesticides » on entend : - les insecticides organiques ; - les herbicides organiques ; - les fongicides organiques ; - les nématocides organiques ; - les acaricides organiques ; - les algicides organiques ; - les rodenticides organiques ; - les produits antimoisissures organiques ; - les produits apparentés (notamment les régulateurs de croissance) et leurs métabolites, produits de dégradation et de réaction pertinents.
Aldrine, dieldrine, heptachlore, heptachlorépoxyde (par substance individuelle).	0,03.	µg/l	
Total pesticides	0,50	µg/l	Par « total pesticides », on entend la somme de tous les pesticides individualisés détectés et quantifiés.
Plomb	10	µg/l	La limite de qualité est fixée à 25 µg/l L jusqu'au 25 décembre 2013. Les mesures appropriées pour réduire progressivement la concentration en plomb dans les eaux destinées à la consommation humaine au cours de la période nécessaire pour se conformer à la limite de qualité sont précisées aux articles R.1321-49 et R.1321-52 (arrêté d'application). Lors de la mise en oeuvre des mesures destinées à atteindre cette valeur, la priorité est donnée aux cas où les concentrations en plomb dans les eaux destinées à la consommation humaine sont les plus élevées.
Sélénium	10	µg/l	
Tétrachloroéthylène et Trichloroéthylène	10	µg/l	Somme des concentrations des paramètres spécifiés.
Total trihalométhanes (THM)	100	µg/l	La valeur la plus faible possible inférieure à cette valeur doit être visée sans pour autant compromettre la désinfection. Par Total trihalométhanes on entend la somme de : chloroforme, bromoforme, dibromochlorométhane et bromodichlorométhane. La limite de qualité est fixée à 150 µg/L jusqu'au 25 décembre 2008. Toutes les mesures appropriées doivent être prises pour réduire le plus possible la concentration de THM dans les eaux destinées à la consommation humaine, au cours de la période nécessaire pour se conformer à la limite de qualité.
Turbidité	1	NFU	La limite de qualité est applicable au point de mise en distribution, pour les eaux visées à l'article R. 1321-37 et pour les eaux d'origine souterraine provenant de milieux fissurés présentant une turbidité périodique importante et supérieure à 2,0 NFU. En cas de mise en oeuvre d'un traitement de neutralisation ou de reminéralisation, la limite de qualité s'applique hors augmentation éventuelle de turbidité due au traitement. Pour les installations qui sont d'un débit inférieur à 1 000 m3/j ou qui desservent des unités de distribution de moins de 5 000 habitants, la limite de qualité est fixée à 2,0 NFU jusqu'au 25 décembre 2008. Toutes les mesures appropriées doivent être prises pour réduire le plus possible la turbidité, au cours de la période nécessaire.

Annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique

LIMITES ET RÉFÉRENCES DE QUALITÉ DES EAUX
DESTINÉES À LA CONSOMMATION HUMAINE, À L'EXCLUSION DES EAUX CONDITIONNÉES

II. Références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine

A. - Paramètres microbiologiques

PARAMETRES	RÉFÉRENCES DE QUALITÉ	UNITÉ	NOTES
Bactéries coliformes.	0	/100 mL	
Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores.	0	/100 mL	Ce paramètre doit être mesuré lorsque l'eau est d'origine superficielle ou influencée par une eau d'origine superficielle. En cas de non-respect de cette valeur, une enquête doit être menée sur la distribution d'eau pour s'assurer qu'il n'y a aucun danger potentiel pour la santé humaine résultant de la présence de micro-organismes pathogènes, par exemple <i>Cryptosporidium</i> .
Numération de germes aérobies revivifiables à 22 °C et à 37 °C.			Variation dans un rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle.

B. - Paramètres chimiques et organoleptiques

PARAMÈTRES	RÉFÉRENCES DE QUALITÉ	UNITÉ	NOTES
Aluminium total	200	µg/l	A l'exception des eaux ayant subi un traitement thermique pour la production d'eau chaude pour lesquelles la valeur de 0,5 mg/l (Al) ne doit pas être dépassée.
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0,1	mg/l	S'il est démontré que l'ammonium a une origine naturelle, la valeur à respecter est de 0,5mg/l pour les eaux souterraines.
Carbone organique total (COT).	2,0 et aucun changement anormal	mg/l	
Oxydabilité au permanganate de potassium mesurée après 10 minutes en milieu acide.	5,0	mg/l O ₂	
Chlore libre et total			Absence d'odeur ou de saveur désagréable et pas de changement anormal.
Chlorites	0,2	mg/l	Sans compromettre la désinfection, la valeur la plus faible possible doit être visée.

Chlorures	250	mg/l	Les eaux ne doivent pas être corrosives.
Conductivité	≥ 180 et $\leq 1\ 000$ ou ≥ 200 et $\leq 1\ 100$	$\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20 °C $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25 °C	Les eaux ne doivent pas être corrosives.
Couleur	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal notamment une couleur inférieure ou égale à 15.	mg/l (Pt).	
Cuivre	1,0	mg/l	
Equilibre calcocarbonique	Les eaux doivent être à l'équilibre calcocarbonique ou légèrement incrustantes		
Fer total	200	$\mu\text{g}/\text{l}$	
Manganèse	50	$\mu\text{g}/\text{l}$	
Odeur	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal notamment pas d'odeur détectée pour un taux de dilution de 3 à 25 °C.		
pH (concentration en ions hydrogène)	$\geq 6,5$ et ≤ 9	unités pH	Les eaux ne doivent pas être agressives.
Saveur	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal notamment pas d'odeur détectée pour un taux de dilution de 3 à 25 °C.		
Sodium	200	mg/l	
Sulfates	250	mg/l	
Température	25	°C	A l'exception des eaux ayant subi un traitement thermique pour la production d'eau chaude. Cette valeur ne s'applique pas dans les départements d'outre-mer.
Turbidité	0,5	NFU	La référence de qualité est applicable au point de mise en distribution, pour les eaux visées à l'article 25 et pour les eaux d'origine souterraine provenant de milieux fissurés présentant une turbidité périodique importante et supérieure à 2 NFU. En cas de mise en oeuvre d'un traitement de neutralisation ou de reminéralisation, la référence de qualité s'applique hors augmentation éventuelle de turbidité due au traitement.
	2	NFU	La référence de qualité s'applique aux robinets normalement utilisés.

ANNEXE 3: Annexe II de l'arrêté du 11 Janvier 2007 relative aux fréquences des prélèvements d'échantillon d'eau et d'analyse

Population desservie	Débit m3/j	Types et fréquences d'analyses			
		P1	P2*	D1***	D2**
0 à 50 habitants	0-10	1	Entre 0,1 et 0,2	Entre 2 et 4	Entre 0,1 et 0,2
50 à 499 habitants	10-99	2	Entre 0,2 et 0,5	Entre 3 et 4	Entre 0,2 et 0,5
500 à 1 999 habitants	100-399	2	1	6	1
2 000 à 4 999 habitants	400-999	3	1	9	1
5 000 à 14 999 habitants	1 000-2 999	5	2	12	2
15 000 à 29 999 habitants	3 000-5 999	6	3	25	3
30 000 à 99 999 habitants	6 000-19 999	12	4	61	4
100 000 à 149 999 habitants	20 000-29 999	24	5	150	5
150 000 à 199 999 habitants	30 000-39 999	36	6	210	6
200 000 à 299 999 habitants	40 000-59 999	48	8	270	8
300 000 à 499 999 habitants	60 000-99 999	72	12	390	12
500 000 à 625 000 habitants	1000 000-125 000	100	12	630	12
> 625 000 habitants	> 125 000	144	12****	800*****	12****

* L'analyse P2 est à faire en complément d'une analyse P1

** L'analyse D2 est à faire en complément d'une analyse D1

*** Pour les populations supérieures à 500 habitants, le nombre d'analyses à effectuer est obtenu par interpolation linéaire entre les chiffres fixés dans la colonne D1 (le chiffre étant arrondi à la valeur entière la plus proche). Le chiffre inscrit dans la colonne D1 correspond à la borne inférieure de chaque classe de débit.

