

Hygiène de l'eau (2)

EFFETS SUR LA SANTÉ

La pathologie infectieuse

Formes de manifestations des infections hydriques

Épidémie - maladie acquise par un nombre relativement élevé de personnes dans une région donnée durant un intervalle de temps relativement court. En d'autres termes, c'est le développement et la propagation rapide d'une maladie contagieuse, le plus souvent d'origine infectieuse (les maladies infectieuses sont causées par des micro-organismes pathogènes, tels que les bactéries, les virus, les parasites ou les champignons). Ces maladies peuvent se transmettre, directement ou indirectement, d'une personne à l'autre, dans une population. En pratique, ce terme est très souvent utilisé à propos de maladie infectieuse et contagieuse.

Endémie - la persistance dans une région d'une maladie infectieuse et contagieuse, frappant une grande partie de la population. L'endémie peut régner de façon constante dans cette région ou bien y revenir à des époques précises. On parle d'endémie quand une situation pathologique, en particulier infectieuse, prend une allure à la fois permanente, chronique et diffuse à l'intérieur d'une zone géographique donnée.

Les cases sporadiques – l'apparition des maladies isolés

Maladies bactériennes: dysenteries (*shigella dysenteriae*), fièvre typhoïde (*salmonella typhi*), salmonellose (autres salmonelles), choléra (*vibrio cholerae*), tuberculose (*b. Koch*), leptospirose (*leptospira*), légionellose (légionelles)

Leptospirose

Cause - Bactérie du genre *Leptospira*

Transmission

- De nombreux animaux sauvages ou domestiques sont porteurs de la bactérie qui cause la leptospirose : rongeurs, raton laveur, chien, vache, porc, cheval, mouton et agneau.
- Les rongeurs sont les principaux porteurs, en particulier le rat. Lorsqu'un animal infecté urine, la bactérie qui cause la maladie pénètre dans le sol ou dans l'eau qui se trouve à proximité.
- La bactérie peut survivre plusieurs jours dans la terre humide et plusieurs semaines dans l'eau.
- Les températures élevées, les fortes averses et les inondations fournissent à la bactérie des conditions favorables à sa multiplication et à sa survie.
- Une personne contracte la leptospirose lorsqu'elle entre en contact avec la bactérie. Celle-ci pénètre habituellement sous la peau par une coupure ou une égratignure ou par une muqueuse telle que le nez, la bouche ou les yeux.
- L'exposition indirecte par contact avec de l'eau, de la terre ou des aliments contaminés est le mode d'exposition le plus courant, mais les personnes qui travaillent avec

des animaux peuvent devenir infectées après avoir été exposées directement aux animaux ou après avoir inhalé des gouttelettes (aérosols) contaminées.

Symptômes

- Ils se manifestent 2 jours à 3 semaines après l'infection.
- Ils comprennent de la fièvre, des maux de tête, des frissons, des nausées, des vomissements, de la diarrhée, des douleurs musculaires (en particulier dans les mollets et les cuisses), une éruption cutanée et des douleurs oculaires qui apparaissent subitement et persistent 4 à 9 jours.
- Dans certains cas, la leptospirose se manifeste seulement comme une maladie d'allure grippale bénigne.
- Dans les cas plus graves, des symptômes plus sérieux peuvent être présents : saignements sous la peau, jaunisse (jaunissement de la peau et des yeux), insuffisance rénale et/ou hépatique, méningite et douleurs thoraciques. La forme grave de la leptospirose est connue sous le nom de maladie de Weil.
- La leptospirose est souvent confondue avec la méningite, l'encéphalite ou la grippe.

