



Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion : **2010-2011**

Date du Jury : **Octobre 2011**

**LES ENJEUX DE L'ÉVOLUTION DU CONTRÔLE DE LA
QUALITÉ DES EAUX DES PETITES ET MOYENNES UNITÉS
DE DISTRIBUTION**

Présenté par : Hardiesse NDEDY DICKA

Lieu de stage : Laboratoire d'Étude et de
Recherche en Environnement et Santé
(LERES) – EHESP Rennes

Référent Professionnel :
Olivier THOMAS – Directeur du LERES

Référent Pédagogique : Jean CARRE

Remerciements

Mes remerciements les plus profonds vont tout d'abord à **mes proches** pour le soutien permanent et indéfectible dans chacune de mes décisions.

Je souhaite ensuite exprimer ma reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce travail.

A M. Thomas

Je tiens à lui exprimer ma profonde reconnaissance pour m'avoir accueillie au sein de son laboratoire et pour avoir encadré ce travail. Je le remercie pour sa disponibilité, pour la confiance qu'il m'a témoignée et pour les conseils avisés qu'il m'a prodigués tout au long de ce stage.

A M. Carre, pour son suivi et ses conseils durant ce stage.

Au laboratoire

Je tiens à remercier vivement :

Estelle Baurès, Ingénieure de recherche au Leres pour les suggestions et les remarques qu'elle a pu apporter à ce mémoire. Les nombreuses choses que j'ai apprises à ses côtés ont facilité le déroulement de ce travail tant au point de vue pratique qu'au moment de la rédaction.

Ianis Delpla, Doctorant au Leres pour ses suggestions et sa collaboration notamment dans le cadre du projet ERA.

Fleur Chaumet, Directrice adjointe du Leres pour sa participation aux premières orientations données à ce mémoire et, pour sa disponibilité lors du colloque à Bruxelles.

Je remercie également **M. Clément** pour les observations pertinentes apportées au cadrage du mémoire.

Et aussi à tous les doctorants pour leurs conseils et la bonne humeur qui a rendu cette période de stage agréable.

À mes interlocuteurs extérieurs :

Je tiens à remercier l'ensemble des personnes extérieures au laboratoire qui ont contribué à améliorer ce mémoire en prenant le temps de répondre à mes questions et en me fournissant les informations nécessaires à son aboutissement, particulièrement: M. Quevauviller Philippe (DG Recherche commission européenne); M. Pouessel Michel, Mme Pilard Marie-Agnès (ARS DT35); M. Gatel Dominique, M. Crocq André (Veolia Environnement); M. Maetz Gaetan, M. Lebreton Jean-michel, Mme Ryo Sophie (SAUR); M. Profumo Eric (Endress and Hauser) et à tous les techniciens, les exploitants qui m'ont accueilli sur les sites que j'ai visités.

Sommaire

Introduction	1
1 Les enjeux de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine liés à la gestion des petites et moyennes unités de distribution	3
1.1 Contexte réglementaire de la distribution et de la gestion de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine : focus sur la Directive Eau Potable	3
1.2 Contexte réglementaire des eaux utilisées pour la production des eaux destinées à la consommation humaine	5
1.2.1 Cadre sanitaire	5
1.2.2 Cadre environnemental.....	6
1.3 Caractérisation des petites et moyennes unités de distribution	7
1.4 Problématique et enjeux identifiés liés à la qualité de l'eau de ces unités de distribution	8
2 Gestion de l'eau dans le département d'Ille-et-Vilaine	9
2.1 Contexte géographique et géologique	9
2.2 Hydrologie et ressources en eau	10
2.3 Contexte climatique	12
2.4 Organisation administrative des services d'eau dans le département	13
2.5 Méthodologie de l'étude.....	14
2.5.1 Recueil des données	14
2.5.2 Choix des unités de distribution	15
2.5.3 Analyse statistique des données.....	16
2.6 Qualité de l'eau en Ille-et-Vilaine	16
2.6.1 Qualité des eaux distribuées.....	17
3 Enjeux liés aux événements climatiques	23
3.1 Caractérisation des événements climatiques	23
3.1.1 Tendances générales et réalités	23
3.1.2 Quelle évolution pour l'Ille-et-Vilaine?	24
3.2 Impact des événements climatiques sur la qualité de l'eau des petites et moyennes unités de distribution : le contexte de l'Ille-et-Vilaine	26
3.2.1 Incidence des débits sur la qualité des ressources en eau.....	26
3.2.2 Impact sur les eaux distribuées.....	32
3.2.3 Typologie des risques sanitaires associés aux événements climatiques et proposition d'une gradation relative du risque sanitaire.....	34

4	Vers une évolution de l'amélioration du contrôle de la qualité de l'eau des petites et moyennes unités de distribution	35
4.1	Vulnérabilité des petites et moyennes unités de distribution face aux événements climatiques	36
4.1.1	A l'égard du contrôle sanitaire.....	36
4.1.2	A l'égard de l'autocontrôle.....	40
4.2	Pertinence et faisabilité d'un autocontrôle amélioré de la qualité de l'eau.....	41
4.2.1	Une difficulté de représentativité	41
4.2.2	Une nouvelle perspective pour l'autocontrôle de la qualité de l'eau : la mesure en continu	43
4.3	Autres voies d'amélioration.....	49
4.3.1	Retour et transposition d'expériences	49
4.3.2	Système d'aide à la décision : une solution ?.....	50
	Conclusion	53
	Bibliographie	55
	Liste des tableaux	63
	Liste des figures	65
	Liste des annexes	67

Liste des sigles utilisés

ARS : Agence Régionale de Santé
ASTEE : Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement
COT : Carbone Organique Total
CS : Contrôle Sanitaire
CSP Code de Santé publique
DEP : Directive Eau Potable
DCE : Directive Cadre européenne sur l'Eau
DG ENV : Direction Générale de l'Environnement – commission européenne
DGS : Direction Générale de la Santé
DRAAF : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
DUP : Déclarations d'Utilité Publique
EMI : Eau Mixte
ERA : European Research Area
ESO : Eau SOuterraine
ESU : Eau SUpérieure
GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point
InVS : Institut de Veille Sanitaire
NC : Non-Conformités
OGERIS : Outil de GEstion des Risques Sanitaires
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
PRPDE : Personne Responsable de la Production ou de la Distribution d'Eau
SAD : Systèmes d'Aide à la Décision
SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SAU : Surface Agricole Utilisée
SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SISE-EAUX : Système d'Information en Santé-Environnement sur les Eaux
UDI : Unités de DIstribution
US-EPA : Agence américaine pour la Protection de l'Environnement
WSP : Water Safety Plans

Introduction

« Il n'y a plus d'eau potable à Royan - L'eau du robinet interdite à la consommation dans la région de Royan ainsi qu'à Saint-Georges-de-Didonne, Médis, Saujon et Semussac, en Charente-Maritime... En cause, les fortes pluies de ces derniers jours qui ont altéré la qualité de l'eau de l'usine de traitement de Chauvignac... ». Telle a été la une de France-Info le 14 août dernier. Les fortes pluies consécutives à une période de sécheresse ont provoqué des crues turbides auxquelles la station de traitement n'a pas pu faire face. Il s'en est suivi quatre jours de crise durant lesquels plusieurs milliers d'habitants ont été privés d'eau. Un événement parmi d'autres qui vient nous rappeler que la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine reste un enjeu majeur de santé publique, et que les installations de traitement peuvent être vulnérables aux aléas climatiques.

Les fortes pluies constituent des aléas dont l'occurrence, pour nombre de scientifiques, serait due au réchauffement de la planète par le fait de pressions anthropiques et en particulier l'émission des gaz à effet de serre, avec des perturbations sur le cycle de l'eau. Il s'en suit des conséquences sur les régimes hydrologiques et de ce fait, un impact majeur sur la qualité et la disponibilité des ressources en eau et notamment l'alimentation en eau destinée à la consommation humaine.

Ces dernières années pourtant, des épisodes comme celui de Royan ont participé à la mise en œuvre de nombreuses actions en matière de gestion des ressources en eau, de production et de distribution d'eau, qui ont permis de diminuer les risques sanitaires liés à la consommation d'eau. En particulier, la réglementation sur l'eau a été renforcée depuis plus de dix ans déjà par les autorités sanitaires européennes et nationales. La directive « Eau Potable » et la « Directive Cadre sur l'Eau » ou DCE, en sont les principales. La première, basée sur les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), fixe des règles pour la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation. L'objectif de la seconde, est d'impulser une réelle politique européenne de gestion globale et de protection des eaux. Des contrôles (officiels et professionnels) ont été mis en place dans ce cadre par les différents acteurs afin de s'assurer de la conformité de l'eau aux exigences fixées par les textes réglementaires.

En dépit des efforts consentis, l'OMS et la commission européenne ont récemment fait un constat pour les petites et moyennes unités de production et de distribution, pourtant majoritaires dans plusieurs pays dont la France, d'incapacité à satisfaire les exigences réglementaires de sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation (OMS, 2010; OMS, 2011; DG Env, 2011). Les principales raisons évoquées sont le manque de moyens

financiers, et les contraintes techniques et opérationnelles (OMS, 2011). Cette vulnérabilité des petites et moyennes unités ne peut que s'accroître face aux événements climatiques, qui sont par ailleurs cause d'impacts quantitatifs et qualitatifs importants sur la ressource en eau. La commission européenne recommande ainsi une approche de gestion de ces unités basée sur un contrôle efficace de la qualité de l'eau.

Ce stage réalisé au sein du Laboratoire d'Etude et de Recherche en Environnement et Santé (LERES), s'inscrit dans le cadre du projet européen European Research Area (ERA) sur « les Changements environnementaux et l'augmentation du carbone organique dissous (COD) : Implications en santé publique » coordonné par le Laboratoire. Il vise à proposer une « boîte à outils » d'éléments qui permettent une meilleure stratégie de contrôle de la qualité des eaux adaptées aux enjeux des petites et moyennes unités de production et de distribution surtout lors d'événements climatiques (fortes pluies et sécheresse).

Après avoir rappelé brièvement le contexte réglementaire dans lequel s'inscrit la gestion des unités de production – distribution, les avoir caractérisées et décrit les enjeux auxquels doit répondre leur gestion, ce rapport s'appliquera à présenter la méthodologie mise en place pour répondre aux objectifs formulés ci-dessus. Celle-ci sera basée sur l'analyse des pratiques réglementaires de contrôle de la qualité des eaux des petites et moyennes unités de distribution, ainsi que sur l'exploitation de données de qualité des eaux de surface obtenues quant à l'impact des événements climatiques sur la qualité des eaux de ces unités, dans le contexte du département d'Ille-et-Vilaine. Enfin, des propositions seront faites sur la base des résultats obtenus.

1 Les enjeux de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine liés à la gestion des petites et moyennes unités de distribution

L'eau est un élément fondamental dans tous les aspects de la vie quotidienne, en particulier pour l'alimentation. Les divers usages qui en sont faits ont un impact plus ou moins fort sur la qualité des ressources et par conséquent sur celle des eaux consommées. Elle est donc à ce titre étroitement surveillée et sa qualité règlementée par différents textes.

1.1 Contexte réglementaire de la distribution et de la gestion de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine : focus sur la Directive Eau Potable

Le code de santé publique (CSP) constitue en France le socle de la réglementation en matière de qualité, de production et de distribution d'eau. Ses articles L. 1321-1 à L. 1321-10 et R. 1321-1 à R.1321-66 transposent la directive 98/83/CE dite Directive Eau Potable (DEP), adoptée par la communauté européenne le 3 novembre 1998. Cette directive fixe une législation européenne pour la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine.

Le décret n° 2007-49 du 11 Janvier 2007 et ses arrêtés d'application (Arrêtés du 11 janvier 2007) sont les textes de référence de la qualité de l'eau. Dans ceux-ci figurent les modalités relatives au suivi sanitaire des eaux. Deux types de contrôle sont réalisés : le contrôle réglementaire (le contrôle sanitaire) organisé par les Agences Régionales de Santé (ARS) et l'autocontrôle effectué par la personne responsable de la production ou de la distribution d'eau (PRPDE). Ce dernier contrôle doit être établi en fonction des dangers identifiés (Article L1321-4 du code de la santé publique). Les arrêtés établissent également le programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux distribuées. Ils déterminent les conditions de conformité d'une eau destinée à la consommation humaine par des limites et des références de qualité. La principale différence entre ces notions se traduit dans les modalités de gestion des situations de non-conformité prévues par le CSP (Articles R. 1321-26 à R. 1321-36) (Annexe I) :

*« **Les limites de qualité** portent sur des paramètres qui, lorsqu'ils sont présents dans l'eau, sont susceptibles de générer des effets immédiats ou à plus long terme sur la santé. Les **références de qualité** concernent des substances sans incidence directe sur la santé aux teneurs habituellement observées dans l'eau, mais qui peuvent mettre en évidence une présence importante d'un paramètre au niveau de la ressource et/ou un dysfonctionnement*

des stations de traitement ; elles peuvent aussi être à l'origine d'inconfort ou de désagrément pour le consommateur.» (Direction Générale de la Santé DGS, 2008).

Dans le domaine environnemental, comme dans d'autres domaines, la question de la révision de directives existantes est souvent un élément constitutif des textes. L'essentiel du processus de révision est la définition d'une nouvelle réglementation à partir du texte précédent. Certaines directives sont ainsi élaborées ou révisées à l'initiative de l'administration européenne en raison d'avancées techniques et scientifiques. Pour d'autres directives, l'influence de groupes d'intérêt ou encore des circonstances de crises ou d'actualités peuvent servir d'amorce à un tel processus.

Plusieurs acteurs interviennent ainsi dans le processus de décision. Au niveau européen, il a été établi un processus de codécision entre la commission européenne, qui initie les propositions, le conseil de l'Union Européenne et le parlement européen. Chaque Etat membre fait valoir ses intérêts par le biais de représentants permanents ou non et de mécanismes d'action de « lobbying ».

A l'issue de ce processus, des « normes » sont définies. Celles-ci s'appuient, pour la qualité de l'eau, sur les valeurs guides de chaque substance, établies par l'OMS sur la base de résultats de recherches et notamment sur les études de toxicité.

La directive 98/83/CE a succédé ainsi à la directive 80/778/CEE et prévoit un examen régulier des paramètres de qualité de l'eau. C'est à ce titre (article 11 de la DEP), que la commission européenne a ouvert en 2003 l'examen de la DEP. Cette révision avait pour objectif de revoir les normes de qualité d'eau potable à la lumière des connaissances scientifiques et techniques, et d'y intégrer l'approche préventive de gestion des risques initiée par l'OMS sous la terminologie de « Water Safety Plans » (WSP) ou « plan de gestion de la sécurité sanitaire des eaux ». Ces stratégies introduisent le concept d'évaluation et de gestion des risques tout au long du cycle de production d'eau jusqu'au robinet du consommateur (Bartram *et al.*, 2010). Dans cette initiation de révision de la directive DEP, quatre aspects ont fait l'objet d'une évaluation (Décision comité de révision-DG ENV., 2011-Annexe II) :

- La validité des paramètres et des valeurs de qualité de l'eau potable ;
- la cohérence avec d'autres dispositions législatives adoptées depuis 1998, en particulier la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) ;
- l'échange de données et de rapports entre les Etats membres, en vue de réduire les coûts administratifs ;

- et l'amélioration de la conformité de la qualité de l'eau potable distribuée par les petites et moyennes unités de distribution.

A la lumière des résultats de l'évaluation, le comité de révision a décidé d'une approche non législative, considérant que les limites de qualité de l'eau actuelles reflètent les meilleures connaissances scientifiques. Cependant, en ce qui concerne les petites et moyennes unités de production et de distribution, le constat étant fait que 33% de ces dernières sont en situation de non-conformité par rapport aux limites fixées par la réglementation (DG ENV., 2011), des recommandations importantes ont été faites pour l'amélioration de la gestion de ces unités. La Commission préconise ainsi une approche de gestion des risques basée sur un contrôle efficace de la qualité des eaux de ces unités (Annexe II).

1.2 Contexte réglementaire des eaux utilisées pour la production des eaux destinées à la consommation humaine

1.2.1 Cadre sanitaire

La qualité requise des eaux brutes destinées à la production d'eau alimentaire est réglementée en France par les mêmes textes que l'eau destinée à la consommation humaine, à savoir le décret n° 2007-49 du 11 Janvier 2007 et ses arrêtés d'application notamment l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine. Le même arrêté présente des valeurs guides et impératives qui permettent de classer les eaux selon leur qualité et les traitements à mettre en place pour les rendre conformes aux exigences (Ministre de la santé et des solidarités. Arrêté du 11 janvier 2007).

Ces eaux sont considérées comme conformes aux limites de qualité fixées par l'arrêté lorsque les règles suivantes sont respectées :

- Les échantillons d'eau sont prélevés, avant traitement, à intervalles réguliers en un même lieu ;
- Les valeurs des paramètres sont inférieures aux valeurs limites impératives pour 95% des échantillons et conformes aux valeurs guides pour 90 % des échantillons ;
- Pour les autres 5 % ou 10 % des échantillons, les eaux sont considérées comme conformes aux limites de qualité si :
 - Les valeurs des paramètres ne s'écartent pas de plus de 50 % de celles fixées, exception faite pour la température, le pH, l'oxygène dissous et les paramètres microbiologiques ;

- Il ne peut en découler aucun danger pour la santé publique ;
- Des échantillons consécutifs d'eau prélevés à une fréquence statistiquement appropriée ne s'écartent pas des valeurs qui s'y rapportent (Article R. 1321-39 du CSP).

Selon le même article (R. 1321-39), les dépassements de ces valeurs limites et guides ne sont pas pris en compte lorsqu'ils résultent d'inondations, de catastrophes naturelles ou de circonstances exceptionnelles.

1.2.2 Cadre environnemental

La politique environnementale de l'eau repose sur trois lois et une directive cadre :

- La loi sur l'eau n°62-1245 du 16 décembre 1964 constitue une réglementation de la pollution des eaux et introduit un cadre géographique à la gestion de l'eau par des délimitations du bassin versant. Elle est à l'origine des agences de l'eau qui sont aujourd'hui des établissements publics autonomes chargés d'exécuter la politique définie par les comités de bassin. Ces agences perçoivent des redevances auprès des utilisateurs de l'eau, calculées selon le principe du « pollueur-payeur ». Elles servent ainsi à subventionner des opérations d'intérêt collectif ayant pour but l'aménagement des ressources en eau, la lutte contre la pollution et la réhabilitation des milieux aquatiques.

- La loi sur l'eau n°92-3 du 3 janvier 1992 établit les bases d'un pouvoir réglementaire de police des eaux et introduit le principe de « l'eau, patrimoine commun ». Elle est à l'origine des SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) et des SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) qui sont deux outils majeurs de planification. Les SDAGE sont élaborés par les comités de bassin représentant les 6 grands bassins fluviaux français et fixent les orientations fondamentales de la politique de l'eau pour 15 ans en conciliant les besoins du bassin avec les politiques nationales. Ces orientations sont ensuite déclinées à l'échelle locale d'une unité hydrographique par les SAGE qui priorisent les actions à mener pour la gestion et la protection des ressources en fonction des objectifs définis.

- La Directive Cadre Européenne (DCE n°2000/60/CE) vise à donner un cadre pour la gestion et la protection des eaux au plan européen. Cette directive se définit en deux points clés qui sont une gestion des eaux superficielles et souterraines par grands bassins hydrographiques, et une logique de résultats avec un objectif d'atteinte du « bon état » écologique des eaux et des milieux aquatiques d'ici 2015.

- La loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) n°2006-177 du 30 décembre 2006 apporte à la DCE des éléments de simplification et de nouveaux outils pour atteindre

l'objectif du « bon état » des masses d'eau. Elle confirme explicitement la compétence communale du service de distribution d'eau potable et crée l'ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques) qui a pour mission de mener des programmes de recherches et d'études sur l'impact des activités humaines sur les écosystèmes aquatiques et assiste ainsi l'Etat dans l'élaboration de la réglementation.

1.3 Caractérisation des petites et moyennes unités de distribution

La distribution de l'eau s'organise généralement en unités de distribution (UDI). Une UDI correspond à une zone géographique déterminée, exploitée par la même personne morale, où les eaux proviennent d'une ou plusieurs sources et à l'intérieur de laquelle la qualité de l'eau est réputée homogène (DGS, 2008). Elle comprend la ressource, la station de traitement et le réseau de distribution (public et/ou privé).

Cette notion d'unité de distribution, à priori simple, peut se révéler complexe selon les critères de définition choisis. La caractérisation d'une unité de distribution peut ainsi varier considérablement selon les pays et le contexte réglementaire. De façon générale, les UDI sont classées selon la taille de la population desservie. Mais dans certains cas, d'autres critères peuvent être pris en compte tels que le débit de production de l'usine de traitement, la filière de traitement mis en œuvre, le type d'exploitation (privé, public, communautaire...). L'agence américaine pour la protection de l'environnement (US-EPA), dans son rapport sur la distribution et la gestion des petites unités sur le territoire américain, définit les petites UDI comme celles desservant entre 501 et 3300 habitants et parle de moyennes UDI jusqu'à 10000 habitants desservis (EPA, 1999). Le service américain des enquêtes géologiques (USGS) utilise le seuil de 10000 habitants pour les petites UDI. La commission européenne, dans sa lettre décision pour la révision de la directive 98/83/CE utilise la dénomination « smaller supplies » pour indiquer les unités de distribution desservant entre 50 et 10000 habitants (DG ENV., 2011).

En France, le texte officiel qui fait référence aux petites UDI et les définit comme étant les unités de distribution alimentant moins de 5000 habitants, est la directive 90/313/CEE abrogée en 2003 par la directive 2003/4/CE. Ce seuil est d'ailleurs souvent retenu dans les rapports pour désigner les petites UDI (Jacob *et al.*, 2010). Dans ce mémoire, une autre classe d'UDI dénommée « moyennes UDI » desservant 5000 à 10000 habitants sera considérée en plus des petites UDI, afin de prendre en compte les conclusions sur la révision de la DEP. Au delà de 10000 habitants desservis, l'appellation retenue est évidemment celle de « grande UDI ».

1.4 Problématique et enjeux identifiés liés à la qualité de l'eau de ces unités de distribution

Selon l'OMS, 884 millions de personnes à l'échelle mondiale, soit 13% de la population mondiale n'avait pas accès à l'eau « potable » en 2008. Les disparités entre zones urbaines et rurales sont significatives, et 84% de la population vivant en milieu rural reste sans accès à des sources d'eau dites « améliorées » (OMS 2010).

Dans la troisième édition du guide de la qualité de l'eau, l'OMS a évoqué les difficultés techniques et managériales ainsi que le manque de ressources financières comme étant les freins à la distribution d'une eau de qualité par les petits systèmes de distribution (OMS, 2008). Elle a ainsi proposé une approche préventive de gestion des risques pour assurer la sécurité sanitaire de l'eau tout au long de son cycle de production définie par les WSP. Cette démarche WSP est applicable pour les petites et moyennes UDI, contrairement à d'autres comme la méthode HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) qui est la méthodologie standardisée par le Codex Alimentarius.

Les WSP préconisent une identification préalable de l'ensemble des dangers et événements susceptibles d'altérer la qualité de l'eau et donc de nuire à la santé du consommateur. A ce titre, une liste non exhaustive de ces dangers a été proposée par Bartram *et al.* (2010), en identifiant à titre d'exemple les événements météorologiques, les régimes climatiques et les variations saisonnières comme étant la première cause de danger sur la ressource.

Le rapport de l'OMS publié en 2009 sur la sécurité sanitaire des eaux distribuées par les petites et moyennes UDI en Europe montre aussi l'intérêt de la mise en place des WSP et souligne la vulnérabilité particulière de ces UDI aux événements climatiques (OMS-UN, 2009).

Alors qu'en France, 60 % de l'eau destinée à la consommation humaine est d'origine souterraine, la Bretagne est l'une des régions où la ressource en eau est essentiellement superficielle. La nature du sous-sol, peu propice à l'existence de nappes productives, contribue à une forte artificialisation du réseau hydrographique. Il en résulte que 80 % des eaux brutes destinées à la production en eau destinée à la consommation sont prélevées dans les eaux superficielles (retenues, barrages, canaux...). La vulnérabilité de ces ressources aux événements météorologiques est particulièrement importante (Pascal, 2010). Ceux-ci engendrent des problèmes de qualité d'eau qui nécessitent des étapes de traitement adaptées dont sont parfois dépourvues les stations alimentant les unités de distribution de petite taille. Ces unités de distribution représentent en France plus de 90% des 27000 UDI soit plus de 10 % de la population et sont souvent concernées par des non-conformités

(DGS, 2008) au même titre que de nombreuses autres en Europe (DG Env, 2011). Celles-ci font l'objet de contrôles ponctuels et limités qui ne permettent pas de caractériser les situations à risque susceptibles de faire varier la qualité de la ressource.

Dans ce mémoire, il est ainsi évalué l'enjeu que représentent ces événements dans la gestion des petites et moyennes UDI et la nécessité de les prendre en compte dans le contrôle de la qualité de l'eau de ces UDI.

2 Gestion de l'eau dans le département d'Ille-et-Vilaine

La gestion de l'eau en Ille-et-Vilaine comme au niveau national, implique un certain nombre d'acteurs institutionnels et administratifs mais aussi la connaissance des contextes géographiques, géologiques, hydrologiques, climatiques, ... qui déterminent la qualité de l'eau.

2.1 Contexte géographique et géologique

Le département d'Ille-et-Vilaine est le plus peuplé des 4 départements bretons avec près d'un million d'habitants (967588, Insee 2011) pour une superficie de 6775 km² soit environ 143 hab/km². Situé au nord-est de la région Bretagne, il est composé de 353 communes regroupées en 4 arrondissements avec Rennes comme préfecture, Redon, Saint-Malo et Fougères, comme sous-préfectures. Le département d'Ille-et-Vilaine est entouré de 6 départements (les Côtes-d'Armor, la Loire-Atlantique, le Maine-et-Loire, la Manche et la Mayenne). Il est délimité à l'ouest par les collines de Bécherel et la forêt de Paimpont, et à l'est par le Coglais et le pays de Fougères (Annexe III).

La géologie du département est le résultat de deux grands cycles orogéniques qui se sont déroulés entre 620 et 430 millions d'années entraînant la formation des chaînes cadomienne et hercynienne. Le premier cycle orogénique a été à l'origine des formations granitiques et les schistes du briovérien (Bretagne environnement, 2011 ; Roux, 2006 ; Thomas, 2005). La deuxième orogénèse a davantage affecté le sud de la région. Ces deux périodes furent ensuite ponctuées par une période d'accalmie au cours de laquelle la partie centrale du département reste émergée lors d'avancées marines. Au Cénozoïque, le climat en général et l'érosion éolienne favoriseront ensuite la formation de roches d'altérations, de dépôts calcaires, à l'origine du bassin tertiaire du sud de Rennes par exemple (Annexe IV). Ces différentes formations constituent 4 types d'aquifères :

- L'aquifère du socle, majoritaire dans le département, est constitué par les roches dont les fissures permettent le stockage d'eaux météoriques qui soutiennent le débit des cours d'eau. Ces terrains peu productifs ont conduit à favoriser une forte artificialisation du réseau hydrographique (retenues, barrages, canaux...) qui permet de limiter les étiages prononcés ou les crues excessives.
- Les aquifères poreux situés dans les formations sédimentaires tertiaires dans lesquels la ressource en eau est plus importante mais d'aquifères d'extension limitée.
- L'aquifère côtier est limité d'une part par la mer et d'autre part par les terres, est quasi inexistant dans le département.

Les alluvions des cours d'eau et les fleuves sont à l'origine des nappes alluviales dont la capacité de production en eau est importante, mais particulièrement vulnérables aux pollutions et aux événements climatiques. Ces formations sont par ailleurs peu développées en Ille-et-Vilaine.

2.2 Hydrologie et ressources en eau

Le réseau hydrographique est relativement dense et une ligne de partage des eaux divise le département avec au nord une partie des bassins versants de la Rance et du Couesnon qui s'écoulent vers la Manche et au sud, le bassin versant de la Vilaine, qui prend sa source dans le département de la Mayenne et se jette dans l'océan Atlantique. Long de 230 km, la Vilaine est le principal fleuve de Bretagne. Le bassin de la Vilaine couvre les deux tiers du département et comprend de nombreux affluents tels que l'Oust, l'Ille, le Meu, l'Aff ou la Seiche qui représentent des ressources importantes pour l'alimentation en eau du département (figure 1).

