

# Contamination des eaux de consommation par l'arsenic

**Approche du risque sanitaire en France**

Martine LEDRANS  
Pascal GROSSIER



## SOMMAIRE

1) CONTEXTE -JUSTIFICATION DE L'ÉTUDE .....	7
2) OBJECTIFS DU RAPPORT .....	8
3) SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	9
3-1) PRÉSENTATION DE L'ARSENIC D'ORIGINE HYDRIQUE .....	9
3-1-1) <i>Les principales formes de l'arsenic d'origine hydrique</i> .....	9
3-1-2) <i>Les sources de contamination</i> .....	10
3-2) IDENTIFICATION DU POTENTIEL DANGEREUX .....	11
3-2-1) <i>Métabolisme de l'arsenic ingéré</i> .....	11
3-2-3) <i>Effets sur l'homme</i> .....	12
3-3) RELATIONS DOSE-RÉPONSES .....	13
3-3-1) <i>Présentation des relations dose-réponses</i> .....	13
3-3-2) <i>Discussions concernant l'établissement des relations dose-reponses</i> .....	14
3-3-3) <i>Utilisation des relations dose-réponses pour l'établissement des normes</i> .....	15
3-4) ESTIMATION DE L'EXPOSITION : REVUE DES DONNÉES DISPONIBLES .....	16
3-4-1) <i>Recherche de l'arsenic dans tes eaux destinées à ta consommation humaine en France</i> .....	16
3-4-2) <i>Données disponibles sur les habitudes de consommation d'eau</i> .....	17
4) MATÉRIELS ET MÉTHODES .....	19
4-1) NIVEAUX DE CONTAMINATION PRIS EN COMPTE .....	19
4-2) ENQUÊTE " SISE-EAUX " .....	19
4-3) INVESTIGATION DES CAS CONNUS DE CONTAMINATION .....	20
4-4) UTILISATION DES DONNÉES ISSUES DU BILAN SUR LA QUALITÉ DES EAUX CONDITIONNÉES .....	20
4-5) DÉFINITION DE ZONES A RISQUES .....	21
4-5-1) <i>Utilisation des travaux réalisés par le Bureau de Recherche Géologique et Minière</i> .....	21
4-5-2) <i>Utilisation des données du recensement des sites et sols pollués</i> .....	21
5) RÉSULTATS .....	22
5-1) RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE " SISE-EAUX " .....	22
5-1-1) <i>Taux de réponse</i> .....	22
5-1-2) <i>Bilan des réponses</i> .....	22
5-1-3) <i>Une première quantification du risque</i> .....	24
5-2) INVESTIGATION DES CAS CONNUS DE CONTAMINATION .....	24
5-3) UTILISATION DES DONNÉES ISSUES DU BILAN SUR LA QUALITÉ DES EAUX CONDITIONNÉES .....	25
5-4) DÉFINITION DE ZONES A RISQUE .....	25
5-4-1) <i>Travaux réalisés par le BRGM</i> .....	25
5-4-2) <i>Utilisation des données du recensement des sites et sols pollués</i> .....	25
6) DISCUSSION .....	27
6-1) ENQUÊTE " SISE-EAUX " .....	27
6-1-1) <i>Limites de l'enquête " SISE-EAUX "</i> .....	27
6-1-2) <i>Une approche du risque quantifié</i> .....	27
6-1-3) <i>Justification d'une enquête exhaustive</i> .....	28
6-2) NIVEAUX D'EXPOSITION DES PERSONNES CONSOMMANT DES EAUX MINÉRALES NATURELLES .....	28
6-3) DÉFINITION DES ZONES A RISQUE .....	29
6-3-1) <i>Intérêts et limites de l'utilisation des données de l'inventaire géochimique</i> .....	29
6-3-2) <i>Utilisation des données du recensement des sites et sols pollués</i> .....	29
7) CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	30
7-1) CONCLUSION .....	30
7-2) RECOMMANDATIONS .....	31
7-2-1) <i>Protocole d'enquête pour évaluer l'exposition de la population française à l'arsenic dans les eaux de distribution</i> .....	31
7-2-2) <i>Gestion des situations de contamination des eaux</i> .....	32

## 1) CONTEXTE - JUSTIFICATION DE L'ETUDE

L'arsenic est un métalloïde classé dans le groupe 1 " espèce cancérigène pour l'homme " par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC). Il s'agit d'un élément ubiquitaire présent dans le sol à des concentrations variant entre 0,2 et 40  $\mu\text{g/g}$ , dans l'air des villes (environ 0,02  $\mu\text{g/m}^3$ ) et dans l'eau de distribution à des teneurs généralement faibles, inférieures à 5  $\mu\text{g/l}$ . Le décret n°89-3 du 3 janvier 1989 modifié, relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, le classe parmi les substances toxiques et fixe sa concentration maximale admissible (CMA) à 50  $\mu\text{g/l}$  dans l'eau de boisson.

