

Chapitre8

Bases théoriques des principaux procédés de traitement

Enseignant : Mohammed Chérif Ouiza

Bases théoriques des principaux procédés de traitement

Les normes

Pour être consommée, l'eau doit répondre à des critères de qualités très stricts fixés par le ministère de la santé et le Conseil Supérieur du secteur d'Hygiène Publique.

Les normes définissant une eau potable sont variables suivant la législation en vigueur et selon qu'il s'agit d'une eau industrielle ou destinée à la consommation. Il existe 3 niveaux d'exigence de qualité (normes).

Les valeurs guides

Que l'on ne doit pas dépasser, et précisées par l'organisation mondiale de santé (O.M.S). Une valeur guide est une estimation de la concentration d'une substance dans l'eau de boisson qui ne présente aucun risque pour la santé d'une personne qui consommerait cette eau toute sa vie.

Les valeurs guides sont calculées pour chaque substance. Leur majorité comporte une large marge de sécurité qui est jugée suffisante pour tenir compte des interactions potentielles avec les autres substances présentes dans l'eau.

La valeur guide est calculée pour le groupe de population le plus sensible, et est ainsi fonction de la Dose Journalière Tolérable (D.J.T.), du poids corporel, de la D.J.T. attribuée à l'eau et de la consommation journalière.

La D.J.T. est une notion importante: ils'agit de la quantité de substance présentée dans les aliments ou l'eau de boisson, exprimée en fonction du poids corporel, qui peut être ingérée quotidiennement toute une vie (70 ans) sans risque appréciable pour la santé.

Les limites de qualité de l'eau de robinet

Portent sur des paramètres qui peuvent porter atteinte à la santé, par des effets immédiats ou à plus ou moins long terme.

Les références de qualité

Sont liées au fonctionnement de la station de traitement de l'eau. Les références de qualité concernent les substances sans incidence directe sur la santé, aux teneurs habituellement observées dans l'eau, mais qui peuvent mettre en évidence une présence importante d'un autre paramètre. Elles peuvent concerner également les paramètres organoleptiques (goût, odeur, couleur).

Tableau 1: Tableau comparatif entre les normes algériennes, françaises, l'OMS et l'Union européenne

Paramètres	Normes de l'OMS 2006	Normes françaises 2003	Normes de l'Union européenne 1998	Normes algériennes 2011
Paramètres physiques				
pH	entre 6.5 et 9.5	6,5	≥ 6.5 et ≤ 9.5	≥ 6.5 et ≤ 9.5
Conductivité	pas de norme	1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20 °C	2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C	2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C
Température	acceptable	25 °C	25°C	25°C
Turbidité	5 NTU	0,5 NTU	Acceptable pour les consommateurs et pas de changement anormal	5 NTU
Paramètres organoleptiques				
Couleur	Non mentionnée	15 mg/l de platine	Acceptable pour les consommateurs sans couleurs anormales	15 mg/l Platine
Goût (Saveur)	acceptables	Acceptable	Acceptable pour les consommateurs et sans goûts particuliers	4 Taux dilution à 25°C

odeur	Pas de valeur guide	Acceptable	Acceptable pour les consommateurs et sans odeurs anormales	4 Taux de dilution à 12°C
Eléments toxiques				
Arsenic (As)	0,01 mg/l	0,01 mg/l	0,01 mg/l	0,01 mg/l
Cadmium (Cd)	0,003 mg/l	0,005 mg/l	0,005 mg/l	0,003 mg/l
Chrome (Cr⁺³, Cr⁺⁶)	chrome total: 0,05 mg/l	0,05 mg/l	0,05 mg/l	0,05 mg/l
Cyanure (CN⁻)	0,07 mg/l	0,05 mg/l	0,05 mg/l	0,07 mg/l
Mercure (Hg)	0,006 mg/l inorganique	Non mentionnées	0,001 mg/l	0,006 mg/l
Sélénium (Se)	0,01 mg/l	Non mentionnées	0,01 mg/l	0,01 mg/l
Plomb (Pb)	0,01 mg/l	0,025 mg/l	0,01 mg/l	0,01 mg/l
Antimoine (Sb)	0,02 mg/l	0,005 mg/l	0,005 mg/l	0,02 mg/l
Fer (Fe)	Pas de valeur guide	0,2 mg/l	0,2 mg/l	0,3 mg/l
Manganèse (Mn)	0,4 mg/l	0,05 mg/l	0,05 mg/l	0,05 mg/l
Eléments indésirables				
Aluminium (Al)	0,2 mg/l	0,2 mg/l	0,2 mg/l	0,2 mg/l
Cuivre (Cu²⁺)	2 mg/l	2 mg/l	2,0 mg/l	2 mg/l
Ammonium (NH₄⁺)	0,5 mg/l	0,1 mg/l	0,50 mg/l	0,5 mg/l
Argent (Ag)	0,05 mg/l	Non mentionnées	Non mentionnées	0,1 mg/l
Fluorures	1,5 mg/l	1,5 mg/l	1,5 mg/l	1,5 mg/l
Nitrates	50 et 3 mg/l (exposition à court terme).	50 mg maximum par litre	50 mg/l	50 mg/l
Nitrites	0,2 mg/l (exposition à long terme)	0,1 mg/L	0,50 mg/l	0,2 mg/l
Zinc (Zn)	3 mg/l	Non	5 mg/l	5 mg/l

