



Organisation mondiale de la Santé

**Directives pour la sécurité des eaux de baignade -
Volume 1 . Eaux côtières et eaux douces**

**Genève
2004**

1

Organisation mondiale de la Santé, 2004

Résumé d'orientation

Le présent volume des Directives pour la sécurité des eaux de baignade expose l'état actuel des connaissances sur les risques pour la santé que présentent les loisirs dans les eaux côtières et intérieures, à savoir les noyades et les traumatismes, l'exposition au froid, à la chaleur, au soleil, l'insalubrité de l'eau (parce qu'elle est polluée par les eaux usées ou parce qu'elle contient naturellement des micro-organismes pathogènes), la contamination du sable des plages, les micro-algues et les substances qu'elles libèrent, les contaminants chimiques ainsi que les organismes aquatiques dangereux. Il est également indiqué comment éviter ces dangers et surveiller les risques.

Les directives ont été élaborées dans l'intention de protéger la santé publique. Le but n'est pas de dissuader les usagers mais de faire en sorte que les eaux de baignade soient les plus sûres possibles afin que le plus grand nombre puisse en profiter pleinement. Les risques doivent être mis en balance avec les effets extrêmement bénéfiques de ce type de loisirs sur la santé et le bien-être : repos, détente et exercice physique.

Prévues pour servir à la fois de base à des programmes internationaux et nationaux (y compris normatifs et réglementaires) qui visent à limiter les risques sanitaires dans les eaux de baignade et de cadre à la prise de décisions au plan local, les directives seront également une référence utile pour les industriels et les exploitants qui développent des projets d'aménagement des ressources aquatiques car elles les aideront à apprécier les répercussions de leurs projets sur la santé, et notamment à faire des études d'impact sur l'environnement et sur l'hygiène du milieu.

Les informations données sont généralement valables pour toutes les eaux côtières et intérieures utilisées à des fins de loisirs. Les options choisies par les autorités nationales ou locales en application des directives, y compris les seuils de tolérance, varieront selon les caractéristiques sociales, culturelles, écologiques et économiques du site, selon ce que l'on sait des modes d'exposition, de la nature et de la gravité des dangers et selon l'efficacité des mesures de sécurité.

Les directives indiquent :

- l'échelon auquel doivent être gérées les eaux de baignade ;
- la concentration de constituants qui ne présente pas de risque notable pour la santé de groupes importants d'usagers ;
- les conditions dans lesquelles une exposition est peu probable ; ou
- les deux derniers éléments à la fois.

Quand une directive n'est pas respectée, il faut trouver la cause de cet échec et déterminer s'il est probable que le cas se reproduise, prendre contact avec les autorités de santé publique pour savoir s'il est nécessaire d'intervenir immédiatement afin de réduire l'exposition au risque, et, le cas échéant, prendre des mesures pour empêcher ou limiter à l'avenir toute exposition dans des circonstances similaires.

Prévention des noyades et des traumatismes

La noyade, définie comme la mort provoquée par l'arrêt de la fonction respiratoire suite à l'immersion dans un liquide, est une cause importante de décès partout dans le monde, en particulier chez les enfants de sexe masculin. La quasi-noyade est aussi un problème grave car elle peut entraîner des séquelles permanentes. Le taux de rétablissement après une quasi-noyade est parfois plus faible chez les jeunes enfants que chez les adolescents et les adultes. Les études montrent que le pronostic vital dépend plus de l'efficacité des premiers secours et de la réanimation que de la qualité des soins hospitaliers reçus par la suite.

Les noyades surviennent pendant la baignade mais aussi à l'occasion d'autres activités de loisir où le corps n'est pas forcément en contact avec l'eau, comme la navigation (navires de plaisance, bateaux et canoës) et la pêche. La consommation d'alcool est l'une des causes les plus fréquentes de noyade chez l'adulte, tandis que chez l'enfant, c'est le manque de surveillance qui est le plus souvent à l'origine de l'accident. Par temps froid, le refroidissement par immersion est un facteur de risque supplémentaire.

De tous les sports nautiques, c'est la plongée qui est le plus souvent à l'origine de lésions de la moelle épinière. Les blessures résultant d'un accident de plongée ont presque toujours pour siège les vertèbres cervicales et peuvent se solder par une quadriplégie ou une paraplégie. D'après les données, les accidents de surf sans planche et les chocs contre le fond de l'eau sont les causes les plus fréquentes de lésions médullaires. La consommation d'alcool est aussi un important facteur d'accident. Les autres traumatismes associés aux loisirs nautiques sont les traumatismes crâniens et les lésions cérébrales, les fractures, les luxations, les lésions mineures résultant de chocs, les coupures et les blessures par perforation.

La prévention est le meilleur moyen de réduire l'incidence des traumatismes et des décès en milieu aquatique. De bonnes mesures au niveau local suffisent à éviter la majorité des accidents. Il faut d'abord supprimer ou réduire autant que possible les dangers physiques ou prendre des mesures pour empêcher ou limiter l'exposition humaine. Les dangers physiques qu'il est impossible de maîtriser complètement de cette façon doivent faire l'objet de mesures préventives ou correctives supplémentaires : programmes de prévention des noyades, informations et mises en garde (panneaux, drapeaux, sensibilisation et éducation), surveillance efficace par des équipes de sauveteurs, services de secours, séparation des eaux en différentes zones par des lignes flottantes, des bouées et des balises selon les activités qui y sont pratiquées.