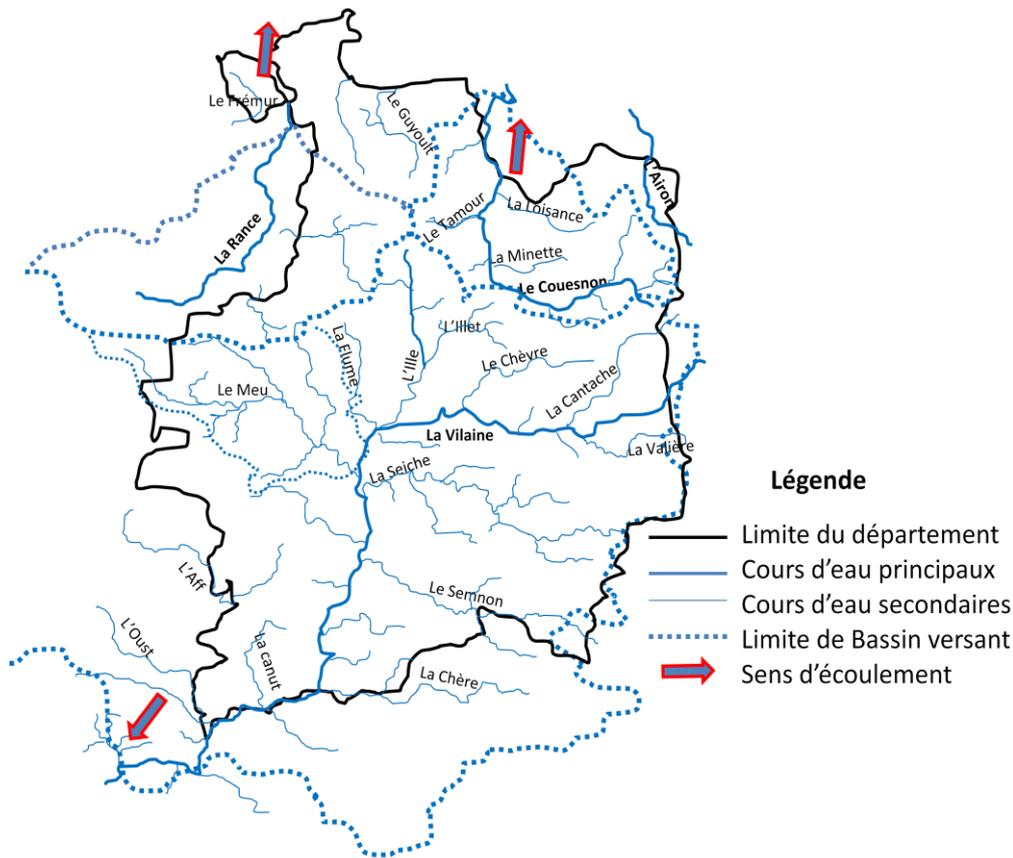


Figure 1 : Réseau hydrographique simplifié de l'Ille-et-Vilaine

L'Oust est le principal affluent de la Vilaine qui soutient son régime d'écoulement surtout en période de crue. La nature du sol peu perméable et la faible vitesse de courant liée aux faibles pentes sur le bassin accentuent les étiages en été. Ces phénomènes sont davantage marqués pour les affluents de la rive gauche de la Vilaine, favorisant les problèmes qualitatifs et quantitatifs pour l'alimentation en eau. Trois barrages sur la Vilaine-amont soutiennent les débits d'étiage (Haute-Vilaine, Cantache et Valière). Le barrage d'Arzal à l'amont de l'estuaire de la Vilaine-aval sert de « régulateur » lors de crues de l'Oust et de la Vilaine causées par les fortes pluies hivernales, diminuant ainsi les phénomènes d'inondations sur Redon. Il empêche également la remontée du bouchon vaseux et l'intrusion d'eau de mer vers la prise d'eau de l'usine de production d'eau de Férel (Annexe V).

Les barrages sur la Chèze et celui de Rophémel sur la Rance assurent quant à eux une grande partie de l'alimentation en eau du bassin rennais. L'autre partie est assurée par le Couesnon et les captages souterrains des vallées de Minette-Loisance (deux affluents du Couesnon) (Annexe VI)

Un réseau de suivi de l'agence de l'eau Loire Bretagne et du conseil général permet d'évaluer la qualité des cours d'eau sur plus de 80 points (réseau qualité'eau 35). Les nitrates

et les pesticides sont les principaux paramètres surveillés afin de suivre le risque d'une pollution diffuse principalement due aux activités agricoles (la surface agricole utilisée-SAU représente plus de 60% de la superficie totale du département), même si localement d'autres sources de pollution peuvent être importantes comme l'assainissement (AGRESTE – DRAAF, 2011). Entre 2008 et 2009, 79% des points de mesure présentaient des concentrations en nitrates comprises entre 25 et 50 mg/L. Ces valeurs relativement élevées sont davantage marquées sur le Couesnon, où deux tiers des valeurs mesurées en 2008/2009 sont supérieures à la limite réglementaire de 50 mg/L (Bulletin qualité'eau 35, 2010).

2.3 Contexte climatique

Le climat d'Ille-et-Vilaine comme celui de la Bretagne est marqué par l'influence océanique. Les vents dominants associés aux dépressions formées sur l'océan sont le plus souvent orientés Sud-Ouest Nord-Est. Les températures modérées, les précipitations nombreuses surtout en hiver, la fréquence des vents violents sur la côte en sont les principales caractéristiques (Bretagne environnement, 2011).

Il existe cependant des nuances qui suivent une variation Nord-Sud. Celles-ci différencient la région côtière du département, qui présente un climat doux et venté avec des étés cléments, du sud de Rennes qui présente des étés relativement chauds et ensoleillés (Bretagne environnement, 2011).

Les températures minimales d'hiver et d'été varient entre $-2/3^{\circ}\text{C}$ et $8/9^{\circ}\text{C}$ et les températures maximales entre $9/10^{\circ}\text{C}$ et 25°C . Les précipitations annuelles moyennes varient entre 600 et 900 mm selon les secteurs. En 2010 par exemple, Météo France a enregistré une pluviométrie annuelle de 549 mm à Rennes et de 798 mm à Dinard (Météo France, 2011).

Malgré ce climat océanique doux, le département a souvent été sujet à des événements extrêmes. Les inondations constituent l'événement le plus fréquent (Annexe V). Elles ne sont cependant pas les seuls risques auxquels le département est confronté. Plusieurs épisodes de sécheresse ont également été recensés. La disponibilité en eau du sol peu capacitif dépend de la recharge hivernale, ce qui peut engendrer lors de périodes estivales des sécheresses sévères. Des « arrêtés sécheresse » peuvent ainsi être pris par le préfet, à l'échelle du département ou d'un bassin. Plusieurs niveaux de vigilance sont définis : vigilance, alerte, alerte renforcée et crise. En mai 2011, l'Ille-et-Vilaine a été le seul département breton à être passé en alerte. En Annexe VII sont présentés quelques événements marquants qui ont affecté le département ces dernières années. Ceux-ci ont été décrits comme exceptionnels par Météo France.

2.4 Organisation administrative des services d'eau dans le département

Quatre acteurs principaux assurent la gestion de l'eau dans le département :

- La Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt est un service déconcentré de l'Etat, du Ministère de l'agriculture et du ministère de l'environnement, chargé de faire appliquer la loi sur l'eau en coordonnant les actions des différents services de l'Etat. Une de ses principales missions est ainsi d'assurer le suivi et la gestion des ressources en eau superficielles et souterraines.
- Le Conseil général d'Ille-et-Vilaine a pour mission en matière d'environnement de garantir l'approvisionnement en eau de qualité et en quantité pour satisfaire aux besoins des usagers. Il est en charge de la réalisation des équipements nécessaires (construction ou extension des usines de production d'eau potable) pour atteindre cet objectif tout en assurant la protection des ressources en eau.
- L'ARS 35, dans sa mission du contrôle administratif et technique des règles d'hygiène, participe au maintien de la qualité des ressources et de la distribution des eaux destinées à la consommation humaine.
- La Commission Locale de l'Eau, constituée d'élus, de représentants de l'Etat et d'usagers, est chargée de l'élaboration du SAGE.

Plusieurs communes ont choisi de mutualiser leurs moyens pour la gestion de l'alimentation en eau « potable » et de l'assainissement. Six syndicats mixtes de production (Annexe VIII) dont les territoires d'application sont les principaux bassins versants, ainsi qu'une cinquantaine de syndicats de distribution d'eau potable ont été créés à l'initiative du département. Ces syndicats ont pour vocation d'assurer l'alimentation en eau potable de tous les habitants d'un même territoire et de mettre en œuvre un schéma d'alimentation, la gestion pouvant être déléguée ou non. La coordination des actions engagées et des travaux menés par ces syndicats, ainsi que les aides financières, sont assurées par un syndicat mixte pour la gestion du fond départemental pour le développement de la production et de la distribution de l'eau potable en Ille-et-Vilaine (SMGD).

Cette multitude de syndicats rend l'organisation de la distribution de l'eau relativement complexe.

2.5 Méthodologie de l'étude

2.5.1 Recueil des données

Cette étape a consisté à recueillir auprès des différents acteurs de l'eau du département un ensemble de données nécessaires à l'aboutissement de cette étude. L'objectif a été de rassembler des éléments quantitatifs et qualitatifs pour en extraire les informations utiles concernant la qualité des eaux des petites et moyennes unités de distribution et la gestion de ces unités en Ille et Vilaine. Ces données ont permis ensuite de valider ou d'infirmer les constats faits à l'échelle nationale ou européenne et de soutenir les propositions de recommandations proposées à l'issue du mémoire.

Dans le cadre du contrôle sanitaire, les laboratoires agréés pour ce contrôle effectuent des analyses sur des échantillons prélevés à différents points de la chaîne de production et de distribution des eaux destinées à la consommation humaine. L'utilisation de procédures accréditées en matière de prélèvements et d'analyses permet de garantir une qualité des résultats d'analyses comparable pour chaque unité de gestion du département. Ces données sont ensuite centralisées par les autorités sanitaires notamment l'ARS dans des bases de données telles que SISE-EAUX, qui constitue le principal système d'information sur la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine. L'accès restreint à cette base a nécessité la collaboration des services de l'ARS.

Concernant l'organisation de la distribution d'eau, une liste de toutes les unités de distribution du département a été fournie par l'ARS. Pour chacune de ces unités de distribution, des informations comme la population desservie, l'origine de la ressource en eau, la production annuelle ont permis la sélection des unités pertinentes au regard de l'étude (Annexe IX). Sur une période choisie de 10 ans (2001-2010), l'ARS a spécifié le nombre de prélèvements effectués et les dépassements des limites de qualité constatés annuellement pour chaque unité de distribution. Le choix volontaire d'une période de 10 ans a été fait afin d'atténuer la variabilité temporelle et de rendre compte d'un état plus général de la qualité des eaux distribuées.

Des éléments complémentaires tels que la société gestionnaire de chaque unité de distribution fournis par l'agence de l'eau ont notamment permis de cibler l'exploitant concerné afin d'obtenir des informations sur les procédures d'autocontrôle pour les sites retenus. La stratégie choisie a été ensuite de rencontrer les exploitants sur le terrain. Ces entretiens ont favorisé un recueil de données plus nuancé et plus riche.

L'évaluation de l'impact des événements climatiques sur la qualité de l'eau a aussi été un des enjeux de ce travail. Il a donc été nécessaire de recueillir un ensemble de données

météorologiques et hydrologiques. La pluviométrie et l'hydrologie sont des facteurs importants qui peuvent fortement influencer les transferts de polluants vers les milieux récepteurs et donc les concentrations mesurées. Contrairement aux données pluviométriques dont l'impact sur réseau hydrologique dépend de l'intensité de la pluie, sa durée ou la saturation du sol, le débit d'un cours d'eau donne directement une information quantitative utile pour caractériser l'état de la ressource (crue, étiage). De façon générale, la mesure de débit est effectuée par une station limnimétrique¹. Les données de débit sont disponibles sur la Banque nationale de données sur l'hydrométrie et l'hydrologie (HYDRO) du Ministère de l'écologie. Les données météorologiques (pluviométrie, température...) quant à elles sont fournies par Météo France.

2.5.2 Choix des unités de distribution

Le critère principal retenu est le nombre d'habitants desservis par UDI (50-10000). L'historique des non-conformités fourni par l'ARS a permis de sélectionner les UDI « problématiques » et d'évaluer l'incidence éventuelle des débits sur la qualité de l'eau. D'autres critères tels que la simplicité du schéma d'alimentation (absence d'interconnexion par exemple), la disponibilité d'un historique de données de qualité de l'eau, les données hydrologiques et météorologiques pour les ressources concernées ont été pris en compte. Deux approches ont ainsi été nécessaires :

- La première a été de retenir deux UDI alimentées par une eau superficielle pour évaluer l'incidence éventuelle des débits sur la qualité de la ressource. Une de ces deux UDI (Montfort-sur-Meu) a fait l'objet d'une étude approfondie dans le cadre du projet ERA. Les résultats issus de ce projet ont donc servis de base pour l'exploitation et la comparaison des données issues de la deuxième UDI. Pour ces deux UDI, il a été possible de disposer d'un historique de données plus important (26 ans).
- La deuxième approche a été d'évaluer l'impact des événements climatiques sur la qualité des eaux distribuées par les petites et moyennes UDI alimentées par des eaux superficielles. Le nombre de non-conformités sur 10 ans a été l'indicateur choisi pour mesurer cet impact. Les UDI étudiées ont donc été celles qui présentaient un plus grand nombre de non-conformités.

Dans le tableau I sont mentionnées leurs caractéristiques principales.

¹ La station limnimétrique mesure la hauteur d'eau et une relation hauteur-débit définie par une courbe de tarage permet d'avoir le débit du cours d'eau.

Tableau I : Principales caractéristiques des unités de distribution retenues pour évaluer l'impact des événements climatiques sur la qualité de l'eau (*données ARS 2011*)

	Nom de l'UDI (Code Insee)	Population desservie (nombre d'habitants)	Nom de la ressource	production (m ³ /an)
Eau brute	Montfort-sur-Meu (492)*	5600	Le Meu	640000
	Antrain (26)	6944	Le Couesnon	570000
Eau distribuée	Pays Coglais (194)	6614	La Loisançe	250000
	Pays Coglais Saint Brice (803)	2655	La Loisançe	450000

* : UDI faisant l'objet d'une étude approfondie dans le cadre du projet ERA

2.5.3 Analyse statistique des données

L'analyse statistique des données collectées est réalisée à l'aide des logiciels Microsoft Excel et GraphPad Prism version 5.01. Les tests de corrélations utilisés dépendent du type de distribution des variables. Pour les variables normalement distribuées, le test de Pearson est appliqué, tandis que pour les distributions asymétriques, le test sur les rangs de Spearman est utilisé. Pour la comparaison de moyennes, le test utilisé dépend du nombre de variables (<3 ou ≥3), du type de variable (identique ou non) et de la nature de distribution (normale ou asymétrique). Pour 2 variables identiques normalement distribuées, le test de Student est appliqué, autrement c'est le test de Mann-Whitney. Un seuil de significativité statistique à 5% est fixé dans tous les tests.

Le choix des paramètres analysés a été fait sur des considérations bibliographiques et selon le contexte de pollution connu dans le département. Les résultats des analyses physico-chimiques inférieures à la limite de quantification sont remplacés par la valeur de cette limite divisée par la racine carrée de 2.

2.6 Qualité de l'eau en Ille-et-Vilaine

Après avoir présenté l'origine des eaux distribuées en Ille-et-Vilaine, l'analyse des dépassements de valeurs limites ou non conformités est réalisée en fonction du type d'UDI et de la nature de la ressource.

2.6.1 Qualité des eaux distribuées

a. Origine des eaux distribuées en Ille et Vilaine et population desservie

En Ille-et-Vilaine, plus d'un tiers des UDI (40 %) est alimenté par des eaux superficielles (ESU). Ces UDI desservent environ 585000 habitants, soit 60% de la population. Les UDI alimentées par des eaux souterraines (ESO) et des eaux mixtes (EMI) représentent respectivement 35% et 23% de toutes les UDI.

Dans ce département comme en France, les petites et moyennes UDI sont majoritaires. Elles représentent 75% des 93 UDI comptabilisées en 2011 et alimentent plus de 30% de la population totale desservie par une UDI, estimée à environ 950000 habitants, soit plus de 98% de la population (tableau II).

Tableau II : Catégorisation des UDI et population desservie par catégorie en Ille-et-Vilaine (*données ARS 2011*)

	Nombre	Part relative des UDI	Population desservie	Part relative de la population desservie
Petites UDI	43	46%	111036	12%
Moyennes UDI	27	29%	187400	20%
Grandes UDI	23	25%	652432	68%

Les données 2011 sur la distribution des UDI par catégorie et selon la nature de la ressource (eau de surface, eau souterraine, eau mixte) en Ille-et-Vilaine montrent que la majorité des petites UDI sont alimentées par des eaux souterraines, à l'inverse des moyennes et des grandes UDI qui le sont par les eaux de surface (figure 2).

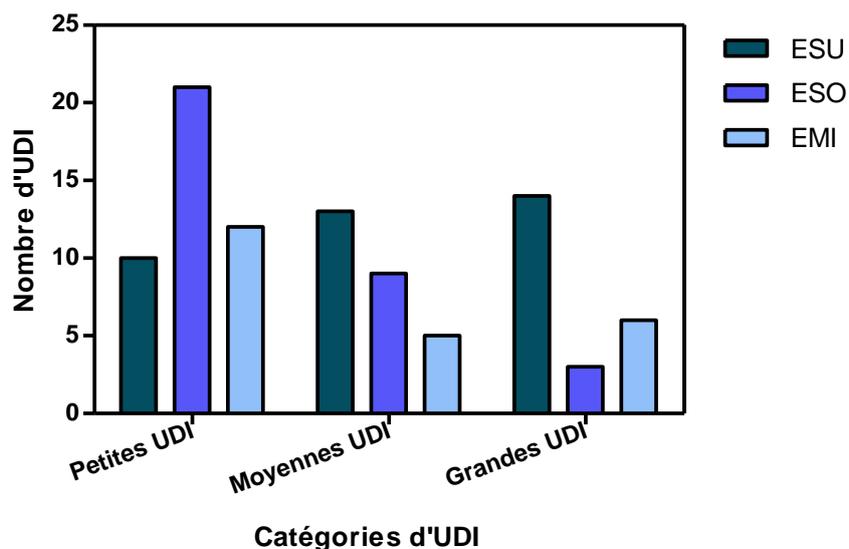


Figure 2 : Distribution des UDI par catégorie et selon la nature de la ressource (ESU : Eaux superficielles, ESO : Eaux souterraines, EMI : Eaux mixtes) en Ile-et-Vilaine (données ARS 2011)

b. Répartition des non-conformités

- Selon la catégorie d'UDI

Selon le bilan qualité de l'eau potable en France en 2006, la qualité de l'eau est liée à la taille de l'UDI (DGS, 2008) et près de 80% des non-conformités constatées, essentiellement d'origine microbiologique, concernent les unités de distribution desservant moins de 500 habitants. En Ile-et-Vilaine, les données sur 10 ans montrent que les petites et moyennes UDI ont une fréquence de non conformités plus élevée, aussi bien pour les paramètres microbiologiques que pour les paramètres chimiques. Pour plus de 18000 prélèvements effectués sur l'ensemble des UDI pendant cette période, 258 non-conformités (NC) chimiques ont été détectées, dont 246 sur les petites et moyennes UDI, soit un taux de 95% de non-conformités. Pour les NC microbiologiques, 15 ont été détectées sur les petites et moyennes UDI pour 39 NC totales (taux de 39% de non-conformités) (tableau III).

Tableau III : Nombre, taux et fréquence des non-conformités selon sa nature (microbiologique ou chimique) en fonction de la catégorie d'UDI en Ile-et-Vilaine entre 2001-2010 (données ARS 2011)

Catégorie d'UDI	Nombre (taux) de Prélèvements	Nombre (taux) de NC chimiques	Fréquence* des NC chimiques	Nombre (taux) de NC microbiologiques	Fréquence* des NC microbiologiques
Petites UDI	4037 (22%)	158 (61%)	3,9%	5 (13%)	0,1%
Moyennes UDI	3860 (21%)	88 (34%)	2,3%	10 (26%)	0,3%
Grandes UDI	10414 (57%)	12 (5%)	0,1%	24 (61%)	0,2%
Sommes	18311	258	/	39	/

* : Rapport en % du nombre de NC sur le nombre de prélèvements

Dans le détail, la comparaison des taux de non-conformités entre les grandes UDI et les petites et moyennes UDI montrent de grandes disparités. Pour les petites UDI par exemple, il ya 61% de NC chimiques pour 22% de prélèvements effectués en 10 ans et seulement 5% de NC chimiques pour 57% des prélèvements pour les grandes UDI : il y a donc environ 10 fois moins de NC chimiques sur les grandes UDI. En ce qui concerne la microbiologie, la probabilité d'avoir une NC est quasiment la même quelque soit la catégorie d'UDI

- Selon l'origine de l'eau

La qualité chimique et microbiologique des eaux distribuées dépend également de la nature de la ressource en eau. 31 prélèvements microbiologiques non-conformes ont été constatés pour les UDI alimentées par les eaux de surface, toutes catégories d'UDI confondues, ce qui représente 79% de taux de non-conformités et seulement 10% pour les UDI alimentées par les eaux souterraines et les eaux mixtes.

La fréquence de dépassement chimique la plus élevée concerne davantage les UDI dont les ressources sont souterraines et les dépassements bactériologiques sont plus fréquents pour les UDI aux ressources superficielles (figure 3).

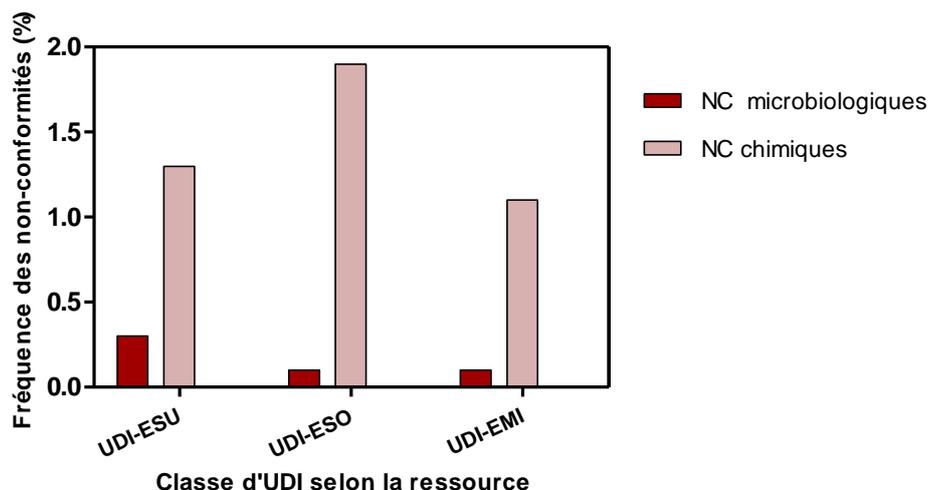


Figure 3 : Représentation de la fréquence des NC (toute catégorie d'UDI) selon la nature de la ressource et de la NC (microbiologique ou chimique) en Ille-et-Vilaine entre 2001 et 2010

(Données ARS 2011)

- Selon l'origine de l'eau et la catégorie d'UDI

Le tableau IV est une synthèse des précédents résultats, c'est-à-dire que les NC sont réparties non seulement selon la nature de la ressource mais aussi selon la catégorie d'UDI. Pour chaque sous-classe ainsi définie, les fréquences des non-conformités et les taux de non-conformités sont calculés.

.Tableau IV : Fréquence de dépassement (bactériologique et chimique) et taux de NC par nature de la selon le type de la ressource et par catégorie d'UDI en Ille-et-Vilaine entre 2001-2010

Catégorie d'UDI	Type de ressource	Nombre de Prélèvements	Nombre de NC chimiques	Fréquence des NC chimiques	Nombre de NC microbiologiques	Fréquence des NC microbiologiques
Petites UDI	UDI-ESU	936	51 (19,8%)	5,4%	2 (5,1%)	0,2%
	UDI-ESO	2069	67 (26%)	3,2%	1 (2,6%)	0,05%
	UDI-EMI	1032	40 (15,5%)	3,9%	2 (5,1%)	0,2%
Moyennes UDI	UDI-ESU	2049	79 (30,6%)	3,85%	9 (23%)	0,4%
	UDI-ESO	1099	5 (1,9%)	0,45%	0	0,0%
	UDI-EMI	712	4 (1,5%)	0,6%	1 (2,6%)	0,1%
Grandes UDI	UDI-ESU	7375	7 (2,7%)	0,1%	20 (51,3)	0,3%
	UDI-ESO	792	4 (1,5%)	0,5%	3 (7,7%)	0,4%
	UDI-EMI	2247	1 (0,4%)	0,05%	1 (2,6%)	0,04%
Somme		18311	258	/	39	/

Les résultats montrent que les petites UDI, quel que soit le type de ressource en eau, présentent des NC chimiques plus fréquents que les grandes UDI. Il en est de même pour le taux de non-conformités. Pour les moyennes UDI, cette observation est plus marquée (31% de non-conformités) que pour celles alimentées par des eaux de surface. Cette tendance n'est pas la même pour les fréquences des NC microbiologiques qui concernent davantage les UDI d'eaux superficielles indépendamment de leur catégorie, ainsi que les grandes UDI alimentées par les eaux souterraines.

De façon générale, les non-conformités chimiques constatées sur la période étudiée (2001-2010) concernent le plus souvent le paramètre nitrates (85%). Les pesticides et les éléments traces métalliques (plomb, cuivre, nickel, sélénium) constituent essentiellement les autres paramètres détectés. Il faut noter que, depuis 2001, le nombre de prélèvements non conformes a considérablement diminué puisque plus de la moitié des NC relevées sur la période (131 sur 258) ont été observées en 2001. Par ailleurs, sur 37 UDI présentant des non-conformités chimiques dans le département entre 2001 et 2010, 28 sont des petites et moyennes UDI soit 76%.

Les non-conformités microbiologiques varient peu au cours des années (2001-2010). Elles oscillent autour de 4 par an, avec toutefois une légère hausse en 2004 où 10 prélèvements non-conformes ont été constatés. La moitié de ces UDI présentant des non-conformités (52%) sont des petites et moyennes UDI.

Il convient cependant de préciser que le schéma d'alimentation en eau du département est relativement complexe (voir partie 2.4). Des mélanges sont effectués entre les unités de distribution grâce à des interconnexions dans le réseau. Un mélange d'eaux d'origine différente a souvent l'avantage d'assurer la qualité réglementaire par dilution croisée, ce qui diminue les risques de dépassement. C'est le cas par exemple du bassin rennais qui possède de nombreuses ressources en eau.

En conclusion, bien que les petites et moyennes UDI présentent davantage de non-conformités, la situation en Ile-et-Vilaine au regard des données du contrôle sanitaire semble assez différente de la situation nationale, notamment en ce qui concerne les non-conformités microbiologiques qui ne concernent pas que les petites et moyennes UDI. Celles-ci sont plus sensibles aux non-conformités chimiques et en particulier dues aux nitrates. Le département se trouve dans un contexte particulier de pollution d'origine agricole connue qui ne peut donc pas être généralisable. Par ailleurs, les fréquences de prélèvements étant très différentes entre les grandes et les petites et moyennes UDI, la question se pose de savoir si cette fréquence est « statistiquement appropriée » (Article

R. 1321-39 du CSP), notamment par rapport aux situations à risque liées aux événements climatiques.

3 Enjeux liés aux événements climatiques

Il semble aujourd'hui de plus en plus vraisemblable que le changement climatique conduira à une variation substantielle du régime des précipitations (GIEC, 2008). Ces perturbations, du fait de la modification des milieux engendrée, peuvent être une source de dégradation potentielle de la qualité et de la disponibilité des ressources en eau.

3.1 Caractérisation des événements climatiques

3.1.1 Tendances générales et réalités

Actuellement, les spécialistes de modélisation du climat s'accordent à penser que le climat mondial connaît une évolution notable qui n'est cependant pas uniforme selon les régions (GIEC, 2008). Bien que non totalement confirmé actuellement, les événements climatiques extrêmes comme les sécheresses, les fortes pluies et les tempêtes devraient se produire plus fréquemment (GIEC, 2008 ; Solomon *et al.*, 2007). Les modèles de précipitations sont plus contradictoires. En Europe, deux tendances opposées sont évoquées concernant les phénomènes pluvieux : un accroissement au Nord et une diminution au Sud (GIEC, 2008).

En France, les études réalisées (Renaud *et al.*, 2002 ; Dandin, 2006) à ce jour prédisent l'évolution climatique suivante :

- Une augmentation des précipitations hivernales et une diminution des précipitations estivales ;
- Des hivers plus doux et plus humides au Nord et les étés plus chauds et secs au Sud ;
- Et de façon générale, des événements extrêmes plus fréquents avec des vagues de chaleur plus longues et des épisodes pluvieux plus intenses en hiver.

Cette tendance est d'autant plus inquiétante que plusieurs événements ont été observés dans un passé récent mettant en cause des pluies excessives dans la survenue d'épidémies d'origine hydrique (Alterholt *et al.*, 1998 ; Curriero *et al.*, 2001 ; Lisle et Rose, 1995 ; MacKenzie *et al.*, 1994 ; Nichols *et al.*, 2009 ; Patz *et al.*, 2000 ; Rose *et al.*, 2000). L'exemple le plus marquant est l'épidémie de Milwaukee en 1993 qui a été signalé comme le plus grand foyer de maladie d'origine hydrique jamais documenté aux États-Unis. Cette épidémie a entraîné le décès de 54 personnes et plus de 403000 malades (Hoxie *et al.*, 1997 ; MacKenzie *et al.*, 1994). *Escherichia coli* O157:H7 qui est un pathogène en général associé aux intoxications par des denrées alimentaires, a été à l'origine du plus grand foyer d'épidémie dans la ville de Walkerton au Canada en 2000 (Heather *et al.*, 2004). Les

autorités sanitaires ont émis l'hypothèse que les fortes pluies précédant l'épidémie, associées à la défaillance de la protection du captage ont grandement contribué à la contamination significative du système de distribution d'eau, entraînant 7 décès et 4300 malades (Patz *et al.*, 2000 ; Heather *et al.*, 2004).

