

17102

MANUEL DU TECHNICIEN SANITAIRE

Joseph Lanoux
J. N. LANOIX

Ingénieur sanitaire
Chef, Développement des Institutions et Services
Division de l'Hygiène du Milieu
Organisation mondiale de la Santé, Genève

M. L. ROY

Ingénieur sanitaire
Coordonnateur, Centre interrégional de Génie sanitaire
Organisation mondiale de la Santé, Rabat, Maroc



ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ

GENÈVE

1976

ISBN 92 4 254057 9

© Organisation mondiale de la Santé, 1976

Les publications de l'Organisation mondiale de la Santé bénéficient de la protection prévue par les dispositions du Protocole N° 2 de la convention universelle pour la Protection du Droit d'Auteur. Pour toute reproduction ou traduction partielle ou intégrale, une autorisation doit être demandée au Bureau des Publications, Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse. L'Organisation mondiale de la Santé sera toujours très heureuse de recevoir des demandes à cet effet.

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation mondiale de la Santé aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention de firmes et de produits commerciaux n'implique pas que ces firmes et produits commerciaux sont agréés ou recommandés par l'Organisation mondiale de la Santé de préférence à d'autres. Sauf erreur ou omission, une majuscule initiale indique qu'il s'agit d'un nom déposé.

IMPRIMÉ EN SUISSE

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	7
Introduction	11
Chapitre I Prophylaxie des maladies transmissibles de l'homme	13
Chapitre II L'eau potable.	21
Chapitre III Evacuation des excreta et traitement des eaux d'égout	56
Chapitre IV Les déchets solides: ordures ménagères, déchets industriels, fumier	86
Chapitre V Lutte contre les vecteurs, les réservoirs de virus et les hôtes inter- médiaires	99
Chapitre VI Désinfection, désinsectisation et emploi des pesticides	130
Chapitre VII Hygiène des denrées alimentaires	136
Chapitre VIII Hygiène de l'habitat.	153
Chapitre IX Hygiène scolaire	159
Chapitre X Hygiène industrielle et pollution atmosphérique	161
Chapitre XI Enquêtes sanitaires	166
Chapitre XII Assainissement en cas de catastrophe	168
Chapitre XIII L'éducation sanitaire intégrée à la planification des projets d'hygiène du milieu	172
Chapitre XIV Organisation de la santé publique	185
Bibliographie.	192

108965

AVANT-PROPOS

L'enseignement de l'hygiène du milieu s'est répandu un peu partout dans le monde, particulièrement avec les programmes d'assistance de l'OMS aux pays en voie de développement. L'établissement de services nationaux d'assainissement avec leurs contingents de personnel local est un des objectifs de l'Organisation. Cela ne se fait pas sans difficultés car, s'il est possible d'utiliser des universités étrangères pour former le personnel de niveau universitaire (ingénieurs sanitaires, par exemple), dans le cas des techniciens et des auxiliaires de l'assainissement, on doit créer des écoles spéciales dans le milieu local, établir des programmes d'enseignement et préparer des cours appropriés. On a pu, par ailleurs, constater que les auxiliaires des pays d'expression française n'avaient pas à leur disposition assez d'ouvrages et de publications sur l'assainissement rédigés dans leur langue d'adoption, et qu'en cela ils se trouvaient nettement défavorisés par rapport à leurs homologues des pays anglophones. S'il existait des ouvrages en français, ils avaient été écrits pour une élite de la profession médicale et dépassaient de loin le niveau intellectuel du personnel auxiliaire. De plus, ils ne mettaient pas l'accent sur la pratique de l'hygiène du milieu, mais présentaient plutôt une vue superficielle du sujet. Un manuel d'assainissement dont l'usage est réservé aux techniciens et aux auxiliaires des pays d'expression française en voie de développement vient, par conséquent, à point pour combler une lacune regrettable.

A quel type de personnel ce manuel est-il destiné ?

Nous insistons sur le fait que le présent manuel n'est nullement destiné au personnel sanitaire des pays avancés, bien que l'exposé de certaines matières pourrait présenter pour ce personnel un intérêt incontestable. Il s'adresse uniquement aux sous-professionnels de l'assainissement des pays francophones, particulièrement d'Afrique, du Moyen-Orient et d'Asie. Ces derniers sont désignés par toute une gamme de titres: « agent d'assainissement », « inspecteur de la salubrité publique », « officier sanitaire », « garde sanitaire », « assistant d'hygiène », « technicien sanitaire », dont aucun ne correspond à des fonctions nettement définies dans la hiérarchie administrative. Il serait donc futile d'en établir une échelle d'importance. C'est pourquoi nous avons choisi d'utiliser, dans un contexte général, la dénomination « technicien sanitaire » — sans vouloir, pour cela, l'imposer aux administrations de santé publique — car elle nous paraît la plus logique et la plus conforme aux activités des auxiliaires de l'assainissement.

Afin de mettre en garde le lecteur contre toute fausse interprétation de l'objectif proposé, il est primordial de faire le point sur cette catégorie de personnel sanitaire. Ces techniciens sont recrutés à des niveaux très différents et reçoivent une formation variable d'un pays à l'autre: scolarité pouvant aller de six à neuf ans, formation spécialisée de un à trois ans, correspondant ainsi à un total de sept à douze ans d'études. Quant à leur utilisation, il semble qu'elle n'est pas toujours basée sur la durée des études. Il faut aussi retenir que ce personnel constitue le seul lien entre le professionnel et le terrain, entre l'administration et le public, et que pratiquement il n'existe pas d'échelons à l'intérieur de sa catégorie. Il doit souvent poursuivre ses activités dans des régions reculées, difficilement accessibles, loin du concours et des conseils de ses supérieurs. Il importe que sa formation l'habilite à faire face à ses responsabilités. C'est donc à ces techniciens sanitaires de niveaux variés que le présent manuel est destiné. Nous avons essayé de garder un langage qui soit à la portée de tous, tout en nous efforçant d'étendre la connaissance au niveau actuel le plus élevé du technicien sanitaire de ces pays.

