

l'eau, l'environnement et la santé 1914-1986

Henry J. ONGERTH

Cet exposé traite de l'alimentation publique en eau et des questions connexes de lutte contre la pollution des eaux dans le contexte des Etats-Unis, et plus particulièrement de la Californie.

1. Quelques repères historiques du problème aux Etats-Unis

Au début du siècle, la population des Etats-Unis était d'environ soixante seize millions d'habitants et celle de la Californie d'un million et demi (aujourd'hui deux cent quarante et vingt cinq millions) . En 1900, il n'existait pas de loi fédérale relative au génie sanitaire, ni directive, ni programme cohérent à l'échelon national. Chaque Etat, dans la mesure où il avait un programme, agissait sous sa propre responsabilité suivant sa politique particulière. L'eau distribuée n'était que peu ou pas traitée et, là où existait un réseau d'assainissement, le traitement des eaux usées

H. J. ONGERTH

était en général inexistant : certaines étaient évacuées vers des champs d'épandage, mais la majeure partie était rejetée dans les cours d'eau ou dans l'océan. En conséquence, les infections attribuées à l'eau et au défaut d'hygiène étaient une des causes principales de maladies et de décès. Aux Etats-Unis, au début du siècle, le taux de mortalité par typhoïde (principale affection transmise par l'eau à cette époque) peut avoir approché les 75 pour 100.000. En Californie, d'après les premières observations statistiques en 1906, ce taux de mortalité était d'environ 35 pour 100.000 habitants et le taux de morbidité correspondant d'environ 160. Ces cas étaient attribués à l'eau, au lait et aux crustacés et mollusques consommés. Dix ans après la mise en place du programme californien de traitement des eaux provenant de sources contaminées et d'interdiction du rejet d'eaux usées non épurées dans les aquifères utilisés pour la fourniture d'eau ainsi que dans les zones de croissance des crustacés et mollusques, le taux de morbidité était descendu à 18,4 et le taux de mortalité à 2,5. Ces taux continuèrent à baisser et se situaient en 1950 à 1,0 pour la morbidité et à moins de 0,1 pour la mortalité.

Une orientation nationale s'affirma progressivement grâce à l'action du corps du génie sanitaire des services de santé publique des Etats-Unis (USPHS) et, en 1914, la première norme fédérale sur la qualité bactériologique de l'eau potable fut édictée. Elle émanait des réglementations de la quarantaine inter-Etats relative à la prévention de la propagation des maladies infectieuses d'Etat à Etat. Sa portée était limitée car elle ne concernait que les fournitures d'eau potable aux passagers des chemins de fer et des bateaux circulant d'un Etat à l'autre !

En 1921, trente-cinq Etats bénéficiaient de programmes de génie sanitaire. L'année précédente, avait été créée la Conférence des ingénieurs du génie sanitaire d'Etat qui reçut un important soutien de l'U.S.P.H.S. jusqu'à la création de l'Agence pour la Protection de l'Environnement (E.P.A.) des Etats-Unis. Ces deux organismes donnèrent l'un et l'autre une impulsion efficace à la protection de l'environnement. D'autres importantes activités connexes virent le jour : la mise en place - au tout début du siècle - de l'enseignement du génie sanitaire dans certaines des plus grandes universités, la fondation en 1881 de l'Association Américaine des Distributeurs d'Eau et la pratique de plus en plus courante des techniques du génie sanitaire par les ingénieurs-conseil. Le moteur de ces initiatives était l'action réglementaire des Etats entreprise pour le respect des normes d'eau potable de l'U.S.P.H.S.

En Californie, un service du génie sanitaire fut créé en 1915. Son activité règlementaire initiale en matière d'assainissement, assez représentative des Etats les plus peuplés, consistait en un système de délivrance de permis pour la distribution d'eau à usage domestique, le traitement et l'évacuation des eaux usées. Les conditions de délivrance des permis impliquaient que, pour un réseau de distribution donné, les installations soient en mesure de fournir en toutes circonstances une eau «pure, saine et potable» et, pour un réseau d'assainissement, que le rejet de l'effluent ne constitue pas une menace pour la santé.

