

Etat de l'Environnement wallon

Etudes - Expertises

La qualité de l'eau de distribution

Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du
Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon

*Ce Rapport est réalisé sous la responsabilité exclusive de son auteur
et n'engage pas la Région wallonne*

S.A. AQUAWAL
Cédric PREVEDELLO



Décembre 2006

Cédric PREVEDELLO est Conseiller scientifique au sein de la S.A. AQUAWAL.

Il est licencié en géographie de l'Université Libre de Bruxelles et est chargé au sein de ladite société de la réalisation d'études à caractère socio-économique et scientifiques sur les aspects production/ distribution d'eau potable et assainissement des eaux usées. Il est également en charge de la création et de la gestion des bases de données relatives au secteur de l'eau en Région wallonne.

La S.A. AQUAWAL est l'Union professionnelle des Opérateurs wallons du cycle de l'eau. Elle a pour missions d'offrir un lieu de concertation et d'information entre les sociétés de Production-Distribution d'eau potable et Organismes d'assainissement en Wallonie et d'assurer leur représentation dans les différentes instances régionales, fédérales, européennes et internationales. Elle a également pour mission de réaliser une communication à destination du grand public ainsi que vers les milieux spécialisés, de réaliser des études au profit d'institutions publiques et est partenaire de NITRAWAL dans la mise en oeuvre du Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture en Région wallonne.

Les Rapports sur "l'état de l'environnement wallon" sont établis par la Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGRNE) du Ministère de la Région wallonne, en étroite collaboration avec les universités et les centres de recherche francophones de Wallonie et de Bruxelles (Art. 5 du Décret du 21 avril 1994 relatif à la planification en matière d'environnement dans le cadre du développement durable).

Le 31 mai 2002, le Gouvernement wallon a adopté une convention -cadre pour financer la mise en place d'une coordination inter-universitaire, fondée sur une équipe scientifique permanente et sur un réseau d'expertise. Cette convention-cadre a été passée avec le Centre d'Etude du Développement Durable (CEDD) de l'Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire (IGEAT) de l'Université Libre de Bruxelles (ULB). L'équipe scientifique est pluridisciplinaire et travaille avec la DGRNE qui assure la coordination générale. Les chercheurs comme les experts scientifiques sont issus de différentes universités.

<http://environnement.wallonie.be/ew>

<u>1. INTRODUCTION</u>	4
<u>2. LA NOTION DE POTABILITÉ : DÉFINITION ET LÉGISLATION</u>	6
<u>2.1 INTRODUCTION</u>	6
<u>2.2 LES NORMES EN VIGUEUR EN RÉGION WALLONNE</u>	7
<u>2.3 LES CONTRÔLES</u>	9
<u>2.3.1 Types de contrôles et paramètres analysés</u>	9
<u>2.3.2 Fréquence des contrôles</u>	10
<u>2.3.3 Programme de contrôles</u>	11
<u>2.3.4 Information des résultats</u>	12
<u>2.4 MESURES PRISES EN CAS DE NON-CONFORMITÉ DE L'EAU DISTRIBUÉE</u>	12
<u>2.4.1 Mesures générales</u>	12
<u>2.4.2 Responsabilités</u>	12
<u>3. QUALITÉ DE L'EAU DE DISTRIBUTION</u>	13
<u>3.1 INTRODUCTION THÉORIQUE : ÉVOLUTION DE LA QUALITÉ DE L'EAU AU COURS DU CYCLE ANTHROPIQUE</u>	13
<u>3.2 LES PRINCIPAUX PARAMÈTRES DÉPENDANT DE LA QUALITÉ DE L'EAU BRUTE</u>	16
<u>3.2.1 Le nitrate</u>	16
<u>3.2.2 Les pesticides</u>	18
<u>3.2.3 Le pH</u>	21
<u>3.2.4 La dureté</u>	22
<u>3.2.5 Autres paramètres pour lesquels aucune valeur n'est stipulée</u>	24
<u>3.3 LES PRINCIPAUX PARAMÈTRES DÉPENDANT DU TRAJET DE L'EAU DANS LES RÉSEAUX PUBLICS ET PRIVÉS</u>	24
<u>3.3.1 Le plomb</u>	24
<u>3.3.2 Autres métaux constitutifs des canalisations intérieures et de la robinetterie : cuivre, fer, zinc et nickel</u>	27
<u>3.3.3 Les trihalométhanes (THM)</u>	28
<u>3.3.4 Effet des adoucisseurs d'eau particuliers sur la qualité de l'eau : dureté, sodium et qualité microbiologique</u>	29
<u>3.4 QUALITÉ DE L'EAU GLOBALE EN RÉGION WALLONNE</u>	31
<u>4. COÛTS GÉNÉRÉS PAR LA QUALITÉ DE L'EAU DISTRIBUÉE</u>	33
<u>4.1 LES COÛTS LIÉS À LA PROTECTION DE L'EAU</u>	33
<u>4.2 LES COÛTS LIÉS AUX TRAITEMENTS ET AU CONTRÔLE DE LA QUALITÉ</u>	33
<u>4.2.1 Coût des traitements</u>	33
<u>4.2.2 Coûts total de la qualité de l'eau</u>	35
<u>4.3 LES COÛTS INTERVENANTS APRÈS LE COMPTEUR D'EAU</u>	35
<u>4.3.1 Coûts liés au calcaire</u>	36
<u>4.3.2 Coûts liés au remplacement des canalisations vétustes</u>	36
<u>5. PERCEPTION DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE DISTRIBUTION PAR LES USAGERS</u>	38
<u>5.1 PRÉFÉRENCE POUR L'EAU EN BOUTEILLE</u>	38
<u>5.2 COMMENT INVERSER CETTE TENDANCE ?</u>	40
<u>6. CONCLUSIONS</u>	41
<u>7. BIBLIOGRAPHIE</u>	43

Liste des tableaux

Tableau 1 : valeurs paramétriques pour l'eau destinée à la consommation humaine	7
Tableau 2 : paramètres indicateurs pour l'eau destinée à la consommation humaine	8
Tableau 3 : mode de détermination du nombre de contrôles de la qualité de l'eau	11
Tableau 4 : nombre d'analyses d'eau réalisées par les principaux distributeurs en 2005 selon le type d'analyses	11
Tableau 5 : ventilation de l'eau prélevée en Wallonie en fonction du traitement appliqué	14
Tableau 6 : taux de conformité de la qualité de l'eau au point de mise à disposition en ce qui concerne les principaux paramètres (période 2002 – 2003)	31
Tableau 7 : récapitulatif des coûts générés par les types de traitement de l'eau pour lesquels cette donnée est disponible	34
Tableau 8 : montant des frais de fonctionnement liés à la qualité de l'eau pour la SWDE en 2005	35
Tableau 9 : estimation des coûts liés au calcaire après le compteur	36
Tableau 10 : estimation des coûts générés pas les adoucisseurs d'eau	36

Liste des illustrations

Figure 1 : évolution de la qualité de l'eau au cours de son trajet du captage au point de consommation	13
Figure 2 : substances et métabolites recherchés dans les eaux souterraines	20
Figure 3 : influence des adoucisseurs d'eau sur la qualité bactériologique de l'eau (Germes à 22°C)	31
Figure 4 : évolution de la consommation d'eau en bouteille en Belgique	39
Carte 1 : minéralisation et pH des eaux souterraines en Région wallonne	24

1. Introduction

Parmi les enjeux liés à l'eau de distribution, ceux concernant la santé publique sont certainement les plus importants. En effet, historiquement, l'amenée d'eau potable dans les bâtiments privés et publics a été une révolution dès la fin du 19^{ème} siècle. L'approvisionnement public par canalisation allait vite s'imposer comme une des composantes essentielles de l'hygiène publique, au même titre que l'évacuation et l'épuration des eaux usées par exemple.

Avant cette date, l'approvisionnement en eau se réalisait avec les moyens disponibles, à savoir l'eau de pluie, principalement dans le nord du Pays, les sources, principalement dans le sud du Pays ou encore par les fontaines publiques au centre des villages.

L'eau de distribution est en principe potable. Nous expliquerons plus loin toutes les notions que recouvre ce terme apparemment anodin. Parfois, ce caractère potable peut être mis à mal par différents facteurs : la qualité de l'eau brute prélevée peut être détériorée de manière naturelle ou par l'activité humaine alors que la qualité de l'eau distribuée peut être perturbée par les installations, publiques et privées, nécessaires à son transport.

Enfin, en terme d'image, l'eau de distribution a bien souvent une image détériorée par des arguments d'ordre organoleptique (goût, odeur ou couleur incitant une méfiance de la part des usagers) et parfois par des arguments d'ordre psychologique (lien entre la qualité de l'air ou des rivières et la qualité de l'eau du robinet, influence du calcaire sur la santé, ...).

Ce dossier s'intéresse à objectiver la qualité de l'eau distribuée en Région wallonne, à expliquer les différentes notions que cela recouvre et les choix adoptés par les autorités compétentes. Enfin, les principaux problèmes actuels susceptibles de survenir seront décrits et quantifiés dans la mesure du possible.

2. La notion de potabilité : définition et législation

2.1 Introduction

L'adjectif potable signifie « qui peut être bu ». Cet adjectif vient du latin « *potare* » signifiant boire. Par étymologie, ce terme a un lien direct avec la boisson !

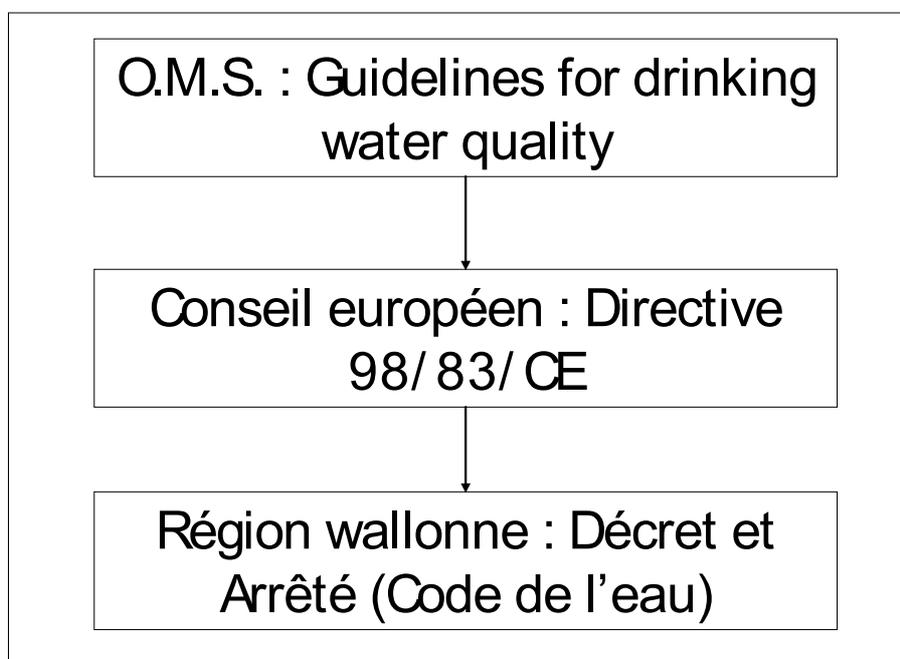
Cet adjectif a aujourd'hui une définition première plus précise, à savoir « qui peut être bu sans danger pour la santé ».

La qualité de l'eau de distribution est une matière réglementée par la Directive 98/83/CE du Conseil européen du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Cette Directive a pour objet de protéger la santé des personnes des effets néfastes de la contamination des eaux destinées à la consommation humaine en garantissant la salubrité et la propreté de celles-ci jusqu'au point de consommation.

Cette Directive est fortement inspirée par les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). L'OMS publie régulièrement des « Guidelines for drinking water quality ». La troisième édition, datant de 2004, est la dernière version en date.

Cette Directive européenne est implémentée dans les législations nationales de chaque état-membre. En Belgique, du fait de la régionalisation du secteur de l'eau, cette Directive est implémentée par chacune des trois Régions dans leur droit respectif.

En ce qui concerne la Région wallonne, cette Directive a été transposée par le Décret du 12 décembre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et par l'Arrêté du Gouvernement wallon du 15 janvier 2004. Ces deux textes ont par la suite été intégrés dans le Code de l'eau.



Une eau peut être distribuée si elle répond aux normes décrites dans ce Code de l'Eau. En vertu de ces textes, il est interdit de fournir de l'eau lorsque sa salubrité et sa propreté ne sont pas assurées. Les eaux sont réputées salubres et propres si :

- 1°) elles ne contiennent pas un nombre ou une concentration de micro-organismes, de parasites ou de toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé de personnes ;
- 2°) elles sont conformes aux exigences minimales fixées par le Gouvernement.

2.2 Les normes en vigueur en Région wallonne

Les exigences minimales fixées par le Gouvernement pour ce qui concerne les paramètres définissant une eau salubre et propre se composent de deux types de paramètres :

- les valeurs paramétriques microbiologiques et chimiques ;
- les paramètres indicateurs.

Les valeurs paramétriques sont les valeurs qu'il est impératif de respecter, sans quoi l'eau ne peut être distribuée.

Les paramètres indicateurs sont, eux, établis uniquement à des fins de contrôle.

Les valeurs paramétriques et les normes correspondantes sont les suivantes et sont au nombre de 31 :

Tableau 1 : valeurs paramétriques pour l'eau destinée à la consommation humaine

<u>Paramètre</u>	<u>Valeur paramétrique (valeur maximale admissible)</u>	<u>Unité</u>
<i>Escherichia coli</i>	0	Nombre/100 ml
Entérocoques	0	Nombre/100 ml
Acrylamide	0.1	µg/l
Aluminium	200	µg/l
Antimoine	5	µg/l
Arsenic	10	µg/l
Benzène	1	µg/l
Benzo(a)pyrène	0.01	µg/l
Bore	1	mg/l
Bromates	10	µg/l
Cadmium	5	µg/l
Chrome	50	µg/l
Cuivre	2	mg/l
Cyanures	50	µg/l
1.2 – dichlorométhane	3	µg/l
Dureté	/	Degrés français
Epichlorhydrine	0.1	µg/l
Fluorures	1.5	mg/l
Plomb	10	µg/l
Mercure	1	µg/l
Nickel	20	µg/l
Nitrates	50	mg/l
Nitrites	0.5	mg/l
Pesticides	0.1	µg/l
Pesticides total	0.5	µg/l
pH	Entre 6.5 et 9.5	Unités pH
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	0.1	µg/l
Sélénium	10	µg/l

Tri et tétrachlorométhylène	10	µg/l
Trihalométhanes totaux	100	µg/l
Chlorure de vinyle	0.5	µg/l

Certaines valeurs méritent quelques précisions :

Dureté de l'eau : comme l'indique le Tableau 1, il n'existe pas de valeur paramétrique en ce qui concerne la dureté de l'eau. Cependant, le Code de l'eau prévoit que « *la dureté de l'eau, en cas d'adoucissement artificiel ne peut en aucun cas être inférieure à 15 degrés français* ». Cela signifie donc que si l'eau adoucie artificiellement a une dureté de moins de 15 degrés français, le critère « salubre et propre » n'est plus rencontré et ce même lors de l'utilisation d'un adoucisseur domestique utilisé par le particulier. Nous développerons plus loin les considérations sur la dureté de l'eau.