Plus récemment, une équipe de scientifique canadienne a montré une association significative entre la qualité de l'eau, la pluviométrie et l'apparition de gastroentérites dans une communauté Inuit (Harper *et al.*, 2011).

En France, de nombreux travaux ont identifié les événements climatiques comme facteur d'émergence ou de réémergence de pathologies infectieuses (Onerc, 2007 ; 2010 ; Pascal, 2010). De nombreuses épidémies liées à un événement climatique ont par ailleurs été décrites (Beaudeau *et al.*, 2008 ; 2010a). L'une des plus récentes documentées par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) a eu lieu à Pérignat-lès-Sarliève dans le Puy-de-Dôme entre juin et juillet 2010 (Daures *et al.*, 2011). Les fortes pluies, associées au bouchage du trop plein d'évacuation du répartiteur collectant l'eau des captages d'alimentation en eau, ont entraîné une inondation et l'arrêt du système de chloration. La présence sur le bassin versant de plusieurs types d'élevage était à l'origine la contamination de l'eau par des microorganismes.

3.1.2 Quelle évolution pour l'Ille-et-Vilaine?

Le réseau de suivi de Météo France comprend des stations météorologiques réparties sur l'ensemble du département (Annexe X). L'ensemble de ces stations mesurent la pluviométrie cumulée sur 24 heures et pour les plus performantes d'entre elles des mesures de vent, de l'insolation et de l'humidité sont réalisées. La station de Rennes Saint Jacques est la plus ancienne. Elle fonctionne depuis 1945 et est considérée comme représentative de la température moyenne du département.

Dans le cadre du projet ERA, une étude de l'évolution des températures mesurées à Rennes Saint Jacques a été réalisée. Les résultats sur 26 ans (1983-2009) montrent une augmentation statistiquement significative (test de Student ; $p < 0,05$) de 1°C de la température moyenne annuelle (figure 4). Une hausse des températures minimales est également observée bien que les résultats soient non significatifs. Les moyennes sont calculées sur l'ensemble des températures journalières annuelles.

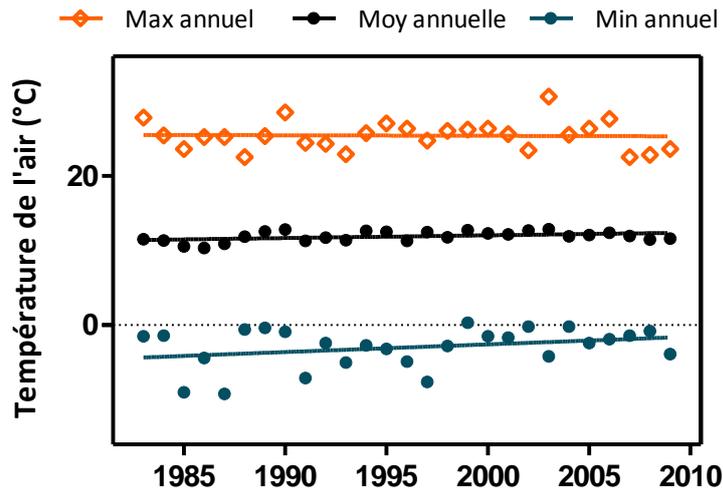


Figure 4 : Evolution des températures moyennes, minimales et maximales annuelles entre 1983 et 2009 (station Météo France de Rennes Saint –Jacques) (source : Thèse Ianis Delpla, 2011)

Les précipitations sont une source de variabilité spatio-temporelle de la réponse des systèmes hydrologiques et cette variabilité naturelle complique les prédictions d'éventuels effets sur le climat. Il est donc difficile d'observer des évolutions globales sur le département. Un des sites pilotes de ce stage étant l'UDI Antrain, l'étude de l'évolution de la pluviométrie a été faite pour ce site en plus de celle réalisée pour Rennes Saint-Jacques (figure 5). Des 5 stations météorologiques en fonctionnement proches de l'UDI Antrain, seule celle de Broualan (située à 11 km du point de captage) disposait d'un historique de données suffisant pour mener à bien cette étude.

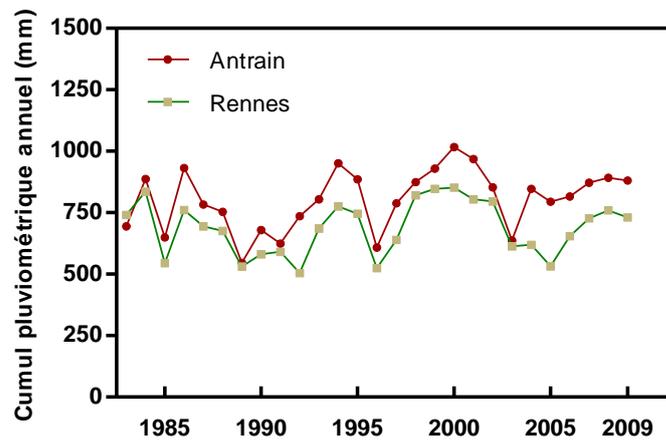


Figure 5 : Evolution du cumul annuel des pluies à Broualan (Antrain) et à Rennes Saint Jacques entre 1983 et 2009

La figure montre une alternance entre années sèches et années humides avec des cumuls pluviométriques annuels qui évoluent de façon similaire pour les deux sites. Toutefois, la pluviométrie annuelle moyenne à Antrain (803 mm) est supérieure à celle de Rennes Saint-

Jacques (683 mm). Il faut noter que la station de Broualan est située à 98 m d'altitude et celle de Rennes St-Jacques à 36m (Annexe XI).

Pour apprécier l'occurrence des fortes pluies, le nombre de jours annuels de pluie de cumul supérieur à 10 mm est représenté sur la période (1983-2009) pour ces deux sites (figure 6). Une journée est qualifiée de jour de forte pluie lorsque le cumul journalier de pluie est supérieur à 10 mm (Aguilar *et al.*, 2005).

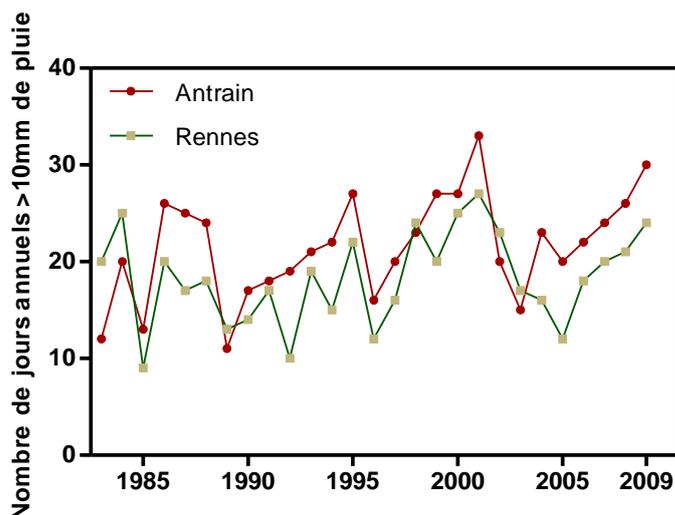


Figure 6 : Evolution du nombre de jours de fortes pluies pour Antrain et Rennes Saint-Jacques entre 1983 et 2009

Il serait certainement nécessaire de mener des études plus approfondies pour juger de l'évolution du climat mais ces premiers résultats montrent une tendance à la hausse des jours de fortes pluies, plus marquée pour Antrain en particulier et une évolution des températures minimales et moyennes à Rennes St-Jacques.

3.2 Impact des événements climatiques sur la qualité de l'eau des petites et moyennes unités de distribution : le contexte de l'Ille-et-Vilaine

3.2.1 Incidence des débits sur la qualité des ressources en eau

a. Données bibliographiques

Les impacts quantitatifs du climat sur les ressources en eau sont aujourd'hui largement reconnus et documentés. De nombreuses études (exemple Middelkoop *et al.*, 2001 ; Pfister *et al.*, 2004) se sont notamment intéressées à l'infiltration des eaux et à la recharge des nappes d'eau souterraine. L'évolution du bilan entre les précipitations et

l'évapotranspiration et les précipitations efficaces en est le principal déterminant et définit la quantité d'eau disponible pour ruisseler et s'écouler dans les cours d'eau ou s'infiltrer et recharger les nappes.

Par ailleurs, quelques études ont montré que les événements climatiques peuvent entraîner des changements importants dans les facteurs qui influent sur la qualité des eaux.

Dans les eaux souterraines, si la complexité des phénomènes gouvernant l'infiltration des composés dans la nappe (texture, structure, composition du sol...) rend difficile l'estimation de l'impact de ces événements sur la qualité des eaux, il est connu que les nappes des milieux aquifères carbonatés fissurés et karstiques sont sensibles aux fortes pluies (Beaudeau *et al.*, 2010b ; Dura *et al.*, 2010).

Dans les eaux superficielles, la hausse de la température de l'eau influe sur les processus biogéochimiques et écologiques qui déterminent la qualité de l'eau (Soh *et al.*, 2008). Il peut en résulter une réduction de la teneur en oxygène dissous du fait de l'augmentation de la l'activité biologique. Il se produit une stratification verticale qui affecte le cycle des éléments nutritifs (azote et phosphore) contribuant à l'eutrophisation (Van Vliet *et al.*, 2008 ; Zwolsman *et al.*, 2007).

Le tableau V, adapté de la revue de Delpla *et al.* 2009 présente une synthèse bibliographique des impacts des événements climatiques sur la qualité de d'eau. Toutefois, tous les bassins versants n'ont pas la même sensibilité aux perturbations des événements climatiques. Le régime hydrologique, la géologie et l'occupation du sol sont des éléments qui peuvent nuancer ces observations. Il convient parfois de réaliser des études spécifiques à chaque bassin.

Tableau V : Synthèse bibliographique des paramètres de la qualité de l'eau impactés par les événements climatiques

Paramètres impactés	Sècheresses	Pluies	Type de ressource concernée dans les études	Références bibliographiques
pH	+		Rivières, lacs	Van Vliet et Zwolsman, 2008 Bates <i>et al.</i> , 2008
Température	+		Rivières, lacs	Van Vliet et Zwolsman, 2008 Ducharme <i>et al.</i> , 2007, Bates <i>et al.</i> , 2008 Jöhnk <i>et al.</i> , 2008
Oxygène dissous	-		Rivières, Lacs	Van Vliet et Zwolsman, 2008 Komatsu <i>et al.</i> , 2007
COD COT	+	+	Cours d'eau et lacs	Delpla <i>et al.</i> , 2011 Monteith <i>et al.</i> , 2007
Turbidité	+	+	Eaux de surface et eaux karstiques	Aramini <i>et al.</i> , 2000 Beaudeau <i>et al.</i> , 2008; 2010a; 2010b
Nutriments (N-NO ₃ , NO ₃ , NO ₂ , PO ₄ , NTK)	+	+	Eaux de surface (en général), Cours d'eau, lacs, rivières, nappe phréatique	Van Vliet et Zwolsman, 2008 Arheimer <i>et al.</i> , 2005 Ducharme <i>et al.</i> , 2007 Delpla <i>et al.</i> , 2011
Micropolluants minéraux (métaux)	+	+	Rivières, cours d'eau, lacs de montagne	Van Vliet et Zwolsman, 2008 Rothwell <i>et al.</i> , 2007 Pédrot <i>et al.</i> , 2008
Micropolluants organiques Pesticides		+?	Eaux de surface et nappe phréatique	Bloomfield <i>et al.</i> , 2006 Probst <i>et al.</i> , 2005
Micropolluants organiques pharmaceutique s		+?	Cours d'eau et Nappe phréatique	Lissemore <i>et al.</i> , 2006 Oppel <i>et al.</i> , 2004
Pathogènes		+	Eaux de surface	Curriero <i>et al.</i> , 2001 Thomas <i>et al.</i> , 2006 Harper <i>et al.</i> , 2011
Cyanobactéries Cyanotoxines	+		Lacs	Arheimer <i>et al.</i> , 2005 Jöhnk <i>et al.</i> , 2008 Brient <i>et al.</i> , 2008
Algues vertes	+		Eaux douces	Daufresne et Boet, 2007

+ : augmentation

+?: augmentation probable, pas de certitude

- : diminution

b. Le contexte de l'Ille-et-Vilaine

Afin de pouvoir juger de l'impact des événements climatiques sur la qualité des eaux brutes en Ille-et-Vilaine, deux UDI ont été choisies : Montfort-sur-Meu et Antrain. Elles ont respectivement pour ressources en eau le Meu et le Couesnon. Les bassins versants qu'ils définissent sont situés à l'ouest du département pour le Meu et à l'est pour le Couesnon (Annexe XII).

• Le Meu à Montfort-sur-Meu

Dans le cadre du projet ERA, il a été montré que le brassage des eaux d'une ressource superficielle lors d'épisodes pluvieux intenses influence la distribution et la mobilité des substances dans les cours d'eau (Delpla *et al.*, 2009). Le lessivage des sols lors d'épisodes pluvieux entraîne un relargage rapide de la matière organique et des nitrates dans l'eau conduisant à une augmentation de leur concentration avec l'accroissement des débits (Delpla *et al.*, 2011). Cette étude a été réalisée sur le Meu, un affluent de la rive droite de la Vilaine. La superficie calculée du bassin versant à la station de mesure limnigraphique est de 468 km² (Banque Hydro) (Annexe XIII). Le bassin versant compte de nombreuses exploitations agricoles et d'entreprises agroalimentaires. L'eau produite par la station de traitement, estimée à 1920 m³/jour alimente 5600 habitants de l'UDI Montfort-sur-Meu. Il faut noter que la station est à ce jour en arrêt sur décision administrative et les habitants de l'UDI sont desservis en eau importée d'autres UDI.

L'étude montre ainsi que pendant les sécheresses (débits d'étiage – $Q < 1,9 \text{ m}^3/\text{s}$), il y a une augmentation du carbone organique total (COT) dans les eaux brutes et que la concentration des nitrates a tendance à diminuer (Thèse Ianis Delpla). L'écoulement de l'eau étant faible, la vitesse de sédimentation rapide favorise la consommation des nitrates par la biomasse (Van Vliet et Zwolsman 2008). Pour les débits de crues ($Q > 4,3 \text{ m}^3/\text{s}$), les résultats montrent une dilution légère pour les nitrates, et une augmentation de la teneur en COT et de la turbidité (Thèse Ianis Delpla). Cette étude montre également que la référence de qualité du COT dans l'eau brute (10 mg/L) est dépassée pour 30 % des échantillons et pour 60 % des échantillons dans l'eau traitée (2 mg/L) pendant les périodes de fortes pluies (Delpla *et al.*, 2011). Ces dépassements en COT peuvent suggérer une possible augmentation de la formation de sous-produits de désinfection dans l'eau traitée (Rodriguez et Sérodes, 2001) et favoriser une contamination de l'eau distribuée (Hudrey, 2009).

- **Le Couesnon à Antrain**

Le Couesnon est un fleuve de longueur totale d'environ 100 km qui se jette dans la baie du Mont Saint-Michel (Annexe XII). Il traverse 3 départements et 34 communes dont celles de la communauté de communes du canton d'Antrain à qu'il sert de ressource pour l'alimentation en eau. L'eau est pompée au lieu-dit Les Villaloups et traitée par la station de traitement du Pont Neuf, alimentant les 6944 habitants de l'UDI Antrain. Avec ses affluents dont les principaux sont la Loisanche (30km) et la Minette (25 km), il définit le bassin versant du Couesnon. La superficie du bassin versant à l'exutoire est de 710 km² (Banque Hydro). Le sous-sol est composé principalement de roches à faible perméabilité (granites, schistes, grès, ...) qui limitent le stockage en profondeur des eaux d'infiltration. Les activités agricoles et d'élevage bovin y sont très développés et représentent environ 90% de la superficie totale du bassin versant (Fiche cours d'eau Sandre).

L'exploitation statistique des données historiques de qualité de l'eau (données du contrôle sanitaire fournies par l'ARS) a permis de mettre en évidence sur une période de 26 ans (1983-2009), l'influence de l'hydrologie sur l'évolution de certains paramètres. Au regard de la synthèse bibliographique effectuée, différents paramètres indicateurs de la qualité de l'eau ont été sélectionnés : COT, NO₃, la conductivité, les coliformes thermotolérants (CTHF) et les entérocoques (STRF). Le test de Shapiro-Wilk est utilisé pour vérifier que la distribution des données de chaque variable suit une loi normale (distribution gaussienne). Les distributions étant asymétriques, le test sur les rangs de Spearman est utilisé avec un seuil de significativité de 5%. Les valeurs de significativité et les coefficients de corrélation sont donnés dans le tableau VI.

Tableau VI : Valeurs caractéristiques des corrélations entre des paramètres de qualité de l'eau et le débit de la ressource (eau brute UDI d'Antrain)

	COT (mg/l) – Q (m ³ /s) (n=85)	NO ₃ (mg/l) -Q (n=183)	CTHF (UFC/100 ml)– Q (n=80)	STRF (UFC/100 ml) - Q (n=80)	Conductivité (μS/cm) - Q (n=74)
R **	0,256	0,402	0,437	0,284	- 0,479
P value ***	0,018	1,64. 10 ⁻⁸	5,00. 10 ⁻⁵	0,011	2,00. 10 ⁻⁵

* Corrélation entre le COT et le débit mesuré au jour du prélèvement

** Coefficient de corrélation

*** Significativité

Ces résultats montrent qu'il y a une association significative entre le débit et différents paramètres de qualité tels que la conductivité, le COT, les nitrates, les coliformes

thermotolérants et les entérocoques (p value < 0,05). Les coefficients de corrélation sont positifs pour la majorité des paramètres excepté la conductivité : plus le débit augmente plus la concentration de ces paramètres augmente. Pour la conductivité, le coefficient de corrélation négatif prouve que les forts débits diminuent la minéralisation des eaux par dilution. En Annexe XIV sont représentées les différentes relations. La variation de la concentration en nitrates et COT en fonction des débits montre qu'il y a un accroissement des valeurs avec l'augmentation des débits (figure 7). Pour les nitrates, il y a un seuil de débit ($\approx 15\text{-}20 \text{ m}^3/\text{s}$) à partir duquel la concentration a tendance à diminuer. Cette tendance était déjà celle observée sur le Meu (Thèse Ianis Delpla).

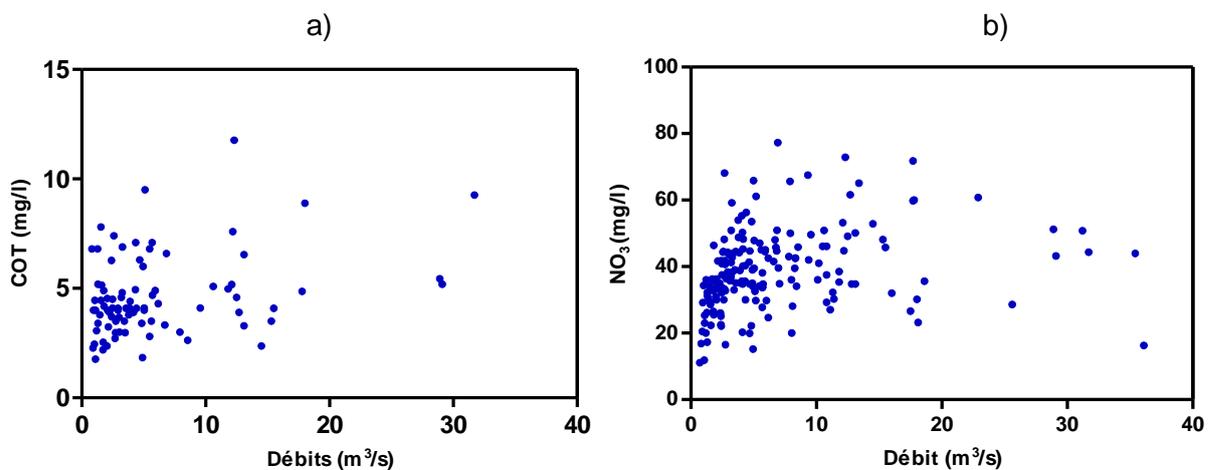


Figure 7 : Relation entre les débits et la concentration en carbone organique total (a) et en nitrates (b) (eau brute UDI d'Antrain)

La représentation temporelle de la relation entre les débits et les nitrates est présentée sur la figure 8.

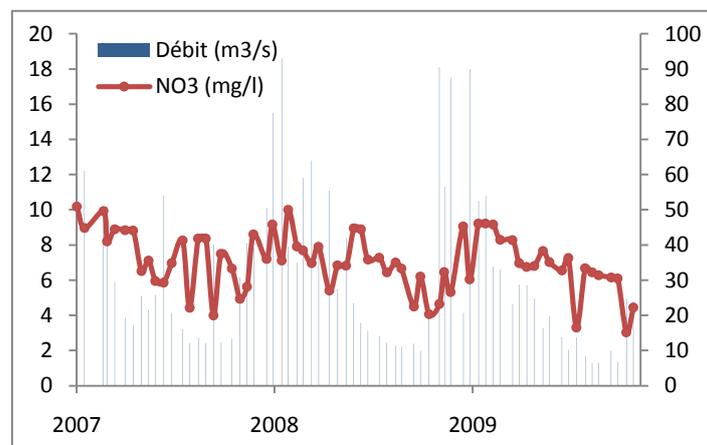


Figure 8 : Evolution des concentrations en nitrates dans les eaux brutes et des débits du Couesnon entre 2007 et 2009

Afin de juger de la relation entre la non-conformité des valeurs de nitrates et le débit, un test de Spearman a été réalisé pour évaluer la corrélation entre les débits mesurés au jour du prélèvement et l'occurrence d'une concentration en nitrates non conforme. La valeur associée à une mesure conforme² (< 50 mg/l) est de 0, et corrélativement la valeur associée à une mesure non conforme est de 1. Les résultats montrent qu'il y a une association significative entre le débit et le nombre d'analyses non conformes (p value <0,05).

Toutefois, il convient de mentionner que l'utilisation de la base de données Sise-eaux peut conduire à des séries hétérogènes, la fréquence de prélèvement du contrôle sanitaire étant très variable d'une année à l'autre selon les unités de distribution.

3.2.2 Impact sur les eaux distribuées

Pour ce mémoire, il a été choisi d'étudier la part des événements climatiques sur les non-conformités constatées dans les eaux distribuées par les petites et moyennes unités. Pour les mêmes raisons que celles évoquées dans la partie 2.5.1, la période de 10 ans (2001-2010) a été retenue.

Sur la liste de 37 UDI présentant des NC, 7 sont alimentées par les eaux superficielles (tableau VII).

Tableau VII : Petites et Moyennes UDI alimentées par des eaux de surface et présentant des NC chimiques entre 2001 et 2010 (*Données ARS*)

UDI	Nom de la ressource	Nombre d'habitants desservis	Nombre de prélèvements	Nombre de NC	Fréquence de dépassement
ANTRAIN	Le Couesnon	6944	213	7	3,3 %
PAYS COGLAIS	La Loisançe	6614	127	53	41,7 %
PAYS COGLAIS ANTRAIN		1681	101	7	6,9 %
PAYS COGLAIS SAINT BRICE		2655	126	44	34,9 %
SIVOM LOUVIGNE LA BAZOUGE	L'Airon	7962	194	14	7,2 %
MONTFORT SUR MEU	Le Meu	5600	188	4	2,1 %
CHATEAUBOURG PLES B SYMEVAL	Retenue de la Valière	9357	151	1	0,7 %

² La limite de qualité dans les eaux destinées à la consommation pour le paramètre nitrate est de 50 mg/l (Arrêté du 11 janvier 2007)

Pour les UDI Pays Coglais Saint Brice (petite UDI) et Pays Coglais (moyenne UDI), qui présentent les fréquences des NC les plus élevées, les non-conformités ont été distribuées selon la classe de débits de la ressource (la Loisanche). Il faut noter que la distribution ne concerne que les nitrates qui constituent la majorité des non-conformités (98%). La définition des classes de débit est faite selon les données de fréquence quinquennale sèche et de fréquence quinquennale humide³ calculées par la Banque Hydro (Annexe XIII). Ainsi, la période de faibles débits représente l'intervalle des débits inférieurs à la fréquence quinquennale sèche (0,550 m³/s), et la période de forts débits, l'intervalle des débits supérieurs ou égal à la fréquence quinquennale humide (1,000 m³/s) (Tableau VIII).

Tableau VIII : Distribution des non-conformités chimiques constatées dans les eaux distribuées (2001-2010) selon la classe de débits de la Loisanche

Classe de débits (m ³ /s)	Faibles débits	Débits intermédiaires	Forts débits
	Q < 0,55	0,55 ≤ Q < 1,00	Q ≥ 1,00
Nombre de NC NO ₃	33	35	27

Ces résultats montrent que pour les faibles débits et les débits intermédiaires, il y a une augmentation du nombre de dépassements, tandis que pour les débits de crue, le nombre de non conformités tend à diminuer. Cette tendance « gaussienne » de la distribution des dépassements est la même que celle décrite pour les concentrations de nitrates dans le Meu (Thèse Ianis Delpla) et dans le Couesnon.

Seuls les nitrates ont été étudiés dans cette partie car ils sont plus souvent contrôlés et donc plus souvent détectés que les autres paramètres. Mais il est légitime de se demander si les observations faites pour les nitrates sont exclusives à ce paramètre. Les trihalométhanes auraient été intéressants à étudier, mais sont peu souvent mesurés dans les eaux traitées des petites et moyenne UDI. De fait il n'a pas été possible de disposer d'un historique de données plus important pour ce type d'exploitation.

Peu de non-conformités microbiologiques ont été constatées sur la période d'étude (39 NC entre 2001-2010). Il n'a donc pas été possible d'en tirer des conclusions pertinentes, même s'il est par ailleurs admis que les événements climatiques peuvent avoir une incidence sur la qualité microbiologique des eaux distribuées (De Toni *et al.*, 2008 ; Harper *et al.*, 2011). De plus, la contamination des eaux distribuées peut avoir des origines propres au réseau de distribution d'eau.

³ La quinquennale sèche représente les niveaux (débit) les plus bas pouvant être atteints une année sur cinq et la quinquennale humide représente les niveaux les plus hauts pouvant être atteints une année sur cinq.

3.2.3 Typologie des risques sanitaires associés aux événements climatiques et proposition d'une gradation relative du risque sanitaire

Il est proposé dans ce paragraphe de caractériser les risques et de les hiérarchiser en distinguant deux types de risque : un risque à court terme dit « primaire » et un risque à moyen-long terme dit « secondaire » (Tableau IX).

Ce tableau n'a pas vocation à se substituer à une étude complète de vulnérabilité par rapport aux événements climatiques mais il est envisagé comme une perception du risque à partir d'éléments décrits dans la littérature.

Le risque primaire est essentiellement microbiologique et donc infectieux. Il est issu de l'exposition aux différents pathogènes susceptibles d'être présents dans les eaux (Hudrey et Hudrey, 2004) en particulier lors d'événements météorologiques (Curriero *et al.*, 2001). Selon l'OMS, ce risque est le plus généralisé et le plus préoccupant, même dans les pays développés (OMS, 2008). Il peut également être chimique dans le cas où la ressource dégradée ne subit pas ou peu de traitement.

Le risque secondaire est généralement chimique. Il résulte de la présence de produits de transformation suite aux traitements appliqués dans la station, comme par exemple les sous produits de chloration. Si la production de ces sous produits est très limitée en situation normale grâce au dosage optimal des réactifs (coagulant et chlore notamment), le surdosage est fréquent en cas de crues turbides. Ceci concerne particulièrement les petites unités de traitement pour lesquelles la population locale se retrouve ainsi exposée à plus ou moins long terme aux sous produits de désinfection (Davison *et al.*, 2005 ; Pascal, 2010)

Tableau IX : Proposition de gradation relative du risque sanitaire selon le type de ressource en eau

		Eaux de surface	Eaux souterraines non karstiques	Eaux karstiques
Risque primaire microbiologique	Pathogènes	+++ (Hudrey et Hudrey 2004) (Curriero et al 2001)	-	+++ (Beaudeau <i>et al.</i> , 2010b) (Dura et al., 2010)
	Toxines algales Cyanotoxines	+++ (Jöhnk et al., 2008) (OMS, 2011)	-	+
Risque primaire chimique	Matière organique, Micropolluants	+++	+	+
Risque secondaire chimique	Sous produits de désinfection	+++ (Davison A. <i>et al.</i> , 2005)	-	+

+++ : risque considéré comme très élevé

++ : risque considéré comme élevé

+ : risque faible

- : risque peu probable ou nul

Ce tableau souligne la vulnérabilité plus importante des eaux de surface et dans une moindre mesure des eaux karstiques, face aux événements climatiques. Ceci implique la nécessité de prendre en compte ces événements dans la mise en place d'une stratégie de contrôle de la qualité de l'eau particulièrement pour les petites et moyennes UDI.