L'arsenic a été à l'origine, en France, ces dernières années de deux cas documentés de contamination hydrique : le cas de contamination du canton de Ferrette (Haut-Rhin ;[1,2]) et celui de la région de Salsigne (Aude) [3]. Dans le cas du canton de Ferrette, l'étude du contexte géologique et industriel local a permis de conclure à l'origine naturelle de la contamination. Dans le cas de Salsigne, il s'agit d'une contamination de l'environnement (ressource en eau, air, sol, chaîne alimentaire) par des métaux lourds, dont l'arsenic, lié à l'exploitation d'industries minières et métallurgiques. Le caractère inhabituel des teneurs en arsenic rencontrées dans ces régions ont alerté les autorités sanitaires sur les problèmes de santé publique posés par la présence de ce contaminant dans les eaux destinées à la consommation humaine. La situation des régions de Ferrette et Salsigne n'est certainement pas unique en France : d'une part, des contextes géologiques similaires à Ferrette peuvent se retrouver ailleurs et d'autre part, d'autres cas de contamination des ressources en eau par de l'arsenic d'origine anthropique peuvent se présenter. De plus, l'arsenic est considéré, d'après R. Morris et K. Cantor [4,5], comme le principal agent cancérigène pouvant contaminer des ressources en eau devant l'amiante, le radon et les **contaminants** d'origine agricole dans l'ordre des priorités sanitaires.

Dans ce contexte, il semble légitime de vouloir dépasser le cadre des situations locales connues pour tenter d'évaluer l'ampleur du problème au niveau national. Pour ce faire, une démarche d'évaluation de risque du à l'arsenic d'origine hydrique a été engagée par le RNSP. La littérature rapporte de nombreuses données obtenues par l'expérimentation ou l'épidémiologie sur la toxicité et les relations doses réponses pour les effets notamment cancérigènes de l'arsenic. Par contre, l'estimation des expositions est le point délicat de la démarche d'évaluation de risque ; en effet, la connaissance des doses ingérées qui passe par celle des niveaux de contamination des sources, d'une part, et des habitudes de consommation des personnes exposées d'autre part, reste fragmentaire et nécessite des investigations. Enfin, cette première approche doit prendre en compte l'abaissement futur de 50 à 10  $\mu\text{g/l}$  de la concentration maximale admissible de l'arsenic dans les eaux de consommation.

## 2) OBJECTIFS DU RAPPORT

Les objectifs de ce rapport sont de :

1. faire le point sur l'identification du potentiel dangereux lié à l'arsenic d'origine hydrique, sur les relations dose-réponses publiées dans la littérature internationale, sur les modes de contamination des eaux et sur les modèles de consommation,
2. recueillir les données existantes sur la contamination des eaux et les population exposées en France,
3. déduire les études complémentaires à mettre en oeuvre pour estimer l'exposition de la population française à l'arsenic d'origine hydrique. Il s'agit notamment,
  - de définir des zones où les risques de contamination des ressources en eau par de l'arsenic sont les plus importants
  - de proposer une démarche pour parvenir à une estimation fiable de la mesure de l'exposition de la population française à l'arsenic d'origine hydrique.
  - d'identifier les informations manquantes dans la mesure de la contamination

Le premier objectif a fait l'objet d'une synthèse bibliographique. Différentes études effectuées pour recueillir et exploiter des données ont permis de répondre au deuxième objectif. En conclusion, une démarche est proposée pour la mise en œuvre d'études complémentaires.

Des recommandations sont également données pour la gestion des situations de contamination.

## 7) CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

### 7-1) CONCLUSION

L'estimation de l'exposition de la population française à l'arsenic d'origine hydrique se heurte à de nombreuses difficultés au niveau de la caractérisation des niveaux de contamination des eaux et de la taille des populations exposées. Les modèles de consommation d'eau préconisés pour réaliser des évaluations de risques sont de 2 litres par habitant et par jour pour une exposition par consommation d'eau de distribution (modèle de l'OMS) et de 1 litre par habitant et par jour pour une exposition par consommation d'eau embouteillée.