**** Pour cette catégorie, une analyse supplémentaire doit être réalisée par tranche supplémentaire de 25 000 m3/j du volume total

***** Pour cette catégorie, trois analyses supplémentaires doivent être réalisées par tranche supplémentaire de 1 000 m3/j du volume total

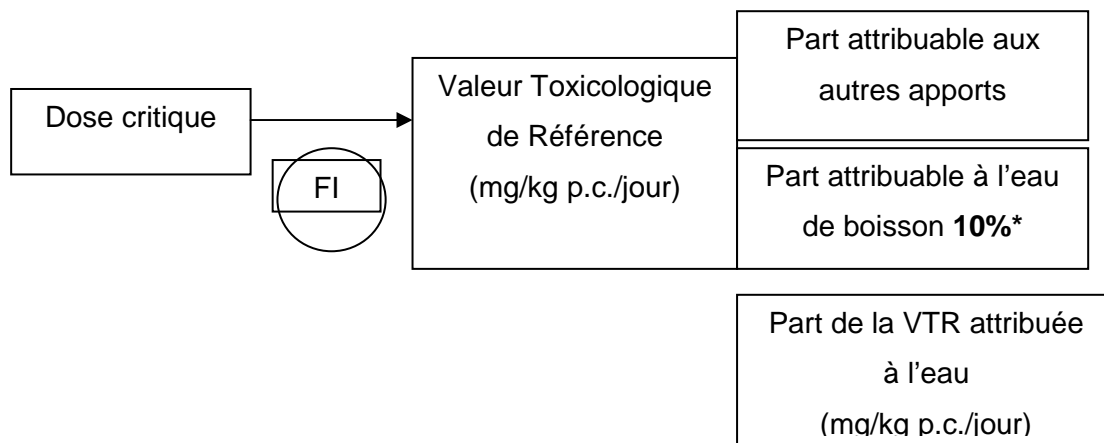
ANNEXE 4 : Construction des valeurs guides pour les substances chimiques (Anses, 2004-200, Tome1)

1. Valeurs guides :

La démarche d'élaboration des valeurs guides de l'OMS diffère en fonction des effets sanitaires des substances. En effet, il est distingué les effets à seuil et sans seuil.

Pour les agents chimiques, il est relativement aisé de constater si l'agent est à l'origine d'un effet **déterministe** en admettant qu'il existe un seuil d'exposition en deçà duquel aucun effet néfaste n'est observable (La VTR correspond à ce seuil) ou bien si il est responsable d'effet **stochastique** c'est-à-dire que la fréquence mais pas la gravité des effets sanitaires croît avec la dose d'exposition. On admet qu'une exposition existe même pour des très faibles doses. Dans ce cas, la VTR correspond à la survenue d'un effet par unité de dose (ERU). (Afsset, 2006)

Pour des substances à effet à seuil (déterministes)



FI : Facteur d'incertitude

p.c : poids corporel

* 10% est une proportion par défaut attribuée par l'OMS. Elle peut varier en fonction des substances

Figure1: Démarche d'élaboration des valeurs guides pour des substances à effet à seuil

La valeur toxicologique de référence (VTR) pour une exposition par voie orale est définie comme étant l'estimation de la quantité de substance à laquelle un individu peut être théoriquement exposé pendant une durée déterminée sans qu'apparaissent des effets nuisibles sur sa santé. Elle est désignée par l'OMS comme la Dose Journalière Tolérable (DJT) en mg/kg p.c./jour. La VTR ne représente donc pas un seuil de toxicité mais un niveau d'exposition jugé admissible (sans effet indésirable).

$$\text{VTR} = \text{Dose critique} / \text{Facteur d'incertitude}$$

La dose critique en mg/kg p.c./jour est déterminée grâce à des expérimentations sur l'animal (ingestion de différentes doses de substances et observation des effets

biologiques) ou par les observations épidémiologiques. C'est une concentration limite au dessous de laquelle aucun effet nocif n'est observé. Elle est appelée la DMSENO (Dose maximale sans effet nocif observé) ou NOAEL (No observed adverse effect level). La dose critique peut aussi être exprimée par la concentration minimale à laquelle un effet nocif est observé, il s'agit de la DMENO (Dose minimale entraînant un effet nocif observable) ou LOAEL (Low observed adverse effect level).

Ensuite la valeur guide est déclinée selon la formule ci-dessous. Elle tient compte de la proportion de la DJT attribuable à la consommation d'eau, de la consommation journalière d'eau de boisson (C) ainsi que du poids corporel (p.c) des individus.

$$VG = (DJT_{10\%} * p.c) / C$$

Lors de l'élaboration des valeurs guides, l'OMS s'est généralement basée sur une consommation quotidienne de 2 litres pour une personne de 60 kg. Lorsque les données toxicologiques et/ou épidémiologiques mettent en avant une susceptibilité particulière des nourrissons et des jeunes enfants, les valeurs guides ont été établies en considérant un individu de 10 kg consommant un litre d'eau par jour (enfant) ou un individu de 5 kg consommant 0,75 litre d'eau par jour (nourrisson).

Pour des substances sans seuil d'effet :

Dans le cas des substances considérées comme cancérogènes, la valeur guide correspond à la concentration dans l'eau de boisson (C_{LQ}) associée à un excès de risque de cancer de 10^{-5} qualifié d'acceptable par l'OMS (un cas supplémentaire de cancer pour 100 000 habitants consommant l'eau de boisson contenant la substance à la concentration définie comme valeur guide pendant 70 ans). Pour déterminer la valeur guide, l'OMS fait l'hypothèse d'une consommation quotidienne en eau de 2 litres. On peut noter que dans ce cas la détermination de la valeur guide ne tient pas compte d'éventuels autres apports.

$$ERI_{CLQ} = (C_{LQ} \times \text{Consommation/p.c}) \times ERU$$

ERI : excès de risque individuel acceptable = 10^{-5}

C_{LQ} : Concentration de la limite de qualité ($\mu\text{g/l}$)

ERU : Excès de risque unitaire de la substance ($\mu\text{g/kg/jour}$)⁻¹

Consommation : 2l/jour

p.c : poids corporel (60kg : adulte);

Les valeurs guides sont calculées en majorité pour un risque supplémentaire de cancer vie entière de 10^{-5} sauf pour l'arsenic, les bromates et le bromodichlorométhane.

ANNEXE 5 : Démarche envisagée et difficultés rencontrés

1) Démarche envisagée

L'idée de pouvoir caractériser un risque associé à la consommation d'une eau ne respectant pas les limites de qualité pour les indicateurs de contamination fécale (E.coli et entérocoques) paraissait la plus adaptée. En effet, le calcul d'un excès de risque du à la consommation d'eau non-conforme aurait permis de chiffrer un impact sanitaire encadré par des hypothèses. Une première piste a été investiguée afin de quantifier un excès de risque à partir des non-conformités des prélèvements bactériologiques en distribution. Cette piste n'a pas pu aboutir car les contraintes (investissement, limites de la méthode) semblaient trop importantes pour arriver à obtenir des résultats pertinents et exploitables en si peu de temps (4 mois). Conseillé par un expert de l'InVs, cette approche a été abandonnée cependant elle est explicitée pour comprendre où sont les limites et essayer de voir comment on peut améliorer l'approche.

Le modèle de probabilité d'infection traditionnellement admis concernant la relation dose-réponse pour les agents biologiques serait à seuil puisqu'il existerait un seuil de pathogènes (une concentration) qu'il faudrait ingérer pour que le microorganisme provoque une infection ou une maladie. Cependant malgré les efforts déployés pour définir la valeur numérique « seuil » dans les populations étudiées, ceci a très peu abouti bien que ce concept soit largement documenté sous le nom de « dose infectieuse minimale ou DMI ».

Une autre hypothèse a vu le jour, en partant d'une part du postulat que certains microorganismes ont la capacité de se multiplier à l'intérieur de l'hôte. Une infection peut alors résulter de la survie d'un seul pathogène infectieux viable. D'autre part qu'il y a des gens plus ou moins sensibles qui réagiront à des faibles doses. Cela se rapproche alors d'un modèle dose-réponse sans seuil puisque cela signifie que même si la dose est faible, il y a toujours, au moins au sens mathématique une probabilité d'infection et de maladie qui augmente avec la dose.

Le choix du modèle de la relation dose réponse fournit la probabilité d'infection, de maladie ou de décès à partir d'un niveau d'exposition. Il est fondamental de bien le choisir. Trois modèles dose-réponse sont couramment décrits pour les agents biologiques (Bonnard, 2001).

➤ Log normal

Ce modèle semble décrire le mieux la fonction dose-réponse des protozoaires types amibes.

➤ Exponentiel

Ce modèle semble décrire le mieux la fonction dose-réponse des protozoaires type cryptosporidium, giardia et les bactéries type Vibrio.

➤ Bêta poisson

Ce modèle semble le plus pertinent pour décrire le mieux la fonction dose-réponse de nombreux micro-organismes (bactéries entériques) en particulier les virus comme Entérovirus.

La probabilité P fournit par les modèles représente un risque journalier d'infection pour une exposition donnée. Le risque selon la durée d'exposition est estimé par :

$P_n = 1 - (1 - P)^n$ où n est égal au nombre de jour d'exposition en admettant que les évènements infectants sont indépendants (Gofti et al, 1999).

Dans notre cas, nous partons de l'hypothèse que la durée d'exposition est équivalente au nombre de jour de dépassement de la limite de qualité.

Selon un scénario proposé par WHO en 1994 et repris dans plusieurs publications notamment (Zmirou et al, 2005), le risque journalier est égal à : $R_{\text{jour}} = (\text{Risque basal}) / 365$ *Risque Relatif

Le risque basal est le « bruit de fond » des gastro-entérites ou plus précisément l'incidence de gastroentérites(nombre de cas / personne / an).