Ce manuel aura donc les buts suivants:

a) Servir à la formation des techniciens sanitaires dans les pays d'expression française en voie de développement; il pourra aussi bien être utilisé comme livre de classe par les élèves techniciens que comme guide par les ingénieurs sanitaires et autres spécialistes de l'assainissement chargés des programmes de formation.

b) Servir d'aide-mémoire aux techniciens sanitaires opérant déjà sur le terrain.

c) Permettre aux techniciens d'un niveau inférieur de s'améliorer dans leur domaine, et ainsi de s'élever au niveau de leurs collègues plus instruits.

Cet ouvrage reste essentiellement un manuel d'assainissement et non une synthèse de toutes les matières devant faire partie du programme complet de formation des techniciens sanitaires. On y trouvera, brièvement exposé, un chapitre sur les maladies transmissibles qui ne fait que résumer certaines connaissances acquises durant un cours d'épidémiologie et d'hygiène publique. Quelques notions d'hydraulique appliquée seront également présentées pour aider à mieux comprendre les problèmes d'écoulement de l'eau. Il serait toutefois dispendieux d'y introduire des chapitres sur la construction, la topographie, la microbiologie, la parasitologie, l'entomologie, qui doivent être enseignées dans des cours spéciaux; et si, tout au long du manuel, des éléments sur l'une ou l'autre de ces matières apparaissent, c'est uniquement dans le but d'aider à l'explication du sujet traité.

Etant donné la situation unique du technicien sanitaire dans les pays en voie de développement, on le retrouve aussi bien dans les villes que dans les campagnes. C'est pourquoi, dans le présent ouvrage, les sujets sont traités dans le contexte de l'assainissement urbain aussi bien que rural, avec des développements plus larges pour ce dernier, compte tenu du fait que la plupart des pays envisagés ont une forte majorité de zones rurales, et que même les villes présentent, dans certains de leurs quartiers, des conditions plus rurales qu'urbaines.

Il est difficile de conclure sans penser à l'avenir de ce personnel sanitaire qui se dévoue pour une cause qu'on aurait tort de croire perdue. On n'a pour cela qu'à jeter un coup d'œil sur ce qui se passe dans certains pays avancés où les techniciens sanitaires (les « *sanitarians* » des pays de langue anglaise) ne sont plus les « sans-grade » d'autrefois, mais des universitaires qui entrent d'emblée dans la catégorie professionnelle des fonctionnaires de l'hygiène publique. C'est ainsi qu'aux Etats-Unis d'Amérique, au Canada, au Royaume-Uni, on trouve des « *sanitarians* » professionnels à la direction de vastes programmes d'hygiène du milieu, ou encore spécialisés dans une branche déterminée de leur discipline — cette dernière pratique s'est accrue considérablement durant la dernière décennie. Evidemment, on est encore loin d'atteindre ce stade dans les pays en voie de développement. L'hygiène du milieu y est encore à l'état embryonnaire, les professionnels (ingénieurs sanitaires, techniciens sanitaires supérieurs) sont rares et sont en butte à de grands obstacles pour se faire accepter, les difficultés éprouvées dans le recrutement des auxiliaires poussent à limiter les exigences. Tout ce concours de circonstances contribue à retarder le passage de ces derniers à une classe sinon professionnelle, du moins semi-professionnelle. Mais tout est fonction de temps. Les progrès s'imposeront étape par étape, suivant l'exemple des pays plus développés. Alors, ce manuel, si l'on veut qu'il soit à la pointe du progrès, devra être révisé, réadapté, chaque fois qu'une nouvelle étape aura été franchie.

La première édition de ce manuel avait été élaborée en 1965 par le Bureau régional de l'OMS pour l'Europe. Ce texte en est la seconde édition.

Le Siège de l'Organisation mondiale de la Santé,¹ et plus particulièrement l'Unité de Développement des Institutions et des Services (DIS) de la Division de l'Hygiène du Milieu, tiendra compte des observations, suggestions et commentaires éventuels auxquels ce manuel pourrait donner lieu, ainsi que des corrections ou additions qu'appelle normalement tout ouvrage de ce genre, ce qui lui permettra de procéder en temps utile à une troisième édition.

*
* *

L'OMS tient à renouveler ses remerciements à l'Organisation de Coopération et de Développement économiques et à l'American Public Health Association, ainsi qu'aux éditeurs J. B. Baillière et Fils, Degrémont-France, G. Doin et C^{ie}, Garnier Frères, Masson et C^{ie}, à Paris, John Wiley and Sons, Inc., à Londres et New York, qui ont bien voulu autoriser l'emprunt d'un certain nombre de passages tirés d'ouvrages publiés par leurs soins. Le lecteur trouvera en fin de volume (voir page 192) la liste des ouvrages utilisés.

Au cours de l'élaboration de ce texte, un certain nombre de fonctionnaires de l'OMS ont apporté leur contribution et de précieux commentaires. Ce sont, tout d'abord, les fonctionnaires responsables de la première édition de l'ouvrage, M. George Ponghis, à l'époque Ingénieur sanitaire, Chef de la Branche de l'Hygiène du Milieu, du Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, et feu M. Paren Ganimian, Technicien sanitaire. Viennent ensuite les personnes suivantes:

¹ Adresse: 1211 Genève 27, Suisse.

M. Jean Bachler, Ingénieur sanitaire, Burundi-0010
M. Roger Beaudoin, EH/République Centrafricaine-7, Technicien de l'Assainissement
M. Robert Davies, CWSS/HQS, Genève, Technicien sanitaire
M. Gérard Etienne, HMD/HQS, Genève, Ingénieur sanitaire
M. G. Ewald, 9/Togo-29, Ingénieur sanitaire
M. Carmine Ferullo, Maroc-0507, Ingénieur sanitaire
M. G.H.W. Garner, Turquie-0503, Technicien de l'Assainissement
M. E. Ionescu, Algérie-0502, Ingénieur sanitaire
M. P.W. Jolly, Laos-0503, Technicien de l'Assainissement
M. Claude Leneutre, Congo (RD)-0012, Ingénieur sanitaire
M. Vicente López Castillo, Niger-0018, Ingénieur sanitaire
M. Dino Maretto, Congo (RD)-12, Ingénieur sanitaire
M. C. Nkoumou-Wood, Congo (RD)-0012, Ingénieur sanitaire
M. E. Pagiras, MAD-0023, Ingénieur sanitaire
M. Pierre Pascal, Côte d'Ivoire-0012, Ingénieur sanitaire
M. Hugo F. Requena, Corée-0025, Technicien de l'Assainissement
M. Léo Roy, Mali-0032, Ingénieur sanitaire
M. Daniel Valéry, Cameroun-0023, Ingénieur sanitaire
M. Dieter Wenzel, Gabon-0006, Ingénieur sanitaire
M. Arnold Wilson, Ingénieur sanitaire régional, AFRO, Brazzaville.