Plomb : la valeur indiquée dans le Tableau 1 doit être respectée au plus tard le 25 décembre 2013. D'ici cette date, la valeur paramétrique est fixée à 25 µg/l.

Nitrates et nitrites : la somme $[NO_3]/50 + [NO_2]/3$ doit être inférieure ou égale à 1 (les concentrations sont toutes exprimées en mg/l). De plus, la valeur de 0.10 mg/l de nitrites ne doit pas être dépassée au départ des installations de traitement.

Trihalométhanes (THM) : cette norme doit être respectée au plus tard le 25 décembre 2008. D'ici cette date, la norme est fixée à 150 µg/l.

Toutes ces valeurs paramétriques doivent être respectées au point où, à l'intérieur des locaux ou d'un établissement, les eaux fournies par un réseau de distribution sortent des robinets qui sont normalement utilisés pour la consommation humaine.

En Région wallonne, ce point a été fixé au robinet d'eau froide de la cuisine, endroit le plus utilisé à l'intérieur d'un logement privé pour ce qui concerne l'usage alimentaire de l'eau de distribution. Pour les lieux publics, le point de fourniture s'étend à tous les points de livraison d'eau froide pouvant être accessible au public.

Cependant, le fournisseur (le distributeur d'eau) peut dégager sa responsabilité lorsqu'il peut être établi que le non-respect des valeurs paramétriques est imputable à l'installation privée de distribution d'eau ou à son entretien.

Les paramètres indicateurs sont, pour leur part, définis à des fins de contrôle uniquement. Ces paramètres, au nombre de 21, sont les suivants :

Tableau 2 : paramètres indicateurs pour l'eau destinée à la consommation humaine

Paramètre	Valeur paramétrique	Unité
Ammonium	0.5	mg/l
Chlorures	250	mg/l
<i>Clostridium perfringens</i>	0	Nombre/100 ml
Couleur	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal	
Conductivité	2500 et aucun changement anormal	µS/cm à 20°C
Fer	200	µg/l
Manganèse	50	µg/l
Odeur	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal	
Oxydabilité	5	mg/l O ₂
Sulfates	250	mg/l

Sodium	200	mg/l
Saveur	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal	
Teneur en colonies à 37°C	Aucun changement anormal	
Teneur en colonies à 22°C	Aucun changement anormal	
Bactéries coliformes	0	Nombre/100 ml
Carbone organique total	Aucun changement anormal	
Turbidité	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal	
Chlore libre résiduel	250	µg/l
Phosphore	Aucun changement anormal	mg/l P ₂ O ₅
Potassium	Aucun changement anormal	mg/l
Température	25	°C

Enfin, trois paramètres indicateurs ne doivent être mesurés qu'après une modification, par le fournisseur, de l'origine ou des proportions relatives de l'eau fournie, ou au minimum une fois par an.

Paramètre	Valeur paramétrique	Unité
Calcium	270	mg/l
Magnésium	50	mg/l
Zinc	5000	µg/l

Certaines valeurs méritent quelques précisions :

Chlorures, conductivité et sulfates : Il est précisé que les eaux ne doivent pas être agressives, ce point sera développé plus loin dans ce rapport.

Sodium : la teneur en sodium ne doit pas dépasser une valeur paramétrique de 150 mg/l à la frontière de l'installation privée de distribution (au compteur d'eau).

D'autres paramètres peuvent être rendus obligatoires s'il existe des raisons de soupçonner que des substances ou microorganismes puissent être présents en quantité constituant un danger potentiel pour la santé des personnes.

Certaines dérogations peuvent être octroyées par le Ministre, sur demande du Distributeur et après avis de la DGRNE. Ces dérogations ne concernent que les paramètres chimiques et non les paramètres microbiologiques (*E.coli* et Entérocoques). Elles sont valables pour une durée de trois ans renouvelables une fois. Toutefois, dans des cas exceptionnels, le Ministre peut solliciter la Commission européenne pour l'octroi d'une troisième dérogation de trois ans.

2.3 Les contrôles

2.3.1 Types de contrôles et paramètres analysés

Les contrôles ont pour objectif de vérifier la conformité de l'eau à la législation.

On distingue deux types de contrôles prévus par la législation :

- les contrôles de routine

- les contrôles complets

Dans tous les cas, ces contrôles doivent être réalisés au robinet couramment utilisé pour la consommation humaine. En Région wallonne, les prélèvements sont réalisés au robinet pour lequel une non-conformité constitue le risque le plus important pour la santé humaine, à savoir le robinet d'eau froide de la cuisine.

Les contrôles de routine

Les contrôles de routine ont pour but de vérifier la qualité microbiologique et organoleptique des eaux distribuées. De plus, ils doivent permettre de vérifier l'efficacité des traitements appliqués (y compris celui de la désinfection).

Paramètres à analyser : Les paramètres analysés lors d'un contrôle de routine peuvent être répartis en cinq groupes :

- **les paramètres organoleptiques** : *turbidité, couleur, odeur, saveur*
- **les paramètres microbiologiques** : *E.coli, entérocoques, coliformes, colonies à 22°C*
- **la spéciation de l'azote** : *nitrates, nitrites, ammonium*
- **les facteurs de l'agressivité de l'eau** : *pH, conductivité*
- Le cas échéant, **les paramètres intervenant dans le traitement de l'eau** (*chlore libre résiduel, aluminium, ...*) **et ceux indiquant la qualité du traitement** (*Clostridium perfringens, autres paramètres pertinents*).

Les contrôles complets

Le but d'un contrôle complet est de vérifier la conformité de l'eau à la législation. Lors d'un contrôle complet, tous les paramètres, qu'il s'agisse de valeur paramétrique ou de paramètre indicateur doivent être contrôlés. Leur fréquence est plus faible que celle des contrôles de routine.

Tant les contrôles de routine que les contrôles complets sont des contrôles obligatoires. A ceux-ci viennent s'ajouter des contrôles réalisés d'initiative par certains distributeurs pour contrôler la qualité de l'eau en certains points de son réseau. On parle alors d'autocontrôles, dont l'initiative et les modalités sont laissées aux distributeurs d'eau.

Les prélèvements et les analyses doivent être réalisés par des organismes accrédités en vertu de la législation fédérale relative à l'accréditation des organismes de certification et de contrôle, ainsi que des laboratoires d'essais.

La structure belge d'accréditation BELAC dispose d'une composante spécifique, dont le but est d'accréditer les laboratoires d'essais et les organismes d'inspection. La liste des laboratoires accrédités par BELAC, tant pour l'échantillonnage que pour les analyses est disponible sur le site : http://belac.fgov.be/beltest/home_fr.htm.

2.3.2 Fréquence des contrôles

La fréquence à laquelle l'eau est contrôlée est déterminée sur base des volumes d'eau produits ou distribués dans une zone de distribution.

Une zone de distribution est une zone géographique dans laquelle les eaux destinées à la consommation humaine proviennent d'une ou de plusieurs sources et à l'intérieur de laquelle la qualité de l'eau est considérée comme uniforme. Il s'agit typiquement d'une zone alimentée par un même captage d'eau ou par un même ouvrage de stockage.

Tableau 3 : mode de détermination du nombre de contrôles de la qualité de l'eau

Volume d'eau distribué ou produit chaque jour à l'intérieur d'une zone de distribution (m³)	Nombre minimum de contrôles de routine par an	Nombre minimum de contrôles complets par an	Nombre minimum de points d'échantillonnage
≤ 100	5	1	1
101 à 1 000	11	1	1
1 001 à 3 300	22	2	2
3 301 à 6 600	33	3	3
6 601 à 9 900	44	4	4
9 901 à 20 000	67	5	5
20 001 à 30 000	102	6	6
30 001 à 40 000	125	7	7
40 001 à 50 000	160	8	8
50 001 à 60 000	195	9	9
60 001 à 70 000	218	10	10
70 001 à 80 000	253	11	11
80 001 à 90 000	276	12	12
90 001 à 100 000	311	13	13
> 100 000	4 + 75 pour chaque tranche entamée de 25 000 m ³ /j	10 + 1 pour chaque tranche entamée de 25 000 m ³ /j	10 + 1 pour chaque tranche entamée de 25 000 m ³ /j

Pour l'année 2005, environ 36 000 analyses ont été réalisées chez les principaux distributeurs d'eau¹.

Tableau 4 : nombre d'analyses d'eau réalisées par les principaux distributeurs en 2005 selon le type d'analyses

Type d'analyse	Nombre minimum requis	Nombre effectué
Analyse de routine	5 480	10 651
Analyse complète	573	1 156
Autocontrôle	0	24 937
TOTAL	6 053	36 744

Le nombre total d'analyses requis est d'environ 6000. Outre le fait de contrôler l'eau au point de prélèvement habituel deux fois ce qui est demandé, les distributeurs réalisent, de plus, des contrôles de qualité en tous les points du réseau. Le nombre d'autocontrôles est ainsi d'environ 25 000.

2.3.3 Programme de contrôles

Chaque distributeur est tenu de transmettre à la DGRNE, chaque année pour le 30 septembre, un programme de contrôle de la qualité de l'eau qu'il fournit. Dans la mesure du possible, les contrôles doivent être répartis de manière égale dans le temps et

¹ Ces chiffres concernent les associés à la S.A. Aquawal représentant environ 90 % des raccordements de la Région wallonne.

l'espace, et ce de manière à obtenir la meilleure représentativité possible de l'eau distribuée.

2.3.4 Information des résultats

Le fournisseur d'eau est tenu de transmettre, pour le 31 mars de chaque année et sous le format arrêté par le Ministre, les résultats des analyses à la DGRNE.

2.4 Mesures prises en cas de non-conformité de l'eau distribuée

2.4.1 Mesures générales

Lorsqu'une non-conformité de l'eau est détectée, sur un paramètre impératif ou sur un paramètre indicateur, le distributeur a le devoir d'immédiatement en informer la DGRNE et de déterminer la cause du problème rencontré.

Il appartient alors à l'Administration de déterminer le risque pour la santé que représente cette non-conformité.

Dans tous les cas d'eau non-conforme, il appartient au distributeur d'eau de rétablir la qualité de l'eau.

Si l'eau distribuée représente un risque pour la santé, le Distributeur prend toutes les mesures nécessaires pour protéger la santé des personnes : correction du problème, restriction d'utilisation, voire l'interruption pure et simple de l'alimentation.

Dans ce cas, il doit en informer les usagers et leur prodiguer les conseils nécessaires. Il en informe également la DGRNE, pour avis éventuel.

Lorsque le distributeur d'eau ne remplit pas ses obligations citées ci-dessus en cas de non-conformité, le Gouvernement wallon, ou son délégué, peut se substituer au distributeur d'eau et remplir ses obligations à sa place.

2.4.2 Responsabilités

En principe, la responsabilité de la qualité de l'eau est celle du distributeur d'eau. Cependant, lorsqu'il peut être démontré que la non-conformité de l'eau contrôlée au robinet d'eau froide de la cuisine est imputable à l'installation privée intérieure de distribution d'eau ou à son entretien, le distributeur d'eau peut dégager sa responsabilité. Cependant, il a, dans ce cas précis, pour missions de :

- conseiller les propriétaires sur les mesures correctrices à prendre ;
- et/ou modifier les propriétés de l'eau avant leur fourniture de manière à éliminer le risque après la fourniture.

Cela ne prévaut pas dans le cas des locaux et établissements où l'eau est fournie au public. En effet, dans ce cas, l'installation privée doit être certifiée par un Organisme agréé, de manière à ce que le réseau interne n'influe pas de manière négative sur la qualité de l'eau.

3. Qualité de l'eau de distribution

3.1 Introduction théorique : évolution de la qualité de l'eau au cours du cycle anthropique

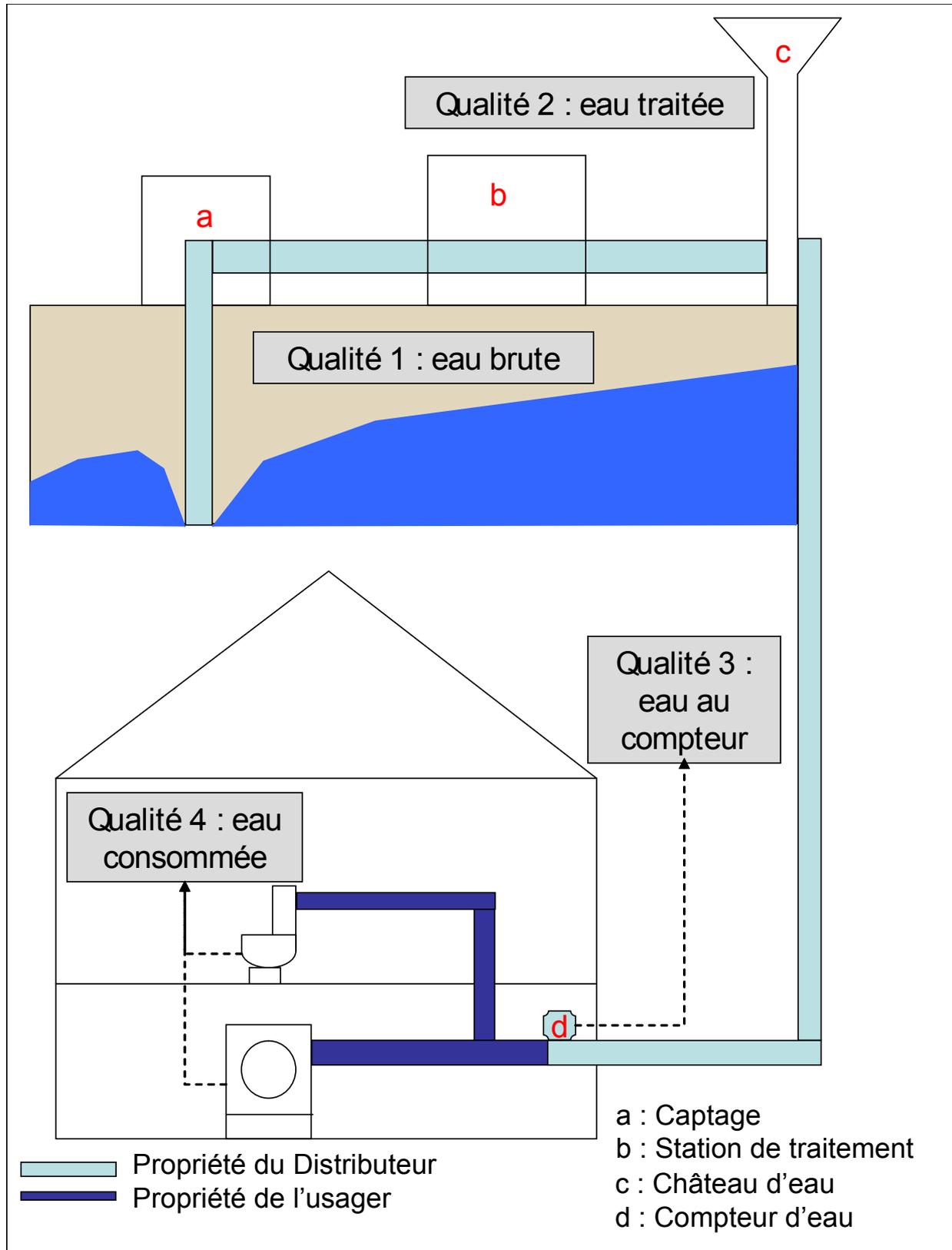


Figure 1 : évolution de la qualité de l'eau au cours de son trajet du captage au point de consommation

L'eau prélevée à des fins de distribution publique est puisée pour environ 80% dans les ressources d'eau souterraine. Les autres vingt pourcents sont prélevés dans les masses d'eau de surface.

