



ENSP

ÉCOLE NATIONALE DE
LA SANTÉ PUBLIQUE

RENNES

**Ingénieur du Génie Sanitaire
Promotion 2004**

**Développement d'une démarche de qualification
globale de la qualité sanitaire de l'eau
d'alimentation**

Présenté par :

Aurélie de MONPEZAT

Ingénieur Eau & Environnement (ENSIL)

Lieu de stage : **AFSSA** (Maisons-Alfort)

Référent pédagogique :

M. Jean-Luc POTELON

Référent professionnel :

M^{elle} Mathilde HARVEY

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu M^{me} Delphine CAAMAÑO, responsable de l'unité, de m'avoir accueillie au sein de l'unité UERE de la DERNS durant 4 mois.

J'adresse tout particulièrement mes remerciements à M^{lle} Mathilde HARVEY, chargée de projet scientifique et technique à l'UERE, qui a su se montrer disponible pour m'encadrer. Je lui suis reconnaissante de tous les conseils et les encouragements qu'elle m'a prodigués tout au long de ce stage.

Mes remerciements vont également à l'ensemble de l'unité UERE pour leur gentillesse à mon égard. Ils ont tous permis que ce stage se déroule dans les meilleurs conditions. Je remercie sincèrement en particulier Jérôme LOZACH pour m'avoir permis de mener à bien l'ensemble de mon étude ainsi que Laurent GRIMAULT, chargé de projet scientifique et technique à l'UERE, et Régis POUILLOT, biostatisticien à l'UAEAR, pour leurs informations et leurs remarques pertinentes.

Je remercie aussi M. Dominique TRICARD (IGAS), M. Patrick PEIGNER, (DDASS 49) qui m'ont fait profiter du fruit de leur expérience, et M. Henri DAVEZAC qui malgré un emploi du temps chargé a pris le temps d'extraire les données nécessaires à mon étude.

Je souhaite également remercier M. Daniel VILLESSOT, directeur technique et M^{me} Marie-Cécile de CHEZELLE, chef de projet Qualité Eau Potable à la Lyonnaise des Eaux ; M. Jean-Claude JORET et M^{me} Laurence de BEIR, direction technique de Véolia Water ; ainsi que M. Vincent PONZETTO, directeur industriel Saur pour m'avoir présenté leurs systèmes respectifs. Leurs explications furent profitables.

Enfin, mes remerciements vont tout particulièrement à M. Jean-Luc POTELON, département EGRIES ENSP pour ses conseils et son implication qui ont contribué au bon déroulement de mon mémoire.

Sommaire

INTRODUCTION.....	1
1 CONTEXTE & ENJEUX.....	3
1.1 L'INFORMATION SUR LA QUALITE DE L'EAU EN 2004	3
1.1.1 Dispositif réglementaire.....	3
1.1.2 Perception du public.....	6
1.1.3 Perspectives.....	7
1.2 PRINCIPE, INTERET ET LIMITES DE L'USAGE D'INDICATEURS.....	9
1.2.1 Rôle des indicateurs.....	9
1.2.2 Concept général d'indicateur.....	9
1.2.3 Critères d'efficacité des indicateurs.....	9
1.2.4 Conception des indicateurs.....	10
1.2.5 Limites de l'indicateur.....	10
2 MATERIEL & METHODE.....	11
3 SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES SYSTEMES D'ÉVALUATION GLOBALE DE LA QUALITE EXISTANTS.....	12
3.1 SEQ-EAU.....	12
3.1.1 Des règles de qualification préalables à respecter.....	12
3.1.2 Des principes de calcul simples et homogènes :.....	13
3.2 INDICATEURS RELATIFS A LA QUALITE DES EAUX DE BAINNADE.....	14
3.2.1 Origine du système.....	14
3.2.2 Discussion de la méthode.....	15
3.2.3 Description du système réglementaire.....	15
3.3 DÉVELOPPEMENT D'UN INDICE DE LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE ET PHYSICO- CHIMIQUE DE L'EAU POUR LES RIVIERES DU QUEBEC	16
3.3.1 Origine de l'indice.....	16
3.3.2 Données entrant dans le calcul de l'indice.....	18
3.3.3 Calcul de l'indice.....	18
3.4 INDICATEURS DE QUALITE DE L'AIR.....	20
3.4.1 L'indicateur d'information et d'alerte :.....	20
3.4.2 Indice de qualité de l'air : indice atmo.....	21
3.5 CLASSES DE QUALITE DU SPDE.....	22
3.5.1 Projet de mise en place d'indicateurs à partir de la base SISE-Eaux.....	22

3.5.2	<i>Utilisation de ce projet par le SPDE</i>	23
3.5.3	<i>Déclinaison du système du SPDE par Véolia Water</i>	23
3.5.4	<i>Définition d'un indicateur de "non-conformité récurrente" par la Lyonnaise des Eaux</i>	24
4	CAHIER DES CHARGES : OBJECTIFS DE L'INDICATEUR	25
4.1	OBJECTIFS DE L'INDICATEUR ET CONTRAINTES PRATIQUES	25
4.1.1	<i>Objectifs de l'indicateur</i>	25
4.1.2	<i>Contraintes</i>	26
4.2	CIBLE DE L'INDICATEUR.....	27
5	CONCEPTION D'UN INDICATEUR DE QUALITE DE L'EAU D'ALIMENTATION	28
5.1	REFERENTIEL GENERAL DE L'INDICATEUR PROPOSE	28
5.2	CRITERES DE CHOIX DES PARAMETRES	29
5.2.1	<i>Critères de sélection des paramètres</i>	29
5.2.2	<i>Modalités d'évaluation du caractère sanitaire des paramètres (pour poursuivre le choix)</i>	30
5.2.3	<i>Bilan des paramètres retenus</i>	32
5.3	TRAITEMENT DES DONNEES	32
5.3.1	<i>Traitement temporel</i>	32
5.3.2	<i>Référentiels de qualité par paramètre</i>	34
5.3.3	<i>Sources utilisées pour les seuils des frontières entre les différentes classes</i>	38
5.4	AGREGATION DE L'INFORMATION OBTENUE SUR LES DOUZE PARAMETRES, UNE FOIS LEUR CLASSEMENT DEFINI CHACUN DANS LEUR REFERENTIEL « PERSONNALISE »	39
5.5	ESSAI SUR LES DONNEES SISE-EAUX D'UN DEPARTEMENT	39
6	DISCUSSION	40
6.1	LIMITES DE LA METHODE UTILISEE	40
6.2	POINTS A DEVELOPPER	40
6.3	INFORMATION DU CONSOMMATEUR.....	41
6.4	TABLEAU DE BORD.....	41
	CONCLUSION	43
	BIBLIOGRAPHIE	45

TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Figure 1 : Modèle conceptuel de l'indice.</i>	17
<i>Figure 2 : Schéma explicitant le mode de fonctionnement global de l'indicateur.</i>	28
<i>Figure 3 : Temps attribué à une analyse : les différentes options.</i>	33
<i>Figure 4 : Organigramme de détermination de la classe.</i>	35
<i>Figure 5 : Référentiel de l'indicateur dans le cas général.</i>	35
<i>Figure 6 : Référentiel de l'indicateur pour les paramètres microbiologiques.</i>	36
<i>Figure 7 : Référentiel de l'indicateur pour le sélénium.</i>	37
<i>Figure 8 : Référentiel de l'indicateur pour l'arsenic.</i>	37
<i>Figure 9 : Diagonale des nitrates.</i>	38
<i>Figure 10 : Paramètres classés par altération pour la détermination de la qualité de l'eau</i>	<i>II</i>
<i>Figure 11 : Usages de l'eau en fonction des classes de qualité.</i>	<i>III</i>
<i>Figure 12 : Code de couleur symbolisant les différentes classes de qualité avec les frontières d'indices associés.</i>	<i>V</i>
<i>Figure 13 : Planche de résultats pour un exemple de prélèvement.</i>	<i>V</i>
<i>Figure 14 : Classement sanitaire des eaux de baignade.</i>	<i>XII</i>
<i>Tableau 1 : Signification de l'indice de qualité de l'eau pour les rivières du Québec.</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 2: Grille de qualité du système SEQ-Eau pour l'ensemble des altérations.</i>	<i>IV</i>
<i>Tableau 3 : Qualité requise des eaux de baignade. Annexe de la directive 76/160/CEE du 8 décembre 1975.</i>	<i>IX</i>
<i>Tableau 4 : Classement de substances indispensables à l'évaluation de la qualité.</i>	<i>XIII</i>
<i>Tableau 5 : Définition des classes de qualité de l'eau pour la consommation.</i>	<i>XIV</i>
<i>Tableau 6 : Seuils déterminant les classes de qualité pour l'ingestion d'eau pour tous les paramètres considérés.</i>	<i>XV</i>
<i>Tableau 7 : Détermination du code de qualité couleur associée à la substance.</i>	<i>XVI</i>
<i>Tableau 8 : Classes de qualité de l'IQA</i>	<i>XVII</i>
<i>Tableau 9 : Synthèse des avantages et inconvénients des différents systèmes par rapport à la problématique étudiée.</i>	<i>XVIII</i>
<i>Tableau 10 : Seuils associés aux indices pour les différents paramètres pris en compte dans l'indice atmo.</i>	<i>XXI</i>
<i>Tableau 11 : Résultat de la hiérarchisation des paramètres.</i>	<i>XXII</i>
<i>Tableau 12 : Etablissement des seuils entre classe pour chaque paramètre considéré.</i>	<i>XXVII</i>

Liste des sigles utilisés

AFSSA :	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
ATSDR :	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
CAREPS :	Centre Rhône Alpes d'Epidémiologie et de Prévention Sanitaire
CCME :	Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement
CES :	Comité d'experts spécialisés
C.I.Eau :	Centre d'information sur l'eau
CMA :	Concentration maximale admissible
CSHPF :	Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France
CSP :	Code de la Santé Publique
DDASS :	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
DGS :	Direction Générale de la Santé
DJA :	Dose journalière admissible
DJT :	Dose journalière tolérable
ENSP :	Ecole Nationale de Santé Publique
ERU :	Excès de risque unitaire
HACCP :	Hazard Analysis and Critical Control Point
IFEN :	Institut français de l'environnement
INSPQ :	Institut National de Santé Publique du Québec
IRIS :	Integrates Risk Information System (base de données toxicologiques de l'US EPA)
LQ :	Limite de qualité
OMS :	Organisation mondiale de la santé (WHO)
PADDSE :	Pôle d'administration déléguée des données de la base en Santé-Environnement
RQ :	Référence de qualité
SEQ Eau :	Système d'évaluation de la qualité de l'eau
SIRIS :	Système d'intégration des risques par interaction des scores.
SISE-Eaux :	Système d'information en santé environnement-réseau de surveillance de l'eau
SPDE :	Syndicat Professionnel des Distributeurs d'Eau
UDI :	Unité de distribution
UERE :	Unité d'évaluation des risques liés à l'eau
US EPA :	US Environmental Protection Agency
VTR :	Valeur toxicologique de référence
WHO :	World Health Organization (OMS)

INTRODUCTION

Le Code de la Santé Publique a introduit de nouvelles dispositions, relatives aux eaux destinées à la consommation humaine, modifiant la gestion de la qualité des eaux de distribution et imposant des exigences relatives à l'information sur la qualité de l'eau. Ainsi, la prise en compte de la surveillance dans le suivi sanitaire va modifier la gestion des données de la qualité de l'eau, et les rôles du contrôle sanitaire vont être redéfinis. De plus, une nouvelle procédure de gestion des non-conformités est mise en place.

La mise en œuvre de ces exigences nouvelles nécessite le recours à des outils ou des méthodes de travail renouvelées afin de capter les fluctuations à l'origine d'une dérive de la qualité de l'eau ou les points critiques à traiter afin d'améliorer en continu la qualité de l'eau distribuée.

Le présent mémoire vise à étudier l'intérêt de travailler avec un indicateur pour la gestion de la qualité de l'eau, ainsi que la manière de le construire pour le rendre le plus pertinent et efficace possible. Cet indicateur alliant des bases réglementaires et une vocation clairement sanitaire serait un outil d'aide à la décision pour les professionnels. De plus, si le gestionnaire de santé le trouve adéquat, il peut lui servir de base de communication simple avec le consommateur.

Afin de proposer un indicateur, la démarche suivante a été adoptée :

1. Tracer les lignes directrices du cahier des charges de l'indicateur,
2. Etudier les indicateurs existants dans ce domaine ou en santé environnement,
3. Mettre en place les bases théoriques de la conception de l'indicateur,
4. Réaliser des essais sur des données réelles avec un traitement informatisé afin de voir la faisabilité d'un tel indicateur.
5. Mettre en avant l'intérêt de la méthode avec ses limites et ses points à développer.

1 CONTEXTE & ENJEUX

1.1 L'information sur la qualité de l'eau en 2004

1.1.1 Dispositif réglementaire

L'application du CSP impose des exigences relatives à l'information sur qualité de l'eau :

- Par souci de transparence de l'information sur l'eau, le consommateur doit recevoir des informations sur la qualité de l'eau : une information permanente sur la qualité du produit mis à disposition, et une information adaptée pour assurer la sécurité du consommateur.

Différentes modalités d'information sont à distinguer selon que l'on est en situation normale ou en situation de crise. La situation courante peut être définie comme celle correspondant à la communication des résultats du contrôle sanitaire courant ou à celle de non-conformités nécessitant la mise en œuvre d'une dérogation sans pollution importante pouvant avoir des effets constatés ou prévisibles sur la santé de consommateurs.[DGS, document de travail, 2002]

La qualité de l'eau, d'après les données du contrôle sanitaire, fait l'objet d'une communication régulière auprès des consommateurs. Des rapports périodiques de qualité des eaux sont réalisés aux échelons national, régional et départemental par les services du ministère chargé de la santé.

A) Le système d'information sur les eaux SISE-eaux

Les résultats des analyses du contrôle sanitaire sont intégrés dans une base nationale informatisée de qualité des eaux, la base SISE-Eaux. C'est un système de gestion des données administratives, techniques et analytiques de la distribution d'eau en France supporté par la DGS. Le référentiel de saisi permet une description homogène à l'échelle nationale de toutes les installations de captage, de traitement et de distribution d'eau d'alimentation et des analyses qui s'y rapportent. Il permet donc l'exploitation des données à tous les échelons : départemental, régional, de bassin hydrographique et national. Ce référentiel de saisi a servi de base à la conception d'un format national d'échange de données informatisées adopté par les principaux acteurs du domaine de l'eau. [DGS, novembre 2002]

Ce système d'information permet l'extraction des données utilisées après traitement et interprétation pour établir les différents documents d'information sur la qualité de l'eau.

B) L'info-facture

D'après la circulaire DGS/VS 4 n°98-115 du 19 février 1998 relative à l'information sur la qualité des eaux d'alimentation, les éléments essentiels de la note de synthèse annuelle établie par la DDASS doivent être portés à la connaissance de l'abonné à l'occasion de la diffusion d'une facture d'eau au moins une fois par an. Cette disposition a été généralisée à toutes les communes de France en 2000. Les informations fournies doivent être lisibles et compréhensibles par le consommateur. Les indications diffusées doivent être accompagnées d'explications ou de commentaires littéraires.

Les informations figurant sur la fiche jointe à la facture d'eau portent sur les points suivants :

- L'organisation de la distribution d'eau avec la référence à l'unité de distribution,
- La période sur laquelle porte l'information,
- L'origine de l'eau
- L'indication du nombre de prélèvements effectués et de nombre total de paramètres mesurés dans le cadre du contrôle sanitaire,
- La qualité de l'eau distribuée,
- Les situations particulières et
- Les recommandations par rapport au plomb.

Pour rendre la qualité de l'eau distribuée compréhensible, il est proposé de s'appuyer sur les limites et références réglementaires de qualité de l'eau mais aussi d'introduire différentes expressions de qualité ou des indications d'usage en fonction des caractéristiques relevées. Lorsque cela est pertinent, la variation de la qualité à l'aide des valeurs minimales, moyennes, maximales est mentionnée.

Dans le cas où des dépassements des limites de qualité ont été constatés, plutôt que de fournir des pourcentages de conformité, dans la mesure du possible, les caractéristiques des dépassements sont indiqués (par exemple : origine des dépassements, durée de chaque événement et fréquence de retour ou durée cumulée sur la période, valeurs maximales, populations concernées).

Des indications sont données au moins pour les paramètres suivants :

- Dureté : valeur moyenne ou valeurs minimale, moyenne et maximale en cas de variation significative. Pour permettre une bonne compréhension, un commentaire est apporté, en fonction du titre hydrotimétrique (TH).
- Microbiologie : la qualification de l'eau se fera à partir des analyses microbiologiques réalisées. Peuvent être distinguées la situation en sortie de production et celle en distribution.
- Nitrates : le commentaire est adapté à la situation constatée. Sont rappelées, si nécessaire, les précautions de consommation pour certains groupes de population (femmes enceintes et nourrissons).

- Fluor : selon le niveau de la teneur moyenne relevée et de sa signification, compte tenu de l'amplitude des variations, un commentaire peut être fait sur l'intérêt ou non de faire appel à des apports complémentaires en précisant que les personnes doivent en parler avec leur médecin. Ainsi, quand la teneur moyenne dans l'eau en fluor est inférieure à 0,5 mg/l, il est utile, pour la prévention de la carie dentaire, d'effectuer un apport complémentaire par du sel fluoré ou après avis médical par des comprimés fluorés.
- Pesticides : le commentaire est adapté à la situation en tenant compte des informations toxicologiques disponibles.

C) Le rapport triennal fourni à la Commission

En application de la directive n° 91-692 du 23 décembre 1991 dite directive « reporting » visant à la standardisation et à la rationalisation des rapports relatifs à la mise en œuvre de certaines directives concernant l'environnement, l'Etat français doit également transmettre, tous les trois ans, un bilan de la qualité des eaux distribuées dans les unités desservant au moins 5000 habitants ainsi que des informations sur les conditions de mise en œuvre de la directive n°75-440 du 16 juin 1975 relative à la qualité des eaux superficielles utilisées pour la production d'eau alimentaire. La Commission européenne produit ensuite une synthèse à laquelle le public a également accès. Il s'agit essentiellement de la description globale des installations, de l'importance des contrôles effectués et de l'indication des cas où au moins une analyse a fourni un résultat non conforme pour un paramètre comportant une limite de qualité et des mesures prises pour améliorer la situation.

D) Les difficultés de l'information

Les exigences du CSP en matière d'information sont assez élevées, l'article 1321-30 notamment exige l'information du consommateur en situation de crise pour assurer la transparence de la gestion de la situation. Il s'avère dans ces cas difficile d'informer sans affoler le consommateur. De plus, la communication sur les risques est toujours délicate, avec des cas de figure différents :

Pour les composés ayant un effet déterministe, avec un seuil ou dose-dépendant, l'explication des limites de qualité peut être aisément présentée au public, d'autant plus qu'elles correspondent le plus souvent à un risque « zéro », quand elles sont fixées pour une exposition très inférieure à la NOAEL par exemple. En revanche, une telle explication est moins facile pour les substances qui ont un effet stochastique, pour lesquelles il n'existe pas de dose d'exposition sans risque. En effet, il faut alors expliciter le choix du risque acceptable.

1.1.2 Perception du public

A) Evaluation par le C.I.Eau

Le C.I.Eau est un organisme qui publie des synthèses sur l'eau et en particulier les résultats d'un sondage sur la population française, dont les principales conclusions en 2004 sont rappelées ici :

Les indicateurs de satisfaction de la qualité de l'eau et de son service, de même que ceux qualifiant la confiance accordée à l'eau du robinet sont orientés à la hausse. En 2003, une diminution avait été enregistrée sur ces différents points. Or, en 2004, le regain de confiance et de satisfaction concernant le produit et le service est suffisamment soutenu pour faire mieux que compenser le recul de 2003. [C.I.Eau, 2004]

Ainsi, 73% des Français estiment cette année qu'en France, « l'eau du robinet est sûre », (contre 69% en 2003). Il s'agit du meilleur résultat jamais enregistré sur ce point depuis la création du baromètre. L'eau est « bonne pour la santé » pour 55% des interviewés (50% en 2003). 64% se disent convaincus qu'elle « respecte les normes de qualité » (61% en 2003). Enfin, 77 % la jugent « contrôlée » (75% en 2003) et ces contrôles sont considérés « suffisants » par 59% des Français (56% en 2003). Là encore, il s'agit du meilleur résultat obtenu depuis 1996.

Si l'opinion des Français à l'égard de l'eau du robinet semble en amélioration, 34% d'entre eux pensent que sa qualité s'est dégradée sur ces 10 dernières années. Cependant, cette opinion demeure minoritaire, puisque 37% estiment qu'elle est restée stable et 22% qu'elle s'est améliorée. Leur vision de l'avenir est, en revanche, plus inquiétante : 40% s'attendent à un maintien de la qualité actuelle de l'eau du robinet , mais 31% craignent une dégradation et 21% espèrent une amélioration.

L'eau du robinet est donc jugée « sûre en France » par 73%, contre 22% d'avis contraires. **Toutefois 2 français sur 3 veulent plus d'informations sur l'eau.** 66% des Français ne s'estiment pas suffisamment informés sur tous les domaines qui concernent l'eau. Cette proportion de Français se disant insuffisamment informés est la plus faible depuis 1996 et les choses semblent donc évoluer dans le bon sens, sur ce point.

