

# ACADEMIE LORRAINE DES SCIENCES

SEANCE SOLENNELLE  
DIMANCHE 3 MARS 2002

HOTEL de VILLE de NANCY

## « Avantages et inconvénients des éléments chimiques dissous dans l'eau »

L'eau fait aujourd'hui l'objet de la plus grande attention puisque d'innombrables directives en conditionnent la qualité, la protection, l'usage domestique ou industriel.

Nombre d'entre elles visent à protéger l'environnement mais aussi la Santé Publique.

Les besoins quotidiens par individu sont de 200 L d'eau potable qui sont analysés par 1500 ingénieurs et techniciens des D.D.A.S.S (directions départementales de l'action sanitaire et sociale) qui étudient 320.000 échantillons prélevés chaque année.

Des décrets successifs fixent les limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Ils concernent la coloration, la turbidité, l'odeur , la saveur et le pH.

Les éléments microbiologiques et minéraux sont régulièrement recherchés. Les valeurs limites choisies sont calculées en tenant compte d'une large fourchette de sécurité qui prend en compte une concentration 2 fois , voire 5 fois inférieure à celle qu'il ne faut pas dépasser.

Au point de vue bactériologique les recherches sont fondées sur l'absence d'escherichia coli .Cette absence atteste la qualité sanitaire de l'eau.

Par contre en ce qui concerne le risque chimique, chaque élément doit être recherché.

Les éléments minéraux sont aussi soumis à des normes dont nous allons en détailler quelques unes.

## **DURETE ET AGRESSIVITE**

La dureté de l'eau est caractérisée par la présence de calcium et de magnésium. C'est le cas des eaux qui ont traversé des milieux calcaires. La dureté s'exprime en titre hydrotimétrique ou T.H., plus il est élevé plus l'eau est dure ou calcaire et inversement on dit que l'eau est douce. (1 degré français est égal à la présence de 4 mg de calcium ou de 2,4 mg de magnésium par litre d'eau).

L'agressivité caractérise une eau faiblement minéralisée et particulièrement pauvre en calcium. Une eau agressive est généralement acide et contient de l'anhydride carbonique en excès. C'est le cas de l'eau captée dans la Moselle qui est passée en amont sur les grès vosgiens.

Une eau de dureté trop faible, c'est à dire douce, est fade au goût et peut présenter des risques pour la santé si elle est agressive car elle peut provoquer des corrosions des conduites et dissoudre les métaux tels le fer, le cuivre, le zinc mais plus gravement pour la santé le plomb et le cadmium.

Par contre une eau trop dure, si elle n'est pas dangereuse pour la santé, présente des inconvénients techniques lors de son usage car elle entartre les appareils ménagers et les canalisations, elle nécessite une durée de cuisson des légumes plus longue et requiert une consommation accrue de savon et de détergents.

L'eau acheminée depuis MESSEIN jusqu'à l'usine de traitement de VANDOEUVRE est plutôt douce et légèrement agressive. Afin de réduire son caractère agressif il lui est ajouté de l'eau de chaux qui va neutraliser l'anhydride carbonique.

Auparavant cette eau aura subi bien d'autres traitements : dégrillage sur le lieu de prélèvement afin d'éliminer les corps flottants, microtamisage pour éliminer les corps solides en suspension, et une préchloration qui préserve sa qualité microbiologique pendant son transport de MESSEIN à VANDOEUVRE (11 kms par gravité).

Arrivée à VANDOEUVRE l'eau est préconditionnée par addition de lait de chaux, d'alginate de calcium et de sulfate d'alumine. Ensuite elle est décantée et filtrée sur sable avant de subir un procédé d'ozonisation qui la débarrasse des

microbes dangereux pour l'organisme humain. Afin de retenir les molécules génératrices d'odeur et de saveur l'eau passe sur des filtres à charbon et enfin on neutralise comme nous l'avons vu son agressivité par addition d'eau de chaux suivie d'un ajout d'eau de Javel pour protéger ses qualités bactériologiques pendant son stockage en réservoirs.

**EN CE QUI CONCERNE LES ELEMENTS MINERAUX**, l'on considère que l'eau de boisson couvre environ 10 % des besoins journaliers recommandés mais ceci est plus particulièrement vrai pour les eaux de source et les eaux minérales qui possèdent des caractéristiques liées à la nature de la roche sur laquelle elles ont pris naissance. De plus leur caractère souterrain les a protégées des risques de pollution.

