

Le rôle de l'ingénieur sanitaire dans la santé publique

L.Y. Maystre

Directeur de l'Institut du génie de l'environnement
Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 1015 Lausanne

Le génie sanitaire a pour objet les systèmes d'ouvrages techniques qui protègent ou améliorent la santé publique. L'ingénieur sanitaire conçoit, planifie, construit, exploite et contrôle ces systèmes. Parce que ces systèmes sont utilisés par les personnes et les collectivités, l'ingénieur sanitaire n'est pas uniquement concerné par les mesures passives d'une politique préventive de la santé publique : il est concerné par les mesures actives et doit être associé à leur promotion.

Il y a une trentaine d'années, l'Organisation Mondiale de la Santé avait forgé une expression qui a malheureusement été mal diffusée et, de ce fait, n'a pas connu la consécration universelle qu'elle méritait : l'hygiène du milieu. On l'a remplacée par "protection de l'environnement". Le milieu est bien entendu le milieu vital, l'espace que l'homme habite, travaille, dans lequel il se meut et organise sa vie sociale, dans lequel il puise ses ressources alimentaires; c'est donc bien ce qu'on a, depuis, appelé environnement. "Hygiène" est un mot dont l'origine grecque signifie "santé". "Protection" a une connotation statique, de conservation, de stabilité homéostatique, tandis que "santé" a une connotation dynamique, de développement, de croissance qualitative, de résilience.

Si la stabilité n'est que le moyen de revenir à un état initial, elle pourra être insuffisante pour assurer la survie d'un système. Dans ces conditions, un système ne peut survivre comme système que s'il change. La capacité de durer tout en se transformant constitue une propriété essentielle, distincte de la stabilité, que Holling a nommée résilience. Selon lui, c'est la capacité à absorber les chocs, à persister en tant qu'ensemble de relations entre constituants.

Plus sa résilience est grande, plus le système a des chances de survivre, quitte à devenir différent. La théorie et l'observation empirique montrent que résilience et équilibre sont souvent opposés.

Pour le monde sans cesse transformé par l'homme, la résilience du milieu est une qualité préférable à son équilibre.

L'hygiène du milieu, en d'autres termes la "santé de l'environnement", n'est pas une abstraction philosophique : elle est une condition vitale, au sens fort de ce terme, de la vie et de l'épanouissement de l'humanité. C'est la santé publique qui est la finalité du génie sanitaire et non la protection de l'environnement, dans le sens que certains ont voulu donner à cette expression en ravalant l'homme à une espèce animale parmi d'autres.

Néanmoins, l'homme appartient aussi au règne animal : la qualité de son milieu de vie, ou habitat, ou environnement, a une influence très importante sur son état de santé. L'homme n'échappe pas aux relations synécologiques : donc les caractéristiques écologiques de son environnement influencent beaucoup son état de santé, même si c'est de manière indirecte et différée.

Les expressions "santé publique" et "hygiène du milieu" englobent des concepts très voisins, puisqu'ils concernent avant tout le bien-être et le "bien-devenir" de l'homme, être social. Par contre, les expressions "santé publique" et "protection de l'environnement" résultent de points de vue différents qui peuvent, à la limite, devenir antagonistes.

Il est vrai que les germes infectieux et les produits toxiques transitent toujours par l'environnement, empruntant des cycles plus ou moins longs et complexes, avec des hôtes intermédiaires : dans ces nombreux cas, la santé publique et la protection de l'environnement sont en relation étroite et complémentaire.

Il est aussi vrai que certains travaux d'assainissement et de lutte antiparasitaire sont au détriment de l'environnement naturel et, inversement, que la protection de certains milieux naturels entraîne des conséquences adverses pour la santé. Ces antagonismes résultent de la confrontation de différents temps et espaces : car ce qui est bon à moyen terme pour un espace donné n'est souvent plus bon à long terme ou pour un espace plus vaste. L'emploi du DDT illustre bien ce propos : arme providentielle durant des années, ce produit a été interdit par presque tous les pays, car les conséquences de son utilisation nuisent à long terme, du fait de sa migration à travers les chaînes trophiques jusqu'à l'homme.

Nous nous proposons de présenter quatre exemples précis montrant la responsabilité et le rôle de l'ingénieur sanitaire dans les problèmes d'hygiène du milieu.