4 Vers une évolution de l'amélioration du contrôle de la qualité de l'eau des petites et moyennes unités de distribution

Pour tout système de production d'eau quelle que soit sa taille, la protection de la ressource est importante puisqu'elle est la première barrière à la contamination. Elle passe d'abord par une sécurisation appropriée du point de captage notamment par la mise en place de périmètres de protection mais aussi par l'utilisation d'outils de surveillance adaptés. Pour les petites et moyennes unités de distribution encore plus que les grandes, cette protection est impérative surtout dans un contexte d'événement climatique.

4.1 Vulnérabilité des petites et moyennes unités de distribution face aux événements climatiques

4.1.1 A l'égard du contrôle sanitaire

Pour chaque unité de distribution et selon la réglementation en vigueur, le programme de mesures du contrôle sanitaire définit les fréquences de prélèvements et les paramètres à analyser selon les caractéristiques des installations (débit des captages et des stations de traitement, populations desservies). Le tableau X, adapté de l'annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007, donne la fréquence de prélèvements et le type d'analyse à réaliser pour les petites et moyennes UDI. Ces prélèvements se font d'une part dans les eaux brutes (ressource souterraine et ressource superficielle respectivement RP et RS) pour vérifier l'éventuelle présence de polluants et l'adéquation entre la qualité de l'eau à traiter et l'efficacité du traitement mis en place et, d'autre part, au point de mise en distribution qui correspond à la sortie des installations de traitement d'eau et d'utilisation au robinet du consommateur (respectivement P et D). Les analyses de type P2 et D2 donnent des informations sur l'ensemble des paramètres spécifiés dans la réglementation et sont à réaliser respectivement en complément des analyses de type P1 et D1 qui sont des analyses dites simplifiées (analyses de routine) qui ne renseignent que sur la qualité microbiologique et organoleptique ainsi que sur l'efficacité du traitement mis en place (Annexe I).

Tableau X : Programme de prélèvement et d'analyse dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux brutes, des eaux produites et distribuées par les petites et moyennes unités de distribution

A la ressource		Fréquence annuelle			
Débit (m ³ /jour)		RP	RS		
> 10		0,2*	0,5		
10 à 99		0,2	1		
100 à 1999		0,5	2		
2000 à 5999		1	3		
6000 à 199999		2	6		
20000 à 100000 et plus		4	12		
Aux points de mise en distribution et d'utilisation		Fréquence annuelle			
Population desservie (hab)	Débit (m ³ /jour)	P1	P2	D1	D2
0 à 49	0 à 9	1	0,1/0,2	2/4	0,1/0,2
50 à 499	10 à 99	2	0,2/0,5	3/4	0,2/0,5
500 à 1999	100 à 399	2	1	6	1
2000 à 4999	400 à 999	3	1	9	1
5000 à 14999	1000 à 2999	5	2	12	2

* 0,1 ; 0,2 et 0,5 : fréquence d'analyses respectivement une tous les 10 ans, tous les 5 ans et tous les 2 ans.

Le décret fixe ainsi un programme minimal de contrôle des eaux mais laisse à la compétence de chaque préfet (autorité des ARS) la charge d'établir un programme de contrôle sanitaire. Pour l'ARS 35, il a été défini un point minimum par réseau de distribution. Des points peuvent ensuite être ajoutés selon leur pertinence au regard de l'historique des dépassements connus. Le point doit être défini comme « stable » et représentatif de la qualité de l'eau distribuée. La fréquence de contrôle doit être « statistiquement appropriée » (Article R. 1321-39 du CSP).

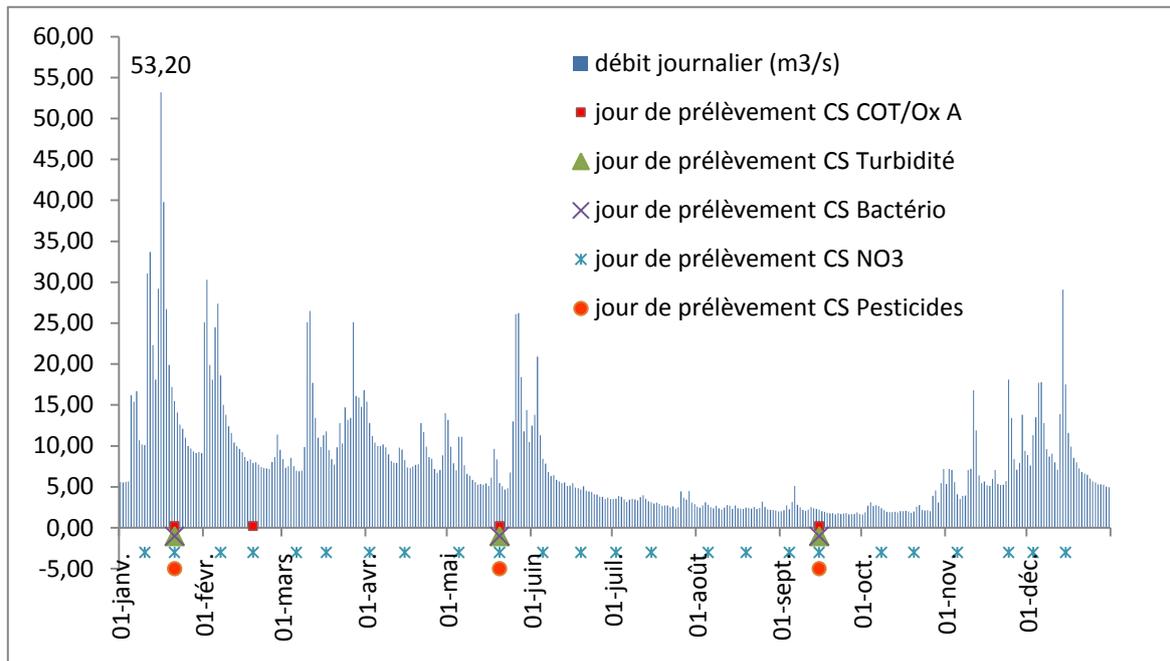
Exemple des UDI Antrain et Montfort-sur-Meu

Pour les UDI Antrain, Montfort-sur Meu, une étude de pertinence de la fréquence de contrôle a été réalisée entre les dates du contrôle sanitaire et le débit mesuré (Banque Hydro) de la rivière sur 3 ans (2007-2009). L'objectif étant d'évaluer si la fréquence est « statistiquement appropriée » ou adaptée à la capacité du contrôle sanitaire à rendre compte de la qualité des eaux.

Au regard des résultats obtenus après l'analyse statistique et de la recherche bibliographique, les paramètres choisis sont le COT, l'oxydabilité au permanganate (OxA), les nitrates, les pesticides, la turbidité et les paramètres microbiologiques. Ces paramètres sont ceux pour lesquels des concentrations élevées dans les eaux distribuées seraient susceptibles d'engendrer des risques pour la santé. L'oxydabilité au permanganate, ainsi que le COT qui tend à remplacer l'OxA, peuvent être ainsi des indicateurs de la formation de sous produits de désinfection dans les eaux traitées (Rodriguez et Sérodes, 2001). La fréquence de prélèvement varie alors de 4 par an pour le COT et les paramètres microbiologiques par exemple, à 2 par mois pour les nitrates (figure 9).

Si la fréquence de prélèvement est plus ou moins équitablement répartie entre les saisons dans l'année (Annexe XV), le détail journalier du contrôle annuel montre que les prélèvements coïncident très peu avec les événements météorologiques. Des 3 années considérées, 2008 a été celle au cours de laquelle le débit maximal de chacun des cours d'eau a été enregistré. La figure 9 illustre ce décalage entre les jours de prélèvements dans les eaux brutes d'Antrain et Montfort-sur-Meu et la survenue d'événements météorologiques susceptibles d'influencer la qualité des ressources:

a)



b)

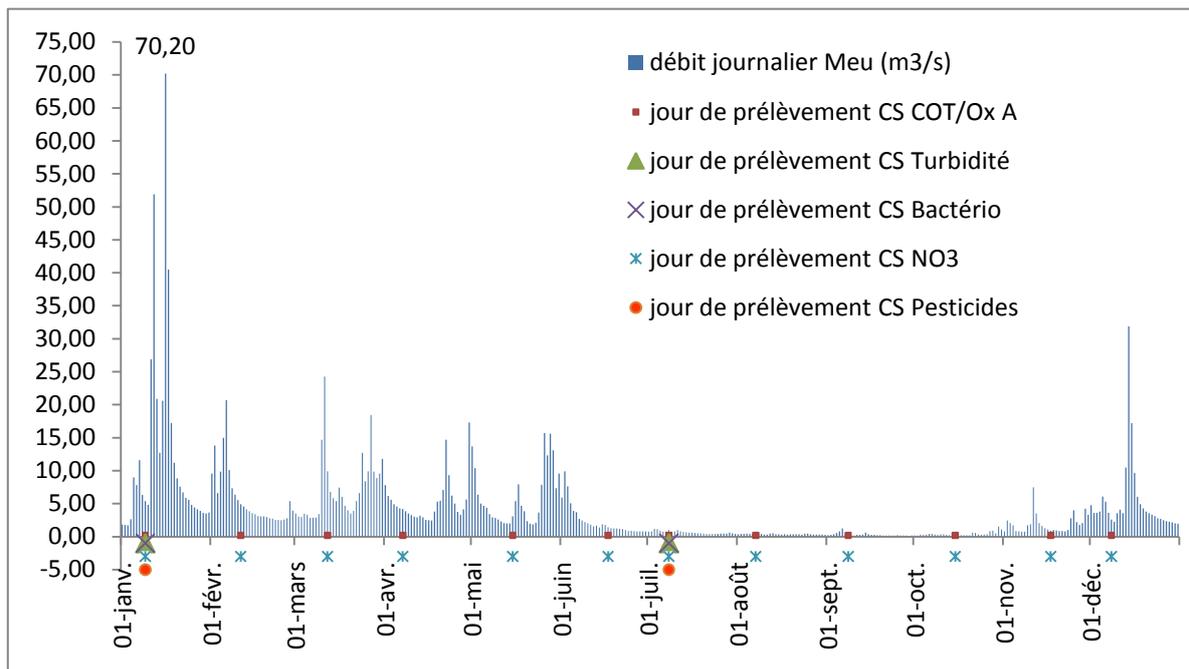


Figure 9 : Représentation de la fréquence de prélèvements pour le contrôle sanitaire (CS) de l'eau brute d'Antrain (a) et de Montfort-sur-Meu (b) en 2008 et des débits journaliers du Couesnon et du Meu

Le détail des prélèvements effectués montre par exemple qu'il y a eu sur le Meu un prélèvement le 9 janvier et un autre le 11 février alors que le débit maximal, 70,2 m³/s, est mesuré le 16 janvier soit une semaine après le premier prélèvement et près d'un mois avant

le deuxième. Le même constat est fait pour les prélèvements effectués sur le Couesnon, six jours séparent le premier prélèvement de janvier du jour où est mesuré le débit maximal (53,2 m³/s) et 5 jours, le sépare du prélèvement suivant.

Le tableau XI montre la répartition du nombre de prélèvements selon la classe de débit. Pour tous les paramètres, elle est égale par classe de débit (environ 1 prélèvement par période hydrologique). Cependant, il apparaît que les prélèvements surtout pendant les périodes de forts débits sont décalés par rapport aux maximums enregistrés. S'il est possible de négliger l'incidence des débits pour quelques jours d'écarts pendant les périodes d'étiage (débit minimum d'étiage Q min = 1,03 m³/s; débit au jour du prélèvement = 1,3 m³/s), il est difficile d'imaginer que l'incidence sur la qualité de l'eau d'un débit de 53 m³/s est la même que celui d'un débit de 15,5 m³/s. La dynamique d'une sécheresse étant plus lente que celle d'une pluie, il est possible d'envisager que l'impact sur la qualité de l'eau lors d'une sécheresse puisse être davantage anticipé par les exploitants.

Tableau XI : Nombre de prélèvements du contrôle sanitaire sur le Couesnon (eau brute Antrain) par paramètre pour chaque période hydrologique et débits mesurés correspondants (*données ARS 2008 et 2009*)

Année	Paramètres	Débits max et min mesurés (m ³ /s)	Faibles Q* Q < 4,6	Q intermédiaires	Forts Q Q >= 9,5
2008	COT/Ox A	Q min=1,65 Q max=53,2	1 (Q=2,2)	2	1 (Q=15,5)
	Turbidité/microbiologie		1 (Q=2,2)	1	1 (Q=15,5)
	Pesticides		1 (Q=2,2)	1	1 (Q=15,5)
2009	COT/Ox A	Q min=1,08 Q max=35,3	1 (Q=1,3)	1	1 (Q=18,0)
	Turbidité/microbiologie		1 (Q=1,3)	1	1 (Q=18,0)
	Pesticides		1 (Q=1,3)	1	1 (Q=18,0)

*Classes établies selon les données de fréquence quinquennale sèche et humide calculées par la Banque Hydro (Annexe XIII)

L'approche est toutefois différente pour les nitrates dont la fréquence de contrôle dans les eaux est plus élevée que celle des autres paramètres chimiques qui peuvent être tout aussi préjudiciables pour la santé.

4.1.2 A l'égard de l'autocontrôle

Contrairement au contrôle sanitaire dont le but général est de s'assurer de la conformité de l'eau distribuée aux consommateurs vis-à-vis des exigences réglementaires, l'autocontrôle assuré par les exploitants doit permettre de garantir en permanence la qualité de l'eau. L'objectif le plus important est de parvenir à détecter le plus rapidement toute variation d'un paramètre indicateur de la qualité de l'eau. Le producteur-distributeur est ainsi tenu de mettre en place un « plan de surveillance ». Celui-ci doit comporter les points d'application, les paramètres mesurés, les fréquences de mesure, les méthodes d'analyse utilisées, les moyens d'analyse (laboratoire, terrain,...), les références d'interprétation et les dispositions prévues en cas d'anomalies. Selon la réglementation, ces caractéristiques devraient être fonction d'éventuels risques identifiés, de la taille des installations et de la vulnérabilité de la ressource (article R. 1321-23 du CSP). Le producteur-distributeur doit alors pouvoir soumettre ce dispositif à un système de management qualité dès lors qu'il sollicite la substitution de cette surveillance à celle du contrôle sanitaire (DGS, 2007).

En Ile-et-Vilaine comme au niveau national, l'autocontrôle des petites et moyennes UDI repose sur des principes généraux définis par la réglementation. Chaque exploitant dispose d'une certaine marge de manœuvre dans la définition de son programme de surveillance. Selon l'exploitant la logique peut donc être différente. De façon générale, les fréquences d'autocontrôle sont « calquées » sur celles du contrôle sanitaire. Plus la taille de l'installation est importante et plus le nombre d'habitants desservis s'accroît, plus le programme de surveillance est conséquent. Pour certains paramètres (turbidité, pH...) qui rendent compte de l'efficacité du traitement mis en place, une mesure en continu peut être mise en place.

D'autres paramètres peuvent faire l'objet d'un suivi particulier en fonction de la sensibilité des exploitants vis-à-vis d'éventuels risques de pollutions sur la ressource. Le tableau XII présente à titre d'exemple, la comparaison entre le programme de surveillance des eaux brutes établi pour une grande UDI (>10000 habitants desservis) et pour trois UDI de moindre importance.

Tableau XII : Caractéristiques du programme de surveillance des eaux brutes des UDI Antrain, Montfort, Pays Coglais et Férel.

UDI	Férel	Antrain	Montfort-sur-Meu*	Pays du Coglais
Nom de la ressource	La Vilaine	Le Couesnon	Le Meu	La Loysance
Paramètres et fréquence de contrôle	en amont de la prise d'eau H **: Ammonium, Nitrate, P Total, PO4, Chlorure, MES, COD, COT, Nickel M : Potasse K+ Identification d'algues (1 fois/15 jrs) au niveau du pompage J : Température, pH, TAC, Nitrates, P Total, PO4, Chlorure, Fe, Mn, SO4, Turbidité, Absorbance UV, MES H : NH3, Potasse K+, NO2, COD, COT, Nickel, Famille de pesticides M (Avril à octobre) : Identification d'algues 6A : Microcystines Pluviométrie	Nitrates, COT, pesticides, turbidité, pH	Pesticides, bromures, chlorures, chlorophylle A, COT, nitrates, turbidité, pH	Nitrates, COT, pesticides, microbiologie, turbidité, pH
		1 fois/semaine à 1 fois par trimestre suivant les paramètres		
Mesures en continu	Mesure par UV de COT/NO ₃ Mesure des Hydrocarbures (SP 95, SP98), pesticides (Atrz, Diuron, Isoproturon), Chlorophylle a (en Été)	Absorbance UV	Absorbance UV	Absorbance UV

* Prise d'eau arrêtée à ce jour sur décision administrative.

** J : fréquence journalière ; M : mensuel ; H : hebdomadaire ; 6A : 6 fois pas an

Comme pour le contrôle sanitaire, le programme d'autosurveillance est relativement dense pour la grande UDI et plutôt simplifié pour les trois petites et moyennes UDI. Ainsi nos résultats montrent que la qualité de l'eau brute définie par les données recueillies ne semble pas être représentative de la qualité « réelle » de l'eau brute en particulier lors de forts débits consécutifs à des évènements pluvieux intenses.

4.2 Pertinence et faisabilité d'un autocontrôle amélioré de la qualité de l'eau

La définition d'une fréquence rend le contrôle systématique ce qui est incompatible avec les événements météorologiques qui ne sont pas pris en compte, et pose le problème de la représentativité des échantillons. A cela s'ajoute les incertitudes liées à l'analyse.

4.2.1 Une difficulté de représentativité

Cette notion de représentativité est appréciée de différentes façons selon le milieu. Dans les eaux souterraines, compte tenu des cinétiques de réaction et transfert lentes, des

échantillons prélevés sur de courtes périodes ne vont pas présenter de différences significatives (Gy, 2002 ; Quevauviller et Roy, 2007).

Par ailleurs, le contexte hydrogéologique du lieu du prélèvement va considérablement modifier la teneur des composés recherchés. La variabilité spatiale est donc importante pour les prélèvements d'eaux souterraines.

En revanche, les eaux superficielles sont des milieux réactifs aux effets externes (pluies, orages, rejets anthropiques, variation écologique liée à la température,...). Le moment pendant lequel a lieu le prélèvement va déterminer la nature des échantillons recueillis. De plus, les hétérogénéités et les usages du sol impliquent souvent une distribution aléatoire des composés transférés dans les eaux (Quevauviller, 2006). L'échantillonnage dans les eaux naturelles est donc un processus où les facteurs « temps » et « espace » sont prépondérants. Dans le cas des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, cette variabilité spatiale peut être négligée, le pompage de l'eau se faisant au fil de l'eau (eaux superficielles) et en un point précis.

Ce mémoire ne se propose pas de répondre à la question de l'échantillonnage qui reste un sujet à part entière mais vise à proposer des éléments pour tenir compte de cette variabilité temporelle notamment lors d'événements climatiques.

Dans le cadre du contrôle sanitaire, la pratique actuelle du contrôle de la qualité de l'eau est de constituer un prélèvement ponctuel d'eau qui est ensuite analysé en laboratoire. L'échantillonnage se compose ainsi en cinq grandes étapes : i) le prélèvement proprement dit ; ii) le stockage et le transport de l'échantillon ; iii) le prétraitement ; iv) la quantification et le traitement des données. La « perturbation » d'une des étapes peut avoir un impact non négligeable sur les résultats analytiques (Ghestem et Lachenal, 2008). Les temps de réponse longs la plupart du temps peuvent être un frein à la prise de décision en cas de pollution majeure (Gagnon et *al.*, 2007 ; Graveline et *al.*, 2010 ; Greenwood et *al.*, 2007).

La représentativité d'un échantillon, les évolutions éventuelles du milieu dans le temps et dans l'espace ou encore les méthodologies et les moyens techniques d'échantillonnage, sont des facteurs importants, qui peuvent ainsi générer des différences significatives entre des échantillons, supposés identiques. Il apparaît donc un besoin de méthodes complémentaires simples, rapides et d'outils permettant d'optimiser le temps nécessaire à la détermination des paramètres et de réduire également la modification échantillon dues au transport ou au stockage (Roig, 2007). Ces techniques sont d'autant plus importantes pour les petites unités de traitement qui sont davantage vulnérables à tout changement brusque dans la qualité de la ressource (Rose et Grimes, 2001).

4.2.2 Une nouvelle perspective pour l'autocontrôle de la qualité de l'eau : la mesure en continu

Les événements météorologiques notamment les fortes pluies sont des facteurs importants de la dégradation de la qualité des eaux en Ile-et-Vilaine comme ailleurs, la dégradation de la qualité de la ressource superficielle qui en résulte peut être très rapide. Ces modifications de qualité vont davantage perturber, contrairement aux grosses usines de traitement, le fonctionnement des plus petites. Une surveillance régulière voir continue de la ressource peut ainsi être envisagée pour anticiper ces changements et adapter le traitement. Outre cette notion « d'anticipation » des dangers, la mesure en continu permet de prendre en compte la variabilité temporelle de la qualité de l'eau évoquée par ailleurs. Ce type de surveillance ne serait alors efficace que si les résultats sont intégrés dans le système de fonctionnement des usines. Elle ne semble donc concevable que dans le cadre de l'autosurveillance.

Depuis l'article R.1321-24 du code de santé publique, la surveillance exercée par le PRPDE peut être reconnue par les autorités sanitaires à condition que celle-ci soit faite dans le cadre d'une démarche d'analyse de risques et de management qualité (DGS ; 2007). Le but de cette évolution réglementaire est ainsi d'améliorer la connaissance sur la qualité de l'eau et participe à consolider la prévention des risques et la sécurité sanitaire de l'eau distribuée à la population.

Dans le contexte des installations de traitement desservant les petites et moyennes UDI, les objectifs d'une surveillance en continu sont d'abord de documenter le plus précisément possible l'évolution de qualité des eaux dans un souci de traçabilité, afin que l'exploitant puisse réagir à terme à chaque événement perturbateur. Il peut éventuellement permettre de déterminer des tendances d'évolution et d'établir des mesures pour la prévention et la correction des tendances négatives.

a. Outils et méthodes analytiques disponibles

De nombreux outils basés sur de nouvelles techniques analytiques sont aujourd'hui disponibles pour le contrôle de la qualité de l'eau.

Il existe trois principales catégories de mesures : *in situ*, en ligne et hors ligne (Greenwood *et al.*, 2007 ; Roig, 2007 ; Storey *et al.*, 2011). La différence entre ces différentes méthodes est le processus d'échantillonnage mis en œuvre. Pour les mesures *in situ*, le dispositif est directement immergé et les données sont enregistrées ou transmises à un centre opérationnel ou un laboratoire. Les mesures hors-ligne nécessitent de prélever un échantillon qui est ensuite transporté vers un système d'analyse portatif soit en laboratoire,

comme dans le cadre d'une surveillance traditionnelle, soit directement sur le terrain. Dans le cadre de l'autosurveillance, c'est la mesure en ligne qui est préconisée.

L'appareil de mesure en continu est composé de plusieurs éléments et l'analyseur en est le principal. Les capteurs et les sondes sont les plus courants. Ils peuvent être utilisés pour plusieurs types de mesure mais le principe de mesure reste le même à savoir : « *la reconnaissance de la molécule d'intérêt* » (Roig, 2007). Différentes catégories de mesures sont ainsi possibles. Les paramètres physicochimiques (pH, température, conductivité, oxygène dissous, matière organique, nitrates, nitrites, ammonium, turbidité...) sont généralement mesurés par électrochimie ou par des méthodes optiques type spectrophotométrie ultra-violette (UV). Cette dernière est couramment utilisée pour mesurer en ligne la matière organique et les nitrates. Le spectre UV d'un échantillon, obtenu à l'aide d'un spectrophotomètre, représente la variation de l'absorbance pour les longueurs d'onde comprises entre 200 et 350 nanomètres (nm). Cette variation s'explique par la présence de molécules organiques possédant des liaisons insaturées, et qui constituent l'essentiel des matières oxydables. Les applications les plus connues concernent la mesure de nitrates et l'estimation de la matière organique (Thomas et Burgess, 2007). Les techniques colorimétriques peuvent également être utilisées pour mesurer les nutriments (nitrates, nitrites, ammonium et phosphates) mais sont peu sensibles.

Pour les micropolluants chimiques (organiques et minéraux), la mesure en ligne est possible pour certaines substances à l'aide de systèmes biologiques dont le principe consiste à détecter la présence de la molécule par la modification du comportement d'un organisme aquatique (Greenwood *et al.*, 2007 ; Roig 2007). Ces systèmes ont été développés initialement pour lutter contre les pollutions accidentelles mais sont envisageables dans le cas d'une surveillance lors de fortes pluies par exemple.

Concernant les mesures biologiques, très peu de mesures rapides existent. Quelques tests basés sur la mesure d'ATP (adénosine triphosphate) sont commercialisés et la mesure de turbidité peut être préconisée comme paramètre de substitution.

La turbidité rend compte de la présence dans une eau de matières en suspension dispersées ou à l'état colloïdal (argiles, limons...). Elle est donc l'un des paramètres qui détermine l'état physique de l'eau et les fortes pluies sont le principal facteur de son augmentation dans les eaux. La turbidité est souvent associée à la présence de microorganismes (bactéries, virus) dans l'eau, leur survie étant favorisée par l'adsorption sur des matières particulaires (Beaudeau *et al.*, 2010a ; Harper *et al.*, 2011). La mesure de la turbidité sur le terrain peut ainsi se substituer à la mesure de la qualité microbiologique de

l'eau permettant d'estimer le risque infectieux. Dans le traitement de l'eau, sa mesure en entrée et en sortie de station permet d'estimer l'efficacité du traitement mis en place.

En Annexe XVI sont répertoriés quelques paramètres pouvant faire l'objet d'une mesure en continu, les appareils utilisés et leurs principales caractéristiques techniques.

Ces installations relèvent généralement de la responsabilité des exploitants à condition que les méthodes de mesure soient validées. Une responsabilité qui peut toutefois être partagée, car la mise en place d'une station peut se faire à l'initiative d'une collectivité qui souhaite un niveau élevé de sécurité notamment dans le cadre de la mise en place des périmètres de protection et des déclarations d'utilité publique (DUP) qui les accompagnent.

b. Mise en place d'une station de surveillance en continu

Dans la mise en œuvre de la stratégie de mesure, l'exemple type n'existe pas. Elle doit être adaptée à chaque système. La démarche de base consiste à déterminer :

1. Le lieu d'échantillonnage : afin de prendre en compte les événements météorologiques, la surveillance doit être faite au niveau du pompage des eaux brutes en entrée de station de traitement.

2. Les paramètres à surveiller doivent être au minimum ceux spécifiés dans la réglementation et au mieux, fonction des risques locaux et de l'impact présumé de la météorologie sur la qualité de l'eau. Pour définir ces risques, l'exploitant devrait avoir des renseignements sur les activités présentes sur le bassin versant mais aussi des données hydrologiques. Ces données peuvent être :

- des données d'occupation du sol (activités agricoles, d'élevage, industrielles) ;
- des informations sur les pratiques agricoles (présence de cultures hydroponiques, épandage d'effluents d'élevage, utilisation de produits phytosanitaires) ;
- contexte hydrogéologique du site ;
- des données d'éventuels rejets de systèmes d'assainissements en amont du captage;
- des données d'écoulement du cours d'eau, de pluies annuelles et de débits caractéristiques du cours d'eau.

3. Les techniques d'analyse : le choix dépend de la capacité de maintenance et d'intervention allouées par l'exploitant. Dans des usines de traitement de moindre importance, le peu de personnel permanent nécessite un système de mesures opérationnel, automatisé et à moindre maintenance. De façon générale, les méthodes colorimétriques sont souvent écartées au profit des méthodes optiques pour ces raisons.

4. La fréquence d'échantillonnage

La boucle d'échantillonnage peut être programmée ou, dans le cas du suivi sur événements météorologiques, guidée par la mesure d'autres paramètres. Plusieurs systèmes sont possibles :

- Un déclenchement du prélèvement asservi à une mesure de pluviométrie
- Un déclenchement du prélèvement asservi à une mesure de débit ou de niveau d'eau du cours d'eau
- Un déclenchement du prélèvement asservi à la mesure d'un paramètre de qualité de l'eau

Le prélèvement ainsi effectué pourrait être utilisé pour des analyses en laboratoire. Ces résultats fourniraient à l'exploitant des données lui permettant une meilleure compréhension des phénomènes qui affectent la qualité de l'eau.

Dans le tableau XIII sont proposées quelques solutions pratiques.