Selon les données du réseau sentinelle des médecins généralistes, le taux d'incidence annuel des gastroentérites aiguës (GEA) en France motivant une consultation est de 0,08 par personne et par an en moyenne interannuelle. Cependant partant du constat qu'une personne sur 3 consulte son généraliste, il est multiplié par 3 et donc égal à 0,24 en moyenne (Therre H, 2008).

Le risque relatif correspondant au rapport du taux de maladie dans le groupe exposé au facteur de risque sur le taux de maladie dans le groupe non exposée.

Ce risque relatif doit être représentatif du non respect de la norme bactériologique pour les indicateurs de contamination fécale.

Cette méthode est intéressante car cela permet d'estimer la probabilité de tomber malade (gastroentérite) en fonction de la durée de dépassement des limites de qualité bactériologique.

2) Difficultés de la méthode :

Cependant, des difficultés sont rencontrées. La première réside dans le fait que « n » : nombre de jour d'exposition n'est pas fiable car avec les données du contrôle sanitaire selon la taille des UDI il est très variable (de 1 analyse semestrielle à une analyse par jour) . De plus, c'est très souvent dans les petites UDI qui sont les plus touchées que le contrôle est faible. La durée de la non-conformité est donc biaisée et la « véritable » durée du dépassement n'est pas connue.

Une des possibilités peut être d'estimer le nombre de jours de dépassements selon le pourcentage de résultats non-conformes sur plusieurs années pour avoir un total de prélèvement plus important. Sous l'hypothèse d'une distribution aléatoire des jours de prélèvements, si par exemple 40% des prélèvements sont non-conformes sur 3 ans, nous

pouvons dire que 40% des jours de l'année sont non-conformes soit 146 jours d'exposition potentielle dans l'année.

La deuxième difficulté majeure est le choix du risque relatif spécifique au non respect des LQ d'E.coli et entérocoques. Dans la littérature, plusieurs risques relatifs calculés à partir d'épidémie de gastroentérite d'origine hydrique sont relevés. Les RR varient entre 2 et 9. Ils dépendent de la puissance statistique (effectif des populations) et de l'agent mis en cause. Ceci signifie que les personnes qui avaient bu l'eau du robinet durant la période épidémique avaient entre 2 et 9 fois plus de risques de contracter une gastro-entérite que ceux qui n'avaient pas consommé d'eau.

Caractéristiques	Epidémies					
	Gideon	La Neuville	Gourdon	Dracy-le-Fort	Isère	Divonne-les-Bains
Date	Novembre 1993	Août 1998	Août 2000	Septembre 2001	Novembre 2002	Août 2003
Circonstances / causes	Vidange accidentelle d'une réserve	Rupture d'une pompe hydrique	Infiltration au forage d'eau de rivière+dysfonction du système de chloration	Interconnexion entre la station d'épuration et le réseau d'alimentation en eau potable+retour d'eau	Précipitations ayant entraîné un débordement de la station d'épuration en amont du captage+inondation du captage	Interconnexion entre la station d'épuration et le réseau d'alimentation en eau potable+retour d'eau
Agent(s) pathogène(s)	<i>Salmonella typhimorium</i>	- <i>Clostridium jejuni</i> - <i>Shigella sonnei</i> - <i>SRSV virus</i>	- <i>Rotavirus</i> - <i>Campylobacter coli</i> - <i>Calicivirus</i>	<i>Clostridium parvum</i>	<i>Norovirus type II</i>	<i>Cryptosporidium parvum</i>
Microbiologie eau	- Aucune non conformité - Présence de <i>Salmonella typhimorium</i>	- Eau non conforme - Présence de <i>SRSV</i>	- Eau non conforme - Présence de <i>Rotavirus</i>	- Eau non conforme - Présence de <i>Clostridium parvum</i>	- Eau non conforme - Présence de <i>Norovirus type II</i>	- Eau non conforme - Présence de <i>Cryptosporidium parvum</i>
Taille population exposée	1100	3358	4900	1100	5600	2500
Nombre de cas cliniques estimé	650	2213	2600	563	2000	1042
Taux d'attaque	44 %	84 %	37 %	51 %	40,6 %	42 %
Risque relatif	9,1 %	2,9 %	3,2 %	2,0 %	4,6 %	4 %

Figure 1 : Caractéristiques des épidémies de GEA d'origine hydrique investiguée depuis 1993 (InVs, 2008)

Dans le Languedoc-Roussillon aucune épidémie de gastro-entérite d'origine hydrique n'a été récemment documentée. Les résultats (Raguet, 2005) d'une enquête de cohorte réalisée en 2004 sur les UDI non-conformes (35% de NC) du département de la Lozère ont montré que les personnes hébergées dans une commune non-conforme ont 3,44 fois plus de risque d'être atteints de gastroentérites que ceux hébergés dans une commune aux eaux distribuées conformes. Les communes non-conformes étaient celles desservies par des UDI enregistrant 35% de prélèvements réglementaires non-conformes pour les coliformes et streptocoques fécaux. Ce seuil des 35 % avait déjà été fixé par l'équipe de Zmirou et al en 1985 (CAREPS, 1985). Les résultats de cette étude mettent en évidence

l'existence d'une augmentation de la pathologie gastro-intestinale dans les populations consommant régulièrement une eau non conforme aux normes bactériennes avec un risque relatif de 2.

Depuis de nombreuses études ont été réalisées sur le lien entre la présence d'indicateurs de contamination microbienne de l'eau et la survenue d'épisodes de gastro-entérites. Le lien est établi pour des indicateurs comme E.coli et les entérocoques avec des infections découlant en particulier d'activités nautiques. Concernant l'exposition par consommation d'eau, les données sont moins probantes. Dans la littérature quelques études sont rapportées. Globalement, les personnes consommant de l'eau ayant eu au moins un épisode de contamination ont environ 2 fois plus de risque de rapporter un épisode de gastroentérites mais les résultats ne sont pas tous statistiquement significatifs

Nous comprenons donc que le risque relatif doit être bien réfléchi. Une réflexion plus poussée devrait être menée à part entière sur la caractérisation du risque microbiologique au travers des dépassements des limites de qualité pour les indicateurs de contamination fécale.

ANNEXE 6: Paramètres retrouvés en dépassement en Languedoc-Roussillon entre 1999 et 2009

Paramètres chimiques en dépassement	Phytoprotecteurs	
	Produit	Substance active
	Dichloropropylène	
2,4-D	-1,3trans	méthidathion
2,4-MCPA	dichlorprop	métobromuron
2,6 Dichlorobenzamide	dichlorvos	metolachlore
alachlore	dieldrine	monolinuron
améthryne	dimétachlore	napropamide
aminotriazole	dinocap	oxadixyl
AMPA	diquat	paraquat (pyridine)
Anthraquinone	diuron	parathion méthyl
Atrazine	fénamidone	pichlorame
Atrazine déséthyl	flzasulfuron	piperonil butoxide
Atrazine-déisopropyl	folpel	prométhrine
bentazone	glufosinate	propazine
bromacil	glyphosate	propylène thiouree
carbendazime	heptachlore	pyrimiphos méthyl
chlopyriphos ethyl	hexaconazole	simazine
chloroméquat chlorure	hexazinone	simazine hydroxy
chlorothalonil	hydroxyterbuthylazine	tébuconazole
chlortoluron	imidaclopride	terbuméthon déséthyl
cyprodinil	indéno(1,2,3-cd)pyrène	terbuméton
DDT-2,4'	lindane (HCH gamma)	terbuthylazine
DDT-4,4'	linuron	terbuthylazine déséthyl
desmethylnorflurazon	mécoprop	triadiminol
dichloropropane-1,2	métabenzthiauron	trichlopyr
dichloropropylène-1,3cis	métalaxyle	
Aluminium		
Ammonium		
Antimoine		
Arsenic		
Baryum		
Benzène		
Benzoapyrène		
Bromates		
Cadmium		
Chlorite		
Chloroforme		
Chlorure de vynil monomère		
Chlorures		
Chrome total		
Cuivre		
Fer total		
Fluorures		
HAP		
Manganèse		
Mercuré		
Nickel		
Nitrates		
Nitrites		
Plomb		
Sélénium		
Sodium		
Sulfates		
Tétrachloroéthylène		
Trihalométhane		
Trichloroéthylène		

ANNEXE 7: Identification des dangers et des VTR des paramètres chimiques et des molécules de phytosanitaires retrouvés en dépassement