Au contraire l'eau du robinet doit subir des traitements de potabilité pour en assurer la qualité microbiologique . Ces traitements peuvent aussi lui conférer certains désagréments quant à son odeur et à sa saveur.

Leur degré de minéralisation différencie les eaux minérales qui peuvent être carbonatées, sulfatées, chlorurées, calciques, magnésiennes, fluorurées, ferrugineuses, acidulées ou sodiques.

Le décret sur l'eau N° 89-369 régit la prescription des eaux minérales en s'inspirant de l'avis de l'Académie de Médecine par exemple : pour un régime pauvre en sodium on doit choisir une eau qui contient moins de 20 mg de sodium par litre, et pour la préparation des aliments des nourrissons on doit choisir une eau qui contient moins de 15 mg de nitrates et moins de 0,05 mg de nitrites par litre d'eau. De plus cette eau doit être faiblement minéralisée.

Certains minéraux doivent faire l'objet d'une attention particulière. C'est le cas du **FLUOR** dont les besoins croissent pendant l'enfance (entre 0 et 2 ans 0,25 mg /jour, de 2 à 4 ans 0,50 mg /jour, de 4 à 6 ans 0,75 mg par jour et de 6 à 12 ans 1 mg /jour ) . Il peut s'avérer dangereux lorsque sa concentration dans l'eau dépasse 2 mg /litre. Le fluor induit alors des problèmes de calcification dentaire voire des cas de fluorose à partir de 15 mg/litre avec des taches brunes irréversibles (on se tient à la norme de 1,5 mg/litre).

**LE PLOMB** que dissout une eau agressive lorsque les conduites domestiques en contiennent nécessite le respect de normes européennes nouvelles (on estime à 1 700 000 le nombre de logements susceptibles d'être dangereux aujourd'hui).

La norme française est de 50 µg/litre d'eau pour la consommation humaine.

En 1997 le Conseil des Ministres de l'Environnement réuni à Luxembourg adopte une position commune relative à l'eau potable portant le taux de plomb à 25 µg/l en 2003 et à 10 µg/l en 2013.

La pollution de l'eau par le plomb concerne les régions d'anciennes industries : Nord-Pas-de-Calais, Ile-de-France, Rhône-Alpes, les bords de mer (basse vallée de la Seine, Bouches du Rhône ou Régions industrielles de Bretagne et d'Aquitaine).

Des traces de pollution de la nappe phréatique apparaissent par l'épandage des boues de stations d'épuration utilisées comme fertilisants.

Un arrêté du 8 janvier 1998 du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement fixe les règles de cette pratique.

Chez les particuliers aujourd'hui le plomb qu'est susceptible de renfermer l'eau de boisson provient des canalisations internes aux habitations et non du réseau urbain, car depuis 1945 les tuyaux des branchements et des canalisations urbaines ont été remplacés par des tuyaux sans plomb.

Un décret d'avril 1995 interdit les canalisations en plomb puis un décret de juin 1996 interdit les brasures et soudures au plomb, mais seuls 44 % des logements en France respectent ces directives et par conséquent 56% des robinets délivrent encore une eau contenant plus de 10 µg/l. Le remplacement des canalisations à l'intérieur des habitations induira un coût égal à 8 milliards d'euros soit 3000 euros par logement.

On peut atteindre les 25 µg/l par traitement filmogène de l'intérieur des tuyaux par des orthophosphates ou en neutralisant l'eau par ajout d'eau de chaux (cas de NANCY).

La teneur de 10 µg/l sera difficile à atteindre car même si les canalisations ne contiennent plus de plomb, les soudures sont à l'étain-plomb, les canalisations en P.V.C. contiennent du stéarate de plomb, les robinetteries en laiton contiennent un peu de plomb si bien que dans 20 % des cas l'eau contient plus de 10 µg/l.

Les nouveaux nés sont plus exposés que les adultes. Il est donc impératif de leur donner de l'eau en bouteille. Des travaux menés par des étudiants en 3<sup>ème</sup> année de pharmacie (tuteur Monsieur JORAND) démontrent qu'une aide financière apportée aux jeunes mamans qui ne pourraient financer l'achat des 200 litres d'eau minérale nécessaires pendant la première année de vie d'un enfant s'avérerait moins onéreuse que le remplacement des canalisations.