Légionellose

La légionellose (ou maladie du légionnaire) est une infection provoquée par des bactéries du genre *Legionella*. Ces bactéries fréquentes dans l'environnement naturel se développent dans les milieux humides (cours d'eau, lacs, sols gorgés d'eau...). Elles peuvent proliférer dans certains milieux aquatiques artificiels tels que les installations sanitaires (douches, bains, robinets), les systèmes de climatisation et les dispositifs de refroidissement (tours aéroréfrigérantes, circuits de refroidissement industriel), les bassins et fontaines, les eaux thermales et les équipements médicaux producteurs d'aérosols. Lorsqu'elles prolifèrent, ces bactéries peuvent être à l'origine de maladies chez l'homme. La contamination se fait par inhalation d'aérosols de fines gouttelettes contaminées (diamètre inférieur à 5 microns). Il n'y a pas contamination par ingestion, par contact cutané ou par transmission inter-individus.

► L'INFECTION se traduit par deux formes :

- une forme bénigne, ressemblant au syndrome de la grippe, caractérisée par une forte fièvre, des douleurs musculaires et des maux de tête. Cette forme, appelée fièvre de Pontiac, passe le plus souvent inaperçue ;
- une forme grave, la maladie du légionnaire, qui se présente sous la forme d'une infection pulmonaire grave, avec douleurs thoraciques, toux, essoufflement, fièvre élevée et grande fatigue. Bien qu'il existe un traitement antibiotique, le taux de mortalité est de 5 à 20 %. Les personnes fragilisées telles que les personnes âgées, les sujets immunodéficients (du fait d'une pathologie ou d'un traitement), les patients souffrant d'insuffisance respiratoire... sont beaucoup plus sensibles au risque de contracter la forme grave de la maladie.

Maladies virales: enteroviroses (poliovirus, echo, coxsackie), hépatites (v. de l'hépatite A)

Les symptômes sont très variés: éruptions cutanées, fièvre, gastro-entérite, conjonctivite, méningo-encéphalites.

Parasitoses: Amibiase ou dysenterie amibienne (*Entamoeba histolytica*), lambliaze (*giardia lamblia*), schistosomiase/bilharziose (*schistosoma*), fasciolose (*fasciola*), échinococcose

(echinococcus), ascaridiose (ascaris), teniase (tenia), trichiurase (trichuris trichiura), toxoplasmose (toxoplasma gondi).

La pathologie non-infectieuse

LES NITRATES

Les nitrates sont produits normalement dans la terre par des bactéries qui les synthétisent soit par fixation de l'azote atmosphérique, soit par décomposition de matières organiques d'origine végétale ou animale.

Origine de l'excès des nitrates

La présence naturelle des nitrates dans le sol, l'eau et les plantes n'a pu devenir un problème sanitaire important qu'en raison de l'utilisation intensive depuis la Seconde Guerre mondiale de fertilisants azotés pour augmenter le rendement de la production agricole. Parallèlement, de nouvelles techniques agronomiques ont été mises en oeuvre et ont eu, pour conséquences, d'accroître la quantité d'azote nécessaire. Simultanément, l'élevage s'est intensifié, spécialisé, s'effectuant même « hors sol ». D'énormes quantités de lisiers sont ainsi produites. L'homme est, également, producteur de cinq kilos d'azote par an, contenu dans ses déjections. Les eaux usées des villes sont donc aussi une source de pollution nitratée des eaux superficielles et littorales. En quinze ans, les teneurs en nitrates se sont multipliées par cinq et, dans certaines régions, la concentration augmente chaque année de 1 à 3 mg/l.

Un tiers des nitrates sont d'origine domestique et industrielle mais deux-tiers proviennent de l'agriculture et de l'élevage.

En général, les eaux de surface sont moins chargées en nitrates que les eaux souterraines où la dénitrification ne peut avoir lieu. Les concentrations peuvent être très élevées dans l'eau des puits creusés dans les zones rurales mais aussi dans celles à fort peuplement.