Substances	VTR (Anses, OMS, US EPA) DJT ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{j}$) ERU ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}^{-1}$)	Type d'étude	Poids corporel (kg)	Consommation d'eau (L/j)	Part attribuable à l'eau (%)	VG ($\mu\text{g}/\text{l}$) (OMS, 2004)	LQ ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Protection de la limite de qualité
Antimoine	DJT : 6	Etude sur les rats, perte de poids	60	2	10	20	5	protectrice
Arsenic	ERU : $1,5 \cdot 10^{-3}$	rapport de synthèse de plusieurs études cancers cutanés type carcinomes	60	2	-	10^1 (provisoire)	10	Non protectrice
Baryum	DJT : 200	Etude sur le rat, Néphropathie tubulaire	60	2	10	700	700	protectrice
Benzo(a)pyrène	ERU : $0,2 \cdot 10^{-3}$	Etude sur des rats, tumeurs gastriques	60	2	-	$0,7^2$ (ERI= 10^{-5})	0,01	protectrice
Benzène	ERU : $3 \cdot 10^{-5}$	Etude épidémiologique, leucémie (transposition par inhalation)	60	2	-	10 (ERI= 10^{-5})	1	protectrice
Bromates	DJT : 1100 ERU : $0,19 \cdot 10^{-3}$	Etude chez le rat, tumeur rénale	60	2	100	10	10^3	Non protectrice
Cadmium	DJT : 1	La concentration dans le cortex rénal ne doit pas excéder 50mg/kg	60	2	10	3	5	protectrice
Chlorure de vinyle	RfD : 3 ERU : $7,2 \cdot 10^{-4}$	Etude chez le rat, angiosarcome hépatique	13	1	100	0,3 (ERI = 10^{-5})	0,5	protectrice
Chrome total	ERU : $4,2 \cdot 10^{-4}$	Inflammation des muqueuses, ulcères	-	-	-	50^5	50	-
Cuivre	DJT : 500	1 an chez des chiens, effets sur le foie	60	2	10	2000	2000	protectrice
Fluor	DJT : 122 pour les enfants	Fluorose dentaire	13	0,8	50	1500	1500	protectrice
Manganèse	DJT : 60	Etude épidémiologique, effets neurologiques	60	2	10	400	50^6	protectrice
Mercure	DJT : 0,7	Basée sur plusieurs études, effets divers	60	2	10	1	1	protectrice
Nickel	DJT : 5	Etude chez les rats, modification du rapport entre le poids des organes et poids	60	2	10	20	20	protectrice

¹Correspond à la limite de quantification de l'arsenic en eau fixée en 1993 par l'OMS

²ERU choisi par l'OMS ($7,3 \text{ (mg/kg p.c./j)}^{-1}$) est basé sur une étude de 1967, et n'est pas le plus pertinent d'après l'Anses, le ERU de $0,2 \cdot 10^{-3} \text{ (}\mu\text{g/kg/j)}^{-1}$ du RIVM (2001) apparaît actuellement le plus adapté pour une approche d'évaluation des risques liés au benzo(a)pyrène.

³ : C'est une valeur provisoire car la valeur guide calculée est inférieure au seuil de détection. ($1,5\mu\text{g}/\text{L}$)

⁴ Pour le ChromeVI uniquement

⁵ Valeur guide provisoire dans la mesure où l'on dispose d'éléments indiquant un danger, mais où les données disponibles sur les effets sanitaires sont limitées

⁶ À des concentrations inférieures ou égales à la valeur guide définie sur la base d'arguments sanitaires, la substance peut influencer sur l'aspect, l'odeur ou le goût de l'eau, ce qui suscite des plaintes de la part des consommateurs.

		corporel						
Nitrates	DJT : 7000	Etude épidémiologique sur des nourrissons, méthémoglobémie	5	0,75	100	50000	50000	protectrice
Nitrites	DJT : 70	Etude sur le rat, effet cœur et poumons	60	2	10	3000 (aigu) 200 (chronique) ⁷	100	protectrice
Plomb	DJT : 3.5 pour les enfants et nourrissons	Etudes épidémiologiques chez les nourrissons et les enfants, plombémie	5	0,75	50	10	10 à partir de 2013	Non protectrice ⁸
Sélénium	DJT : 4	Etude chez l'homme signes cliniques et biochimiques, effet sur le foie	60	2	10	10	10	protectrice
THM : Chloroforme	DJT : 10	Etude chez la souris, tumeur du foie (mécanisme à seuil)	60	2	100	300	100	protectrice
Trichloroéthène+ tétrachloroéthène	DJT : 1,46	Etude sur le rat, toxicité développement	60	2	50% ⁹	20 ¹⁰	Somme des 2 = 10	protectrice
Trichloroéthène	ERU : $7,80.10^{-7}$	Etude sur le rat, cancer du rein	60	2	100%	384 (ERI= 10^{-5})		protectrice
Tétrachloroéthène	DJT : 14	Etude sur les rats, effets hépatotoxiques	60	2	10%	40		protectrice

⁷ Provisoire

⁸ La valeur guide de 10µg/L qui sera la limite de qualité en 2013 sera protectrice pour les nourrissons (Recommandations, OMS, 2004)

⁹ Une allocation de 50% est attribuée à l'eau potable car l'OMS estime que la suppression de l'utilisation de cette substance pour un certain nombre d'applications médicales et dans les produits domestiques a permis de diminuer le niveau d'exposition

¹⁰ Retenue mais provisoire

Les phytosanitaires en Languedoc-Roussillon

Famille	Substance	VTR DJT (µg/kg.j) ERU (µg/kg.j) ²	Type d'étude	Origine de la VTR	Poids corpor el (kg)	Consommatio n d'eau (L/j)	Part attribuable à l'eau (%)	VG (µg/l) (OMS, 2004)	Vmax Anses (µg/L)
Pesticides aryloxyaci des	2,4-D	10	Lésions histopathologiqu es dans le rein et le foie (chien) Lésions rénales (rat)	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	30	-
	Dichloropropane- 1,2	14	Adénomes et carcinomes hépatocellulaire s	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	40	-
	Mécoprop	3,33	Effet sur le poids des reins (rat)	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	10	-
	2,4-MCPA	0,5	Toxicité rénale et hépatique	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	2	-
	Triclopyr	30	-	UE, 2006	60	2	10	90	-
Pesticides Amides, acétamide s	Acétochlore	20	-	Com Tox, 1996	60	2	10	-	60
	Alachlore	ERU :10 -5	Tumeurs bénignes et malines du cornet basal, estomac, et thyroïde (rat)	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	100	20	-
	Cymoxanil	16	-	Com Tox, 1999	-	-	10	-	48
	Métolachlore	3,5	Décroissance poids du rein (chien)	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	10	-
	Métazolachlore	36	-	Com Tox, 1998	60	2	10	-	108
Pesticides carbamate s	Carbendazime	100	-	JMPR,2005	60	2	10	-	300
	Carbofuran	1	-	EFSA, 2006	60	2	10	-	3
Métabolite s des triazines	Atrazine déséthyl	0,5	-	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	2	
	Atrazine déisopropyl	0,5	-	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	2	
	Terbuthylazin déséthyl	4	-	DAR UK, 2007	60	2	10	-	12
Pesticides nitrophé nols et alcools	loxynil	5	-	UE, 2004	60	2	10	-	15
Pesticides organochl orés	Aldrine et dieldrine (somme)	0,1	Tumeur du foie (chien et rats)	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	0,03	
	Dimétalochlore	100	-	DAR DE, 2007	60	2	10		300
	HCH gamma (lindane)	5	Tumeur du foie / Immunotoxicité	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	2	
	Heptachlore epoxide	0,1	-	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	-	30
	Hexachlorobenzè ne	0,16	-	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	0,05	

	Oxadiazon	3,6	-	Com Tox, 2004	60	2	10	10,8	
Pesticides organophosphorés	Chlorpyrifos ethyl	0,01	-	OMS, 2004	60	2	10	30	
	Chlorfenviphos	0,5	-	JMPR, 1994	60	2	10	-	1,5
	Diazinon	0,2	-	UE, 2006	60	2	10	-	0,6
	Dichlorvos	0,08	-	EFSA, 2006	60	2	10	-	0,24
	Malathion	60	-	JMPR, 2002	60	2	10	-	180
	Oxydéméthion méthyl	0,3	-	UE, 2006	60	2	10	-	1
	Parathion méthyl	3	Dégénération de la rétine, réduction de l'activité des acétyles cholinestérases du SNC	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	9	
Pesticides divers	2,6 dichlorobenzamide	22	-	DAR The Netherlands, 2007	60	2	10	-	66
	AMPA	300	Pas d'effet (rat, 26 mois)	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	900	
	Bromacil	130	-	Pesticides Manual, 1993	60	2	10	390	
	Bentazone	100	Effets hématologiques (rat, souris, chien)	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	300	
	Diquat	2	-	UE, 2001	60	2	10	6	
	Fenpropidin	5	-	Com Tox, 1995	60	2	10	-	15
	Folpel	100	-	EFSA, 2006 ; JMPR, 2004	60	2	10	-	300
	Gluphosinate	20	-	JMPR, 1995	60	2	10	-	60
	Glyphosate	300	Pas d'effet (rat, 26 mois)	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	900	
	Imidaclopride	60	-	JMPR, 2002	60	2	10	-	180
	Norflurazon	40	-	US EPA, 1991	60	2	10	-	60
	Oxadixyl	10	-	Aus, 1988	60	2	10	-	30
	Paraquat	5	-	JMPR, 2005	60	2	10	-	15
	Prométhrine	4	-	EPA, 1992	60	2	10	-	12
Pesticides sulfonyles	Flazasulfuron	13	-	UE, 2004	60	2	10	-	40
Pesticides Tricétones	Sulcotrione	7	-	DAR Germany, 2006	60	2	10	-	21
Pesticides triazines	Atrazine	0,5	Tumeurs mammaires (rat)	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	2	
	Cyanazine	0,2	-	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	0,6	
	Hexazinone	33	-	EPA, 1990	60	2	10	-	99