2. Les programmes d'alimentation en eau des Etats et la santé publique.

Les deux programmes mis en place : «alimentation en eau» et «évacuation des eaux usées» visaient à réduire la propagation des maladies infectieuses transmises par l'eau. Le programme «alimentation en eau» faisait une large place au traitement adapté de l'eau provenant de sources à risques, à la surveillance de la contamination des aquifères par les eaux usées et à l'aménagement de nouveaux gisements de ressources en eau protégés. Progressivement, les plus grands risques sanitaires encourus étant maîtrisés, des objectifs d'application du programme se portèrent sur les moyens d'empêcher le rejet d'eaux usées non épurées tant dans le réseau hydrographique de surface que dans l'océan et sur la fourniture d'eau collective, assortie d'un réseau d'assainissement satisfaisant, aux petites communautés urbaines en voie de développement.

Dans tous les Etats, le programme d'alimentation en eau met l'accent sur la «prévention» des risques par deux moyens. D'abord l'examen des projets permet de s'assurer du choix de la meilleure ressource disponible ainsi que de la conception correcte des installations de traitement et de distribution. Ensuite, une surveillance systématique - «l'inspection sanitaire» - doit assurer une protection permanente de la ressource, détecter les détériorations des réseaux et garantir le bon rendement de l'ensemble des installations de distribution. Le contrôle de la qualité de l'eau n'est qu'une partie, et souvent pas la plus importante, de cette activité de surveillance qui inclut tout ce qui touche à l'emplacement et à l'aménagement des captages, au maintien d'une pression suffisante dans les canalisations de distribution (en tous lieux et en tout temps), à la protection des réservoirs, au contrôle des interconnexions entre réseaux, à l'utilisation de méthodes adéquates

H. J. ONGERTH

pour le traitement d'eau, au fonctionnement des ouvrages et à une bonne gestion d'ensemble du système.

Jusqu'à l'adoption de la loi fédérale sur la qualité de l'eau potable de 1974, chaque Etat appliquait différemment les normes d'eau potable de l'U.S.P.H.S. Certains - parmi lesquels la Californie - les considéraient comme de simples principes directeurs sans en faire une application rigoureuse. Des progrès rapides ayant été réalisés dans les premières décennies du siècle en matière d'élimination des maladies épidémiques, de longs et patients efforts furent entrepris pour réduire la transmission de cas d'affections isolés dus au manque de protection sanitaire de la distribution d'eau, particulièrement dans les petites communautés et dans les établissements fréquentés par des populations de passage. Les problèmes posés par ces petites unités d'alimentation en eau tiennent à deux causes : manque de moyens financiers adéquats et défaut de compétences techniques dans leur exploitation.

Alors que l'on maîtrisait les épidémies majeures, en particulier la typhoïde, d'autres affections commencèrent à être reconnues provoquées par l'eau et transmises par virus, parasites et bactéries. Les rapports les plus récents sur les recrudescences de maladies liées à l'eau (c'est-à-dire comportant deux cas ou plus d'affections gastro-intestinales), -quarante en 1984 et vingt six en 1985- dressent la liste étiologique suivante : Hépatite A, Agent de Norwalk, Entameba, Giardia, Cryptosporidium, Campylobacter et (c'est la catégorie la plus importante) «inconnu». Des affections graves transmises par l'eau restent donc latentes et des efforts soutenus s'imposent toujours en matière de protection de la fourniture d'eau à usage domestique.

Pour traiter l'eau, on utilisa d'abord la **filtration**, en premier lieu pour les sources manifestement polluées par des eaux usées et en second lieu pour les eaux de rivière chargées, même lorsque les eaux usées ne constituaient pas une menace. Pour les cours d'eau moins chargés mais susceptibles de pollution par des eaux usées, la décision sur le degré de traitement à appliquer dépendait d'une évaluation des dangers présentés par ces eaux, basée sur les données d'enquêtes sanitaires. Avec une eau plus propre et un niveau de risques assez bas, on a parfois choisi un traitement agissant par seule désinfection, assorti de programmes de protection des périmètres d'alimentation des sources. Il en est ainsi pour des villes comme Boston, New-York, Los Angeles, San Francisco et Seattle. La Lamblia,se,