Pour les eaux de distribution, l'enquête réalisée dans ce travail a montré que dans les 44 départements qui ont répondu, plus de 200 000 personnes étaient alimentées par des eaux dépassant 10 µg/l d'arsenic et que plus de 17 000 personnes étaient alimentées par des eaux dépassant 50 µg/l. Pour ces 200 000 personnes, on peut estimer sous des hypothèses maximalistes l'excès de risque de décès par cancer interne à 30 décès par an et l'excès de risque de survenue de cancer cutané à 3 cancers par an. Le principal obstacle à une estimation de l'ensemble des populations concernées par des teneurs en arsenic dépassant les 10 µg/l est le faible taux de mesure du paramètre arsenic. En effet, ce paramètre n'est pas mesuré sur les petites installations de moins de 100 m<sup>3</sup>/j et il n'est mesuré qu'une fois tous les 5 ans pour les installations de moins de 2000 m<sup>3</sup>/j. Il en résulte que pour certaines populations desservies à partir d'une multitude de petites ressources en eau (région de montagne ou rurale) la teneur en arsenic de l'eau mise en distribution n'est pas connue. D'autres obstacles comme la complexité des réseaux de distribution, la variabilité des mesures d'arsenic et la précision du rendu des analyses d'arsenic contribuent à rendre difficile une estimation précise des teneurs en arsenic de l'eau mise en distribution et des populations concernées.

La distribution spatiale des cas de contamination permet de confirmer le lien déjà connu entre le contexte géologique des départements et les niveaux de contamination de certaines de leurs ressources en eau : les départements où de l'eau dépassant les 10µg/l d'arsenic est distribuée sont quasiment tous situés sur des zones de socle bordant le Massif Central, les Pyrénées ou les Vosges alors que de nombreux départements situés en zone sédimentaire sont aussi inclus dans cet enquête

Pour les eaux minérales naturelles, les niveaux de contamination de certaines eaux dépassent 100 µg/l exposant les consommateurs réguliers à des niveaux de risques conséquents. Selon les données de la littérature, les excès de risque de cancer cutané et de décès par cancer d'origine interne, associés à la consommation à vie d'un litre par jour de ces eaux, dépasseraient respectivement les 3 pour 1000 et les 26 pour 1000. Au vu de ces niveaux de risques et même si les groupes de personnes exposées sont difficiles à caractériser, une réflexion doit être menée sur la mise en place d'une réglementation visant à fixer une limite de qualité pour ces eaux et à autoriser les traitements nécessaires pour la respecter. En effet, serait-il par exemple cohérent de déconseiller la consommation d'eau de distribution pour dépassement de la limite de qualité en arsenic, incitant ainsi les populations à consommer des eaux embouteillées dont certaines les exposeraient à des niveaux de risques encore plus importants ?

niveau d'exposition mais la caractérisation des groupes de personnes exposées pose problème. La future norme de qualité pour l'arsenic dans les eaux de consommation sera abaissée à 10 µg/l ce qui correspond à un excès de risque de cancer cutané de 3 pour 10 000 et à un excès de risque de décès par cancer d'origine interne de 2,6 pour 1000 moyennant une consommation à vie (70 ans) d'un litre d'eau par jour.

## 7-2) RECOMMANDATIONS

Au vu de l'importance des populations recensées dans cette étude comme étant potentiellement exposées par la consommation d'eau de distribution à des teneurs conséquentes en arsenic, une enquête exhaustive sur le plan national se justifie. Un protocole d'enquête est proposé ci-après.

### *7-2-1 Protocole d'enquête pour évaluer l'exposition de la population française à l'arsenic dans les eaux de distribution .*

- **Première phase** : obtention de données sur la qualité de l'eau au regard du paramètre arsenic qui soient représentatives de la totalité des populations desservies.

Les résultats disponibles à prendre en compte concernent les analyses d'arsenic ayant un seuil de détection inférieur ou égal à 10 µg/l. Elles peuvent être :

- soit effectuées au titre du contrôle sanitaire au niveau de la production (analyses P3).
- soit effectuées dans le cadre d'analyses de première adduction

Les analyses manquantes se définissent comme les analyses qui permettraient, au niveau de chaque unité de distribution et, compte de tenu des analyses dont on dispose, de caractériser l'eau mise en distribution par sa teneur en arsenic. Chaque DDASS doit établir une liste d'installations où la connaissance de la teneur en arsenic de l'eau mise en distribution fait défaut.

Des campagnes d'analyses doivent être mises en place dans les département dans le but d'obtenir les données manquantes mises en évidence précédemment.

Les techniques actuelles de mesures de l'arsenic (absorption atomique au four directe ou avec la technique hydrure) permettent d'abaisser le seuil de détection de l'arsenic dans l'eau à 5 µg/l ou moins. Une limite de détection de 5 µg/l devrait maintenant être demandée pour l'ensemble des analyses.

Afin d'optimiser les coûts, une distinction doit être faite entre les installations selon qu'elles sont situées ou non dans des zones dites à risques ; de plus des critères d'échantillonnages sont proposés afin de réduire le nombre de sites à analyser.