Les sites doivent être inspectés régulièrement pour surveiller les dangers existants ou nouveaux. La fréquence et la programmation des inspections varieront selon les endroits.

Le soleil, la chaleur et le froid

Les loisirs en milieu aquatique exposent parfois l'organisme à un rayonnement solaire intense ainsi qu'à des températures extrêmes.

On distingue trois types de rayons ultraviolets (UV) émis par le soleil selon leur longueur d'ondes : les UVA, les UVB et les UVC. Le filtre protecteur de l'atmosphère diminuant

à mesure que la couche d'ozone s'amenuise, l'homme est exposé à des niveaux plus élevés d'UV, en particulier d'UVB.

La surexposition aux UV peut provoquer des lésions aiguës ou chroniques de la peau, des yeux et du système immunitaire. La réaction aiguë la plus notable à une exposition prolongée aux UV est l'érythème ou inflammation de la peau couramment appelée coup de soleil. La photokératite et la photoconjonctivite sont parmi les autres réactions aiguës. Au nombre des effets chroniques figurent deux grands problèmes de santé publique : le cancer de la peau (carcinome cutané et mélanome malin) et la cataracte. L'exposition chronique aux UV provoque aussi des lésions cutanées dégénératives (taches de rousseur) et accélère le vieillissement de la peau. De plus en plus d'éléments montrent que l'exposition intense à de fortes doses d'UV et l'exposition chronique à de faibles doses d'UV ont un effet immunosuppresseur.

Les ultraviolets n'ont pas que des effets nocifs. Leur bienfait le plus connu est la stimulation de la production de vitamine D dans la peau. On utilise par ailleurs les UV artificiels pour soigner plusieurs maladies et dermatoses, notamment le rachitisme, le psoriasis, l'eczéma et la jaunisse.

Il existe des solutions simples auxquelles il faut impérativement recourir pour protéger la peau, les yeux et le système immunitaire contre l'influence néfaste des UV: éviter de rester longtemps au soleil et ne pas s'exposer en milieu de journée, se mettre à l'ombre, porter des vêtements amples dont le tissu est tissé serré, un chapeau à large bord et des lunettes de soleil enveloppantes. Il faut en outre appliquer généreusement une crème solaire à large spectre et d'un indice de protection égal ou supérieur à 15 sur toutes les parties du corps découvertes et renouveler souvent l'application. Il est urgent d'entreprendre des programmes de sensibilisation aux dangers du soleil pour faire évoluer les modes de vie de façon à ralentir, voire stopper la progression des cancers de la peau. L'indice du rayonnement UV total est utile pour faire prendre conscience de la nocivité d'une surexposition aux ultraviolets et pour inciter les gens à se protéger.

L'immersion dans l'eau froide peut avoir des conséquences très graves. Le contact soudain avec l'eau froide provoque un choc thermique qui diminue les réflexes et dont les conséquences respiratoires et cardio-vasculaires peuvent entraîner la noyade. Généralement, l'immersion soudaine en eau froide se traduit par une incapacité à la nage vraisemblablement à l'origine de la plupart des décès qui surviennent dans ces circonstances. Les précautions consistent notamment à mettre des vêtements protecteurs adaptés pour nager dans l'eau froide ainsi qu'un gilet de sauvetage quand on se trouve à bord d'une embarcation pour éviter que l'eau ne pénètre dans les voies respiratoires en cas de perte de connaissance.

La chaleur peut provoquer des maux graves tels que crampes de chaleur, épuisement par la chaleur et insolation. Les enfants en bas âge, les personnes âgées, les personnes qui prennent des médicaments qui interfèrent avec la régulation thermique, les personnes qui souffrent d'affections chroniques ou qui consomment beaucoup d'alcool sont particulièrement vulnérables. Pour éviter ces risques, il est recommandé de consommer des boissons sans alcool et sans caféine, de compenser la perte de sel due à la sudation et de se tenir à l'ombre. Les troubles causés par la chaleur surviennent généralement lors de variations subites de la température, pendant les vagues de chaleur par exemple.

Pollution fécale et qualité de l'eau

La contamination des eaux de baignade par des matières fécales provoque le plus souvent des maladies intestinales. Un lien de cause à effet a également été établi entre la pollution fécale ou la pollution par les baigneurs eux-mêmes et les infections respiratoires fébriles aiguës, qui sont plus graves que la gastro-entérite.

Les données concernant les effets sur la santé de la pollution des eaux de baignade par des matières fécales concordent ; les seuils de qualité microbiologique des eaux de baignade reposent sur une série d'essais contrôlés randomisés réalisés au Royaume-Uni qui servent d'études de référence. En ce qui concerne l'eau de mer, une relation dose-réponse n'a été mise en évidence qu'avec les entérocoques (streptocoques fécaux) pour les gastro-entérites et les infections respiratoires fébriles aiguës. Les seuils sont exprimés sous la forme du quatre-vingt-quinzième percentile du nombre d'entérocoques pour 100 ml et indiquent de manière simple les niveaux de risque d'après les conditions d'exposition des études de référence.

Les données sont insuffisantes pour pouvoir calculer directement un seuil de qualité de l'eau douce. Si l'on applique à l'eau douce les seuils fixés pour l'eau de mer, le taux de morbidité sera probablement plus faible chez les nageurs. On dispose ainsi d'une marge de sécurité en l'absence de données épidémiologiques valables pour l'eau douce. Les études en cours devraient fournir des informations utiles pour calculer les seuils en eau douce.