de plus en plus reconnue comme une affection grave transmise par l'eau, dont les animaux sauvages sont le foyer d'infection et qui est transmise par des kystes plus résistants à la chloration que les bactéries coliformes, pose la question de savoir s'il est prudent d'utiliser des ressources d'eau de surface relativement propre sans traitement par filtration. Un problème ancien, préoccupant pour les ingénieurs du génie sanitaire apparut dans les années 50 lorsque l'on reconnut que les principaux indicateurs bactériens -le groupe des bactéries coliformes- résistaient moins bien au traitement conventionnel, en particulier à la chloration, que les entérovirus. Ce fait a fortement influencé les distributeurs d'eau pour que toute eau de surface prélevée bénéficie d'une filtration de haute qualité. Les récentes modifications de la loi fédérale vont dans le sens d'une stimulation de cette tendance à la généralisation du traitement par filtration.

Pour résumer ce qui concerne la microbiologie, au début de XXème siècle les grandes affections épidémiques d'origine hydrique n'étaient pas encore maîtrisées. Le développement et l'application des connaissances et techniques du génie sanitaire ont réussi à les éliminer en une vingtaine d'années grâce à un traitement efficace de l'eau distribuée et au contrôle de la collecte et de l'évacuation des eaux usées. Dès lors, la menace de maladies transmises par l'eau a diminué avec la mise au point de techniques de traitement plus adaptées et plus fiables, avec la réduction des risques de pollution encourus par les sources et les systèmes de distribution d'eau publique, et aussi du fait d'une meilleure hygiène collective obtenue par le contrôle de l'évacuation des eaux usées individuelles. Cependant, des recrudescences de ces maladies sont toujours possibles et deux choses restent à faire pour s'en protéger. Premièrement, il est fondamental d'améliorer le traitement des eaux pour lutter contre les affections transmises par entérovirus et par micro-organismes tels que les parasites protozoaires. Deuxièmement, il faut améliorer la qualité de l'eau à usage domestique distribuée dans des milliers de petites communautés ainsi que les services offerts aux populations de passage. Ce dernier problème, qui n'est pas sans similitude avec ceux des pays non-industrialisés, requiert un financement accru, l'emploi de «technologies adaptées», une efficacité d'exploitation améliorée par la formation du personnel et une certaine régionalisation des services des eaux.

3. L'évolution des normes de qualité de l'eau.

Les normes de qualité de l'eau ont évolué au fil des ans. Celles de

l'U.S.P.H.S. ont été révisées en 1925, 1942/46 et en 1962. En 1974, les normes de base ont été radicalement modifiées par la promulgation de la loi sur la qualité de l'eau potable sur laquelle se fondent les réglementations obligatoires concernant l'eau potable, exécutoires soit par le gouvernement fédéral, soit par les Etats. Les réglementations provisoires de 1976 en matière d'eau potable ont été depuis légèrement modifiées et seront bientôt remplacées par une nouvelle série après la promulgation d'amendements à la loi en 1986.

La première norme de 1914 ne concernait qu'un paramètre bactériologique. Cette norme bactérienne, qui n'a pas été fondamentalement modifiée depuis 1925, demeure. Mais de 1925 à 1962, des composés chimiques y ont été progressivement ajoutés, répartis en deux classes réglementaires qualifiées d' «obligatoires» ou de «recommandées». Ces classes sont dites «primaires» et «secondaires» dans les réglementations de 1976. Les normes de 1925 ont introduit la prise en considération de 3 produits chimiques inorganiques (le plomb, le cuivre et le zinc) et de plusieurs autres éléments recommandés. D'une manière générale, on considère que les éléments dits «recommandés» n'altèrent que la qualité esthétique de l'eau et n'ont aucune incidence significative sur la santé. Les normes de 1942/46 ajoutèrent 5 composés inorganiques et les normes de 1962, 9 composés minéraux «obligatoires» et inclurent dans la liste des éléments «recommandés» un indice caractéristique des substances organiques - le Carbone Extractible par Chloroforme (CEC) -. Cette dernière décision fut particulièrement significative et un signe avant-coureur de ce qui allait venir. Il faut se souvenir que ces normes trouvaient leur source dans le règlement de quarantaine inter-Etats créé pour lutter contre les effets aigus de maladies en grande partie infectieuses. Il est donc particulièrement important que la loi de 1974 sur la qualité de l'eau potable ait étendu les compétences légales de l'E.P.A. en lui conférant le droit d'inclure dans les réglementations les niveaux maximaux de contamination des composés qui pourraient avoir des effets nocifs sur la santé. Nous en donnerons une description plus détaillée ci-après.