Tableau XIII : Quelques exemples de solutions envisageables de prélèvements automatique avec asservissement sur paramètre physico-chimiques, pluviométrie ou niveau d'eau avec leurs avantages et leurs inconvénients pour un suivi sur événement climatique de la qualité de l'eau brute

Solutions		Matériels	Avantages	Inconvénients
Prélèvement automatique avec asservissement	Paramètre(s) physico-chimique(s)	- Sonde multiparamètres/Sondes monoparamètre/capteur UV - Préleveur automatique - Flacons+ Batteries + Module GSM	Déclenchement du prélèvement pour un dépassement de seuil de la valeur d'un paramètre représentatif de la dégradation de la qualité de l'eau par temps de pluie	- Choix du paramètre en adéquation avec le type de cours d'eau - Entretien sonde - Etalonnage fréquent
	Pluviomètre	- Pluviomètre à augets - Préleveur automatique - Flacons+ Batteries + Module GSM	- Déclenchement du prélèvement pour une intensité pluviométrique donnée/ - Entretien limité du pluviomètre (1 fois/2mois) - Pas de nécessité d'étalonnage régulier	Sensibilité aux averses intenses
	Niveau d'eau	- Sonde multiparamètres - Préleveur automatique - Flacons+ Batteries+ Module GSM	Déclenchement du prélèvement pour un dépassement de seuil du niveau d'eau du cours d'eau	Nécessite une conversion pour la mesure du débit

Les résultats fournis par la station de mesure en continu devraient être reliés au pilotage de l'usine. Le pilotage peut porter sur le dépassement de la valeur d'un paramètre jugé critique vis-à-vis de la « potabilisation ». Un taux élevé en matière organique détecté par la station de surveillance que l'installation de clarification n'est pas à même d'éliminer, arrêterait le pompage de l'eau brute par exemple.

Pour que ces systèmes fonctionnent de manière optimale, il est nécessaire de fixer des valeurs seuils. Cette détermination se fait là aussi sur la connaissance que l'exploitant a de l'hydrologie du secteur, des périodes à risques et de l'impact de ceux-ci sur la qualité de l'eau. Sachant que lors de fortes pluies, l'impact va être plus rapide que lors d'une sécheresse, l'acquisition de données historiques fiables est alors primordiale.

D'une façon plus conceptuelle, il serait possible à partir des données historiques d'établir des relations empiriques entre la qualité de l'eau et les événements climatiques et d'identifier sur la base des valeurs limites (références et limites de qualité) les périodes à risque afin de prendre dans ces cas des mesures appropriées (figure 10).

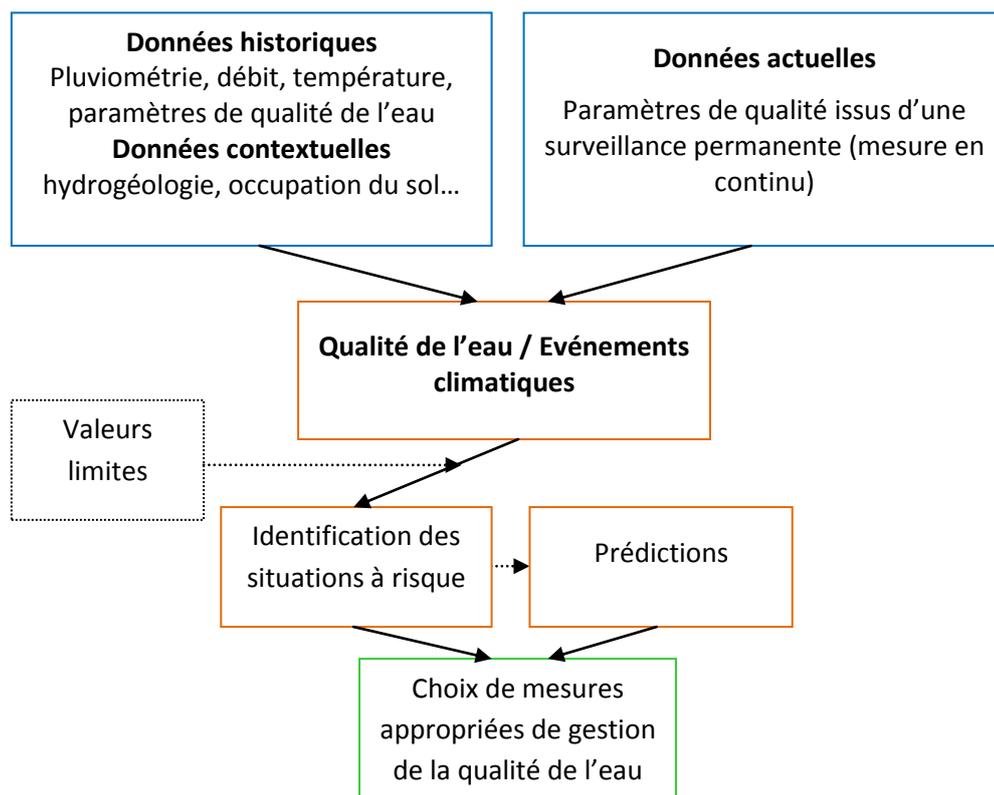


Figure 10 : Schéma conceptuel de la démarche de gestion de la qualité de l'eau face aux événements climatiques

c. Coûts et bénéfices d'une surveillance améliorée

Le principal bénéfice qu'il faut noter dans le choix des collectivités ou des exploitants à améliorer la surveillance de l'eau est évidemment la minimisation des risques et la protection de la santé des populations. Le risque est défini par la probabilité d'occurrence d'un événement et sa gravité. Dans le cas d'événement climatique, il est possible de faire des prévisions sur les périodes de retour des crues par exemple ou tout simplement de prévoir la météo, mais des incertitudes existent. Le seul moyen est donc d'en atténuer les effets. Cette anticipation est d'autant plus importante que la gestion d'une crise peut s'avérer coûteuse pour la collectivité et surtout pour l'exploitant.

De façon générale, la mise en place d'une station de mesures en continu dépend du niveau de performance des capteurs et du nombre de modules qui la constituent. Pour les mesures simples type pH, conductivité, oxygène dissous, turbidité... il faut compter 1000 à 1500 € par capteur soit environ 6000 € pour la conception de la station hors bâti. Pour des mesures plus complexes comme celle du COT ou les micropolluants, le coût peut s'élever à environ 20 k€ voire plus. Le coût opératoire évoqué par certains fabricants est de 100€ à quelques centaines d'euros par an pour la mesure d'une dizaine de paramètres par UV par exemple. Ces investissements peuvent paraître importants mais sans doute moindre par rapport à ceux de la gestion d'une crise sanitaire. D'autant plus que le CSP prévoit par l'article R.1321-17 que le financement des analyses d'investigation en cas de crise soit pris en charge par les exploitants, un coût qui peut peser dans le budget de l'exploitation d'une petite unité de production.

Outre ces aspects de gestion de crise, l'anticipation d'une forte charge de polluant en amont de l'usine par exemple peut permettre d'optimiser le fonctionnement de la filière de traitement et diminuer ainsi les coûts d'exploitation.

Malgré ces atouts, de nombreux freins à l'utilisation de ces outils existent. Le premier étant la difficulté évoquée par les autorités de valider analytiquement les données acquises pour s'assurer de leur fiabilité. Leur utilisation est alors très encadrée par la réglementation. D'autres inconvénients techniques comme la sensibilité des mesures vis-à-vis de certains paramètres globaux (matière organique) ont été rapportés. Ces outils devraient donc être évalués au cas par cas dans leur contexte d'utilisation.

4.3 Autres voies d'amélioration

Les recommandations accompagnant l'abandon de la révision de la DEP suggèrent de favoriser la transposition d'expériences efficaces menées dans certaines régions. Dans ce contexte, l'évaluation de la pertinence d'outils émergents de gestion de risque est également intéressante.

4.3.1 Retour et transposition d'expériences

- Châteauneuf-sur-Sarthe

Dans ses objectifs, la DCE préconise un recensement des masses d'eaux utilisées comme captage d'eau destinée à la consommation humaine et un respect pour ces eaux des dispositions de qualité sanitaire. Elle entend ainsi créer un cadre de gestion commune pour la reconquête de l'état des masses d'eau et la préservation des eaux destinées à la consommation humaine. Cette volonté de conciliation entre les deux directives est réitérée par les recommandations émises dans les conclusions de la révision de la DEP. Le programme de surveillance établi dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE devrait donc être un outil de protection supplémentaire pour les eaux destinées à la consommation humaine.

Dans de nombreuses régions de France, des dispositions sont prises par les autorités sanitaires pour lutter contre les pollutions diffuses et les pollutions accidentelles dans un objectif de reconquête de la qualité des cours d'eau impulsé par la DCE. Ces dispositions comprennent généralement la surveillance permanente du cours d'eau. Celle-ci peut être la mise en place d'une station d'alerte ou de mesure en continu.

C'est le cas de la prise d'eau sur la Sarthe de l'usine de Châteauneuf-sur-Sarthe qui alimente 3391 habitants dans le département du Maine-et-Loire (chiffre ARS Pays de Loire). Suite à la vulnérabilité constatée de cette prise d'eau face aux pollutions en matières organiques et en pesticides, la collectivité a décidé un plan d'action visant à limiter ces pollutions (Programme de lutte contre les pollutions 2010-2012 Pays de Loire). Celui-ci a eu pour effet la rénovation de l'usine (ajout d'un traitement d'affinage) et la sécurisation de la prise d'eau par la mise en place d'analyseurs en continu. Dans ce même contexte, la construction d'une nouvelle usine à Miré (Morannes) a été décidée par les différents acteurs de l'eau du département. Une station de mesure en continu a également été mise en place. L'un des points intéressants notés est que le pilotage de l'usine et le pompage de l'eau brute sont asservis à la mesure en continu des paramètres de qualité.

Cette expérience est l'une des premières en France qui concerne une petite UDI et montre qu'il est possible d'allier surveillance de la ressource en eau et exploitation de l'usine. Elle pourrait être ainsi être transposée à d'autres sites.

- **Outil de GEstion des Risques Sanitaires (OGERIS)**

La France a par ailleurs, anticipé l'intégration voulue des WSP, préconisés par l'OMS, dans la directive 98/83/CE. L'Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE) a développé en 2008-2009 OGERIS, un outil développé sur Excel à destination des petites UDI, permettant d'identifier et de hiérarchiser les points critiques vis-à-vis du risque microbiologique (Jacob *et al.*, 2010). L'outil a été testé sur 15 sites pour juger de la faisabilité d'application pour l'exploitant. Sa version finalisée est aujourd'hui disponible gratuitement en téléchargement sur le site de l'ASTEE.

Sur le terrain, le constat qui a été fait lors de ce stage est que certains exploitants n'en avaient pas connaissance. Il serait alors utile d'assurer le déploiement effectif de cet outil et de documenter un retour d'expérience pour les UDI qui l'ont utilisé. Il pourrait également ensuite être éventuellement élargi au risque chimique.

4.3.2 Système d'aide à la décision : une solution ?

Dans la mise en œuvre de la DCE, une approche importante de qualification de l'état des masses d'eau a été proposée. Cette approche, basée sur la détermination des objectifs de qualité environnementale et la définition des mesures d'intervention, a vu émerger des systèmes d'aide à la décision (SAD) jusqu'à lors proposés dans d'autres domaines (Greco *et al.*, 2007). Cette démarche suggère un cadre conceptuel qui intègre les données quantitatives et qualitatives qui permettent aux autorités une prise de décision immédiate (Mirauda *et al.*, 2011).

Un système d'aide à la décision est un système d'information qui supporte la prise de décision. Un système d'information géographique en est un exemple assez illustratif. Dans le contexte du contrôle de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, l'objectif d'un SAD serait d'identifier l'événement à risque suffisamment tôt pour que l'opérateur (l'exploitant) puisse intervenir soit dans l'exploitation de l'usine soit dans la surveillance afin de protéger la santé du consommateur. Dans ce contexte, deux niveaux de réaction pourraient être envisagés en paramétrant les alertes météorologiques transmises par Météo France sur un poste de contrôle de l'usine éventuellement relié au téléphone portable de l'opérateur :

- i. Alerte 1 vigilance forte pluie, tempête, orage

ii. Alerte 2 vigilance crue

Chacune de ces alertes engendreraient deux niveaux de réaction par action sur le pilotage de l'usine et/ou par modification de la fréquence de contrôle de la qualité de l'eau sur l'eau brute et en sortie de station de traitement. Une schématisation est proposée par la figure 11.

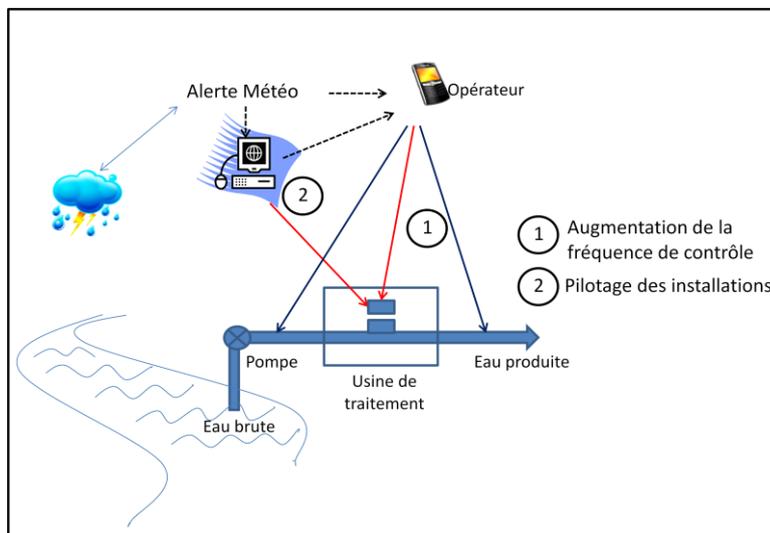


Figure 11 : Schématisation d'un dispositif de surveillance de la qualité de l'eau avec système d'aide à la décision

Dans le cadre du projet ERA coordonné par le LERES, la proposition d'un SAD constitue la dernière phase du projet. En cours d'élaboration, il pourra prendre en compte les informations issues de ce mémoire. Ces systèmes en sont à leurs prémises et nécessiteraient des expérimentations sur le terrain avec des opérateurs afin d'évaluer leur pertinence.

Toutefois, il est illusoire de penser qu'un SAD sera en mesure de régler tous les problèmes liés à la gestion de la qualité de l'eau lors d'événements climatiques. Mais il sera sans doute important de mieux évaluer les possibilités que ce type d'outil peut offrir dans le contexte de la gestion de la qualité de l'eau des petites et moyennes unités de distribution en particulier et plus généralement dans le management de la sécurité sanitaire de l'eau destinée à la consommation humaine notamment dans la perspective de l'adaptation aux changements climatiques.

Conclusion

Au regard des préoccupations liées à la qualité de l'eau des petites et moyennes unités de production-distribution en France comme en Europe, l'objectif de ce mémoire a été de proposer des outils pour une meilleure stratégie de contrôle de la qualité des eaux adaptées aux enjeux de ces unités surtout lors d'événements climatiques et donc de maîtrise des contaminations microbiologiques et chimiques générées par ces événements.

La conclusion de la première partie de ce travail qui décrit le contexte de la gestion de l'eau en Ille-et-Vilaine et établit sur une période de dix ans un bilan de la qualité de l'eau des petites et moyennes unités de distribution dans ce département, montre que les petites et moyennes unités de distribution sont plus fréquemment concernées par les dépassements chimiques et en particulier les nitrates. Ce n'est pas le cas des dépassements microbiologiques, dont la fréquence semble indépendante de la catégorie d'unité de distribution. A l'issue de la deuxième partie qui dresse un état des connaissances sur l'évolution du climat et l'impact des événements climatiques sur la qualité de l'eau en Ille-et-Vilaine, les résultats obtenus pour quatre petites et moyennes unités de distribution montrent l'accroissement notamment lors de fortes pluies, de la matière organique, des nitrates et des microorganismes dans les eaux brutes et une tendance à la hausse des nitrates dans les eaux distribuées. De l'étude de la pertinence des différents contrôles (contrôle sanitaire et autocontrôle) faite dans la troisième partie, il ressort que la surveillance actuellement mise en place pour les petites et moyennes unités de distribution ne permet pas de rendre compte de la qualité « réelle » des eaux. Il se pose alors le problème de la représentativité des données ainsi acquises pour caractériser les contaminations auxquelles ces unités peuvent être sujettes surtout lors d'événements climatiques. Dans ce cas, la nécessité d'un contrôle efficace qui allierait surveillance permanente, outil de gestion des risques et système d'aide à la décision est à prendre en compte.

Ces constats militent pour la mise en œuvre de réflexions prospectives considérant les événements climatiques comme facteur de dégradation de la qualité de l'eau. De nombreux exploitants ont aujourd'hui conscience de ces problèmes. Mais il apparaît nécessaire que l'administration prenne mieux en compte l'impact des événements climatiques dans la gestion de l'eau. De façon générale, la réglementation est utile en ce sens que, elle peut être modifiée dans un délai bref et s'adapter ainsi rapidement aux variations de la conjoncture environnementale.

Bibliographie

- AGRESTE – DRAAF Bretagne, 2011. Statistique agricole annuelle 2010
http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf_R5311A06.pdf
- Aguilar E., Peterson T.C, Ramirez Obando P., Frutos R., Retana J.A., Solera M., *et al.*, 2005. Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003. *J. Geophys. Res.*, Vol. 110, 2005
- Alterholt T.B., LeChevalier M.W., Norton W.D., Rosen J.S., 1998. Effect of rainfall on giardia and cryptosporidium. *J. Am. Water Works Assoc.*, 90, 66–80.
- Aramini J., McLean M., Wilson J., Holt J., Copes R., Allen B., *et al.*, 2000. Drinking water quality and health care utilization for gastrointestinal illness in Greater Vancouver. *Canada Communicable Disease Report*; 26 : 211–214
- Arheimer B., Andreásson J., Fogelberg S., Johnsson H., Pers C.B., Persson K., 2005. Climate change impact on water quality : model results from southern Sweden. *Ambio*; 34(7) : 559–66.
- Bartram J., Corrales L., Davidson A., Deere D., Drury D., Gordon B., Howard G., Rinehold A., Stevens M., 2010. Plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau. Manuel de gestion des risques par étapes à l'intention des distributeurs d'eau de boisson Genève : OMS - Organisation Mondiale de la Santé, International Water Association, 108 p.
- Bates B.C., Kundzewicz Z.W., Wu S., Palutikof J.P., 2008. Climate change and water. Geneva: Technical paper of the Intergovernmental Panel on Climate change IPCC
- Beaudeau P., De Valk H., Vaillant V., Mannschott C., Tillier C., Mouly D., Ledrans M., 2008. Lessons learned from ten investigations of waterborne gastroenteritis outbreaks, France, 1998–2006. *J Water Health.*, 06.4 : 491-503.
- Beaudeau P., Le Tertre A., Zeghnoun A., 2010a. Qualité de l'eau distribuée en ville basse du Havre et ventes des médicaments utilisés pour le traitement des gastro-entérites 1997-2000 : une étude écologique temporelle. *InVS*, 45 p.
- Beaudeau P., Valdes D., Mouly D., Stempfelet M., Seux R., 2010b. Natural and technical factors in faecal contamination incidents of drinking water in small distribution networks, France, 2003–2004: a geographical study. *J Water Health.*, 08.1 : 20-34.

Bloomfield J.P., Williams R.J., Goody D.C., Cape J.N., Guha P., 2006. Impacts of climate change on the fate and behaviour of pesticides in surface and groundwater—a UK perspective. *Sci Total Env*; 369 :163–77.

Brient L., Lengronne M., Bormans M., Fastner J., 2008. Short communication : first occurrence of Cylindrospermopsin in freshwater in France. *Environ Toxicol*; 24(4) : 415–420.

Bretagne environnement, 2011

<http://www.bretagne-environnement.org/Sous-sol/Le-contexte-breton/L-histoire-geologique>

<http://www.bretagne-environnement.org/Air-et-climat/Le-climat-breton/Un-climat-a-la-douceur-oceanique>

Bulletin qualiteau 35, 2010. Bulletin n°27 - année hydrologique 2008-2009 consulté en août 2011

Code de la santé publique, Août 2011 : Chapitre 1er du Titre II du Livre III relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles Articles L.1321-1 à L.1321-10 et R.1321-1 à R.1321-66 transposant la directive 98/83/CE (<http://www.legifrance.gouv.fr>) consulté en août 2011

Curriero F. C., Patz, J. A., Rose, J. B., and Lele, S. 2001. The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948–1994. *Am. J. Public Health.*, 91, 1194–1199.

Dandin P., Météo-France 2006. « Évolution du climat et sécheresses »

Daufresne M., and Boët P., 2007. Climate change impacts on structure and diversity of fish communities in rivers. *Glob Chang Biol*; 13 : 2467–2478.

Daures M., Bellali H., Bidet G., Mouly D., 2011. Rapport d'investigation d'une épidémie de gastro-entérites aiguës d'origine hydrique à Pérignat-lès-Sarliève, Puy-de-Dôme. Juin-juillet 2010. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire. 43 p.

Davison A., Howard G., Stevens M., Callan P., Fewtrell L., Deere D., et al., 2005. Water safety plans : managing drinking-water quality from catchment to consumer. Geneva - World Health Organization, 235 p

Delpla I., Jung A.-V., Baures E., Thomas O., 2009. Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production. *Environ. Int*, 35, 8, 1225-1233.

Delpla I., Baures E., Jung A.V., Clement M., and Thomas O., 2011. Issues of drinking water quality of small scale water services towards climate change. *Water Sci. Technol.*, 63, 2, 227-232.

De Toni A., Touron-Bidilis A., Wallet F., 2009. Effet du changement climatique sur les micro-organismes aquatiques pathogènes : quelques exemples. *ERS*; 8 : 311-21.

Direction Générale de l'Environnement Décision comité de révision, Février 2011. Meeting of the committee under Article 12 of Directive 98/83/EC (Directive of the European Parliament and of the Council of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption) Brussels, 22 February 2011. Ref: DG ENV.D2/HB D (2011)

Direction Générale de la Santé-DGS; 2007. Guide relatif à la prise en compte de la surveillance dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine

DGS, 2008. Rapport du Ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative. Bilan qualité de l'eau en France 2005–2006, 66 p.

http://www.eaufrance.fr/IMG/pdf/bilanqualite_05_06-3.pdf

Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Journal officiel des communautés européennes L330/32 du 5 décembre 1998

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:FR:PDF>

Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Journal officiel L337 du 22 décembre 2000. p1

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2000L0060:20090625:FR:PDF>

Directive 2003/4/CE Parlement européen et du Conseil du 28 janvier 2003 concernant l'accès du public à l'information en matière d'environnement. Journal officiel de l'Union européenne L41/26 du 14 février 2003

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:041:0026:0026:FR:PDF>

Ducharne A., Baubion C., Beaudoin N., Benoit M., Billen G., Brisson N., *et al.*, 2007. Long term prospective of the Seine river system: confronting climatic and direct anthropogenic changes. *Sci Total Environ*, 375 : 292–311

Dura G., Pándics T., Kádár M., Krisztalovics K., Kiss Z., Bodnár J., Asztalos A., Papp E., 2010. Environmental health aspects of drinking water-borne outbreak due to karst flooding: case study. *J Water Health*, 08.3, 513-520

EPA-Environmental Protection Agency (EPA), Juillet 1999. National Characteristics of Drinking Water Systems Serving Populations Under 10000

Fiche cours d'eau Sandre

http://services.sandre.eaufrance.fr/Courdo/Fiche/client/fiche_courdo.php?CdSandre=J0--0150#bogus

[consulté en août 2011]

Gagnon B., Marcoux G., Leduc R., Pouet M.-F., Thomas O., 2007. Emerging tools and sustainability of water-quality monitoring. *TrAC*, Vol. 26, No. 4. 308-314

GIEC, 2008. Rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sur le changement climatique et l'eau. 237 p.

Ghestem J.P., et Lachenal J., 2008. *Incertitude sur l'échantillonnage et le prélèvement d'eaux : synthèse bibliographique*. BRGM/ RP-56885-FR

Graveline N., Maton L., Lückge H., Rouillard J., Strosser P., Palkaniete K., Rinaudo J-D., Taverne D., Interwies E., 2010. An operational perspective on potential uses and constraints of emerging tools for monitoring water quality. *TrAC*, Vol. 29, No. 5, 378-384

Greco M., Mirauda D., Ostoich M., Marchese D., Pilat K., 2007. Integrity model for surface waters as decision support system: methodological proposal according to Directive 2000/60/EC. *Ecological Chemistry and Engineering*, vol. 14, n. 12. Poland: Opole University ; p. 1241–54

Greenwood R., Mills G.A., Roig B., 2007. Introduction to emerging tools and their use in water monitoring. *TrAC*, Vol. 26, No. 4, 263-267

Gy P., 2002. *Échantillonnage*. [P 220] Techniques d'analyse

Harper S.L., Edge V.L., Schuster-Wallace C.J., Berke O., and. McEwen S.A., 2011. Weather, Water Quality and Infectious Gastrointestinal Illness in Two Inuit Communities in Nunatsiavut, Canada: Potential Implications for Climate Change. *Int. Assoc. Ecol. Health*, DOI: 10.1007/s10393-011-0690-1

Heather A., MacIver D., Klaassen D., 2004. Heavy rainfall and waterborne disease outbreaks : the walkerton example. *J. Toxicol. Environ. Health, Part A.*, 67 : 1879–1887

Hoxie N.J., Davis J.P., Vergeront J.M., Nashold R.D., Blair K.A., 1997. Cryptosporidiosis-associated mortality following a massive waterborne outbreak in Milwaukee, Wisconsin. *Am. J. Public Health.*, 87, 2032–2035.

Hrudey S.E., 2009. Chlorination disinfection by-products, public health risk tradeoffs and me. *Water Res*; 43 : 2057-2092

Hrudey S.E., and Hrudey E.J., 2004. *Lessons from Recent Outbreaks in Affluent Nations* Pages: 514

Insee, 2011

http://www.insee.fr/fr/insee_regions/bretagne/themes/octantinf/octinf9/octinf9.pdf [consulté en Juillet 2011]

Jacob S., Schryve P., Gran-Aymerich L., 2010. Maîtriser le risque microbiologique dans les petites unités de distribution d'eau. Ogeris : un outil de gestion préventive. TSM n°12 Décembre 2010, p68

Jöhnk K.D., Huisman J., Sharples J., Sommeijer B., Visser P. M. and Stroom J.M., 2008. Summer heatwaves promote blooms of harmful Cyanobacteria. *Global Change Biol.*, 14, 495–512.

Komatsu E., Fukushima T., Harasawa H., 2007. A modeling approach to forecast the effect of long-term climate change on lake water quality. *Ecol Model*; 209 :351–66.

LEMA Loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000649171> [consulté en août 2011]

Lisle J.T., Rose J.B., 1995. Cryptosporidium contamination of water in the USA and UK: A minireview. *J. Water SRT-Aqua.*, 44, 103–117.

Lissemore L., Hao C., Yang P., Sibley P.K., Mabury S., Solomon KR., 2006. An exposure assessment for selected pharmaceuticals within a watershed in Southern Ontario. *Chemosphere*; 64 : 717–29.

Mackenzie W.R., Hoxie N.J., Proctor M.E., Gradus S., Blair K.A., Peterson D.E., Kazmierczak J.J., Addiss D.G., Fox K.R., Rose J.B., David J.P., 1994. A massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply. *N. Engl. J. Med.*, 331, 161–167.

Middelkoop H., Daamen K., Gellens D., Grabs W., Kwadijk J.C.J., Lang H., Parmet B.W.A.H., Schädler B., Schulla J., Wilke, 2001. Climatic change impact on hydrological regimes and water resources management in the Rhine basin. *Climatic Change*, 49, 105–128.

Ministre de la santé et des solidarités. 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. Journal Officiel, n°31 du 6 février 2007, page 2180 texte n° 17

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000465574&dateTexte>
[consulté en août 2011]

http://www.ineris.fr/aida/?q=consult_doc/consultation/2.250.190.28.4.13389/docoid=2.250.190.28.8.13388#Annexe_II) [consulté en août 2011]

Mirauda D., Ostoich M., 2011. Surface water vulnerability assessment applying the integrity model as a decision support system for quality improvement. *Environmental Impact Assessment Review*; Volume 31, Issue 3, P 161-171

Monteith D.T., Stoddard J.L., Evans C.D., de Wit H.A., Forsius M., Høgåsen T., *et al.*, 2007. Dissolved organic carbon trends resulting from changes in atmospheric deposition chemistry. *Nature*; 450 : 537– 541.

Nichols G., Asgari N., Verlander N.Q., Charlett A., 2009. Rainfall and outbreaks of drinking water related disease and in England and Wales. *J Water Health.*, 7(1), 1-8.

OMS, 2008. Guidelines for Drinking-water Quality Third Edition Incorporating The First and Second Addenda Volume 1 Recommendations

OMS, 2010. Small-scale water supplies in the pan-European region- Background • Challenges • Improvements

OMS, 2011. Guidelines for Drinking-water Quality Fourth Edition

OMS-UN, 19 May 2009. Small scale water supplies– Report on the workshop on water safety in small scale supplies in the European

ONERC - Observatoire national des effets du réchauffement climatique, 2007. Changement climatique et risques sanitaires en France. Paris

ONERC - Observatoire national des effets du réchauffement climatique, 2010. Changement climatique coûts des impacts et pistes d'adaptation

Oppel J., Broll G., Löffler D., Meller M., Römbke J., Ternes Th., 2004. Leaching behaviour of pharmaceuticals in soil testing systems: a part of an environmental risk assessment for groundwater contamination. *Sci Total Environ*; 328 : 265–73.