B) Evaluation de la satisfaction du public relative à l'info-facture

Le dispositif d'information des usagers sur la qualité de l'eau d'alimentation a été évalué dans les départements de l'Isère et de la Loire en 2000 par sondage téléphonique portant sur deux échantillons de 500 personnes chacun, représentatifs de la population de chaque département [CAREPS, rapport n°316, mars 2001]. Cette enquête réalisée par les DRASS et DDASS de la région Rhône Alpes et le CAREPS montre que 37% des personnes interrogées dans l'Isère et de 39% dans la Loire se souviennent du document

joint à la facture d'eau. Parmi ceux qui se souviennent du document, la plupart (82%) l'ont lu mais moins d'une fois sur deux de manière attentive. Rapporté à l'ensemble de l'échantillon interrogé, on constate que seuls 14% des sujets ciblés ont lu de manière attentive l'info-facture parmi un total de 31% qui l'ont au moins survolé. Ceux qui l'ont lu l'ont trouvé intéressant (83% , dont 63% qui ont témoigné un intérêt réel). L'impact de la campagne de diffusion sur le sentiment d'être bien informé est indéniable puisque 34% des personnes se considéraient bien informées avant la campagne et 69% pensent l'être après avoir reçu le document d'information. Par ailleurs, 22% des personnes ayant lu le document déclarent que cette lecture a modifié leur perception de la qualité de l'eau qui les dessert.

Selon le C.I.Eau il n'y a aucun progrès pour l'information « qualité » accompagnant les factures d'eau. Alors que ce dispositif d'information a désormais plusieurs années d'exercice derrière lui. La synthèse annuelle sur la qualité de l'eau semble toujours peu perçue en 2004 au travers du sondage effectué. En effet, 59% (60% en 2003 et 63% en 2002) disent ne pas l'avoir reçue, 7% l'ont reçue mais ni lue ni parcourue (6% en 2003, 7% en 2002), 25% l'ont lue ou parcourue (27% en 2003, 22% en 2002), 8% ne savent pas (inchangé).

Au total, seul un tiers (32%) des Français affirme donc avoir reçu cette fiche et un quart (25%) en avoir pris connaissance. Or, dans les faits, la grande majorité des Français a dû recevoir ce media d'information. Il est donc probable qu'une bonne partie d'entre eux n'en a, en fait, pas remarqué l'existence.

Au sein des 32% déclarant l'avoir reçue, 39% en attribuent la paternité à la société gestionnaire du service et 20% à la municipalité. Fait notable, pour la première fois, l'origine de ce document est attribuée au ministère de la Santé ou à la DDASS (48%, contre 36% et 34% lors des deux précédentes éditions) : à défaut de la consulter assidûment, les Français commencent donc à bien identifier l'émetteur de cette fiche de synthèse.

La minorité ayant lu cette synthèse lui accorde toujours un jugement largement positif : 85% pensent qu'elle est « utile pour le consommateur », 84% « facile à comprendre », 80% qu'elle « explique bien les différentes normes de qualité », 71% qu'elle « fournit une information complète sur l'eau de la commune », 73% qu'elle « fournit une information fiable sur l'eau de la commune ». Seuls 15% la trouvent « confuse ».[C.I.EAU,2004]

1.1.3 Perspectives

A) Les projets de renforcement de l'information du consommateur

Plusieurs mesures sont envisagées par la DGS pour compléter et améliorer la communication avec le public :

a) *Création d'un site Internet dédié à la qualité de l'eau d'alimentation*

Comme dans le domaine des baignades où un site Internet met les résultats des contrôles à disposition du public 3 ou 4 jours après les prélèvements, la création d'un site Internet en matière d'eau est à l'étude. Ce site s'appuiera sur les expériences départementales déjà opérationnelles sur minitel.

b) *Amélioration de la diffusion de l'info-facture*

L'information a pour objectif de répondre à un droit du consommateur sans générer de crainte inutile voire de risque de le voir se tourner vers des sources d'approvisionnement moins sûres en situation normale comme en situation de non-conformité.

L'utilisation des taux de conformité au seuil de qualité, exprimé par le rapport entre le nombre d'analyses conformes à un seuil donné et le nombre total d'analyses effectuées sur la période, est représentatif lorsque les analyses sont uniformément réparties dans le temps. Mais, en cas d'épisode de non conformité des eaux, l'échantillonnage des eaux est fréquemment renforcé par la DDASS, le mode de calcul précédent surestime donc l'ampleur du problème rencontré. Pour atteindre une meilleure représentativité de la qualité de l'eau, il est donc nécessaire que les **bilans de qualité d'eau intègrent les durées des différents épisodes de conformité et de non conformité**. De plus, l'amplitude des dépassements doit également être pris en compte dans les commentaires sanitaires.

Selon les articles D.1321-103 et s. Du CSP, l'information doit être compréhensible par le public auquel elle s'adresse. En matière d'eau de consommation, la qualification de qualité d'une eau est fondée sur la conformité à un ensemble de valeurs tant microbiologiques que physico-chimiques. Or, si l'on se réfère à d'autres domaines tels que les baignades ou la qualité de l'air par exemple, des **indicateurs globaux traduisant la qualité sous formes littéraires** (zone de bonne qualité, de qualité moyenne, pouvant être momentanément polluée ou de mauvaise qualité pour les zones de baignade) ou chiffrées (de 1 à 10 pour l'air) associés ou non à un degré de satisfaction aux limites de qualité ou aux solutions d'amélioration à mettre en œuvre pourraient être envisagées.

B) Les besoins nouveaux ou le nouveau contexte

La révision du CSP introduit de nouvelles dispositions concernant la reconnaissance de la surveillance réalisée par l'exploitant. Dans tous les cas, la surveillance doit être fondée sur une analyse de risques sanitaires. En plus et de façon facultative, les résultats de la surveillance peuvent être pris en compte dans le contrôle sanitaire, sous réserve de la mise en œuvre d'un plan d'assurance qualité qui garantit le sérieux de l'analyse de risques et la mise en place au niveau des points critiques d'un suivi efficace et de mesures adaptées en cas de perte de contrôle de la qualité. Cette dernière disposition

permettra aux autorités sanitaires de disposer d'un nombre beaucoup plus important de données sur la qualité de l'eau distribuée et aura pour conséquence une meilleure connaissance de la qualité de l'eau. Les **données de surveillance** pourront, sous les réserves exprimées auparavant, contribuer à **renforcer l'ensemble des informations** disponibles dans la facture d'eau, les bilans départementaux, nationaux et européens, à condition de concevoir un système de traitement des données adapté.

Cet afflux potentiel de données rend urgente la mise au point d'un outil informatique capable de traiter ces données de façon pratiquement automatique et de restituer une information simple mais sensible qui permette d'identifier les sites à problèmes et de hiérarchiser les interventions nécessaires.

1.2 Principe, intérêt et limites de l'usage d'indicateurs

1.2.1 Rôle des indicateurs

Il existe un besoin croissant et une demande pour les indicateurs de santé-environnementale, de la part des professionnels de la santé-environnement pour appuyer et valider les politiques de gestion en environnement et en santé à tous les niveaux.

1.2.2 Concept général d'indicateur

Le concept d'indicateur peut être défini comme suit :

Les indicateurs sont des variables qui fournissent des renseignements sur d'autres variables plus difficiles d'accès. Les indicateurs servent aussi de repère pour prendre une décision. Ils fournissent des informations au sujet d'un système complexe en vue de faciliter sa compréhension aux utilisateurs, de sorte qu'ils puissent prendre des décisions appropriées qui mènent à la réalisation des objectifs [Dubreil, ENSP, 2001].

D'après l'OMS, les indicateurs peuvent être définis comme des variables qui aident à mesurer le changement. Les indicateurs en santé-environnementale ont été définis comme « l'expression du lien entre l'environnement et la santé, dans un but spécifique de politique de gestion et présentés sous une forme qui facilite l'interprétation pour la prise de décisions efficaces. », [Corvalán *et al.*, OMS, 1996].

1.2.3 Critères d'efficacité des indicateurs

Afin de répondre aux besoins de ses utilisateurs, les indicateurs doivent être pertinents et résumer significativement la situation. Pour satisfaire ceux qui souhaiteraient interroger la validité des indicateurs, leur construction doit être transparente, ils doivent pouvoir être testés, et reposer sur des bases scientifiques et des données sûres. Si les indicateurs utilisés doivent mettre en avant des variations de la situation décrite, ils doivent être sensibles aux changements réels dans les conditions de mesure, ainsi qu'assez robustes pour ne pas être perturbés par des bruits de fond dans les données utilisées. Enfin pour

garantir leur mise en place et leur utilisation, ils doivent être économiquement viables du point de vue de la compilation des données comme de l'utilisation de l'information donnée. [Briggs *et al.*, WHO, 1999]

En général, lorsque la spécificité d'un indicateur augmente, sa sensibilité diminue. Pourtant un bon indicateur se doit d'être sensible et spécifique, il faut donc effectuer un compromis entre ces deux qualités. [Dubreil, ENSP, 2001]

1.2.4 Conception des indicateurs

Ces critères conditionnent et limitent le type d'indicateurs qui peuvent être développés et la manière dont ils peuvent être construits, d'où la difficulté de concevoir de tels outils. De plus les impératifs économiques conduisent souvent à s'appuyer sur des données déjà existantes et collectées pour d'autres objectifs. Dès lors les données ne sont pas toujours optimales pour l'utilisation envisagée.

Les indicateurs doivent simplifier un grand nombre de données sans distordre la réalité, ni perdre les relations et interdépendances qui gouvernent ces données. De plus l'impératif de sensibilité implique que les données doivent être fiables, cohérentes et renouvelées périodiquement.

Chaque usage peut impliquer d'avoir recours à des indicateurs légèrement différents. Ainsi un indicateur développé pour faire prendre conscience au public d'un problème de santé environnementale devra être intéressant et acceptable pour la population concernée. C'est-à-dire qu'au profit du message clair et simple, un certain degré de complexité et de rigueur devra être sacrifié. Alors que l'indicateur traitant du même problème avec les mêmes données mais à l'usage des épidémiologistes par exemple devra garder toute sa crédibilité scientifique. Pour toutes ces raisons, il semble extrêmement difficile de développer des indicateurs à buts multiples.

Non seulement les données doivent être mises à jour pour le développement des indicateurs mais les méthodes de construction elles-mêmes doivent être validées au fur et à mesure des avancées scientifiques. Les indicateurs ne sont jamais fixés ni universels. [Briggs *et al.*, WHO, 1999]

1.2.5 Limites de l'indicateur

Parmi les inconvénients potentiels associés à l'usage d'un indicateur, il y a la perte de renseignements relatifs à des variables individuelles, l'altération des résultats due à la formulation de l'indicateur et la perte d'information causée par les interactions entre les variables.

2 MATERIEL & METHODE

La méthodologie utilisée pour mener à bien ce mémoire suit l'organisation suivante :

1. Tracer les lignes directrices du cahier des charges.
2. Etudier ce qui existait comme indicateur dans ce domaine ou en santé environnement. Cette étape a été l'occasion de consulter des référents en Santé environnement et des personnes ayant monté un système d'indicateurs.
3. Préciser le cahier des charges aux vues systèmes existants.
4. Elaborer la conception théorique de l'indicateur.
5. Effectuer des essais sur des données réelles, et des essais de programmation automatique du traitement des données.

3 SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES SYSTÈMES D'ÉVALUATION GLOBALE DE LA QUALITÉ EXISTANTS

Afin de mettre en place l'indicateur le plus approprié à notre problématique, différentes options sont étudiées :

3.1 SEQ-Eau

Le SEQ-Eau a été conçu pour répondre aux besoins des différents acteurs de l'eau : gestionnaires, usagers ou élus. Il donne une indication sur son état d'altération (écart par rapport à un référentiel) et permet de définir l'aptitude d'une eau à satisfaire différents usages. Il offre également une description de la qualité de l'eau par classes de qualité pour permettre de suivre les actions mais aussi pour permettre à des personnes non averties d'obtenir une information simple et globale sur la qualité.

L'outil a été construit en cohérence avec les réglementations européennes et françaises. Il est donc destiné à évoluer en fonction de ces réglementations. L'architecture modulaire du SEQ en fait un outil adaptable et évolutif. De nouveaux usages, ainsi que de nouveaux paramètres, peuvent être ajoutés à tout moment. (cf. annexe 1)

3.1.1 Des règles de qualification préalables à respecter

Les évaluations, qui peuvent être conduites sur un prélèvement, plusieurs prélèvements ou plusieurs années, sont réalisées, à ce jour, au moyen de 156 paramètres de qualité de l'eau regroupés en 15 groupes appelés altérations (couleur, température, nitrates, micro-organismes, pesticides, etc.) (cf. figure 10 en annexe 1). Chaque altération comprend des paramètres de même nature ou ayant des effets comparables sur le milieu aquatique ou les usages.

En identifiant les altérations qui compromettent les équilibres biologiques ou les usages, le SEQ-Eau autorise un diagnostic précis de la qualité de l'eau et contribue à définir les actions de corrections nécessaires en fonction des utilisations souhaitées.

A) Pour un prélèvement :

Certains paramètres d'une altération, considérés comme impératifs, doivent obligatoirement avoir été analysés. Si aucune mesure n'est disponible pour l'un des paramètres impératifs, l'altération ne peut être qualifiée, ni pour définir des classes d'aptitude, ni pour définir des classes ou des indices de qualité.

B) Pour évaluer la qualité annuelle ou interannuelle :

Un nombre minimal de prélèvements et une certaine répartition pendant la période sont requis pour qualifier chaque altération (classe d'aptitude, classe et indice de qualité). L'

essentiel est que les mesures soient réparties sur l'année de façon à ne pas manquer les périodes critiques de l'altération suivie. A chaque période de l'année, l'objectif est de mesurer les paramètres les plus susceptibles d'être indicateurs de la dégradation de l'eau.

3.1.2 Des principes de calcul simples et homogènes :

A) Pour un prélèvement :

Pour chaque altération la qualité (classe d'aptitude, classe et indice de qualité), est déterminée par le paramètre déclassant, c'est-à-dire celui qui est associé à la classe d'aptitude ou la classe de qualité la moins bonne, avec l'indice de qualité le plus bas.

Un filtrage sur l'incertitude analytique a été introduit pour éviter un déclassement dû à un seul paramètre, dont la valeur mesurée serait trop proche du seuil de déclassement. Dans ce cas, on retient pour la fonction ou l'usage, les classes d'aptitude et de qualité immédiatement précédentes et l'indice de qualité est calculé avec la valeur mesurée corrigée par déduction de l'incertitude analytique.

B) Pour évaluer la qualité annuelle ou interannuelle :

L'objectif de la méthode d'agrégation des prélèvements est de fournir l'évaluation de l'aptitude ou de la qualité en évitant de prendre en compte les situations exceptionnelles. La qualité par altération est déterminée par le résultat le plus déclassant constaté dans au moins 10% des prélèvements. On cherche donc à retenir les prélèvements donnant la moins bonne qualité ou la moins bonne aptitude, à condition qu'elle soit constatée dans au moins 10% des prélèvements. C'est la règle dite des « 90% ». son application, dans le cas d'un nombre inférieur à 10, conduit à retenir le prélèvement le plus déclassant.

Le SEQ-Eau est un dispositif de portée nationale. Il permet d'harmoniser les analyses mieux que la grille d'aptitude du décret 89-3 au niveau national et d'avoir une évaluation de la qualité conforme à la Directive Cadre Eau.

Plus sévère et plus complet que la grille, ce système d'évaluation donnera sans doute une image plus " rouge " de beaucoup de nos cours d'eau bien que des progrès considérables aient été réalisés ces vingt dernières années. Grâce à cet outil, l'ensemble des acteurs de l'eau pourra fixer des objectifs de qualité précis et mesurer l'efficacité de ses actions.

Ce nouveau système d'évaluation présente trois atouts essentiels : il est applicable à tous les types de cours d'eau (les diagnostics produits sont comparables), il est évolutif (l'intégration des connaissances nouvelles est possible) et il est polyvalent (différentes utilisations sont possibles selon les besoins : prise de décision, définition d'actions, information de différents publics).

Le SEQ-Eau est un système de qualification de l'eau qui s'inscrit dans la politique de gestion de la qualité des cours d'eau. Il est destiné aux professionnels pour mettre en place et évaluer leurs politiques de gestion, mais aussi à l'information du public. L'évaluation de la qualité se fait par regroupement paramètres en altérations, et par comparaisons à des seuils réglementaires et définis par expertise. La qualité est exprimée par une classe et un indice. Il est à noter que le système est désormais entièrement informatisé et gère 156 paramètres de mesure analytique.

3.2 Indicateurs relatifs à la qualité des eaux de baignade

Le contrôle sanitaire des eaux de baignade a été organisé en France dès 1972 pour les eaux littorales et à partir de 1979 pour les eaux intérieures. La directive 76/160/CEE du 8 décembre 1975 relative à la qualité des eaux de baignade, transposée en droit français par le décret 81-324 du 7 avril 1981 fixant les normes d'hygiène et de sécurité applicables aux piscines et baignades aménagées a fixé un cadre réglementaire spécifique.

3.2.1 Origine du système

A partir des résultats d'analyse des eaux de baignade en mer des années 73-74, il s'agissait de fournir un classement des eaux d'environ 500 plages surveillées en trois blocs.

Une norme existe déjà avec les niveaux guide G, caractérisant une bonne qualité de la baignade, et impératif I qui ne doivent pas être dépassés

A partir de l'étude de Bonde, les courbes de distribution statistiques associées aux mesures ont été tracées, mais l'exploitation se révèle décevante.

Il est alors envisagé d'utiliser une approche plus empirique, consistant à traiter directement les analyses de chaque plage. Ainsi, le nombre d'analyses disponibles est déterminé puis les résultats sont classés selon :

- Valeurs inférieures au nombre guide,
- Valeurs inférieures à la norme impérative,
- Valeurs supérieures aux niveaux guides et impératifs.

Le nombre de dépassement par rapport au total d'analyses est calculé et transformé en taux. Le nombre de plages pour lesquelles dans 95% des cas, les niveaux I pour *E. coli* et les coliformes totaux sont respectées, est déterminé. La même démarche est appliquée pour les streptocoques fécaux, les coliformes fécaux et totaux avec les niveaux guides. Cette interprétation permet de distinguer 3 classes :

- Le nombre de germes recherchés est inférieur dans 95% des cas aux niveaux guides : bon résultat,
- Le nombre de germes recherchés est compris à 95% entre les niveaux guides et les niveaux impératifs : résultat moyen,
- Le nombre de germes recherchés est supérieur aux niveaux impératifs : mauvais résultat.

Dès lors, on se retrouve avec 30% de plages classées dans la dernière catégorie. Les informations sont reprises sous forme graphique en dessinant le nuage de points. Une fois les groupes déterminés, les professionnels concernés ont été interrogés sur la pertinence du classement de leurs plages dans la dernière catégorie. Il apparaît alors que certaines plages ne sont pas conformes à cause d'épisodes pluvieux, accidentels ou de défaillances du système d'assainissement. Dès lors, une différenciation peut être effectuée entre dans cette dernière classe :

- La classe C synonyme de pollution momentanée et pour laquelle la fréquence de dépassement des niveaux impératifs est comprise entre 5 et 33 % des analyses et,
- La classe D considérée comme régulièrement polluée pour laquelle au moins un résultat sur trois dépasse les nombres impératifs.

3.2.2 Discussion de la méthode

Sur la base d'arguments statistiques la méthode utilisée est discutable. En effet, on ne peut calculer directement un pourcentage à partir du nombre de non-conformité, il faudrait au préalable en tracer la distribution.

On peut supposer qu'elle correspondrait à une loi log normale et que dès lors la droite de Henry permet de déterminer le percentile 95.

Mais une application de ce modèle sur les données de terrain n'a pas permis d'améliorer le système d'origine basé sur la construction empirique des classes de qualité.

3.2.3 Description du système réglementaire

Deux catégories de paramètres sont utilisées pour évaluer la qualité sanitaire de l'eau de l'eau de baignade (cf. tableau 12 en annexe 2):

o Paramètres micro biologiques : trois germes indicateurs de contamination fécale sont recherchés : les coliformes totaux, les coliformes fécaux (*Escherichia coli*) et les streptocoques fécaux. En cas de pollution avérée, d'autres germes (salmonelles, entérovirus) peuvent être recherchés. Les analyses sont réalisées par des laboratoires agréés.

o Paramètres physico-chimiques : contrairement aux indicateurs précédents, ces paramètres peuvent faire l'objet d'une évaluation uniquement qualitative (visuelle ou olfactive). La présence de mousses (substances tensioactives), de phénols, d'huiles minérales, de résidus goudronneux de matières flottantes est relevée lors du prélèvement d'eau.

Les eaux de baignade sont réputées conformes : si des échantillons de ces eaux, prélevés selon la fréquence prévue (cf. tableau 13 en annexe 2) en un même lieu de prélèvement, montrent qu'elles sont conformes pour :

- 95 % des échantillons aux seuils spécifiés dans la colonne I,

- 90 % des échantillons, sauf pour les paramètres " coliformes totaux " et " coliformes fécaux " où le pourcentage des échantillons peut être de 80 %, et si, pour les 5 %, 10 % ou 20 % des échantillons qui, selon le cas, ne sont pas conformes :

- l'eau ne s'écarte pas de plus de 50 % de la valeur des paramètres en question, exception faite pour les paramètres microbiologiques, le pH et l'oxygène dissous,
- les échantillons consécutifs d'eau prélevés à une fréquence statistiquement appropriée ne s'écartent pas des valeurs des paramètres qui s'y rapportent.