La qualité de l'eau est évidemment fort différente suivant le type d'eau initial. Une eau de surface est plus éloignée des critères pour la distribution publique d'eau alimentaire que ne l'est une eau souterraine. En conséquence, le traitement est également fort différent.

Pour les eaux souterraines : le traitement peut, selon la qualité de l'eau brute, être composé d'une simple aération et stérilisation dont le but est d'éviter le développement bactérien au cours du trajet dans les conduites de distribution, soit être plus complexe. Les principaux traitements autres que la stérilisation sont :

- la defferisation/demanganisation dont le but est de diminuer la teneur en fer et en manganèse, parfois élevée dans les eaux brutes, de l'eau distribuée ;
- L'adsorption des pesticides sur charbon actif ;
- La dénitratisation (par osmose inverse, échange ionique, électrodialyse et dénitrification biologique) dont le but est de diminuer la teneur en nitrates des eaux prélevées ;
- La décarbonatation : le but est de diminuer la dureté de l'eau distribuée ;
- La reminéralisation : son but est au contraire d'augmenter la minéralisation de l'eau distribuée.

Pour les eaux de surface : le traitement est plus complexe puisque l'eau de surface est en général de moins bonne qualité que l'eau souterraine. Le processus est donc plus complexe. Ce processus peut comprendre les phases de tamisage, addition de réactifs, floculation, décantation, filtration sur sable et charbon actif, nanofiltration et désinfection.

Les différents types de traitement appliqués aux eaux prélevées se répartissent de la manière suivante pour l'année 2003 (DGRNE 2006).

Tableau 5 : ventilation de l'eau prélevée en Wallonie en fonction du traitement appliqué²

<u>Traitement</u>	<u>Part de l'eau prélevée concernée</u>	<u>Description du traitement</u>
Eaux souterraines		
A0	3.1 %	Aucun traitement
A1	74.2 %	Traitement simple et désinfection (par exemple filtration simple, chloration, aération, ...).
A2	18.4 %	Traitement normal, physique, chimique et désinfection (par exemple filtration complète, neutralisation, oxydation, décarbonatation, chloration)
A3	4.0 %	Traitement physique et chimique poussé + affinage (adsorption sur charbon actif)
A4	0.3 %	Dénitratisation et procédés membranaires
Total eaux souterraines	100.0 %	
Eaux de surface		
A2	41.8 % ³	Filtration, neutralisation, oxydation et chloration

² Ces données sont calculées sur base des volumes de l'année 2002 en considérant les traitements appliqués en 2006, les volumes étant supposés constants.

A3	58.2 %	Floculation/décantation, adsorption et désinfection
Total eaux de surface	100.0 %	

Il faut remarquer que plus de 80% de l'eau prélevée en eau souterraine ne fait l'objet d'aucun autre traitement que celui de la désinfection et de l'aération, ce qui indique la bonne qualité des eaux souterraines de la Région wallonne.

Une fois cette eau traitée, elle est acheminée vers des ouvrages de stockage (châteaux d'eau ou réservoirs) en vue de sa distribution.

L'eau est alors acheminée vers les points de consommation à l'aide de canalisations de distribution.

Au cours de ce trajet, la qualité de l'eau peut évoluer en fonction de l'interaction entre sa composition et les matériaux avec lesquels elle entre en contact.

Les principaux matériaux constitutifs des canalisations d'adduction et de distribution sont des matériaux à forte résistance mécanique :

- le béton
- l'acier
- la fonte
- le PVC
- le polyéthylène

A la fin de son trajet dans la conduite principale, l'eau arrive chez l'utilisateur au moyen d'un raccordement. On appelle « raccordement » la partie de la canalisation publique qui relie la conduite principale située dans la rue aux canalisations intérieures des bâtiments des usagers. Cette conduite est d'une longueur moyenne d'environ une dizaine de mètres. La limite entre le raccordement et les conduites intérieures au logement ou au bâtiment est matérialisée par le compteur d'eau. Cette distinction est très importante puisqu'elle est associée à une différence de propriété et donc de responsabilité en cas de détérioration de la qualité de l'eau. Le raccordement et le compteur sont propriétés et sous la responsabilité du fournisseur d'eau (en l'occurrence du distributeur). Tout ce qui se situe au-delà du compteur est la propriété et sous la responsabilité de l'utilisateur.

Si les interactions entre l'eau respectant les valeurs paramétriques et les matériaux constitutifs des canalisations-mères utilisées par les distributeurs d'eau potables sont minimales, il n'en est pas toujours de même au niveau des raccordements et des installations privées. Le plomb en est un exemple. En ce qui concerne plus spécifiquement les canalisations intérieures, l'eau peut également interagir avec des conduites en cuivre ou en acier galvanisé. C'est notamment le cas dans les installations souffrant d'un défaut de conception où certains métaux de nature différente sont mis en contact, créant ainsi un effet de pile se traduisant par une corrosion des installations.

Enfin, l'eau de distribution peut être modifiée par des appareils ou des installations situées en aval du compteur, comme par exemple les adoucisseurs d'eau domestiques ou par certains filtres. C'est également le cas lorsque certaines habitations ont recours à un réseau d'eau alternative telle l'eau de pluie et la différenciation physique des réseaux, pourtant obligatoire, n'est pas réalisée.

En résumé, la qualité de l'eau évolue en quatre stades différents avant d'être consommée :

- **stade 1** : qualité de l'eau brute
- **stade 2** : qualité de l'eau en tête d'adduction

³ La répartition entre les différents types de traitement pour les eaux de surface peut varier fortement d'une année à l'autre en fonction de la production de l'usine de Tailfer (Vivaqua).

- **stade 3** : qualité de l'eau au compteur
- **stade 4** : qualité de l'eau au point de consommation

3.2 Les principaux paramètres dépendant de la qualité de l'eau brute

La qualité de l'eau brute est définie par la qualité des ressources en eau souterraines et par la qualité des eaux de surface. Après traitement adapté, toutes les eaux doivent répondre aux mêmes normes de qualité.

La qualité des eaux brutes peut fortement varier en fonction de la nature des sols rencontrés et des activités anthropogéniques avoisinantes. Ainsi, on se retrouve avec des eaux d'une composition physico-chimique et donc d'une minéralisation fort différente l'une de l'autre. Ceci se marque notamment au niveau des paramètres pH et dureté. A cela, il convient de rajouter les matières organiques pour les eaux de surface, ainsi que des substances liées à certaines pollutions, comme le nitrate et les pesticides.

Chacun de ces paramètres est abordé ci-dessous en mettant en perspective la norme et les unités utilisées pour mesurer les teneurs, la ou les sources des teneurs observées, l'état de la situation sur les eaux brutes souterraines, l'évolution des teneurs observées récemment, le traitement appliqué pour éventuellement modifier la concentration et l'impact sur la santé du non-respect de la norme pour chacun de ces paramètres.

3.2.1 Le nitrate

Introduction

Le nitrate est une molécule combinant azote et oxygène. Cette molécule est présente naturellement dans le cycle de l'azote et procure l'azote nécessaire aux êtres vivants. La teneur en nitrates peut être augmentée artificiellement par les activités humaines, par l'épandage d'amendements organiques ou d'engrais synthétique utilisé pour augmenter la productivité de certaines cultures. Le nitrate en excès peut engendrer un phénomène d'eutrophisation des cours d'eau⁴ et des zones côtières et, par là, une diminution de la biodiversité dans ces mêmes cours d'eau.

Norme et unités de mesure

Les teneurs en nitrates sont, partout, mesurées en milligrammes de nitrate par litre. Cette précision peut paraître futile ; or, il existe souvent une confusion entre cette unité et les milligrammes d'azote par litre. Cette dernière unité n'est plus utilisée actuellement. Cependant, elle est à la source d'erreurs fréquentes qui peuvent apparaître dans certains documents.

La norme actuelle pour l'eau de distribution est de 50 mg NO₃⁻/l. Tout autre valeur mentionnée dans quelque document qu'il s'agisse est soit lié à une erreur d'unités, soit ne concerne pas la potabilité de l'eau.

Origine des teneurs

Comme déjà mentionné, les concentrations "naturelles" en nitrate dans les eaux souterraines sont généralement inférieures à 10 mg/l. Des teneurs plus élevées résultent essentiellement de pollutions ponctuelles (puits perdants, fuites dans le réseau

⁴ Le phosphore participe également à l'eutrophisation. En général, c'est le phosphore qui est le facteur limitant dans les cours d'eau et l'azote qui est limitant dans les zones côtières.

d'égouttage...) ou diffuses liées à l'épandage d'engrais azotés et d'effluents d'élevage (Cellule de l'état de l'environnement wallon, 2005).

L'état actuel de la situation et la délimitation des zones vulnérables

En 2000-2003, **10%** des prises d'eau échantillonnées en Wallonie **dépassaient la norme de potabilité** (50 mg nitrate/litre).

Des zones vulnérables ont été désignées afin d'y mener une politique spécifique devant conduire à une amélioration de la qualité des eaux. L'ensemble des **zones vulnérables** désignées jusque fin 2006 (Sables bruxelliens, Crétacé de Hesbaye, Sud Namurois et du Pays de Herve) couvre 3100 km², soit **18,3% du territoire wallon ou 20% des prises d'eau potabilisable** ou encore **plus du quart des volumes prélevés en eau souterraine** pour la distribution publique. Une zone vulnérable est une zone correspondant aux zones qui alimentent les eaux atteintes par une pollution azotée d'origine agricole ou qui sont susceptibles de l'être. En 2006, cinq zones vulnérables étaient définies.

Ces zones reprennent près des trois quarts des captages dont la concentration en nitrate dépasse la norme de potabilité et la moitié des ouvrages dont la teneur est comprise entre 25 et 50 mg nitrate/litre.

Ces zones vulnérables sont en cours de révision en vue de les élargir à l'ensemble du District hydrographique de l'Escaut à partir de 2007.

Les constats réalisés par la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement en 2002 et 2003 sur les réseaux de mesures de Comines-Warneton⁵ et du Pays de Herve s'avèrent au moins aussi préoccupants que la situation des deux premières zones vulnérables désignées en 1994 (les Sables bruxelliens et le Crétacé de Hesbaye).

Par contre, d'une manière générale, les masses d'eau situées dans les zones où la forêt domine (Ardenne et Lorraine belge) sont d'excellente qualité.

Évolution des teneurs

Globalement, sur les 699 prises d'eau suivies pendant les 2 périodes de référence (1996-1999 et 2000-2003), plus de 100 d'entre elles ont vu leur teneur en nitrate passer dans une gamme de concentration supérieure. Parallèlement, la qualité de 34 prises d'eau s'est améliorée.

Cette observation confirme une **tendance à l'augmentation de la pollution par le nitrate** dans la majorité des aquifères wallons. Cette tendance n'est pas uniquement liée à une augmentation de la pression agricole. En effet, on ne peut pas exclure que d'autres mécanismes tels que la remontée des nappes consécutive aux fortes précipitations de ces dernières années. Ainsi, le fait que la période 2000-2003 ait été globalement plus pluvieuse que la période 1996-1999 permet d'expliquer, en partie, l'augmentation de la pollution par le nitrate (Cellule de l'état de l'environnement wallon, 2005).

Cette vue d'ensemble ne doit pas occulter des situations très diverses sur le terrain, liées non seulement aux épandages d'effluents d'élevage et à la pluviosité (variations saisonnières) mais également à la durée du transfert du nitrate entre la surface du sol et les aquifères (effets retardateurs).

⁵ La zone vulnérable de Comines-Warneton ne concerne que la nappe superficielle. L'eau destinée à la distribution publique est puisée dans la nappe située sous cette nappe superficielle.

Traitements appliqués pour en modifier les teneurs

Il n'est pas inutile de rappeler que, puisque la valeur paramétrique de 50 mg nitrate par litre d'eau détermine le caractère potable d'une eau, les distributeurs d'eau se doivent de mettre en œuvre toutes les solutions ou traitements en leur pouvoir de manière à assurer la distribution d'une eau conforme au consommateur. Pour ce faire, le moyen le plus utilisé est certainement **la dilution**. Cela consiste simplement à mélanger les eaux fortement chargées en nitrate à des eaux dont la teneur en nitrate est bien inférieure à la norme, de sorte que l'eau ainsi distribuée respecte la norme de 50 mg/l.

Lorsque, pour des raisons techniques ou économiques, il n'est pas possible de diluer l'eau, des procédés membranaires doivent être mis en place pour diminuer la teneur en nitrate : échange d'ions, osmose inverse et électrodialyse.

Impact sur la santé

Le nitrate en lui-même n'est pas toxique. En effet, c'est sa réduction en nitrites et son éventuelle association avec des amines qui peuvent devenir toxiques.

La norme de 50 mg par litre est issue des recommandations de l'Organisation mondiale de la santé. Celle-ci précise dans ses recommandations pour la qualité de l'eau potable que : « *La valeur recommandée est de 50 mg/l de manière à protéger les nourrissons alimentés au biberon vis-à-vis de la méthémoglobinémie. Le principal problème potentiel du nitrate et du nitrite est la formation de méthémoglobinémie (le syndrome du bébé-bleu). Le nitrate réduit dans l'estomac des nourrissons conduit à la formation de nitrite capable d'oxyder l'hémoglobine et engendrer la formation de méthémoglobine ; cette dernière provoque une réduction de la capacité du transport d'oxygène* ».

La teneur maximale autorisée en nitrate a donc été directement édictée pour protéger les nourrissons vis-à-vis de la méthémoglobinémie. Il s'agit donc bien du principe de précaution maximal, puisque les nourrissons constituent le groupe de la population le plus à risque en ce qui concerne la méthémoglobinémie.

Une autre maladie fréquemment associée au nitrate est le cancer gastro-intestinal, de par la création possible de nitrosamines à partir des nitrites (issus des nitrates), des amines secondaires et des amides de l'alimentation. Aucune étude n'a pu démontrer une relation directe entre la teneur en nitrate de l'eau de distribution et l'occurrence du cancer gastro-intestinal.

De plus, il faut mentionner que l'eau ne constitue certainement pas la seule source de nitrate, certains légumes peuvent en contenir jusque 4000 mg par kilo de matière sèche.