	Propazine	20	-	EPA, 1990	60	2	10	-	60
	Simazine	0,52	Augmentation des tumeurs mammaires (rat)	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	2	
	Tebuconazole	30	-	JMPR, 2004	60	2	10	-	90
	Terbuméton	75	-	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	225	-
	Terbuthylazin	2,2	Sarcomes des tissus mous et lymphomes non hodgkiniens	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	7	
	Terbutryne	1	-	EPA, 1988	60	2	10	-	3
Pesticides triazoles	Aminotriazole	1		UE, 2001	60	2	10	-	3
	Terbuconazole	30	-	JMPR, 1994	60	2	10	-	90
Pesticides urées substituées	Chlortoluron	11,3	Adénomes et carcinomes rénaux (souris)	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	30	
	Diuron	7	-	EFSA, 2005	60	2	10		21
	Cyprodinil	30	-	UE, 2004	60	2	10		90
	Isoproturon	3	-	OMS, directives qualité de l'eau de boisson 2004	60	2	10	9	-
	Linuron	3	-	UE, 2003	60	2	10		9

Les molécules suivantes (44) sont présentes dans la liste des molécules à rechercher en LR mais n'ont pas de valeur maximale sanitaire répertoriée en annexe 1C de la circulaire NDGS/EA4/2010/424 du 9 décembre 2010 relative à la gestion des risques sanitaires en cas de dépassement des limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine pour les pesticides ainsi que dans les avis de l'Anses :

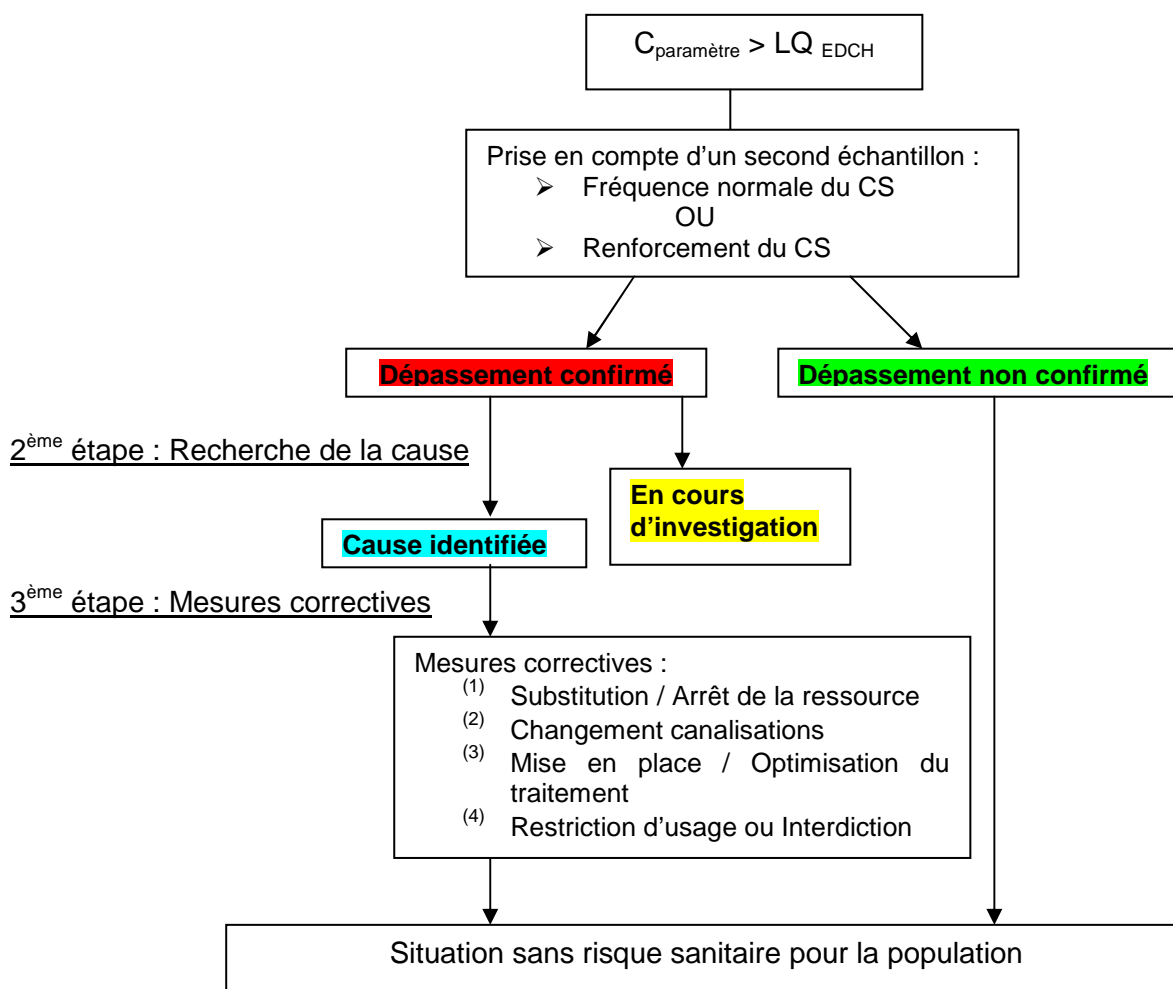
S-Métolachlore, Tébutame, Dichlorpop-P, Mécoprop-p, Hydroxycarbofuran-3, Iprovalicarb, hydroxyterbuthylazine, Simazine hydroxy, Bromoxynil, Endosulfan total, Heptachlore, Téméphos, Fénitrothion, Fénamidone, Methidathion, Parathion ethyl, Phoxime, Azoxystrobine, Captane, Carfentrazone éthyle, Chlorméquat chlorure, Diméthomorphe, Dinocap, Famoxadone, Mepiquat, Metalaxyle, Desmethylnorflurazon, Prochloraze, Pendiméthaline, Spiroxamine, Trifluarine, Metsulfuron méthyl, Sulfosulfuron, Cypermethrine, Delmamehrine, Piperonil butoxide, Amethryne, Hexaconazole, 1-(3,4-dichlorophényl)-3-méthylurée, Déméthyl isoproturon, Monolinuron, Metobromuron, Metabenzthiazuron, Metoxuron.

ANNEXE 8: Expertise locale des départements

Les dépassements notés ici sont relatifs au dépassement de la Limite de qualité EDCH et non eaux brutes même pour les analyses au niveau des CAP.

Modalités de gestion pour les dépassements :

1^{ère} étape : Confirmation du dépassement observé



Dépassements régionaux sous-produits de distribution :

			Chlorure de vinyl			Tétrachloroéthylèn +Trichloroéthylène			Tétra chloroéthylène		
	INS_Code national		2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
011	011000998	TTP	1								
	011001628	UDI		1							
030	030000518	UDI	1								
	030001534	TTP			1						
034	034001176	CAP					1			1	
066	066000219 (2)	UDI			1						
	066001045	CAP				3	8		1	6	
	066002142	TTP					2	1		2	1

Dépassements régionaux des Hydrocarbures aromatiques :

				2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2010
011	011000114	Benzo(a)pyrène	UDI						1		
		HAP (4subst)	UDI						1		
	011000388	Benzo(a)pyrène	UDI			1					
	011000624	Benzo(a)pyrène	UDI				1				
030	030000977	Benzo(a)pyrène	UDI							1	
034	034000297	Benzo(a)pyrène	CAP	1							
	034000545	Benzo(a)pyrène	CAP							1	
	034001293	Benzo(a)pyrène	UDI			1					
		HAP (4subst.)	UDI			1					
	034001317	Benzo(a)pyrène	UDI						1		
		HAP (4subst.)	UDI						1		
	034001587	HAP(4subst.)	UDI			1					
048	048001358	Benzène	TTP					1			
066	066000443	Benzo(a)pyrène	UDI			1					
	066000875	Benzo(a)pyrène	CAP		1						
	066001612	Benzo(a)pyrène	CAP			1					
	066000527	Benzo(a)pyrène	CAP								1

Dépassements régionaux des sous-produits de désinfection :

	INS_Code national	ANA__Param__Nom		2005	2008	2010
011	011000816 (3)	Trihalométhanes (4 substances)	TTP		1	
	011001966 (3)	Trihalométhanes (4 substances)	TTP		1	
030	030000479	Trihalométhanes (4 substances)	TTP	1		
066	066000574	Trihalométhanes (4 substances)	TTP			1
	066000703	Trihalométhanes (4 substances)	TTP	1		
	066000970 (4)	Trihalométhanes (4 substances)	TTP	1		