Des dérogations à la directive sont prévues :

a) pour certains paramètres marqués (0) dans le tableau 13 en raison de circonstances météorologiques ou géographiques exceptionnelles ;

b) lorsque les eaux de baignade subissent un enrichissement naturel en certaines substances qui provoquent un dépassement des limites fixées.

On entend ici par enrichissement naturel le processus par lequel une masse d'eau déterminée reçoit du sol certaines substances contenues dans celui-ci, sans intervention de la part de l'homme.

En aucun cas, les dérogations prévues dans l'article 4 de la Directive ne peuvent faire abstraction des impératifs de la protection de la santé publique.

Les indicateurs relatifs à la qualité de l'eau de baignade ont été réalisés de manière semi-empirique à partir de paramètres et de valeurs réglementaires en utilisant la conformité comme critère de classement. L'utilisation des percentiles à partir des mesures de 3 paramètres bactériologiques et de quelques paramètres physico-chimiques permet de séparer les eaux en classes pour aider les gestionnaires à identifier les sites qui nécessitent de prendre des mesures.

3.3 Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec

L'indice de la qualité des eaux (IQE) donne un aperçu instantané de la qualité de l'eau.

L'indice est un chiffre qui permet de comparer la qualité de l'eau d'une collectivité à l'autre. L'indice évalue plusieurs des divers éléments qui servent à analyser l'eau, tels que l'acidité, les coliformes fécaux, l'oxygène dissous, etc. L'indice de la qualité des eaux (IQE) uniformise les procédures employées par les entités gouvernementales canadiennes pour communiquer aux gestionnaires et au public les renseignements sur la qualité de l'eau. Les divers plans d'eau reçoivent une cote de qualité excellente, bonne, moyenne, médiocre ou mauvaise.

Cet indice a été conçu par un sous-comité d'experts du Groupe de travail du CCME sur les recommandations pour la qualité des eaux.

3.3.1 Origine de l'indice

L'indice est fondé sur la combinaison de trois facteurs :

1. le nombre de variables non conformes aux objectifs (étendue);

2. la fréquence à laquelle les objectifs ne sont pas respectés (fréquence);
3. l'écart entre les mesures non conformes et les objectifs correspondants (amplitude).

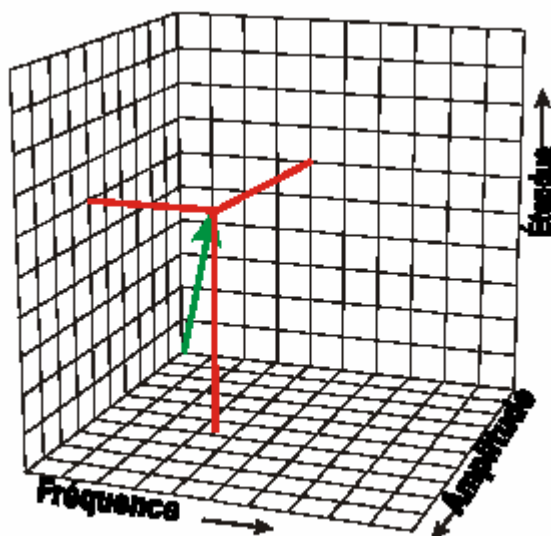


Figure 1 : Modèle conceptuel de l'indice.

Ces facteurs sont combinés pour produire un indice unique (située entre 0 et 100) qui décrit la qualité de l'eau. Pour l'IQE du CCME, une valeur de 100 correspond à la meilleure qualité et une valeur de 0 à la qualité la plus faible.

Une fois la valeur de l'IQE du CCME déterminée, on peut la classer dans une des catégories de qualité de l'eau suivantes :

Tableau 1 : Signification de l'indice de qualité de l'eau pour les rivières du Québec.

Valeur de l'IQE	0-44	45-64	65-79	80-94	95-100
Catégorie	Mauvaise	Médiocre	Moyenne	Bonne	Excellente
Description de la qualité	La qualité de l'eau est presque toujours menacée ou détériorée; les conditions s'écartent généralement des niveaux naturels ou souhaitables.	La qualité de l'eau est fréquemment menacée ou détériorée; les conditions s'écartent souvent des niveaux naturels ou souhaitables.	La qualité de l'eau est ordinairement préservée, mais elle est occasionnellement menacée ou détériorée; les conditions s'écartent parfois des niveaux naturels ou souhaitables.	La qualité de l'eau est préservée, seule une menace ou une détérioration mineures étant observées; les conditions s'écartent rarement des niveaux naturels ou souhaitables.	La qualité de l'eau est préservée, pratiquement aucune menace ni détérioration n'étant décelée; conditions très proches des niveaux naturels ou originels.

La division de la plage de valeurs de l'IQE du CCME en catégories de qualité des eaux s'appelle « catégorisation » et constitue un processus essentiel, mais quelque peu subjectif. Cette catégorisation doit se fonder sur la meilleure information disponible, le jugement des spécialistes et les attentes de la population quant à la qualité de l'eau.

Contrairement à certains indices déjà existants au Canada, la formule de base proposée par la Colombie-Britannique tient compte de tous les aspects-clés de la qualité de l'eau, est facile à calculer et suffisamment souple pour qu'on puisse l'appliquer dans diverses situations. L'indice peut être très utile pour suivre l'évolution des paramètres de qualité des eaux d'un site donné et permet en outre la comparaison directe de sites dont la surveillance se fonde sur les mêmes variables et objectifs. Chaque collectivité est libre de faire entrer les paramètres qu'elle désire dans le calcul de l'indice. Cependant, si les variables qui entrent dans le calcul de l'indice varient d'un site à l'autre, il peut être difficile d'établir une comparaison entre eux.

3.3.2 Données entrant dans le calcul de l'indice

L'IQE du CCME fournit un cadre mathématique qui permet d'évaluer les conditions ambiantes de qualité de l'eau en regard d'objectifs précis. Il offre une grande souplesse sur le plan du type et du nombre de variables à mesurer, de la période d'étude et du type de masse d'eau examinée (cours d'eau, tronçon, lac, etc.). L'établissement de ces paramètres est laissée à l'utilisateur. Avant de calculer l'indice, par conséquent, il faut définir le type de masse d'eau, la période visée, les variables mesurées et les objectifs appropriés.

Le calcul de l'IQE du CCME nécessite un minimum de quatre variables, échantillonnées au moins quatre fois. Pour que l'indice donne des résultats significatifs, il faut choisir des variables de qualité de l'eau appropriées à la région étudiée. Naturellement, le choix d'un petit nombre de variables pour lesquelles les objectifs ne sont pas respectés ne produira pas le même tableau que l'examen d'un grand nombre de variables dont seulement un certain nombre ne sont pas conformes aux objectifs. L'utilisateur doit user de son jugement professionnel pour déterminer le type et le nombre de variables qui doivent entrer dans le calcul de l'IQE afin que les résultats décrivent le plus fidèlement possible la qualité de l'eau dans une région donnée.

3.3.3 Calcul de l'indice

Après avoir défini le type de masse d'eau, la période d'étude, les variables observées et les objectifs correspondants, il faut chiffrer chacun des trois facteurs qui composent l'indice. Le calcul des termes F1 et F2 est relativement simple, mais celui du terme F3 nécessite quelques étapes supplémentaires.

Le terme F1 (étendue) représente le pourcentage de variables dont au moins une mesure ne respecte pas l'objectif correspondant pendant la période d'étude («variables non conformes»):

Équation 1

$$F_1 = \left(\frac{\text{nombre de variables non conformes}}{\text{nombre total de variables}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Le terme F2 (fréquence) représente le pourcentage de résultats analytiques non conformes aux objectifs (« résultats non conformes ») :

Équation 2

$$F_2 = \left(\frac{\text{nombre de résultats non conformes}}{\text{nombre total de résultats}} \right) \times 100 \quad (2)$$

Le terme F3 (amplitude) représente l'écart entre les résultats analytiques non conformes et les objectifs auxquels ils se rapportent. Ce terme est calculé en trois étapes.

i) L'amplitude par laquelle une concentration individuelle est supérieure à l'objectif (ou inférieure, lorsque cet objectif est un minimum) est nommé « coefficient d'écart ». Lorsque le résultat analytique ne doit pas dépasser l'objectif, le coefficient d'écart s'exprime comme suit :

Équation 3

$$\text{coefficient d' écart}_i = \left(\frac{\text{résultat non conforme}_i}{\text{objectif}_j} \right) - 1 \quad (3a)$$

Dans les cas où le résultat analytique ne doit pas être inférieur à l'objectif, le coefficient d'écart se formule comme suit :

Équation 4

$$\text{coefficient d' écart}_i = \left(\frac{\text{objectif}_j}{\text{résultat non conforme}_i} \right) - 1 \quad (3b)$$

ii) Pour calculer le degré global de non-conformité, on additionne les coefficients d'écart des résultats individuels et on divise cette somme par le nombre total de résultats individuels (conformes ou non aux objectifs). Cette variable s'appelle la somme normalisée des coefficients d'écart, ou *sncé*, et se représente comme suit :

Équation 5

$$\text{sncé} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{coefficient d' écart}_i}{\text{nombre total de résultats}} \quad (4)$$

iii) On calcule ensuite le terme F3 à l'aide d'une fonction asymptotique qui ramène la somme normalisée des coefficients d'écart par rapport aux objectifs (sncé) à l'intérieur d'une plage de valeurs de 0 à 100.

Équation 6

$$F_3 = \left(\frac{sncé}{0,01\ sncé + 0,01} \right) \quad (5)$$

Une fois ces facteurs établis, on peut calculer l'indice lui-même en additionnant les trois termes comme s'il s'agissait de vecteurs. La somme des carrés de chaque facteur est égale au carré de l'indice. Cette méthode traite l'indice comme un espace tridimensionnel défini par trois axes correspondant aux trois facteurs. Dans ce modèle, l'indice est directement proportionnel à chacun des trois facteurs.

Indice de qualité des eaux du CCME (IQE du CCME) :

Équation 7

$$IQE_du_CCME = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right) \quad (6)$$

Le diviseur de 1,732 normalise les valeurs résultantes en fonction d'une plage de 0 à 100, où 0 représente la qualité d'eau « la plus mauvaise » et 100, la qualité d'eau « la meilleure ».

Afin de déterminer la qualité des cours d'eau, la méthode canadienne utilise une approche mathématique de traitement des analyses bactériologiques et physico-chimiques. Elle consiste à calculer un indice à partir d'une formule qui caractérise les non-conformités sur trois critères (fréquence, étendue et amplitude). Cet indice sert à caractériser la qualité à un moment donné. La particularité de cet indicateur est que l'utilisateur fixe ses objectifs et donc choisit les paramètres à prendre en compte. Cette indice n'est pas un indicateur permettant des comparaisons entre différents sites, à moins que les paramètres choisis ne soient les mêmes.

3.4 Indicateurs de qualité de l'air

Les indicateurs de qualité de l'air existants sont des outils de gestion du risque. Ce sont deux dispositifs d'information.

3.4.1 L'indicateur d'information et d'alerte :

Normalisation et agrégation sur l'ensemble du territoire français à partir des mesures de 3 paramètres (polluants atmosphériques)

Adoption d'un seuil pour chaque polluant avec un niveau d'information et un niveau d'alerte (restriction ou suspension de certaines activités)

Points faibles :

- Il n'utilise que 3 paramètres,
- Il n'existe pas de rapport avec l'exposition,
- Il n'existe pas de relation avec des données épidémiologiques pour les seuils,
- La réflexion sur les pics de pollution est encore source de débat.

3.4.2 Indice de qualité de l'air : indice atmo

L'indice ATMO caractérise la qualité de l'air globale pour l'ensemble de la région parisienne. L'indice ATMO et son mode de calcul sont définis au niveau national pour toutes les grandes agglomérations de plus de 100 000 habitants. Cet indice est déterminé à partir des niveaux de pollution mesurés au cours de la journée par les stations de fond urbaines et périurbaines de l'agglomération et prend en compte les différents polluants atmosphériques, traceurs des activités de transport, urbaines et industrielles. Le type de site de mesure pris en compte est précisément défini : il s'agit de sites de fond qui doivent être des sites de fond de zones fortement peuplées. Ainsi pour le dioxyde de soufre, la densité de population doit être supérieure à 4000 habitants par kilomètre dans un cercle de rayon de 1 km autour du site. Pour le dioxyde d'azote, l'ozone et les poussières, la densité de population doit répondre aux mêmes critères, de plus le rapport NO/NO₂ du site doit être inférieur ou égal à 1 (ce qui est la caractéristique d'un site éloigné des axes routiers).

L'indice de qualité de l'air ATMO est en fait un chiffre allant de 1 à 10 associé à un qualificatif (de très bon à très mauvais). Chaque jour l'indice de qualité de l'air ATMO est calculé et disponible le soir. L'indice définitif de la journée est connu le lendemain. De plus chaque jour, une prévision de l'indice ATMO est réalisée pour le jour même et pour le lendemain disponible sur internet. L'indice estimé du jour est par ailleurs annoncé chaque jour à la fin du journal régional de France 3, sur le télétexte de France 2 et dans différents quotidiens, repris par de nombreuses radios qui émettent en Ile-de-France et sur les 170 panneaux d'information de la Ville de Paris. Une information sur la qualité de l'air est diffusée quotidiennement depuis 1992 par AIRPARIF et s'est vue remplacée depuis 1995 par l'indice national ATMO.

Dans son calcul interviennent :

- le dioxyde de soufre (d'origine industrielle),
- les poussières (d'origine industrielle, liée au transport et au chauffage domestique),
- le dioxyde d'azote (d'origine liée au transport, aux activités de combustion et de chauffage domestique),
- l'ozone (polluant secondaire issu principalement des transports et de l'utilisation des solvants et des hydrocarbures).

Pour chaque polluant un sous-indice est calculé. Chaque sous-indice est déterminé chaque jour à partir d'une moyenne des niveaux du polluant considéré sur l'ensemble des stations retenues. Pour les particules, on prend la concentration moyenne journalière sur chaque site. Pour le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote et l'ozone, on prend la concentration maximale horaire du jour sur chaque site. C'est le sous-indice maximal (déclassant) qui est choisi comme indice ATMO final caractérisant la qualité de l'air globale de la journée considérée. (cf. annexe 6)

Les points faibles de cet indicateur sont :

- La simplification des données par rapport à la perception sanitaire,
- Le fait qu'on présuppose d'une zone homogène sur l'agglomération.

Ces deux outils n'ont pas le même objectif. L'indicateur d'alerte utilise trois polluants atmosphériques. Lorsque ces paramètres dépassent un seuil défini une procédure d'alerte doit être mise en place tout en informant la population. L'indice ATMO caractérise la qualité de l'air globale pour une zone géographique donnée. Cet indice est chiffré et associé à une appréciation de la qualité. C'est un outil de communication de l'information sur la qualité de l'air à la population.

3.5 Classes de qualité du SPDE.

3.5.1 Projet de mise en place d'indicateurs à partir de la base SISE-Eaux

[DGS, 1999]

Le projet visait à ouvrir des pages d'informations sur Internet, destinées à terme au public. Pour amorcer ce travail 7 indicateurs ont été proposés par le PADDSE, ils portent sur la microbiologie, les nitrates, l'atrazine, les périmètres de protection et la turbidité.

De plus dans la note explicative faisant suite à la circulaire DGS n°98/115 du 19 février 1998, BO MES 98/10, pour harmoniser les messages de la DDASS, il est proposé de classer les eaux en catégories. Pour chaque catégorie sont définis les critères de classement, dont fait partie la durée de non-conformité par rapport aux limites réglementaires. Cette notion nouvelle devrait se substituer au traditionnel pourcentage d'analyses non-conformes, notamment quand on dispose d'un grand nombre de résultats. Dans le cas contraire, ce critère est difficile à utiliser mais le pourcentage d'analyses non-conformes n'est pas toujours significatif selon la stratégie d'échantillonnage adoptée (surveillance serrée d'un épisode à risque ou suivi d'une contamination dans le temps).

Des tableaux établis en fonction du nombre de résultats d'analyses disponibles, distinguent 3 catégories (A, B, C) d'eau pour la bactériologie par exemple, avec pour chacune une appréciation. Le paramètre le plus déclassant (Coliformes Totaux ou les Streptocoques Fécaux). sera sélectionné pour le classement bactériologique.

Lorsque, pour une UDI, le nombre de résultats disponibles est inférieur à 10, l'appréciation est portée par la DDASS sur la base des critères de fiabilité de l'installation, l'historique des données, ...

Pour les 3 paramètres : bactériologiques, nitrates et pesticides, lorsque l'eau est classée en B ou C pour deux de ces paramètres, il convient d'adapter la conclusion générale.

3.5.2 Utilisation de ce projet par le SPDE

Suite à la transmission du rapport triennal fourni à la Commission Européenne par la DGS au SPDE en août 2003, le SPDE a réalisé une étude pour déterminer une classification de la qualité de l'eau. Afin d'évaluer la qualité de l'eau desservie dans les UDI de plus de 5 000 habitants, divers indicateurs ont été calculés, sur les données de 1998 dans un premier temps avec pour appui le système décrit au §3.5.1 et l'avis du CSHPF de juillet 1998 relatif à la gestion des non-conformités en produits phytosanitaires.

Des classes de qualité sont définies à partir des durées de non-conformité, de la valeur maximale atteinte et du nombre de prélèvements réalisés.

L'expression de la qualité de l'eau distribuée par classe de qualité et ramenée à la population permet :

- De hiérarchiser la qualité de l'eau de « très bonne » à « insuffisante »,
- De présenter la situation en rapportant la qualité de l'eau à la taille de la population concernée.

3.5.3 Déclinaison du système du SPDE par Véolia Water

Ce système sert désormais d'indicateur de performance. Depuis 2000, il est appliqué à toutes les UDI quelle que soit leur taille, il permet d'orienter les politiques d'amélioration de la qualité.

La particularité apportée par Véolia Water est d'affecter un poids différent aux prélèvements. Pour effectuer le calcul de la durée de non-conformité, la moyenne des valeurs du paramètre considéré est pondérée en fonction du lieu de prélèvement et, par rapport à la fréquence d'analyse. La fréquence d'analyse dépend de l'importance de la population et à la situation géographique. Les analyses du contrôle sanitaire et de la surveillance de l'exploitant sont prises en compte pour le calcul au même titre avec le même poids. Tous les paramètres sont considérés, ceux qui sont sanitaires comme ceux qui aident au pilotage de l'installation.

L'objectif est ici :

- de définir un programme analytique minimal dont un des buts est d'améliorer la connaissance de la qualité sur les points non renseignés notamment si un risque est identifié par la méthode HACCP,

- De focaliser la politique d'amélioration sur certains paramètres jugés prioritaires par rapport à leur impact sanitaire ou médiatique,
- De renforcer la fréquence des analyses sur les UDI de petite taille.

3.5.4 Définition d'un indicateur de "non-conformité récurrente" par la Lyonnaise des Eaux

Un problème récurrent de qualité d'eau est défini comme dépassement confirmé, c'est-à-dire lors de deux analyses successives pour un paramètre donné et sur une même unité de distribution d'une limite de qualité définie dans le CSP. Les dépassements des références de qualité du décret n°2001-1220 ne sont pas considérés comme des problèmes récurrents. Mais il existe des définitions spécifiques pour certains paramètres : les pesticides et les nitrates.

Une non-conformité donne lieu généralement à des investigations analytiques complémentaires et à une enquête spécifique pour définir les actions correctives et/ou préventives.

Cet indicateur sert à programmer les modifications de chaînes de traitement ou à identifier les sites à problème récurrent.

Ces différents indicateurs sont considérés par les producteurs d'eau comme des indicateurs de performance qui servent à déterminer des objectifs quantifiables pour les plans d'amélioration de la qualité. Les professionnels réfléchissent actuellement à la durée à accorder à une analyse et à la hiérarchisation des problèmes par rapport à des seuils réglementaires et à des seuils propres servant de seuils de vigilance ou d'alerte.

Il est à noter que toutes les démarches présentées dans cette partie ont fait appel à un moment ou un autre de leur avancement à une consultation d'experts pour le choix des paramètres et/ou l'élaboration des seuils, de façon à ce que l'indicateur et/ ou la grille de qualité créés soient les plus pertinents possibles.

4 CAHIER DES CHARGES : OBJECTIFS DE L'INDICATEUR

Un indicateur correspond à un objectif bien précis (cf. §1.2). Le cahier des charges fixe les objectifs et pose les bases de la conception tout en étant le garant du respect des critères énoncés au §1.2. Ainsi, l'indicateur proposé devra présenter les qualités suivantes, être :

- opérationnel,
- lisible dans leur expression : indice variant de 0 à 10 avec une valeur de référence, code de couleur, ...,
- sensible aux variations et spécifique,
- reflétant la réalité du terrain,
- pertinent pour les utilisateurs.

De plus, on choisit de se baser d'après le §3 sur un système proche du SEQ-Eau, c'est-à-dire en utilisant pour chaque paramètre un système de classes et le recours aux paramètres déclassant. La définition des frontières des classes utilise des seuils réglementaires et des seuils propres au référentiel de l'indicateur.

4.1 Objectifs de l'indicateur et contraintes pratiques

4.1.1 Objectifs de l'indicateur

L'objectif est de proposer un indicateur global de la qualité **sanitaire** de l'eau de consommation.

A l'image du système baignade, l'objectif est de mettre en place un indicateur de qualité sur la base réglementaire pour aider les autorités sanitaires dans leurs prises de décision. Il permettrait dans un deuxième temps un dialogue avec le consommateur dans un cadre qui facilitera sa compréhension.