Or, le lien entre la teneur en nitrate et ces deux maladies ne fait pas l'unanimité de la Communauté scientifique. En effet, certains prétendent que la méthémoglobinémie est avant tout liée à un manque d'hygiène, que certaines expériences ont montré que même une grande ingestion journalière de nitrate n'a pas d'effet sur la santé, Nous référons le lecteur à quelques documents dans la bibliographie pour qu'il se fasse lui-même une idée des arguments à cette thèse (Buson 1999, Testud, 2003).

3.2.2 Les pesticides

Introduction

Les pesticides constituent, avec le nitrate, le problème majeur des eaux souterraines, en termes de pollution. Les pesticides, ou produits phytosanitaires, sont des produits chimiques employés pour protéger les cultures d'une série d'agents biotiques qui nuisent aux rendements ou à leur qualité. Ils comprennent notamment les fongicides, les herbicides, les insecticides, ...

Au contraire des nitrates, les pesticides ne se retrouvent pas à l'état naturel dans l'environnement. Leur présence est donc directement liée à l'activité humaine, et il s'agit bien d'une pollution⁶ à proprement parler. De plus, il s'agit d'un groupe de substances dont certaines sont clairement identifiées comme toxiques.

Norme et unités de mesure

La norme pour les produits phytosanitaires est composée de deux parties :

- pour chaque pesticide individuel, la teneur maximale est de 100 ng/l (0.1 µg/l) ;
- pour la somme de tous les pesticides, la teneur maximale est de 500 ng/l (0.5 µg/l)

Les normes européennes se sont depuis toujours basées sur des valeurs paramétriques bien plus sévères que les recommandations de l'OMS en ce qui concerne les pesticides. Ces valeurs ne sont pas dérivées de considérations sanitaires mais ont été établies en fonction des performances des instruments de mesure de l'époque, ainsi qu'en vertu du principe de précaution appliqué au niveau européen.

Origine des teneurs observées

Les pesticides sont utilisés par les 4 groupes principaux d'utilisateurs : ménages, agriculteurs, industries et services publics. Les produits utilisés soit ruissellent vers les eaux de surface, soit s'infiltrent dans le sol et atteignent les réserves souterraines.

État de la contamination des eaux par les pesticides

L'état des nappes d'eau souterraine de la Région wallonne fournit les informations nécessaires en ce qui concerne l'état de la contamination des eaux souterraines par les produits phytosanitaires.

On peut y remarquer que les substances qui posent le plus de problème sont principalement l'atrazine, le deséthylatrazine, le 2,6 dichlorobenzamide, le bentazone et le diuron, ainsi que dans une moindre mesure, l'isoproturon, la simazine, le chlortoluron, le deisopropylatrazine, le bromacile, le lénacile et le diméthénamide.

L'atrazine est un herbicide principalement utilisé contre les mauvaises herbes. Toute utilisation de produit à base de cette substance est interdite depuis septembre 2005, bien que des restrictions d'usage soient en vigueur depuis 1991 (interdiction de l'utiliser comme désherbant total). Le déshéthylatrazine est, lui, un métabolite de l'atrazine, c'est-à-dire, un produit de décomposition de la molécule initiale.

⁶ Par « pollution », on entend une dégradation du milieu physique du fait des activités anthropiques.

Substances et métabolites recherchés dans les eaux souterraines (depuis janvier 2000; 450 sites)

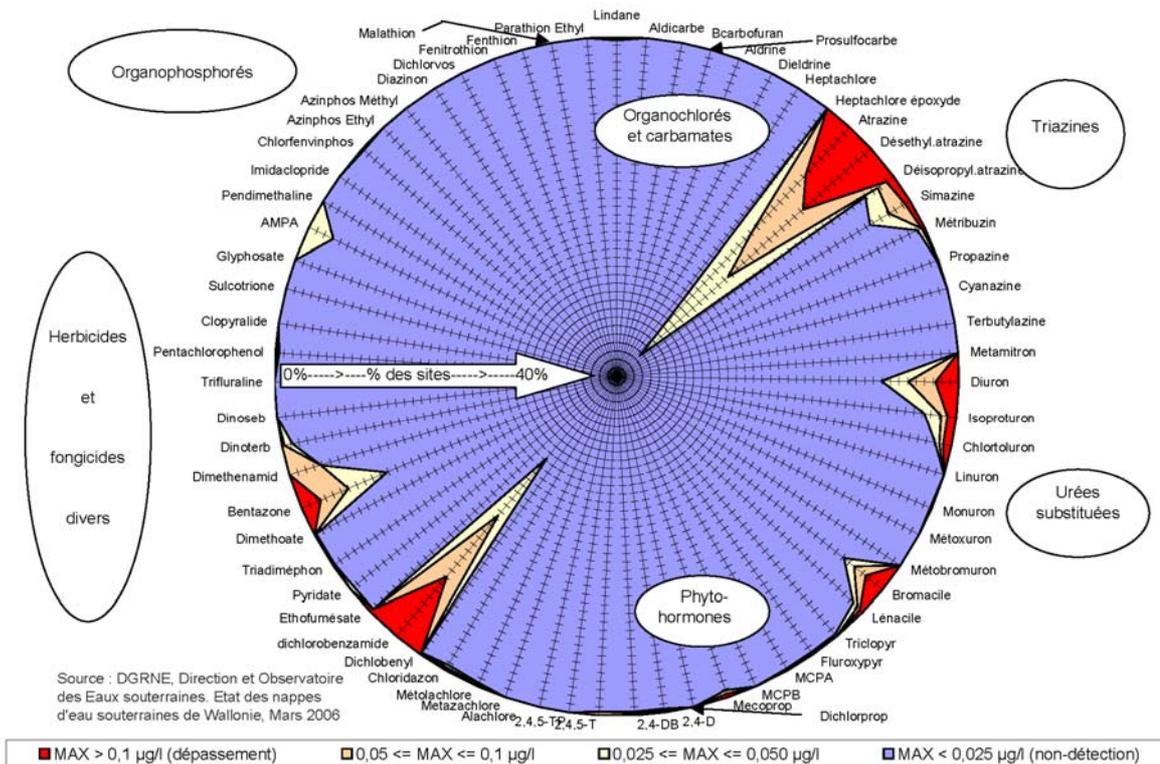


Figure 2 : substances et métabolites recherchés dans les eaux souterraines

Évolution récente des teneurs

Globalement, la situation, en termes de contamination de l'eau souterraine par les pesticides, tend à s'améliorer. Entre les périodes 1996 – 1999 et 2000 – 2003, le nombre de prises d'eau pour lesquelles la qualité de l'eau s'est améliorée est, par exemple, de 80 pour l'atrazine et de 38 pour le déséthylatrazine, alors que la détérioration concerne respectivement 27 et 34 prises d'eau pour ces deux molécules (Cellule de l'état de l'environnement wallon 2005).

La situation s'améliore donc, mais ce n'est pas pour autant que tout va bien. En effet, certains pesticides voient leur concentration augmenter, comme le bentazone ou le bromacile par exemple.

Traitement des eaux contaminées par les pesticides

Le traitement consiste principalement en l'adsorption sur charbon actif, ce qui permet de retirer, en général, complètement les pesticides de l'eau traitée.

Dans certains cas, des captages peuvent être abandonnés. En effet, si la teneur en pesticide est trop élevée, le coût du traitement peut s'avérer trop important. L'abandon des captages pour cause de pollution aux pesticides est marginal. En effet, entre 2000 et 2005, sur 45 captages abandonnés définitivement, seulement 5 l'ont été au moins partiellement pour des causes de pollution aux pesticides (Sources : DGRNE).

Impact sur la santé

L'atrazine est suspecté d'être un perturbateur endocrinien. En cela, il est susceptible de générer des cancers des ovaires et des lymphomes.

Le bentazone est lui un produit peu nocif. L'OMS ne mentionne d'ailleurs aucune recommandation en ce qui concerne ce produit, vu qu'il ne s'accumule pas dans l'environnement et que les doses retrouvées dans les eaux souterraines sont bien en deçà des doses au-delà desquelles il deviendrait toxique. De même, **le diuron** et **le bromacile** semblent avoir une toxicité aigue faible. Quant à la **simazine**, elle est classifiée par certains, mais non pas tous, comme un perturbateur endocrinien pouvant avoir des effets sur la reproduction et le développement des organismes.

En ce qui concerne le **2,6 dichlorobenzamide**, très peu de données sont disponibles pour ce qui concerne son impact sur la santé humaine.

3.2.3 Le pH

Introduction

Le pH est un paramètre bien connu de toute personne qui s'occupe de traitement de l'eau. En effet, il s'agit d'un paramètre essentiel de la qualité de l'eau.

Norme et unités de mesure

Légalement, le pH de l'eau distribuée doit être obligatoirement compris entre 6.5 et 9.5. L'eau ne peut en aucun cas être agressive. Or, le pH est un paramètre très important lorsque l'on parle d'agressivité de l'eau, par exemple, vis-à-vis du CaCO_3 (le calcaire).

Origine des teneurs

Dans les eaux brutes, le pH est directement fonction du type de la géologie des matériaux que l'eau a rencontrés au cours de son infiltration et de son écoulement souterrain.

Lorsque l'eau a été contenue dans un aquifère riche en carbonates (calcaire, dolomites, craies, sables bruxelliens, ...), le pH est en général supérieur à 7. Lorsque l'eau a été contenue dans un aquifère à base de silice (massif schisto-gréseux ardennais), le pH est inférieur à 7.

État de la situation

L'eau souterraine est, en Wallonie, généralement légèrement basique. En effet, la structure géologique est principalement composée de roches carbonatées. Des pH inférieurs à 7 se retrouvent néanmoins pour l'eau prélevée dans le massif schisto-gréseux ardennais (Carte 1). Le pH ne dépasse jamais le maximum autorisé de 9.5 unités. Par contre, il est possible qu'il descende sous le seuil minimal de 6.5. Il est évident que ce paramètre n'évolue pas sur un court laps de temps car il dépend de la géologie proprement dite.

Traitement appliqué

Un traitement est appliqué lorsque le pH de l'eau prélevée est inférieur à 6.5. Pour augmenter le pH, on injecte, par exemple, du NaOH, base forte par excellence. Une autre solution consiste à faire passer l'eau sur des filtres constitués de granules à base de calcite et de magnésie.

Impact sur la santé

Le pH, en lui-même, n'influe pas sur la santé humaine. Pour s'en convaincre, il suffit de se rendre compte que certaines boissons gazeuses ont des pH très faibles, de l'ordre de 2 ou 3, les agrumes sont aussi très acides.

Si le pH est un paramètre de la qualité de l'eau, c'est parce qu'il influe sur les interactions entre l'eau et les différents matériaux qu'elle est susceptible de rencontrer au cours de son

trajet dans les canalisations. Nous expliquerons plus loin, le lien entre la corrosion de certains métaux et le pH.

3.2.4 La dureté

Introduction

La dureté de l'eau est la propriété de l'eau qui se manifeste par une difficulté à former de la mousse avec du savon (Normes ISO 6107-1 (1996)). Elle est principalement liée à la présence d'ions calcium et magnésium.

Normes et unités de mesure

La dureté de l'eau représente la somme des cations Mg^{2+} et Ca^{2+} . On la mesure à l'aide du titre hydrotimétrique. L'unité utilisée le plus couramment est le degré français (°f). Un degré français correspond à un équivalent de 10 mg de $CaCO_3$ susceptible de précipiter. Pour calculer la dureté d'une eau, il suffit de diviser la concentration en Ca^{2+} par 4 et la concentration en Mg^{2+} par 2.4.

La norme imposée par le Code de l'eau se retrouve directement dans les valeurs paramétriques, comme paramètre chimique et indirectement comme paramètre indicateur via le calcium et le magnésium.

La dureté est le seul paramètre chimique pour lequel on ne précise pas de valeur maximale autorisée, mais uniquement une valeur minimale. En effet, il est précisé que « *la dureté de l'eau, en cas d'adoucissement artificiel, ne peut en aucun cas être inférieure à 15 degrés français* ». Cela est lié à la condition de « non-agressivité » de l'eau.

Il existe cependant un maximum implicite à la dureté de l'eau. En effet, la teneur maximale est, pour le calcium, de 270 mg/l et, pour le magnésium, de 50 mg/l. Par cela, la dureté maximale est de $\frac{270}{4} + \frac{50}{2.4} \cong 88$ degrés français. Dans la pratique, cette valeur n'est jamais

rencontrée, et il n'existe donc concrètement pas de dureté maximale autorisée.

La dureté de l'eau a été indiquée comme paramètre chimique car elle est susceptible de détériorer l'image de la qualité de l'eau distribuée. Ce point sera abordé plus loin.

Origine des teneurs

La dureté de l'eau brute est uniquement dépendante de la nature de la géologie traversée. Lorsque l'eau traverse des roches carbonatées (calcaires primaires, craies du Crétacé, ...) ou dont un des composants est carbonaté (grès calcaireux par exemple), l'eau incorpore des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} et sa dureté augmente donc.

État de la situation

On considère que l'eau est douce lorsque son titre hydrotimétrique est inférieur à 15°f, dure, lorsqu'il est supérieur à 32°f et intermédiaire entre ces deux valeurs. Environ deux tiers de l'eau distribuée en Wallonie est une eau dure. Cela est évidemment directement lié à la nature géologique principalement faite de roches sédimentaires à base de carbonates.

Cette eau dure est originaire des Calcaires du Primaire, des Craies du Secondaire Crétacé, et des Sables du Tertiaire. Les eaux douces se retrouvent dans le massif schisto-gréseux du Primaire et dans l'eau de surface ; quant aux eaux de dureté intermédiaire, elles sont principalement situées dans les formations du Secondaire Jurassique situées dans le sud-est de la Région. Comme il a été mentionné plus haut, la dureté de l'eau prélevée ne dépend que de la nature géologique des eaux traversées et ne subit par conséquent pas d'évolution à l'échelle humaine de temps.

Traitement appliqué

L'eau peut être adoucie par des appareils échangeurs d'ions. Ces appareils substituent alors l'ion Na^+ aux ions Ca^{2+} et Mg^{2+} , de sorte que le $(\text{Ca},\text{Mg})\text{CO}_3$ ne puisse plus précipiter. Ce genre d'appareils se retrouve de plus en plus chez les particuliers (voir plus bas).

Dans certains cas, on peut adoucir l'eau de manière centralisée, c'est-à-dire avant sa distribution. Le processus utilisé n'est alors plus nécessairement l'échange ionique. Plusieurs autres techniques sont disponibles sur le marché. Ainsi, on peut réaliser une décarbonatation par précipitation à la chaux ou à la soude, en réacteur ouvert ou fermé. Les techniques membranaires telles que l'osmose inverse ou la nanofiltration sont également très efficaces pour diminuer la dureté d'une eau. Un procédé électrolytique permet également d'éliminer le carbonate de calcium excédentaire et responsable de la précipitation du calcaire.