Les auteurs désirent remercier de façon toute particulière le D^r J. Mouchet, de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Bondy, France, qui a révisé entièrement le chapitre V (Lutte contre les vecteurs, les réservoirs de virus et les hôtes intermédiaires) ainsi que la portion du chapitre VI sur les pesticides. De même, ils expriment leur reconnaissance à M. le D^r K. A. Pisharoti, auteur du chapitre XIII sur l'éducation sanitaire, et à M. Gérard Etienne, auteur de la seconde moitié du chapitre XIV sur les besoins en personnel et les problèmes de sa formation.

Introduction

QU'EST-CE QUE LA SANTÉ?

La Constitution de l'Organisation mondiale de la Santé donne la définition suivante:

« La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité. »

HYGIÈNE PUBLIQUE

L'accession à ce bien-être physique, mental et social ne peut s'obtenir que par une longue pratique de l'hygiène et l'intégration totale de ses principes chez l'individu et dans la société. Cette intégration de l'hygiène dans la société, qui demande un effort collectif en vue de prévenir les maladies et de garder la communauté loin de leur atteinte est le fait de l'hygiène publique. Elle comprend en somme la médecine curative et la médecine préventive. La première, dont le but est de guérir l'homme atteint de maladie, a existé depuis l'antiquité. La médecine préventive ou prévention des maladies, elle, est d'histoire relativement récente. Il y a environ un siècle seulement que l'origine des maladies a été attribuée à des organismes microscopiques. Des recherches ont suivi sur les modes de transmission des maladies d'un homme malade à un homme sain, et sur les moyens d'éviter cette transmission. Des investigations ont également été entreprises dans d'autres domaines tels que la nutrition, en vue de protéger la santé. Toutes les connaissances ainsi acquises dans la prévention des maladies font partie de la médecine préventive, tandis que les progrès de la médecine curative, en réduisant de plus en plus le nombre des malades susceptibles d'être des agents de transmission, contribuent aussi à la prévention des maladies. L'ensemble de ces mesures de protection de la santé appartient aujourd'hui au domaine de l'hygiène publique.

L'hygiène publique, de par son étendue, protège non seulement l'individu mais la collectivité contre toute atteinte à la santé. Elle englobe l'étude et la prophylaxie des maladies transmissibles, la protection maternelle et infantile, l'hygiène préscolaire et scolaire, la lutte contre les maladies vénériennes, l'hygiène mentale, la prévention contre la tuberculose, les statistiques démographiques, l'éducation sanitaire et l'assainissement.

ASSAINISSEMENT

L'assainissement a été défini par un comité d'experts de l'Organisation mondiale de la Santé comme « ... l'ac-

tion visant à l'amélioration de toutes les conditions qui, dans le milieu physique de la vie humaine, influent ou sont susceptibles d'influer défavorablement sur le bien-être physique, mental ou social ». (1)

Relèvent de l'assainissement les activités ci-après:

- 1) Approvisionnement en eau potable; traitement et distribution de l'eau; surveillance de sa qualité.
- 2) Evacuation et traitement des eaux d'égout et des déchets industriels; évacuation des excréta dans les zones rurales et les petites communautés; et lutte contre la pollution de l'eau.
- 3) Collecte et évacuation des déchets et ordures dans les villes et les campagnes.
- 4) Lutte contre les arthropodes, rongeurs, mollusques et autres vecteurs de maladies.
- 5) Contrôle de la salubrité des denrées alimentaires, y compris la production et la pasteurisation du lait ainsi que la fabrication des produits laitiers; contrôle du traitement, du stockage, de la manutention et de la distribution des viandes et produits à base de viande, des volailles, des produits de boulangerie, du poisson, des crustacés, des conserves et denrées congelées; contrôle de l'hygiène des restaurants et débits de boissons.
- 6) Hygiène de l'habitat et de son environnement immédiat.
- 7) Contrôle de la salubrité des écoles et autres institutions publiques, des camps et des stations estivales, des piscines, plages et lieux de distractions.
- 8) Lutte contre la pollution de l'air due aux émanations de fumée, aux poussières et aux gaz, et contre les odeurs.
- 9) Urbanisme dans ses rapports avec l'hygiène publique;
- 10) Hygiène industrielle.
- 11) Prévention des accidents.

Dans certains pays, ces activités relèvent de la compétence de différents ministères; les attributions du Ministère des Travaux publics pourront être, par exemple, de trouver une source, de l'exploiter et de distribuer l'eau aux consommateurs, les attributions du Ministère de la Santé se limitant à l'exercice du contrôle sanitaire (prélèvements d'échantillons en vue de déterminer si l'eau est suffisamment désinfectée ou bactériologiquement saine). Dans ce cas, il importe que le service d'assainissement, s'il en existe un au Ministère de la

Santé, ait un rôle consultatif pour le choix de la source ainsi que pour le traitement et la distribution de l'eau. Il doit également donner des avis dans d'autres domaines qui relèvent de ministères tels que celui de l'Agriculture (contrôle de la viande) et celui du Travail et des Questions sociales (hygiène industrielle).

LE PERSONNEL D'ASSAINISSEMENT

Le personnel principal de l'assainissement se compose des spécialistes suivants:

1) *Ingénieurs sanitaires* ou *d'hygiène publique*, qui sont des ingénieurs ayant reçu une formation universitaire en génie civil ou d'autres branches du génie, suivie d'études postuniversitaires dans le domaine de l'hygiène publique, des sciences biologiques, de l'hygiène du milieu; ils sont chargés d'appliquer la technologie de l'ingénieur à la santé publique et appelés à diriger les services d'hygiène du milieu. La formation des ingénieurs en hygiène du milieu est décrite dans des publications de l'Organisation mondiale de la Santé (2, 3)

2) *Techniciens sanitaires* ou *d'assainissement*, qui se recrutent à différents niveaux d'instruction et reçoivent des cours spécialisés dans les domaines ci-après: mathématiques, physique, chimie, bactériologie, parasitologie, anatomie et physiologie, épidémiologie et lutte contre les maladies transmissibles, administration de la santé publique, statistiques sanitaires, construction, dessin, topographie, assainissement et méthodes d'inspection sanitaire, en particulier les approvisionnements en eau

potable, les systèmes d'évacuation et de traitement des eaux usées, la collecte et l'évacuation des déchets et excréments, la lutte contre les vecteurs, l'hygiène alimentaire, l'hygiène de l'habitat et des établissements publics, la désinfection et la désinfestation, la lutte contre les pollutions, l'éducation sanitaire.

