

# SOMMAIRE GENERAL

---

	<b>page</b>
<b><u>INTRODUCTION GENERALE</u></b>	1
<b><u>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</u></b>	5
<b>1- PROBLEMATIQUE DE LA QUALITE MICROBIOLOGIQUE DE L'EAU DE BOISSON</b>	7
1- 1- Quelques rappels	7
1-2- Les limites du dispositif actuel	9
<b>2- LA DEMARCHE D'EVALUATION DU RISQUE MICROBIOLOGIQUE APPLIQUEE A L'EAU POTABLE</b>	14
2- 1- Présentation générale de la démarche d'évaluation du risque	14
2-2- Méthodologie détaillée de l'évaluation du risque microbiologique lié à la consommation d'eau du robinet	17
<b>3- DOMAINES D'APPLICATION DE L'EVALUATION DU RISQUE MICROBIOLOGIQUE D'ORIGINE HYDRIQUE</b>	27
3-1- Applications présentées dans la littérature	27
3-2- Essai d'évaluation quantitative du risque infectieux en France	33
<b>4- DISCUSSION</b>	43
4-1- Essai d'application au risque infectieux hydrique en France	43
4-2- Intérêts de la démarche d'évaluation du risque microbiologique	47
4-3- Limites de la démarche et axes de recherche à développer	50
<b>5- CONCLUSION</b>	56
<b><u>PARTIE EXPERIMENTALE</u></b>	57
<b>1- INTRODUCTION</b>	59
<b>2- MATERIEL ET METHODE</b>	61
2-1- Protocole de l'étude pilote	61
2-2- Le matériel	63
2-3- L'enquêteur-technicien	65
2-4- La population d'étude	66
2-5- Tâches à accomplir par les volontaires	68

<b>3- RESULTATS DE L'ETUDE PILOTE</b>	69
3- 1- Evaluation de la faisabilité du protocole	69
3-2- Incidence et densité d'incidence des troubles digestifs observés au cours de l'étude pilote	72
3-3- Définition et <b>détermination</b> du seuil d'alerte	74
3-4- Résultats des analyses microbiologiques	76
3-5- Résultats de l'enquête de consommation d'eau de boisson	80
<b>4- PRINCIPALES MODIFICATIONS APPORTEES AU PROTOCOLE DE L'ETUDE PILOTE</b>	81
<b>5- EVALUATION DU RISQUE INFECTIEUX LIE A <i>CRYPTOSPORIDIUM</i> DANS L'EAU POTABLE</b>	82
<b><u>CONCLUSION GENERALE</u></b>	88
<b><u>BIBLIOGRAPHIE</u></b>	90
<b><u>ANNEXES</u></b>	97

En France, comme dans la plupart des pays industrialisés, le dispositif sanitaire en vigueur pour garantir la qualité microbiologique de l'eau distribuée contribue à préserver un bon niveau de santé de la population. **Malgré cet acquis majeur, les limites de ce dispositif conduisent à rechercher des outils complémentaires pour une évaluation plus structurée et une meilleure maîtrise du risque infectieux lié à la consommation d'eau du robinet.** En effet, plusieurs épidémies d'origine hydrique ont été décrites aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne, en l'absence des classiques « germes indicateurs de contamination fécale ». Certaines ont affecté une part importante de la population desservie (épidémie de Milwaukee en 1993), entraînant parfois la mort de sujets sensibles, notamment de personnes immunodéprimées (épidémie de Las Vegas en 1994). Le recours à des méthodes de détection sensibles (PCR, immunofluorescence) a souvent permis de retrouver, dans ces circonstances, des agents pathogènes ayant survécu à la chaîne de traitement pourtant bien appliquée au vu des « normes de qualité microbiologique ».

Aujourd'hui, les limites des indicateurs bactériens du risque fécal, outils majeurs de gestion du péril infectieux depuis des décennies, sont mieux reconnues. Bien que les données françaises sur la qualité microbiologique des eaux de boisson soient très parcellaires, en se basant sur les statistiques publiées aux Etats-Unis, il y a lieu de penser qu'une majorité des manifestations digestives endémo-épidémiques attribuables à l'eau de boisson sont liées à des contaminations virales ou parasitaires. Or, ces micro-organismes persistent malgré un traitement des eaux répondant aux critères bactériens classiques. Cela conduit donc à rechercher de nouveaux indicateurs de contaminations microbiologiques, mais aussi à définir des objectifs de qualité des ressources ou d'efficacité des traitements à partir de niveaux de risques sanitaires jugés "acceptables".