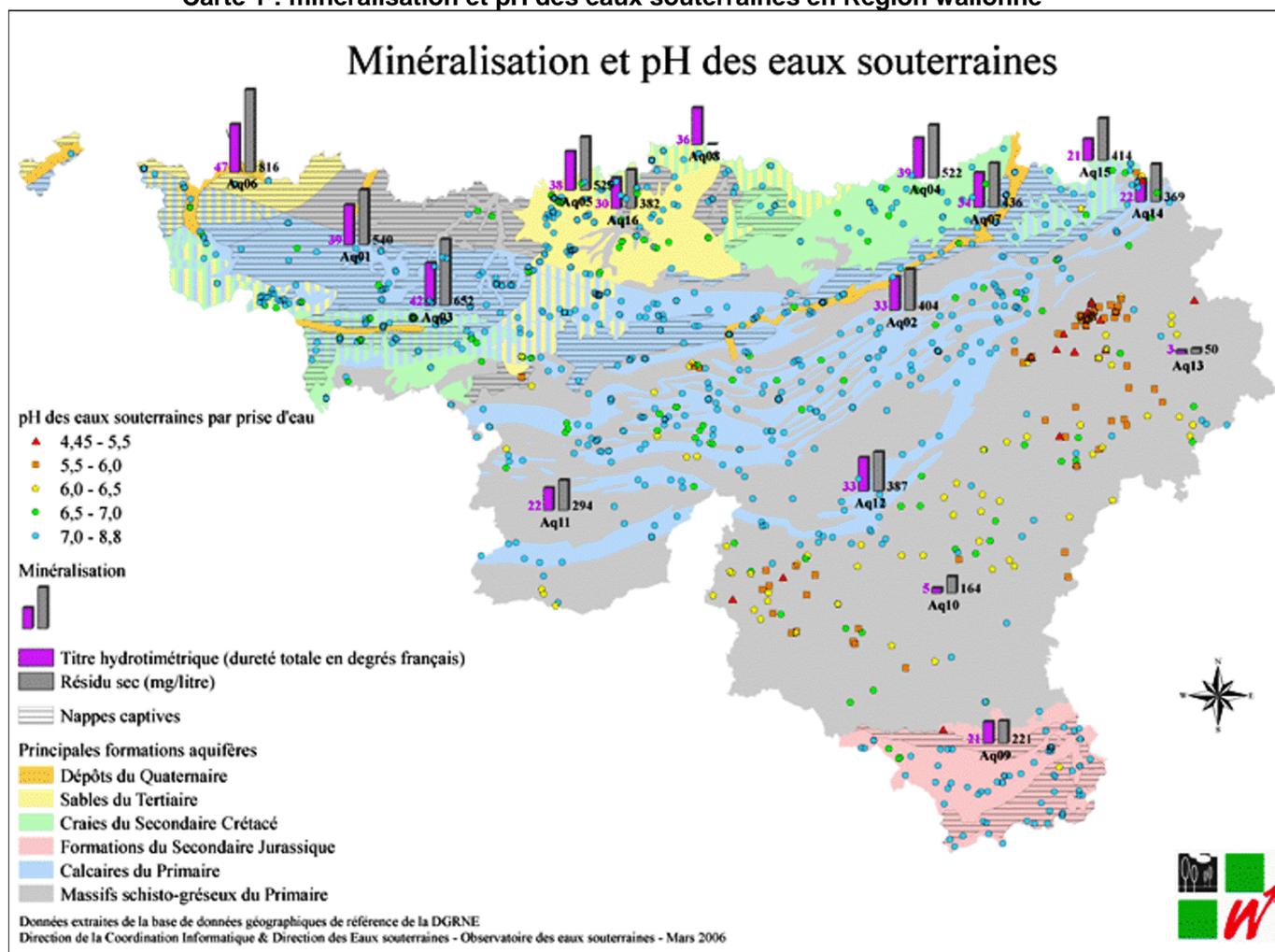
Ce genre de station d'adoucissement centralisée de l'eau est encore excessivement rare en Région wallonne mais certains producteurs étudient actuellement la faisabilité d'un tel traitement.

Impact sur la santé

La dureté n'a pas d'effet négatif sur la santé humaine. Son effet sur les calculs aux reins relève uniquement du mythe populaire.

Par contre, une série d'études laisse sous-entendre une relation inverse entre l'occurrence des maladies cardio-vasculaires et la dureté de l'eau. Les principales conclusions du symposium de Baltimore (mai 2006) organisé par l'Organisation Mondiale de la Santé et intitulé "Health Aspects of Calcium and Magnesium in Drinking Water" indiquent que le seul effet bénéfique sur la santé scientifiquement démontré suite à la consommation d'une eau riche en calcium/magnésium est la diminution de la mortalité en cas d'accidents cardio-vasculaires. D'autres études sont actuellement en cours. L'OMS ne mentionne d'ailleurs pas de recommandation en ce qui concerne la dureté de l'eau, ni minimale, ni maximale.

Carte 1 : minéralisation et pH des eaux souterraines en Région wallonne



3.2.5 Autres paramètres pour lesquels aucune valeur n'est stipulée

Au fur et à mesure que les connaissances scientifiques avancent, de nouveaux paramètres sont susceptibles d'entrer dans la législation pour l'eau potable. Les principaux débats actuels concernent les perturbateurs endocriniens (résidus pharmaceutiques) et les produits dérivés de la liaison du chlore et de la matière organique.

En ce qui concerne les perturbateurs endocriniens, le problème a été soulevé depuis le début des années 90. Cependant, aucune réglementation n'a, à ce jour, été mise sur pied. De plus, de tels paramètres ne sont pas analysés, par la plupart des laboratoires en charge des analyses d'eau.

3.3 Les principaux paramètres dépendant du trajet de l'eau dans les réseaux publics et privés

3.3.1 Le plomb

Introduction

Le plomb constitue le principal problème de l'eau distribuée. Les effets du plomb sur la santé sont bien connus ; à forte ingestion, il peut engendrer le saturnisme.

Il s'agit d'un matériau constitutif des raccordements et des canalisations d'eau intérieures. Bien qu'il ne soit plus utilisé aujourd'hui, il a été employé abondamment jusque dans les années 60 pour des canalisations de faible diamètre car il possède des propriétés intéressantes de malléabilité et de ductilité. Depuis cette date, le plomb n'est plus utilisé pour la réalisation de canalisations d'eau potable puisqu'il a été reconnu comme pouvant provoquer des cas de saturnisme, y compris chez les enfants. Les distributeurs ont ainsi mis en place un vaste programme de réhabilitation des raccordements en plomb qui devrait aboutir avant 2013, permettant d'éviter tout contact entre l'eau et le plomb avant le compteur.

Normes et unités de mesure

Actuellement, la norme est de 25 µg/l. Cette norme est transitoire. En effet, le 22 décembre 2013, cette norme passera à 10 µg/l. Cette norme a été fixée de manière transitoire puisque, pour ne pas dépasser cette norme, il faut éviter tout contact entre le plomb et l'eau. Or, bon nombre de parties de réseaux sont encore en plomb (voir ci-dessous). Cette norme est par conséquent un compromis entre la protection accrue de la santé des usagers et les possibilités techniques et financières nécessaires à mettre en œuvre pour régler ce problème.

Origine des teneurs observées

Le plomb dans l'eau est originaire des conduites traversées entre la tête d'adduction et le robinet du consommateur. Cela concerne, plus particulièrement, les raccordements, partie de la conduite publique joignant le compteur d'eau et la conduite principale et aussi les canalisations d'eau intérieures sur lesquelles le fournisseur d'eau n'a pas de droit, puisque situé dans la sphère privée.

Processus d'incorporation du plomb dans l'eau

Le plomb entre en solution suite à des phénomènes de corrosion, c'est-à-dire par des réactions d'oxydo-réduction dans lesquelles le métal est oxydé et solubilisé.

Les complexes formés à partir des éléments anioniques fondamentaux de l'eau sont susceptibles de précipiter et de se déposer sur les parois d'un réseau en plomb. La couche ainsi formée est une solution solide de trois composés principaux :

- le carbonate de plomb (PbCO_3)
- l'hydroxycarbonate de plomb ($\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$)
- l'hydroxyde de plomb ($\text{Pb}(\text{OH})_2$)

Ces dépôts ne se forment qu'à partir du moment où la teneur en OH^- et en CO_3^{2-} est suffisante pour permettre la formation de ces composés. On ne retrouve pas ces composés lorsque le pH est inférieur à 6.5. Au fur et à mesure que le pH augmente, le composé prépondérant devient successivement le carbonate de plomb, puis l'hydroxycarbonate de plomb, puis l'hydroxyde de plomb qui ne se forme qu'à partir du moment où le pH de l'eau dépasse une valeur de 10.

La couche ainsi formée protège partiellement la canalisation sous-jacente de la corrosion. Cela explique donc l'importance que revêt le pH en tant que paramètre de contrôle de la qualité de l'eau.

En conclusion, plomb se solubilise à tous les pH, cependant, sa vitesse de corrosion est d'autant plus importante que le pH est faible.

La seconde voie de corrosion du plomb est la mise côte à côte de plomb et d'un autre métal. Dans ce cas, il y a création d'une cellule galvanique entre les deux métaux, participant à corroder la canalisation. C'est le cas, par exemple lorsqu'une canalisation en

plomb est située juste à côté d'un robinet en laiton ou d'une partie de canalisation en cuivre. L'hétérogénéité des canalisations participe à augmenter la mise en solution du plomb dans l'eau distribuée.

D'autres éléments interviennent bien évidemment sur la teneur finale en plomb dans l'eau consommée :

- la température de l'eau : plus celle-ci est élevée, plus la corrosion du plomb est élevée.
- la longueur du réseau en plomb : plus celle-ci est élevée, plus la teneur sera importante in fine.
- diamètre de la canalisation en plomb : plus le diamètre de la canalisation est faible, plus la teneur sera élevée.
- sinuosité du réseau intérieur en plomb : plus le réseau est sinueux, plus la teneur sera élevée.
- Le temps de stagnation de l'eau dans les conduites.

Comme la norme sera de 10 µg/l en 2013, les distributeurs d'eau sont tenus d'éviter tout contact entre l'eau et le plomb. A cette fin, ils doivent recenser les raccordements en plomb présents sur leur zone de desserte et les réhabiliter, c'est-à-dire les remplacer ou les traiter de manière à éviter le contact entre l'eau et la conduite, pour cette date.

État de la situation

On estime le nombre de raccordements en plomb encore présents chez les associés d'Aquawal à environ 172 000 à la fin de l'année 2005, soit 13.3% du nombre total de raccordements. Si cette valeur est extrapolée à l'ensemble des raccordements en Région wallonne, on obtiendrait un chiffre de **185 000 raccordements en plomb**. Le changement annuel de raccordements doit donc être d'environ 23 000 raccordements par an.

La situation est donc connue avec plus ou moins de précision en ce qui concerne les raccordements, mais il ne s'agit que d'une partie du problème. En effet, l'eau doit être mesurée au robinet d'eau froide de la cuisine. L'eau peut, dans certains cas circuler dans des canalisations intérieures en plomb. Cependant, aucun chiffre n'est disponible à ce sujet.

Par conséquent, même si le distributeur a rempli ses obligations, à partir du moment où il aura remplacé tous les raccordements en plomb, cela ne signifie pas que la santé des consommateurs soit totalement protégée de ce point de vue.

Les teneurs observées en plomb lors d'une analyse dépendent fortement de la méthode utilisée pour prélever l'eau. Cela est vrai pour le plomb, mais aussi pour le cuivre et pour le nickel.

Impact sur la santé

Le plomb est un métal toxique. Il n'est pas nécessaire à l'organisme et constitue un véritable poison. En effet, le plomb ingéré s'accumule dans l'organisme. Il peut engendrer **le saturnisme**.

Chez l'enfant, le saturnisme génère des troubles relatifs à l'acquisition de certaines fonctions cérébrales, une faiblesse du quotient intellectuel, une diminution de la croissance, des troubles de comportement, de l'anémie et de l'encéphalopathie.

Chez l'adulte, le saturnisme se marque par des douleurs abdominales, souvent accompagnées de nausées et de vomissements, de l'anémie et des neuropathies périphériques (ralentissement de la vitesse motrice des membres ou paralysie).

Cela peut également générer une insuffisance rénale définitive, tant chez l'adulte que chez l'enfant.

Pour plus de détail, voir le lien suivant (ministère français de la santé) : <http://www.sante.gouv.fr/htm/pointsur/saturn/>.

Il faut cependant relativiser l'apport en plomb de l'eau de distribution. Les principales sources d'exposition au plomb sont la présence de peintures au plomb dans les anciens logements et la proximité de sites industriels. La très grande majorité des cas de saturnisme répertoriés en France sont liés aux peintures et aux sites industriels (Ministère de la santé, de la famille et des personnes handicapées et al. , 2003). De même, les études réalisées à Bruxelles indiquent que les cas de saturnisme infantile sont liés avant tout à la combinaison de la présence de peintures au plomb et au comportement main-bouche ou pica⁷ des enfants. Dans tous les cas, le facteur eau s'est révélé non-significatif (Sykes, 1998).

3.3.2 Autres métaux constitutifs des canalisations intérieures et de la robinetterie : cuivre, fer, zinc et nickel

Introduction

La problématique du cuivre, de l'acier galvanisé et du nickel est très similaire à celle du plomb. En effet, le principe d'incorporation est grosso modo identique : oxydation du métal neutre, solubilisation et entraînement jusqu'au robinet d'eau froide de la cuisine. De plus, il a également de commun d'être lié à la composition des conduites et de la robinetterie.

Cependant, les deux problématiques ont été séparées car le risque que représente le plomb est bien plus élevé que ceux que représentent le cuivre, l'acier galvanisé ou le nickel.

Normes et unités de mesure

En ce qui concerne le cuivre, la norme est relativement élevée (2 mg par litre). Les concentrations observées excèdent rarement les 500 µg par litre.

En ce qui concerne l'acier galvanisé, il se compose de fer, de carbone et de zinc. Le fer est un paramètre indicateur pour lequel la norme est de 200 µg/l, le carbone n'a pas de norme ; quant au zinc, il s'agit également d'un paramètre indicateur dont la norme est fixée à 5 mg/l.

Le nickel, quant à lui est un paramètre chimique à valeur paramétrique de 20 µg/l.

Origine des teneurs

Les canalisations en cuivre ont été placées à partir des années 60 et sont encore placées de nos jours. Elles constituent la principale source de cuivre dans l'eau de distribution, vu que ce métal est très peu présent dans les eaux brutes.

En ce qui concerne le fer, il peut, pour sa part être présent en fortes quantités dans les eaux brutes. Cependant, les éventuels dépassements de la norme de 200 µg/l ne peuvent qu'être liés à un contact entre l'eau et des conduites en acier galvanisé.

Le zinc est également présent dans ces conduites puisqu'il sert comme agent de galvanisation.

Enfin le nickel est, pour sa part, utilisé dans certains objets de robinetterie.

⁷ Comportement pica : comportement caractérisant l'ingestion de substances non alimentaires et non médicamenteuses.