Un court-circuit tragique

L'épidémie de typhoïde qui a éclaté en 1963 à Zermatt est bien connue dans la littérature médicale. C'est un exemple d'insuffisance notoire de la sécurité des systèmes du génie sanitaire : une conduite d'adduction, ou un réservoir du système d'approvisionnement en eau potable, est fissuré. Le terrain est perméable. A proximité, un égout, pas étanche comme le sont la plupart des égouts aujourd'hui encore, laisse ses eaux polluées s'infiltrer dans le terrain. La distance entre égout et réservoir est trop faible pour que les germes pathogènes soient détruits dans le sol grâce à des conditions écologiques défavorables. Ces germes parviennent au réservoir. Comble de malchance : la désinfection sommaire à l'hypochlorite de soude est en panne ces jours-ci. C'est l'épidémie, car un réseau de distribution d'eau est un magnifique moyen de diffusion de polluants ou de germes pathogènes aux usagers qui ne prennent aucune précaution, puisqu'ils paient l'eau au robinet et croient acheter un produit sûr (1).

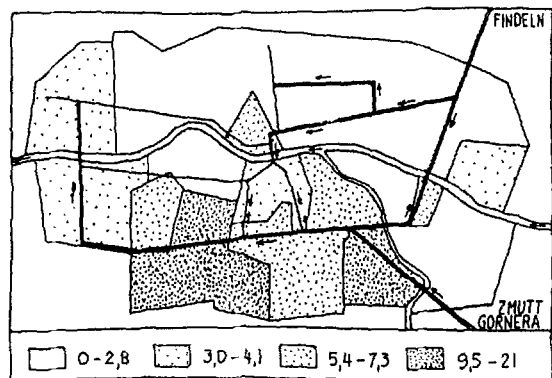


Figure 1 : Taux de morbidité en pourcents

La figure 1 schématise le village de Zermatt avec le réseau de distribution d'eau et le taux de morbidité lors de l'épidémie de typhoïde de 1963. Le tableau 1 indique la répartition des taux de morbidité entre résidents et hôtels, pour ces derniers entre touristes et employés.

Tableau 1

% de cas de typhoïde		Réseau d'alimentation en eau			
		Rive droite		Rive gauche	
Résidents et para-hôtellerie		15,2		51,7	
Hôtel	Touristes	6,6	6,9	113,4	112,3
	Employés		5,0		115,4

Le mode de propagation des germes ne fait aucun doute : c'est le réseau de distribution d'eau. La source de l'infection identifiée après l'événement est, selon toute vraisemblance, l'écoulement depuis l'éégout dans une canalisation ou un réservoir. Dans ce cas, la responsabilité de l'ingénieur sanitaire est entière : les deux systèmes (eau potable et eau usée) ont été mal conçus. Malheureusement, il n'y avait pas d'ingénieur sanitaire à l'époque.

Une habitude malsaine

Les élèves des écoles de Ouagadougou, au Burkina Faso, vont parfois se baigner dans les lacs-réservoirs situés au nord de la ville. Ces lacs sont les réservoirs d'alimentation en eau potable de la ville : ils devraient donc être protégés contre toute intrusion animale et humaine. On a pu constater que non seulement ces intrusions polluent les eaux, mais que les intrus, en l'occurrence les enfants, sont davantage atteints de maladies à cause de ces baignades. Cela a été démontré par les résultats d'une enquête auprès de 439 élèves de 6 écoles. Lors d'interviews, les élèves ont répondu à sept questions ayant trait à leur état de santé, et à deux questions ayant trait à l'eau :

<p><u>Questions sur les maladies :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Toux toute l'année 2. Maladies contagieuses fréquentes dans la famille 3. Maux de ventre fréquents 4. Présence régulière de vers dans les selles 5. Présence régulière de sang dans les urines 6. Fréquentes diarrhées avec sang 7. Fréquentes éruptions de boutons <p><u>Questions sur l'eau :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Approvisionnement en eau de boisson aux puits (les mieux alimentés sont les plus proches du lac-réservoir). 2. Jeux et baignades au lac-réservoir

Les résultats sont reproduits dans le tableau 2, qui donne les nombres d'élèves, de réponses et les pourcentages de oui à l'une des deux questions concernant l'eau et l'une des sept questions concernant les maladies.

Le pourcentage de maladie peut être "expliqué" par une formule simple :

$$(\% \text{maladie}) = 0,37 + 0,5. (\% \text{eau})$$

(dernière ligne du tableau 2)

En d'autres termes, il y a un état général de santé qui se traduit par 37% de oui à une des maladies dont l'étiologie concerne l'hygiène du milieu et un risque accru résultant de la proximité de l'eau. En effet, l'étude topographique de l'emplacement des 6 écoles montre que ce sont bien les no. 1 et 2 qui sont les plus proches du lac-réservoir.

Cette petite enquête expose la relation étroite entre santé et qualité du milieu et fournit à l'ingénieur sanitaire les bases d'une politique d'amélioration des conditions du milieu : une collaboration entre gens de la médecine et gens de la technique est indispensable dans de tels cas.