Dépassements régionaux pour les métaux :

INS_Code national			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
030000098	Fluorures	TTP	1		1			1	1	1	2			1
030000099	Fluorures	UDI		2		1		2	4	3	4	2	2	1
030000175	Fluorures	UDI											1	
066000124	Mercure	TTP				1								
066000256 (4)	Fluorures	TTP						1	1	1	1	1		2
066000258 (4)	Fluorures	UDI	2			2	4	3	3	4	4	3	2	3
066000656	Mercure	TTP						1						
066000969	Mercure	TTP										1		
066001586	Mercure	TTP	1											
066001891(4)	Fluorures	TTP												1
066002142	Mercure	TTP										1		
034000438	Cadmium	UDI						1						
034000917 (4)	Chrome total	UDI							1					

ANNEXE 9: Fiches résumant l'identification des dangers et l'identification des VTR (Arsenic/Bromates/Plomb/Bactériologie)

A. ARSENIC

1. Identification des dangers et valeur de référence toxicologique pour l'arsenic d'origine hydrique

Lors d'une ingestion chronique d'As hydrique les dangers identifiés comme certains sont :

- des cancers : carcinomes cutanés, cancers du poumon, cancers de la vessie

Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé l'arsenic inorganique dans le groupe 1, sur la base d'indications de cancérogénicité suffisantes avec un risque accru de cancer de la vessie, du poumon et de la peau chez l'Homme (CIRC, 2002).

- des atteintes non cancéreuses : lésions cutanées (hyperkératose et hyperpigmentation), lésions vasculaires périphériques.

2. Identification des valeurs toxicologiques de référence

Le tableau suivant résume pour chaque effet identifié la VTR associée.

Source	VTR	Valeur	Etude	Modèle	Effet
USEPA 1998, OMS 2004	ERU	1,5.10⁻³ µg/kg/jour	Sur l'homme, Tseng et al, 1968	Multi étape linéarisé	Cancer cutanée
USEPA, 1993 ATSDR, 2000	RfD	0,3µg/kg/jour	Sur l'homme, Tseng et al, 1977	DMSENO*= 0,8µg/kg/jour FI**=3	Maladie du pied noir
JECFA, 1988	DHTP provisoire	15µg/kg/jour	Tseng et al, 1977		Cancer cutanée

*Dose sans effet observé

**Facteur d'Incertitude

Selon l'OMS, la principale voie d'exposition pour la population générale est la voie orale par ingestion d'aliments ou d'eau de boisson contaminés. L'exposition à l'air est généralement inférieure à 1µg/jour¹¹. L'exposition par voie cutanée est négligeable lorsque la peau est indemne de toute lésion.

Dans les aliments, l'As y est présent essentiellement sous forme organique.

Par l'alimentation ce sont les produits de la mer, (poissons de mer, les crustacés) et la viande qui sont les principales sources d'exposition à l'arsenic organique (moins toxique).

¹¹ Le tabac des cigarettes contient de l'arsenic inorganique. La consommation de 20 cigarettes (1 paquet) entraîne l'inhalation de 5µg d'Asi.

Bien que l'exposition via l'alimentation et l'eau varie en fonction du régime alimentaire de chacun, en France l'apport moyen journalier en arsenic total pour un adulte (analyse du régime total) est estimé à environ 60µg/jour.

A titre de comparaison, dans la région sud-ouest de Taiwan, où les populations sont très fortement exposées à l'As d'origine hydrique, une ingestion journalière de l'ordre de 1 000 µg/j d'As total a été estimée (Tseng et al), 2000.

La part de l'arsenic inorganique est difficilement estimable. Même si les données sont limitées l'OMS rapporte que 25% de l'arsenic ingéré serait sous forme inorganique (12-14µg/jour).

B. BROMATES

1. Identification des dangers et valeur de référence toxicologique pour les bromates d'origine hydrique

Les études sur la toxicité des bromates chez l'homme à long terme sont inexistantes. Il n'existe pas d'étude épidémiologique qui mettent en évidence le lien entre l'ingestion de bromates et les effets chroniques et cancérigènes. Cependant, des études sur l'animal révèle des effets critiques des bromates pour une exposition chronique.

Effets non cancérigènes :

Les expériences « vie entière » sur les rats ont fait état de diverses lésions aux tubules rénaux des animaux exposés, des nécroses et diverses dégénérationes.

Effets cancérigènes

Le bromate de potassium a été considéré génotoxique et cancérigène en 1992 par les évaluations de l'Expert Committee on Food Additives (FAO/WHO). D'autres études après cette date ont révélé aussi le caractère cancérigène des bromates sur les animaux de laboratoire.

Le bromate est donc un mutagène in vivo et in vitro. Il n'existe pas suffisamment de preuves pour affirmer que ce composant est cancérigène pour l'homme, mais sa cancérigénicité a bien été prouvée sur des animaux de laboratoire. Il a été classé dans la catégorie 2B : agent probablement cancérigène chez l'homme, par le CIRC.

2. Identification des valeurs toxicologiques de référence

Les études depuis les années 1980 ont utilisé diverses méthodes et modélisations dans le but de transposer les résultats des tests des concentrations/effets réalisés sur les animaux vers l'homme, et de définir une dose référence chez l'homme. Le tableau ci-dessous récapitule les valeurs toxicologiques de référence en fonction des effets.

Source	VTR	Valeur	Etude	Modèle	Effet
OMS, 1994	ERU	0,1 (mg/kg ⁻¹ p.c./jour)	Kurokawa <i>et al.</i> 1986	Modèle multi étape linéarisé	Tumeurs rénales
RIVM, 2000	-	0,013 (mg /kg ⁻¹ p.c./jour)	Kurokawa <i>et al.</i> 1983 Kurokawa <i>et al.</i> 1986 De Angelo <i>et al.</i> 1998	Modèle à deux étapes	Tumeurs rénales
US EPA, 2001	Oral slope factor	0,7 (mg /kg ⁻¹ p.c./jour)	De Angelo <i>et al.</i> 1998	Modèle multi étape linéarisé	-Mésothéliome de la vaginale testiculaire - Adénomes et carcinomes des tubules rénaux - Adénomes et carcinomes des follicules thyroïdiens
US EPA 2001	RfD	4.10-3 mg/kg/jour)	De Angelo <i>et al.</i> 1998	DSENO* / FI**	-lésions rénales -hyperplasie urothéliale
OMS, 2004	ERU	0,19 (mg/kg ⁻¹ p.c./jour)	De Angelo <i>et al.</i> 1998	Idem US EPA, 2001 sans correction des doses par facteur allométrique	

*Dose sans effet observé

**Facteur d'incertitude

Le bromate est une substance qui est rapidement absorbée au niveau du tractus gastro-intestinal aussi bien chez l'homme que chez l'animal et éliminée de l'organisme sous forme de bromide, principalement par la voie urinaire. Le rein est l'organe cible principal des bromates.

Dans certains pays comme le Japon le bromate de potassium est utilisé comme agent de maturation dans la farine (concentration maximale autorisée : 50mg/kg). Cependant cet usage est interdit en France.

Ainsi pour la population générale française, la source d'exposition majoritaire aux bromates est l'ingestion d'eau du réseau de distribution. Les autres voies étant négligeables.

C. LE PLOMB

Les composés inorganiques du plomb sont résorbés dans le tube digestif jusqu'à 10% chez l'adulte et jusqu'à 50% chez l'enfant. La plus grande partie du plomb se lie dans le sang à l'hémoglobine et une faible proportion aux protéines plasmatiques. Le plomb se distribue ensuite dans des tissus comme le foie, les reins et le système nerveux central puis il est stocké à 90% dans les os. L'élimination se fait à environ 75% dans les urines et à 15% dans les selles. Le plomb est également éliminé à hauteur de 10% dans les cheveux, ongles, la sueur et le lait maternel.

La principale voie d'exposition au plomb est la voie orale. L'inhalation la dépasse dans certains milieux professionnels (manipulation du plomb).

Pour les enfants et les adultes, l'alimentation représente la voie principale d'exposition au plomb, toutefois, il ne faut pas négliger les apports par inhalation ou ingestion de poussières dans des conditions d'exposition particulières : habitat ancien ou environnement industriel

1. Identification des dangers et valeur de référence toxicologique pour le plomb d'origine hydrique

En cas d'intoxication chronique, prédominant des troubles de l'hémogramme (anémie).

Les adultes présentent une hypertension, des neuropathies périphériques et des néphropathies. Chez les enfants la symptomatologie neurologique centrale est particulièrement marquée : hyperexcitabilité, altération de la mémoire, des facultés de concentration, dépression.... Une libération brutale de plomb stocké au niveau du squelette, déclenché par exemple par un stress ou une maladie infectieuse peut entraîner une crise de saturnisme. En ce qui concerne la cancérogénicité, le plomb et ses dérivés inorganiques étaient classés par l'IARC (1987) dans le groupe 2B

(potentiellement cancérogène chez l'homme) et par l'EPA (1993) (groupe B2). Sa cancérogénicité a été démontrée chez l'animal mais insuffisamment démontrée chez l'homme.