4. Le problème de la contamination des eaux par les composés organiques de synthèse.

L'inclusion du C.E.C. dans les normes de potabilité de 1962 stimula, tout au long des années 60, les études déjà entreprises sur l'identification de composés

organiques de synthèse présents dans les ressources en eau. On se servait de méthodes rudimentaires pour les extraire par fractionnement, à défaut de techniques d'identification spécifiques peu accessibles. Progressivement la situation évolua et au début des années 70, l'utilisation du C.E.C. se fit plus rare et l'on peut maintenant identifier des polluants spécifiques grâce, en particulier, à la chromatographie en phase gazeuse et à la spectrométrie de masse. Les services de santé publique ayant manifesté leur inquiétude grandissante à l'égard des dangers que les pesticides et d'autres matières organiques faisaient courir aux ressources en eau potable, on élabora de nouvelles normes de potabilité en 1972-73 et l'on décida de fixer des valeurs limites pour les nombreux pesticides d'usage courant, d'après ce que l'on connaissait de leur toxicité.

Alors que l'utilisation du C.E.C. et des autres méthodes d'analyse avait d'abord été axée sur les eaux de surface, des cas de pollution des eaux souterraines se présentèrent. Ainsi à Visalia (Californie) on découvrit en 1972 que du pentachlorophénol (PCP) utilisé pour traiter les poteaux de bois avait pénétré à plusieurs centaines de pieds dans le sol et l'on en détecta des concentrations exprimées en microgrammes par litre dans l'eau de puits à usage domestique. L'enquête menée montra qu'un certain nombre d'aquifères souterrains de Californie avaient été contaminés par le PCP.

On apprit alors que le PCP était par ailleurs largement utilisé comme défoliant du coton. En 1974, utilisant la compétence affirmée des laboratoires du génie sanitaire de l'U.S.P.H.S. à Cincinnati (Ohio), on procéda à l'analyse des substances organiques présentes dans l'alimentation en eau de la Nouvelle-Orléans. La publication de ces données et l'annonce faite par un groupe d'intérêt public, des résultats d'une étude épidémiologique mettant en évidence une corrélation entre l'utilisation des eaux de surface à la Nouvelle-Orléans et le cancer furent déterminantes pour l'adoption de la loi sur la qualité de l'eau potable à la fin de l'année 1974.

Cette loi définit à l'échelle nationale les bases des réglementations applicables à toutes les fournitures d'eau collectives et non simplement à celles utilisées lors des transits entre Etats. L'EPA doit établir, pour chaque polluant susceptible d'avoir des effets nocifs sur la santé des personnes, un niveau maximal de contamination aussi voisin qu'il est «praticable» du niveau auquel des incidences sur la santé,

H. J. ONGERTH

reconnues dangereuses, soient susceptibles de se produire, et cela en respectant une marge suffisante de sécurité. Par «praticable», on entendait : «en utilisant les meilleures technologies alors disponibles et en tenant compte de leur coût». Ceci conduisit à la promulgation du règlement concernant l'eau potable en 1976 et aux révisions postérieures.

Cette réglementation reprenait, avec des modifications mineures, les valeurs limites tirées des normes de 1962, éliminait l'usage du C.E.C. pour fixer des limites recommandées, mais ajoutait des niveaux maximaux de contamination pour 6 pesticides, des trihalométhanes, 5 substances radioactives et pour la turbidité. Une annexe à la réglementation traitait de la qualité des ressources en eau : «la fourniture d'eau qui ne pose aucun danger pour la santé du consommateur, dépend d'une protection permanente... Priorité devra être donnée à la sélection de la ressource la plus pure. On ne devrait recourir à des ressources polluées que si les autres ressources ne sont pas économiquement exploitables, mais seulement lorsqu'on peut mettre en oeuvre des procédés efficaces de traitement et d'autres protections de la fourniture d'eau potable».