Tableau 2

No. école	1	2	3	4	5	6
Total élèves interrogés	70	85	85	55	80	64
Total oui à 2 questions sur l'eau	66	37	33	10	11	10
% "eau"	0,47	0,22	0,19	0,09	0,07	0,08
Total oui à 7 questions sur les maladies	293	316	257	162	247	186
% "maladie"	0,60	0,53	0,43	0,42	0,44	0,42
% "maladie" calculé	0,60	0,48	0,46	0,42	0,41	0,41

Un boomerang : les chaînes trophiques

On sait que les polluants se disséminent et se résorbent dans la nature : longtemps l'adage "la solution à la pollution est la dilution" fut de mise, jusqu'à ce qu'on découvre, à la suite de catastrophes, que ces polluants peuvent se reconcentrer et revenir à l'homme. La maladie de Minamata, provoquée par l'ingestion de poissons contenant beaucoup de méthylmercure, a tristement illustré le mécanisme de la concentration des polluants le long des chaînes trophiques.

En étroite collaboration avec l'écotoxicologue, l'ingénieur sanitaire d'aujourd'hui doit étudier les cheminements de polluants particulièrement persistants et dangereux, depuis leur origine dans les déchets (eaux usées, ordures, fumées) jusqu'à leur destination dans les aliments de l'homme. Ces cheminements sont extraordinairement complexes, mais l'étude d'un des maillons significatifs peut suffire à donner l'alarme. Ainsi, une étude des polychlorobiphényles (PCB) contenus dans les lipides de la lotte dans les eaux naturelles suisses a révélé la présence d'une pollution de fond de l'ordre de 10 mg par kg de lipides, à laquelle s'ajoute une pollution localisée 2 à 10 fois plus élevée. La figure 2 fournit les résultats d'une étude récente qui démontre l'ubiquité de ce polluant en dépit d'une réglementation sévère concernant les PCB. On rétorquera que c'est l'environnement naturel qui est atteint et l'homme ne se nourrit pas de lottes. Mais, étant donné le niveau trophique de la lotte (presqu'en fin de chaîne), on peut affirmer qu'il y a forte contamination de l'écosystème; donc d'autres espèces comestibles, telles les salmonidés, sont aussi atteintes et constituent un danger potentiel pour l'homme (2).

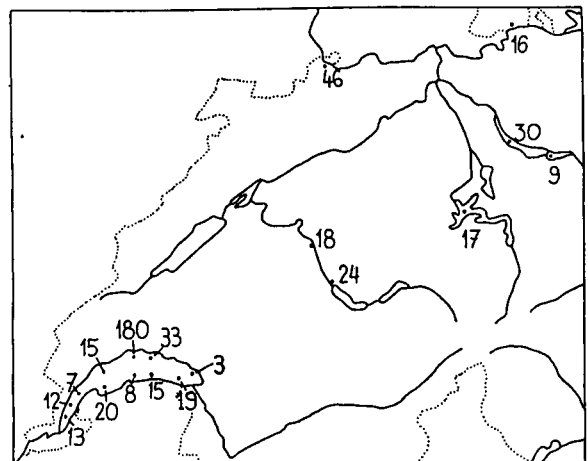


Figure 2 : Concentration en mg PCB par kg poids lipides des lottes.

La révolution du bulldozer et ses contrecoups

Depuis un quart de siècle, les travaux de terrassement ont été considérablement accélérés par les engins mécaniques : routes, barrages et digues ont pu être réalisés à un rythme tel qu'on n'a plus tellement réfléchi avant d'agir. En particulier, on n'a pas assez bien observé le terrain et l'environnement, ni essayé d'imaginer les conséquences des modifications que les travaux entraîneraient. Fonçant tout droit à travers forêts, savannes et zones marécageuses, on a coupé la topographie naturelle et créé de toutes pièces, de nouveaux gîtes larvaires. La photo (figure 3) montre un marigot créé par la construction d'une route.



Voilà des ouvrages techniques réalisés pour améliorer les conditions de vie des plus déshérités : petits barrages agricoles, routes. Les bénéfices immédiats sont évidents; mais, après très peu d'années, un mauvais entretien, les suintements, favorisent le développement de gîtes larvaires, donc accroissent les causes de maladie, en même temps qu'ils diminuent les bénéfiques. Bien souvent hélas, après quelques années, la situation est revenue comme avant, si elle n'a pas empiré.

L'ingénieur sanitaire doit veiller à ce que l'hygiène du milieu soit prise en compte au stade des projets, de la réalisation et de l'entretien des ouvrages.

Ces quatre exemples illustrent la nécessité d'une bonne formation de l'ingénieur sanitaire dans les disciplines relevant de la santé publique.