Les seuils doivent être interprétés ou modifiés en fonction des circonstances régionales ou locales, à savoir la nature et la gravité des maladies endémiques, le comportement de la population, les modes d'exposition, les facteurs socioculturels, économiques, écologiques et techniques, et la menace d'autres maladies sans lien avec les eaux de baignade.

La classification initiale d'un lieu de baignade se fait d'après la pollution visible (présence de matières fécales humaines observée lors de l'inspection sanitaire des plages et des captages) et la numération des bactéries fécales qui servent d'indicateurs (évaluation de la qualité de l'eau en fonction de la charge microbienne). Les inspections sanitaires doivent porter au moins sur les trois sources de pollution fécale les plus importantes du point de vue de la santé publique : les égouts, les rejets dans les cours d'eau (déversement d'eaux usées dans des cours d'eau utilisés directement pour les loisirs ou à proximité d'une zone côtière ou d'un plan d'eau utilisés à des fins de loisirs), contamination par les baigneurs eux-mêmes, y compris par les excréments. Lorsque l'influence de l'homme est faible, il convient d'enquêter sur la présence de matières fécales d'origine animale.

Pour évaluer la qualité microbiologique de l'eau, il faut un programme d'échantillonnage représentatif des conditions d'utilisation du milieu aquatique à des fins de loisirs. Il est important de recueillir suffisamment d'échantillons pour estimer les densités auxquelles les usagers sont vraisemblablement exposés. Plus il y a d'échantillons, plus l'estimation du quatre-vingt-quinzième percentile est précise. Les résultats sont beaucoup plus complets si l'on rassemble des données sur plusieurs années, à moins que les conditions locales (la pollution) semblent avoir changé. Pour des raisons pratiques, il est bon d'avoir

au moins 100 échantillons recueillis sur une période de 5 ans et une série de données portant sur 5 années consécutives pour évaluer la qualité microbiologique de l'eau.

On peut conjuguer les résultats de l'inspection sanitaire et ceux de l'évaluation de la charge microbienne pour classer les eaux de baignade en cinq catégories suivant leur qualité : très bonne, bonne, correcte, mauvaise, très mauvaise. Il est conseillé, après cette classification initiale, de soumettre les sites de toutes les catégories à une inspection sanitaire annuelle (pour déterminer si les sources de pollution ont changé) et à un contrôle continu de la qualité de l'eau.

La possibilité d'améliorer le site en le gérant différemment afin de réduire le risque d'exposition humaine aux microbes est un autre critère à prendre en compte dans l'évaluation des eaux de baignade.

Il est recommandé de faire régulièrement des analyses lorsque les concentrations d'entérocoques sont élevées mais, d'après les inspections sanitaires, semblent avoir peu de conséquences sur la santé ou vice versa. Le suivi aide principalement à identifier l'origine de la pollution fécale et donc à évaluer et à maîtriser la contamination des eaux de baignade.

Il peut y avoir dans certaines circonstances un risque de transmission d'agents pathogènes plus dangereux (responsables de l'hépatite infectieuse ou de la typhoïde par exemple). Les autorités de santé publique doivent alors faire preuve de vigilance et prendre les mesures qui s'imposent.

Les groupes de population les plus exposés sont les jeunes, les personnes âgées, les sujets immunodéprimés et les touristes vulnérables aux maladies endémiques. Si ces groupes fréquentent souvent les eaux de baignade, il faut en tenir compte dans l'évaluation et dans la gestion des risques.

Lorsque l'évaluation des eaux de baignade révèle des taux de contamination fécale inacceptables, il faut prendre à la fois des mesures immédiates (avis de santé publique par exemple) et des mesures qui s'étendent sur le long terme (lutte contre la pollution).

Micro-organismes libres

En plus des micro-organismes provenant de la contamination par des matières fécales d'origine humaine ou animale, les eaux de baignade peuvent contenir des agents pathogènes autochtones ou qui, une fois introduits, colonisent l'environnement.

Les bactéries du genre *Vibrio* sont des hôtes naturels du milieu aquatique marin dans les régions tempérées et tropicales. La présence de vibrions n'est pas corrélée avec celle des bactéries qui servent généralement d'indicateurs pour mesurer la pollution fécale, sauf peut-être dans les eaux où des matières de vidange sont déversées pendant une épidémie (principalement de choléra). Etant donné que les vibrions sont omniprésents dans le milieu aquatique, il est impossible de les éliminer par des mesures d'hygiène telles que le traitement et la désinfection des eaux usées. Il semble que le portage et l'excrétion par l'homme jouent un rôle restreint dans l'épidémiologie des infections à vibrions contractées dans les eaux de baignade. En ce qui concerne *V. cholerae*, il faut

généralement au moins 10^6 bactéries pour provoquer le choléra ; or il est peu probable que les personnes qui se baignent ou qui s'adonnent à d'autres activités nautiques ingèrent des vibrions en nombre suffisant pour contracter une gastro-entérite. Toutefois, le risque d'infections extra-intestinales associées aux vibrions pathogènes pour l'homme lors d'activités de loisir en milieu aquatique, en particulier l'infection des plaies et les otites, n'est pas négligeable, même si on ignore la dose infectieuse nécessaire à leur déclenchement.