L'indicateur doit ramener un grand nombre de données (issues du contrôle sanitaire voire de la surveillance à terme) à une **information plus synthétique**. Pour être utile, il doit permettre un traitement homogène de l'information sur tout le territoire. Ceci doit aboutir à un logiciel de traitement des données qui garantit ce traitement identique. Le rôle de l'IGS qui explique les résultats à la lumière du contexte local (hydrogéologie,...) reste prépondérant.

L'indicateur de qualité a pour but d'aller vers l'homogénéisation du traitement des données pour la diffusion d'une information **comparable entre deux sites**. Il doit utiliser un référentiel commun à tous, pour que les professionnels puissent discuter sur les mêmes bases. Le choix des paramètres de l'indicateur et sa construction doit aboutir à la distinction claire d'eaux de différentes qualités selon des critères sanitaires.

4.1.2 Contraintes

La spécificité de l'indicateur correspond à son orientation sanitaire, c'est-à-dire qu'on ne prend pas en compte de critère économique ou d'efficacité technologique, etc...

Ainsi, on s'appuie sur l'article R. 1321-2 du Code de la Santé Publique qui dit que les eaux destinées à la consommation humaine doivent :

- Ne pas contenir un nombre ou une concentration de microorganismes, de parasites ou de toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ;
- Etre conformes aux limites de qualité définies.

L'indicateur ne tiendra compte que des paramètres ayant une incidence sanitaire sur la qualité de l'eau pour caractériser l'aspect sanitaire de la qualité de l'eau. Les paramètres comme l'entartrage ne font pas partie des paramètres pris en compte et il convient de bien faire entendre la vocation sanitaire de l'indicateur proposé.

Les usages considérés sont exclusivement la consommation d'eau et l'usage de l'eau pour la préparation des aliments.

L'indicateur doit avoir une signification sanitaire mais il ne doit pas contredire la réglementation actuelle pour que le message apporté soit cohérent.

Dès lors, il y a deux raisons d'utiliser des **paramètres sanitaires réglementés** :

- Disposer de données et,
- L'évaluation des risques et le niveau de risque acceptable sont déjà fixés : la limite entre ce qui est bon et mauvais pour la santé est déjà fixée et intègre une évaluation des risques [CSP, travail de l'AFSSA sur les non-conformités].

La gestion d'une non-conformité aux limites de qualité, d'un dépassement des références de qualité ou de la présence d'autres paramètres pouvant représenter un danger potentiel pour la santé des personnes constitue un point important du CSP. L'outil construit pour déterminer la qualité de l'eau doit permettre d'être **cohérent avec les critères de gestion des dépassements de seuils** (art. R.1321-32 du code de la Santé Publique).

Les paramètres sélectionnés sont ceux mesurés à la production. En effet, très peu de paramètres sont mesurés en distribution et au robinet (les données issues de la nouvelle réglementation ne sont pas encore appliquée sur tout le territoire et accessible), malgré la plus forte représentativité de celle-ci en ce qui concerne l'exposition des populations.

Le champ d'application temporel de l'indicateur serait l'année, pour permettre une diffusion cohérente avec l'info-facture et prendre en compte dans leur totalité les saisonnalités.

4.2 Cible de l'indicateur

Cet indicateur s'adresse :

- Aux **professionnels de la santé-environnement** : pour évaluer si l'eau fournie aux consommateurs est sûre et saine, identifier les sites sur lesquels il faut progresser en priorité et dans un deuxième temps, s'ils trouvent l'outil satisfaisant, comme une base de communication avec les consommateurs.
- Au **public** : pour lui donner une information qu'il demande sur la qualité de l'eau. Ainsi pour les consommateurs, l'indicateur doit donner une information sanitaire synthétique avec un référentiel. L'utilisation d'un tel indicateur pour communiquer avec le consommateur suppose de connaître le rapport social à l'eau et d'être très prudent avec l'information fournie dans un contexte où l'action de contentieux se développe justement sur la base de l'information proposée

Si l'indicateur caractérise a qualité annuellement alors il serait envisageable que cet indicateur puisse être joint à l'information fournie aux consommateurs si le gestionnaire le trouve pertinent.

L'indicateur mis en place sera utilisé pour suivre les politiques d'amélioration de la qualité de l'eau, les actions de gestion de la qualité qui en découlent ne font pas l'objet du présent mémoire.

5 CONCEPTION D'UN INDICATEUR DE QUALITE DE L'EAU D'ALIMENTATION

Il est choisi de suivre des objectifs proches de baignade (sujétion réglementaire et information du public) et un mode de construction reprenant les bases du SEQ-Eau (classes de qualité définies par des seuils pour chaque paramètre, classement global selon le paramètre le plus déclassant).

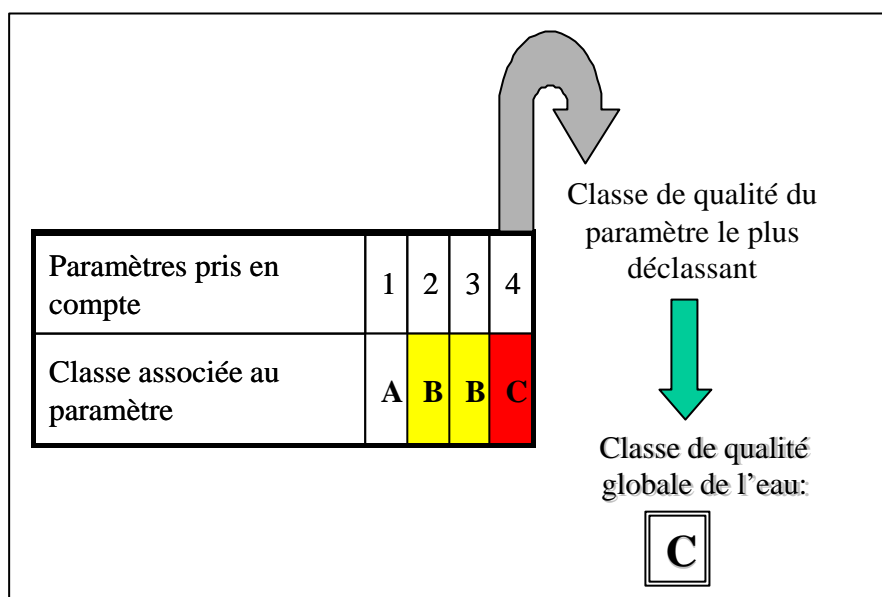


Figure 2 : Schéma explicatif du mode de fonctionnement global de l'indicateur.

5.1 Référentiel général de l'indicateur proposé

L'indicateur de qualité sanitaire envisagé permettrait de classer l'eau d'un site pour une période donnée dans les catégories suivantes :

A : Eau de très bonne qualité : Eau saine et réglementairement conforme en tout temps.

De plus la concentration des substances les plus indésirables dans l'eau est très inférieure à la valeur réglementaire.

B : Eau de bonne qualité : Eau saine et réglementairement conforme. La concentration des substances dans l'eau est conforme à la valeur réglementaire ou la dépasse pendant une durée telle qu'elle n'entraîne pas de risque pour la santé.

C : Eau de qualité satisfaisante : Eau dont la concentration des substances peut ne pas être conforme à la valeur réglementaire, mais qui ne présenterait aucun risque pour la santé d'une personne qui la consommerait pendant une durée limitée définie en fonction du paramètre.

D : Eau de qualité inacceptable : Eau qui a été de qualité inacceptable pendant au moins un moment sur la période considérée : La concentration de certaines substances dans

l'eau est supérieure à la valeur réglementaire et pourrait présenter un risque pour la santé.

La différenciation entre les classes A et B, qui qualifient toutes deux une eau réglementairement conforme pour les paramètres pris en compte, a pour objectif d'inciter à la livraison d'une eau de la meilleure qualité le plus souvent possible.

La prise en compte de la durée, notamment pour la sujétion des non-conformités permet de distinguer les classes B et C. Le traitement de la durée va valoriser la réactivité aux problèmes sanitaires réduisant l'exposition de la population.

5.2 Critères de choix des paramètres

D'après le cahier des charges, pour répondre à ce classement, il faut utiliser de données :

- disponibles,
- ce qui implique sur des paramètres réglementaires
- et ayant une valeur sanitaire.

5.2.1 Critères de sélection des paramètres

Le premier critère de sélection d'un paramètre concerne la **disponibilité** du paramètre et donc son existence dans la réglementation de la qualité de l'eau. En effet, seuls les paramètres figurant dans la réglementation sont mesurés régulièrement et de façon normalisée. Ces données sont donc disponibles au niveau national. De nombreux produits ainsi que certains agents pathogènes "émergents" (Cryptosporidium, Giardia, Entérovirus...) ne peuvent être pris en compte.

La réglementation de la qualité de l'eau a évolué du décret 89-3 au décret 1220-2001. Nous sommes donc dans une période de transition pour la remontée des données dans la base SISE-Eaux. Les données disponibles pour l'instant concernent toujours l'application du décret 89-3. Afin de pouvoir tester l'indicateur imaginé avec des données disponibles, et évaluer sa pertinence, il convient de sélectionner les **paramètres communs aux deux réglementations**.

De plus certains paramètres notamment microbiologiques sont remplacés par d'autres les approchant (Coliformes thermotolérants par *E. coli* et Streptocoques par Entérocoques) dans le CSP. Dès lors, il convient de préciser le caractère impératif des paramètres microbiologiques. Ces paramètres sont indispensables à la gestion de la qualité, certes ils ne sont pas communs aux deux réglementations mais les paramètres qui remplacent ceux du décret 89-3 sont proches dans leur signification.

→ On conserve les deux paramètres microbiologiques et les paramètres communs aux deux réglementations soit 52 paramètres au total.

5.2.2 Modalités d'évaluation du caractère sanitaire des paramètres (pour poursuivre le choix)

Pour chaque paramètre sélectionné selon les critères précédemment exposés, il est important de se donner un ordre de priorité selon l'importance sanitaire du paramètre dans la qualification de l'eau. Cette hiérarchie permet la planification du travail. Les critères de hiérarchisation choisis sont dans l'ordre :

A) LQ

L'aspect sanitaire de l'indicateurs est assuré par la sélection des **paramètres soumis à une limite de qualité**. Pour qu'un paramètre soit retenu, il faut qu'il ait une signification sanitaire avérée. La refonte des exigences de qualité de l'eau s'est appuyée sur une nouvelle logique. Les experts et les législateurs se sont focalisés sur les éléments susceptibles de présenter des risques pour la santé à court, moyen et long terme, pour établir des limites impératives, les « limites de qualité ». En revanche, d'autres paramètres seront seulement contrôlés comme indicateurs du bon fonctionnement des installations de traitement et de distribution, appelés « références de qualité ». Dans cette logique, certains paramètres ont été abandonnés.

Il est décidé de se limiter aux paramètres concernant les substances indésirables et toxiques, les pesticides et les paramètres microbiologiques. Ne sont donc pas retenus les paramètres organoleptiques ni les paramètres physico-chimiques liés à la structure naturelle des eaux. En effet, de nombreux paramètres du CSP concernent les caractéristiques organoleptiques de l'eau sans que celles-ci ne portent directement préjudice à la santé du consommateur.

De plus, en utilisant ce critère, on profite de l'évaluation quantitative des risques effectuée par l'OMS pour l'établissement des limites de qualité.

→ Il reste alors 30 paramètres.

B) Paramètres indicateurs d'une contamination microbiologique

Les maladies infectieuses causées par des bactéries, des virus, des protozoaires ou des parasites constituent le principal risque sanitaire lié à l'eau de boisson. En effet, pour certains agents pathogènes, un seul organisme peut entraîner une infection. Le danger lié à un pathogène dépend de nombreux facteurs tels que l'âge, le sexe, l'état de santé (notamment du système immunitaire) ou encore les conditions de vie. [Raoul, ENSP, 2001], [OMS]

C'est pourquoi les paramètres indicateurs de la contamination bactériologiques seront sélectionnés de manière impérative.

Dans le cas de l'eau de boisson, comme pour les baignades, la prévention du risque microbiologique est basée sur la quantification des **germes indicateurs de**

contamination fécale (GICF) [Raoul, ENSP, 2001], [OMS]. Le risque n'est pas directement dû aux bactéries mesurés mais leur présence implique une forte probabilité de présence des nuisibles : ce sont des indicateurs de risque sanitaire, de contamination, de survie, d'efficacité du traitement. [Dubreil, ENSP, 2001]

De plus, le CSP introduit la **turbidité** comme un paramètre d'une grande importance d'un point de vue sanitaire. Il est soumis à une LQ dans la mesure où il est un indicateur de contamination microbiologique de la ressource ou de dysfonctionnement dans les installations de traitement et de distribution. Le risque principal pour la santé est dû aux micro-organismes qui se fixent sur les matières en suspension et sont ainsi protégés de l'action du désinfectant. [Santé Canada, octobre 2001]

C) Sens par rapport l'exposition

D'après les règles d'échantillonnage du décret 89-3, les paramètres choisis sont mesurés soit au captage, soit en production soit en mise en distribution. Pour retenir des paramètres qui ont un sens au niveau du consommateur, il faut sélectionner les paramètres qui correspondent à une exposition effective donc mesurés au robinet ou à la mise en distribution et dans ce dernier cas, il faut tenter de garantir que le paramètre soit à peu près "constant" (en nature et en concentration) entre la production ou la mise en distribution et le robinet. La concentration mesurée doit être la plus représentative possible de l'exposition du consommateur.

Pour classer les paramètres selon ce critère, le lieu de prélèvement a été identifié au regard des exigences réglementaire et on a privilégiés les paramètres mesurés en distribution.

→ Il reste alors 12 paramètres.

D) Effet sanitaire

Les effets sanitaires pris en considération sont en priorité les effets à court termes (troubles digestifs, ...) puis les effets à long terme (cancérogènes, toxiques cumulatifs).

Pour chaque paramètre, on a identifié les effets sanitaires critiques retenus par l'OMS pour établir la valeur guide. On choisit de considérer les paramètres cancérogènes avant les toxiques cumulatifs.

→ Cette étape établit un classement des 12 paramètres.

E) Fréquence des non-conformités observées

Il apparaît pertinent que l'on s'intéresse aux paramètres les plus susceptibles d'engendrer des problèmes sanitaires. Ainsi, il convient de prendre en compte de préférence les paramètres restant, les plus fréquemment retrouvés à l'origine de non-conformité au plan national pour les UDI de plus de 5 000 habitants. Pour cela, il faut recenser ces

paramètres au travers du rapport triennal émis par la DGS et des remontées d'information des gestionnaires de santé.

→ Ce critère sert plus de validation des filtres imposés par les autres critères, ainsi on peut conforter l'intérêt qui peut être porté à la turbidité, et aux 11 autres paramètres.

5.2.3 Bilan des paramètres retenus

(Cf. Tableau 11 annexe 7)

Afin de mener la réflexion sur le système d'indicateur à son terme, il est opportun pour la présente étude de se limiter à la douzaine de paramètres obtenus. La hiérarchisation des paramètres, indispensable compte tenu des échéances imposées par ce mémoire a abouti à se restreindre à la liste suivante :

E. Coli, Entérocoques, Turbidité, Nitrates, Nitrites, Fluorures, Arsenic, Chrome, Pesticides totaux, Cyanures totaux, Mercure total, Sélénium.

5.3 Traitement des données

Afin de construire un indicateur pertinent synthétisant par UDI et par année l'ensemble informations sur des paramètres choisis, une méthode de traitement des données est proposée.

5.3.1 Traitement temporel

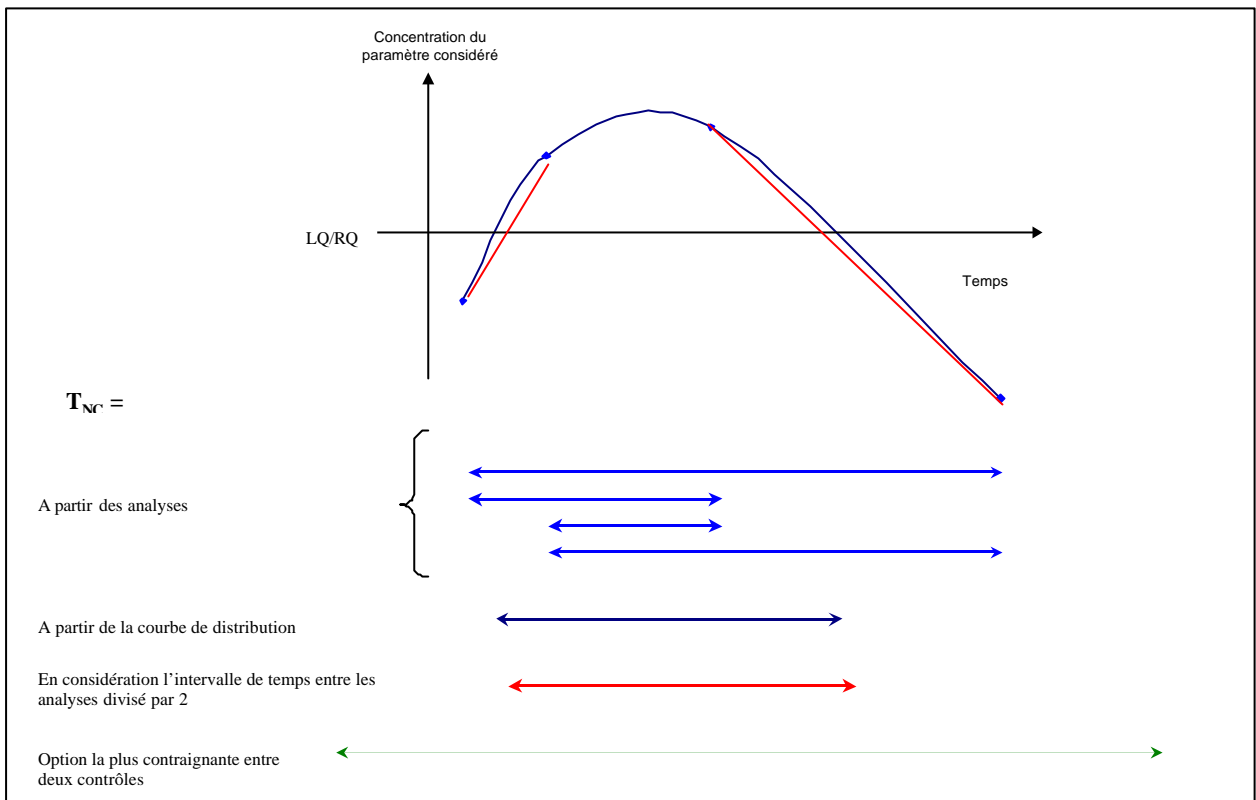
A) Expérience du SEQ-Eau sur cette problématique [AELB]

Lors de la construction du SEQ-Eau, les experts se sont interrogés sur l'estimateur à utiliser pour représenter la série de données d'un paramètre considéré. Le problème mis en avant par le choix de la moyenne ou du quantile 90 est le biais d'échantillonnage (dû en grande partie à la saisonnalité en ce qui concerne les cours d'eau). Les études statistiques pour prendre en compte l'irrégularité d'échantillonnage et la corrélation temporelle ont proposé deux solutions consistant à effectuer des interpolations linéaires. La méthode empirique géométrique propose des segments d'influence de chaque mesure. Mais la pondération par ces segments ne prend pas en compte les corrélations temporelles. La méthode par changement de modèle implique que les mesures sont les réalisations d'une fonction aléatoire. Cette méthode est mieux adaptée mais plus difficile à automatiser. [Agences de l'eau, 1997]

B) Traitement de séries de données

Tenter de recréer la distribution des mesures pour les paramètres s'avère difficilement envisageable dans notre contexte, la fréquence d'échantillonnage pouvant être très faible. On choisit donc d'attribuer une durée à une analyse par la transformation de la série de données temporelles en une fonction par partie.

C) Durée attribuée à une analyse



L'indicateur a pour objectif d'être un outil pour le gestionnaire :

- S'il est choisi de prendre en compte le temps entre le dépassement et la première analyse de nouveau en-dessous du seuil. Cette option ne prend en compte que l'incitation à améliorer le plus rapidement possible la situation. Mais on sous-évalue l'exposition.
- Le temps avant le dépassement du seuil est incompressible, s'il est pris en totalité il peut déclasser les installations où la périodicité d'analyse est faible.

On cherche un indicateur de dispersion pour estimer la durée pendant laquelle la vraie valeur du paramètre était au-dessus du seuil avant la première analyse non-conforme. En l'absence de données sur les fluctuations des valeurs observées autour du seuil, on se propose de prendre la moitié, tout en sachant que cette solution reste toujours désavantageuse par rapport aux installations ayant une faible périodicité d'analyse.

Le compromis choisi est d'attribuer à l'analyse non conforme la moitié du temps entre la dernière analyse conforme et la non-conforme pour la durée avant le dépassement du seuil et de considérer la totalité de la durée jusqu'à l'analyse passant en dessous du seuil. (Cette dernière n'est pas forcément le fruit du hasard mais elle est motivée par le souhait de vérifier le retour à la conformité)

Choix de la durée considérée comme liée à la non-conformité:

- Avant une non-conformité l'analyse effectuée étant aléatoire on peut considérer que la moitié du temps est représentatif de la durée de non-conformité avant analyse.
- Après non-conformité, l'analyse n'est plus aléatoire mais peut être soumise au renforcement par souci de retour à la conformité. Il est choisi de considérer alors comme non-conforme le temps de retour à la conformité dans sa totalité. Ce choix traduit aussi un souci d'incitation à l'analyse et à la gestion rapide de la non-conformité.