2. Identification des valeurs toxicologiques de référence

Source	VTR	Valeur	Étude	Effet
OMS (1996)	DHTP dose hebdomadaire tolérable provisoire	25 µg/kg p.c./sem	1987	Effet neurotoxique chez l'enfant
EPA	RfD reference dose	non définie ¹	-	-
ATSDR	MRL minimal risk level	non définie ²	-	-
Santé Canada (1992)	AQA apport quotidien acceptable	3,5 µg/kg p.c./j	1987	Effet neurotoxique chez l'enfant
RIVM (2001)	MPR maximum permissible risk	25 µg/kg p.c./sem	1987	Effet neurotoxique chez l'enfant

¹ Il semble que certains effets du plomb, notamment les changements dans les taux sanguins de certaines enzymes et les effets sur le développement neuro-comportemental des enfants, apparaissent à des plombémies très faibles, apparemment sans seuil. Le groupe de travail de l'EPA a étudié la possibilité de définir une RfD pour le plomb inorganique (et ses composés) lors de deux réunions (07/08/1985 et 07/22/1985) et a considéré qu'il n'était pas approprié de définir une RfD (IRIS EPA, 2003).

² Aucun MRL n'a été défini pour le plomb en raison de l'absence de seuil clairement identifié pour certains des effets les plus sensibles chez l'Homme (ATSDR, 1999).

D. LA BACTERIOLOGIE

1. Identification des dangers

En France, les épidémies d'origine hydrique les plus fréquemment rapportées concernent les gastro-entérites aiguës (GEA). Ces dix dernières années, 10 épidémies de GEA d'origine hydrique ont été détectées et investiguées en France (Beaudeau et al, 2007). Il est cependant probable que ce constat soit minimisé car des épidémies de faible intensité peuvent ne pas être détectées ou remontées au niveau national.

Une gastro-entérite aiguë est définie comme une pathologie intestinale d'origine infectieuse (bactérienne, virale ou parasitaire) qui se caractérise par un ensemble de symptômes dont les plus communs sont la diarrhée et les vomissements (au moins 3 selles liquides par 24 heures ou des vomissements pendant au moins un jour) durant moins de deux semaines. D'autres symptômes peuvent également apparaître (nausées, céphalées, fièvre) et orienter vers une étiologie particulière. Les principaux risques associés à cette pathologie sont la déshydratation chez les enfants et l'infection généralisée chez les personnes immunodéprimées ou les personnes âgées. (définition de l'InVs).

Les gastro-entérites infectieuses ont dans la plupart des cas le même mode de transmission : féco-oral cependant leur origine peut provenir de différents agents qui ne sont pas tous analysables en routine dans le contrôle sanitaire de l'eau potable.

a. Les agents pathogènes bactériens

Les bactéries principalement responsable de GEA d'origine hydrique par consommation d'eau de distribution dans les pays « développés » sont les suivantes : *Campylobacter spp*, *Escherichia coli* pathogènes, et en particulier *E. coli* producteur de shiga-toxine (STEC), *Salmonella spp*, *Shigella spp*, *Yersinia enterocolitica*, , *Vibrio cholerae*.

L'eau peut être le média d'autres bactéries présentes dans l'environnement susceptibles d'infecter les personnes immunodéficientes telles que : *Pseudomonas sp.*, *Aeromonas sp.*) ou par voie aérienne *Legionella sp.*, *Mycobacterium sp* (non tuberculosis).

Les bactéries sont plus sensibles aux procédés de désinfection que les virus. La présence de l'indicateur fécal *E.coli* dans l'eau distribuée traduit une insalubrité de l'eau remettant en cause le système de traitement (défaillance du système de désinfection, retour d'eau usée, pollution microbienne de la ressource...). La durée d'incubation pour les bactéries est de l'ordre de 3 à 8 jours.

b. Les agents pathogènes viraux

Les principaux virus susceptibles d'être à l'origine d'une épidémie d'origine hydrique sont les suivants : calicivirus humains (norovirus, sapovirus), rotavirus, astrovirus, adenovirus entériques (adenovirus 40 et 41), entérovirus, virus de l'hépatite A et E.

Ces virus persistent dans le milieu extérieur, ils sont résistants aux traitements d'épuration qu'ils soient physiques ou chimiques. L'environnement sera contaminé par des rejets humains présents dans les eaux usées. La durée d'incubation pour les virus entériques est courte entre 24h et 72h.

c. Les agents protozoaires pathogènes

parasites : protozoaires : *Cryptosporidium parvum*, *Giardia intestinalis*, *Toxoplasma gondii*, *Cyclospora cayetanensis* ;

L'institut de veille sanitaire dans son guide de détection et d'investigation des épidémies d'infection liés à l'ingestion d'eau potable recense 12 pathogènes à rechercher en première intention

- virus : adénovirus, astrovirus, enterovirus, norovirus, rotavirus, virus de l'hépatite A
- bactéries : *Campylobacter*, *E.coli* et ses shigatoxines, *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*
- parasites : *Cryptosporidium* et *Giardia*

ANNEXE 10: ARSENIC: Feuille de calcul : Caractérisation du risque

UDI_Nom	UDI_Code	Population décret	[As]médiante (µg/L)	Dose journalière d'exposition (µg/kg/j)	ERU	ERI	Catégorie bilan 2009
BUGARACH BOURG	11000182	173	0	0	0,0015	0E+00	3
ROQUEFERE SAINT JU	11000518	20	0	0	0,0015	0E+00	3
LA TOURETTE CABARD	11000652	45	0	0	0,0015	0E+00	3
VILLEMOSTAUSSOU	11000627	3355	1,2	0,04	0,0015	6E-05	3
CASTANS BOURG	11000208	113	1,4	0,046666667	0,0015	7E-05	3
COURSAN	11000256	6385	1,45	0,048333333	0,0015	7E-05	3
LE VIGAN	30000303	4500	2,1	0,07	0,0015	1E-04	3
AUJAC	30000761	27	2,7	0,09	0,0015	1E-04	3
TREBES	11000596	6081	3,5	0,116666667	0,0015	2E-04	3
ESPOUZOLLES	48001688	45	5	0,166666667	0,0015	3E-04	4
OCTON	34000724	530	5,4	0,18	0,0015	3E-04	3
ARRIGAS (VILLAGE)	30000448	44	5,6	0,186666667	0,0015	3E-04	3
LA ROCHE ASM	48000112	37	6	0,2	0,0015	3E-04	3
SAUMANE CAPOU	30000862	230	6,05	0,201666667	0,0015	3E-04	4
NOTRE DAME DE LA RO	30000689	320	6,25	0,208333333	0,0015	3E-04	3
LES PLANTIERS (VILLA	30000480	150	7,2	0,24	0,0015	4E-04	4
L'ARBOUX	30000530	30	7,5	0,25	0,0015	4E-04	3
RASPAILLAC	48000532	20	7,5	0,25	0,0015	4E-04	3
SALESSES HAUTES	48001013	4	8	0,266666667	0,0015	4E-04	3
RIBENNES	48001098	97	8	0,266666667	0,0015	4E-04	3
LE CROUZET	48001633	6	8	0,266666667	0,0015	4E-04	3
BANAT	66000582	10	8	0,266666667	0,0015	4E-04	3
THUES EGLISE	66000975	7	8,165	0,272166667	0,0015	4E-04	3
MARCEVOL	66000084	37	8,17	0,272333333	0,0015	4E-04	3
VALBORGNE TOURGUE	30000913	150	8,85	0,295	0,0015	4E-04	3
CHADENET	48001000	73	9	0,3	0,0015	5E-04	3
SAINTE MARTIAL (VILLA	30000388	150	9,4	0,313333333	0,0015	5E-04	3
SAINTE JEAN DU GARD	30000372	2600	10	0,33	0,0015	5E-04	4
PEYROLES	30000333	20	10	0,333333333	0,0015	5E-04	4
JONTANELS	48000332	10	10	0,333333333	0,0015	5E-04	3
MONTCHAMP	48000808	108	10	0,333333333	0,0015	5E-04	3
FONTRABIOUSE ESPO	66000853	280	10,33	0,344333333	0,0015	5E-04	4
LA VIALETTE	48000708	23	10,5	0,35	0,0015	5E-04	4
MEJANTEL	48000529	70	11	0,366666667	0,0015	6E-04	4
MURET	48000633	14	11	0,366666667	0,0015	6E-04	4
LA BASTIDE.E	48001017	32	11,5	0,383333333	0,0015	6E-04	4
FONTCOUVERTE CAIX	66000144	7	12,21	0,407	0,0015	6E-04	4
SAINTE ANDRE DE CAPO	48001381	79	13	0,433333333	0,0015	7E-04	4
ARDAILLEZ	30000634	80	15	0,5	0,0015	8E-04	4
LA BRUGERE	48001438	41	15	0,5	0,0015	8E-04	4
CORSAVY	66000201	256	15,4	0,513333333	0,0015	8E-04	4
MONTEILS	30000487	20	15,5	0,516666667	0,0015	8E-04	4
LE FONTANIEU	30000916	30	16	0,533333333	0,0015	8E-04	4
HAMEAU DU VIALA (CM	30002170	15	16	0,533333333	0,0015	8E-04	3
LES SALCES	48000399	125	17	0,566666667	0,0015	9E-04	4
BASSURELS	48001182	21	17	0,566666667	0,0015	9E-04	4
CAMPIS	48001663	10	18	0,6	0,0015	9E-04	4
CELLES	34001280	21	19	0,633333333	0,0015	1E-03	4
SAUMANE L'ESTRECHU	30000881	120	23	0,766666667	0,0015	1E-03	4
ESTABLES	48001012	102	26,5	0,883333333	0,0015	1E-03	4
HAMEAU DE LECA*	66004020	20	26,84	0,894666667	0,0015	1E-03	4
FAVIERES, PUECH SIG	30000668	120	29	0,966666667	0,0015	1E-03	4
FROIDVIALA	48001015	18	54,5	1,816666667	0,0015	3E-03	4
VIALA BAS	48000531	21	90	3	0,0015	5E-03	4
TOTAL	54 UDI 26880 personnes						