Pascal M., Mai 2010. Impacts sanitaires du changement climatique en France – Quels enjeux pour l'InVS ? Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, 54 p.

http://www.invs.sante.fr/publications/2010/impact_sanitaire_changement_climatique/impact_sanitaire_changement_climatique_rapport.pdf

Patz J.A., McGeehin M.A., Bernard S.M., 2000. The potential health impacts of climate variability and change for the United States: Executive summary of the report of the health sector of the U.S. National Assessment. *Environ. Health Perspect.*, 108, 367–376.

Pédrot M., Dia A., Davranche M., Bouhnik-Le Coz M., Henin O., Gruau G., 2008. Insights into colloid mediated trace element release at the soil/water interface. *J Colloid Interface Sci*; 325 :187–97.

Pfister L., Kwadijk J., Musy A., Bronstert A., Hoffman L., 2004. Climate change, land use change and runoff prediction in the Rhine–Meuse basins. *River Research and Applications*, 20, 229–241.

Probst M., Berenzen N., Lentzen-Godding A., Schulz R., 2005. Scenario-based simulation of runoff related pesticide entries into small streams on a landscape level. *Ecotox Environ Safe*; 62 :145–59.

Programme de lutte contre les pollutions 2010-2012 Pays de Loire - Rapport de la Mission Interservices de l'eau de Maine-et-Loire

Quevauviller Ph., 2006. *Métrologie en chimie de l'environnement*. Tec. & Doc. éditeur, 2nd édition, Paris.

Quevauviller Ph., et ROY S., 2007. *Quality assurance of groundwater monitoring, Groundwater Science and Policy*. RSC Publishing, p. 378-401

Renaud J-L., Noilhan J., Gillet M., Huc M., Begni G., 2002. « Changement climatique et impact sur le régime des eaux en France », ministère de l'Ecologie et du développement durable, Mission interministérielle de l'effet de serre

Rodriguez M J., and Sérodes J-B., 2001. Spatial and temporal evolution of trihalomethanes in three water distribution systems. *Wat. Res*; Vol. 35, No. 6, pp. 1572–1586

Roig B., 2007. Mesure sur site pour l'analyse rapide de la qualité de l'eau. *Techniques de l'ingénieur*, P 3900.

Rose J.B., Daeschner S., Easterling D.R., Curriero F.C., Lele S., Patz J.A., 2000. Climate and waterborne disease outbreaks. *J. Am. Water Works Assoc.*, 9, 77–87.

Rose J.B., and Grimes D.J., 2001. Reevaluation of Microbial Water Quality: Powerful New Tools for Detection and Risk Assessment. Washington, DC, American Academy of Microbiology.

Rothwell J.J., Evans M.G., Daniels S.M., Allott T.E.H., 2007. Baseflow and stormflow metal concentrations in streams draining contaminated peat moorlands in the Peak District National Park (UK). *J Hydro*; 341 : 90–104.

Roux J-C. (éd.), 2006, *Aquifères et eaux souterraines en France*, Orléans : Brgm, 479 p.

Soh Y.C., Roddick F., Van Leeuwen J., 2008. The future of water in Australia: The potential effects of climate change and ozone depletion on Australian water quality, quantity and treatability. *Environmentalist*, 28, 158–165.

Solomon S., Quin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B. *et al.*, 2007. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change - IPCC. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Storey M.V, Van der Gaag B., Burns B.P., 2011. Advances in on-line drinking water quality monitoring and early warning systems. *Water Research*; 45, 741-747

Thèse Ianis Delpla, soutenance prévue en décembre 2011, « les Changements environnementaux et l'augmentation du carbone organique dissous (COD) : Implications en santé publique ».

Thomas E., 2005. Rapport BRGM- Géologie succincte du massif armoricain

Thomas M.K., Charron D.F., Waltner-Toews D., Schuster C., Maarouf A.R., Holt J.D., 2006. A role of high impact weather events in waterborne disease outbreaks in Canada, 1975–2001. *Int. J. Env. Health Res.*; 16 :167–180

Thomas O., Burgess C., 2007. UV-visible spectrophotometry for water and wastewater analysis. Elsevier, Amsterdam, 360 p.

Van Vliet M.T.H., Zwolsman J.J.G., 2008. Impact of summer droughts on the water quality of the Meuse river. *J. Hydrol.*, 353, 1-17

Zwolsman J.J.G., Bokhoven A.J.V., 2007. Impact of summer droughts on water quality of the Rhine River - a preview of climate change? *Water Sci. Technol.*, 56 (4), 10

Liste des tableaux

Tableau I : Principales caractéristiques des unités de distribution retenues pour évaluer l'impact des événements climatiques sur la qualité de l'eau	16
Tableau II : Catégorisation des UDI et population desservie par catégorie en Ille-et-Vilaine	17
Tableau III : Nombre, taux et fréquence des non-conformités selon sa nature (microbiologique ou chimique) en fonction de la catégorie d'UDI en Ille-et-Vilaine entre 2001-2010 (données ARS 2011)	19
Tableau IV : Fréquence de dépassement (bactériologique et chimique) et taux de NC par nature de la selon le type de la ressource et par catégorie d'UDI en Ille-et-Vilaine entre 2001-2010	20
Tableau V : Synthèse bibliographique des paramètres de la qualité de l'eau impactés par les événements climatiques	28
Tableau VI : Valeurs caractéristiques des corrélations entre des paramètres de qualité de l'eau et le débit de la ressource (eau brute UDI d'Antrain)	30
Tableau VII : Petites et Moyennes UDI alimentées par des eaux de surface et présentant des NC chimiques entre 2001 et 2010 (Données ARS)	32
Tableau VIII : Distribution des non-conformités chimiques constatées dans les eaux distribuées (2001-2010) selon la classe de débits de la Loisançe	33
Tableau IX : Proposition de gradation relative du risque sanitaire selon le type de ressource en eau	35
Tableau X : Programme de prélèvement et d'analyse dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux brutes, des eaux produites et distribuées par les petites et moyennes unités de distribution	36
Tableau XI : Nombre de prélèvements du contrôle sanitaire sur le Couesnon (eau brute Antrain) par paramètre pour chaque période hydrologique et débits mesurés correspondants	39
Tableau XII : Caractéristiques du programme de surveillance des eaux brutes des UDI Antrain, Montfort, Pays Coglais et Férel.	41
Tableau XIII : Quelques exemples de solutions envisageables de prélèvements automatique avec asservissement sur paramètre physico-chimiques, pluviométrie ou niveau d'eau avec leurs avantages et leurs inconvénients pour un suivi sur événement climatique de la qualité de l'eau brute	46

Liste des figures

Figure 1 :	Réseau hydrographique simplifié de l'Ille-et-Vilaine	11
Figure 2 :	Distribution des UDI par catégorie et selon la nature de la ressource (ESU : Eaux superficielles, ESO : Eaux souterraines, EMI : Eaux mixtes) en Ille-et-Vilaine	18
Figure 3 :	Représentation de la fréquence des NC (toute catégorie d'UDI) selon la nature de la ressource et de la NC (microbiologique ou chimique) en Ille-et-Vilaine entre 2001 et 2010	20
Figure 4 :	Evolution des températures moyennes, minimales et maximales annuelles entre 1983 et 2009 (station Météo France de Rennes Saint –Jacques)	25
Figure 5 :	Evolution du cumul annuel des pluies à Broualan (Antrain) et à Rennes Saint Jacques entre 1983 et 2009	25
Figure 6 :	Evolution du nombre de jours de fortes pluies pour Antrain et Rennes Saint-Jacques entre 1983 et 2009	26
Figure 8 :	Evolution des concentrations en nitrates dans les eaux brutes et des débits du Couesnon entre 2007 et 2009	31
Figure 7 :	Relation entre les débits et la concentration en carbone organique total (a) et en nitrates (b) (eau brute UDI d'Antrain)	31
Figure 9 :	Représentation de la fréquence de prélèvements pour le contrôle sanitaire (CS) de l'eau brute d'Antrain (a) et de Montfort-sur-Meu (b) en 2008 et des débits journaliers du Couesnon et du Meu	38
Figure 10 :	Schéma conceptuel de la démarche de gestion de la qualité de l'eau face aux événements climatiques	47
Figure 11 :	Schématisation d'un dispositif de surveillance de la qualité de l'eau avec système d'aide à la décision	51

Liste des annexes

Annexe I : Extrait des annexes I et II de l'arrêté du 11 janvier 2007	I
Annexe II : Extrait des conclusions du comité de révision de la Directive Eau Potable	V
Annexe III : Situation géographique du département d'Ille-et-Vilaine	VII
Annexe IV : Carte géologique simplifiée du département d'Ille-et-Vilaine	IX
Annexe V : Cartographie des zones inondables en	XI
Annexe VI : Schéma simplifié d'alimentation en eau potable	XIII
Annexe VII : Quelques événements climatiques exceptionnels enregistrés en Ille et Vilaine	XV
Annexe VIII : Organisation territoriale de la gestion de l'eau en Ille-et-Vilaine	XVII
Annexe IX : Liste des Unités de distribution en Ille-et-Vilaine	XIX
Annexe X : Position des stations météorologiques en Ille-et-Vilaine	XXI
Annexe XI : Caractéristiques des stations météorologiques de Rennes Saint-Jacques et de Broualan	XXIII
Annexe XII : Localisation des bassins versants du Meu et du Couesnon et position des ouvrages de traitement d'eau	XXV
Annexe XIII : Débits caractéristiques du Meu, du Couesnon et de la Loisançe	XXIX
Annexe XIV : Relations entre les coliformes thermotolérants, les entérocoques, la conductivité et le débit du Couesnon mesuré au jour du prélèvement	XXXI
Annexe XV : Représentation de la fréquence de prélèvements pour le contrôle sanitaire de l'eau brute d'Antrain (a) et de Montfort-sur-Meu (b) entre 2007 et 2009 et des débits journaliers du Couesnon et du Meu	XXXIII
Annexe XVI : Caractéristiques et principe de mesure de quelques appareils de mesure en ligne	XXXIV

Annexe I : Extrait des annexes I et II de l'arrêté du 11 janvier 2007

(Journal Officiel, n°31 du 6 février 2007, page 2180 texte n° 17)

Limites de qualité

Paramètres microbiologiques

Paramètres	Limites de qualité	Unités
Escherichia coli	0	/100 ml
Entérocoques	0	/100 ml

Paramètres chimiques

Paramètres	Limites de qualité	Unités
Acrylamide	0,10	µg/l
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
Cadmium	5,0	µg/l
Chlorure de vinyle	0,5	µg/l
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
Fluorures	1,5	mg/l
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	0,1	µg/l
Mercure total	1,0	µg/l
Microcystine-LR	1	µg/l
Nickel	20	µg/l
Nitrates	50	mg/l
Nitrites	0,50	mg/l
Pesticides (par substance individuelle)	0,10	µg/l
Aldrine, dieldrine, heptachlore, heptachlorépoxyde (par substance individuelle)	0,03	µg/l
Total pesticides	0,50	µg/l
Plomb	10	µg/l
Sélénium	10	µg/l
Tétrachloroéthylène et trichloroéthylène	10	µg/l
Total trihalométhanes (THM)	100	µg/l
Turbidité	1	NFU

Références de qualité

Paramètres microbiologiques

Paramètres	Références de qualité	Unité
Bactéries coliformes	0	/100 ml
Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	0	/100 ml
Numération de germes aérobies revivifiables à 22°C et à 37°C	Variation dans un rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle	/

Paramètres chimiques

Paramètres	Références de qualité	Unité
Aluminium total	200	µg/l
Ammonium	0,1	mg/l
Carbone organique total	2	mg/l
Oxydabilité au permanganate de potassium mesurée après 10 minutes en milieu acide	5	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
Chlorures	250	mg/l
Conductivité	≥180 et ≤ 1000 ou ≥200 et ≤ 1100	µS/cm à 20°C µS/cm à 25°C
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	µg/l
Manganèse	50	µg/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)	≥6,5 et ≤ 9	unités pH
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
Turbidité	0,5 2	NFU

*Fréquences annuelles des prélèvements d'échantillons d'eau
et d'analyses d'eau aux points de mise en distribution et d'utilisation*

POPULATION DESSERVIE	DÉBIT m ³ /j	FRÉQUENCE ANNUELLE			
		P1	P2 (*)	D1 (**)	D2 (***)
De 0 à 49 habitants	De 0 à 9	1	Entre 0,1 et 0,2	Entre 2 et 4	Entre 0,1 et 0,2
De 50 à 499 habitants	De 10 à 99	2	Entre 0,2 et 0,5	Entre 3 et 4	Entre 0,2 et 0,5
De 500 à 1 999 habitants	De 100 à 399	2	1	6	1
De 2 000 à 4 999 habitants	De 400 à 999	3	1	9	1
De 5 000 à 14 999 habitants	De 1 000 à 2 999	5	2	12	2
De 15 000 à 29 999 habitants	De 3 000 à 5 999	6	3	25	3
De 30 000 à 99 999 habitants	De 6 000 à 19 999	12	4	61	4
De 100 000 à 149 999 habitants	De 20 000 à 29 999	24	5	150	5
De 150 000 à 199 999 habitants	De 30 000 à 39 999	36	6	210	6
De 200 000 à 299 999 habitants	De 40 000 à 59 999	48	8	270	8
De 300 000 à 499 999 habitants	De 60 000 à 99 999	72	12	390	12
De 500 000 à 624 999 habitants	De 100 000 à 125 000	100	12	630	12
Supérieur ou égal à 625 000 habitants	Supérieur ou égal à 125 000	144	12 (****)	800 (*****)	12 (****)

(*) L'analyse de type P2 est à réaliser en complément d'une analyse de type P1.

(**) 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.

(***) L'analyse de type D2 est à réaliser en complément d'une analyse de type D1.

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

(*****) Pour cette catégorie, 3 analyses supplémentaires doivent être réalisées par tranche supplémentaire de 1 000 m³/j du volume total.

*Fréquences annuelles des prélèvements d'échantillons d'eau
et d'analyses d'eau prélevée à la ressource*

DÉBIT (m ³ /jour)	FRÉQUENCE ANNUELLE	
	RP	RS
Inférieur à 10	0,2 (*)	0,5 (*)
De 10 à 99	0,2 (*)	1
De 100 à 1 999	0,5 (*)	2
De 2 000 à 5 999	1	3
De 6 000 à 19 999	2	6
Supérieur ou égal à 20 000	4	12

(*) 0,2 et 0,5 correspondent respectivement à une analyse tous les 5 ans et tous les 2 ans.

Dispositions complémentaires concernant les eaux douces superficielles :

Outre la recherche des paramètres microbiologiques pour l'analyse de type RS mentionnée dans le tableau 1 de l'annexe I, il est procédé :

- a) A une recherche annuelle de salmonelles (dans cinq litres d'eau) ;
- b) A une recherche de bactéries coliformes dans les conditions suivantes ;
 - une fois par an pour un débit inférieur à 6 000 m³/jour ;
 - deux fois par an pour un débit compris entre 6 000 m³/jour et 20 000 m³/jour ;
 - quatre fois par an pour un débit supérieur à 20 000 m³/jour.

Annexe II : Extrait des conclusions du comité de révision de la Directive Eau Potable

(Référence: DG ENV.D2/HB D (2011))

4. Report by the Commission on conclusions about the need for a revision of the Drinking Water Directive, not least with a view to its obligations under article 11(1) of the Directive, and
5. Discussion on the way forward

The Commission shortly introduced the issue, referring

- to the obligation by the Commission under articles 11(1) of the Directive to regularly review drinking water quality standards in the light of scientific and technical progress, and to make where appropriate proposals for amendments to the European Parliament and the Council,
- to the comprehensive consultation process involving Member States, the scientific community including the World Health Organisation, stakeholders and NGOs.

The following aspects have been assessed in this process:

1. Validity of the parameters and values for drinking water quality;
2. Coherence with other water legislation adopted since 1998, in particular the Water Framework Directive;
3. Data exchange and reporting, in particular with a view to reduce administrative burden (Water Information System for Europe 'WISE');
4. Improved quality compliance for drinking water from small supplies, and risk-based approach for more effective quality control.

Conclusions by the Commission are at this stage

- No legislative revision of the Directive under the ordinary legislative procedure (article 289 TFEU¹) is required.
- However, increased implementation and enforcement efforts are required to ensure safe drinking water in particular in smaller supplies.
- Technical adaptations e.g. of annex II (monitoring) and annex III (analysis) are possible through delegated acts (article 290 TFEU) or implementing acts (article 291 TFEU).

Parameters and values for drinking water quality:

The Commission underlined that the quality standards established in the Directive would reflect best available current scientific knowledge and the precautionary principle, as not least underlined by the most recent edition of the Drinking Water Guidelines by the World Health Organisation². It also recalled that the Directive establishes a core set of parameters of importance throughout the EU (cf. recital 12, articles 4 and 5), whilst obliging Member States to set values for additional parameters not included in Annex I where the protection of human health within its national territory or part of it so requires (article 5(3)).

compliance of smaller supplies with drinking water quality standards, at an informal and at a formal level.

Informal level

The Commission intends to develop, jointly with Member States and water suppliers, a Best Practices and Guidance Document, bringing together experience and achievements of Member States and regions on a risk management-based approach for more effective quality control⁶. To that aim, the Commission has commissioned a consultancy contract to assemble, in cooperation with Member States, the available knowledge and experience. The resulting working document will be presented and discussed in a workshop (autumn 2011) with Member States' experts, stakeholders and NGOs. Further discussion and development aims at endorsement of the document by this Committee, followed by targeted promotion in regions and Member States. On the legal basis, the Commission underlined that the document should, similar to the "Guidance document on reporting under the Drinking Water Directive 98/83/EC" endorsed in May 2007, represent a common understanding but not establish a legally binding opinion of the parties involved.

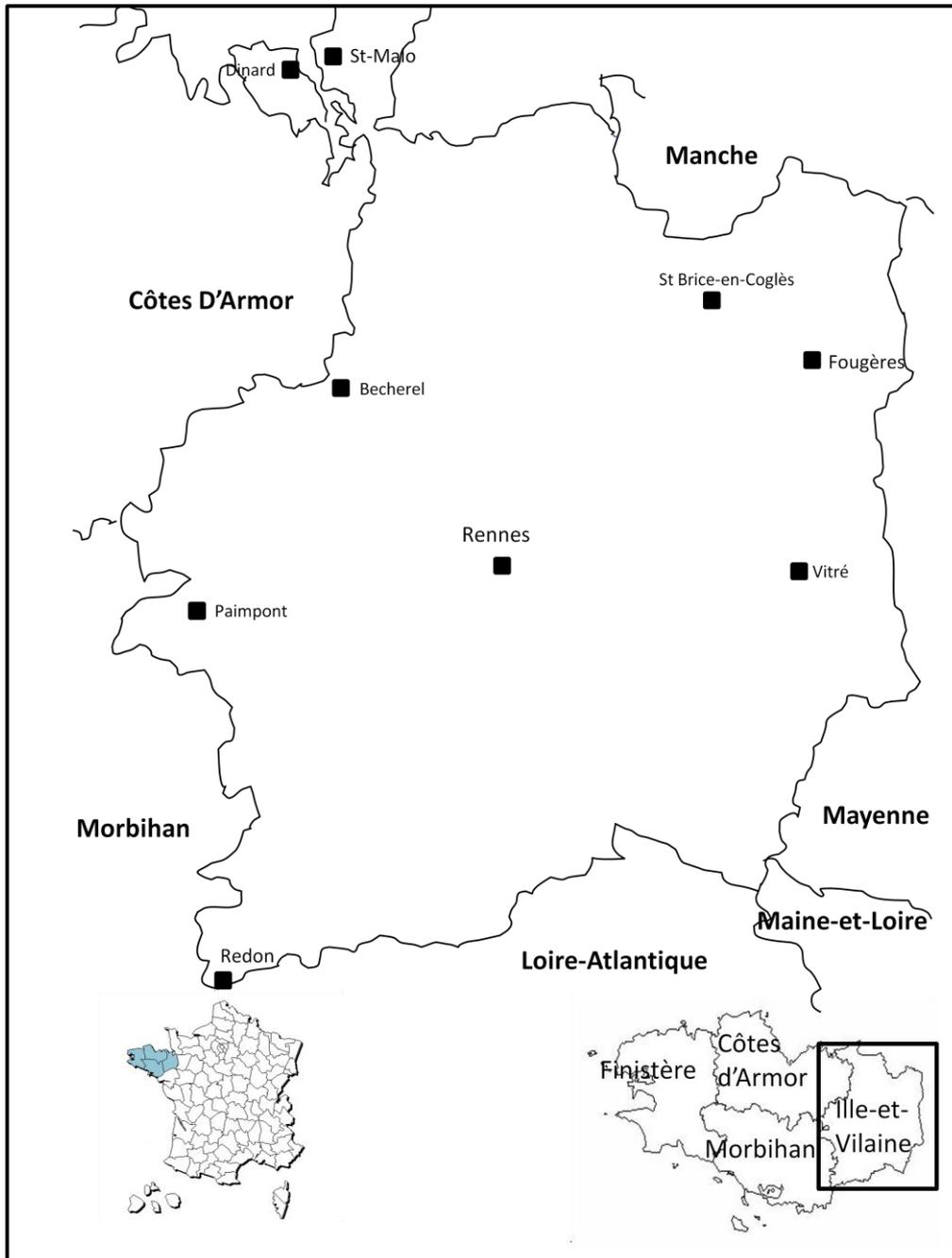
Contributions by Member States' delegations supported this intention, committing cooperation in the process to come.

Several delegations supported as well development of a Best Practices and Guidance Document on larger supplies (>5000 consumers). The Commission invited comments on the latter in writing by 31 March 2011.

Formal level

The Commission intends to take enhanced formal enforcement action where appropriate, based on the Drinking Water Directive and the cooperation obligations by Member States under article 4(3) of the Treaty on European Union. To that aim, it will request from Member States the monitoring data for 2010 of smaller water supplies within the scope of the Directive (i.e. water supplies exceeding 10 m³ a day as an average or serving more than 50 persons). Based on assessment of monitoring results, the Commission will engage in bilateral contacts with Member States where problems have been identified, where appropriate against the legal background of articles 258 and 260 TFEU.

Annexe III : Situation géographique du département d'Ille-et-Vilaine

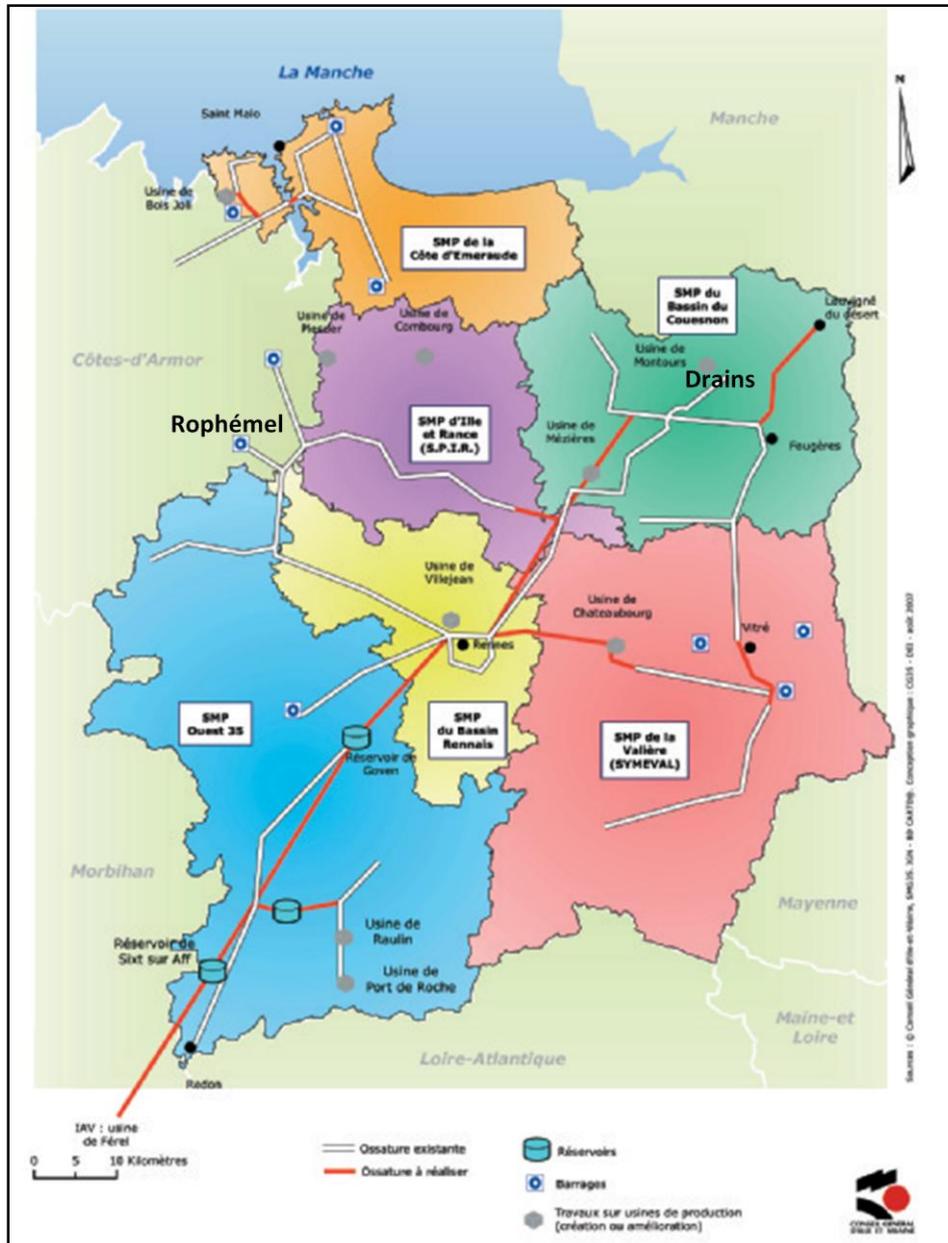


Annexe IV : Carte géologique simplifiée du département d'Ille-et-Vilaine
(Source : Conseil Régional de Bretagne)



- Marais, alluvions, sable
- Massif granitique et cristallin
- Schistes gréséo-argileux briovériens
- Calcaire
- Schistes (formations sédimentaires du paléozoïque)
- Grès armoricain

Annexe VI : Schéma simplifié d'alimentation en eau potable
 du département d'Ille-et-Vilaine
 (Source : Conseil général d'Ille-et-Vilaine)



Annexe VII : Quelques événements climatiques exceptionnels enregistrés en Ille et Vilaine

(Source : Météo France et Bretagne-environnement)

Dates/périodes	Lieux d'enregistrement	Evénements
1949	Rennes	Forte chaleur : température extrême > 38,4 °C sous abri
Du 01/06 au 31/08/1976	Rennes	Fortes chaleurs : 63 jours chauds et 22 très chauds
22/07/1982	Maure-de-Bretagne	Pluie excessive : 130,2 mm
De 1984 à 1987	Rennes	Hivers successifs rigoureux : minimum enregistré à -15°C
29/06/1992	Monterfil	Pluie excessive : 130 mm de pluie en 1h dont 40 mm en 12 min
Deuxième quinzaine de janvier 1995	Rennes-Saint-Jacques	Fortes pluies : 70 mm/ jour
1996	Rennes	Sècheresse : 14 mm de pluies cumulées sur 3 mois
Fin décembre 1999	Pays de Dol	Inondation et tempêtes
2000-2001	Rennes	Inondations : pluies continues 740 mm d'octobre 2000 à mars 2001
Eté 2003	Ille et Vilaine	Sècheresse : températures entre 30 et 40 °C
01/05/2007	Tinténiac	Pluie excessive : 96,7mm en une journée
01/10/2007	Louvigné-Du-Désert	Pluie excessive : 98,1mm en une journée
25/05/2010	Pleurtuit	Pluie excessive : 108,6 mm en une journée

Annexe VIII : Organisation territoriale de la gestion de l'eau en Ile-et-Vilaine

(Source : Syndicat Mixte de Gestion 35)