Les espèces d'*Aeromonas* font partie de la flore aquatique naturelle et sont présentes dans toutes les eaux de surface, douces ou marines, et leur nombre augmente pendant les mois les plus chauds de l'année. En clinique, les isollements de ces microbes révèlent la même distribution saisonnière. Ils peuvent se trouver en quantité importante dans les habitats pollués ou non et leur densité varie de <1 à 1000 cellules par ml. Les eaux usées en contiennent aussi parfois en forte concentration (10^6 - 10^8 cellules par ml). Il est établi que *Aeromonas* joue un rôle dans plusieurs maladies humaines, dont la gastro-entérite. Des cas d'infection des plaies ont été décrits chez des sujets en bonne santé après fréquentation d'eaux de baignade, ainsi que des cas de pneumonie après ingestion d'eau contaminée.

Les amibes libres sont des protozoaires unicellulaires présents dans la plupart des sols et des milieux aquatiques. Sur les centaines d'espèces d'amibes libres qui existent, seuls les genres *Acanthamoeba*, *Naegleria fowleri* et *Balamuthia mandrillaris* sont connus pour causer une infection humaine, souvent mortelle. *Acanthamoeba* a été isolé dans les eaux naturelles et artificielles. Certaines espèces sont pathogènes pour l'homme et causent deux maladies du système nerveux central distinctes cliniquement : l'encéphalite amibienne granulomateuse et la kératite (inflammation de la cornée). *Naegleria fowleri*, présent dans les eaux thermales sur toute la surface du globe, cause une méningo-encéphalite amibienne primitive, généralement mortelle ; le décès survient 3 à 10 jours après l'exposition. L'infection est le plus souvent contractée à l'occasion d'une baignade dans de l'eau contaminée, mais la dose infectieuse est inconnue pour l'homme. L'encéphalite à *B. mandrillaris* touche principalement les sujets immunodéprimés et certains cas d'encéphalite amibienne granulomateuse d'abord imputés à *Acanthamoeba* se sont avérés avoir été causés par *B. mandrillaris*.

Les animaux atteints de leptospirose excrètent par l'urine des leptospires qui contaminent le sol, la boue, les nappes phréatiques et les cours d'eau. L'homme contracte l'infection directement par contact avec l'urine contaminée ou indirectement par contact avec l'eau douce ou le sol contaminés. Les leptospires virulents pénètrent dans l'organisme par les lésions cutanées et par les muqueuses de la bouche, du nez et de la conjonctive. Lorsque l'exposition a lieu dans les eaux de baignade, la période d'incubation varie de 2 à 30 jours, mais dure généralement 7 à 14 jours. Les manifestations cliniques de la leptospirose sont d'une forme et d'une intensité très variables : elles vont du syndrome grippal bénin à la forme sévère, voire mortelle, caractérisée par une insuffisance hépatique et rénale.

On est fondé à penser que, bien que mortelles, les infections par des micro-organismes libres ou par des leptospires pathogènes présents dans les eaux de baignade sont très rares et souvent cantonnées dans des zones spécifiques. C'est pourquoi aucun seuil n'a été fixé, mais les autorités doivent cependant être conscientes du danger que représentent ces

micro-organismes et prendre des mesures en conséquence, notamment évaluer le risque (par exemple la probabilité de réchauffement des eaux douces) et informer les usagers et les professionnels de santé.

Qualité microbiologique du sable des plages

Des bactéries, des champignons, des parasites et des virus ont été isolés dans le sable des plages. Certains peuvent être pathogènes. Les facteurs qui influent sur la survie et la dispersion des agents pathogènes sont la nature de la plage, les marées, la pollution par les eaux usées, la saison, le passage d'animaux et la fréquentation par les nageurs. La transmission peut se faire par contact direct entre personnes ou par d'autres voies, mais aucun mode de transmission n'a été mis en évidence avec certitude.

On a émis l'hypothèse que le sable des plages et d'autres matériaux similaires pourraient être des réservoirs ou des vecteurs d'infection, mais le pouvoir infectant des micro-organismes mis en évidence dans le sable n'a toujours pas été démontré, de sorte qu'on ignore quels risques ils présentent au juste pour la santé publique. Par conséquent, aucun élément ne justifie le calcul d'un seuil pour les bactéries servant d'indicateurs ou pour les micro-organismes pathogènes qui se trouvent dans le sable.

Les excréments d'animaux, en particulier les excréments de chien, sont la principale source d'infection pour l'homme sur les plages et les lieux semblables. Les mesures préventives consistent à interdire d'amener des chiens sur les plages pendant la haute saison ou à exiger des propriétaires qu'ils enlèvent les excréments, à sensibiliser l'opinion et à nettoyer les plages.

Micro-algues et cyanobactéries dans les eaux côtières et les eaux d'estuaire

De nombreuses espèces toxiques de dinoflagellés, de diatomées, de nanoflagellés et de cyanobactéries (algues de couleur bleu-vert) présentes dans le milieu marin provoquent des pathologies humaines. La toxicité de ces micro-algues pour l'homme tient aux toxines qu'elles libèrent. Le principal danger vient de ce qu'elles s'accumulent dans les fruits de mer et les poissons qui sont ensuite consommés par l'homme, chez qui elles provoquent des intoxications.