La découverte de trihalométhanes (THM) dans les eaux distribuées mit en évidence un nouveau problème de santé publique. Ces composés sont en majeure partie produits par réaction entre des produits organiques précurseurs contenus dans les ressources en eau de surface et le chlore utilisé pour la désinfection. Des propositions furent donc faites pour réduire l'utilisation du chlore et diminuer ainsi la formation de THM. Les services de Santé Publique les rejetèrent catégoriquement en s'appuyant sur ce que les risques de maladies infectieuses propagées par l'eau qui résulteraient de la réduction d'usage du chlore excéderaient de loin les risques d'exposition aux concentrations de THM couramment rencontrées. Le problème disparut en grande partie lorsque le niveau maximal de contamination par les THM fut fixé à une concentration de 100 microgramme par litre qui pouvait être respectée par la mise en oeuvre d'une technologie existante sans sacrifier l'efficacité des procédés de désinfection.

Beaucoup de choses se sont passées depuis 1976 à propos des composés organiques présents dans l'eau. Les méthodes d'identification en laboratoire se sont considérablement perfectionnées et les contrôles effectués, tant au niveau national qu'à celui des Etats, ont identifié de plus en plus de ces composés dans les distributions d'eau. Et l'on observe maintenant de nombreux cas de contamination

organique d'aquifères souterrains due à l'utilisation de composés organiques de synthèse par l'agriculture, aux dépôts de déchets, aux fuites d'installations de stockage de produits chimiques, à des déversements, etc. En conséquence, de nombreux puits ont dû être fermés, principalement dans l'Etat de New-York et en Californie. Ce problème ayant été largement relayé par les médias, l'inquiétude du public à ce sujet reste grande.

5. La législation actuelle des Etats-Unis sur l'eau potable.

Nul n'a donc été surpris lorsque le Congrès des Etats-Unis, en réexaminant récemment la législation sur l'eau, a adopté les amendements de 1986 sur la qualité de l'eau potable accordant davantage d'attention aux substances organiques présentes dans les fournitures d'eau et prenant des mesures supplémentaires pour protéger les eaux souterraines. Ainsi, l'EPA doit, dans les trois années à venir, réglementer les 83 polluants de deux listes déjà publiées. En outre, le 1er janvier 1988 au plus tard et tous les 3 ans ensuite, l'EPA doit publier la liste des polluants de l'eau potable identifiés ou dont on prévoit l'apparition dans les réseaux de distribution et qui pourraient être soumis à réglementation selon la loi. Pour chaque polluant, l'administration doit fixer un objectif de contamination maximal établi avec une marge suffisante de sécurité d'après le niveau auquel les incidences sur la santé, reconnues ou attendues, sont nulles. Chaque réglementation de l'eau potable pour un polluant donné doit être aussi près de cet objectif qu'il est praticable de le faire, au sens du terme «praticable» précédemment défini. Le charbon actif en grain est, dans la loi, désigné comme étant «praticable» pour le contrôle des produits chimiques organiques de synthèse et toute autre technologie alternative de contrôle doit être au moins aussi efficace. En outre, la filtration est obligatoire pour toutes les ressources d'eau de surface et la désinfection exigée pour tous les systèmes de distribution d'eau publique. Des dispositions précises sont formulées pour d'éventuelles dérogations à l'exigence de ces deux traitements.

Cette nouvelle législation établit les procédures d'un programme expérimental pour la protection des aires de réalimentation des aquifères dans le cadre d'un nouveau programme fédéral destiné à encourager les Etats à créer des aires de protection autour des captages d'alimentation en eau publique. Cette protection est en fait appliquée depuis longtemps par les Etats autour des forages collectifs d'alimentation en eau.