État de la situation

Aucune donnée n'est disponible sur la part des logements disposant de canalisations intérieures en acier galvanisé ou en cuivre. Cependant, beaucoup d'analyses sont réalisées dans de tels logements, et les cas rares de dépassement de la norme sont liés à l'état de l'installation intérieure.

Impact sur la santé

Les composants de l'acier galvanisé sont des paramètres indicateurs. Ils ne posent donc, en principe, aucun problème de santé. Cependant, l'acier galvanisé peut poser des problèmes de confort. En effet, une trop forte teneur en fer peut donner une couleur rouge ou brun-rouille à l'eau, mais sans risque pour la santé des consommateurs.

Le cuivre et le nickel sont, pour leur part, des paramètres chimiques dont la valeur paramétrique définit le caractère salubre et propre de l'eau. Ils peuvent avoir un impact réel sur la santé des consommateurs s'ils se retrouvent en trop forte quantité dans l'eau ingérée (Sykes 1998).

Le cuivre est un nutriment essentiel à l'organisme puisqu'il participe à certaines réactions enzymatiques et à la minéralisation osseuse. Il se distingue donc du plomb, puisqu'il constitue un oligo-élément. A forte dose, par contre, le cuivre peut constituer un problème de santé publique puisqu'il peut engendrer des troubles gastro-intestinaux.

Le nickel est potentiellement cancérigène lorsqu'il est inhalé. Des données concernant le nickel ingéré par voie orale sont trop peu nombreuses pour affirmer le caractère toxique ou non du nickel dans l'eau.

3.3.3 Les trihalométhanes (THM)

Les trihalométhanes sont des composés organiques résultant de l'association entre les produits de désinfection et la matière organique naturellement présente dans l'eau brute. Par ce nom, on distingue en fait 4 substances :

- **le chloroforme**
- **le bromoforme**
- **le dibromochlorométhane (DBCM)**
- **le bromodichlorométhane (BDCM)**

Normes et unités de mesure

Seule existe une norme pour l'ensemble des trihalométhanes. Cette norme est exprimée en microgrammes par litre et est fixée à un niveau de 100 microgrammes par litre à partir de 2008. D'ici cette date, la norme est de 150 µg/l.

L'OMS mentionne, pour sa part, une recommandation spécifique pour chacun des THM.

- Chloroforme : 200 µg/l
- Bromoforme : 100 µg/l
- DBCM : 100 µg/l
- BDCM : 60 µg/l

La plus grande partie des THM est composée par le chloroforme.

Origine des teneurs

Les THM n'existent pas à l'état naturel. Ils sont issus de la liaison entre le chlore utilisé pour la désinfection et la matière organique naturellement présente, principalement dans les eaux de surface (acides humiques et fulviques). D'ailleurs, les principaux

dépassements observés pour les THM totaux se retrouvent dans des zones de distribution alimentées par des eaux de surface.

État de la situation

Sur la période 2002 – 2004, seules 4 zones de distribution dépassaient la norme de 100 µg/l, il s'agissait avant tout des zones alimentées par les eaux de surface provenant de la Gileppe et d'Eupen. Actuellement, les dépassements sont devenus sporadiques grâce à l'amélioration de l'outil de traitement.

Impact sur la santé

Chloroforme : le principal effet du chloroforme sur la santé est d'occasionner des dommages au foie et aux reins. Il peut également être cancérogène.

Bromoforme : le bromoforme n'a pas d'effet connu sur la santé humaine

Dibromochlorométhane (DBCM) : le DBCM n'a pas d'effet connu sur la santé humaine

Bromodichlorométhane (BDCM) : le BDCM est potentiellement carcinogène

3.3.4 Effet des adoucisseurs d'eau particuliers sur la qualité de l'eau : dureté, sodium et qualité microbiologique

Introduction

Les adoucisseurs d'eau constituent un bien de consommation très en vogue en Wallonie. En effet, la dureté de l'eau distribuée est souvent supérieure à 30 degrés français, ce qui induit, pour les ménages, un inconfort lié à l'entartrage des appareils électroménagers et des boilers, l'apparition de calcaire sur les pommeaux de douche, ou encore une consommation plus importante de produits à base de tensioactifs (détergents). Certains ménages se tournent alors vers les adoucisseurs d'eau ou vers d'autres appareils de traitement de l'eau distribuée : pompes à phosphates, appareils anti-incrustants,

Les adoucisseurs d'eau à résine échangeuse d'ions sont des appareils placés sur le réseau de distribution d'eau privé qui échangent les ions responsables de la précipitation de calcaire, les ions magnésium et calcium, au profit d'ions sodium. Cet échange se fait au sein d'une résine échangeuse d'ions. Le système est ensuite partiellement by-passé de manière à mélanger l'eau de distribution et l'eau ainsi adoucie, ce qui permet ainsi de conserver une certaine quantité de calcium et de magnésium dans l'eau qui arrive, in fine au point de consommation.

Ces systèmes modifient donc la composition physico-chimique de l'eau consommée ; la diminution de la teneur en calcium et en magnésium de l'eau est compensée par une augmentation de sa teneur en sodium. La résine peut être le siège d'un développement bactérien, vu qu'elle constitue un substrat et que l'eau peut y stagner plus ou moins longtemps.

Normes et unités de mesure

L'effet des adoucisseurs d'eau concerne trois paramètres :

- la dureté : sa teneur minimale autorisée en cas d'adoucissement particulier est de 15 degrés français. Cette remarque déjà formulée précédemment prend ici tout son sens.
- le sodium : la teneur maximale autorisée pour le sodium, qui est un paramètre indicateur, est de 200 mg/l.

- la qualité bactériologique de l'eau : pas de bactéries pathogènes, d'*E.coli*, d'entérocoques, et aucun changement anormal de la teneur en germes banals.

Origine des teneurs

L'origine de la dureté et des teneurs en sodium est bien entendu l'échange cationique réalisé au sein de la résine. L'eau au sortir de la résine est complètement adoucie, sa dureté est de zéro degré français. La dureté résiduelle, c'est-à-dire la dureté restant dans l'eau au point de consommation est issue d'un mélange entre l'eau de base, non adoucie, et l'eau sortant de la résine. Le réglage de la dureté résiduelle se réalise par conséquent à l'aide du volume de chacun de ces deux types d'eau.

Les teneurs en germes à 22 et à 37°C sont liées à la stagnation de l'eau dans la résine, qui constitue un substrat potentiel. Cependant, ce développement bactérien diminue avec la régénération de l'appareil. La régénération de l'appareil est le processus qui permet de recharger la résine en sodium lorsque l'ensemble des ions Na^+ a été substitué aux cations durs. Elle se réalise physiquement par le passage d'une eau saumâtre à contre-courant dans la résine. Des études ont montré que le développement bactérien est minimal juste après une phase de régénération.

Le développement bactérien dépend avant tout de la qualité de l'entretien qui est réalisé par les propriétaires de ces appareils. En effet, il est conseillé de réaliser un entretien complet de la machine au moins une fois par an. Par entretien complet, on entend :

- la vidange du bac à saumure
- la vérification de la régénération
- l'assurance du bon fonctionnement du clapet anti-retour
- le remplacement de la cartouche du filtre
- une désinfection si nécessaire

État de la situation

Les adoucisseurs d'eau étaient présents, en 2004, dans environ 9% des logements unifamiliaux en Wallonie, soit dans environ 100 000 logements. En ce qui concerne les immeubles à appartements, il apparaît qu'au moins 6000 appartements gérés par des Sociétés de Logement de Service Public sont concernés par un adoucisseur d'eau. Un adoucisseur est, dans ce cas, placé pour 35 appartements en moyenne.

Les pratiques, en matière d'entretien, de réglage ou d'entretien ont été sondées.

Les points les plus importants sont que :

- environ 55% des ménages qui disposent d'un adoucisseur d'eau ne connaissent pas le réglage de leur appareil ;
- environ 30 % des ménages entretiennent moins d'une fois par an leur appareil.

Une étude a été menée en 2005, sur l'impact des adoucisseurs d'eau échangeurs d'ions sur la qualité de l'eau distribuée (S.A. AQUAWAL 2005). Cette analyse a porté sur 30 logements unifamiliaux de la Région liégeoise. Pour chaque logement visité, les échantillons étaient prélevés au compteur et au robinet d'eau froide de la cuisine. L'eau distribuée est une eau dure (comprise entre 35 et 45 degrés français) et faiblement chargée en sodium (entre 5 et 20 mg/l).

Les analyses d'eau au robinet d'eau froide de la cuisine étaient dans 22 cas sur 30 adoucies excessivement (moins de 15 degrés français) et ne répondaient plus aux conditions d'une eau salubre et propre.

En ce qui concerne la teneur en sodium, la norme de 200 mg/l était dépassée dans trois cas sur 30.

Au point de vue bactériologique, la figure ci-dessous représente les données obtenues au compteur et au robinet de la cuisine pour les germes à 22°C. Le même graphique, à peu de choses près est de mise pour les germes à 37°C.

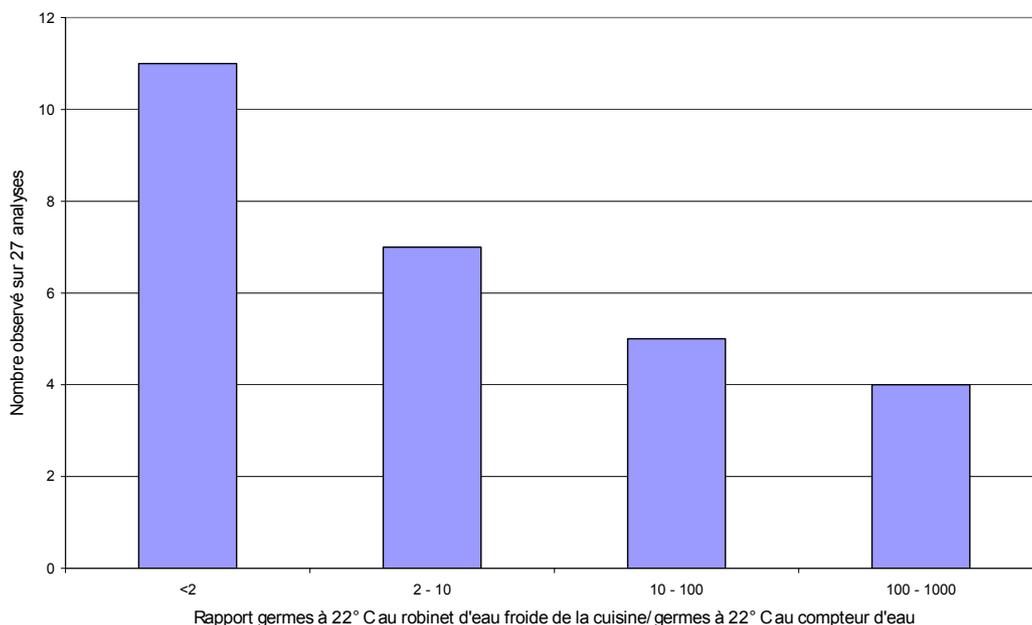


Figure 3 : influence des adoucisseurs d'eau sur la qualité bactériologique de l'eau (Germes à 22°C)

Impact sur la santé

Aucun document n'indique un problème de santé dû aux adoucisseurs d'eau domestiques. Néanmoins, ces appareils doivent être utilisés correctement, notamment en terme de réglage et d'entretien, de manière à permettre que la qualité de l'eau, notamment au point de vue bactériologique, soit assurée.

3.4 Qualité de l'eau globale en Région wallonne

Le dernier rapport à l'Europe réalisé par la DGRNE en 2004 avait, pour référence législative, la Directive 80/778/CE relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, modifiée par la Directive 91/692/CEE, vu que la nouvelle législation wallonne, basée sur la Directive 98/83/CE n'a été transposée qu'au début de l'année 2004. Nous ne reprenons ici que les données relatives à la période 2002 – 2003 et se basant sur l'ancienne législation.

Tableau 6 : taux de conformité de la qualité de l'eau au point de mise à disposition en ce qui concerne les principaux paramètres (période 2002 – 2003)

<u>Paramètre</u>	<u>Taux de conformité pour l'ensemble de la Région</u>	<u>Nombre d'échantillons</u>
Coliformes totaux	98.0 %	17 023
Coliformes fécaux	99.1 %	17 025
Streptocoques fécaux	98.7 %	15 447
Nitrates	99.8 %	5 695
Nitrites	99.8 %	5 697
Ammonium	100.0 %	4 627
Aluminium	99.6 %	5 285
Fer	97.4 %	5 358
Chlorures	99.9 %	1 486
Sulfates	97.4 %	1 485
Sodium	100.0 %	2 466
Potassium	99.1 %	2 473
Trihalométhanes	99.3 %	699
Manganèse	97.4 %	2 471
Cuivre	100.0 %	2 466
Zinc	100.0 %	2 474
Chlore libre résiduel	97.6 %	11 021
Arsenic	100.0 %	2 462
Cadmium	100.0 %	2 473
Cyanure	100.0 %	63
Chrome	100.0 %	2 474
Nickel	100.0 %	2 467
Plomb	99.8 %	2 472
Pesticides	100.0 %	573
HAP	99.5 %	635

Sources : Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (2004).

Comme on peut le constater, la qualité de l'eau est en général excellente. Le taux de conformité le plus faible est 97.4 % pour le manganèse, le fer et les sulfates et de 97.6 % en ce qui concerne le chlore libre résiduel.

Le manganèse, le fer et le sulfate ont pour origine principale l'eau brute et sont inoffensifs pour la santé.

Le chlore libre résiduel est, pour sa part, lié à la désinfection que subit l'eau avant sa distribution. Ce paramètre est également inoffensif à dose normalement rencontrée dans les eaux distribuées, même si un excès est rencontré.

Il convient de mentionner ici que les points de prélèvement sont déterminés par l'ancienne législation, à savoir la Directive 80/778 qui précise que « *les contrôles portent sur toutes les eaux, destinées à la consommation humaine, au point de mise à la disposition de l'utilisateur, ...* ». Cependant, les distributeurs d'eau avaient largement anticipés la Directive 98/83/CE et prélevaient déjà souvent au robinet d'eau froide de la cuisine. Ce mode de prélèvement étant maintenant généralisé, la prochaine période 2005 – 2007 fournira des indications plus précises sur la qualité de l'eau au robinet des consommateurs.

4. Coûts générés par la qualité de l'eau distribuée

La qualité de l'eau peut engendrer des coûts. On peut distinguer les coûts liés à la protection de l'eau, les coûts liés aux traitements et aux contrôles de la qualité et les coûts engendrés après le compteur d'eau.

4.1 Les coûts liés à la protection de l'eau

La protection de l'eau a pour but de permettre la conservation de la qualité de l'eau prélevée au captage d'eau souterraine. Cette mission incombe à la SPGE, en collaboration avec les titulaires de prises d'eau.