La « dermatite du baigneur » (ou « des nageurs ») est un eczéma de contact sévère qui se manifeste après immersion dans de l'eau de mer où se trouvent des efflorescences de certaines espèces de cyanobactéries. Elle provoque des démangeaisons et des brûlures dans les minutes ou dans les heures qui suivent la baignade. Des composés toxiques comme l'aplysiatoxine, la débromoaplysiatoxine et la lymgbyatoxine A ont été isolés dans les cyanobactéries marines. Ils sont très inflammatoires et contribuent dans une large mesure aux tumeurs de la peau.

Nodularia spumigena a été la première cyanobactérie reconnue comme mortelle chez l'animal. Elle produit une hépatotoxine, la nodularine, qui provoque d'importantes hémorragies du foie chez les mammifères et altère la structure de cet organe. Aucun cas d'intoxication humaine par *N. spumigena* n'a été signalé jusqu'à présent, mais il n'est pas exclu que l'homme soit aussi sensible aux toxines que d'autres mammifères. Par

conséquent, il peut arriver que les enfants en bas âge ingèrent accidentellement des substances toxiques en quantité suffisante pour entraîner des conséquences graves.

L'inhalation d'embruns chargés de fragments de dinoflagellés ou de toxines (brévétotoxines) libérés dans l'écume par des micro-algues lysées peut être dangereuse pour l'homme. Les signes et symptômes sont une irritation sévère de la conjonctive et des muqueuses (en particulier celles du nez) suivie d'une toux persistante, d'éternuements et de picotements des lèvres.

D'après les données disponibles, seules quelques espèces d'algues marines toxiques ou de cyanobactéries, et dans quelques zones géographiques seulement, présentent un danger pour la santé humaine dans le cadre d'activités de loisir. Il n'est donc pas justifié de recommander des seuils spécifiques.

Dans les zones qui abritent des micro-algues toxiques ou des cyanobactéries, il importe de mettre en oeuvre des programmes d'observation et de surveillance adaptés. Il est bon d'informer les médecins généralistes et le grand public, en particulier les personnes qui fréquentent les sites, sur les risques pour la santé. Par précaution, il faut éviter les zones où l'on voit des amas ou des mousses d'algues dans l'eau et sur le rivage, éviter de rester sous le vent à proximité d'algues qui séchent sur le rivage et se doucher pour enlever tout résidu d'algues.

Micro-algues et cyanobactéries d'eau douce

De nombreuses espèces de micro-algues pullulent dans les eaux douces eutrophiques (riches en nutriments) sans former d'efflorescences ni d'écume épaisse en surface comme certaines cyanobactéries. La concentration de toxines est donc trop faible pour être dangereuse, de sorte que la morbidité liée aux loisirs en eau douce est plus souvent due aux cyanobactéries qu'aux micro-algues.

Grâce aux progrès de la chimie analytique, il a été possible d'isoler et d'identifier structurellement à partir de cyanobactéries toxiques trois neurotoxines (anatoxine-a, anatoxine-a(s) et saxitoxines), une cytotoxine générale qui inhibe la synthèse des protéines (cylindrospermopsine) et un groupe de toxines appelées microcystines (ou nodularines, présentes dans les eaux saumâtres) qui inhibent les protéines-phosphatases. La plupart ont été mises en évidence dans toutes sortes d'espèces et certaines espèces en contiennent plusieurs.

Des dermatites allergiques ou irritatives plus ou moins graves ont été observées après exposition à un certain nombre d'espèces de cyanobactéries (*Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Nodularia*, *Oscillatoria*, *Gloeotrichia*) lors d'activités de loisir. Les maillots de bain, surtout mouillés, tendent à aggraver ces réactions car ils favorisent l'accumulation du matériel cyanobactérien, la lyse des cellules et la libération de leur contenu. Il est probable que ces symptômes ne sont pas dus à des cyanotoxines connues mais à d'autres substances encore aujourd'hui largement méconnues.

Contrairement à l'exposition par contact avec la peau, l'ingestion ou l'inhalation de cyanobactéries comporte un risque d'intoxication. La plupart des cas signalés d'intoxication par des cyanotoxines, parmi lesquels des cas graves, résultent d'une

exposition à de l'eau de boisson. Les symptômes observés sont : douleurs abdominales, nausées, vomissements, diarrhée, mal de gorge, toux sèche, céphalées, ulcères de la bouche, pneumonie atypique et taux élevé d'enzymes hépatiques dans le sérum, symptômes du rhume des foins, étourdissements, fatigue, irritation de la peau et des yeux.

Il faut distinguer les troubles imputables aux cyanobactéries présentes dans les eaux de baignade des symptômes - essentiellement des irritations - causés par des substances cyanobactériennes inconnues ainsi que des conséquences plus graves que peut avoir l'exposition à de fortes concentrations de cyanotoxines connues, en particulier les microcystines. Comme un seuil unique ne saurait convenir, on a défini trois séries de seuils en fonction de la gravité des effets sur la santé et de leur probabilité.

Aux fins de protection contre les troubles qui ne sont pas dus aux cyanotoxines mais à l'action irritante ou allergisante d'autres constituants cyanobactériens, on fixe un seuil de 20 000 cyanobactéries/ml (ce qui correspond à 10 µg de chlorophylle-a/litre en conditions de prédominance des cyanobactéries). Une concentration de 100 000 cyanobactéries/ml (qui équivaut approximativement à 50 µg de chlorophylle-a/litre si les cyanobactéries prédominent) est un seuil d'alerte sanitaire de niveau moyen. Dans les eaux de baignade, c'est la présence d'écume d'origine cyanobactérienne qui est la plus dangereuse pour la santé car il est amplement démontré qu'elle peut causer des atteintes graves.