		mentionnées		
Bore(B)	0.5 mg/l	1 mg/l	1 mg/l	1 mg/l
Pesticides	Non mentionnées	0,0005mg/l	0.0001mg/l	0.0001mg/l
Hydrocarbures aromatiques polynucléaires	0,0001mg/l	0,0001mg/l	0.0001mg/l	0,0002mg/l
THM(Trihalométhanes)CCl_4	0,004 mg/l	0 ,15 mg/l	0.00001mg/l	0,1 mg/l
Minéralisation globale				
CalciumCa^{2+}	100 mg/l	Non mentionnées	Non mentionnées	200 mg/l
Chlorures(Cl)	250 mg/l	0,0005mg/l	250 mg/l	500 mg/l
Magnésium (Mg^{2+})	50 mg/l	Non mentionnés	Non mentionnés	Non mentionnés
Dureté($CaCO_3$)	200 ppm	Non mentionnées	Non mentionnées	200 mg/l
Sodium(Na)	20 mg/l	200 mg/l	200 mg/l	200 mg/l
Potassium (K^+)	12 mg/l	Non mentionnées	Non mentionnées	12 mg/l
Sulfates(SO_4)	500 mg/l	250 mg/l	250 mg/l	400 mg/l
Paramètres microbiologiques				
Coliformes totaux et fécaux	0 nb/100ml	Non mentionnées	Non mentionnées	Non mentionnées
Streptocoques fécaux	0 nb/100ml	Non mentionnées	Non mentionnées	Non mentionnées
Clostridium Sulfito-Réducteurs	0 nb/100ml	Non mentionnées	Non mentionnées	Non mentionnées
Staphylocoques pathogènes	0 nb/100ml	Non mentionnées	Non mentionnées	Non mentionnées
Spoires des bactéries	0nb/20ml	Non mentionnées	Non mentionnées	Non mentionnées
Bactéries sulfitoréductrices et spores	Non mentionnées	0nb/100ml	0nb/100ml	0 nb/20ml

Escherichiacoli et entérocoques	Non mentionnées	0nb/100ml	0nb/250ml	0nb /100ml
Pseudomonas aeruginosa	Non mentionnées	Non mentionnées	0nb/250ml	Non mentionnées
Enterococci	Non mentionnées	Non mentionnées	0nb/250ml	Non mentionnées

Contrôles de la désinfection

L'eau naturelle n'est pas directement consommable : il faut la traiter afin de la rendre potable. Avant d'arriver à nos robinets, l'eau captée dans la nature doit subir une série d'opérations dans une usine de traitement.

Il existe ainsi près de 63 critères pour une eau propre à la consommation : ces critères, décidés selon le principe de précaution maximale qui permet de protéger les personnes dont la santé est la plus fragile, portent sur plusieurs paramètres fixés

Voici les principaux paramètres définissant la qualité de l'eau potable:

Les paramètres organoleptiques

Sont liés à la couleur, à la saveur et à l'odeur de l'eau. En résumé, afin d'obtenir une qualité organoleptique, l'eau doit être agréable à boire, claire, fraîche et sans odeur. C'est d'ailleurs principalement pour ces aspects que le consommateur apprécie la qualité d'une eau. Néanmoins, il faut tout de même noter que ce sont des paramètres de confort. En effet, ces critères n'ont pas de valeur sanitaire directe. Une eau peut être trouble, colorée ou avoir une odeur particulière et néanmoins être consommable.