Le devenir des nitrates dans l'organisme

Les nitrates ingérés sont rapidement métabolisés en nitrites par la microflore bactérienne dans les parties du tube digestif où l'acidité n'est pas trop forte (pH élevé). Les nitrites réagissent ensuite avec l'hémoglobine en donnant la méthémoglobine, pigment inapte au transport de l'oxygène mais qui chez l'adulte est rapidement converti en oxyhémoglobine grâce à des systèmes enzymatiques. D'autre part, les nitrites peuvent s'unir avec des vitamines créant des avitaminoses malgré une alimentation vitaminée et surtout avec des aminés pour former alors des nitrosamines dont certaines sont cancérogènes.

Les risques pour la santé humaine

L'excès d'ingestion de nitrates peut avoir des conséquences pour l'homme principalement aux deux pôles de sa vie, nourrisson et troisième âge, et, selon deux modes : à court terme avec la méthémoglobinémie ou à plus long terme avec la

cancérogénèse.

La méthémoglobinémie

La mise en cause des nitrates dans cette pathologie date de 1945 grâce à Comly. Cette maladie qui peut être fatale atteint essentiellement les nourrissons pour des raisons métaboliques.

Dans les premiers mois de la vie, le pouvoir d'absorption par rapport au poids corporel est plus grand. La transformation des nitrates en nitrites est limitée par l'acidité gastrique. Or, elle est très faible chez le nourrisson, ce qui permet à la population bactérienne de croître et d'engendrer une forte production de nitrites. Par ailleurs, le nourrisson est dépourvu des systèmes enzymatiques capables de transformer la méthémoglobine en oxyhémoglobine. La prédisposition à cette affection se situe au cours du premier semestre, et, plus particulièrement pendant les trois premiers mois. Les prématurés sont encore plus sensibles que les enfants nés à terme.

La pathologie provoquée est celle du « bébé bleu ». Une telle coloration cutanée apparaît par mauvaise oxygénation des tissus et s'accompagne de difficultés respiratoires et de vertiges.

Les bébés nourris au biberon sont soumis à ce risque si l'eau qui sert à reconstituer le lait contient un taux excessif de nitrates qui, de plus, sera augmenté par l'évaporation produite par une ébullition prolongée. Les cas de maladie bleue du nourrisson sont très souvent liés à l'utilisation d'eaux de puits. Les femmes enceintes risquent de boire régulièrement une eau riche en nitrates. Or, des travaux ont montré que la méthémoglobinémie est inductible par voie transplacentaire, particulièrement chez les femmes souffrant de faible acidité gastrique.

Des enquêtes ont signalé que la méthémoglobinémie était peu fréquente dans les régions où la consommation de jus d'agrumes est élevée. Ainsi, l'O.M.S. a suggéré des recherches sur l'influence de l'acide ascorbique pour éviter la transformation des nitrates en nitrites.

Le risque de cancer

Les nitrites formés après l'absorption de nitrates produisent, à leur tour, des nitrosamines. Plus de 80 % d'une centaine de nitrosamines et nitrosamides testées sur l'animal se sont révélées de puissants cancérogènes. Les données épidémiologiques et cliniques chez l'homme sont encore très faibles mais l'O.M.S. juge « hautement probable » la cancérogénicité de ces substances chez l'homme. Plusieurs études sur le cancer de l'estomac constatent que sa fréquence est plus élevée dans les régions où l'eau est riche en nitrates. Cette corrélation a été mise en évidence en Chine, en Angleterre, en Colombie, au Danemark, en Espagne et en Bretagne mais reste néanmoins controversée. Il existe maintenant un marqueur biologique permettant de connaître l'importance de la formation endogène de nitrosamines. En effet, après l'administration de proline réagissant avec les nitrites, le dosage de nitrosoproline éliminée dans les urines peut être

corrélée avec le risque de cancer de l'estomac et de l'œsophage.

L'eau n'est pas le seul apport de nitrates dans l'alimentation. Pour une évaluation correcte des risques pour la santé, à la teneur en nitrates de l'eau, s'ajoute celle de la nourriture. Or, des quantités considérables de nitrates sont présentes dans certains aliments.