Etant donné qu'il est difficile d'exercer une bonne surveillance et qu'il existe peu de mesures dont les effets soient immédiats (hormis celles visant à interdire ou à dissuader d'utiliser les eaux de baignade ou encore l'annulation des compétitions de sports nautiques), l'essentiel que l'on puisse faire à court terme est de bien informer les usagers. Les mesures à moyen et à long terme consistent à identifier les sources de pollution par des nutriments (phosphore dans de nombreux écosystèmes et parfois nitrogène) et à réduire sensiblement l'apport en nutriments afin d'éviter la prolifération de cyanobactéries et de micro-algues potentiellement nocives.

Considérations esthétiques

Pour conserver leur attrait esthétique, les eaux de baignade doivent être exemptes de matériaux visibles qui forment des dépôts, des débris flottants, des masses d'huile ou d'écume, ainsi que de substances qui troublent l'eau ou lui donnent une couleur, une odeur, un goût désagréables ; leur composition et les conditions ambiantes ne doivent pas favoriser le développement d'organismes aquatiques indésirables. L'une des premières exigences des usagers est que les plages soient propres. L'économie locale dépend parfois de la qualité esthétique des eaux de baignade et il est notoire que la dégradation des plages entraîne une baisse des revenus du tourisme.

Dans l'idéal, les eaux de baignade doivent être suffisamment limpides pour que les baigneurs puissent en estimer la profondeur, distinguer facilement les obstacles submergés et repérer les nageurs ou les plongeurs en difficulté. Outre qu'elles offrent une plus grande sécurité, des eaux claires permettent d'apprécier la beauté du milieu aquatique. La profondeur à laquelle la lumière pénètre dans les eaux naturelles dépend principalement de la densité de la faune et de la flore microscopiques et des particules

minérales en suspension, de la présence de colorants, de mousses de détergents et de plaques épaisses de débris flottants ou en suspension.

Sur toutes les plages, ce sont en général les détritiques qui gâchent l'agrément du lieu. On trouve toutes sortes de déchets dans l'eau ou échoués sur le sable : déchets alimentaires et emballages, bouteilles et boîtes de conserve, mégots, poissons morts, préservatifs et serviettes hygiéniques usagés, seringues, aiguilles et autres déchets médicaux. Contrairement à la plupart des détritiques, les déchets médicaux et le verre cassé peuvent être dangereux pour la santé.

Les odeurs nauséabondes que dégagent les eaux d'égouts non traitées, les matières organiques en décomposition (plantes, animaux et poissons morts) ainsi que le fuel ou l'essence vidangés dans l'eau peuvent dissuader les baigneurs. On n'a pourtant pas encore établi de seuils pour les odeurs ni calculé les concentrations de polluants auxquelles elles correspondent dans les eaux de baignade.

La surveillance permet d'obtenir des informations sur le type, la quantité et la répartition des débris marins, d'en déterminer l'origine, d'étudier les problèmes de santé publique qu'ils engendrent et de mieux informer le public sur l'état des côtes. Le nettoyage manuel ou mécanique des plages est une option.

Contaminants chimiques

Il arrive que des contaminants chimiques naturels ou anthropiques pénètrent dans les eaux de surface ou se déposent sur les plages. L'exposition est un facteur crucial à prendre en compte pour déterminer le risque d'intoxication par les produits chimiques présents dans les eaux de baignade. Le type d'activités de loisir pratiquées est donc important. L'exposition se fait par contact direct avec la peau, les yeux et les muqueuses, par inhalation ou par ingestion. La fréquence, l'ampleur et la probabilité de l'exposition sont des critères déterminants pour évaluer le risque lié à un contaminant donné.

Le pH de l'eau n'a d'influence directe que s'il est très faible ou très élevé. Il peut alors contribuer à irriter la peau et les yeux.

La contamination des eaux de baignade littorales et intérieures par des agents chimiques, à l'exception des toxines libérées par les cyanobactéries et les micro-algues, des animaux marins, et sauf circonstances exceptionnelles, est bien moins dangereuse que la contamination par des microbes. Il y a très peu de chances en effet que les usagers se trouvent au contact de quantités suffisamment importantes de contaminants pour qu'une seule exposition ait des effets nocifs. Il est même peu probable qu'une exposition répétée (chronique) ait des conséquences néfastes vu la faible concentration de contaminants dans l'eau et le mode d'exposition. Il importe néanmoins d'exercer une surveillance et de maîtriser les risques que pourraient présenter les agents chimiques pour la santé humaine afin de rassurer les usagers au sujet de leur sécurité.

Dans la plupart des cas, la teneur en contaminants chimiques est inférieure aux seuils pour l'eau potable. Pour autant qu'elles soient appliquées, on peut se fonder sur les *Directives de qualité pour l'eau de boisson* pour calculer des seuils qui serviront à une première évaluation des risques dans des circonstances données. Ces valeurs concernent

généralement l'exposition tout au long de la vie sur la base d'une consommation de deux litres d'eau de boisson par jour. Pour les activités de loisirs, l'hypothèse vraisemblable est généralement un apport de 200 ml par jour, soit 100 ml deux fois par jour.