Les techniciens sanitaires ont pour tâche l'exécution des programmes d'assainissement, l'application pratique des principes et des règlements sanitaires, et forment le lien indispensable entre l'administration et le public, qu'ils ont pour devoir d'éduquer. Ils sont utilisés à divers degrés, et les responsabilités qui leur sont confiées dépendent de leur niveau d'instruction et de formation et de leur expérience. Généralement, ils sont répartis en trois groupes formant trois niveaux successifs et se partagent ainsi les différentes tâches qui incombent au personnel auxiliaire d'assainissement dans un programme couvrant le milieu urbain aussi bien que le milieu rural. La formation et les fonctions de chaque groupe sont brièvement décrites dans le deuxième rapport du Comité d'experts de l'Assainissement de l'Organisation mondiale de la Santé. Des renseignements supplémentaires sont donnés dans le chapitre XIV.

Afin de mener sa tâche à bien, tout ce personnel devra, d'une part, coopérer avec les organismes qui, indépendamment des services de santé publique, s'occupent d'hygiène du milieu et, d'autre part, éduquer la population en lui inculquant les principes d'une hygiène rationnelle. Il s'assurera ainsi la participation des organismes officiels et, surtout, la collaboration de la population.

Prophylaxie des maladies transmissibles de l'homme

DÉFINITIONS

Adulticide. Voir *insecticide*.

Contact. Etre humain ou animal reconnu avoir été en contact avec une personne ou un animal infectés, de telle sorte qu'il a été exposé à contracter l'infection. Le contact peut être soit immédiat, intime (familial), soit éloigné ou occasionnel.

Contamination. Présence d'un agent pathogène soit sur une surface corporelle, soit dans ou sur une substance ou un objet inanimé (eau, lait, aliments, vêtements, literie, jouets, etc.).

Déclaration des cas de maladie. La déclaration officielle a pour objet d'aviser l'autorité compétente qu'une maladie transmissible ou autre est apparue chez l'homme ou l'animal. Cette déclaration doit être faite à l'autorité sanitaire locale dans le cas des maladies de l'homme et de certaines maladies communes à l'homme et à l'animal; à l'autorité vétérinaire ou agricole dans le cas d'une maladie animale. En outre, lors de la déclaration ordinaire de certaines maladies déterminées en fonction des besoins de chaque zone sanitaire particulière, on doit exiger régulièrement la déclaration spéciale de toute épidémie ou apparition de cas multiples, y compris les cas de maladies qui ne figurent pas sur la liste des maladies à déclaration obligatoire.

Désinfection. Destruction des agents pathogènes hors de l'organisme par l'application directe de procédés physiques ou chimiques.

Désinfestation. Tout procédé physique ou chimique servant à exterminer les espèces animales indésirables, surtout les arthropodes et les rongeurs, qui infestent un individu, ses vêtements, le milieu extérieur où il vit ou les animaux domestiques.

Endémie. Voir *épidémie*.

Epidémie. On entend par épidémie l'apparition, dans une localité ou une région, d'un certain nombre de cas d'une même maladie dépassant nettement la fréquence normalement observée, ces cas étant attribuables à une source commune ou à une propagation. L'épidémie est liée à la fréquence habituelle de la maladie dans la même région, parmi une population donnée, et à la saison de l'année. Un seul cas d'une maladie transmissible dont une population est depuis longtemps exempte, ou la première apparition d'une maladie dont aucun cas antérieur n'a été observé dans la région doivent être

considérés comme une épidémie éventuelle et suffire à en justifier la déclaration. Une épidémie se transforme en *endémie* lorsque la maladie persiste dans la région intéressée jusqu'à s'y fixer constamment. Lorsque l'épidémie s'étend sur une grande échelle et s'attaque aux populations de plusieurs territoires différents, elle prend le nom de *pandémie*.

Imagocide. Voir *insecticide*.

Immunité. Terme qui désigne la résistance ordinairement associée à la présence d'anticorps ayant une action spécifique sur le micro-organisme d'une maladie donnée ou de ses toxines. L'*immunité passive* est de brève durée et s'acquiert, soit naturellement, par transmission de la mère au fœtus, soit artificiellement, par inoculation d'anticorps protecteurs spécifiques (sérum de convalescent ou immun-sérum, immuno- ou gamma-globulines). L'*immunité active* s'acquiert, soit naturellement à la suite d'une infection accompagnée ou non de symptômes cliniques, soit artificiellement par inoculation de fractions ou de produits de l'agent infectieux, soit par inoculation de l'agent lui-même, tué, atténué ou modifié.

Incidence. Nombre de cas de maladie, d'infection ou d'autres épisodes pathologiques survenant durant une période de temps donnée dans une unité de population; ainsi, l'incidence de la tuberculose, exprimée sous forme de taux, est le nombre de cas nouveaux par 100 000 habitants et par année.

Infection. Pénétration et multiplication d'un agent pathogène dans l'organisme de l'homme ou de l'animal.

Infestation. Terme qui signifie que des arthropodes s'abritent, se développent et se reproduisent à la surface du corps ou dans les vêtements. Les objets ou locaux infestés sont ceux qui hébergent ou abritent des espèces animales, en particulier des arthropodes et des rongeurs.

Insecticide. Toute substance chimique qui sert à exterminer les arthropodes, qu'il s'agisse de poudre, liquide, liquide aérosol ou peinture vaporisée ayant un effet prolongé. Le mot *larvicide* est ordinairement employé pour désigner les insecticides qui servent spécifiquement à exterminer les arthropodes au stade larvaire; les mots *imagocide* et *adulticide* désignent les produits qui servent à exterminer les arthropodes parvenus à maturité et à leur forme adulte.