*Si 1 litre = 0.30 Euros*

*200 litres x 0.3 x 726800 naissances par an*

*= 45 millions d'euros = 0.25 % du coût estimé par l'O.M.S. pour le remplacement des canalisations en plomb (8 milliards).*

Afin de sensibiliser les jeunes mamans une brochure d'information leur est distribuée là où la teneur en plomb est supérieure à 10 µg/l.

### **Effets du plomb sur la santé :**

Le plomb ingéré passe dans le sang, y séjourne quelques semaines et atteint différents tissus : cerveau, os où il est stocké pendant 10 à 20 ans entretenant des séquelles neurologiques et psychomotrices graves en cas d'intoxication aiguë avec une plombémie supérieure à 700 µg/l.

Les intoxications chroniques sont plus insidieuses. On peut remarquer par exemple qu'un enfant est fatigué, irritable, anorexique.

Pendant la grossesse une partie du plomb passe vers le placenta. Il en est de même en cas d'allaitement.

### **Mesures de précaution :**

En début de journée ne pas boire la première eau tirée du robinet car l'eau qui a séjourné toute la nuit s'est chargée en plomb. Il en est de même au retour de vacances .Ne pas oublier que plus les canalisations sont longues plus la concentration est forte. Enfin l'eau chaude dissout, encore plus, le plomb.

## **LE FER**

L'eau peut contenir du fer, le plus souvent sous forme combinée soluble, (jusqu'à 10 % de nos apports quotidiens) selon la teneur du sous-sol sur lequel elle s'écoule .

Parfois des accidents sur le réseau d'adduction de l'eau peut conférer à l'eau du robinet une coloration rouge gênante pour son usage ménager. En effet, les canalisations urbaines sont en fonte qui pourrait , par conséquent , après oxydation , « relarguer » des oxydes de fer.

Afin d'éviter ce type de désagrément l'intérieur des tuyaux est recouvert d'une couche de quelques millimètres de mortier ou ciment liquide.

## **L'ALUMINIUM**

Depuis 1970 on soupçonne l'aluminium d'avoir un impact sur les fonctions cognitives et par conséquent sur la maladie d'ALZHEIMER. Un excès d'aluminium dans l'eau serait-t-il associé à la recrudescence de cette maladie ?

Une enquête portant sur l'aluminium, le calcium, le fluor, et le pH a démontré que l'eau contenait en moyenne 200 µg d'aluminium par litre qui provenaient essentiellement de son traitement. Or 0,1 % seulement de l'aluminium hydrique est absorbé soit 0,2 µg/l, ce qui en fait une valeur tout à fait négligeable.

De plus l'aluminium se fixe dans tout l'organisme et plus difficilement dans le tissu cérébral en raison de la barrière hémato encéphalique.

Une étude est proposée en Lorraine sur un échantillon de personnes âgées comparé à un échantillon témoin. La recherche porte sur leur lieu d'habitation, présent et passé, et plus particulièrement sur la qualité de l'eau distribuée dans ces divers endroits. Des tests cognitifs pourraient donner quelques pistes de réflexions .

En fait, l'aluminium absorbé avec l'eau ne représente qu'1 % de l'apport journalier.

L'OM.S. s'en tient à la recommandation de 200 µg/l.

(Travaux ATTIVI, BOHN, CHARLOT sous la direction de Messieurs HARTEMANN et JOYEUX).

## **LES PESTICIDES**

8 % seulement des rivières en sont exemptes et 50 % seulement des eaux souterraines

Il s'agit essentiellement de l'ATRAZINE (TRIAZINE) et de son métabolite la DIETHYLATRAZINE.

Un décret du 3 janvier 1989 en fixe la norme maximale à 0,1 µg/l.

L'O.M.S. recommande un taux inférieur à 2 µg/l.

L'AFSSA a fixé un taux de restriction pour l'ATRAZINE et ses métabolites:

Si > 0,4 µg/l = interdit aux nouveaux nés et femmes allaitantes.

Si > 0,6 µg/l = interdit aux nouveaux nés et aux enfants.

Si > 2 µg/l = interdit à la consommation pour tout le monde.

Dans le département de Meurthe-et-Moselle de l'Atrazine a été détectée par 50 unités de production. 24 ont dépassé au moins 1 fois 0,1 µg/l ; le seuil des 2 µg/l n'a jamais été approché. Le maximum constaté est de 0,81 µg/l .

## **LES NITRATES**

Leur présence dans l'eau provient des engrais minéraux ou organiques non utilisés par les plantes ou des rejets d'eaux usées domestiques, agricoles ou industrielles.