5.3.2 Référentiels de qualité par paramètre

Les indicateurs étant la synthèse d'un certain nombre d'information, il est nécessaire d'avoir une base de référence pour en effectuer l'interprétation. Cette base appelée référentiel correspond ici à la délimitation des différentes classes définies précédemment. Les seuils, servant de frontière aux classes, doivent tenir compte des objectifs décrits au §4 et tenir compte de la sujétion induite par la procédure de gestion des non-conformités.

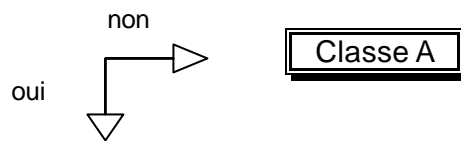
A) Sujétion non-conformité

Il s'agit d'être cohérent avec les situations dans lesquelles une limite de qualité n'est pas respectée et où une dérogation est accordée. Les articles R 1321-26 à 36 explicitent la procédure de gestion des non-conformités et plus précisément l'article R1321-32 introduit que le non-respect de la LQ peut être estimé sans gravité par le préfet et donc accordé tant que les mesures correctives sont appliquées. Toutefois, cette exemption ne s'applique plus si la même valeur paramétrique n'a pas été respectée pendant plus de 30 jours au total au cours des 12 derniers mois précédents. Cette approche conduit à **déterminer le plus précisément possible le début et la fin de la période de non-conformité**. Si on peut considérer qu'une analyse de contrôle sanitaire peut confirmer le retour à une situation normale, le calcul de la durée de la période peut aussi s'appuyer sur les résultats d'une surveillance reconnue et éventuellement renforcée dans cette circonstance. Une telle position va dans le sens de la valorisation d'une forte réactivité aux problèmes sanitaires réduisant l'exposition de la population à des risques même faibles.

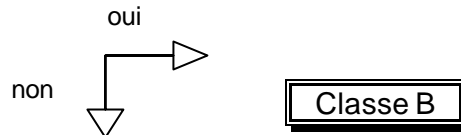
Les valeurs réglementaires sont élaborées de telle manière que les non-conformités ont pour les paramètres soumis à une LQ une signification par rapport à l'impact sanitaire. Donc la gestion des non-conformité doit être homogène avec les informations de qualité fournies par notre indicateur.

Ainsi les classes définies dans le référentiels, doivent correspondre au traitement des situations de non-conformité suivantes :

1. N'y-a-t-il eu aucun dépassement pendant l'année ?



2. Le dépassement du seuil réglementaire du paramètre considéré a-t-il été inférieur à 30 jours au cours des douze mois précédent ?



3. La concentration lors des dépassements est-elle inférieure au seuil d'acceptabilité proposé ?

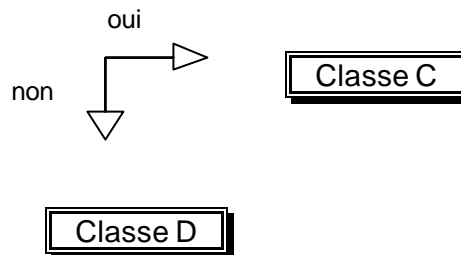


Figure 4 : Organigramme de détermination de la classe.

B) Référentiel par paramètre

Le traitement des données sur l'année abouti à différencier les classes suivant la durée pendant laquelle différentes valeurs du paramètre ont été prises :

Durée en jours sur un an

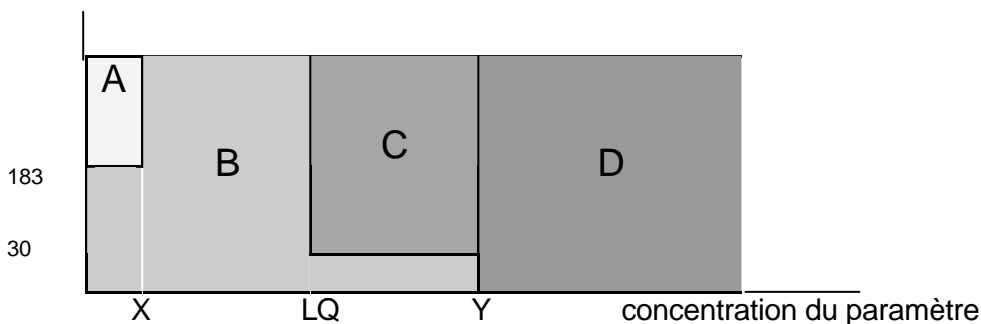


Figure 5 : Référentiel de l'indicateur dans le cas général.

avec :

LQ : limite de qualité réglementaire,

X: seuil incitatif propre à chaque paramètre afin d'obtenir la plus basse valeur possible (seuil bas),

Y : seuil pour lequel les valeurs prises par le paramètre sont inacceptables quelle que soit la durée, seuil au-delà duquel l'innocuité pour des personnes sensibles n'est pas garantie. (seuil haut)

Ce référentiel peut être utilisé pour les paramètres suivants: chrome, cyanures, fluorures, nitrates, nitrites et turbidité.

C) Adaptation du référentiel général à quelques paramètres particuliers

- On ne peut considérer 30 jours comme un délai acceptable pour les paramètres microbiologiques, d'autant plus si ces jours sont consécutifs. Une contamination microbiologique n'est pas stable dans le temps et ne pas isoler de bactéries dans le volume de prélèvement ne garantit pas l'absence de bactéries dans un volume plus important. [Collin, Université de Nancy, 1986] Il faut alors évaluer quelle durée attribuer en évaluant l'impact sanitaire des non-conformités microbiologiques. Il est impossible d'éliminer l'hypothèse selon laquelle un seul micro-organisme peut conduire à une infection [Haas, 1983]. Ceci nous permet de considérer que le délai de 30 jours peut être ramené à 1 jour, traduisant qu'une seule non-conformité est suffisante pour poser la non-conformité comme effective et remarquable.

La thèse de J-F. Collin sur les effets de la qualité bactériologique des eaux potables sur la santé, met en avant que « la morbidité ne semble évoluer qu'avec des concentrations de coliformes supérieures à 9 par 100mL. Par contre, la présence de Streptocoques , avec une concentration aussi faible que 2,5 germes pour 100mL, s'accompagne déjà d'un taux de troubles digestifs plus élevé que lorsqu'ils sont à une concentration inférieure à un germe pour 100mL...» Ces seuils sont repris en suite pour former des classes. Il semble pertinent de les reprendre pour former notre référentiel :

Durée en jours sur un an

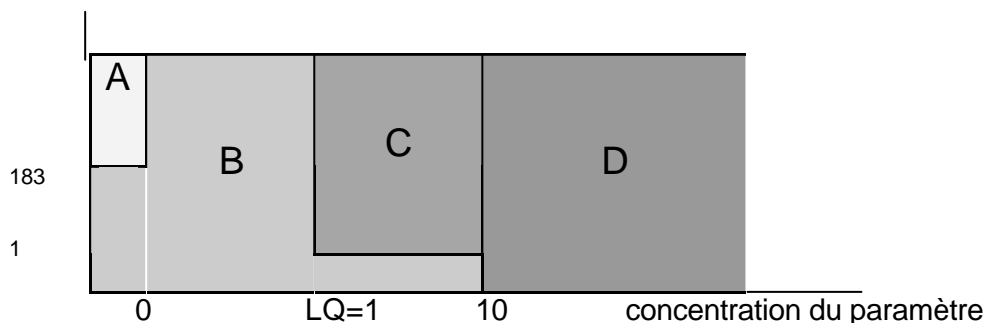


Figure 6 : Référentiel de l'indicateur pour les paramètres microbiologiques.

- Le sélénium a fait l'objet d'une évaluation des risques liés aux situations de dépassement des limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine [Afssa, juin 2004] Les CES estime que l'ingestion d'une eau contenant 20

$\mu\text{g/L}$ de sélénium, expose un enfant de moins de 3 ans à une dose équivalente à la limite de sécurité de $60 \mu\text{g/j}$, en prenant compte les apports alimentaires.

Il n'existe pas de justification d'un seuil bas donc on pose ce seuil comme correspondant au fait que la limite de quantification ne doit pas être supérieure à $5\mu\text{g/L}$ d'après l'arrêté du 17 septembre 2003 relatif aux méthodes d'analyse des échantillons d'eau et à leurs caractéristiques de performances

Durée en jours sur un an

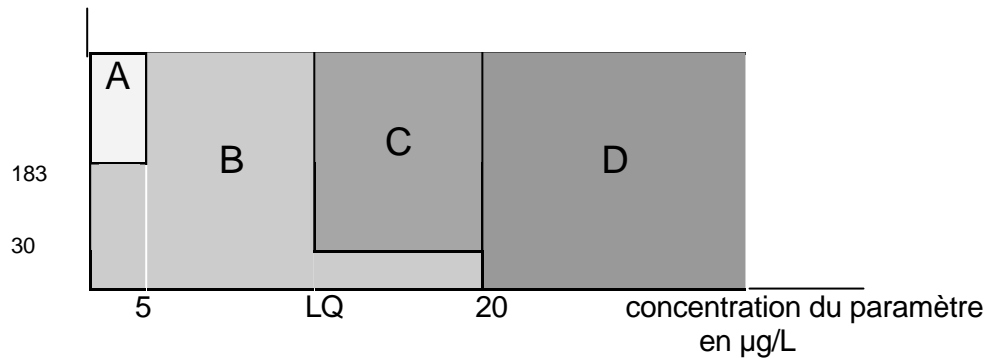


Figure 7 : Référentiel de l'indicateur pour le sélénium.

- L'arsenic a fait l'objet d'une évaluation des risques liés aux situations de dépassement des limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine [Afssa, juin 2004] Les CES estime que l'excès de risque de cancer associé à la limite de qualité de $10 \mu\text{g/L}$ est significatif, et qu'en conséquence, l'ingestion d'une eau présentant une concentration supérieure à la limite de qualité n'apparaît pas acceptable. Il faut donc revoir le référentiel.

Afin de déterminer le seuil bas, on propose de déterminer la concentration d'arsenic associée à un niveau de risque de 10^{-6} , d'après l'évaluation des risques obtenue par l'INVS. [INVS, octobre 2002] Toutefois la valeur obtenue est inférieure au seuil de détection. On choisit donc de prendre comme seuil bas la limite de détection de l'arsenic de $1\mu\text{g/L}$ pour la méthode par spectrométrie d'absorption atomique.

Durée en jours sur un an

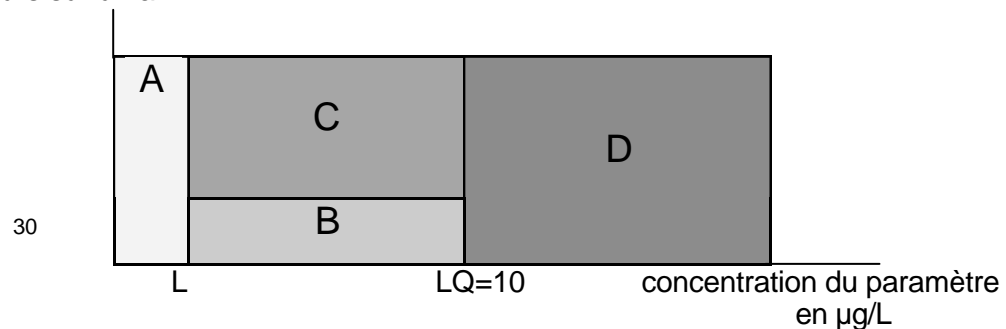


Figure 8 : Référentiel de l'indicateur pour l'arsenic.

- Pour les nitrates, nous avons utilisé la diagonale des nitrates obtenue lors d'une étude proposée par l'AFSSA. Le seuil bas correspond au seuil admis pour les

petits consommateurs : 35mg/L; tandis que le seuil haut correspond au seuil admis pour les gros consommateurs.

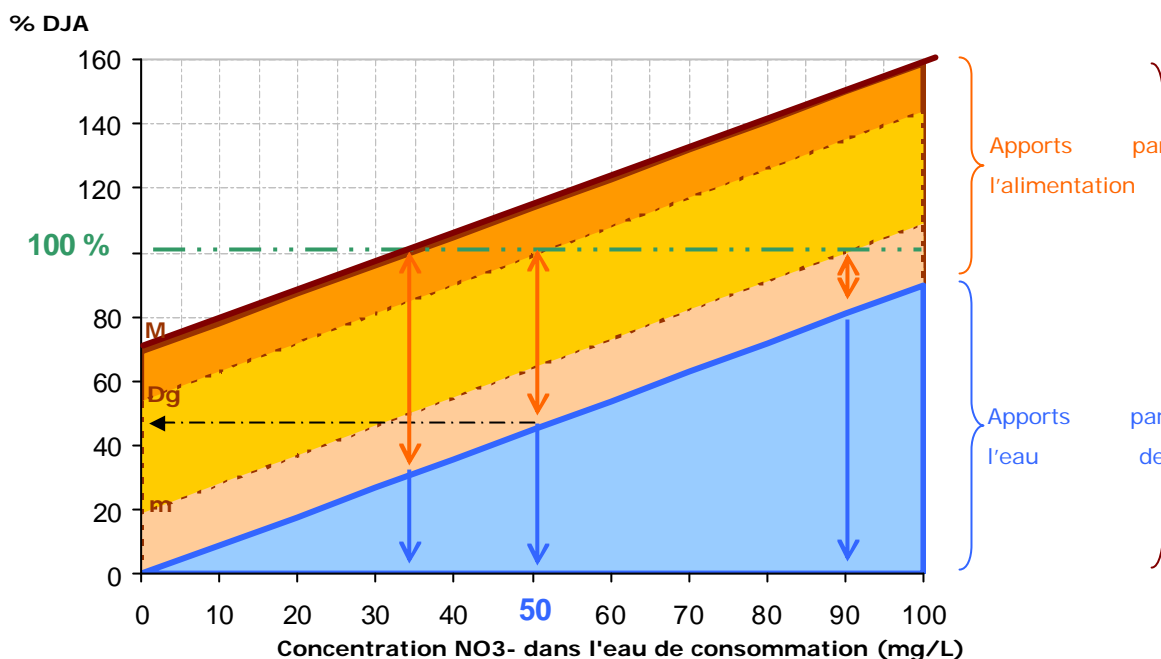


Figure 9 : Diagonale des nitrates.

- Le cas de pesticides est à part . En effet, il existe déjà un traitement proposé par classe par le CSHPF,[CSHPF, 7 juillet 1998] Par souci d'homogénéité, on se propose d'utiliser les recommandations proposées.(cf. annexe 9) De plus, il existe une base de données propre aux pesticides : SIRIS pour déterminer les substances phytosanitaires les plus représentatives en fonction des régions considérées. Cette méthode détermine les données à prendre en compte pour effectuer les classements et comparaisons entre sites.

5.3.3 Sources utilisées pour les seuils des frontières entre les différentes classes

L'ensemble des seuils avec les sources utilisées sont référencés en annexe 8.

- Pour les seuils bas on utilise le rapport du CES "Eaux" concernant les critères de qualité des eaux minérales naturelles et des eaux de source embouteillées permettant une consommation sans risque sanitaire pour les nourrissons et les enfants en bas âge. Ces seuils permettent de garantir une très bonne qualité de l'eau.
- Pour les seuils hauts, on utilise des seuils issus d'évaluation des risques proposés par l'US EPA ou les résultats des évaluations des risques liés aux non-conformité proposés par l'AFSSA.

5.4 Agrégation de l'information obtenue sur les douze paramètres, une fois leur classement défini chacun dans leur référentiel « personnalisé »

L'objectif est de caractériser la qualité de l'eau par un seul indicateur quel que soit le nombre de paramètres suivis. Dans un souci de simplification, de réduction de l'information issue de ces paramètres, on souhaiterait qualifier l'eau de manière globale par un indicateur dont le référentiel est explicité au § 5.1. Le concept de qualité globale de l'eau procède de la confrontation de l'ensemble des classes obtenues par paramètre par rapport aux référentiels. L'indicateur peut alors être présenté sous la forme d'un « grille de qualité » à l'image du SEQ-Eau ou d'un indicateur global reprenant la classe la plus mauvaise attribuée à l'ensemble des paramètres.

5.5 Essai sur les données SISE-Eaux d'un département

Ce système a été testé sur des données de la base SISE-EAU provenant d'un même département. Les UDI considérées utilisaient des eaux d'origines diverses, des traitements variés ainsi que des réseaux de distribution plus ou moins importants.

Pour cela, des feuilles Excel ont été élaborées pour traiter les données automatiquement par paramètres, avec des conditions d'entrée des données par l'utilisateur.

Ces tests ont mis en avant la faisabilité d'un tel système, mais il nécessiterait d'utiliser des outils plus performants pour le traitement des données.

6 DISCUSSION

Le présent mémoire n'aboutit pas nécessairement à un système d'indicateur ou de classes de qualité figé. Mais, il s'attache surtout à développer les fondements d'une synthèse des données analytiques pour décrire la qualité globale de l'eau de consommation sur la base d'un raisonnement sanitaire. En effet, ce projet nécessiterait des délibérations d'experts et des itérations de validation à partir d'essais sur des données réelles et pour arrêter la liste de paramètres et les seuils entre les classes.

6.1 Limites de la méthode utilisée

Le passage du décret n°98-3 au n°2001-1220 pose des difficultés dans la conception de l'indicateur. La période de transition des données dans la base SISE-Eaux a imposé de restreindre les paramètres considérés par rapport aux données disponibles. Il convient de préciser que le spectre de paramètre pris en compte peut être élargi. De plus, la liste des paramètres devrait être arrêtée par des réflexions menées par des groupes d'experts spécialisés. En effet, tous les systèmes existants possèdent soit une étape de consultations d'experts lors de la conception soit une étape de validation.

Le traitement informatisé des données pour l'obtention de l'indicateur est possible, des essais ont été effectués mais il conviendrait d'utiliser des outils plus performants.

Il est nécessaire de donner des recommandations d'usage aux consommateurs pour la classe D. L'indicateur est un indicateur *a posteriori*. Sa diffusion au public, dans ce cas précis, est délicate : elle peut affoler les gens. Cependant si les articles R.1321-29 et 30 ont bien été appliqués (recommandations de restriction d'usages et information des usagers sur les mesures mises en œuvre pour revenir à la normale), il ne semble pas impossible de communiquer avec cela, en rappelant aux consommateurs que la pollution a été identifiée et correspondait à une situation où on leur avait distribué de l'eau en bouteilles.

La conception plus ou moins complexe de l'indicateur nécessite d'en garantir la traçabilité. En effet, la synthèse des données ne doit pas aboutir à la perte de certaines informations. Le système doit pouvoir permettre de retourner aisément à la genèse du résultat pour mettre en place les actions correctives et/ou préventives.

6.2 Points à développer

Chaque paramètre a été considéré seul pour la détermination des seuils. Il n'est fait aucun cas des possibles synergies pouvant exister entre les polluants.

Le bilan des pratiques actuelles en matière de suivi de la qualité a été établi sur la base de discussions avec des acteurs intervenant dans ce champ. Il a mis en lumière des limites dont les principales sont le manque de trace écrite et de traitement des données

issues de visites de terrain, et l'utilisation des seules données analytiques comme base à l'évaluation de la qualité de l'eau. [Raoul , ENSP, 2001] L'indicateur propose un traitement des données pour prendre en compte différents aspects temporels et spatiaux et donc enrichir les seules données analytiques.

Toutefois, l'indicateur ne remplace pas la connaissance du contexte local et de ses particularités qui peuvent orienter les politiques de suivi du contrôle sanitaire. En effet, l'indicateur proposé doit rester applicable à tous les sites indifféremment pour garantir l'homogénéisation des pratiques et faciliter le dialogue sur des bases identiques.

La conception de l'indicateur a mis en avant l'importance de l'étude de l'évolution des paramètres dans l'eau notamment pour statuer sur les événements de non-conformité et pour ajuster le traitement de la durée de non-conformité. Ainsi, si des études sont menées dans ce sens, il serait possible de travailler avec une distribution théorique du paramètre et de son comportement dans l'environnement à partir d'études statistiques de données. [Agences de l'eau]

Paramètres microbiologiques :

L'indicateur permet-il de faire face aux risques émergents?

Les études portant sur la détection des pathogènes hydriques sont encore limitées alors qu'elles pourraient utilement alimenter les outils de décision de santé publique. [Gofti-Laroche, Université de Grenoble , 1998] L'US-EPA a entrepris des démarches visant à l'élaboration d'une liste de pathogènes prioritaires : « Contaminant Candidate List » [US-EPA] Il s'agit donc de cibler les agents pathogènes les plus souvent représentés et les plus significatifs sur le plan sanitaire, afin d'identifier les priorités et apprécier l'importance des efforts à consentir. Il s'agit également de mieux connaître leur distribution temporelle et spatiale. L'indicateur pourrait donc profiter de ces informations pour intégrer de nouveaux paramètres microbiologiques et augmenter sa sensibilité.

6.3 Information du consommateur

Des réflexions restent donc encore à mener pour tendre vers une réelle information du grand public, ce qui suppose de mieux connaître le rapport social de la population à l'eau, alors que dans le même temps se développent des actions de contentieux, qui s'appuient justement sur l'information restituée. [Sauvaget, Santé Publique, 1996]

Il reste un travail plus important à mener donc du point de vue de la communication, si on souhaite que l'indicateur soit transmis au public.

6.4 Tableau de bord

Il est dommage qu'un indicateur qui se veut global ne prenne en compte que les données du contrôle sanitaire qui n'est en fait qu'une vérification ponctuelle de l'état de tout le système décrit précédemment. En effet, il n'existe pas alors de prise en compte de la

ressource (périmètre de protection), de la filière de traitement (autorisation), de l'existence d'un système qualité et du réseau (état du réseau, désinfection des réservoirs).