Dans les végétaux, ce sont les feuilles et les racines qui stockent préférentiellement les nitrates. Des plantes potagères telles que les épinards, la laitue, le chou, le céleri sont riches en nitrates mais ce sont des légumes-racines, navets, betteraves, radis, carottes, pommes de terre, qui peuvent présenter des concentrations très élevées. D'autre part, les salades cultivées en hiver sous serres contiennent deux fois plus de nitrates que les salades cultivées en plein air et en été.

La rapidité avec laquelle les épinards transforment les nitrates en nitrites a suscité de nombreuses études sur ce légume. Il y a un rapport évident entre l'accumulation de nitrates dans les épinards et la quantité d'engrais utilisés pour sa culture. Après quatre jours de conservation des épinards à température ambiante, il y a déjà une forte transformation des nitrates en nitrites. De même, dans des épinards surgelés, trop lentement décongelés à température ambiante, on observe des teneurs élevées de nitrites.

Très utilisés comme conservateurs de produits carnés et de poissons, les nitrates et les nitrites ont alors pour but de protéger contre le botulisme, de stabiliser la coloration des viandes et charcuteries avec une couleur rose et de développer un arôme caractéristique. C'est dans le jambon que l'on a décelé les teneurs les plus élevées en nitrites. Dans le bacon, le taux de nitrosamines augmente avec la température et la durée de friture. Les additifs alimentaires identifiés de E 249 à E 252 sur les emballages des produits sont des nitrates ou des nitrites (E 249 : nitrite de potassium, E 250 : sel nitrité, E 251 : nitrate de sodium, E 252 : nitrate de potassium connu depuis le Moyen Age sous l'appellation « salpêtre »). Dans l'industrie alimentaire, la quantité de nitrites et nitrates ne peut excéder 150 mg/kg. Dans les aliments des bébés, la limitation est de 50 mg/kg.

Les ustensiles en aluminium utilisés pour la cuisson des aliments ou le chauffage de l'eau riche en nitrates favorisent la formation de nitrites. Enfin, la fumée de tabac contient des nitrosamines et représente une exposition complémentaire.

Suivant les habitudes alimentaires et tabagiques, la part de l'alimentation dans la quantité de nitrates absorbés varie selon les individus qui, s'ils ne mangent pas de salaisons et de légumes, en ingèrent très peu.

LES PRODUITS ORGANO-HALOGÉNÉS. Le groupe des composés organo-halogénés renferme une grande variété de molécules très largement utilisées dans la fabrication de pesticides, de matières plastiques, de gaz propulseurs d'aérosols, de liquides cryogènes... Dans ce groupe de composés, quatre substances soulèvent de très gros problèmes de toxicité :

- les insecticides organochlorés, comme le DDT par exemple ;

divers de chloration. Ces composés sont utilisés comme liquides isolants dans l'industrie électrique et interviennent dans la fabrication des matières plastiques, des peintures et des huiles;

- les dioxines, qui se forment spontanément lors de réactions chimiques mettant en jeu des composés organo-halogénés. On les rencontre à l'état d'impureté dans certains insecticides et défoliants ;
- les fréons, utilisés comme liquides cryogènes ou comme gaz propulseurs des aérosols.

Ces produits sont des contaminants redoutables des écosystèmes. Ils sont à l'origine de la pollution diffuse des milieux aquatiques au niveau desquels ils parviennent soit par ruissellement et lessivage des sols, soit par retombées atmosphériques après avoir été transportés par le vent. En raison de leur faible biodégradabilité et de leur forte solubilité dans les graisses, ces composés organochlorés ont une grande aptitude à être accumulés le long des chaînes alimentaires. Les conséquences de la contamination des milieux sont multiples :

- **diminution de l'activité photosynthétique des végétaux ;**
- **apparition de populations d'insectes ravageurs résistants aux insecticides ;**
- très forte toxicité chez de nombreuses espèces animales ;
- contamination de l'organisme humain, lorsque l'homme est situé en bout de chaîne alimentaire. La présence de tels produits dans les tissus humains est corrélée avec le développement de tumeurs malignes et l'accroissement des phénomènes allergiques.