La SPGE dispose d'un programme d'investissement sur cinq ans. Sur la première période 2000 – 2004, la SPGE a investi environ 28 millions d'euros répartis en frais d'étude pour 23 millions et 5 millions pour les actions de mise en conformité. Sur le programme 2005 – 2009, un montant de 74.5 millions d'euros est prévu.

Ces montants sont répercutés sur les producteurs d'eau à concurrence de 0.0744 € par mètre cube d'eau produit. Ce montant est lui-même répercuté sur les usagers à hauteur d'un montant de 0.0992 € par mètre cube incorporé au Coût-Vérité à la Distribution (CVD).

4.2 Les coûts liés aux traitements et au contrôle de la qualité

Parmi les coûts engendrés par la qualité de l'eau, les plus directs sont certainement les coûts associés au traitement de l'eau prélevée ainsi qu'aux contrôles nécessaires pour vérifier sa potabilité.

4.2.1 Coût des traitements

Une évaluation du coût inhérent aux différents traitements a été réalisée dans un numéro spécial de la Tribune de l'eau appelée « Éléments du coût-vérité du traitement de l'eau ».

Les traitements dont le coût a été évalué sont :

- la potabilisation d'eau de surface
- l'adsorption sur charbon actif afin d'éliminer les pesticides
- la décarbonatation sur lit fluidisé

Le traitement de l'eau de surface

Le cas d'étude est le traitement de l'eau puisée à Tailfer par Vivaqua (d'après Courtois S. (2003)).

Le traitement appliqué comprend les étapes suivantes :

- tamisage
- oxydation par injection d'ozone
- acidification, coagulation, floculation et décantation
- filtration à l'aide de charbon actif et de sable
- seconde injection d'ozone
- seconde filtration sur charbon actif
- injection de NaOH pour corriger l'agressivité de l'eau traitée vis-à-vis du CaCO_3
- désinfection à l'aide de chlore

Outre le fait de traiter l'eau, il convient également de traiter les boues générées pendant le processus.

Les coûts d'exploitation directs représentent 0.0425 €/m³ d'eau produit que l'on peut ventiler de la sorte :

- 0.0168 €/m³ pour les réactifs
- 0.0123 €/m³ pour le traitement et la valorisation des boues
- 0.0093 €/m³ pour l'électricité
- 0.0039 €/m³ pour la réactivation du charbon actif

Les coûts d'investissement s'élèvent eux à 0.13 €/m³, calculés comme le rapport entre l'amortissement annuel de l'investissement et du volume d'eau produit.

Le coût total, hors frais de personnel, charges des emprunts, frais d'entretien, charges de la structure administrative, ... est donc environ de 0.20 €/m³.

L'adsorption des pesticides sur charbon actif

Cas de la station de Momignies, gérée par la SWDE (d'après Laurent V. et Triffaux A. (2003)).

- coûts d'amortissement : 0.048 €/m³ produit
- coûts d'exploitation (charbon actif et énergie) : 0.011 €/m³
- coûts de personnel : 0.0075 €/m³
- taxe sur rejets : 0.0002 €/m³

Coût total : 0.067 €/m³ produit.

La décarbonatation

Le cas d'étude est celui de la station de Pic-au-Vent près de Tournai d'après Delire C. et Mouyart M. (2003).

- coûts d'amortissement : 0.0843 €/m³
- coûts d'exploitation (réactifs, ensemencement, électricité) : 0.0556 €/m³
- coûts de personnel : 0.0539 €/m³
- mise en décharge : 0.0079 €/m³
- charges financières : 0.0548 €/m³

Coût total : 0.2566 €/m³ produit

Coût du traitement : résumé

Tableau 7 : récapitulatif des coûts générés par les types de traitement de l'eau pour lesquels cette donnée est disponible

<u>Traitement</u>	<u>Coûts d'amortissement</u> <u>(c€/m³ produit)</u>	<u>Coûts de fonctionnement</u> <u>t (réactifs et électricité)</u> <u>(€/m³ produit)</u>	<u>Coûts de personnel</u> <u>(c€/m³ produit)</u>	<u>Coûts des emprunts</u> <u>(c€/m³ produit)</u>	<u>Autres Coûts</u> <u>(c€/m³ produit)</u>
Eau de surface	13.00	11.37			1.23
Adsorption des pesticides sur charbon actif	4.80	1.10	0.75		0.02
Décarbonatation	8.43	5.56	5.39	5.48	0.79

Lorsque l'on compare, à postes identiques, le traitement de l'eau de surface est bien plus cher que le traitement des eaux souterraines, en termes de frais de fonctionnement. Cependant, il s'agit ci-dessus de cas d'étude qui ne peuvent pas être généralisés à l'échelle de la Région wallonne dans sa globalité.

4.2.2 Coût total de la qualité de l'eau

Le plan comptable de l'eau se base sur une comptabilité analytique. Cela signifie que les charges sont répertoriées par centres de frais (achats d'eau, qualité de l'eau, frais de structure, prestations de relevés, ...) plutôt que par les postes classiques d'une comptabilité normalisée (Personnel, biens et services, marchandises, amortissements, ...).

Il existe un schéma récapitulatif pour l'activité production et un schéma récapitulatif pour l'activité de distribution.

Une des composantes du schéma récapitulatif de l'activité de distribution est l'achat d'eau à la production. Celui-ci correspond au coût total de la production + le coût des achats d'eau à d'autres producteurs. Ce poste revient, en 2005, à 52.5 % du total du coût de l'activité, ou 76.7 10⁶ €.

Dans ce poste, on peut distinguer le poste « qualité de l'eau » correspondant aux frais de fonctionnement du laboratoire (hors amortissements et charges des emprunts) pour 1.9 10⁶ €, le poste « réactifs » correspondant à un montant similaire de 1.9 10⁶ € et un poste « boues » correspondant au coût du traitement des boues et de leur valorisation éventuelle pour 0.7 10⁶ €. Le tableau ci-dessous reprend ces différents montants ainsi que l'évaluation en termes de prix par mètre cube.

Tableau 8 : montant des frais de fonctionnement liés à la qualité de l'eau pour la SWDE en 2005

Poste	Montant (10⁶ €)	En % du CVDt	En €/m³ distribué⁽⁸⁾
Qualité de l'eau	1.9	1.3 %	0.0239 €
Boues	0.7	0.5 %	0.0088 €
Réactifs	1.9	1.3 %	0.0239 €
Achats d'eau	76.7	52.5 %	0.9653 €
Coût-Vérité total de la distribution	146.2	100.0 %	1.8400 €

Globalement, sur un CVD de 1.84 €/m³, la production intervient à concurrence d'environ la moitié du prix. Les frais de fonctionnement du laboratoire, ainsi que ceux de l'achat des réactifs et du traitement des boues interviennent pour environ 5 centimes d'euros.

4.3 Les coûts intervenant après le compteur d'eau

Parmi les coûts qui surviennent après le compteur d'eau et qui sont par conséquent supportés par les usagers, on peut mentionner :

- les coûts liés au calcaire (produits anti-calcaire, adoucisseurs d'eau, ...)
- les coûts liés au remplacement des conduites vétustes

⁽⁸⁾ En euros par mètre cube du 31^{ème} au 5000^{ème} mètre cube consommé.

4.3.1 Coûts liés au calcaire

La dureté de l'eau est certainement un des paramètres qui préoccupe le plus la population. En effet, il s'agit d'une des propriétés de l'eau les plus visibles.

Le calcaire peut, de ce fait, générer des coûts supplémentaires pour les ménages. En effet, il induit une consommation plus importante de savons et de détergents, il engendre un remplacement précoce de certains appareils : canalisations et boilers, il nécessite l'utilisation de vinaigre et de produits anti-calcaire,

Une estimation du coût engendré par le calcaire a été réalisée par Eurogroup consulting (EUROGROUP Consulting 2003). Le détail des différents coûts est fourni ci-dessous.

Tableau 9 : estimation des coûts liés au calcaire après le compteur

Centre de frais	Coût annuel
Remplacement du boiler tous les 10 ans	25 €
Utilisation de vinaigre	4 €
Remplacement de la robinetterie	25 €
Pastilles pour la machine à laver	36 €
Sel pour le lave-linge	35 €
Surconsommation de savon	21 €
Surconsommation de poudre à lessiver	40 €
Surcoût total	186 €

Sources : EUROGROUP Consulting 2003

Cette estimation, bien que purement indicative, a au moins le mérite d'exister. En effet, il est ici considéré que le seul calcaire induit un remplacement du boiler. Quant à la surconsommation de poudre à lessiver ou de savon, elle est hautement subjective car rien ne garantit que les consommateurs adaptent leurs habitudes de consommation à la qualité de l'eau.

Lorsqu'un adoucisseur d'eau est placé pour éviter l'inconfort lié à la dureté de l'eau, il génère également des coûts du fait de l'amortissement de l'installation mais aussi du fait de l'achat de chlorure de sodium et de l'entretien.

Tableau 10 : estimation des coûts générés pas les adoucisseurs d'eau

Centre de frais	Coût annuel
Amortissement sur 20 ans de l'installation	75 €
Frais de fonctionnement (sel, entretien, ...)	95 €
Coût total	170 €

Sources : S.A. AQUAWAL 2005

4.3.2 Coûts liés au remplacement des canalisations vétustes

Un autre type de coût est celui lié au remplacement des canalisations d'eau intérieures devenues trop anciennes.

Plusieurs raisons peuvent nécessiter un remplacement des canalisations d'eau à l'intérieur des logements :

- une fuite d'eau liée à des phénomènes de corrosion ;

- le remplacement de canalisations en plomb ;

Aucun chiffre sur le remplacement des canalisations intérieures, ni sur le coût moyen de ces remplacements n'est disponible.

5. Perception de la qualité de l'eau de distribution par les usagers

De nombreuses études montrent que les utilisateurs de l'eau de distribution ont globalement une image négative de l'eau du robinet.

De nombreuses études ont apporté un éclairage quantitatif à ce phénomène (S.A. AQUAWAL 2005, Godeau et al. 2006, Joossens et al. 2001, INRA 2003).

5.1 Préférence pour l'eau en bouteille

En Wallonie, l'eau en bouteille est préférée par plus de la moitié de la population (61.7%). Seul un wallon sur cinq préfère boire de l'eau du robinet (19.1%). Un wallon sur cinq n'a aucune préférence à ce niveau (19.2%) (S.A. AQUAWAL 2005⁹).

Les arguments les plus cités pour préférer boire de l'eau en bouteille sont le goût, la confiance et la sécurité, l'habitude, l'eau pétillante et le calcaire.

Par contre, en ce qui concerne l'eau du robinet, le prix de l'eau est quasiment le seul argument avancé pour la préférer à l'eau en bouteille. Les arguments écologiques sont tout à fait marginaux.

Il y a donc une multitude d'arguments pour préférer l'eau en bouteille à l'eau du robinet, mais le contraire n'est pas vrai.

Il s'agit certainement là de l'effet de la communication très poussée de la part des minéraliers, qui vendent l'image de la pureté, de la nature et de la santé. Cet effet est combiné à une mauvaise connaissance de l'eau de distribution, tant au point de vue de sa qualité, mais aussi au point de vue de son prix.

En ce qui concerne la qualité proprement dite, la confiance est grande quant à la qualité de l'eau de distribution. En effet, près de trois wallons sur quatre ont confiance en la qualité de l'eau de distribution (S.A. AQUAWAL 2005), de même sept consommateurs belges sur 10 pensent qu'elle est saine (CRIOC 2006¹⁰). Ce qui nuit à l'image de l'eau du robinet n'est pas sa potabilité - la très grande majorité sait que l'eau est potable – mais sa perception organoleptique (couleur, odeur, saveur et calcaire). Trois belges sur quatre trouvent que l'eau du robinet a mauvais goût. Un wallon sur deux trouve un défaut organoleptique (autre que le calcaire) à l'eau du robinet. Le calcaire, à lui seul, est mentionné par plus d'un wallon sur deux (S.A. AQUAWAL 2005).

Étrangement, il semble que la perception du prix de l'eau du robinet favorise la consommation d'eau en bouteille. Les enquêtes du CRIOC et de la SWDE sont, à cet égard, particulièrement éloquentes : 46 % des belges pensent que l'eau du robinet est au moins aussi chère que l'eau en bouteille (CRIOC). Ils ne sont que 24 % parmi les clients de la SWDE¹¹. Lorsque l'on demande, de combien de fois l'eau du robinet est moins chère que l'eau en bouteille, 86 % des belges et 46% des clients de la SWDE pensent qu'elle est moins de 50 fois moins chère que l'eau du robinet.

Un indicateur de la perception de la qualité de l'eau du robinet par les usagers est certainement la consommation d'eau en bouteille. D'après l'Institut National de statistique, cette consommation d'eau minérale a triplé en 20 ans, passant de 41.7 litres par habitant et par an en 1980 à 136.1 en 2005.

⁹ Étude basée sur 1395 répondants à travers la Région wallonne

¹⁰ Étude Basée sur 597 répondants à travers toute la Belgique

¹¹ Étude basée sur 330 personnes desservies par la SWDE.