Insectifuge. Produit chimique appliqué sur la peau, les vêtements ou d'autres surfaces afin d'éloigner les

arthropodes et de les empêcher de s'attaquer à un individu qui ne peut être protégé autrement.

Larvicide. Voir *insecticide*.

Létalité. Voir *mortalité clinique*.

Maladie transmissible. Maladie attribuable à un agent infectieux ou à ses produits toxiques et qui se transmet à un hôte réceptif, soit directement d'un être humain ou d'un animal infectés, soit, indirectement, par l'entremise d'un autre animal, d'un vecteur, d'une plante ou du milieu extérieur inanimé.

Maladie infectieuse. Maladie qui se développe chez l'homme ou l'animal par suite d'une infection.

Morbidité. Terme général désignant le nombre de personnes malades ou de cas de maladie dans une population. Ces taux peuvent exprimer l'incidence ou la prévalence des maladies.

Mortalité. Nombre de décès observés dans une population définie pour une période donnée.

Mortalité clinique (ou létalité). Rapport entre le nombre des décès et le nombre des malades parmi lesquels ces décès surviennent. Ce taux est ordinairement exprimé en pourcentage.

Pandémie. Voir *épidémie*.

Période de contagiosité. Période pendant laquelle l'agent étiologique peut être transmis directement ou indirectement d'une personne infectée à une autre personne ou d'un animal infecté à l'homme.

Période d'incubation. Intervalle de temps qui s'écoule entre le début de l'infection chez un être humain ou un animal réceptif et l'apparition des premiers signes ou symptômes de la maladie en question.

Personne infectée. On désigne ainsi non seulement la personne malade atteinte d'une infection reconnaissable, mais aussi celle qui est atteinte d'une infection inapparente, et le porteur de germes.

Porteur de germes. Personne qui héberge l'agent infectieux spécifique d'une maladie transmissible sans en présenter de symptômes cliniques apparents, et qui peut être une source d'infection pour d'autres personnes. L'état de porteur de germes peut être temporaire (de courte durée) ou chronique (de longue durée).

Prévalence. Nombre de cas de maladie, d'infection ou d'autres épisodes pathologiques relevés à un moment donné dans une unité de population; ainsi, la prévalence de la tuberculose, exprimée sous forme de taux, est le nombre de cas actifs anciens et nouveaux (toutes formes) à une date donnée, par 100 000 habitants.

Quarantaine

a) La *quarantaine totale* est la restriction de la liberté de mouvement des personnes bien portantes ou des

animaux sains qui ont été exposés à une maladie transmissible, pendant une période de temps égale à la plus longue période d'incubation habituelle de cette maladie. Elle vise à prévenir tout contact dangereux pour les personnes qui n'ont pas été exposées à cette maladie.

b) La *quarantaine atténuée* est une restriction sélective et partielle apportée à la liberté de mouvement des personnes ou des animaux domestiques; on la détermine ordinairement d'après la réceptivité connue ou présumée de l'individu, mais parfois aussi en fonction des dangers de propagation que présente la maladie.

c) La *surveillance* consiste à observer étroitement les contacts afin de déceler promptement chez eux l'apparition de l'infection ou de la maladie, mais sans restreindre leur liberté de mouvement.

d) La *ségrégation* consiste à séparer des autres membres de la population, aux fins d'études spéciales, de contrôle ou d'observation, un groupe déterminé de personnes ou d'animaux domestiques, afin de faciliter la lutte contre une maladie transmissible.

Réservoir d'infection. Homme, animal, plante, sol ou matières organiques où un agent infectieux vit et se multiplie et dont il dépend avant tout pour sa survie, tout en s'y reproduisant, de telle manière que sa transmission à un hôte réceptif est rendue possible. L'homme lui-même est le réservoir le plus fréquent des agents infectieux pathogènes à l'homme.

Résistance. Ensemble des réactions physiologiques qui opposent une barrière à l'invasion de l'organisme par les agents infectieux.

Résistance physiologique. Capacité de résister à la maladie, indépendamment de la présence d'anticorps ou de réactions tissulaires spécifiques. Elle est ordinairement attribuable aux caractéristiques anatomiques ou physiologiques de l'hôte. Elle peut être héréditaire ou acquise, permanente ou temporaire.

Réceptif. Se dit de tout homme ou animal présumé dépourvu de résistance vis-à-vis d'un agent pathogène particulier et enclin, pour cette raison, à contracter une maladie s'il est exposé à l'agent infectieux correspondant.

Rodenticide. Produit chimique servant à l'extermination des rongeurs, en général par ingestion.

Ségrégation. Voir *quarantaine*.

Source d'infection. Personne, substance ou objet à partir dequels un agent infectieux est transmis directement à un hôte. La transmission s'effectue souvent directement du réservoir à l'hôte et, dans ce cas, le réservoir est également la source d'infection. La source peut être un vecteur, un hôte animal intermédiaire ou un foyer de contagion, par exemple de l'eau contaminée (fièvre typhoïde), un moustique infectieux (fièvre jaune),

de la viande de bœuf (ténia) ou un jouet (diphthérie). Dans chacun des cas, le réservoir est une personne infectée.

Surveillance. Voir *quarantaine*.

Suspect. Une personne est dite « suspecte » lorsque l'anamnèse ou les symptômes qu'elle présente permettent de supposer qu'elle peut souffrir d'une maladie transmissible, ou être en période d'incubation.

MICRO-ORGANISMES

On appelle « micro-organisme » toute forme de vie ne pouvant être observée qu'avec l'aide d'un microscope. Parmi les micro-organismes, on distingue les groupes suivants: bactéries, protozoaires, champignons, virus, rickettsies.

Les *bactéries* sont des organismes du règne végétal à cellule unique. Leur reproduction se fait par la fission binaire, c'est-à-dire qu'une bactérie, dans des conditions favorables de température, d'humidité et d'alimentation, se divise dans un temps déterminé en deux, formant ainsi deux nouvelles cellules qui se multiplient à nouveau et ainsi de suite jusqu'à former une colonie de cellules uniques ou bactéries. Leurs dimensions varient en moyenne de 0,0002 à 0,005 mm (0,2 à 5 μm).

Les *protozoaires* appartiennent au règne animal et, comme les bactéries, sont constitués d'une cellule unique.