► La RADIOACTIVITÉ. Les éléments radioactifs existent à l'état naturel dans l'environnement. Ils résultent de l'altération des roches et de l'interaction des rayons cosmiques avec les nucléides présents dans l'atmosphère. Depuis la Seconde Guerre mondiale, des sources artificielles de radioactivité sont apparues :

les essais d'armes atomiques dans l'atmosphère ont provoqué la retombée de nombreux éléments radioactifs (césium 137, strontium 90, plomb 239 et 240...), jusqu'en 1962, date de la signature du traité limitant les essais nucléaires dans l'atmosphère ;

- le développement des usages pacifiques de l'énergie nucléaire à des fins de production d'électricité a pris le relais comme source de pollution radioactive.

Les radionucléides sont rejetés dans les milieux aquatiques par plusieurs voies : ils peuvent être entraînés depuis l'atmosphère par les précipitations, lessivés depuis le sol par les eaux de ruissellement ou directement rejetés depuis les installations de l'industrie nucléaire. La mise en œuvre d'un nombre croissant d'installations de divers types a entraîné une augmentation du nombre et de la concentration de radionucléides présents dans le milieu aquatique. Ce type de pollution est particulièrement préoccupant en raison de la multiplication des sources et des dangers qu'elles représentent, dangers tragiquement illustrés par la catastrophe de Tchernobyl en 1986.

En terme de santé, le risque principal réside dans la contamination de la nourriture en liaison avec la bioconcentration des radioéléments le long des chaînes trophiques. Cette contamination se traduit par une augmentation de la probabilité d'apparition de cancers et par l'induction de mutations génétiques. Les radioéléments les plus dangereux sont ceux qui possèdent une activité biologique spécifique intense, telle que l'iode 131, qui se fixe très rapidement dans la thyroïde, ou ceux qui possèdent une période longue, comme le strontium 90, qui leur permet d'irradier longtemps l'organisme qu'ils contaminent.

LES FLUORURES

Diverses campagnes sanitaires mais aussi commerciales ont médiatisé le rôle de protection du fluor contre la carie dentaire. Si la présence d'une faible quantité de fluor dans l'eau de boisson peut être bénéfique, une teneur trop élevée a des effets nocifs sur la santé. Certains pays ont pensé souhaitable de pratiquer la fluoration de l'eau tandis que d'autres sont confrontés au coût de la défluoration.

Les voies d'absorption du fluor

L'eau de boisson

Ce sont surtout les eaux souterraines traversant des roches riches en fluorures, comme la fluorapatite, qui ont les teneurs les plus élevées de fluor. Ce problème est majeur dans certaines contrées d'Algérie, du Kenya, de Tanzanie, d'Ethiopie, d'Argentine comme la Pampa.

Par contre, dans les pays industrialisés, des rejets de fluor plus ou moins accidentels peuvent être déversés dans les eaux superficielles. En effet, l'industrie de l'aluminium, la métallurgie, les briqueteries utilisent largement les fluorures.

D'autre part, une consommation trop régulière d'eaux minérales comme Vichy Célestin et St-Yorre, contenant respectivement 5,3 mg/l et 7 mg/l de fluor, peut être à l'origine de fluorose.

La quantité de fluorures ingérée avec l'eau a d'autant plus d'importance qu'elle est absorbée en totalité tandis que les fluorures des aliments ne le sont qu'à 25 %. La part de l'eau peut, selon les cas, représenter 50 à 75 % de l'absorption totale.

Enfin, l'eau est utilisée en cuisine et pour la préparation de boissons chaudes telles que le thé qui est le végétal le plus riche en fluor avec des teneurs atteignant 150 mg/kg.

Les aliments

Toutes les denrées contiennent actuellement des traces de fluorures mais l'apport alimentaire le plus important est représenté par le poisson. Certaines espèces peuvent en contenir jusqu'à 100 mg/kg. Les dattes sont très riches en fluor, 20 mg/kg. Aussi les populations à risque sont celles alimentées par une eau fluorée, buvant de grandes quantités de thé et consommant beaucoup de dattes.