La formation de l'ingénieur sanitaire en santé publique

L'ingénieur sanitaire doit être associé aux mesures actives de santé publique : hygiène domestique, élimination des excréments et des déchets dans les installations individuelles (latrines, fosses, compost, etc), discipline dans l'évacuation des déchets toxiques (batteries, produits de nettoyage), non-consommation de produits entravant les actions dépolluantes, respect du milieu naturel. L'ingénieur sanitaire est directement concerné par les mesures semi-actives et passives, telles que : campagnes anti-pollution, entretien d'ouvrages techniques publics, valorisation des déchets respectant les normes de pollution et normes des denrées alimentaires, études d'impact et protection des ressources.

C'est pourquoi la formation des ingénieurs sanitaires ne peut se limiter aux aspects techniques, ni même aux aspects biochimiques. Un colloque d'experts convié par le Bureau régional pour l'Europe de l'OMS (3) a identifié 8 domaines absolument indispensables à la formation de tout ingénieur sanitaire, quelle que soit sa spécialisation ultérieure. Ce sont :

- l'épidémiologie,
- la parasitologie,
- la physiologie humaine (modes d'infection),
- la toxicologie,
- la biologie et microbiologie sanitaire,
- le contrôle des vecteurs,
- l'étiologie des maladies d'origine hydrique,
- la législation relative à la santé publique.

Les notions fondamentales de ces domaines ont été incorporées à la spécialisation de génie sanitaire du programme du 3ème cycle en protection de l'environnement organisé tous les deux ans par l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

Mais, si les ingénieurs doivent s'ouvrir à l'état d'esprit, au langage et aux problèmes du monde médical, la réciproque est vraie aussi.

Aujourd'hui, il est indispensable de voyager dans d'autres professions, comme on voyage dans d'autres pays : afin d'accueillir les différences, de mieux connaître sa propre identité et de découvrir les complémentarités.

Bibliographie :

1. Bernard R.P. The Zermatt typhoid outbreak in 1963. *J. Hyg. Camb.*, 63, 1965.
2. Tarradellas J. et al. Utilisation de la lotte comme indicateur de la pollution des eaux continentales par les polluants organochlorés. *Eau du Québec*, vol. 16, 1983.
3. Consultation on the public health component of sanitary engineers' training curricula. WHO/EURO, Copenhagen, 1983.

RESUME

Le rôle de l'ingénieur sanitaire dans la santé publique est illustré par quatre exemples : l'épidémie de Zermatt de 1963, une enquête sanitaire à Ouagadougou, la bioaccumulation de polluants dans les lottes de lacs et cours d'eau suisses et les méfaits de travaux de terrassements dans les pays en développement (route et barrages). Le caractère dynamique du concept "hygiène du milieu" est mis en valeur et sert à justifier l'insertion de connaissances en santé publique dans les programmes de formation des ingénieurs sanitaires.

ZUSAMMENFASSUNG : Die Rolle des Gesundheitsingenieurs im Gesundheitswesen

Diese Rolle ist durch vier Beispiele illustriert : die 1963 Typhusepidemie in Zermatt, eine Gesundheitsrundfrage in Ouagadougou, die Bioakkumulation von Schadstoffen in Quappen von Schweizer Gewässern und die Missetaten von Erdarbeiten in Entwicklungsländern (Strassen und Dämme). Der dynamische Charakter des Konzepts "Umweltgesundheit" ist unterstrichen und beweist die Notwendigkeit von Kenntnissen in Gesundheitswesen in den Ausbildungsprogrammen von Gesundheitsingenieuren.

SUMMARY : Role of the sanitary engineer in public health

This role is exemplified through four cases : the Zermatt typhoid epidemic of 1963, a sanitary survey in Ouagadougou, the bioaccumulation of pollutants in the burbots of Swiss waters and the damages of earthwork in developing countries (roads and dams). The dynamic feature of the concept of "environmental health" is underlined and justifies the inclusion of public health subjects in the training curricula of sanitary engineers.

Un cours de perfectionnement interdisciplinaire sous le titre

SANTE - TECHNIQUE - ENVIRONNEMENT

organisé par l'Institut du génie de l'environnement de l'EPFL et l'Institut universitaire de médecine sociale et préventive de Lausanne, est offert pour la première fois durant l'hiver 1985-1986. Il consiste en huit journées de cours et discussions. Ce cours est ouvert aux professions de la santé, aux professions techniques et de l'environnement et aux responsables concernés au sein de collectivités publiques, d'industries et d'associations.

Renseignements auprès de l'IGE (Prof. L.-V. Maystre, tél. 021/47.37.15) et de l'IUMSP (Dr J. Martin, tél. 021/41.28.61).