Les paramètres physico-chimiques

Correspondent aux caractéristiques de l'eau telles que le pH, la température et la conductivité. Ils concernent donc tout ce qui est relatif à la structure naturelle de l'eau et délimitent des concentrations maximales pour un certain nombre d'éléments, notamment des ions comme les chlorures, le potassium et les sulfates.

Tableau 2: La conductivité de différents types de l'eau

Eau déminéralisée	$c=0.005$ mS/cm
Eau de pluie	$10 < c < 80$ mS/cm
Eau peu minéralisée, domaine granitique	$30 < c < 100$ mS/cm
Eau moyennement minéralisée, domaine des roches carbonatées	$300 < c < 500$ mS/cm
Eau très minéralisée, saumâtre ou saline	$500 < c < 1000$ mS/cm

Tableau 3: Turbidité usuelles de l'eau

Eau incolore	NTU < 5
Eau légèrement colorée	$5 < \text{NTU} < 30$
Eau colorée	$\text{NTU} > 50$
Eau de surface "Africaine"	$\text{NTU} > 200$

NTU: Unité de turbidité néphélogométrique

Les paramètres concernant les substances «indésirables»

Concernent des substances dont la réglementation tolère la présence en faible quantité. On peut citer par exemple la teneur maîtrisée en fluor, en nitrates, en nitrites, en sels minéraux...

Les paramètres concernant les substances toxiques

Telles que les pesticides, les métaux lourds comme le plomb ou le chrome... Les teneurs tolérées sont extrêmement faibles car ce sont des poisons mortels pour l'homme.

Les paramètres microbiologiques

Permettent de vérifier que l'eau ne contient pas de germes pathogènes (c'est-à-dire bactéries, virus, parasites...) qui provoqueraient des maladies chez les consommateurs. C'est le critère le plus important concernant la potabilité de l'eau.

3.1 Escherichia

Escherichia coli, également appelé colibacille ou *E.coli*, est une bactérie intestinale des mammifères très commune chez l'humain. La recherche de *Escherichia-coli* dans l'eau d'alimentation est faite pour apprécier sa potabilité, et sa présence dans l'eau est le témoin d'une contamination fécale récente et la rend impropre à la consommation, elle se développe en 24 heures à 37°C sur les milieux gélosés, en donnant des colonies rondes, lisses, à bord régulier de 2 à 3 mm de diamètre.



Figure 1: Colonie de *Escherichia coli*

Salmonella

C'est une entérobactérie responsable de gastro-entérite, toxi-infection alimentaire et des fièvres typhoïde et paratyphoïde (*S. typhi* et *S. paratyphi*). La transmission de ces deux derniers se fait surtout par l'eau potable lors des épidémies étendues. Mais le contact direct ou les aliments peuvent également être en cause dans la propagation. Le contrôle bactériologique strict des eaux de consommation ainsi que la surveillance du réservoir de germes (porteurs) expliquent la diminution spectaculaire des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes dans les pays à hygiène développée.



Figure 2 : *Salmonella typhimurium*

Vibrio

Cesont despetitsbacilles,de formes fréquemment incurvéesdites"envirgule",l'espèce la plus connue du genre Vibrio est Vibrio cholerae : agent responsable du choléra. La transmission se fait par voie orale à partir du milieu extérieur (eaux ou aliments) souillé par les selles, le vibron cholérique a une extraordinaire capacité de multiplication.



Figure3: Labactérie *Vibrio cholerae*

Clostridium

Ce sont des bactéries très répandues dans la nature, elles se trouvent dans les intestins des animaux, elles peuvent provoquer des maladies mortelles. La plupart des espèces de Clostridium sont des bactéries telluriques, mais sont également isolées dans l'intestin et les selles de l'homme et de divers animaux. Ainsi la présence de clostridium dans les eaux ou les aliments par exemple signe en général, une contamination fécale.



Figure4: Labactérie *Clostridium*

Streptococcus

Ce sont des bactéries fécales trouvés dans l'eau, l'air et le sol; Parmi les types qui provoquent des maladies on peut citer Streptococcus pyogènes, qui sont responsables de l'inflammation septique des amygdales, des glandes lymphatiques et des angines.



Figure5:Les bactéries de *Streptococcus pyogènes*