Pour prendre en compte l'indicateur et l'interpréter dans sa globalité, il faudrait aller vers une proposition d'information en 3 volets:

- Sanitaire par rapport à la consommation d'eau pour augmenter la confiance du consommateur dans le produit qui lui est distribué,
- Vulnérabilité, sécurité du système en lien avec la surveillance, qui serait un point d'appui pour les collectivités pour justifier les travaux et donc l'augmentation du prix de l'eau,
- Tendance de la ressource pour sensibiliser la population à la protection de la ressource.

L'indicateur analytique serait pris en compte dans un système plus complet avec des indicateurs sur la ressource, le traitement et la distribution.

L'outil serait alors plus exhaustif et plus puissant pouvant traduire des évolutions, légitimer les actions des agents sanitaires par rapport aux recommandations, et permettre une sensibilisation par rapport à la protection de la ressource

Le système de tableau de bord renfermerait des informations pouvant provenir de sources diverses comme l'IFEN ou les Agences de l'eau (base Vers'eau) pour avoir des informations sur la ressource (existence d'un périmètre de protection), les filières de traitement (existence d'une autorisation), l'existence d'un système qualité, l'état du réseau (désinfection , âge du réseau , entretien des réservoirs); et non pas seulement des données du contrôle sanitaire qui n'est qu'une vérification ponctuelle de l'état de tout un système.

CONCLUSION

Face aux modifications de gestion de la qualité de l'eau de consommation introduites par la révision du code de la Santé Publique, et au souhait d'améliorer l'information délivrée au consommateur, ce mémoire propose l'utilisation d'un indicateur de la qualité de l'eau de consommation.

L'utilisation d'un indicateur de qualité de l'eau, dans un premier temps à l'usage des professionnels de santé-environnement, permettrait d'évaluer si l'eau fournie aux consommateurs est sûre et saine, d'identifier les sites sur lesquels il faut progresser en priorité et dans un deuxième temps, s'ils trouvent l'outil satisfaisant, de base de communication avec les consommateurs.

Dans ce contexte, l'indicateur peut certainement être un outil utile de compréhension, d'aide à la décision et de suivi d'actions. Nous avons tenté de construire un indicateur donnant une information synthétique de la qualité de l'eau, qui permet la comparaison de l'information entre les sites. Cet indicateur utilise des données de la base SISE-Eaux à partir de paramètres sanitaires réglementés. Sa conception utilise des classes dont les frontières sont des seuils réglementaires et des seuils propres à chaque paramètre. La distinction des classes récapitulée dans un référentiel repose aussi sur l'affectation d'une durée aux différentes analyses du paramètre. Ceci permet de rester cohérent avec la gestion des dépassements des seuils réglementaires. L'indicateur se présente sous la forme d'une classe de qualité allant de A à D et est obtenu par la classe du paramètre déclassant.

Il nous faut tout de même reconnaître les limites de ce système construit à partir des données disponibles. Mais le système reste évolutif dans la mesure où la conception est transparente et laisse la place à la prise en compte de paramètres supplémentaires. L'intérêt de l

L'indicateur proposé ici est qu'il pose les bases de l'utilisation des indicateurs dans la gestion de la qualité de l'eau et envisage de pousser plus loin la validation des différentes étapes de la conception en la soumettant à l'avis d'expert afin d'améliorer le système.

Bibliographie

AFSSA, CES/RAP n°2004-SA-0055, *Evaluation des risques liés aux situations de dépassement de limites et de références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine, recommandation-Arsenic*, Adoption du projet d'avis, 08/07/04.

AFSSA, CES/RAP n°2004-SA-0056, *Evaluation des risques liés aux situations de dépassement de limites et de références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine, recommandation-Fluorures*, Adoption du projet d'avis, 04/05/04.

AFSSA, CES/RAP n°2004-SA-0055, *Evaluation des risques liés aux situations de dépassement de limites et de références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine, recommandation-Sélénium*, Discussion du projet d'avis, 08/07/04.

AFSSA, DDASS, DRASS, DGS, ENSP (groupe de travail) *Guide pour le suivi sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine*, version 1 du 09/10/2002.

AGENCES DE L'EAU, *Le système d'évaluation de la qualité des cours d'eau, guide méthodologique*, cote :21277 D RM, 1997, 4p.

AGENCES DE L'EAU, *Le système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines. SEQ-eaux souterraines. Rapport de présentation. Version 0, Les études de l'agence de l'eau N80, cahier technique*, 2002, 66p.

AGENCES DE L'EAU, *Les outils d'évaluation de la qualité des cours d'eau (SEQ-Eau). Les études des agences de l'eau N72. Principes généraux, Cahier technique*, 1999, 16p.

AGENCES DE L'EAU, *Système d'évaluation de la qualité des cours d'eau. Seuils de qualité pour les micropolluants organiques et minéraux dans les eaux superficielles. Synthèse. Source étude interagences N53, cahier technique*, cote :21845 RM, 1997, 11p.

AGENCES DE L'EAU, *Système d'évaluation de la qualité des cours d'eau SEQ-Eau. Rapport de présentation des grilles de seuils par alération avec justifications des grilles de seuils par usage et fonction. Principes généraux. Source étude interagences N64, cahier technique*, cote :IIB677/1-4 LB, 1999, 364p.

AGENCES DE L'EAU, *Système d'évaluation de la qualité des cours d'eau. Etude de rodage. Rapport final et annexes. Source étude interagences N52, cahier technique*, cote :IIB590/1-7 LB, 1997.

BONNARD R., *Le risque biologique et la méthode d'évaluation des risques*, rapport final, INERIS, novembre 2001, 70p.

BRIGGS D., *Environmental health indicators: framework and methodologies*, WHO, 1999.

BRIGGS D., *Making a difference : indicators to improve children's environmental health*, WHO, 2003.

C.I.EAU, *Les Français et l'eau : 5 ans d'opinion et d'études 1995 à 2000*, juin 2000, synthèses de l'eau.

CAREPS, *Evaluation du dispositif d'information des usagers sur la qualité des eaux d'alimentation dans l'Isère et la Loire*, rapport n° 316, mars 2001.

CCME. 2001. *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux: Indice de qualité des eaux du CCME 1.0: Manuel de l'utilisateur*, dans *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, 1999, Winnipeg, le Conseil.

CIRCULAIRE DGS/SD7A n° 633 du 30 décembre 2003 relative à l'application des articles R. 1321-1 et suivants du code de la santé publique concernant les eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles.

COLLIN J-F., *Effets de la qualité bactériologique des eaux potables sur la santé . Résultats de trois études épidémiologiques menées dans les départements de la Moselle, de l'Isère, de la Savoie et de la Haute-Savoie*, Université de Nancy I, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, 1986.

CORVALÁN C., BRIGGS D. AND KJELLSTROM T., *Development of environmental health indicators. In: Linkage methods for environment and health analysis. General guidelines.* (D. Briggs, C. Corvalán and M. Nurminen, eds.). Geneva: UNEP, USEPA and WHO, 1996, pp.19-53.

CSHPF, *Avis du CSHPF relatif aux modalités de gestion des situations de non-conformité des eaux de consommation présentant des traces de contamination par des produits phytosanitaires*, section des eaux séance du 7 juillet 1998, texte non paru au Journal Officiel, SP 4 439 1815.

CSHPF, *Position sanitaire sur les nitrates dans les eaux destinées à la consommation humaine*, section des eaux séance du 7 juillet 1998.

CSHPF, *Avis et rapport du comité d'experts spécialisé "eaux" concernant les critères de qualité des eaux minérales naturelles et des eaux de source embouteillées permettant une*

consommation sans risque sanitaire pour les nourrissons et les enfants de bas âge, saisine n°2001-SA-0257, décembre 2003.

D.D.A.S.S. ISERE, *Les maires et l'information sur la qualité des eaux d'alimentation*, mai 1999, RESE.

DECRET n° 81-324 du 21 mai 2003 relatif à certaines dispositions réglementaires du code de la santé publique.

Department of Health, Department of Water Affairs and Forestry, Water Research Commission (South Africa), *Quality of domestic water supplies*, vol 1 : Assessment guide, second print 1999, second edition 1998.

DGS, document de travail : *Information et eau du robinet*, novembre 2002, RESE.

DIRECTIVE du conseil n° 76-160 du 8 décembre 1975 concernant la qualité des eaux de baignade (JOCE n° L 31/1 du 5 février 1976).

DUBREIL J., *Réflexion sur la notion d'indicateurs de risques sanitaires liés au rejet d'eaux usées en milieu littoral*, mémoire ENSP, 2001.

GIRARDIN P., BOCKSTALLER C. *Les indicateurs agro-écologiques, outils pour évaluer des systèmes de culture*, OCL, 4(6), (pp. 418-426).

GOFTI-LAROCHE L., *Evaluation du risque microbiologique hydrique : validation épidémiologique des fonctions dose-réponse du risque viral et parasitaire – Etude E.MI.RA.*, Thèse, Université Joseph Fourier - Grenoble I - Faculté de Médecine, 2001.

HAAS C.N., Estimation of risk due to low doses of microorganisms: a comparison of alternatives methodologies, *American Journal of Epidemiology*, 1986, 118, 4, 573-582.

HEBERT S., *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec*, Ministère de l'Environnement et de la Faune Canada, Décembre 1996.

INSPQ groupe scientifique sur l'eau, *Arsenic, dans Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine*, INSPQ, 2002, 8p.

INSPQ groupe scientifique sur l'eau, *Nitrates/Nitrites, dans Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine*, INSPQ, 2003, 12p.

INSPQ groupe scientifique sur l'eau, *Turbidité, dans Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine*, INSPQ, 2003, 5p.

INVS, *Exposition chronique à l'arsenic hydrique et risques pour la santé*, octobre 2002.

OMS, *Nitrates and nitrites in drinking-water*, 2004, 132p.

PENA L., ZMIROU D., LE TERTRE A., LEDRANS M. *Critères microbiologiques de qualité des eaux de baignade : évaluation des risques en vue de la révision des normes européennes*, INVS, Novembre 2000.

RAOUL C., *Etude de faisabilité d'une évaluation d'impact sanitaire du milieu hydrique, à l'échelle régionale*, mémoire ENSP, 2001.

SANTE CANADA, *La turbidité. Document de support aux recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*, 1995.

SANTE CANADA, *La turbidité et l'eau potable. Document de consultation publique*, octobre 2001.

SAUVAGET G., *Qualité des eaux et information du public. L'expérience des Côtes d'Armor*, Santé Publique, 03/1996, pp75-80.

SIMONET F., *Le nouveau système d'évaluation de la qualité de l'eau des rivières : le SEQ-Eau*. Adour Garonne revue de l'agence de l'eau, hiver 2001, n°81, (pp. 7-9).

WASHINGTON STATE DEPARTMENT OF HEALTH, *Environmental Health Indicators*, version révisée de juin 1998.

WATER RESEARCH COMMISSION OF SOUTH AFRICA, *Quality of domestic water supplies. Vol 1: Assessment Guide*, second edition 1998.

AGENCES DE L'EAU : <http://www.eaufrance.fr>

ATSDR : Toxicological Profile Information Sheet, Arsenic (mise à jour de la fiche : septembre 2000) ; <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.html>

C.I.EAU : <http://www.cieau.com>

INSPQ : <http://www.inspq.qc.ca>

Medic'eau : <http://www.medic'eau.com>

OMS (eau) : http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines2/en/

RESE : <http://rese.sante.gouv.fr/>

Santé Canada : <http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/eau/rqep.htm>

SEQ-EAU : <http://www.rnde.tm.fr> visité le 23/02/04

Liste des annexes

1	SEQ-EAU.....	II
2	INDICATEURS DE LA QUALITE DES EAUX DE BAINADE.....	IX
3	QUALITE DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DOMESTIQUE EN AFRIQUE DU SUD.....	XIII
4	INDICE DE QUALITE DU BRESIL	XVII
5	SYNTHESE DES SYSTEMES EXISTANTS	XVIII
6	INDICE ATMO DE LA QUALITE DE L'AIR.....	XXI
7	SELECTION DES PARAMETRES PRIS EN COMPTE POUR CONSTRUIRE LES INDICATEURS LORS DE CETTE ETUDE.....	XXII
8	SEUILS ENTRE CLASSE POUR CHAQUE PARAMETRE	XXVII

1 SEQ-EAU

Officialisé par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement en 1999, le SEQ-Eau remplace depuis le 1er janvier 2000 le système d'évaluation de la qualité de l'eau utilisé jusqu'à présent, la grille dite "Multi-usages", dérivée de la grille de qualité proposée par le Ministère de l'Environnement en 1971.

Le nouveau système est beaucoup plus précis et complet que l'ancien : il prend en compte de nouvelles formes de pollution, notamment les pesticides et les micropolluants organiques, et fait appel à de nouvelles techniques d'évaluation de la qualité de l'eau.

C'est un système évolutif en mesure de s'adapter aux avancées scientifiques dans le domaine de l'eau comme à la progression de la réglementation.

Enfin, parce qu'il est commun à l'ensemble des gestionnaires de l'eau, le SEQ-Eau permet une évaluation objective et comparable de la qualité de l'eau des rivières françaises.

1.1 Des principes simples

Le SEQ-Eau permet d'évaluer la qualité de l'eau et son aptitude à assurer certaines fonctionnalités : maintien des équilibres biologiques, production d'eau potable, loisirs et sports aquatiques, aquaculture, abreuvement des animaux et irrigation.

Les évaluations, qui peuvent être conduites sur un prélèvement, plusieurs prélèvements ou plusieurs années, sont réalisées, à ce jour, au moyen de 156 paramètres de qualité de l'eau regroupés en 15 groupes appelés altérations (couleur, température, nitrates, micro-organismes, pesticides, etc.) (cf. figure ci-dessous). Ces altérations comprennent des paramètres de même nature ou ayant des effets comparables sur le milieu aquatique ou les usages.

En identifiant les altérations qui compromettent les équilibres biologiques ou les usages, le SEQ-Eau autorise un diagnostic précis de la qualité de l'eau et contribue à définir les actions de corrections nécessaires pour son amélioration en fonction de ses utilisations souhaitées.

Paramètres	Altérations	Effets
O ² -satO ² -DCO-DBO5-COD-NKJ-NH ₄ ⁺	1. Matières organiques et oxydables	Consomment l'oxygène de l'eau
NKJ-NH ₄ ⁺ -NO ₂ ⁻	2. Matières azotées hors nitrates	Contribuent à la prolifération d'algues et peuvent être toxiques (NO ₂ ⁻)
NO ₃ ⁻	3. Nitrates	Gênent la production d'eau potable
Ptotal-PO ₄ ³⁻	4. Matières phosphorées	Provoquent les proliférations d'algues
MES-Turbidité-Transparence SECCHI	5. Particules en suspension	Troublent l'eau et gênent la pénétration de la lumière
Couleur	6. Couleur	
Température	7. Température	Trop élevée, elle perturbe la vie des poissons
Conductivité-Ca ²⁺ -Na ⁺ -Mg ²⁺ -K ⁺ -SO ₄ ²⁻ -Cl-TAC-TH	8. Minéralisation	Modifie la salinité de l'eau
pH-AL dissous	9. Acidification	Perturbe la vie aquatique
Chl-a-phéopigments-Algues-pH-%satO ² -ΔO ²	10. Phytoplanton	Trouble l'eau et fait varier l'oxygène et l'acidité. Gêne la production d'eau potable
Coliformes fécaux, coliformes thermotolérants (E. Coli), Streptocoques fécaux (ou entérocoques)	11. Micro-organismes	Gênent la production d'eau potable et la baignade
Hg-Cd-Cr-Pb-Ni-Zn-Cu-As	12. Métaux (sur bryophytes)	Indicateurs d'une pollution de l'eau par les métaux
Hg-Cd-Cr-Pb-Ni-Zn-Cu-As-Se-Cn	13. Micropolluants minéraux	Sont toxiques pour les êtres vivants et les poissons en particulier. Gênent la production d'eau potable
Atrazine-Simazine-Lindane-Diuron (36 substances)	14. Pesticides	
HAP-PCB-Tétrachloroéthylène... (63 substances)	15. Micropolluants organiques	

Figure 10 : Paramètres classés par altération pour la détermination de la qualité de l'eau

1.2 L'aptitude de l'eau à la biologie et aux usages

Cette aptitude est évaluée, pour chaque altération, à l'aide de 5 classes d'aptitude (cf. figure 2) au maximum, allant du bleu (aptitude très bonne) au rouge (inaptitude).

Classes d'aptitudes de l'eau					
	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
BIOLOGIE	Tous taxons présents	Taxons sensibles absents	Taxons absents nombreux	Diversité faible	Diversité très faible
EAU POTABLE	Acceptable	Traitement simple	Traitement classique	Traitement complexe	Inapte
LOISIRS	Optimal		Acceptable		Inapte
IRRIGATION	Plantes très sensibles Tous sols	Plantes sensibles Tous sols	Plantes tolérantes Sols alc/neut	Plantes très tolérantes Sols alc/neut	Inapte
ABREUVAGE	Tous animaux		Animaux matures		Inapte

Figure 11 : Usages de l'eau en fonction des classes de qualité.

La classe d'aptitude est déterminée au moyens de grilles de seuils établies pour chacun des paramètres de chaque altération (cf. tableau 1) et qui tiennent compte :

- de la réglementation française et européenne, notamment pour ce qui concerne la production d'eau potable et les loisirs et sports aquatiques
- des recommandations internationales (US EPA, OMS...)
- d'avis d'experts scientifiques et techniques
- d'informations validées recueillies dans des banques de données nationales et internationales
- des résultats d'une étude bibliographique.

La définition des seuils d'aptitude à la biologie a été placée sous l'autorité d'un comité scientifique.

Tableau 2: Grille de qualité du système SEQ-Eau pour l'ensemble des altérations.

Grille de qualité SEQ-Eau

CLASSE DE QUALITE	bleu	vert	jaune	orange	rouge
INDICE DE QUALITE	80	60	40	20	
1-matière organiques et oxydables					
oxygène dissous (mg/l)	8	6	4	3	
taux sat. O ₂ (%)	90	70	50	30	
DBO ₅ (mg/l O ₂)	3	6	10	25	
DCO (mg/l O ₂)	20	30	40	80	
KMnO ₄ (mg/l O ₂)	3	5	8	10	
COD (mg/l C)	5	7	10	12	
2-matières azotées					
NH ₄ ⁺ (mg/l NH ₄)	0,1	0,5	2	5	
NKJ (mg/l N)	1	2	4	10	
NO ₂ ⁻ (mg/l NO ₂)	0,03	0,1	0,5	1	
3-nitrates					
NO ₃ ⁻ (mg/l NO ₃)	2	10	25	50	
4-matières phosphorées					
phosphore total (mg/l)	0,05	0,2	0,5	1	
PO ₄ (mg/l PO ₄)	0,1	0,5	1	2	
5-particules en suspension					
MES (mg/l)	5	25	38	50	
turbidité (NTU)	2	35	70	105	
transparence (m)	2	1,6	1,3	1	
6-couleur					
couleur (mg/l pt/Co)	15	58	100	200	
7-température					
température (°C)	21,5	23,5	25	28	
ΔT (°C)	1,5	2	2,5	3	
8-minéralisation					
conductivité (μS/cm)	2500	3000	3500	4000	
chlorures (mg/l)	62,5	125	190	250	
sulfates (mg/l)	62,5	125	190	250	
calcium (mg/l) min	24	18	12	2	
max	160	230	300	500	
magnésium (mg/l)	50	75	100	400	
sodium (mg/l)	200	225	250	750	
potassium (mg/l)	12	13,5	15	70	
TA, TAC (°F) min	6	4,5	3	2	
max	40	58	75	100	
dureté (°F) min	8	6	4		
max	50	70	90	125	
9-acidification					
pH min	6,5	6	5,5	4,5	
max	8,2	8,5	9	10	
10-micro-organismes					
Coliformes thermotolérants (u/100ml)	20	100	1000	2000	
Streptocoques fécaux (u/100ml)	20	100	250	400	
Coliformes totaux (u/100ml)	50	500	5000	10000	

1.3 La qualité de l'eau

La qualité de l'eau est décrite, pour chacune des altérations, à l'aide :

- de 5 classes de qualité allant du bleu pour la meilleure, au rouge pour la pire,
- d'un indicateur variant en continu de 0 (le pire) à 100 (le meilleur). (cf. figure 3)

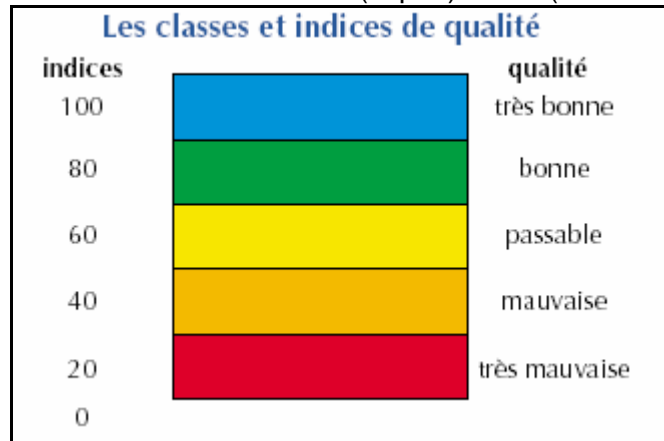


Figure 12 : Code de couleur symbolisant les différentes classes de qualité avec les frontières d'indices associés.