Les Etats ont, eux aussi, adopté des lois sur ces questions. Une loi californienne de 1981 a exigé la mise en oeuvre d'un programme de contrôle de la pollution organique des puits desservant plus de 200 abonnés. La première phase de ce programme, achevé en 1985, a permis d'étudier 5.650 puits en service ; des prélèvements opérés dans 2.947 puits (considérés comme potentiellement pollués) ont montré que 18,3% d'entre eux contenaient une ou plusieurs des 33 substances chimiques organiques réglementées. Les phases suivantes du programme comportent le contrôle des petits réseaux ayant moins de 200 abonnés, associé au contrôle en vigueur des grands réseaux de distribution d'eau. En 1984 et en 1985, une loi a été adoptée fixant des critères pour l'aménagement et le contrôle de réservoirs souterrains et, par suite, la tenue d'un répertoire de ces réservoirs avec obligation de les conformer aux critères ainsi définis.

Tout cela relève de l'évidence : des milliers de produits chimiques organiques sont sur le marché et certains utilisés en grande quantité, des traces de la plupart d'entre eux se retrouvent dans l'environnement et la majeure part de ceux qui se trouvent dans l'eau n'a pas encore été identifiée...

L'élaboration de données sur la toxicité de ces composés n'a pu être effectuée que pour une toute petite partie de ceux que l'on sait utilisés. Jusqu'à présent, la plupart des informations sont tirées d'expérimentations sur les animaux, d'enquêtes épidémiologiques et des contaminations industrielles auxquelles sont soumis les ouvriers. Mais ces trois approches ont toutes leurs limites, et il est difficile de déterminer les effets de synergie des contaminations par plus d'un composé. C'est pourquoi, et bien qu'il faille faire de gros efforts de recherche sur la toxicité des substances organiques, la «recommandation» pour l'an 2000 peut être la même que celle du début de ce siècle : utiliser l'eau de la meilleure ressource possible, la traiter au degré nécessaire pour avoir une fourniture de qualité et prendre les mesures adéquates pour prévenir les rejets de polluants dans l'environnement.

6. Contrôle de la pollution des eaux dans l'environnement.

Comme on l'a déjà fait remarquer, la lutte contre la pollution fait partie intégrante de la protection de la santé publique et de l'environnement. Pendant les premières décennies du XXème siècle, la priorité du génie sanitaire a été le contrôle des eaux usées afin d'empêcher la pollution des ressources en eau superficielles

et souterraines, celle des eaux où vivent crustacés et mollusques, et celle des eaux destinées aux loisirs. Plus tard, on se préoccupa davantage de la protection écologique des cours d'eau, des lacs, des estuaires et des océans en tant que milieux récepteurs de déchets. L'attention se porta d'abord sur les teneurs en oxygène dissous, en substances nutritives stimulant la prolifération des algues (cela au début des années 50), sur les métaux lourds en tant que produits toxiques et un tout petit peu sur la toxicité des composés organiques de synthèse produits par une société en plein essor industriel. Ces préoccupations s'amplifièrent dans les années 70. L'élimination des effluents par épandage paraissait une bonne alternative tant que l'on ne se préoccupait pas ou peu de son impact sur les nappes phréatiques.

En tant qu'activité modératrice, la lutte contre la pollution des eaux relevait uniquement des Etats. Les efforts dans ce domaine ont été parfois couronnés de succès ou bien complètement inefficaces. Une opération réussie résultait généralement d'un mandat adéquat à son objectif, géré par une administration sanitaire locale bien organisée avec un personnel compétent. L'argent, en tant qu'ingrédient indispensable, posait presque toujours problème dans la mesure où de telles opérations ne recevaient un financement suffisant d'aucun ou de très peu d'Etats. Un autre problème consistait en l'absence de coordination des programmes visant les cours d'eau ou les lacs intéressant plusieurs Etats. Quelques conventions entre Etats virent le jour et résolurent heureusement les problèmes de bassins hydrographiques communs. Mais, dans leur ensemble, les Etats ne consentaient pas un effort soutenu adéquat pour maîtriser la pollution des eaux. C'est pourquoi le Congrès américain mit sur pied, par le biais de la loi sur l'eau propre de 1972, un programme national coiffant ceux des Etats. Ce programme comportait un organisme doté de subventions massives qui, en fin de compte, finança 75% du coût de nombreuses stations locales d'épuration des eaux usées. Ce programme est toujours en vigueur, mais dans sa phase décroissante.