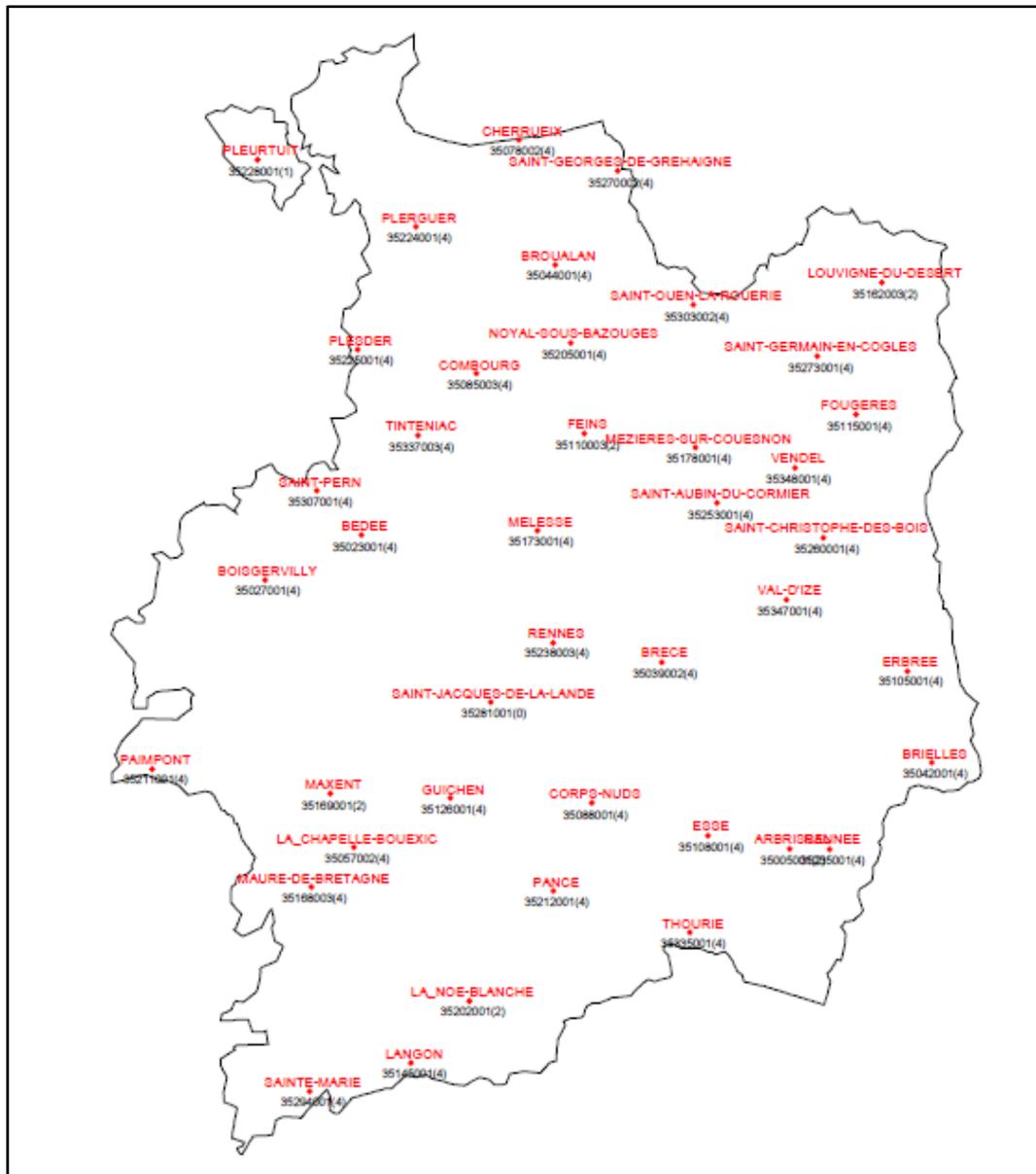
Annexe IX : Liste des Unités de distribution en Ile-et-Vilaine
(Source : ARS – DT 35)

INS - Code	INS - Nom	Nature de la ressource	production (m³/an)	UDI - Population - Décret
19	ACIGNE	ESU	210000	5785
26	ANTRAIN	ESU	570000	6944
32	ARGENTRE DU PLESSIS	ESU	177500	4021
36	AUBIGNE FEINS MONTREUIL	ESO	136000	3673
54	BEAUFORT	ESU	1926000	44025
62	BEAUFORT LANDAL	ESU	399000	9379
77	CESSON SEVIGNE	ESU	870000	15627
90	RENNES	ESU	10150000	209613
102	BRUYERES LES FRAUX	EMI	121000	5305
109	BRUYERES SAINT SENOUX	ESO	140000	3850
112	BRUYERES ST MALO DE PHILY	EMI	580000	15727
132	FORET THEIL GROUSSINIÈRE CITE	ESO	170000	3438
134	FORET THEIL GROUSSINIÈRE SYM	EMI	575000	13158
137	FORET THEIL CITE	ESO	731000	14367
140	FORET THEIL SYMEVAL	ESU	750000	14475
160	CHATEAUBOURG PLES B GRANGE	ESU	760000	12625
164	CHATEAUBOURG LA GRANGE	ESU	340000	5669
166	CHATEAUBOURG SYMEVAL	ESU	1210000	21492
184	CHESNE	ESO	235000	4936
186	CHESNE FOUGERES	EMI	47500	1990
189	CHESNE SMPBC	EMI	209000	2303
194	PAYS COGLAIS	ESU	250000	6614
202	PAYS COGLAIS ANTRAIN	ESU	55000	1681
207	PORT DE ROCHE ARZAL	ESU	239000	5368
209	PORT DE ROCHE	ESO	343500	7686
220	REDON	ESU	870000	9601
229	MONTAUBAN LANDUJAN	ESO	1125000	12738
230	MONTAUBAN LA SAUDRAIS	ESO	208000	3760
231	MONTAUBAN MEDREAC	ESO	427000	5799
244	SIVOM LOUVIGNE LA BAZOUGE	ESU	330000	7962
262	FORET PAIMPONT ETANG BLEU	EMI	213000	3899
263	FORET PAIMPONT LE TERTRE	ESO	415500	9388
264	FORET PAIMPONT LA CHAPINAIS	ESO	71500	1748
282	GUIPRY MESSAC	ESO	270000	5670
292	TINTENIAC	EMI	786500	17103
305	MOTTE AUX ANGLAIS TINTENIAC	EMI	148500	3896
306	MOTTE AUX ANGLAIS	ESO	177500	4229
317	VALLEE DU COUESNON	EMI	340000	8999
322	RIVE GAUCHE DE LA RANCE	ESU	600000	10839
330	DINARD	ESU	760000	10644
338	SAINT LUNAIRE	ESU	163000	2307
347	COMBOURG	ESO	207000	4623
348	COMBOURG TINTENIAC	EMI	23000	600
355	MOTTE AUX ANGLAIS MARCILLE	ESO	34000	783
362	FOUGERES	EMI	1250000	20941
373	LECOUSSE	EMI	130000	2932

Annexe IX (suite) : Liste des Unités de distribution en Ile-et-Vilaine

INS - Code	INS - Nom	Nature de la ressource	production (m³/an)	UDI - Population - Décret
383	VALLEE DU BEUVRON	ESO	35000	719
388	PARIGNE LANDEAN	ESO	92000	2503
402	CHAPELLE JANSON LAIGNELET	EMI	125000	2245
407	CHESNE DOMPIERRE LUITRE	ESO	105000	1793
410	HAUTE VILAINE	ESU	150000	3567
416	MAURE MERNEL	ESO	230000	5807
424	PAYS BAIN DE BRETAGNE	ESO	310000	7144
425	PAYS BAIN DOM GRD FOU NOE BLAN	ESO	180000	4158
436	ROPHEMEL	ESU	606500	17308
446	LILLION	ESO	832500	21277
447	LILLION HERMITAGE	EMI	524000	5705
461	REGION SUD RENNES	EMI	1330000	31150
462	REGION SUD RENNES RENNES SH	ESU	670000	14957
466	REGION DE PACE	ESU	630000	15646
475	REGION NORD RENNES	EMI	1500000	38025
477	REGION NORD RENNES THORIGNE	ESU	300000	7399
481	CHANTEPIE VERN	ESU	626000	15539
483	SAINT JACQUES	ESU	440000	9642
484	RHEU	ESU	273000	5170
492	MONTFORT SUR MEU	ESU	640000	5600
496	MONTERFIL LE VERGER	ESO	92500	2456
500	PERTRE	EMI	76500	1310
508	SAINT AUBIN D'AUBIGNE SPIR	EMI	219000	5105
518	LIFFRE	EMI	420000	6646
528	SAINT AUBIN DU CORMIER	ESO	133000	3523
533	VAL IZE	ESO	131000	2829
534	VAL IZE GRANGE	ESU	110500	2183
544	MONTAUTOUR GUERINIERE	ESO	15000	255
546	MONTAUTOUR PRINCE	ESO	158000	3325
587	SAINT AUBIN D'AUBIGNE	ESO	334000	8959
623	BRUYERES RENNES SUD	ESU	20000	500
799	MONTFORT PAIMPONT	EMI	50000	428
802	SAINT MALO	ESU	2800000	49000
803	PAYS COGLAIS SAINT BRICE	ESU	450000	2655
804	LILLION OUEST 35	ESU	117000	3150
806	BRUYERES LOHEAC	ESO	227000	3718
807	PERTRE SYMEVAL	ESU	3500	64
815	FORET THEIL LAMEE	ESO	170000	5680
936	TINTENIAC BECHEREL	EMI	112000	1915
938	TINTENIAC LE ROCHER	ESO	174500	4840
951	VAL IZE LIVRE	EMI	58500	1441
975	VITRE	ESU	1390000	16156
977	MONTAUTOUR LA GRANGE	ESU	100000	2062
978	PAYS COGLAIS FOUGERES	EMI	150000	4229
1004	MAURE MERNEL PAIMPONT	ESO	18000	499
1362	CHATEAUBOURG PLES B SYMEVAL	ESU	570000	9357
1414	PAYS COGLAIS CROIX-MADAME	ESO	/	5017

Annexe X : Position des stations météorologiques en Ile-et-Vilaine
(source Météo France)



Annexe XI : Caractéristiques des stations météorologiques de Rennes
Saint-Jacques et de Broualan (*Source Météo France*)

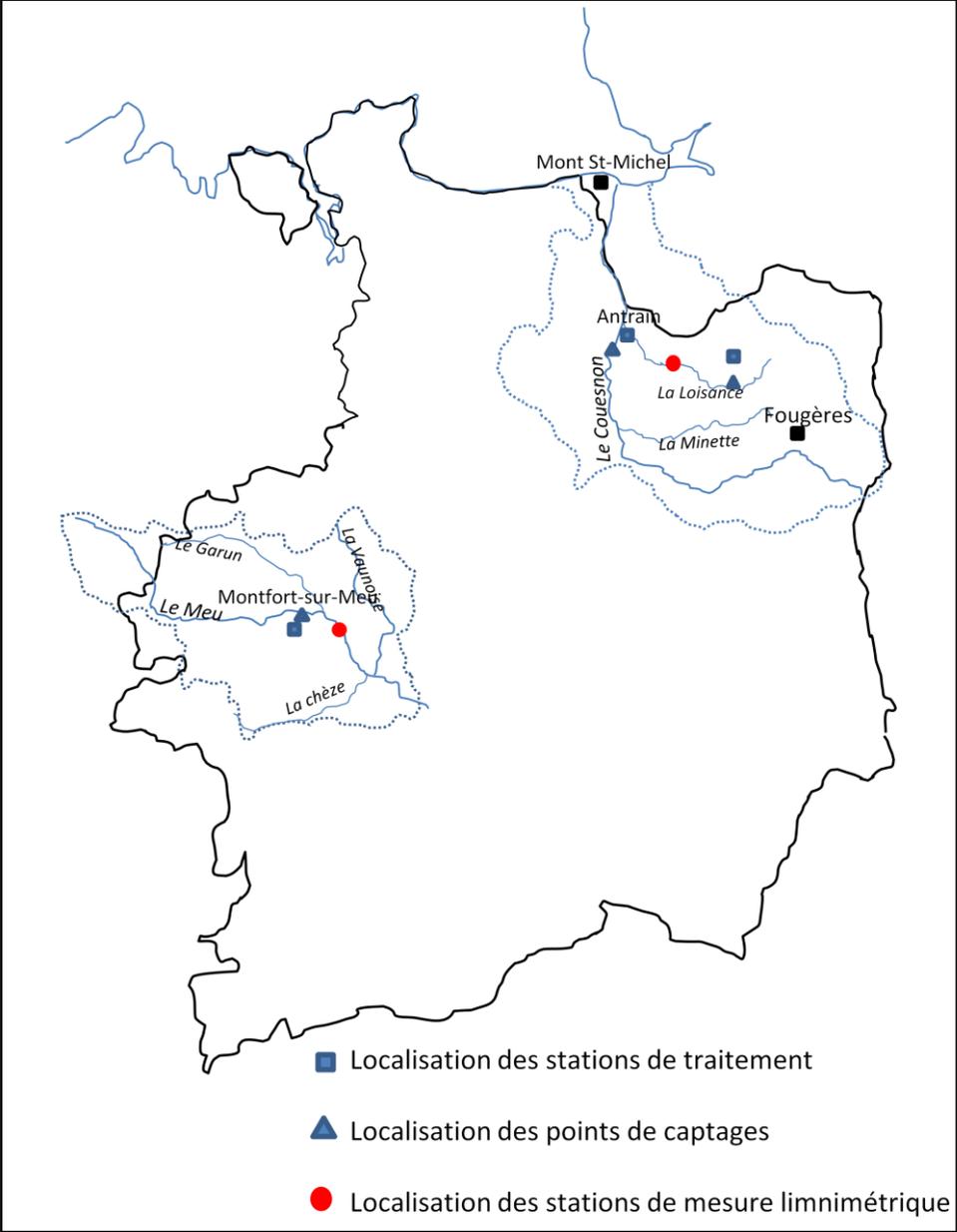
Station Météorologique de Rennes Saint-Jacques

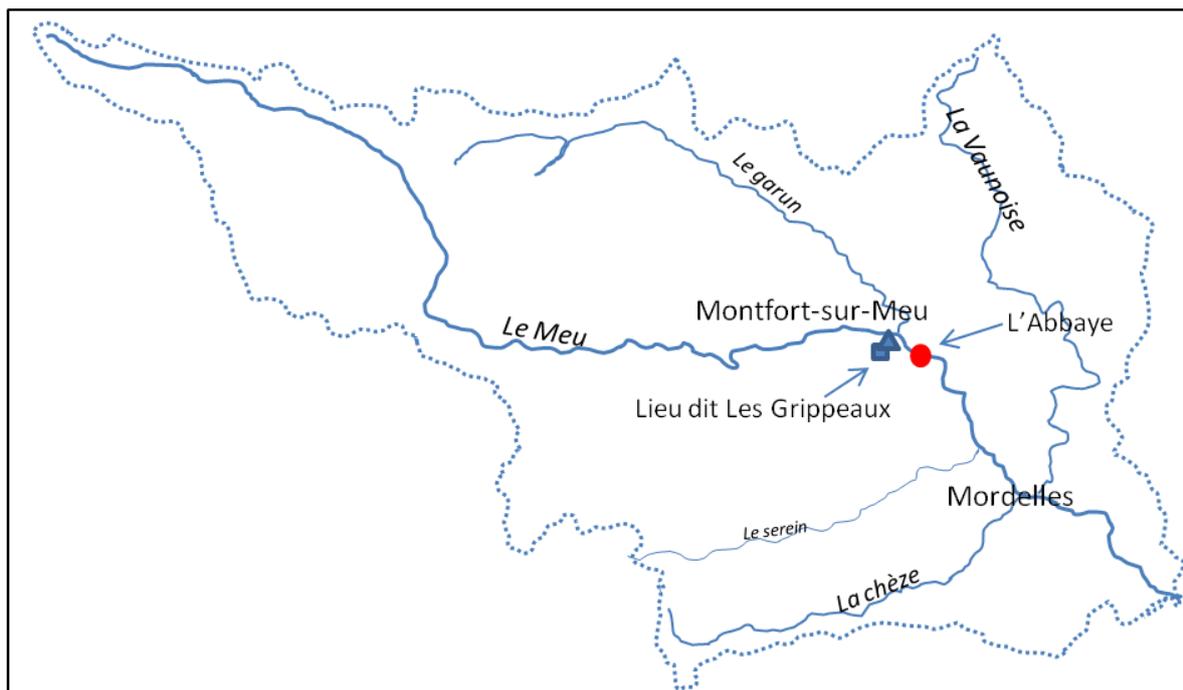
Code INSEE :	35281001
Commune :	Saint-Jacques-De-La-Lande (Rennes St-Jacques)
Lieu-dit :	Aéroport Rennes
Date d'ouverture :	01/10/1944
Fermeture :	/
Code Bassin :	J722 Bassin : la vilaine de l'ille (nc) au meu (nc)
POSITION :	Altitude : 36 m Latitude : 48°04'06" N Longitude : 01°44'00" O
Coordonnées Lambert	X : 2967 hm Y : 23489 hm
Type de poste	Station synoptique professionnelle, avec observation sur place (type 0) : depuis le 01/10/1944
Nombre de paramètres mesurés	219
Producteur	Météo France depuis le 01/10/1944

Station Météorologique de Broualan

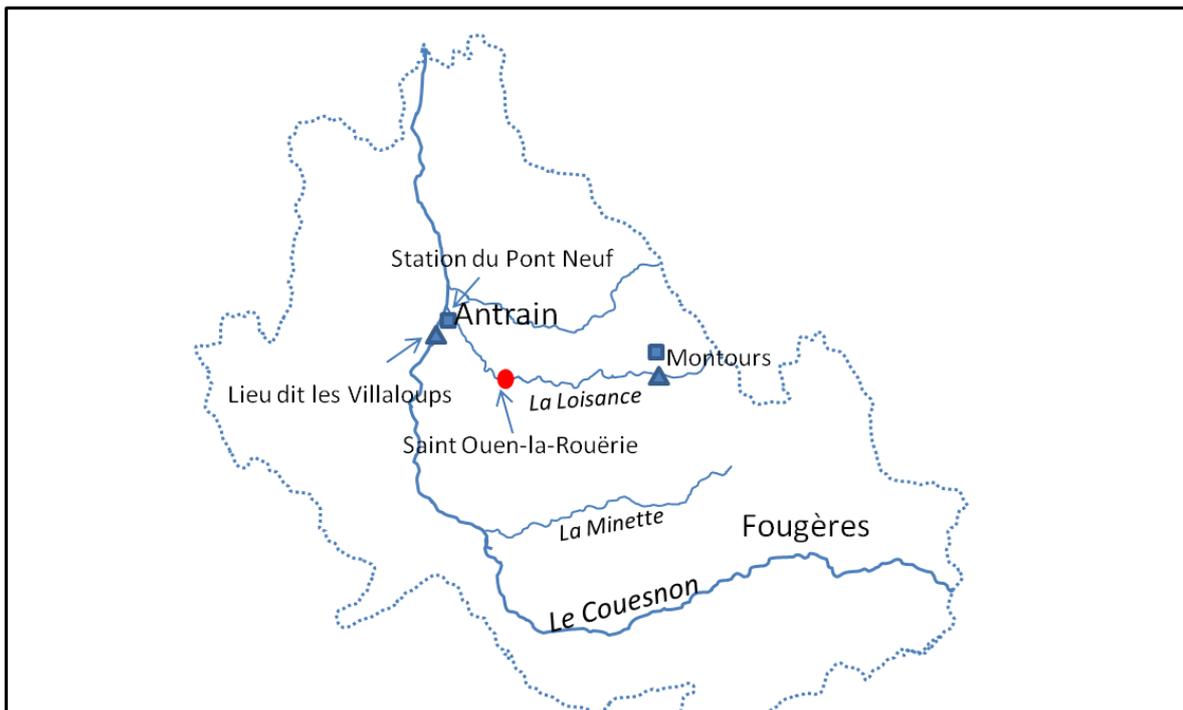
Code INSEE	35044001
Commune	Broualan
Lieu-dit	Le Lattay
Date d'ouverture	01/01/1976
Fermeture	/
Code Bassin	J031 Bassin : cotiers de digue Duchesse Anne (c) au canal des planches (c) et le Guyoult de sa source à la mer
POSITION :	Altitude : 98 m Latitude : 48°29'18" N Longitude : 01°38'18" O
Coordonnées Lambert	X : 3061 hm Y : 23952 hm
Type de poste	Station manuelle (type 4) : depuis le 01/01/1976
Nombre de paramètres mesurés	23
Producteur	Direction Régionale de l'Environnement : depuis le 01/01/1976

Annexe XII : Localisation des bassins versants du Meu et du Couesnon et position des ouvrages de traitement d'eau



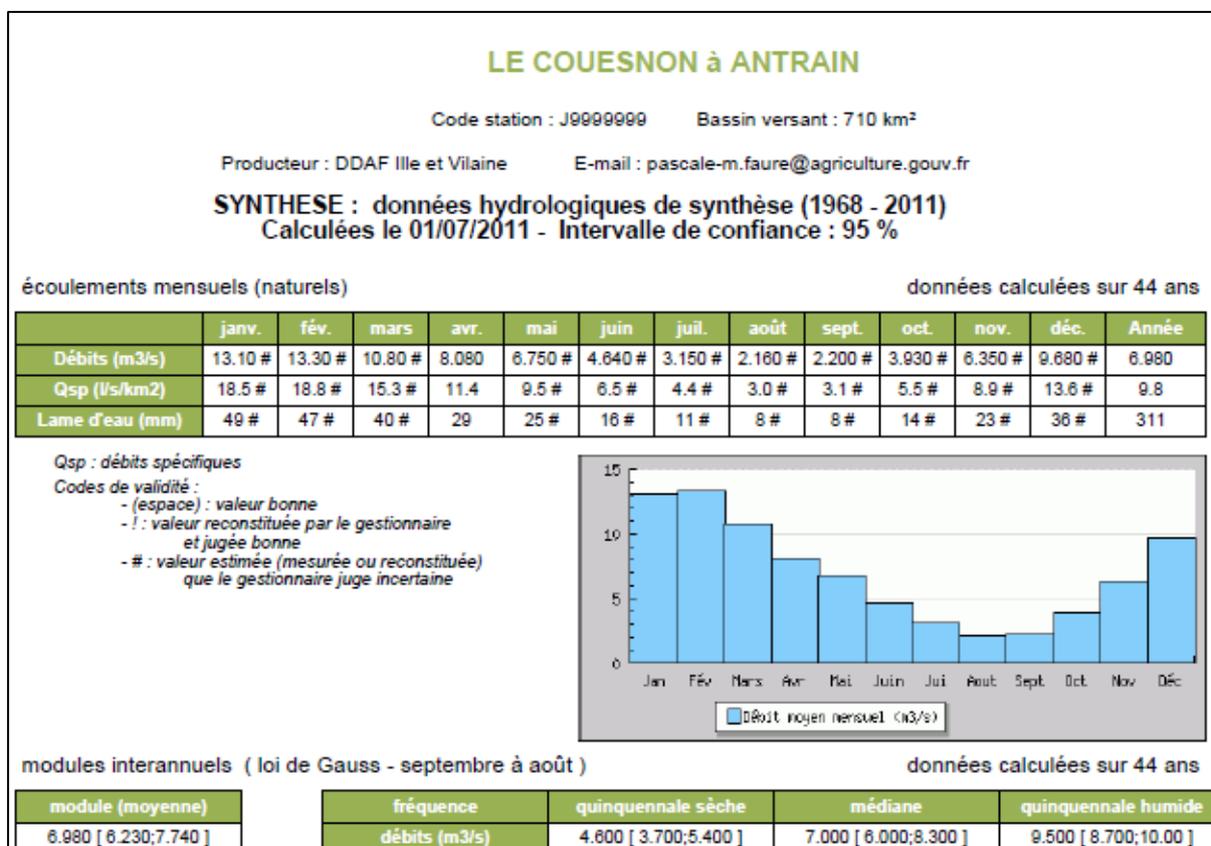
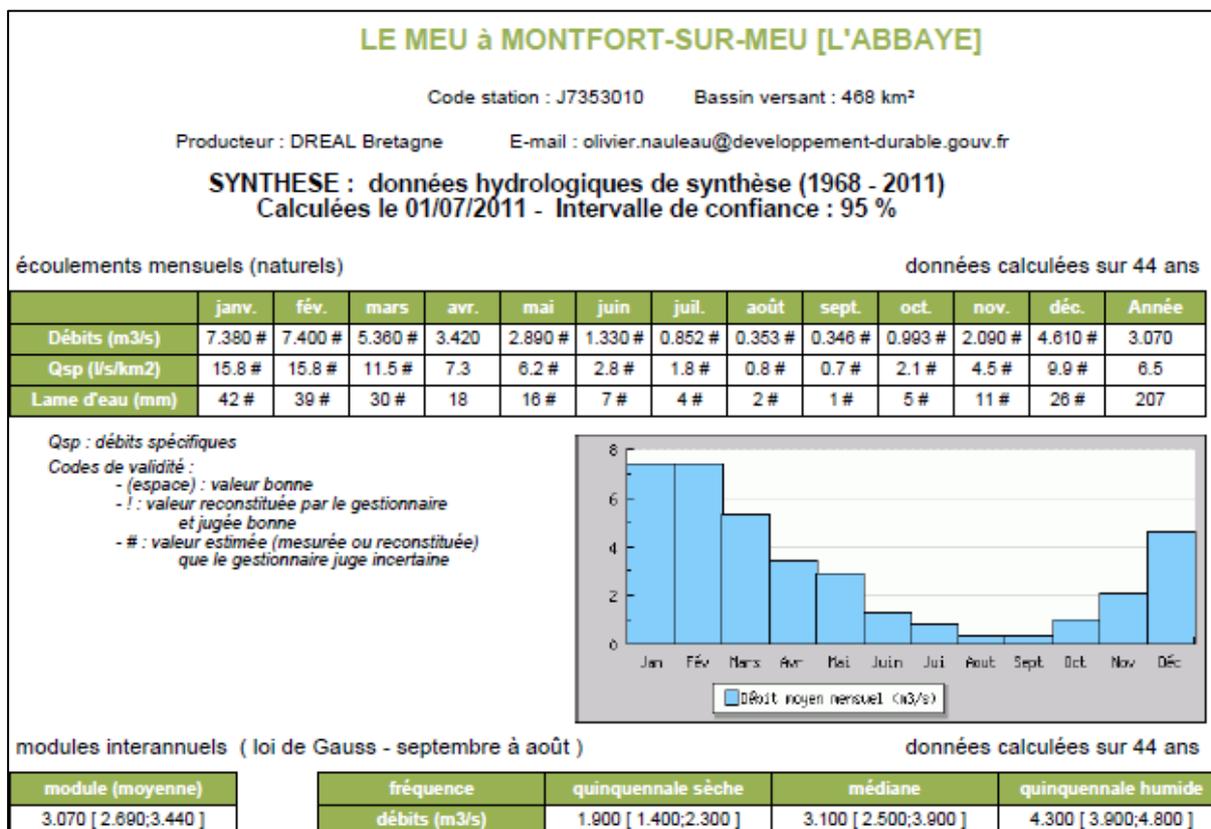


Ressource	Lieu de captage	Les Grippeaux (Le Meu)
Production	Capacité journalière nominale	1400 m ³ /jr
	Capacité journalière maximale	1700 m ³ /jr
	Durée de fonctionnement quotidien (h/j)	A l'arrêt actuellement
	Capacité de stockage usine	200 m ³
	Capacité de stockage réseau	1550 m ³
	Modification à terme	non
Traitement	Filière en place	Coagulation sulfate d'alumine, décantation, filtration bicouche, sable/calcaire marin, ozonation, filtration CAG, désinfection finale (Javel).
	Modification à terme	Oui, sous réserve de régularisation administrative de la prise d'eau
Distribution	Communes desservies	Montfort alimentée actuellement par mélange avec achats d'eau (l'Asnière et Rophémel)
	Nombres d'habitants alimentés	5240
Station limnimétrique	Code station (Banque Hydro) et coordonnées Lambert II étendu	J7353010 – L'Abbaye X = 281446 m Y = 2356379 m



		Antrain	Pays du Coglais
Ressource	Lieu de captage	Les Villaloups (Couesnon)	Montours (la Loisançe)
Production	Capacité journalière nominale	3000	3000
	Capacité journalière maximale	3500	3500
	Durée de fonctionnement quotidien	Variable (10 à 20h/j)	Variable (10 à 20h/j)
	Capacité de stockage usine	200 m ³	200 m ³
	Capacité de stockage réseau	3250 m ³	2750 m ³
	Modification à terme	non	Non
Traitement	Filière en place	Coagulation Aqualenc, décantation, filtration bicouche sable/calcaire marin, ozonation, filtration CAG, dénitrification d'une partie du débit, désinfection finale(Javel).	Coagulation Aqualenc, décantation, filtration sable/calcaire marin, désinfection finale (Javel).
	Modification à terme	Oui	Oui
Distribution	Communes desservies - En totalité	Antrain, la Fontenelle, St Ouen la Rouerie, Tremblay, Bazouges la Pérouse, Chauvigné	Montours, Cogles, Le Ferré, Le Chatelier, St Germain en Cogles, en Cogles
	Nombres d'habitants alimentés	6930	5140
Stations limnimétriques	Code station (banque Hydro) et coordonnées Lambert II étendu	Antrain-J9999999-(station virtuelle) X = 300000 m Y = 2380000 m	Saint Ouen-La-Rouërie-J0144010 X = 320847 m Y = 2387708 m

Annexe XIII : Débits caractéristiques du Meu, du Couesnon et de la Loisance (source Banque hydro)



LA LOYSANCE à SAINT-OUEN-LA-ROUERIE

Code station : J0144010 Bassin versant : 81.5 km²

Producteur : DREAL Bretagne E-mail : olivier.nauleau@developpement-durable.gouv.fr

SYNTHESE : données hydrologiques de synthèse (1968 - 2011)
Calculées le 01/07/2011 - Intervalle de confiance : 95 %

écoulements mensuels (naturels)