Leur impact sanitaire est dû à leur transformation dans l'organisme en nitrites qui produisent des nitrosamines au niveau du tube digestif . Les nitrites en présence d'hémoglobine donnent de la méthémoglobine qui ne peut plus transporter l'oxygène de l'air, depuis les poumons jusqu'aux tissus. Les plus sensibles sont les nouveau-nés qui peuvent faire une cyanose.

Des normes ont été fixées :

- Entre 50 et 100 mg de nitrates / l , l'eau est consommable sauf par les bébés et les femmes enceintes.

- Au delà de 100 mg/l l'eau est inconsommable.

L'eau ne doit pas contenir + de 50 mg nitrates / l.

## **LES XENOHORMONES**

Certains produits rejetés dans la nature perturbent le système endocrinien. Il s'agit des composés polychlorés, des pesticides organochlorés : D.D.T., lindane, perméthrine, organo-étains (produits antisalissures sur les bateaux) alkylphénols, phtalates (plastifiants), hormones sexuelles produites naturellement par les animaux, les stéroïdes synthétiques issus des médicaments contraceptifs ou des produits de croissance administrés au bétail, les phyto-oestrogènes présents dans les tissus des plantes ou provenant des effluents des usines fabriquant du papier.

Les œstrogènes naturels ou synthétisés sont éliminés sous forme inactive (glucorono ou sulfo conjugaison) mais, dans les égouts, ces molécules sont transformées en œstrogènes libres actifs qui , après traitement des eaux urbaines, sont considérablement réduits jusqu'à des doses n'ayant presque pas d'effet sur la population (ce qui n'est pas vrai pour la faune aquatique qui vit en permanence dans ce milieu non traité).

*Exemple : les alligators du Lac Appoka en Floride ont présenté des anomalies du système reproducteur après rejet accidentel de D.D.T. dans ce lac*

Il faut élaborer les produits agricoles avec la même sécurité que pour les médicaments et toujours avoir à l'esprit qu'un produit anodin au départ peut, par concentration à travers la chaîne alimentaire s'avérer toxique lorsqu'il est consommé par l'être humain.

## **Les médicaments**

Ils sont classés parmi les polluants potentiels et l'A.F.S.S.E a placé les risques liés aux déchets des médicaments parmi ses préoccupations majeures .

Sont concernés les rejets de l'industrie pharmaceutique , des patients, des animaux et même des reliquats de pulvérisation des vergers, soit par fuite au niveau du tout à l'égout ou par épandage des boues de stations d'épuration.

Les bactéries deviennent ainsi résistantes à la plupart des antibiotiques  
L'industrie pharmaceutique à travers Cyclamed a tenté de trouver une solution à ce grave problème, et la commission européenne à l'environnement élabore une directive.

#### **D.S.E.N.C.**

##### **Dose sans effet nocif constatable.**

C'est la plus grande quantité ou concentration de substance chimique décelée qui ne cause pas d'altération sensible de la morphologie, des capacités fonctionnelles, du développement ou de la longévité du sujet cible.

#### **D.M.E.N.C.**

En l'absence de D.S.E.N.C., on se base sur la D.M.E.N.C., **dose minimale à effet nocif constatable** c'est à dire la plus petite dose ou concentration de substance pour laquelle on constate une altération de la morphologie, des capacités fonctionnelles, du développement ou de la longévité du sujet cible.

#### **D.J.T.**

##### **Dose journalière tolérable ou admissible.**

Basée sur une estimation de la quantité de substance contenue dans les aliments ou dans l'eau de boisson exprimée en mg ou en µg par kilo de poids corporel pouvant être ingérée quotidiennement sur toute la vie sans risque pour la santé (O.M.S.)

#### **CONCLUSION**

La D.D.A.S.S. de Meurthe-et-Moselle a publié récemment les résultats des 648 séries d'analyses effectuées au cours de l'année 2000. Dans 97 % des cas les résultats obtenus étaient conformes aux normes exigées. Seul le paramètre odeur s'est avéré supérieur aux critères admis.

L'eau est le produit alimentaire le plus surveillé mais aussi le plus vulnérable. Il en va de la responsabilité de chacun d'en préserver la qualité et de celle des pouvoirs publics d'en assurer un accès sécurisé et durable.

**Colette Keller-Didier**

**Président de la section médecine , pharmacie et médecine vétérinaire  
de l'Académie Lorraine des sciences**

#### **REMERCIEMENTS**

Professeur Jean-Claude BLOCK  
Service de l'hydraulique Urbaine – NANCY