L'indicateur de qualité permet de juger de l'évolution de la qualité de l'eau à l'intérieur d'une même classe, sans même qu'il y ait changement de classe. Cela permet donc d'affiner la perception de la qualité.

La grille de qualité de l'eau résulte, pour chaque paramètre d'une altération, de la combinaison, pour cette altération, des trois grilles d'aptitude à la biologie, à la production d'eau potable et aux loisirs et sports nautiques. Elle en constitue donc une sorte de synthèse. (cf. figure)

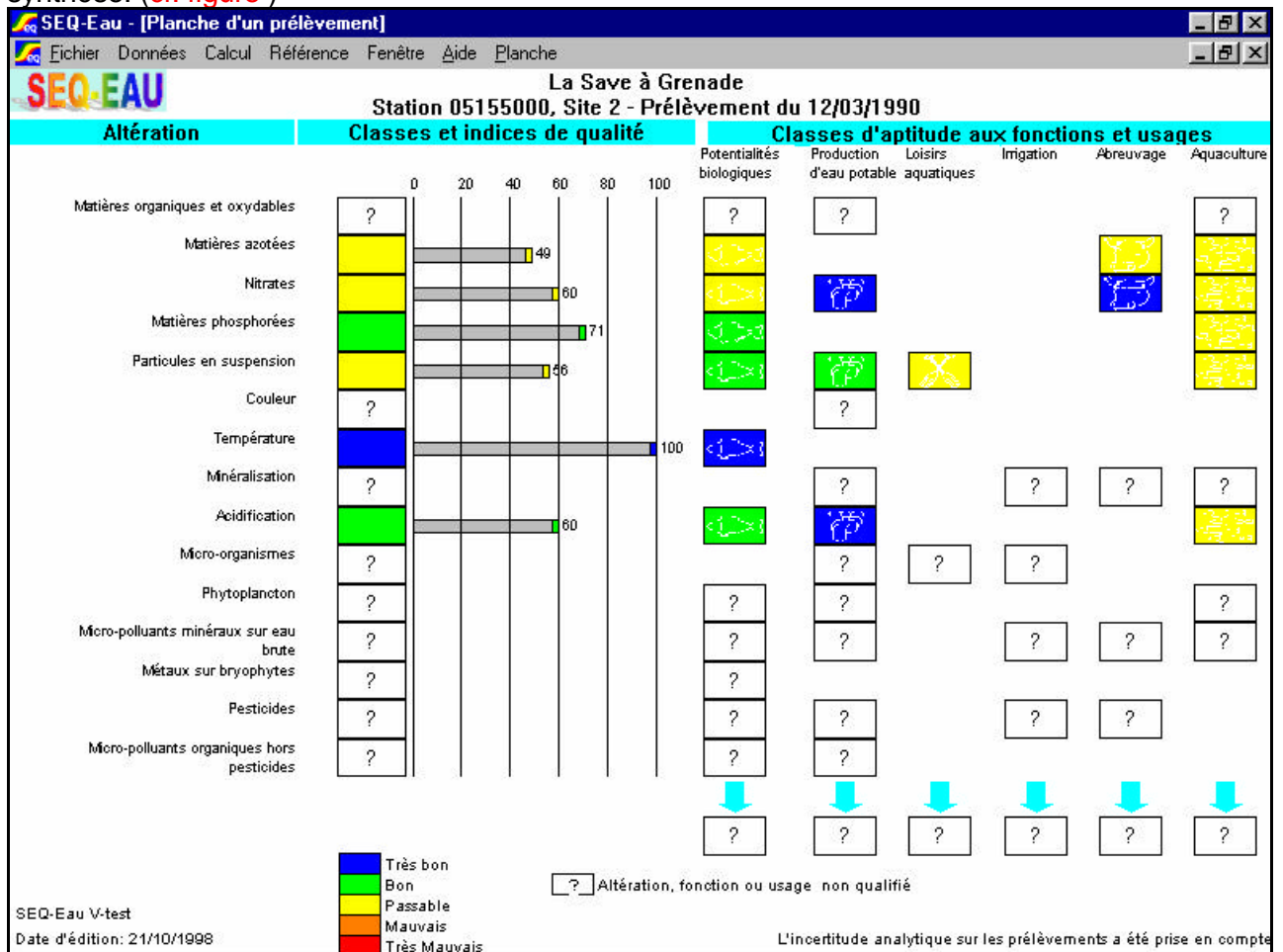


Figure 13 : Planche de résultats pour un exemple de prélèvement.

Cette grille de qualité conduit à retenir les principes suivants :

- lorsque la qualité est très bonne, les aptitudes à la biologie, à la production d'eau potable et aux loisirs et sports aquatiques sont très bonnes,
- lorsque la qualité est très mauvaise un de ces 3 aptitudes au moins est très mauvaise,
- lorsque la qualité est bonne, moyenne ou mauvaise, une ou plusieurs de ces 3 aptitudes sont bonnes, moyennes ou mauvaises.

Il n'y a donc pas de lien direct entre classe de qualité et classe d'aptitude pour la fonction biologique et les usages.

1.4 D'une qualité par altération vers une qualité globale de l'eau

Une détermination de la qualité de l'eau opérée selon ces principes n'exclut pas que l'on puisse souhaiter définir, par souci de simplification ou de synthèse, lui même dicté par des impératifs de meilleure communication, une qualité globale de l'eau.

Une telle image globale présenterait l'avantage supplémentaire d'une cohérence avec l'objectif généralisé de la Directive Cadre Européenne d'un bon état écologique des milieux aquatiques, entendu comme la combinaison de la qualité chimique de l'eau (impacts sur la flore et la faune aquatique) et de sa qualité biologique.

Selon la directive cadre, la qualité chimique de l'eau comprend trois composantes :

- des paramètres généraux que l'on peut appeler macropolluants (matière organique, nutriments...)
- les micropolluants non synthétiques (métaux essentiellement)
- les micropolluants synthétiques (pesticides, solvants chlorés, hydrocarbures aromatiques...)

A l'aide du SEQ Eau et en accord avec ces principes, la qualité de l'eau pourrait donc être évaluée, en France, sur la base de son aptitude à assurer les équilibres biologiques (fonction biologie du SEQ Eau).

On distinguerait ainsi, dans l'esprit de la directive cadre :

- une qualité physico-chimique de l'eau prenant en compte les 8 altérations macropolluants pertinentes pour la fonction biologie (qui serait la qualité globale des eaux en France)
- une qualité de l'eau vis-à-vis de l'ensemble des micropolluants organiques, dont les pesticides,
- une qualité de l'eau vis-à-vis des micropolluants minéraux (métaux).

La première version du logiciel informatique SEQ-Eau est disponible et diffusée depuis 1999. Ce logiciel est téléchargeable sous sa deuxième version, ergonomiquement améliorée, à partir du site : www.rnde.tm.fr. Cette version intègre notamment :

- la réglementation française et européenne parue depuis 1999,
- les éléments d'évaluation de la qualité globale de l'eau.

1.5 Un protocole d'évaluation très précis et strict

Dans un souci de représentativité et de pertinence du diagnostic, le traitement des données de qualité des eaux par le SEQ-Eau est encadré par des règles strictes :

- la qualification d'une altération se fait par l'analyse impérative de paramètres donnés
- des fréquences minimales de mesures et l'indication impérative de périodes de mesures sont assignées à chaque paramètre d'une altération
- la détermination des trois qualités globales passe par l'évaluation impérative d'altérations données
- pour chaque prélèvement, une classe d'aptitude, une classe de qualité et un indicateur de qualité pour une altération sont donnés en regard du plus limitant des paramètres qui les caractérise,
- sur une période d'une ou plusieurs années, la classe d'aptitude, la classe de qualité ou l'indicateur de qualité sont établis, pour chaque altération, selon la règle des 90% : on retient la classe la plus défavorable après avoir éliminé 10% des plus mauvais prélèvements. On évite ainsi de prendre en compte des conditions exceptionnelles, peu représentatives de la situation réelle observée
- un ensemble de prélèvements (une année ou plusieurs années) est indispensable pour calculer la qualité globale évaluée selon la règle des 95% ; dans ce cas, on élimine

seulement 5% des données les plus défavorables car le nombre d'informations prises en compte pour évaluer la qualité globale est beaucoup plus important que celui pris en compte pour évaluer la classe de qualité ou la classe d'aptitude de l'eau vis à vis de chaque altération.

1.5.1 Données brutes ou élaborées

Les données brutes sont les résultats de mesure et d'analyse par prélèvement et par site, regroupés éventuellement par opération de prélèvement et par station, qui sont importés dans l'outil SEQ-Eau.

Les données élaborées sont les résultats des calculs effectués par l'outil SEQ-Eau :

- classes et indicateurs de qualité de l'eau par paramètre et par altération,
- classes d'aptitude de l'eau à la biologie ou à un usage par paramètre et par altération,
- paramètres déclassants.

1.5.2 Filtrage sur incertitude analytique

Pour éviter qu'une classe de qualité ou une classe d'aptitude ne soit déterminée par un seul paramètre dont la valeur mesurée serait trop proche de la limite de classe, un filtrage s'appuyant sur l'incertitude analytique propre à chaque paramètre est proposé par l'outil.

1.5.3 Opération de prélèvement

L'opération de prélèvement est l'ensemble des prélèvements effectués sur une seule station de mesure, au cours d'une période de temps continue.

Dans le cas où, pendant cette période, plusieurs prélèvements portent sur le même support et sur au moins un paramètre commun, l'outil signale que le calcul est impossible et l'utilisateur est invité à choisir le prélèvement représentatif à retenir dans cette opération de prélèvement. Par défaut, l'outil retient tous les prélèvements comme représentatifs de l'opération de prélèvement.

L'opération de prélèvement est donc associée à une station et elle est caractérisée par une date de début et une date de fin de l'opération.

1.5.4 Paramètre

Un paramètre est une propriété du milieu ou de l'eau qui contribue à en apprécier la qualité ou l'aptitude à des usages ou fonctions naturelles.

Un paramètre est dit impératif quand sa mesure est nécessaire pour calculer les données élaborées par altération. Les paramètres impératifs sont décrits au chapitre V-1, pages 44 à 47 du rapport de présentation de la version 1 du SEQ-Eau.

Un paramètre est dit déclassant pour un prélèvement quand, au moment du calcul des classes de qualité et des classes d'aptitude par altération, il définit la classe retenue pour l'altération.

Lorsque le calcul des classes de qualité et des classes d'aptitude par altération porte sur un ensemble de prélèvements annuels ou pluriannuels pour lesquels est appliquée la règle des 90%, un paramètre est dit déclassant quand il fait partie de ceux dont la classe est égale ou pire que celle qui est retenue pour l'altération.

1.5.5 Prélèvement

Dans le SEQ-Eau, le prélèvement est l'ensemble des actions effectuées, par un ou plusieurs organismes désignés comme préleveurs, sur les lieux d'un et un seul site de mesure et sur un seul support. Le prélèvement est donc associé à un site et il est caractérisé par une date de prélèvement.

1.5.6 Règle de « 90% »

Les différentes classes de qualité ou d'aptitude de l'eau à la biologie ou à un usage doivent être respectées le plus souvent possible.

Une tolérance de dépassement peut être acceptée à condition que celui-ci soit limité dans le temps (10% du temps au plus). Cela permet de tenir compte de conditions

exceptionnelles (crues, sécheresses et autres épisodes climatiques particuliers défavorables ...).

Cette règle est appliquée par défaut dans le SEQ-Eau où c'est le plus mauvais prélèvement obtenu, après avoir éliminé de la série les 10% de prélèvements les plus mauvais, qui détermine la classe de qualité ou la classe d'aptitude pour la période considérée. C'est la règle dite « des 90% » (qui est décrite au chapitre V-4, pages 51 à 53 du rapport de présentation de la version 1 du SEQ-Eau).

Toutefois, l'outil permet aussi de retenir, si on le souhaite, le plus mauvais prélèvement de la période pour déterminer la classe de qualité ou la classe d'aptitude pour la période considérée.

1.5.7 Site de mesure

Le site de mesure est un sous-espace caractéristique et représentatif de la station de mesure, qui est clairement identifié et localisé afin d'y effectuer des mesures ou des prélèvements de façon répétitive.

1.5.8 Station de mesure

La station de mesure est un lieu situé sur un cours d'eau sur lequel sont effectués des mesures ou des prélèvements en vue d'analyses physico-chimiques ou microbiologiques. Une station de mesure peut comporter un ou plusieurs sites de mesure.

Par défaut, l'outil retient tous les sites comme représentatifs de la station. Toutefois, pour le cas où plusieurs sites de mesure de la même station portent sur le même support, l'utilisateur peut choisir le site représentatif de la station de mesure.

2 INDICATEURS DE LA QUALITE DES EAUX DE BAINNADE

Tableau 3 : Qualité requise des eaux de baignade. Annexe de la directive 76/160/CEE du 8 décembre 1975.

	Paramètres	G	I	Fréquence d'échantillonnage minimale	Méthode d'analyse ou d'inspection
Microbiologiques :					
1	Coliformes totaux/100ml	500	10 000	bimensuelle (1)	Fermentation en tubes multiples. Repiquage des tubes positifs sur milieu de confirmation Dénombrement selon NPP (nombre le plus probable)
2	Coliformes fécaux/100ml	100	2 000	bimensuelle (1)	ou filtration sur membrane et culture sur milieu approprié tel que gélose lactosé au tergitol, gélose d'endo, bouillon au teepol 0,4 %, repiquage et identification des colonies suspectes Pour les points 1 et 2, température d'incubation variable, selon que l'on recherche les coliformes totaux ou les coliformes fécaux
3	Streptocoques fécaux /100ml	100	-	(2)	Méthode de Litsky Dénombrement selon NPP (nombre le plus probable) ou filtration sur membrane. Culture sur un milieu approprié
4	Salmonelles /1l	-	0	(2)	Concentration par filtration sur membrane. Inoculation sur milieu type. Enrichissement, repiquage sur gélose d'isolement, identification
5	Enterovirus PFU /10l	-	0	(2)	Concentration par filtration par floculation ou par centrifugation et confirmation
Physico-chimiques :					

	Paramètres	G	I	Fréquence d'échantillonnage minimale	Méthode d'analyse ou d'inspection
6	pH	-	6-9 (0)	(2)	Électrométrie avec calibration aux pH 7 et 9
7	Coloration	-	pas de changement anormal de la couleur (0)	bimensuelle (1)	Inspection visuelle
		-	-	(2)	ou photométrie aux étalons de l'échelle Pt.Co
8	Huiles minérales mg/l	-	pas de film visible à la surface de l'eau et absence d'odeur	bimensuelle (1)	Inspection visuelle et olfactive
		<ou= 0,3	-	(2)	ou extraction sur un volume suffisant et pesée du résidu sec
9	Substances tensioactives réagissant au bleu de méthylène mg/l (laurylsulfate)	-	pas de mousse persistante	bimensuelle (1)	Inspection visuelle
		<ou= 0,3	-	(2)	ou spectrophotométrie d'absorption au bleu de méthylène
10	Phénols (indice phénols) mg/l C ₆ H ₅ OH	-	aucune odeur spécifique	bimensuelle (1)	Vérification de l'absence d'odeur spécifique due au phénol
		<ou= 0,005	<ou= 0,05	(2)	ou spectrophotométrie d'absorption. Méthode à la 4-aminoantipyrine (4-A.A.P.)
11	transparence m	2	1 (0)	bimensuelle (1)	Disque de Secchi
12	Oxygène dissous % saturation O ₂	80-120	-	(2)	Méthode de Winkler ou méthode électrométrique (oxygène-mètre)
13	Résidus goudronneux et matières flottantes telles que bois,	absence		bimensuelle (1)	Inspection visuelle

	Paramètres	G	I	Fréquence d'échantillonnage minimale	Méthode d'analyse ou d'inspection
	plastiques, bouteilles, récipients en verre, en plastique, en caoutchouc et en toute autre matière. Débris ou éclats				
14	Ammoniaque mg/l NH ₄			(3)	Spectrophotométrie d'absorption, réactif de Nessler, ou méthode au bleu indophénol
15	Azote Kjeldahl mg/l N			(3)	Méthode de Kjeldahl
Autres substances considérées comme indices de pollution :					
16	Pesticides (parathion; HCH, dieldrine) mg/l			(2)	Extraction par solvants appropriés et détermination chromatographique
17	Métaux lourds tels que : Arsenic, Cadmium; ChromeVI, Plomb I, Mercure			(2)	Absorption atomique éventuellement précédée d'une extraction
18	Cyanures mg/l			(2)	Spectrophotométrie d'absorption à l'aide de réactif spécifique
19	Nitrates et Phosphates mg/l NO ₃ et PO ₄			(3)	Spectrophotométrie d'absorption à l'aide d'un réactif spécifique
<p>G = guide.</p> <p>I = impérative.</p> <p>(0) Dépassement des limites prévues en cas de conditions géographiques ou météorologiques exceptionnelles.</p> <p>(1) Lorsqu'un échantillonnage effectué au cours des années précédentes a donné des résultats sensiblement plus favorables que ceux prévus à la présente annexe et lorsqu'aucune condition susceptible d'avoir diminué la qualité des eaux n'est intervenue, la fréquence d'échantillonnage peut être réduite d'un facteur 2 par les autorités compétentes.</p> <p>(2) Teneur à vérifier par les autorités compétentes lorsqu'une enquête effectuée dans la zone de baignade en révèle la présence possible ou une détérioration de la qualité des eaux.</p> <p>(3) Ces paramètres doivent être vérifiés par les autorités compétentes lorsqu'il y a tendance à l'eutrophisation des eaux.</p>					

A Les eaux de bonne qualité	B Les eaux de qualité moyenne
<p>Pour ces eaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - au moins 80 % des résultats en E. coli et en coliformes totaux sont inférieurs ou égaux aux nombres guides (100/100 ml et 500/100 ml respectivement) ; - au moins 95 % des résultats en E. coli et en coliformes totaux sont inférieurs ou égaux aux nombres impératifs (2000/100 ml et 10000/100 ml respectivement) ; - au moins 90 % des résultats en streptocoques fécaux sont inférieurs ou égaux au nombre guide (100/100 ml) ; - absence d'huiles minérales, de phénols et de mousses dans au moins 95% des échantillons. 	<p>L'eau est de qualité moyenne lorsque :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les nombres impératifs fixés par la directive pour les E. coli et les coliformes totaux (2000/100 ml et 10000/100 ml respectivement) sont respectés dans au moins 95 % des prélèvements, les conditions relatives aux nombres-guides n'étant pas, en tout ou en partie, vérifiées ; - absence d'huiles minérales, de phénols et de mousses dans au moins 95% des échantillons.
<p>Les eaux classées en catégorie A ou B sont conformes aux normes européennes</p>	

C Les eaux pouvant être polluées momentanément	D Les eaux de mauvaise qualité
<p>L'eau des points de surveillance pour lesquels :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les fréquences de dépassement des nombres impératifs pour E. coli ou les coliformes totaux sont comprises entre 5 % et 33,3 % ; - ou la présence d'huiles minérales, de phénols ou de mousses est relevée dans 5 à 33,3% des échantillons. <p>Cette pollution peut faire l'objet de mesures immédiates ou à moyen terme, permettant d'améliorer définitivement la qualité de l'eau. Il est important de noter que si moins de 20 prélèvements sont effectués pendant toute la saison sur un point, un seul dépassement du nombre impératif suffit pour entraîner le classement de la plage en catégorie C.</p>	<p>Lorsque, pour les paramètres E coli ou coliformes totaux, les conditions relatives aux nombres impératifs sont dépassées au moins une fois sur trois, ou que la présence d'huiles minérales, de phénols ou de mousses est relevée dans plus d'un échantillon sur 3, l'eau correspondante est considérée comme de mauvaise qualité.</p>
<p>Les eaux classées en catégorie C ou D ne sont pas conformes aux normes européennes, et peuvent être interdites à la baignade.</p>	

Figure 14 : Classement sanitaire des eaux de baignade.

3 QUALITE DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DOMESTIQUE EN AFRIQUE DU SUD

3.1 Guide

Cette méthode d'évaluation fait l'objet de la deuxième version d'un guide d'évaluation publié par la Commission de Recherche sur l'Eau, le Département des Eaux et Forêts et le Département de la Santé d'Afrique du Sud en 1999. Ce guide a pour objectif de répondre aux questions suivantes :

- Cette eau convient-elle à un usage domestique ?
- Si non, que peut-on faire pour la rendre convenable ?

Il s'adresse à un large spectre d'acteurs allant du consommateur au gestionnaire de santé publique.

3.2 Objectifs

Effectuer une évaluation simple de la qualité de l'eau distribuée.

Définir des recommandations d'usage correspondant à la qualité déterminée.

3.3 Procédure d'évaluation de la qualité

Cette méthode explique en premier lieu ce qu'est la qualité de l'eau et tient à bien distinguer l'impact sanitaire de la perception esthétique du consommateur. Tout au long de l'étude ces deux points seront étudiés distinctement.

La procédure consiste à expliciter les moyens de collecte et de traitement des données indispensables à l'évaluation de la qualité.

3.3.1 Détermination du minimum de données nécessaires :

Dans ce système l'évaluation des données porte sur la ressource, la sortie de l'usine de traitement d'eau, et les points d'usages.

Les substances considérées comme importantes sont classées ainsi :

Tableau 4 : Classement de substances indispensables à l'évaluation de la qualité.