**La démarche d'évaluation du risque** appliquée au risque microbiologique d'origine hydrique a connu sur le continent Nord-américain des applications majeures pour la gestion des ressources en eau potable. Ainsi, les normes relatives au traitement des eaux de surface (Surface Water Treatment Rules) destinées à l'alimentation en eau potable ont emprunté cette démarche pour définir des objectifs d'efficacité de traitement selon la qualité de la ressource, en prenant comme référence le risque associé à la présence du protozoaire *Giardia lamblia*, avec un niveau maximum "acceptable" de risque infectieux fixé à  $10^{-4}$  par personne-an.

La France, contrairement aux Etats-Unis, n'a pas encore connu de grandes épidémies liées à l'eau du robinet, mais elle n'est sans doute pas à l'abri. Preuve en sont les épisodes épidémiques documentés liés à un virus du genre rotavirus dans la vallée de la Mauldre en 1981, à une Salmonelle dans l'Isère en 1988 [POTELON, 1989], à une Shigelle dans la banlieue du Havre en 1990, et à une Klebsielle à Rambouillet en 1994 [SCHUTZENBERGER, 1997]. Les responsables français ne peuvent être qu'alertés par la situation américaine et décidés à engager une réflexion, avec tous les acteurs de l'eau, pour actualiser les principes et compléter les outils visant une meilleure maîtrise des risques infectieux liés à l'eau de boisson.

Sans s'opposer aux critères habituels, **la démarche d'évaluation du risque**, conceptualisée et mise en oeuvre sur le continent nord américain, peut donc contribuer utilement à traiter certaines questions majeures concernant la gestion du risque lié à la contamination microbiologique des ressources d'eau potable. En France, l'évaluation du risque chimique commence à faire école, mais l'approche demeure inappliquée, voire méconnue pour ce qui est du risque microbiologique, excepté récemment pour la contamination des eaux de baignade par *Naegleria fowleri* [BARD, 1995]. Des travaux sur l'évaluation du risque microbiologique (ERM) étant engagés par certains pays européens comme la Grande-Bretagne et la Hollande, la France, qui a pris du retard en la matière, doit également veiller à ne pas laisser se creuser un fossé avec ses voisins lors des discussions communautaires.

Un programme de recherche a été mis en place afin de promouvoir la démarche d'ERM en l'appuyant sur des fonctions dose-réponse validées et sur une meilleure estimation de l'exposition des consommateurs. Il entend tester la validité de ces fonctions dans les conditions naturelles d'exposition des individus et de survie des pathogènes dans l'environnement. L'objectif du programme de recherche est donc de valider les équations et les paramètres des fonctions dose-réponse pour certains virus et protozoaires d'intérêt sanitaire, transmis par voie hydrique, en combinant un suivi épidémiologique intensif et des analyses virologiques et parasitologiques de l'eau au moyen de techniques sensibles d'identification (respectivement PCR et immunofluorescence). L'incidence des troubles digestifs aigus (TDA) observés sera corrélée aux concentrations de pathogènes mesurées dans l'eau distribuée. Compte tenu de la complexité du

protocole, une étude pilote a d'abord été mise en place entre le mois de septembre 1997 et le mois d'avril 1998.

**Ce travail présente, dans un premier temps, la démarche d'ERM d'origine hydrique, en illustrant ses applications, ses intérêts et ses limites. Il présente, dans un second temps, l'étude épidémiologique qui a été mise en place pour tenter de valider les fonctions dose-réponse utilisées dans l'ERM.**

Ce travail a essayé dans un premier temps de tracer les principes, les outils et les perspectives de la démarche d'évaluation du risque microbiologique d'origine hydrique; de montrer en quoi la démarche structure et synthétise les connaissances disponibles sur la qualité microbiologique de l'eau; et fournit - malgré la persistance de nombreuses incertitudes - un outil de décision pour les responsables de l'alimentation en eau potable. Ce travail a présenté dans un second temps l'étude mise en place pour tenter de valider les modèles utilisés actuellement pour estimer le risque viral et parasitaire. L'approche qui est appliquée aujourd'hui pour garantir la qualité de l'eau potable contribue en effet à préserver un bon état de santé des populations, mais ses principes ne permettent pas d'assurer en pratique une protection absolue. Il apparaît donc nécessaire de se préoccuper des impacts sanitaires liés aux teneurs - souvent faibles - des micro-organismes pathogènes véhiculés dans l'eau de boisson et qui ne sont pas pris en compte dans la réglementation actuelle.

La démarche d'évaluation du risque, qui a fait ses preuves dans le domaine du risque chimique, et qui a connu aux Etats-Unis des développements méthodologiques importants dans le domaine du risque microbiologique, pourrait prendre en France, toute sa place comme élément dans l'ensemble des outils de gestion du risque infectieux d'origine hydrique. Cette méthode d'évaluation de l'impact sanitaire mérite donc que des efforts soient entrepris en France pour la diffusion de son application et la consolidation de ses fondements scientifiques.