Le programme californien de lutte contre la pollution des eaux, basé sur le système de permis délivrés par l'Office d'Etat du génie sanitaire fut remplacé en 1949 par une organisation élargie ayant un pouvoir exprès sur les déchets industriels. Plus tard sa gestion a été confiée à l'Agence d'Etat de lutte contre la pollution des eaux avec 9 agences régionales correspondant aux neufs bassins hydrographiques de l'Etat. Les réglementations de rejets d'eaux devaient protéger les usages indiqués par les Agences et garantir le respect des normes

recommandées par les Départements de la Santé Publique, de la Pêche et de la Chasse. Lorsque la loi sur l'eau propre de 1972 fut promulguée, autorité fut donnée à la Californie par l' E.P.A. pour l'administration des crédits du programme d'aide à la construction des stations d'épuration. Le défaut de cette loi est qu'elle ne s'applique pas aux eaux souterraines : les articles sur la protection des aquifères souterrains ont été inclus dans la loi sur la qualité de l'eau potable de 1974 et ses amendements de 1986.

La **protection de l'environnement** contre la pollution chimique est régie par **quatre lois fédérales** :

1. **La loi fédérale de 1972** sur les insecticides, les fongicides et les rongicides, qui règlemente la vente et l'usage de ces substances afin qu'elles n'aient pas «d'effets nocifs déraisonnables».

2. **La loi de 1976** sur la restauration et la conservation des ressources, qui règlemente la gestion des déchets dangereux. L'amendement de 1984 sur les déchets solides dangereux concerne particulièrement les eaux souterraines.

3. **La loi de 1976** sur le contrôle des substances toxiques, qui règlemente les produits chimiques, nouveaux ou existants, en définissant les risques associés aux cycles d'évolution des substances chimiques commercialisées.

4. **La loi d'ensemble de 1980** sur les effets environnementaux, les indemnisations et les responsabilités pour la restauration des sites pollués par produits chimiques.

L'enlèvement des ordures ménagères était, jusqu'au milieu du siècle, du ressort des services du génie sanitaire qui encourageaient les mesures de lutte contre les rongeurs et les insectes, vecteurs de transmission de maladies, et de prévention des nuisances causées par les odeurs, les fumées et tout ce qui est peu agréable à la vue. Vers les années 50, le Département californien de la Santé commença à s'occuper des déchets chimiques et industriels déposés dans les carrières de sable désaffectées au-dessus d'importantes nappes phréatiques dans la plaine côtière de Los Angeles. On institua un système de classification des décharges et le dépôt des déchets chimiques a été limité à des sites de décharge contrôlés où les produits de lixiviation n'étaient pas susceptibles d'infiltrations souterraines.

7. La réutilisation des eaux usées.

Cet exposé a fait une large place à la qualité de l'eau, bien que la quantité soit aussi un aspect essentiel de la valeur des ressources en eau. Ces deux aspects sont difficiles à séparer quand il s'agit de la réutilisation des eaux usées. Il n'est pas surprenant que cette réutilisation se soit développée plus tôt dans le sud-ouest aride des Etats-Unis que dans la plupart des autres régions, pour répondre aux besoins quantitatifs de ressources en eau. Parmi les exemples de réutilisation d'eau non potable actuellement en service, on peut citer le parc national du Grand Canyon en Arizona pour l'eau d'appoint des installations sanitaires et l'irrigation des espaces verts (1926); Pomona en Californie, pour l'irrigation d'espaces verts et l'alimentation de pièces d'eau ornementales (1932), Baltimore au Maryland, pour la fourniture d'eau industrielle aux usines sidérurgiques de Bethlehem (1942) ; Whittier Narrows en Californie, pour la recharge d'aquifères souterrains par épandage en surface (1962); Burbank en Californie, comme eau de réfrigération (1970) ; Irvine Ranch Country Water District en Californie, pour l'irrigation d'espaces verts résidentiels avec un réseau de distribution spécial (1977).