Les *champignons* sont des plantes microscopiques dépourvues de chlorophylle; ils peuvent être soit unicellulaires, soit multicellulaires.

Les *virus* sont des organismes ultramicroscopiques, c'est-à-dire qu'on ne peut les voir avec un microscope ordinaire, leur taille étant inférieure à 0,0002 mm (0,2 μm). Ils peuvent passer à travers les filtres qui retiennent les bactéries ordinaires. Certains pensent que les virus sont des protéines capables de se multiplier, d'autres les considèrent comme un état intermédiaire entre la matière vivante et la matière inanimée.

Les *rickettsies* ressemblent aux bactéries et aux protozoaires mais sont réunies dans un groupe à part à cause de certains signes distinctifs. On les retrouve généralement dans les intestins d'arthropodes, et leur taille est inférieure à 0,0005 mm (0,5 μm).

MODES DE TRANSMISSION DE L'INFECTION

Les modes de transmission sont les mécanismes qui permettent à un agent infectieux de passer d'un réservoir à un hôte humain réceptif. Ce sont:

1) *Le contact :*

a) *Contact direct :* toucher une personne ou un animal infectés, ou tout autre réservoir d'infection

(baisers, rapports sexuels, autres contacts personnels).

b) *Contact indirect :* toucher des objets contaminés tels que jouets, mouchoirs, vêtements sales, draps de lit, instruments chirurgicaux et pansements, avec transmission ultérieure de la main à la bouche, plus rarement à une surface cutanée ou à une muqueuse, qu'elle soit éraflée ou indemne.

c) *Projection de gouttelettes :* projection sur les conjonctives, le visage, dans le nez ou la bouche d'autrui, de gouttelettes qui émanent d'une personne infectée lorsqu'elle éternue, tousse, chante ou parle. Ces gouttelettes parviennent ordinairement à une distance maximale d'un mètre de leur point de départ. La transmission par gouttelettes contaminées est classée dans les modes d'infection par contact parce qu'elle nécessite le rapprochement de deux personnes ou plus.

2) *Les véhicules d'infection :* l'eau, les aliments, le lait, les substances biologiques, y compris le sérum et le plasma, ou toute substance ou objet qui sert d'intermédiaire à l'agent infectieux à partir d'un réservoir et permet son introduction dans un organisme récepteur, par ingestion, inoculation ou dépôt sur la peau ou une muqueuse.

3) *Les agents vecteurs :* arthropodes ou autres invertébrés qui transmettent l'infection par inoculation dans ou à travers la peau ou une muqueuse, lors d'une piqûre ou par dépôt de substances infectieuses sur la peau, sur des aliments ou sur d'autres objets. Le vecteur peut lui-même être infecté ou n'agir que comme porteur passif et mécanique de l'agent d'infection.

4) *Les particules en suspension dans l'air :*

a) *Gouttelettes :* particules qui restent de l'évaporation de gouttelettes (voir sous c) ci-dessus) et demeurent suspendues dans l'air, en espace clos, durant un temps assez long. Il est aussi possible de former intentionnellement des gouttelettes au moyen de divers appareils vaporisateurs, ou accidentellement au cours de plusieurs procédés de laboratoire.

b) *Poussières :* particules pouvant provenir de parquets ou sols contaminés, de vêtements, de literie, qui demeurent ordinairement en suspension dans l'air durant un temps relativement court et qui peuvent être inhalées ou se déposer sur des surfaces cutanées ou muqueuses.

Classification des maladies transmissibles

Les maladies transmissibles peuvent être causées par les micro-organismes, par les toxines des bactéries, par des vers parasitaires (helminthes) et par des arthropodes (mouches, puces, poux, mites, tiques, scorpions, etc.).

Aux fins de lutte contre ces maladies, on les classifie de la manière suivante:

1) *Maladies transmises par déjections intestinales*: fièvre typhoïde, fièvres paratyphoïdes, choléra, dysenterie bacillaire (shigellose), dysenterie amibienne (amibiase), hépatite infectieuse, ankylostomiase, diarrhée infantile (gastro-entérite), ascariasiase, trichocéphalose, oxyurose, téniasse, trichinose, strongyloïdose, cysticercose, bothriocéphalose (ténia du poisson), fasciolopsiase, hyménolépiase.

2) *Maladies transmises par décharges du nez et de la gorge*: rhume, grippe, coqueluche, pneumonie, diphtérie, rubéole, rougeole, oreillons, varicelle, variole, méningite méningococcique, scarlatine, angine streptococcique, tuberculose, poliomyélite, pleurodynie, coccidioïdomyose, mononucléose infectieuse, angine de Vincent, intoxication alimentaire streptococcique.

3) *Maladies transmises par les arthropodes et rongeurs*: paludisme, fièvre jaune, dengue, filariose, schistosomiase (bilharziose), trypanosomiase, onchocercose, leishmaniose, paragonimiase, clonorchiasse, typhus exanthématique, peste, tularémie, fièvre récurrente, encéphalite virale, chorio-méningite lymphocytaire.

4) *Maladies transmises des animaux à l'homme*: brucellose, tuberculose bovine, charbon, leptospirose, salmonelloses, rage, fièvre Q, ornithose, échinococcose (hydatidose), fasciolase, mélioiïdose.

5) *Maladies diverses*: trachome, lèpre, conjonctivite, actinomycose, teigne, tétanos, syphilis, botulisme, intoxication alimentaire staphylococcique.

Il est à noter que nombre de ces maladies peuvent être transmises par d'autres moyens que ceux sous lesquels elles sont mentionnées plus haut. Certaines sont transmises directement de la source ou du réservoir d'infection, ou bien par les contacts de main à main ou de personne à personne. Ainsi, beaucoup de maladies appartenant à l'un ou l'autre des groupes ci-dessus peuvent être transmises par l'eau et les aliments (voir tableau I).

MÉTHODES GÉNÉRALES DE PROPHYLAXIE

Dans la lutte contre les maladies transmissibles, il importe de ne pas perdre de vue que les éléments suivants sont nécessaires à leur propagation:

- 1) un agent causal ou étiologique;
- 2) un réservoir ou une source d'infection de l'agent causal;

- 3) un moyen d'évasion du réservoir;
- 4) un moyen de transmission entre le réservoir et le nouvel hôte en puissance;
- 5) un moyen de pénétration dans le nouvel hôte;
- 6) un hôte réceptif.