Classe	Explication	Paramètres regroupés
1A	Substances qui sont des indicateurs de la qualité globale	Conductivité, coliformes fécaux, pH, turbidité, chlore libre.
1B	Substances qui sont souvent présentes à des concentrations qui peuvent conduire à des problèmes de santé	Nitrates, nitrites, fluorures, sulfates, chlorures, arsenic, coliformes totaux.
1C	Substances qui apparaissent moins fréquemment mais à des concentrations entraînant un réel danger pour la santé	Cadmium, cuivre.
1D	Substances qui peuvent être souvent présentes à des concentrations qui induisent des nuisances esthétiques ou ont un impact économique	Manganèse zinc, fer, potassium, sodium, calcium, magnésium, dureté totale

Selon la classe des substances et l'usage considéré, la mesure du paramètre est plus ou moins recommandée pour déterminer la qualité de l'eau.

Ainsi pour l'usage domestique, par exemple, les substances du groupe A sont dites critiques, elles doivent toujours être incluses dans l'évaluation. Les groupes B et C sont alors considérés comme importants d'un point de vue sanitaire, c'est-à-dire qu'ils devraient être inclus dans l'évaluation. Toutefois ces deux groupes peuvent avoir un caractère plus obligatoire pour certaines zones géographiques précisées (à cause de la présence importante de l'élément à l'état naturel ou pour des raisons anthropiques). Les mesures de fluorures sont quant à elles indispensables. Pour le groupe D, ces

substances sont dites utiles : elles fournissent des informations supplémentaires sur la qualité de l'eau. Toutefois le zinc est considéré comme plus important.

Les fréquences d'échantillonnage pour les mesures sont établies. Pour les points d'usage, il faut au moins 1 échantillon tous les 3 mois (4/an) et il est recommandé d'effectuer 12 à 365 échantillons par an selon la taille de l'usine de traitement, la variabilité de la qualité de l'eau et le nombre de personnes alimentées.

3.3.2 Classes de qualité

Le système de classification est fondé sur les effets de concentrations croissantes de chaque substance pour chaque usage de l'eau. Il utilise un simple code de couleurs associé à un numéro de classe. La gamme de qualité ainsi balayée va d'une eau idéale à une qualité totalement inacceptable.

Pour l'usage " consommation de l'eau " les classes sont définies comme suit :

Tableau 5 : Définition des classes de qualité de l'eau pour la consommation.

Classe/ couleur	Description	Effets sur la santé	Restriction d'usage
0	<i>Classe de qualité</i>	Pas d'effets, convient à tous, tout âge confondus	Aucune réserve sur l'usage Eau saine pour tous les usagers
1	<i>Bonne qualité</i>	Convient à un usage vie entière	
2	<i>Qualité limite</i>	Peut être utilisée par la majorité des personnes mais peut causer des effets sur les populations sensibles Des effets peuvent survenir suite à un usage vie entière	Eau considérée comme saine Les populations sensibles devraient être identifiées et averties pour prendre des précautions
3	<i>Eau pauvre</i>	Risque d'effets chroniques sur la santé avéré spécialement pour les bébés et enfants en bas âge	Approvisionnement d'urgence à court terme (7 jours) seulement si aucune autre source est disponible
4	<i>Eau inacceptable</i>	Effets aigus sévères sur la santé même avec un usage à court terme	Interdiction d'utiliser

L'eau de classe 2 doit être utilisée avec précaution : il est alors important d'échantillonner et d'évaluer la qualité de cette eau régulièrement, d'expertiser la réelle menace pour les populations sensibles et d'informer ces consommateurs sensibles lorsque l'eau passe dans cette catégorie.

Il n'est pas souhaitable d'utiliser l'eau de classe 3 sans recommandation d'actions ou traitement par l'utilisateur. Si l'eau est traitée, il faut envisager des dysfonctionnements du système de traitement et trouver la cause des défaillances. Elle peut être utilisée pour fournir de l'eau en urgence à court terme mais seulement si aucune autre alternative n'est disponible.

3.3.3 Traitement des données

La procédure utilisée est simple et les auteurs précisent qu'il serait possible d'effectuer une analyse statistique plus complexe pour augmenter la confiance dans les résultats. En effet, les données sont triées :

- en prenant la valeur de concentration maximale de chaque substance pour quantifier les effets aigus pouvant être induits ,
- en calculant la valeur moyenne de la concentration pour caractériser les effets chroniques.

3.3.4 Classification des eaux

La classification s'effectue en 2 étapes :

A) Détermination de la classe pour chaque substance et pour chaque usage

La comparaison des valeurs maximales et moyennes de chaque substances à l'échelle de qualité permet d'attribuer une couleur par substance et usage pour chacune des valeurs. Les deux couleurs obtenues traduisent respectivement les effets chroniques ou aigus. La qualité par rapport à une substance est associée à la couleur la plus déclassante parmi tous les usages elle est déterminée pour la valeur maximale ainsi que pour la valeur moyenne. Pour certaines substances, il faut utiliser en plus de la valeur maximale la valeur minimale pour laquelle il existe aussi une recommandation (pH, chlore libre). L'ensemble des seuils qui déterminent les frontières des classes sont répertoriés ci-dessous :

Tableau 6 : Seuils déterminant les classes de qualité pour l'ingestion d'eau pour tous les paramètres considérés.

Paramètre \ Classe	0	1	2	3	4
Coliformes fécaux (u/100mL)	0	0-1	1-10	10-100	>100
Coliformes totaux (u/100mL)	0	0-10	10-100	100-1 000	>1 000
Chlore libre (mg/L)	0.3-0.6	0.2-0.3 0.6-0.8	0.1-0.2 0.8-1	0.05-0.1 1-1.5	<0.05 >1.5
Conductivité (µS/cm)	<700	700-1 500	1 500-3 700	3 700-5 200	>5 200
pH	5-9.5	4.5-5 9.5-10	4-4.5 10-10.5	3-4 10.5-11	<3 >11
Turbidité (NTU)	<0.1	0.1-1	1-20 ¹	20-50	>50
Arsenic (mg/L)	<0.01	0.01-0.05	0.05-0.2	0.2-2	>2
Cadmium (mg/L)	<0.003	0.003-0.005	0.005-0.02	0.02-0.05	>0.05
Calcium (mg/L)	0-80	80-150	150-300	>300	
Chlorures (mg/L)	<100	100-200	200-600	600-1 200	>1 200
Cuivre (mg/L)	0-1	1-1.3	1.3-2	2-15	>15
Fluorures (mg/L)	>0.7	0.7-1	1-1.5	1.5-3.5	>3.5
Fer (mg/L)	<0.5	0.5-1	1-5	5-10	>10
Dureté totale TH (°F)	0-10	10-15	15-30	>30	
Magnésium (mg/L)	<70	70-100	100-200	200-400	>400
Manganèse (mg/L)	<0.1	0.1-0.4	0.4-4	4-10	>10
Nitrates et nitrites (mg N-NO ₃ et N-NO ₂ /L)	<6	6-10	10-20	20-40	>40
Potassium (mg/L)	<25	25-50	50-100	100-500	>500
Sodium (mg/L)	<100	100-200	200-400	400-1 000	>1 000
Sulfate (mg/L)	<200	200-400	400-600	600-1 000	>1 000
Zinc (mg/L)	<20	>20			

¹ Peut avoir un lien avec une contamination microbologique à partir de ces valeurs

B) Détermination de la classe globale

Une fois que la couleur associée à chaque substance est déterminée pour la moyenne et la valeur maximale, on détermine la couleur finale qui lui est affectée pour chaque substance selon les règles proposées dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Détermination du code de qualité couleur associée à la substance.

Substance	Couleur la plus déclassante tous usages confondus		Classe finale pour la substance
	Avec la valeur maximale	Avec la valeur moyenne	
<i>Coliformes fécaux, coliformes totaux</i>	Bleu	Inutile (effets aigus)	Bleu
	Vert		Vert
	Jaune		Jaune
	Rouge		Rouge
	Violet		Violet
<i>Conductivité, turbidité, nitrate/nitrite, fluorures, sulfates, chlorures, arsenic, zinc, cadmium, cuivre, fer, potassium, sodium, magnésium, calcium, dureté</i>	Bleu	Bleu	Bleu
	Vert	Bleu/Vert	Vert
	Jaune	Bleu	Vert
	Jaune	Vert/Jaune	Jaune
	Rouge	Bleu/Vert	Jaune
	Rouge	Jaune/Rouge	Rouge
	Violet	Bleu/Vert	Violet
Violet	Rouge/Jaune/Violet	Violet	
<i>Chlore libre, pH</i>	Idem paramètres microbiologiques en prenant en compte les valeurs minimales s'il y a lieu.		

La qualité globale de l'eau est déterminée par la classe/ couleur finale de la substance la plus déclassante.

3.4 Interprétation de la qualité de l'eau

Ce guide est un aide à la décision en matière de gestion de la qualité de l'eau.

Selon la classe globale de qualité de l'eau, celle-ci peut nécessiter des recommandations d'usage. Afin de les préconiser, il faut suivre la procédure suivante :

- Identifier la première substance responsable du classement.
- Identifier les traitements possibles.
- Déterminer si ces traitements sont économiquement et techniquement viables par rapport aux attentes du consommateur.
- Identifier la substance suivante et répéter la procédure jusqu'à ce qu'elles soient toutes prises en compte.

4 INDICE DE QUALITE DU BRESIL

Le rapport consulté donne uniquement une technique de calcul d'un indice de qualité physico-chimique de l'eau distribué : IQAD. Il se présente sous la forme d'un nombre allant de 0 à 100 et se calcule par la formule suivante :

Équation 8

$$IQAD_{FQ} = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Avec,

$i=1$

- n le nombre de paramètres utilisés dans le calcul de l'indice
- q_i le facteur de qualité du paramètre i obtenu ?
- w_i poids relatif de chaque paramètre i, il est attribué en fonction de son importance par rapport à la conformité globale de la qualité. C'est un nombre de 0 à 1 tel que :

Équation 9

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

La détermination de q et w se fait pour chaque paramètre à l'aide de propositions de techniciens de laboratoire, de professionnels du traitement de l'eau et du personnel en charge du contrôle sanitaire.

$$IQAD = IQADFQ \times IT$$

Avec IT l'indice de toxicité pour le paramètre bactériologique, il prend la valeur 0 si l'échantillon révèle la présence de l'indicateur microbiologique mesuré et 1 sinon.

L'IQAD total est la moyenne de l'ensemble des IQAD de chaque point de prélèvement.

L'interprétation de l'IQAD est donné par le tableau ci-après :

Tableau 8 : Classes de qualité de l'IQA

.

5 SYNTHÈSE DES SYSTÈMES EXISTANTS

Les informations obtenues par l'étude des divers systèmes peut être résumée dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Synthèse des avantages et inconvénients des différents systèmes par rapport à la problématique étudiée.

<div style="text-align: right;">Systèmes étudiés</div> <div style="text-align: left;">Point de comparaison</div>	SEQ-Eau	Qualité des baignades	Afrique du Sud	IQE Canada	Brésil
Objectifs	Caractériser la qualité des cours d'eau dans un but informatif.	Déterminer la qualité en vue de déterminer si des mesures de gestion doivent être prises.	Effectuer une évaluation simple de la qualité de l'eau distribuée. Proposer des recommandations d'usage correspondant à la qualité déterminée.	Caractériser la qualité des cours d'eau dans un but informatif.	Utilisation dans le cadre d'un système de vigilance et de qualité
Paramètres utilisés	156 paramètres regroupés en 15 altérations Aptitude aux différents usages	3 germes indicateurs de contaminations fécale paramètres physico-chimiques	21 paramètres sélectionnés pour représenter la qualité physico-chimique et microbiologique	4 paramètres minimum mais pas de liste, ni de nombre fixe.	?
Classes de qualité séparées par des seuils	Grilles de seuils issus : réglementation, avis d'experts, banque de données, recommandations internationales, bibliographies Indice permettant d'affiner l'appréciation	Valeurs guides et valeurs impératives	5 classes de qualité dont les frontières sont déterminées par les conséquences sanitaires en cas d'ingestion ou d'autres usages	Seuils d'un indice global de qualité	Seuils d'un indice global de qualité

Systèmes étudiés Point de comparaison	SEQ-Eau	Qualité des baignades	Afrique du Sud	IQE Canada	Brésil
Méthodes d'agrégations des données	Informatisée Paramètre impératif Paramètre déclassant	Conformité aux valeurs paramètres selon des règles spécifiques utilisant les percentiles	Usage déclassant puis paramètre déclassant à partir de valeur maximal ou moyenne.	Formule mathématique composée de 3 facteurs par rapport aux non-conformités : étendue, amplitude et fréquence	Formule mathématique intégrant le produit des paramètres sur leur norme pondérés par une puissance relative à leur importance
Méthodes analytiques et prise en compte des incertitudes	Prélèvement représentatif Règle des 90% Filtrage sur incertitude analytique		Définition d'un échantillonnage minimal		?
Validation et possibilité d'évolution du système	Système évolutif par rapport aux avancées scientifiques et à la progression de la réglementation.				

6 INDICE ATMO DE LA QUALITE DE L'AIR

Tableau 10 : Seuils associés aux indices pour les différents paramètres pris en compte dans l'indice atmo.

Moyenne des moyennes journalières des différents sites			Moyenne des maxima horaires des différents sites		
sous-indice Particules	seuil min. en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	seuil max. en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	sous-indice NO2	seuil min. en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	seuil max. en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	0	9	1	0	29
2	10	19	2	30	54
3	20	29	3	55	84
4	30	39	4	85	109
5	40	49	5	110	134
6	50	64	6	135	164
7	65	79	7	165	199
8	80	99	8	200	274
9	100	124	9	275	399
10	≥ 125		10	≥ 400	

Moyenne des maxima horaires des différents sites			Moyenne des maxima horaires des différents sites		
sous-indice O3	seuil min. en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	seuil max. en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	sous-indice SO2	seuil min. en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	seuil max. en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	0	29	1	0	39
2	30	54	2	40	79
3	55	79	3	80	119
4	80	104	4	120	159
5	105	129	5	160	199
6	130	149	6	200	249
7	150	179	7	250	299
8	180	249	8	300	399
9	250	359	9	400	599
10	≥ 360		10	≥ 600	

7 SELECTION DES PARAMETRES PRIS EN COMPTE POUR CONSTRUIRE LES INDICATEURS LORS DE CETTE ETUDE

Tableau 11 : Résultat de la hiérarchisation des paramètres.

paramètres	<u>Réglementation :</u> 0: LQ 1: RQ 2: décret 89-3 uniquement	<u>Caractéristique :</u> 0: microbiologique 1: physico-chimique	<u>Mesure :</u> 0: distribution 1: non	<u>Mesure :</u> 0: production sommaire 1: production complète 2: production particulière 3: non	<u>effet sanitaire :</u> 0: cancérogène 1: toxique 2: autres 3: pas de problème 4: NSP	nombre d'UDI non-conforme France.
<i>E. coli</i>	0	0	1	3	2	
entérocoques	0	0	1	3	2	
nitrites	0	1	1	0	1	1 896
nitrites	0	1	1	0	1	438
turbidité	0	1	0	0	4	8 336
fluorures	0	1	1	1	1	124
arsenic	0	1	1	2	0	440
chrome	0	1	1	2	0	1
pesticides total	0	1	1	2	0	
cyanures totaux	0	1	1	2	1	
mercure total	0	1	1	2	1	

paramètres	<u>Réglementation :</u> 0: LQ 1: RQ 2: décret 89-3 uniquement	<u>Caractéristique :</u> 0: microbiologique 1: physico-chimique	<u>Mesure :</u> 0: distribution 1: non	<u>Mesure :</u> 0: production sommaire 1: production complète 2: production particulière 3: non	<u>effet sanitaire :</u> 0: cancérogène 1: toxique 2: autres 3: pas de problème 4: NSP	nombre d'UDI non-conforme France.
sélénium	0	1	1	2	4	113
acrylamide	0	1	1	3	0	
benzène	0	1	1	3	0	
benzo(a)pyrène	0	1	1	3	0	10
bromates	0	1	1	3	0	
chlorure de vinyle	0	1	1	3	0	
epichlorhydrine	0	1	1	3	0	
HAP	0	1	1	3	0	
THM	0	1	1	3	0	
antimoine	0	1	1	3	1	88
bore	0	1	1	3	1	
cadmium	0	1	1	3	1	
cuivre	0	1	1	3	1	46
nickel	0	1	1	3	1	8
plomb	0	1	1	3	1	39

paramètres	<u>Réglementation :</u> 0: LQ 1: RQ 2: décret 89-3 uniquement	<u>Caractéristique :</u> 0: microbiologique 1: physico-chimique	<u>Mesure :</u> 0: distribution 1: non	<u>Mesure :</u> 0: production sommaire 1: production complète 2: production particulière 3: non	<u>effet sanitaire :</u> 0: cancérogène 1: toxique 2: autres 3: pas de problème 4: NSP	nombre d'UDI non-conforme France.
tétrachloroéthylène trichloroéthylène	0	1	1	3	1	
baryum	0	1	1	3	2	29
1,2-dichloroéthane	0	1	1	3	4	
microcystine-LR	0	1	1	3	4	
BASR	1	0	1	0	2	
coliformes	1	0	0	0		
germes aérobies revivifiables	1	0	0	0		
sulfates	1	1	1	0	2	280
chlorures	1	1	1	0	3	
températures	1	1	1	0	3	
ammonium	1	1	1	0	4	
turbidité	1	1	0	0	4	
conductivité	1	1	0	0		
COT	1	1	1	0		
couleur	1	1	0	0		

paramètres	<u>Réglementation :</u> 0: LQ 1: RQ 2: décret 89-3 uniquement	<u>Caractéristique :</u> 0: microbiologique 1: physico-chimique	<u>Mesure :</u> 0: distribution 1: non	<u>Mesure :</u> 0: production sommaire 1: production complète 2: production particulière 3: non	<u>effet sanitaire :</u> 0: cancérogène 1: toxique 2: autres 3: pas de problème 4: NSP	nombre d'UDI non-conforme France.
odeur	1	1	0	0		
oxydabilité au permanganate	1	1	1	0		
pH	1	1	1	0		
saveur	1	1	0	0		
cuivre	1	1	1	1		1
manganèse	1	1	1	1		1
aluminium total	1	1	1	1		4
fer total	1	1	1	1		4
chlorites	1	1	1	3		1
chlore libre et total	1	1	0	3		4
sodium	1	1	1	3		4
streptocoques fécaux	2	0	0	0		2
coliformes thermotolérants	2	0	0	0		
TAC	2	1	1	0		
calcium	2	1	1	1		3
carbonates	2	1	1	1		3

paramètres	<u>Réglementation :</u> 0: LQ 1: RQ 2: décret 89-3 uniquement	<u>Caractéristique :</u> 0: microbiologique 1: physico-chimique	<u>Mesure :</u> 0: distribution 1: non	<u>Mesure :</u> 0: production sommaire 1: production complète 2: production particulière 3: non	<u>effet sanitaire :</u> 0: cancérogène 1: toxique 2: autres 3: pas de problème 4: NSP	nombre d'UDI non-conforme France.
hydrogénocarbonates	2	1	1	1	3	
phosphore	2	1	1	1	3	
potassium	2	1	1	1	3	
zinc	2	1	1	1	4	
hydrogène sulfuré	2	1	1	1		
magnésium	2	1	1	1		
oxygène dissous	2	1	1	1		
silice	2	1	1	1		
COV	2	1	1	2	4	

LEGENDE

Paramètres impératifs
paramètres choisis
paramètres rejetés par manque de données à ce jour

_____ séparation des paramètres soumis à une LQ ou une RQ

8 SEUILS ENTRE CLASSE POUR CHAQUE PARAMETRE

Tableau 12 : Etablissement des seuils entre classe pour chaque paramètre considéré.

paramètre	Code SISE-Eau	entre A et B			entre B et C			entre C et D		
		seuil	unité	source	seuil	unité	source	seuil	unité	source
chrome	CRT	5	µg/L	CSHPF	50	µg/L	LQ	100	µg/L	US EPA
<i>Coliformes thermotolérants</i>	<i>CTHF</i> <i>CTHL</i>	0		LQ	1		<i>Afr Sud</i>	10		<i>idem Afr Sud</i>
cyanures totaux	CYANT	10	µg/L	CSHPF	50	µg/L	LQ	200	µg/L	US EPA
mercure total	HG	1	µg/L	CSHPF	1	µg/L	LQ	2	µg/L	US EPA (mercure inorganique)
nitrites	NO ₂	0,05	mg/L	CSHPF	0,5	mg/L	LQ	3	mg/L	voir saisine AFSSA/CSHPF
nitrates	NO ₃	35	mg/L	AFFSA	50	mg/L	LQ	90	mg/L	voir saisine AFSSA/CSHPF
sélénium	SE		µg/L	CSHPF	10	µg/L	LQ	70	µg/L	NC dose journalière tolérable adulte
<i>Streptocoques</i>	<i>STRF</i>	0		LQ	1		<i>Afr Sud</i>	10		<i>idem Afr Sud</i>
turbidité	TURB	0,1	NFU	Afr Sud	1	NFU	LQ	20	NFU	<i>idem Afr Sud</i>
arsenic	AS	0	µg/L	CSHPF	10	µg/L	LQ	10	µg/L	NC au-dessus LQ non acceptable
fluorures	F	0,5	mg/L	CSHPF	1,5	mg/L	LQ	2	mg/L	NC apport journalier tolérable adulte
pesticides total	PEST		µg/L	CSHPF	0,5	µg/L	LQ		µg/L	CSHPF