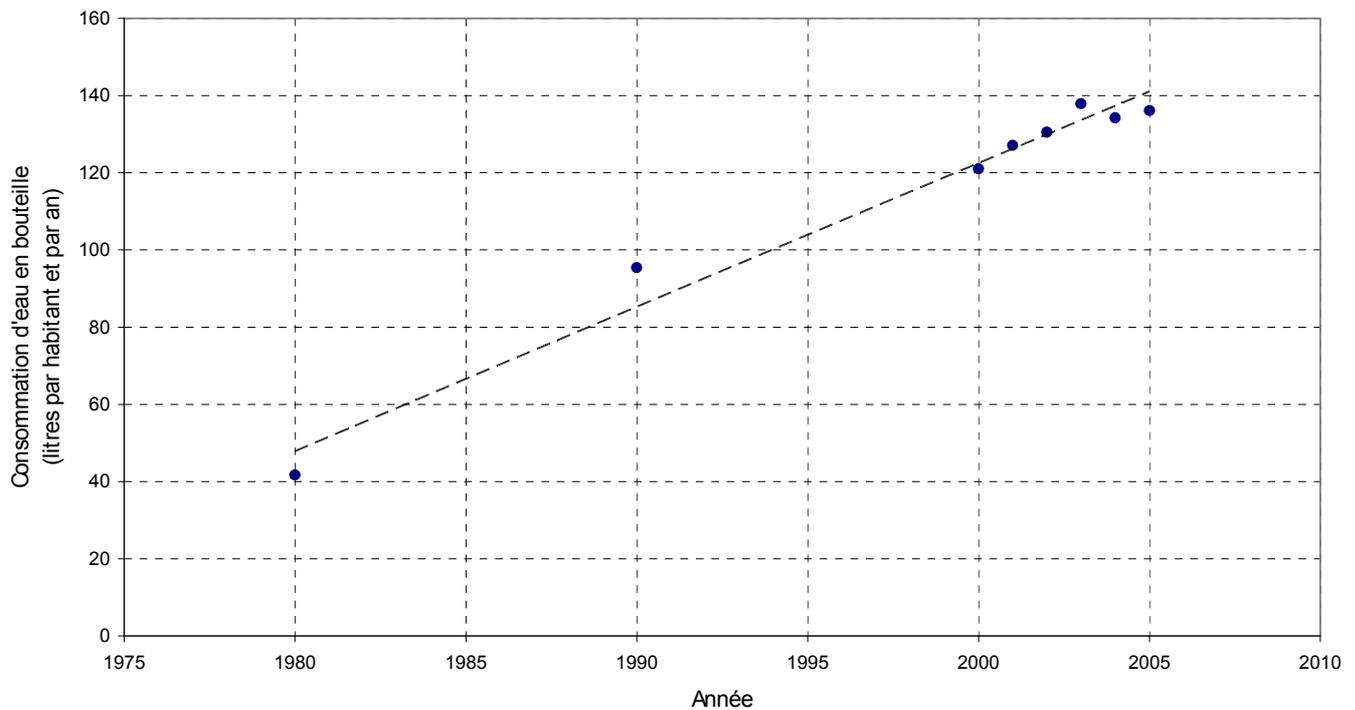


Figure 4 : évolution de la consommation d'eau en bouteille en Belgique depuis 1980

Cette évolution est certainement à mettre en relation avec la mauvaise image de l'eau du robinet décrite plus haut. Historiquement, la distribution était assurée pour répondre à un besoin de santé publique. Lorsqu'il n'existait pas de système de distribution d'eau par canalisation, les ressources utilisées pour s'abreuver étaient soit les fontaines publiques d'eau placées dans chaque village, soit l'eau de pluie, principalement en Flandre (ANDRE 1902-1906), soit les sources d'eau souterraines ou encore les eaux de surface. Cela peut expliquer le niveau relativement faible de la consommation d'eau en bouteille au début des années 1980. En effet, ce n'est qu'à partir des années 1970 que l'ensemble de la population belge a été raccordé aux réseaux publics de distribution d'eau. Par conséquent, l'eau en bouteille était peu utilisée puisque l'eau distribuée était soit de meilleure qualité que l'eau utilisée auparavant, pour les personnes s'alimentant en eau de pluie ou en eau de surface, soit était de qualité identique, puisque il s'agissait alors d'une généralisation de la fontaine au centre du village. Aujourd'hui, l'eau du robinet ayant une mauvaise image, la consommation d'eau en bouteille a augmenté.

Comparaison eau du robinet – eau en bouteille au point de vue écologique et économique

Lorsque l'on compare les impacts environnementaux de l'eau du robinet et de l'eau en bouteille, on constate que la consommation de 2 litres d'eau de distribution par personne et par jour, pendant une année, a le même impact environnemental que de parcourir environ 2 kilomètres en voiture¹².

La même consommation par de l'eau minérale plate, non réfrigérée a un impact similaire à un trajet de 900 kilomètres en voiture (SSIGE 2006).

Le rapport environnemental est donc de 1 à 450, et peut monter de 1 à 1000 suivant la distance séparant le lieu de production et le lieu de distribution.

Si on extrapole ces chiffres d'impact environnemental à la consommation d'eau en Région wallonne, il apparaît que la consommation d'eau en bouteille (d'environ 450 000 mètres cubes par an) a un impact similaire au fait de parcourir 561.7 millions de kilomètres en

¹² L'analyse du cycle de vie de l'eau distribuée a été réalisée en Région wallonne et concluait que 1 mètre cube correspondait à 2.15 kilomètres en voiture, pour les seules phases de production et de distribution d'eau (Université de Liège – Laboratoire de Chimie industrielle (2004).

voiture¹³. Si on substituait cette consommation d'eau en bouteille par de l'eau du robinet, l'impact ne serait que de 1.3 millions de kilomètres en voiture.

A titre de comparaison, la distance parcourue en 2005 en moto, en voitures particulières, en autocar et en véhicules utilitaires était de 38 milliards de kilomètres en Wallonie (Sources : SPF Mobilité et transport : http://www.statbel.fgov.be/figures/d37_fr.asp#2).

En ce qui concerne le prix de l'eau, l'eau en bouteille est pour sa part environ 150 fois plus chère que l'eau en bouteille.

Malgré ces arguments économiques et écologiques, la population continue de préférer l'eau en bouteille.

5.2 Comment inverser cette tendance ?

Il est surprenant de voir que l'eau en bouteille, qui n'apporte concrètement rien de plus que l'eau du robinet, si ce n'est une meilleure image et peut-être une composition minérale plus variée, qui est pourtant incomparablement plus chère et plus nuisible à l'environnement que l'eau du robinet, soit plébiscitée à ce point par la population.

La première évidence est d'améliorer l'image de marque de l'eau du robinet, tant au niveau de sa qualité qu'au niveau de son prix.

La qualité potable de l'eau du robinet n'est plus contestée que par une minorité de la population wallonne. Ce n'est donc pas sur ce critère qu'il faut agir et centrer la communication. Le principal problème est celui des qualités organoleptiques de l'eau, ce qui appartient plus à la subjectivité qu'à des impressions concrètes. En effet, l'expérience de dégustation d'eau est régulièrement réalisée. Le principe est simple : il suffit de verser trois eaux différentes dans trois verres différents et de demander au dégustateur de reconnaître l'eau du robinet. La réponse n'est pas évidente et bien des personnes se trompent. Malheureusement, aucune statistique n'est disponible à ce niveau, bien que l'expérience soit souvent réalisée.

En ce qui concerne le prix de l'eau, les choses sont encore plus surprenantes. Il est étonnant qu'il existe des personnes qui pensent que l'eau du robinet est plus chère que l'eau en bouteille. Une source possible pour cette erreur est la différence d'unité qui existe entre l'expression du prix de l'eau du robinet et l'expression du prix de l'eau en bouteille. L'eau du robinet coûte 2.65 € pour un mètre cube, alors qu'une bouteille de 1 litre et demi coûte environ 50 centimes d'euros. Une autre source de confusion provient du montant de la facture d'eau : environ 200 ou 300 euros chaque année, soit 75 euros tous les quatre mois, alors que 6 bouteilles de 1.5 litre d'eau coûtent 3 euros, voire 5 euros au maximum chaque semaine. Dans tous ces cas, le montant pour l'eau du robinet est supérieur à celui de l'eau en bouteille, ce qui peut être source de confusion si on ne les compare pas à volume égal.

Une solution simple pourrait consister à présenter le prix de l'eau de distribution sous forme du prix au litre (par exemple, un litre coûte 0.00265 euros, ou 0.10 Fb). Cependant, le nombre de zéros serait tellement important que cela compliquerait peut-être la facture.

Enfin, cette différence de prix pourrait être accrue par une élévation du prix de l'eau en bouteille. Si une petite élévation du prix de l'eau en bouteille n'a pas ou peu d'incidence sur la consommation, des petites augmentations cumulées peuvent avoir un réel effet sur la consommation. Cela a été le cas, par exemple, pour la vente de cigarettes, il est bien entendu que ces deux produits n'ont rien en commun, mais en terme de réponse de la consommation au prix de l'eau, l'effet pourrait être similaire.

Estimation obtenue par le calcul: $(455600 \times 900) / (0.002 \times 365)$

6. Conclusions

L'eau de distribution est d'excellente qualité en Région wallonne. Les taux de conformité de l'eau à la législation sont très proches de 100% pour l'ensemble des paramètres.

Les principaux problèmes liés à la qualité des eaux brutes, pesticides et nitrate sont résolus à l'aide de la dilution ou à l'aide des traitements adéquats de sorte que les normes pour la potabilité de l'eau sont systématiquement respectées au point de consommation pour ces paramètres. Cependant, cela ne signifie pas qu'il faille oublier de protéger les ressources en eau contre les pollutions ponctuelles et diffuses car les coûts du traitement pourraient augmenter si une dégradation du milieu venait à survenir. De même, ces paramètres ne sont pas uniquement des paramètres de santé publique, mais ont également une influence sur l'environnement en général, notamment en terme de biodiversité.

L'eau de distribution peut, par contre, être modifiée au cours de son trajet dans les canalisations d'eau publiques et privées. Le principal problème à ce niveau est celui du plomb. En effet, on estime que le nombre de raccordements en plomb est encore d'environ 185 000 en Région wallonne, soit près d'1 logement sur 7. Outre le raccordement, il existe des logements qui contiennent encore des canalisations intérieures en plomb. Le problème est ici plus aigu puisqu' aucune donnée n'est disponible à ce niveau et que la longueur des canalisations intérieures est plus importante que celle du raccordement, son effet sur la qualité de l'eau est donc bien plus important. Or, aucun programme de remplacement de ces canalisations intérieures n'est prévu, au contraire de ce qui prévaut pour les raccordements.

Si la potabilité de l'eau distribuée n'est plus guère contestée par les pouvoirs publics et les organisations de consommateurs, l'eau du robinet ne jouit cependant pas d'une image reluisante. Certains désagréments organoleptiques (goût, couleur, odeur) incitent peu les gens à utiliser cette eau comme eau de boisson. Cette image a même l'air de se détériorer au fil du temps puisque la consommation d'eau en bouteille a triplé en 20 ans et ne cesse d'augmenter encore aujourd'hui avec les inconvénients écologiques que cela induit et le tout à un coût supérieur à celui de l'eau du robinet. Enfin, outre les aspects organoleptiques, le calcaire peut sembler un problème pour les usagers puisqu'il encrasse les canalisations et la robinetterie et participe à détériorer l'image de la qualité de l'eau du robinet auprès de la population.

En guise de recommandations, l'eau de distribution étant de bonne qualité, il est évident que ce niveau doit être maintenu. Cependant, il semble important de s'intéresser de plus en plus à ce qui se passe après le compteur d'eau, car l'impact des installations intérieures sur la qualité de l'eau peut parfois rendre l'eau non potable. Il semble, à cet égard indispensable de s'intéresser à la problématique du plomb à l'intérieur des logements privés. De plus, une agrégation des systèmes de distribution d'eau à l'intérieur des bâtiments où l'eau est fournie au public semble également une priorité. De même, la poursuite des efforts en matière de réduction des teneurs en nitrate et en pesticides doit être de mise.

Enfin, il est nécessaire de rehausser l'image de la qualité de l'eau de distribution, puisque cette mauvaise image a des répercussions concrètes au point de vue environnemental, de par une utilisation toujours plus importante de l'eau en bouteille.

La qualité de l'eau de distribution n'est donc pas uniquement un enjeu de santé publique, mais également un enjeu environnemental, voire économique et social, de par le coût des traitements appliqués.

7. Bibliographie

André J.-B. (1902 – 1906), *Enquête sur les eaux alimentaires*, Bruxelles, Ministère de l'Agriculture, Service de la santé, hygiène publique et voirie communale in **Aubin D. et Varone F. (2001)**, *La gestion de l'eau en Belgique – Analyse historique des régimes institutionnels (1804 – 2001)*, CRISP, Courrier Hebdomadaire n°1731 – 1732 , Bruxelles.

Buson C. (1999), *Faut-il encore avoir peur des nitrates ?*, Fusion N°75 – mars/avril 1999

Cellule de l'état de l'environnement wallon (2005), *Tableau de bord de l'environnement wallon 2005*, Ed. MRW - DGRNE

Courtois S. (2003), *Usine de traitement des eaux de la Meuse à Tailfer*, Tribune de l'eau vol.56 n°625 – numéro spécial Aquawal SA : Éléments du Coût-Vérité du traitement de l'eau – CEBEDOC éditeur

Joossens L. et Piazza M. (2001), *Que pensent les consommateurs de l'eau du robinet ?*, Du côté des consommateurs N°090, CRIOC.

Godeau A. et Vandercammen M. (2006), *L'eau du robinet*, CRIOC 2006, Bruxelles.

Delire C. et Mouyart M. (2003), *Station de traitement de Pic-au-Vent, Décarbonatation en lit fluidisé*, Tribune de l'eau vol.56 n°625 – numéro spécial Aquawal SA : Éléments du Coût-Vérité du traitement de l'eau – CEBEDOC éditeur.

DGRNE, Direction et Observatoire des Eaux souterraines (2006). *État des nappes d'eau souterraines de Wallonie*, Ministère de la Région wallonne.

EUROGROUP Consulting (2003), *Étude sur l'opportunité d'inclure quatre paramètres au sein de l'arrêté du Gouvernement wallon relatif aux valeurs paramétriques applicables aux eaux destinées à la consommation humaine*, Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme et de l'Environnement, Namur.

INRA (2003), *Notoriété et perception du produit, des services et de la communication de la SWDE – Rapport*, Bruxelles.

ISO (1996), *ISO 6107-1 : qualité d'eau – vocabulaire*, ISO

Laurent V. et Triffaux A. (2003), *traitement des eaux souterraines : nitrates et pesticides*, Tribune de l'eau vol.56 n°625 – numéro spécial Aquawal SA : Éléments du Coût-Vérité du traitement de l'eau – CEBEDOC éditeur

Legrand L. et Leroy P. (1995), *Prévention de la corrosion et de l'entartrage dans les réseaux de distribution d'eau*, CIFEC, Neuilly-sur-Seine.

Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (2004), *Contrôle de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine – Eaux distribuées par réseau en Région wallonne pendant les périodes 1999 - 2001 et 2002 – 2004 – Rapport à l'Union européenne*, Région wallonne.

Ministre de la santé, de la famille et des personnes handicapées, Ministère de l'écologie et du développement durable et Ministère de l'équipement, du transport, du logement du tourisme et de la mer (2003), Réduire le plomb dans l'eau du robinet : enjeux, réglementation, actions - Dossier de presse.

Organisation Mondiale de la Santé (2003), Atrazine in Drinking-water – background document for development of WHO guidelines for Drinking-water quality, OMS

Organisation Mondiale de la Santé (2003), Nitrate and nitrite in Drinking-water – background document for development of WHO guidelines for Drinking-water quality, OMS.

S.A. AQUAWAL (2005), Étude quantitative et qualitative de l'usage des systèmes d'adoucissement de l'eau distribuée en Région wallonne - Partie 1 : Cadastre des adoucisseurs d'eau domestiques, Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Namur.

S.A. AQUAWAL (2005), Étude quantitative et qualitative de l'usage des systèmes d'adoucissement de l'eau distribuée en Région wallonne - Partie 2 : Analyses chimiques et bactériologiques avant et après adoucissement particulier de l'eau, Direction générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Namur.

SSIGE (2006), Ecobilan eau potable – eau minérale
<http://www.svgw.ch/francais/files/Oekobilanz-f.pdf>

Sykes M. (1998), Prévalence du saturnisme infantile à Bruxelles (le plomb : une intoxication sournoise), les allergènes et leurs potentialisateurs ; les intoxications sournoises.

Testud F. (2003), Les nitrates dans l'eau, quels risques pour la santé humaine ?
http://www.stc-congres.org/Congres_2003/Conferences/TESTUD_risques_nitrates_fichiers/frame.htm

Université de Liège – laboratoire de Chimie industrielle (2004), Analyse du Cycle de vie de l'eau produite, distribuée et épurée – dépôts atmosphériques – Rapport final, Liège.