**Dans les zones de socle.** D'après les observations réalisées dans le Massif Central, les Vosges et les Pyrénées, les ressources en eau situées dans ces zones sont les plus à même d'être contaminées par de l'arsenic d'origine naturelle. Elles doivent donc être investiguées en priorité. Les ressources les plus exposées sont :

- les forages profonds effectués dans des zones faillées (notamment, granitiques) ;
- celles situées à l'aval de zones d'activités minières et notamment aurifères.

Il est difficile de définir des critères d'échantillonnages pertinents dans ces zones : où le relief est parfois tourmenté et où les concepts de nappes sont mal définis le mieux est de réaliser des analyses systématiques. Il faut prévoir une **mesure** d'arsenic par installation ou distribution, réalisée si possible pendant la période d'étiage. C'est en effet durant cette période que les teneurs en arsenic hydrique ayant une origine naturelle sont susceptibles d'être les plus élevées.

**Dans les zones de milieux sédimentaires.** Les ressources en eau n'y présentent pas des risques importants d'être contaminées par de l'arsenic d'origine naturelle. Les seules zones à risques que l'on peut proposer sont celles où l'activité humaine peut être à l'origine d'une contamination des ressources en eau. Il s'agit en particulier :

- des ressources en eau situées à l'aval des industries de traitement du bois et de sylviculture où l'arsenic est utilisé comme conservateur ;
- des ressources en eau situées dans des zones où l'arsenic a été largement utilisé à des fins agricoles en tant qu'insecticide, pesticide ou désherbant. Cela concerne en particulier les vignobles, les vergers et les zones de cultures **maraîchères** (cultures intensives) ;
- des ressources en eau pouvant être contaminées par des déchets de fonderies, ainsi que par des résidus d'industries de peinture, du verre, des engrais et des pesticides.

Dans les zones sédimentaires, la mise en place d'un programme d'échantillonnage tenant compte des zones à risques précitées et basé sur la connaissance des systèmes aquifères (code marga) suffit. Une analyse systématique ne s'impose pas compte tenu du faible risque de contamination de ces ressources par de l'arsenic d'origine naturelle et de la continuité des nappes.

- **Deuxième phase** : synthèse des données pour estimer l'exposition des populations et permettre ensuite la caractérisation du risque.

Cette phase devra déboucher d'une part, sur des actions de gestion du risque visant à réduire l'exposition des populations les plus exposées et d'autre part, sur une réflexion pour engager d'éventuelles investigations épidémiologiques.

### *7-2-2 Gestion des situations de contamination des eaux*

L'annexe 6 propose un cadre pour la gestion des situations de contamination des eaux. Il peut en être dégagé les principaux points suivants :

- les cas de dépassement de norme (50  $\mu\text{g/l}$ ) doivent être considérés comme des situations d'urgence nécessitant dans un premier temps la mise en place d'un suivi et d'une information des populations visant à déconseiller la consommation d'eau de distribution. Des solutions présentant des teneurs en arsenic inférieures à 10  $\mu\text{g/l}$  doivent être recherchées et mises en oeuvre dans le but de distribuer une eau. Les solutions envisageables sont soit la substitution des ressources contaminées, soit la mise en place d'un traitement (sur les ressources importantes uniquement).
- les cas de dépassement de 10  $\mu\text{g/l}$  confirmés (la teneur restant inférieure à 50

changement prochain de la norme. Des recherches de solutions correctives doivent d'ores et déjà être envisagées pour ces installations.

Les éventuelles actions sanitaires à mettre en oeuvre auprès des populations dépendront du niveau de risque et devront être menées dans le souci d'un bénéfice attendu pour celles-ci. Il pourrait s'agir de la mise en place de dépistages d'affections ciblées pour leur excès de risque ou pour leur caractère **prédictif** d'affections plus graves comme les kératoses. La définition de ces programmes nécessite en particulier de rassembler le maximum d'informations sur la mesure individuelle de l'exposition, sur le dépistage et le traitement des principales affections attendues.

En ce qui concerne la quantification de l'impact sanitaire réel de la contamination sur les populations concernées, elle suppose pour être précise des études de suivi de la population pendant de longues périodes car des délais importants peuvent être constatés entre l'exposition et l'apparition des effets sur la santé notamment les cancers. Les données disponibles dans les registres des cancers, s'ils existent dans les zones identifiées, peuvent constituer une source d'informations pour étudier un excès de risque pour les cancers et particulièrement pour les cancers cutanés.

Par ailleurs, la mise en place d'investigations épidémiologiques permettraient lors de cas de contamination touchant de larges populations (plus de 10 000 habitants) d'améliorer le niveau de connaissances sur les effets **cancérogènes** de l'arsenic à faibles doses.