L'évaluation des dangers chimiques dans les eaux de baignade consiste notamment à inspecter les abords immédiats à la recherche de sources directes de contamination telles que les rejets, à prendre en compte le type d'activités de loisir et la manière dont elles sont pratiquées pour déterminer l'importance des contacts avec l'eau et les probabilités d'ingestion, et à faire une analyse chimique sur laquelle reposera l'évaluation quantitative des risques.

Il est important d'indiquer clairement sur quels éléments se fonde une directive ou norme jugée nécessaire concernant la teneur des eaux de baignade en substances chimiques, sinon tout dépassement du seuil, même minime et occasionnel, inquiétera inutilement les usagers. Il ne faut pas non plus surestimer les risques. Ils doivent être comparés aux risques de noyade ou d'infection microbienne, qui sont presque toujours bien plus importants.

Organismes aquatiques dangereux

Les eaux de baignade littorales et intérieures peuvent abriter des organismes aquatiques dangereux, très divers et plus ou moins répandus selon les endroits ou les régions. La probabilité et la nature de l'exposition humaine dépendent généralement du type d'activité pratiquée.

Les espèces aquatiques dangereuses présentent deux types de risques : les traumatismes ou les intoxications résultant d'une mise en présence directe avec des prédateurs ou des espèces venimeuses, et les maladies infectieuses transmises par des espèces dont le cycle de vie est lié au milieu aquatique.

Les blessures se produisent généralement lorsqu'en se baignant, on frôle accidentellement des organismes venimeux sessiles ou flottants, quand on marche par inadvertance sur une pastenague, une vive ou un oursin, quand on touche des organismes venimeux en explorant le rivage, quand on pénètre sur le territoire de grands animaux dans l'eau ou au bord de l'eau, quand on nage dans les eaux où chassent de grands prédateurs ou encore lorsqu'on dérange ou provoque des organismes aquatiques dangereux.

Parmi les vecteurs de maladies figurent les moustiques, qui transmettent le parasite du paludisme et les virus responsables de la dengue, de la fièvre jaune et de différentes formes d'encéphalite, ainsi que certaines espèces de mollusques d'eau douce dans lesquels se développe la larve de trématodes parasites du genre *Schistosoma*, responsables chez l'homme d'une maladie tropicale débilite chronique et mortelle, la schistosomiase ou bilharziose. Les mesures préventives consistent à se renseigner auprès des autorités sanitaires locales sur l'existence de maladies à transmission vectorielle et sur les précautions à prendre, à porter des vêtements protecteurs, à appliquer des répulsifs et à éviter tout contact de l'eau sur la peau dans les zones où la schistosomiase est endémique.

Au nombre des animaux dangereux qui vivent dans l'eau, on peut citer les piranhas, les serpents, les poissons électriques, les requins, les barracudas, les orphies, les mérours, les murènes et les congres. Les exemples d'attaques et de blessures sont nombreux. Par précaution, on évitera de se baigner dans les zones où les grandes espèces de requins sont endémiques, de porter des bijoux brillants dans les eaux fréquentées par de grands requins et par des barracudas, d'accrocher des poissons harponnés à sa ceinture dans les eaux où vivent des requins, des barracudas ou des mérours, de se servir d'une lampe frontale pour pêcher ou plonger la nuit dans les eaux où il y a des orphies, et on vérifiera qu'il n'y a pas de mérours, de murènes ou de congres avant de pénétrer dans des grottes ou de mettre la main dans des trous ou des anfractuosités.

Les animaux dangereux qui vivent au bord de l'eau sont notamment les hippopotames, les crocodiles et les alligators. Pour éviter les accidents, il faut si possible tenir les animaux à distance, éviter de se baigner dans les zones où vivent des crocodiles ou des alligators et ne partir en safari dans les eaux où évoluent des hippopotames et des crocodiles qu'avec un guide expérimenté qui mesure bien les risques et connaît le comportement territorial des hippopotames dans l'eau.

Chez l'homme, les effets du venin des invertébrés vont d'une irritation bénigne à la mort subite. Les invertébrés qui possèdent un appareil vulnérant appartiennent à cinq grands phylums : *Porifera* (éponges), *Cnidaria* (anémones de mer, hydres, coraux et méduses), *Mollusca* (escargots marins et pieuvres), *Annelida* (vers) et *Echinodermata* (oursins et étoiles de mer). Par précaution, il faut porter des chaussures adaptées lorsqu'on explore la zone intertidale ou quand on se baigne dans de l'eau peu profonde, éviter de toucher les éponges, les cnidaires, les cônes, les poulpes, les vers et les oursins, de frôler accidentellement des hydres, des coraux et des anémones de mer et de se baigner dans les eaux où flottent beaucoup de physalies.

Les vertébrés venimeux inoculent leur venin par piqûre (épines), comme de nombreuses espèces de poissons (poissons-chats, pastenagues, rascasses, vives, poissons-chirurgiens), ou par morsure (crochets), comme les serpents de mer. L'envenimation par des vertébrés marins est un accident fréquent, surtout chez les personnes qui se trouvent souvent à leur contact. Les toxines inoculées provoquent généralement de fortes douleurs et peuvent gravement endommager les tissus. Pour éviter les accidents, il est recommandé de faire du bruit avec les pieds quand on marche au bord de lagunes sablonneuses ou d'eaux peu profondes qui abritent des pastenagues, de manipuler avec précautions les proies que l'on pêche, de porter des chaussures adaptées dans les eaux peu profondes ou infestées de serpents et d'emporter du sérum antivenimeux dans les zones où les serpents abondent.