Les éléments les plus importants à considérer sont donc: la source d'infection, le mode de transmission (qui englobe les points 3, 4 et 5 précités) et l'hôte réceptif.

Pour rompre cette chaîne de transmission de la maladie, on pourrait s'attaquer à l'un des trois points susmentionnés, mais on a souvent intérêt à les considérer les trois à la fois; simultanément, donc, on combattra la source, on contrôlera le mode de transmission et l'on protégera les cas susceptibles, c'est-à-dire l'hôte réceptif éventuel.

Les mesures que l'on peut prendre ou préconiser contre les maladies transmissibles sont notamment:

- 1) la diffusion des notions d'hygiène personnelle parmi le public, y compris celle d'une vie équilibrée, avec suffisamment de sommeil et de repos, de manière à éviter la fatigue et augmenter la résistance à l'agent infectieux;
- 2) l'immunisation;
- 3) la quarantaine: le Règlement sanitaire international prévoit les mesures à prendre par chaque Etat afin d'empêcher la propagation des maladies exigeant la quarantaine, qui sont la peste, le choléra, la fièvre jaune et la variole; ce règlement est révisé périodiquement (4);
- 4) une bonne alimentation;
- 5) l'assainissement.

RÔLE DE L'ASSAINISSEMENT

L'assainissement ou hygiène du milieu, en tant qu'activité distincte de la santé publique, a un rôle à jouer dans la lutte contre les maladies transmissibles. Par des mesures de prévention et de lutte, l'assainissement peut assurer la supervision de l'approvisionnement en eau potable, de l'évacuation des excréta et des eaux d'égout, veiller au contrôle de l'habitat, des aliments et produits laitiers, de la pollution des rivières, des piscines et des plages, faire observer les règles de l'hygiène industrielle, lutter contre les insectes et les rongeurs, entreprendre l'assainissement des camps et des régions rurales, déterminer le degré de pollution de l'air et la radioactivité, enfin parer aux accidents domestiques.

TABLEAU I. Caractéristiques et prophylaxie des maladies transmises par l'eau et par les aliments *

	Maladie	Agents étiologiques	Réservoirs	Mode de transmission	Description sommaire des symptômes	Période d'incubation	Prophylaxie
Toxines bactériennes	Botulisme	<i>Clostridium botulinum</i>	Sol, poussière, fruits, légumes et aliments en général	Denrées alimentaires contenant la toxine mises en conserve et mal apprêtées	Douleur gastro-intestinale, diarrhée ou constipation, prostration, difficulté de déglutition, diplopie, dyspnée	De 2 h à 8 jours, généralement dans les 24 h	Bouillir pendant 5 minutes les aliments non acides mis en conserve à domicile; soumettre à une cuisson prolongée les restes de viandes, de poissons ou d'aliments séchés. Ne pas goûter à des aliments suspects!
	Intoxication alimentaire staphylococcique	Staphylocoques produisant l'entérotoxine, <i>Staphylococcus albus</i> , <i>S. aureus</i> (la toxine est stable au point d'ébullition)	Peau, membranes muqueuses, pus, poussière, air, crachats, gorge	Pâtisseries contaminées faites à la crème, viandes, volaille, cuites ou traitées, produits laitiers, sauce hollandaise, salades, lait	Fortes nausées, vomissements et prostration; diarrhée, crampes abdominales Début brusque et quelquefois violent, suivi d'un rapide rétablissement du sujet	De 1 à 6 h ou davantage, en moyenne de 2½ à 3 h	Réfrigérer les aliments préparés dans des récipients peu profonds, à une température inférieure à 7° C, aussitôt après refroidissement. Utiliser les restes dans un délai de 4 h. Éviter la manipulation des aliments. Instruire les manipulateurs de denrées alimentaires dans les principes de la propreté personnelle et de l'hygiène.
Bactéries	Salmonelloses	<i>Salmonella typhimurium</i> , <i>S. newport</i> , <i>S. enteritidis</i> , <i>S. montevideo</i> , etc.	Porcins, bétail et autres animaux du même genre, oiseaux de basse-cour, animaux d'appartement, porteurs de germes, œufs, œufs en poudre	Tranches de viande cuite contaminées, salades, viandes infectées, restes de repas réchauffés, lait, produits laitiers	Crampes abdominales, diarrhée, frissons, fièvre vomissements et nausées. La diarrhée persiste ordinairement plusieurs jours	De 6 à 72 h, ordinairement 18 h	Protéger les aliments conservés. Cuire soigneusement les aliments. Éliminer les rongeurs et les animaux d'appartement; rechercher les porteurs. Mesures analogues à celles indiquées pour l'intoxication staphylococcique. Assainissement des basses-cours.
	Fièvre typhoïde	<i>Salmonella typhi</i>	Fèces et urines de porteurs de germes ou de malades	Eau, lait, produits laitiers, crustacés et aliments contaminés; mouches	Infection générale caractérisée par une fièvre continue, et ordinairement par des taches roses sur le tronc et de la diarrhée	De 3 à 38 jours, ordinairement de 7 à 14 jours	Protéger et épurer l'approvisionnement en eau; pasteuriser le lait et les produits laitiers; assurer une évacuation hygiénique des eaux usées; éduquer les manipulateurs d'aliments; contrôler les denrées alimentaires et les crustacés; éliminer les mouches; surveiller les porteurs de germes; vacciner. Hygiène personnelle.
	Fièvres paratyphoïdes	<i>Salmonella paratyphi A, B et C</i>	Fèces et urines de porteurs de germes ou de malades	Eau, lait, produits laitiers, crustacés et aliments contaminés; mouches	Infection générale caractérisée par une fièvre continue, de la diarrhée; parfois, par des taches roses sur le tronc et d'autres symptômes	De 1 à 10 jours pour la gastroentérite; de 1 à 3 semaines pour les infections intestinales	Mesures analogues à celles qui concernent la fièvre typhoïde et les salmonelloses.
	Intoxication alimentaire streptococcique	Streptocoques du groupe A, streptocoques hémolytiques du groupe B, <i>S. faecalis</i> , <i>S. viridans</i>	Bouche, nez, gorge et voies respiratoires de l'homme	Viandes, lait, croquettes, fromage, assaisonnements contaminés	Nausées, parfois vomissements, coliques et diarrhée	De 2 à 18 h, en moyenne 18 h	Mesures analogues à celles prescrites pour l'intoxication staphylococcique. Pasteuriser le lait et les produits laitiers.
	Shigellose (dysenterie bacillaire)	<i>Shigella dysenteriae</i> , <i>S. flexneri</i> , <i>S. boydii</i> et <i>S. sonnei</i>	Selles des porteurs de germes et des sujets infectés	Eau, aliments, lait et produits laitiers contaminés; mouches	Début à manifestations aiguës avec diarrhée, fièvre, ténésme; selles fréquentes, sanguinolentes et glaireuses	De 1 à 7 jours, ordinairement moins de 4 jours	Mêmes mesures sanitaires qu'en cas de fièvre typhoïde concernant l'eau, les aliments, les eaux usées. Pasteurisation du lait (ébullition pour les enfants en bas âge). Élimination des mouches; surveillance des porteurs de germes.
	Choléra	<i>Vibrio cholerae</i>	Selles, vomissements; porteurs de germes	Eau, aliments crus contaminés; mouches	Diarrhée aqueuse, vomissements, soif, douleurs, coma	De quelques heures à 5 jours, ordinairement 3 jours	Mesures analogues à celles qui concernent la fièvre typhoïde. Vaccination, quarantaine, isolement des malades.