ANNEXE 11: Liste des molécules de phytosanitaires recherchée en Languedoc-Roussillon



DRASS Languedoc-Roussillon
Contrôle sanitaire des eaux destinées à la
consommation humaine
Liste régionale des pesticides à rechercher
à partir de juin 2007

Famille	Code	Matière active
PESTICIDES AMIDES, ACETAMIDES, ...	ACETOCH ALCL CYM METZCL MTC NAPR SMETOLA TAM	Acétochlore Alachlore Cymoxanil Métazachlore Métolachlore Napropamide S-Métolachlore Tébutame
PESTICIDES ARYLOXYACIDES	24D DCP DCPP FNP MCPA MCPPP TCPY	2,4-D Dichlorprop Dichlorprop-P Mécoprop 2,4-MCPA Mécoprop-p Triclopyr
PESTICIDES CARBAMATES	3HXC CARBR CBDZ IPROVAL	Hydroxycarbofuran-3 Carbofuran Carbendazime Iprovalicarb
METABOLITES DES TRIAZINES	ADET ADSP TBZH SHYD TBZDES	Atrazine déséthyl Atrazine-déisopropyl Hydroxyterbutylazine Simazine hydroxy Terbutylazin déséthyl
PESTICIDES NITROPHENOLS ET ALCOOLS	BRXY IOXY	Bromoxynil Ioxynil
PESTICIDES ORGANOCHLORES	ALDR DIMETAC ENDOT HCB HCHG HEOD HEP HEPE OXDZ	Aldrine Dimétachlore Endosulfan total Hexachlorobenzène HCH gamma (lindane) Dieldrine Heptachlore Heptachlore époxide Oxadiazon
PESTICIDES ORGANOPHOSPHORES	ABATE CFVP CLMPE DDVP DIAZ FENIT MALTH MTHION OXDM PARTH PARTHM PHM	Téméphos Chlorfenvinphos Chlorpyriphos éthyl Dichlorvos Diazinon Fenitrothion Malathion Méthidathion Oxydéméton méthyl Parathion éthyl Parathion méthyl Phoxime
	26DCB AMPA	2,6 Dichlorobenzamide AMPA

DRASSLR_pest_liste_2007_OFFICIELLE 29/08/2011

1

PESTICIDES DIVERS	BRMCL BTZ CAPT CARFENE CHLOMEQ DIQUAT DMTM DNOCP FAMOXAD FENAMID FOLPEL FPRO GFST GPST IMIDA MEPIQUA METAL NFZ NORFLDM ODX PCLR PDM PRQT SPIROX TRIF	Azoxystrobine Bromacil Bentazone Captane Carfentrazone éthyle Chloroméquat chlorure Diquat Diméthomorphe Dinocap Famoxadone Fénamidone Folpel Fenpropidin Glufosinate Glyphosate Imidaclopride Kresoxym-méthyl Mepiquat Métalaxyle Norflurazon Desmethylnorflurazon Oxadixyl Prochloraze Pendiméthaline Paraquat Spiroxamine Trifluraline
PESTICIDES SULFONYLUREES	FLAZASU IMETS SULFRN	Flazasulfuron Metsulfuron méthyl Sulfosulfuron
PESTICIDES PYRETHRINOIDES	CYINE DTINE PPBTX	Cypermethrine Deltaméthrine Piperonil butoxide
PESTICIDES TRICETONES	SCT	Sulcotrione
PESTICIDES TRIAZINES	AMTH ATRZ CYANZ HXZN PROP SMZ TBZ TERBM TERBU	Améthryne Atrazine Cyanazine Hexazinone Propazine Simazine Terbutylazin Terbuméton Terbutryne
PESTICIDES TRIAZOLES	AMNTZ HXCZ TBCZ	Aminotriazole Hexaconazole Tébuconazole
PESTICIDES UREES SUBSTITUEES	CTOL DCPMU DIU IPPMU ISP LNR MLNR MTBR MTBZTZ MTZ	Chlortoluron 1-(3,4-dichlorophényl)-3-méthylurée Diuron Déméthyl isoproturon Isoproturon Linuron Monolinuron Métobromuron Métabenzthiazuron Métoxuron

Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion 2010-2011

**Health impact assessment of drinking water exceeding quality standards in Languedoc-Roussillon (Region in South of France).
Priorities' proposition for intervention*****Abstract :***

Drinking water in Languedoc-Roussillon is safe (97% sample complying with drinking standards according to the quality drinking water outcome, 2009). However, small scale distributions are the most affected by nonconformity. They are usually in mountainous and rural areas. In order to reduce these regional disparities, a special action (ACTION 11, PRSE2) has been implemented. This action is important for the health authorities because under the nonconformity may be hidden a significative health risk for the population.

This report aims to provide more information about population exposition of contaminants in drinking water in Languedoc-Roussillon. Health risk assessment has been done for 4 contaminants (arsenic, bromate, lead, microbiology) and sets priorities for intervention.

The methodology follows the classical steps of risk assessment.

Arsenic is the first priority for intervention because the major part of the population is exposed to the high level of concentration in drinking water. The health risk for 26642 people is significative. Then, 10000 people are concerned by microbiological contaminants. Bromate and lead have the weakest impact. The result of this report allows to give some recommandations to follow this work.

This work is just the beginning for a plan's implementation to improve the quality of drinking water in Languedoc-Roussillon.

Mots clés :

Drinking water, nonconformity, contaminants, heath risk assessment, arsenic

JULIEN

Myriam

Lundi 10 Octobre 2011

Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion 2010-2011

Evaluation de l'impact sanitaire d'une eau de boisson non-conforme pour la population du Languedoc-Roussillon Mise en évidence des priorités d'intervention

Résumé

La qualité de l'eau de distribution en Languedoc-Roussillon est globalement satisfaisante puisque 93% des prélèvements se sont révélés conformes dans la région selon le bilan 2009 de la qualité de l'eau distribuée réalisé par l'ARS-Languedoc-Roussillon (69% de type bactériologique et 31% de type chimique). Les non-conformités sont souvent identifiées dans les petites unités de distribution situées dans les communes rurales et/ou montagneuses. Pour diminuer ces inégalités territoriales qui influent sur la qualité desservie aux usagers, l'action 11 du PRSE2 a vu le jour. Au-delà des non-conformités résident des situations critiques avec un risque pour le consommateur. Le présent rapport permet au travers des données du contrôle sanitaire d'une part de mieux connaître l'exposition de la population de la région Languedoc-Roussillon à des agents toxiques ou infectieux via l'ingestion d'eau du réseau de distribution. D'autre part, l'évaluation de l'impact sanitaire des paramètres jugés les plus « préoccupants » dans le cadre de cette étude à savoir arsenic, bromates, plomb et la bactériologie met en évidence des priorités d'intervention pour l'ARS.

La méthodologie proposée suit les étapes classiques de l'évaluation de risque sanitaire : l'identification des dangers, l'évaluation de l'exposition, la caractérisation du risque pour conclure sur l'étape de priorisation d'intervention. L'arsenic est une priorité étant donné le nombre de personnes exposé à des niveaux de risque élevés (26642). La bactériologie arrive en deuxième (près de 10000 personnes). Les bromates et le plomb d'origine hydrique arrivent en dernier.

De plus, le balayage d'autres paramètres préoccupants pour la santé humaine mis en évidence dans l'étape d'identification des dangers permet de proposer des recommandations pour donner suite à ce travail.

Ce rapport est donc un point de départ avant la mise en place d'un vrai programme de reconquête de la qualité de l'eau distribuée en Languedoc-Roussillon.

Mots clés : Eau de consommation, non-conformité, paramètres chimiques et microbiologiques, risque sanitaire

L'Ecole des Hautes Etudes 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.