Surveillance et évaluation

L'OMS a rédigé un manuel qui repose sur un code de bonnes pratiques en matière de surveillance des eaux de baignade, lequel définit une série de principes ou d'objectifs utiles pour concevoir et mettre en oeuvre un programme de surveillance scientifiquement fondé. Il s'applique normalement à toutes les eaux utilisées pour des activités de loisir qui impliquent un contact répété ou continu avec le milieu aquatique.

Le code est publié dans un ouvrage intitulé *Monitoring Bathing Waters*. Il fait le lien avec les problèmes de santé associés aux eaux de baignade et définit un à un les

différents éléments dont doit se composer un programme pour être efficace : questions sanitaires essentielles, stratégies de surveillance et d'évaluation et principaux aspects concernant la gestion. Il donne par ailleurs suffisamment de détails pour permettre à un administrateur d'entreprendre un programme comportant tous ces éléments. Les renvois entre le code et les différents chapitres des présentes directives devraient aider à mettre sur pied un programme de surveillance et d'évaluation valable qu'il soit possible de reproduire.

Le code et l'ouvrage dans lequel il figure font des recommandations sur la manière de concevoir et d'appliquer un programme de surveillance qui couvre notamment l'assurance de la qualité, la collecte, le traitement et l'interprétation des données ainsi que la notification. En plus de ces conseils d'ordre général, on y trouve des informations sur les dangers propres aux eaux de baignade.

Sécurité des eaux de baignade : application des directives et solutions de gestion

Compte tenu des risques pour la santé que peuvent présenter les eaux de baignade, il faut des directives qui permettent de définir des normes appropriées et applicables au niveau national ou régional et de gérer les sites de façon à ce que l'environnement soit sans danger et agréable.

Plusieurs considérations sont à prendre en compte pour convertir les directives en une réglementation adaptée au contexte local. Si l'on prend par exemple le système de classification des eaux de baignade en fonction de la pollution fécale, les dispositions devront normalement prévoir :

- la création d'un système de classification en fonction de la qualité de l'eau ;
- l'obligation pour les autorités de réglementation (nationales ou autres) de dresser et de mettre à la disposition de tous la liste officielle des eaux utilisées à des fins de loisir ;
- la désignation des responsables chargés d'établir un plan de gestion des eaux de baignade et de l'appliquer ;
- la surveillance et l'information par des organismes indépendants ;
- l'obligation de prendre des mesures, y compris de consulter immédiatement les autorités de santé publique et d'informer les usagers dès que sont décelés d'éventuels dangers pour la santé ;
- l'obligation de s'efforcer, en règle générale, d'assurer les meilleures conditions de sécurité possibles dans les eaux de baignade.

Plusieurs solutions sont envisageables au niveau de la gestion :

- La réglementation, qui englobe la gestion des risques et dont l'application incombe aux organes de réglementation et aux personnes qui s'adonnent aux activités visées, consiste à décider si les risques sont acceptables pour le bien-être des usagers ou s'il faut au contraire les maîtriser ou les diminuer ; à définir des règles au niveau local (par exemple pour améliorer les installations et ainsi réduire les risques) et au niveau de la prise de décision (généralement sous la forme de normes ou de directives qui aideront à maîtriser les risques) ; à exercer une surveillance et à définir des normes dans le but d'améliorer la situation.
- Les techniques de prévention et de réduction de la pollution (par exemple le traitement des eaux usées). Tout projet d'aménagement de nouveaux sites de

baignade ou d'amélioration des sites existants doit comprendre une étude des conséquences que le projet aura sur les déterminants environnementaux et sociaux de la santé. Cette étude donne lieu à une série de recommandations visant à protéger la santé ou à atténuer les risques sanitaires, ainsi qu'à des activités de promotion de la santé.

- La sensibilisation de l'opinion et le fait de permettre à chacun de faire des choix éclairés sont de plus en plus reconnus comme des méthodes utiles pour éviter les accidents dans les eaux de baignade et comme une importante stratégie de gestion. Les associations et les pouvoirs publics ont souvent recours au système de cotation des plages ou de distinctions pour aider les usagers à faire des choix en toute connaissance de cause.
- Il est indispensable de donner des conseils en matière de santé publique pour que chacun soit correctement informé sur les risques et décide en conséquence. Cet aspect englobe, d'une part, les mesures prises en cas d'incidents ponctuels et de non-conformité aux normes et, d'autre part, les services de prévention et de secours.

De très nombreux acteurs interviennent dans l'adaptation et l'application des directives et des normes. L'un des moyens de tous les réunir est de créer un système intégré de gestion des eaux de baignade littorales et intérieures fondé sur le concept de gestion intégrée des zones côtières (ICAM). Celle-ci suppose une évaluation exhaustive, la définition d'objectifs, l'aménagement et la gestion des systèmes et des ressources du littoral. Elle tient compte également des dimensions traditionnelles, culturelles et historiques, des conflits d'intérêts et des usages concurrents. Dans le cadre d'un programme ICAM, le train de mesures gestionnaires à prendre pour réduire ou éliminer les risques sanitaires dans les eaux de baignade dépendra de la nature (y compris de la fréquence et de la gravité) des conséquences sur la santé. Une fois le niveau de risque global évalué, on peut envisager des interventions de trois degrés différents : services essentiels, mesures supplémentaires dans les zones sensibles ou programme intégral.