Autres produits

Dans les régions où l'eau est pauvre en fluorures, la recommandation d'une prise fluorée supplémentaire a incité à incorporer du fluor à une foule de produits : les dentifrices, les gommes à mâcher, les bains de bouche, les complexes vitaminiques et les médicaments. La teneur fluorée des dentifrices est de 1 mg/Kg. Chaque brossage de dents peut entraîner l'absorption d'environ 50 *ng* de fluorures, estime l'O.M.S.

L'air

Les fluorures dans l'air sont surtout présents près des installations industrielles. Toutefois, l'exposition par inhalation est insignifiante par rapport à l'ingestion.

L'affinité du fluor pour l'os. A cause de son affinité pour le calcium, le fluor absorbé est incorporé dans l'ensemble du squelette et plus faiblement dans les dents.

Les altérations dentaires

Si le grand public est informé du rôle protecteur du fluor contre la carie dentaire, il méconnaît les conséquences d'un excès de fluor.

Le fluor introduit dans l'émail augmente sa résistance au milieu acide buccal. Une corrélation entre la diminution de fréquence des caries et l'augmentation des fluorures dans l'eau a été fréquemment constatée mais jusqu'à une concentration de 1 mg/l. Au-delà de cette teneur, les dents peuvent se tâcher et se marbrer. L'émail perd son éclat car le fluor remplace alors le calcium. Les dents changent de couleur pour devenir plus foncées. Cela survient généralement chez les enfants dont les dents permanentes sont en cours de minéralisation et également chez les personnes souffrant d'insuffisance rénale ou buvant beaucoup.

Les altérations osseuses

La fluorose du squelette entraîne une déminéralisation osseuse par manque de calcium évoluant vers une ostéoporose et une fragilité des os tandis que, paradoxalement, certaines autres régions de l'os s'hypercalcifient.

Singulièrement, le fluor est actuellement proposé comme thérapie des fractures vertébrales dues à des tassements par ostéoporose. Mais ce traitement augmente les besoins de calcium qui doivent être compensés et accompagnés de vitamine D2. En outre, si la thérapie par fluor oral diminue le risque de fracture vertébrale elle double celui de fracture du col du fémur. Il semblerait que le fluor augmente la résistance de l'os à la compression mais la diminue à la traction.

Les effets du fluor sur la santé sont bénéfiques pour une quantité optimum et deviennent ensuite négatifs surtout chez les enfants lors d'une absorption trop importante.

IODE

L'iode est un oligo-élément essentiel à la vie humaine.

L'essentiel de l'iode est d'origine maritime. Du fait des précipitations, il se retrouve de manière inégale dans les terres, et donc, dans les différentes plantes consommées. La source de l'iode alimentaire dans les pays européens et aux États-Unis se trouve principalement dans les poissons, les fruits de mer et les algues.

L'iode est absorbé sous forme d'ions au niveau de l'estomac et du duodénum. Il est stocké principalement dans la thyroïde et excrété dans les urines.

Il sert exclusivement à fabriquer les hormones thyroïdiennes, la [thyroxine](#) (T₄) et la [triiodothyronine](#) (T₃), qui agissent sur à peu près toutes les [cellules](#) du corps en augmentant le [métabolisme de base](#), la [synthèse des protéines](#), la croissance des [os longs](#) (de concert avec l'[hor-](#)

[mone de croissance](#)), le développement [neuronal](#) et la sensibilité aux [catécholamines](#), telles que l'[adrénaline](#).

Son absence provoque une turgescence de la glande, qui se manifeste par un goitre. La carence en iode entraîne un retard de croissance (nanisme) et divers troubles mentaux. La carence grave peut causer divers désordres mentaux (crétinisme, surtout autrefois observé chez les populations éloignées des régions maritimes, notamment en montagne).