La Californie a le programme le plus élaboré de réutilisation des eaux usées et les réglementations les plus complètes concernant la prévention de ses effets sur la santé publique. Ces réglementations ont évolué depuis celle de 1918 qui interdisait d'utiliser sans traitement, pour l'irrigation des cultures potagères, des eaux usées provenant de fosses septiques ou d'effluents de réservoirs Imhoff. Les réglementations en vigueur s'appliquent à l'irrigation des cultures fourragères, des produits consommés crus ou transformés, à l'irrigation par aspersion ou par pulvérisation, à l'arrosage des terrains de golf et des cimetières, à l'irrigation des parcs et des aires de jeux et à l'alimentation de 3 catégories de plans d'eau de loisirs. Ces réglementations fixent les exigences en matière de traitement et les normes à respecter en termes de niveau maximal de pollution par les bactéries coliformes. En outre, les caractéristiques de fiabilité des installations de traitement sont spécifiées : les systèmes d'alarme, l'énergie de secours, les dispositifs de rechange, les équipements de remplacement disponibles en permanence, les installations de stockage d'urgence etc... Les réglementations les plus strictes concernent les traitements à faire subir aux effluents contrôlés par des prélèvements quotidiens avant utilisation pour l'irrigation des espaces verts dans les parcs et aires de loisirs.

H. J. ONGERTH

Des normes pour la réalimentation des nappes phréatiques n'ont pas été établies en raison des problèmes et des incertitudes posés par les résidus organiques dissous dans l'effluent, bien que l'on ait fait énormément pression pour que de telles normes soient publiées afin d'autoriser de nouveaux projets de réalimentation. Cette question, examinée par un groupe d'experts en 1975, n'a pas reçu de solution : elle est de nouveau à l'étude.

La réutilisation directe pour la fourniture d'eau potable a été sujette à controverse en Californie mais aucune position spécifique n'a été arrêtée. La ville de Denver a mis en service une installation expérimentale d'un coût de plusieurs millions de dollars mais, jusqu'à présent, la production de cette installation n'a pas été utilisée pour la fourniture d'eau potable au consommateur.

Les utilisations d'eaux usées récupérées qui ont le plus de chance de se développer sont le recyclage direct des eaux de fabrication par l'industrie et l'irrigation des cultures et des espaces verts. L'avenir de la réalimentation des eaux souterraines dépend de la façon dont l'élimination des composés organiques de synthèse sera résolue. La réutilisation des eaux usées est sérieusement envisagée comme une alternative au manque de ressources en eau dans plusieurs régions mais les considérations économiques et les impératifs de santé publique devront prévaloir dans les prises de décisions à ce sujet.

8. *Conclusions*

Cet examen des pratiques passées et présentes en matière d'alimentation en eau et de lutte associée contre la pollution des eaux appelle trois conclusions :

1. Les poussées de maladies infectieuses transmises par l'eau sont maîtrisées pour les réseaux de distribution d'eau desservant 90% de la population, mais elles peuvent réapparaître et les efforts de protection dans ce domaine ne doivent pas cesser. Les fournitures d'eau aux petites communautés et les alimentations en eau privées sont, en grande part, responsables des recrudescences constatées de ces maladies : ce secteur de distribution nécessitera toujours, pour l'amélioration de son service, et de l'argent et des efforts disproportionnés par rapport à la population desservie.

2. Les problèmes de pollution des eaux par produits chimiques demeureront

dans le siècle à venir. Une meilleure connaissance de la toxicité et des effets de synergie de ces substances devra servir de base aux réglementations et aux décisions techniques concernant les risques correspondants.

3. La réutilisation des eaux usées et la conservation de l'eau -dont nous n'avons pas parlé ici- prendront de plus en plus d'importance pour répondre aux besoins en eau d'une population en voie d'accroissement et d'une société plus développée.

Les ressources en eau sont limitées et fragiles. En établissant les priorités pour l'affectation des moyens dont elle dispose, la société industrialisée doit impérativement placer en tête des urgences la préservation de ces ressources, sans concurrence avec ses nombreux autres besoins et désirs.

Henry J. ONGERTH
Ingénieur en chef du Département
de l'Eau en Californie (USA)