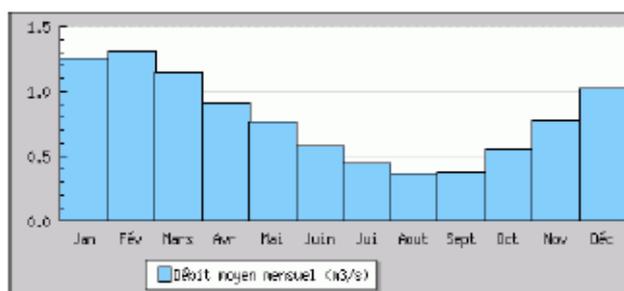
données calculées sur 44 ans

	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Année
Débits (m3/s)	1.280 #	1.310 #	1.140 #	0.908	0.768 #	0.573 #	0.447 #	0.384 #	0.382 #	0.562 #	0.774 #	1.020 #	0.788
Qsp (l/s/km2)	15.5 #	16.1 #	14.0 #	11.1	9.4 #	7.0 #	5.5 #	4.5 #	4.7 #	6.8 #	9.5 #	12.5 #	9.7
Lame d'eau (mm)	41 #	40 #	37 #	28	25 #	18 #	14 #	11 #	12 #	18 #	24 #	33 #	306

Qsp : débits spécifiques

Codes de validité :

- (espace) : valeur bonne
- ! : valeur reconstituée par le gestionnaire et jugée bonne
- # : valeur estimée (mesurée ou reconstituée) que le gestionnaire juge incertaine

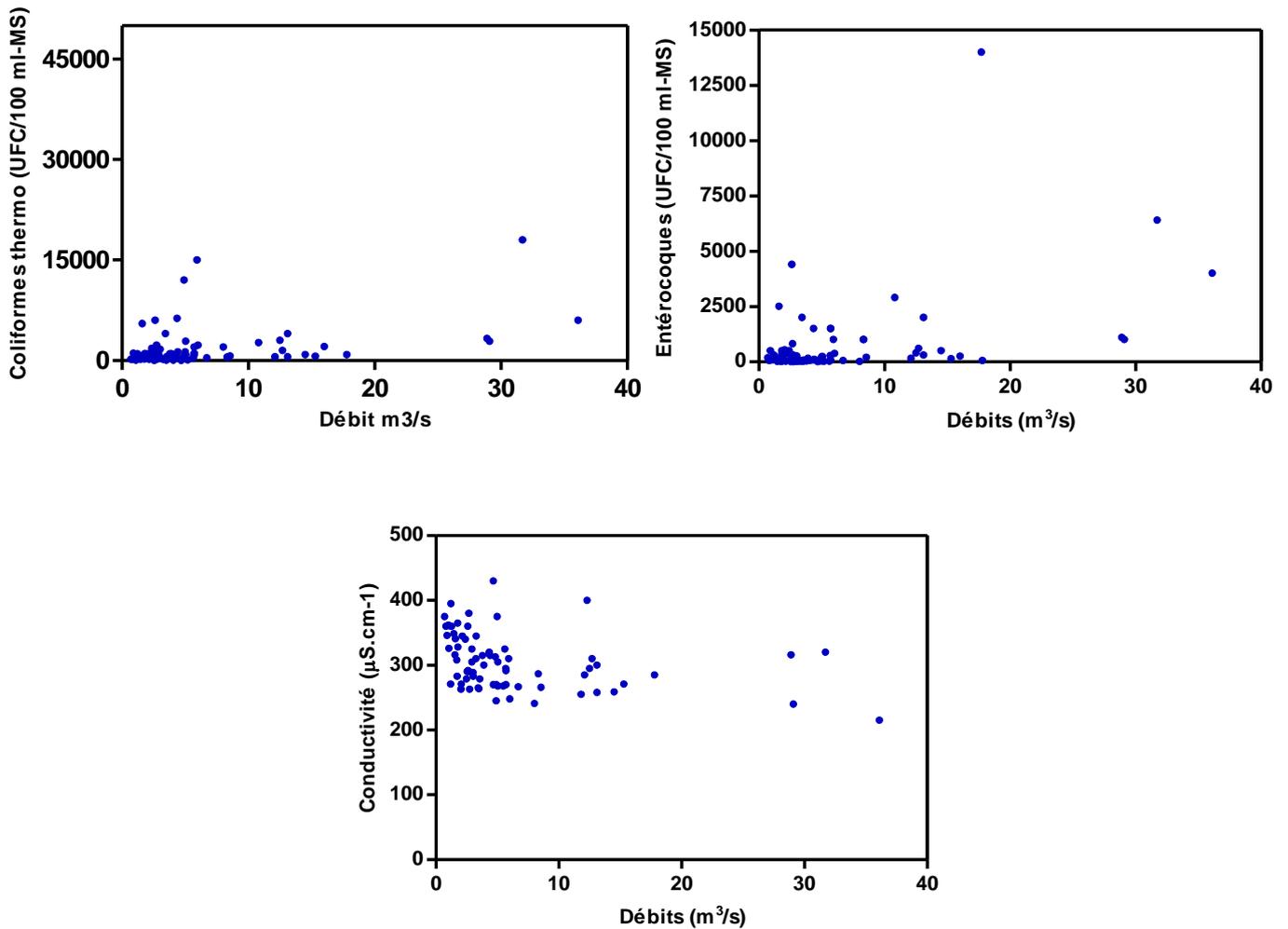


modules interannuels (loi de Gauss - septembre à août)

données calculées sur 44 ans

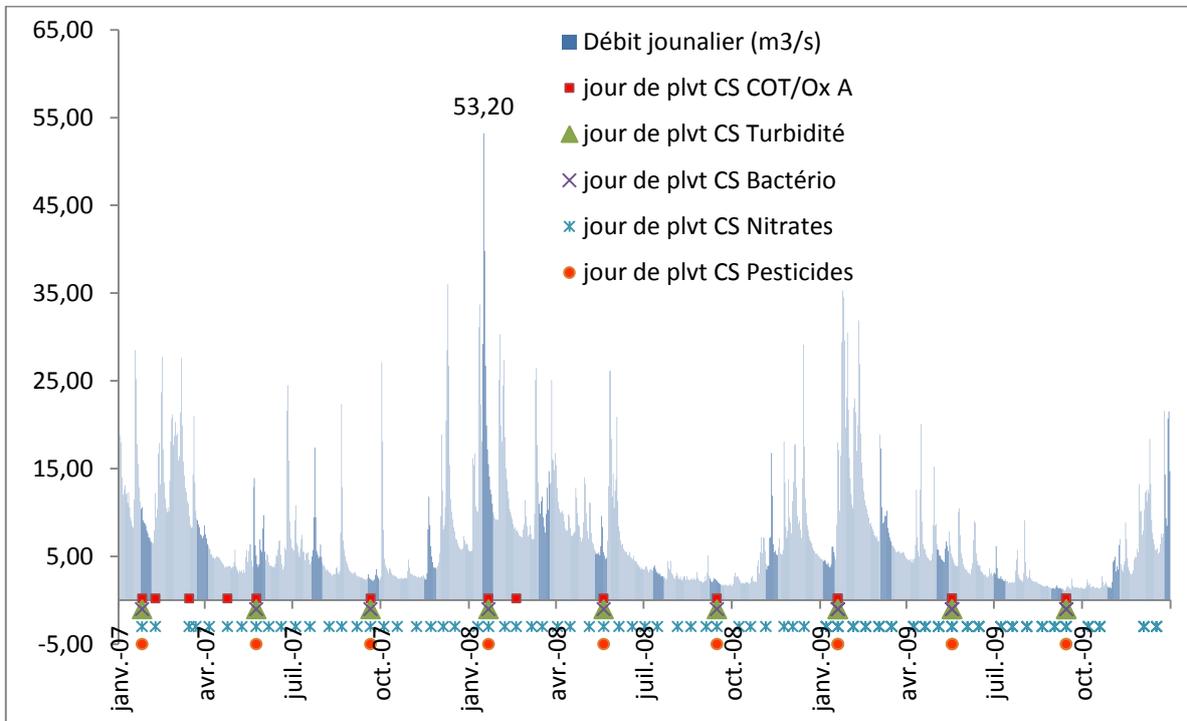
module (moyenne)	fréquence	quinquennale sèche	médiane	quinquennale humide
0.788 [0.711;0.868]	débits (m3/s)	0.550 [0.450;0.630]	0.790 [0.690;0.910]	1.000 [0.980;1.100]

Annexe XIV : Relations entre les coliformes thermotolérants, les entérocoques, la conductivité et le débit du Couesnon mesuré au jour du prélèvement

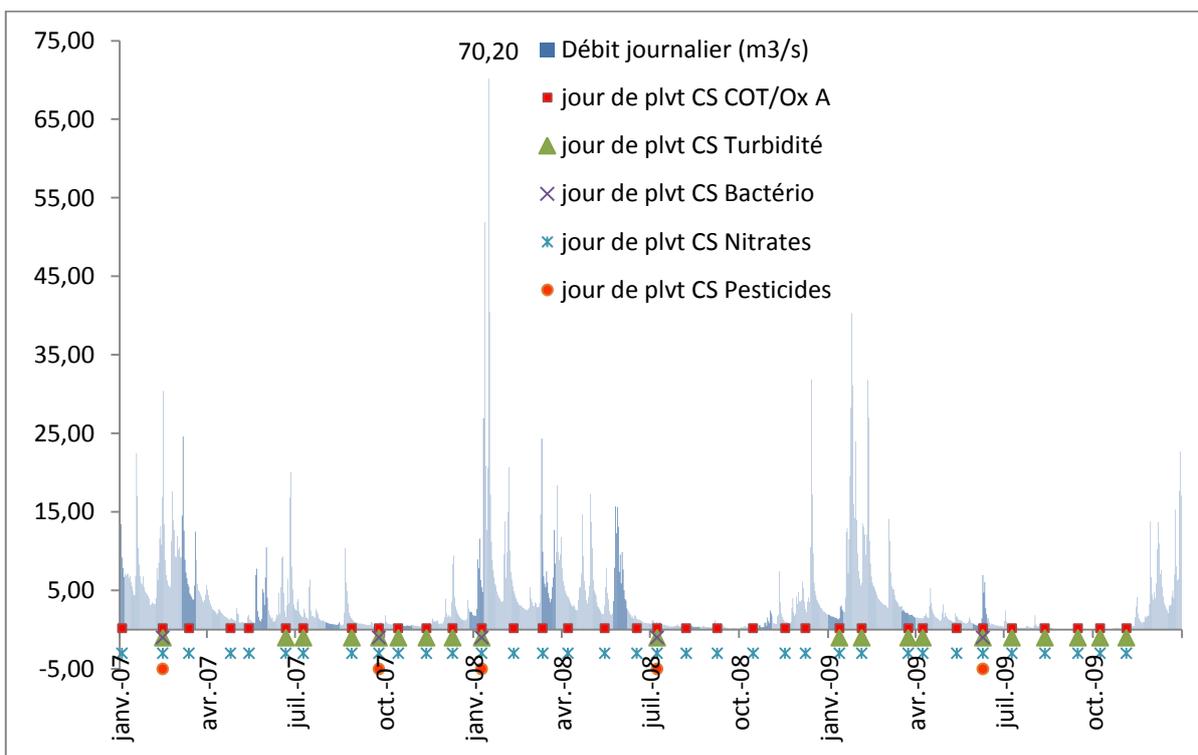


Annexe XV : Représentation de la fréquence de prélèvements pour le contrôle sanitaire (CS) de l'eau brute d'Antrain (a) et de Montfort-sur-Meu (b) entre 2007 et 2009 et des débits journaliers du Couesnon et du Meu

a)



b)



Annexe XVI : Caractéristiques et principe de mesure de quelques
appareils de mesure en ligne

Paramètre	Description	Méthode	Type d'eau	Modèle	Fabricant/ Distributeur	Normes	Précision	Plage de mesures	Tps de rép	Maintenance / étalonnage
O ₂ d	LDO : Sonde d'oxygène dissous par luminescence	Luminescence, optique Excitation Impulsion de lumière bleue par les molécules d'O Pas d'interférence H ₂ S	EP / EU	LXV416.9 9.00001 Unité d'affichage Transmetteur SC 100 ou Transmetteur SC 1000	Hach Lange	/	± 0,1 mg/l O ₂ < 1 mg/l; ± 0,2 mg/l O ₂ > 1 mg/l	0,1 – 20 mg/l (ppm) O ₂ ; 1 – 200 % de saturation en O ₂ ; 0,1 – 50 °C	/	Pas d'étalonnage
	Sonde O ₂	Galvanique mesure par electrochimie	/	5740 sc LXV425.9 9.00001	Hach Lange	/	± 2 % de la plage de mesure	de 0 à 40 mg/l (ppm) ; saturation : 200 %	/	Rempla- cement simple de la tête du capteur Etalonnage : Air et échantillon
O ₂ d	Enregistrem ent de teneur en oxygène	numérique	Eau/Eaux usées • Pisciculture • Surveillance des eaux de rivières et d'étangs	FDO® 700 IQ	WTW-ITT	/	/	0,0 ... 20,0 mg/l 0 ... 200%	< 150 s	/
O ₂ d		numérique interface/trans metteur SensLeck SensReg	Eau/Eaux usées • Pisciculture • Surveillance des eaux de rivières et d'étangs	TriOxmatic ® 700 IQ	WTW-ITT	/	/	0,0 ... 60,0 mg/l 0 ... 600%	< 180 s	/

Paramètre	Description	Méthode	Type d'eau	Modèle	Fabricant/ Distributeur	Normes	Précision	Plage de mesures	Tps de rép	Maintenance / étalonnage
Charge organique	Mesure en ligne de la charge organique	mesure le coefficient d'absorption spectral à 254 nm : SAK 254	/	UVAS plus sc	Hach Lange	/	/	Affichage possible en corrélation DCO ou COT :	/	Fréquence des travaux d'inspection 6 mois
COT	Analyse en continu du COT	Oxydation chimique avec duperoxidisulfate de sodium, mesure la concentration en CO2 dans la phase gazeuse avec détecteur infrarouge	EP, EU	/	Hach Lange	norme EN 1484 (méthode d'expulsion)	/	1 - 100 mg/l COT	IM= 16 mm	Autonomie en réactifs 2 mois
COT	Analyse en continu du COT	Mesure du cOT par électrode spécifique après oxydation à froid UV-persulfate et utilisation de la méthode des ajouts dosés	ES	COT 9010	Environnement SA	/	/	Programmable de 0-20 à 0-220 mg/l	20 min	/

IM : intervalle de mesures

EP : Eau potable ES : Eaux de surface EU : Eaux usées

Paramètre	Méthode	Type d'eau	Modèle	Fabricant/ Distributeur	Normes	Précision	Plage de mesures	Tps de rép	Maintenance/ étalonnage
Turbidité, MES	Lumière diffusée IR à 90° ou à deux rayons (double IR selon la gamme)	ES, EU, Boues	SOLITAX SC Combinaison possible avec les sondes de mesure O2, NO3, pH etc.	Hach Lange	DIN EN ISO 7027	/	0,001 FNU à 150 g/l 0,001-4.000 FNU	1-300 sec.	nettoyage automatique possible
Turbidité	Mesure néphélogéométrique Lumière diffusée IR à 90° $\lambda = 880 \text{ nm}$ Compensation optique par photodiode de référence	Eaux	Turbimax W CUS31	Endress + Hauser	Selon la norme ISO 7027/EN 27027	<2,5% de la valeur mesurée (capteur +electronique) Reproductibilité : <1% de la valeur mesurée	0,000-9999 FNU 0,00-3000 ppm (mg/l) 0,0-200 %	/	Faible maintenance car système d'autonettoyage Prétalonnage en usine
Turbidité	Principe de lumière diffusée à 90°	Adaptée au contrôle des eaux non traitées	Modèle 7997-201 Analyseurs Série 4670 pour montage mural ou 4675 pour montage sur panneau associés à un modèle (en fonction des applications)	ABB France	/	/	- gamme de mesures 0- 500 FTU - plage minimale 0- 100 FTU - gamme de mesures 0- 250 NTU Selon le modèle	/	Système d'autonettoyage - Faible maintenance (tous les 6 mois) Etalonnage à la Formazine

Paramètre	Méthode	Type d'eau	Modèle	Fabricant/ Distributeur	Précision	Plage de mesures	Tps de rép	Maintenance/ étalonnage	Coûts
Nitrates	/	ES, EP, EU	NITRATAX plus sc - épaisseur de couche 1, 2 et 5 mm selon les modèles	Hach Lange	±3 % de la mesure ±0,5	<100 mg/l	T100 =1min	Vérification Etalonnage : 1 fois par mois Maintenance : en moyenne tous les 6 M durée 1H	/
Nitrates	Sonde optique d'absorbti n dans l'UV	ES/EU/EP/ lixiviats	Sonde de mesure MEMOSENS VIOMAX CAS51D Ref: CAS51D- AAA1A2+IA	Endress + Hauser	/	0,1 -50 mg/l NO ₃ -N(0,4 - 200 mg/l NO ₃) largeur de fente 2mm 0,01 -20 mg/l NO ₃ -N (0,4 - 80 mg/l NO ₃) largeur de fente 8mm Température 5-50°C	/	Etalonnage en usine	environ 8000 € HT
conductivité		Chimie, ES, saumures	Indumax CLS50/ CLS50D	Endress + Hauser		Gamme de mesure large 2µS/cm à 2000mS/cm	/	Sans électrode donc insensible à l'encrassement et à la polarisation Sonde de T intégrée Bonne résistance chimique grâce à un revêtement PFA	/

Fonction	Caractéristiques	Modèle	Fabricant/ Distributeur	Transmission des données	Autres informations	Maintenance/ étalonnage	Coûts
Sonde multiparamètres	-7 emplacements pour capteur + niveau et température -Mesure simultanée jusqu'à 16 paramètres physico-chimiques	DataSonde 5 – DS5	OTT France	logiciel de bureau HYDRAS 3 RX -Possibilité de la collecte des données via SMS et / ou GPRS -Possibilité d'hébergement des données sur site FTP	-Utilisation de tous les capteurs HYDROLAB sans restriction <u>Capteur Cyanobactéries</u> Mesure sélective de phycocyanines et de phycoérythrine par filtrage électronique de la lumière ambiante et de composants optiques	/	≈ 4000€ pour capteurs simples + interface ≈13000 € TTC
Analyseur spectrométrique UV multiparamètres	-Gamme spectrale UV – IR 190 nm – 730 nm -Aspiration d'échantillon dans une cellule de mesure -Mesures directement quantifiables des nitrates, DCO, coefficient d'absorption spectrale, la turbidité. -Utilisation avec le transmetteur CAM74.	STIP-scan CAM74/CAS74 Station de mesure CE4	ENDRESS+Hauser	Possibilité de la collecte des données via GMS... -Possibilité d'hébergement des données sur site FTP	-Station CE4 : preleveur automatique avec possibilité de déclenchement à la pluviométrie, au niveau et aux paramètres physico-chimiques	-Pas de substances chimiques ou de réactifs nécessaires (exemple de la turbidité : étalonnage directement en cuve=pas de contact solution de formazine) -Système d'autonettoyage	≈20 K€ HT Transmetteur ≈ 6000 € HT
Sonde multiparamètres	s::can plug & mesure Principe de mesure: UV-Vis	s::can	s::can France SARL	/	montage et mesure directement in situ ou par by-pass (station de surveillance)	<ul style="list-style-type: none"> stable à long terme et sans entretien en fonctionnement pré-calibration en usine nettoyage automatique à l'air comprimé 	/
	multi::lyser™ II mesure de NO3-N & un paramètre (COD, BOD, TOC, DOC or UV254)						
	multi::lyser™ III mesure de TSS & NO3-N & un paramètre (COD, BOD, TOC, DOC or UV254)						

Fonction	Caractéristiques	Modèle	Fabricant/ distributeur	Autres informations	Maintenance/ étalonnage	Coûts
Pluviomètres	Technologie augets basculants fabriqués au laser - Surface de collecte = 200 cm ² Types avec augets de 2cm ³ (~2g d'eau) ou 4 cm ³ (~4g d'eau) chauffés ou non - Intensités de précipitation mesurables jusqu'à 16 mm/min	Pluviomètres à augets 15189 + 15189 H LAMBRECHT	par OTT France	Utilisable comme simple capteur avec un enregistreur externe ou comme élément d'une station météo automatique - Température de fonctionnement de 0...+70 °C - non chauffé - plage de fonctionnement hi ver : -20...+70°C - Haute stabilité, évaporation et gel minimum grâce à une température contrôlée de -20...+4°C	-Pas de système d'étalonnage nécessaire -Pour l'hiver - système de chauffage automatique -Matériaux anti-corrosion	/
	Principe de pesée OTT pluvio ² 200 Ouverture 200 cm ² Mesure jusqu'à 1500 mm OTT pluvio ² 400 capacité de mesure 750 mm	OTT pluvio ² 200 OTT pluvio ² 400	Par OTT France	chauffage par résistance circulaire (en option)	-Intégration des facteurs température et vent -Ne nécessite pas d'entretien régulier	≈1400 € TTC
préleveurs	Echantillonneurs	BÜHLER 4010	Hach Lange	- Précision maximale du volume échantillonné - Système de refroidissement haute performance (certification mCERTs)	/	/
		SIGMA SD 900 AWRS	Hach Lange	- Tubes de pompe de grande longévité - Boîtier en PE avec contrôleur chauffé	/	/

Pas d'eau potable à Royan

FRANCE INFO - 14 AOÛT 2011

Une distribution gratuite de bouteilles d'eau a été organisée toute la journée dans le secteur de Royan. Suite à une altération de la qualité de l'eau du robinet, la préfecture de Charente-Maritime a décidé d'interdire de consommer l'eau du robinet dans cinq communes.

Dans le secteur de Royan, l'eau est impropre à la consommation. Depuis ce matin, les collectivités s'organisent pour distribuer de l'eau potable, Arnaud Froger. (0'59")
 ajouter au player



Distribution de bouteilles d'eau dans le secteur de Royan ©PackShot - Fotolia.com

Depuis mercredi, il est interdit de boire de l'eau du robinet dans cinq communes de Charente-Maritime : Royan, Saint-Georges-de Didonnes, Médis, Saujon et Semussac.

L'eau de l'usine de traitement de Chauvignac est à nouveau légèrement trouble.

Pour pallier cette restriction des usages de l'eau, les communes concernées ont organisé aujourd'hui une distribution de bouteilles d'eau minérale.

Hier Veolia et la Compagnie des Eaux de Royan ont prioritairement servi les maisons de retraite et les hôpitaux.

Mardi à jour 14/25

LE FIGARO.fr

ACTUALITÉ ÉCONOMIE CULTURE

INFO

- Politique
- International
- Environnement
- Sciences
- Auto
- Figaro
- Société
- Médias
- Tech et Web
- Santé
- Météo
- Vos réa

DÉBATS

Exemples : Médias, Présidentielle, Auto, Golf, Immobilier

Rechercher dans le Figaro

FIGARO.FR - SÉLECTION

Collection Tendances Gourmandes

Tous les plaisirs de la table remis au goût du jour

Retour de l'eau potable à Royan

AFP Publié le 16/08/2011 à 18:23

Une interdiction de consommation de l'eau du robinet dans cinq communes de Charente-Maritime, dont Royan, qui a perduré durant le long week-end du 15 août en raison d'une forte turbidité sera levée ce soir, a annoncé la préfecture de département.

La source alimentant les cinq communes, qui n'est pas utilisée durant la période hivernale mais seulement durant le pic de fréquentation touristique, a été "arrêtée" et "en conséquence il redevient possible de boire l'eau du robinet à compter de 20 heures", a annoncé la préfecture. "Durant ce week-end de très forte demande, il n'était pas possible de se passer de cette ressource et il avait été décidé d'introduire cette eau dans le réseau avec une restriction de la consommation directe", a-t-on dit à l'Agence régionale de santé (ARS) de Poitou-Charentes.

Les mesures de restriction de consommation d'eau avaient été prises par précaution en raison du trouble constaté dans l'eau. La turbidité est due à de l'argile et du limon qui se sont retrouvés dans la source après les fortes pluies qui ont suivi une longue période de sécheresse. Or, "ces particules terreuses en suspension peuvent être support de germes microbiologiques dont des bactéries et des parasites", a expliqué l'ARS.

En cas de consommation de cette eau, "les troubles potentiels auraient pu être de l'ordre gastro-entérique banal mais nous n'avons observé aucun cas" en raison des mesures de restriction, a affirmé l'ARS. Environ 120.000 personnes étaient, dans les cinq communes, concernées par les mesures de restriction. Les sociétés exploitantes du réseau ont dans l'intervalle distribué de l'eau en bouteille à la population.

12h15 Accident/lie d'Orléans: le chauffeur du camion laissé en liberté

INFO POITOU-CHARENTES - CONSOMMATION

Publié le 16/08/2011 | 15:50

Royan (17): l'eau est à nouveau potable

Par Christine HINCKEL



La distribution d'eau en bouteille aux habitants et touristes cesse ce mardi. France 3

communes concernées, il est nouveau possible de boire l'eau du robinet sans risque.

Depuis vendredi dernier, l'eau puisée à la source de Chauvignac était impropre à la consommation en raison d'un taux de turbidité supérieur à la normale. Ce phénomène était lié à la conjonction de la sécheresse et des fortes pluies de ces derniers jours.

Les habitants des communes concernées par cette recommandation (Royan, St Georges-de-Didonne, Semussac, Médis et Saujon) vont pouvoir recommencer à consommer l'eau du robinet à partir de 20H ce mardi 16 août. Le taux de turbidité étant redevenu satisfaisant.

La distribution d'eau minérale qui a duré tout le week-end du 15 août prendra fin ce mardi après-midi.

A Royan et dans les 4 autres

Abstract

EVOLUTION ISSUES OF WATER QUALITY MONITORING FOR SMALL AND MEDIUM DRINKING WATER SUPPLIES

The water quality is the primary concern of managers (authorities, operators, communities). Water monitoring is thus a part of a management strategy. Although, this strategy is firstly designed to ensure that water quality meets the drinking water standards, it is also useful to assess the issues related to any change in quality. One of these issues now identified is the climate change and his potential effects on water quality. In France as in Europe, the water supplied by small and medium drinking-water supplies has been identified, vulnerable to microbiological and chemical contamination. The water quality monitoring program implemented by the sanitary authorities defines the sampling frequency and parameters to be measured regarding the facilities characteristics and the size of the population supplied without consideration of weather climatic events (heavy rains, droughts). However, these climatic events constitute a public health issue because chemical and microbiological contaminants may enter surface waters or aquifers leading to potentially short or medium term risks for human health. It raises several questions about the representativeness of samples collected from different controls (sanitary control and self-control) and thus about the characterization of risk especially during weather climatic events. In the county of Ille-et-Vilaine, the results on the impact of these events on the water quality show a relationship between the increase of water flow rate and the concentration levels of some parameters. Despite the existence of an open regulatory framework that incorporates a management approach more preventive in term of water safety, the water monitoring program for small and medium supplies seems to be poorly suited to take into account the occurrence of these new risks. Many tools are available for monitoring program, as well as for risk management. Some of these could be deployed and tested on a large scale, while other should be more developed.

Keywords: water quality control, monitoring, drinking water, small and medium water supply, climate event

NDEDY DICKA

Hardiesse

11 Octobre 2011

INGENIEUR DU GENIE SANITAIRE

Promotion 2011

LES ENJEUX DE L'EVOLUTION DU CONTROLE DE LA QUALITE DES EAUX DES PETITES ET MOYENNES UNITES DE DISTRIBUTION

Résumé :

La qualité de l'eau est la préoccupation première et constante des gestionnaires. La surveiller fait partie d'une stratégie de gestion qui permet de s'assurer de sa conformité vis-à-vis de la réglementation mais aussi de suivre son évolution et de mesurer les enjeux auxquels elle est liée. Un de ces enjeux aujourd'hui identifié est la modification des régimes hydrologiques du fait du changement climatique. En France comme en Europe, l'eau distribuée par les petites et moyennes unités distribution a été identifiée, vulnérable à la contamination microbiologique et chimique. Comme les autres UDI, elles sont sujettes à un programme de contrôle de la qualité de l'eau qui définit les fréquences de prélèvements et les paramètres à analyser selon les caractéristiques des installations et les populations desservies. Ce programme ne tient pas compte des événements climatiques (fortes pluies, sécheresses), qui pourtant constituent un enjeu de santé publique important puisqu'ils sont susceptibles de dégrader la qualité des eaux, induisant des risques à court et à long terme pour la santé des populations. Il soulève un certain nombre de questions sur la représentativité des échantillons issus des différents contrôles et notamment sur la caractérisation du risque surtout lors d'événements climatiques. En Ile-et-Vilaine, les résultats sur l'impact de ces événements sur la qualité de l'eau montrent une relation entre l'accroissement des débits des cours d'eau et la teneur de certains paramètres. Malgré un cadre réglementaire ouvert et qui intègre de plus en plus une approche de gestion préventive de la sécurité sanitaire des eaux, la surveillance des eaux des petites et moyennes UDI semble peu adaptée à la prise en compte de ces nouveaux risques. De nombreux outils sont néanmoins disponibles tant en terme de surveillance que de gestion des risques. Certains mériteraient d'être déployés et tester à grande échelle et d'autres d'être davantage développés.

Mots clés :

contrôle qualité de l'eau, eau consommation humaine, petite et moyenne unité de distribution, événement climatique

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.