* D'après J. A. Salvato (1972) *Environmental engineering and sanitation*, 2nd ed., avec l'autorisation de John Wiley & Sons, Inc., New York.

TABLEAU I. Caractéristiques et prophylaxie des maladies transmises par l'eau et par les aliments ^a (suite)

	Maladie	Agents étiologiques	Réservoirs	Mode de transmission	Description sommaire des symptômes	Période d'incubation	Prophylaxie
Bactéries	Mélioïdose	<i>Pseudomonas pseudo-mallei</i>	Rat, cobaye, chat, lapin, chien, cheval	Peut-être aliments contaminés par des excréta de rats	Diarrhée aiguë, vomissements, haute température, délire	Moins de 10 jours	Destruction des rats; protection des aliments; cuisson complète des denrées alimentaires; lutte contre les insectes piqueurs; hygiène personnelle.
	Brucellose (fièvre ondulante)	<i>Brucella melitensis</i> (caprins) <i>B. abortus</i> (bovins), <i>B. suis</i> (porcins)	Tissus; sang, lait, urine, animal infecté	Lait cru provenant de vaches ou de chèvres infectées; également, contact avec des animaux infectés	Début insidieux, fièvre irrégulière, sudation, frissons, douleurs articulaires et musculaires	De 6 à 30 jours ou plus	Pasteurisation du lait; élimination des animaux infectés. Manipulation avec prudence des carcasses infectées.
	Angine streptococcique	Streptocoques hémolytiques	Sécrétions du nez, de la gorge, de la bouche	Lait ou produits laitiers contaminés	Angine et fièvre à manifestation initiale soudaine, vomissements	De 2 à 5 jours	Pasteurisation du lait. Examen des contacts; exclusion des porteurs de germes.
	Diptérie	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Voies respiratoires, malade, porteur de germes	Contact, lait et produits laitiers	Infection fébrile aiguë des amygdales, de la gorge et du nez	De 2 à 5 jours ou plus	Pasteurisation du lait; désinfection des ustensiles. Examen des contacts; vaccination.
	Tuberculose	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> (types humain et bovin)	Voies respiratoires de l'homme, rarement du bétail	Contact; également ustensiles de table, aliments et lait	Toux, fièvre, fatigue, pleurésie	Variable	Pasteurisation du lait. Élimination de la tuberculose bovine; examen radiographique et surveillance des sujets contaminés; vaccination au BCG sur une base sélective.
	Tularémie	<i>Francisella tularensis</i>	Rongeurs, lapin, taons, tiques des bois, chien, renard, porcins	Viande de lapin infecté, eau contaminée, contact avec des animaux sauvages	Manifestation initiale soudaine, fièvre, douleurs et prostration	De 1 à 10 jours, en moyenne 3 jours	Cuisson prolongée de la viande de lapin de garenne. Epuration de l'eau. Utilisation de gants en caoutchouc (par mesure de précaution) en cas de contact avec des rongeurs sauvages.
	Gastro-entérite	Micro-organismes inconnus	Probablement l'homme et les animaux	Eau, aliments, lait; air.	Diarrhée, nausées, vomissements, crampes, éventuellement fièvre	Variable, de 8 à 12 h en moyenne	Assainissement, éducation sanitaire, hygiène personnelle.
Rickettsies	Fièvre Q	<i>Coxiella burnetii</i>	Bétail laitier, mouton, chèvre	Abattoirs, personnel de laiteries en contact avec du bétail infecté; lait cru de vache et de chèvre	Sudation abondante et frissons, migraine, malaise	De 2 à 3 semaines	Pasteurisation du lait et des produits laitiers. Élimination du réservoir formé par les animaux infectés; propreté des abattoirs et des laiteries. Dans les locaux où la maladie a été constatée, pasteuriser à 63° C pendant 30 minutes ou à 72° C pendant 15 secondes.
Virus	Chorio - méningite lymphocytaire	Un virus filtrable	Urine de la souris domestique; fèces, sécrétions	Aliments contaminés	Fièvre, grippe, violents maux de tête, torticolis, vomissements, somnolence	Probablement de 8 à 13 jours	Élimination des souris ou réduction de leur nombre. Propreté générale, assainissement.
	Hépatite infectieuse	Virus A de l'hépatite	Déjections de sujets infectés	Eau, aliments, lait contacts	Fièvre, nausées, anorexie; éventuellement vomissements, fatigue, céphalalgie, jaunisse	De 15 à 35 jours, en moyenne 25 jours	Évacuation hygiénique des eaux usées; hygiène alimentaire, hygiène personnelle. Traiter l'eau d'alimentation par coagulation, décantation et filtration, puis chloration à raison de 0,6 ml de chlore libre par litre.

^a D'après J. A. Salvato (1972) *Environmental engineering and sanitation*, 2nd ed., avec l'autorisation de John Wiley & Sons, Inc., New York.

TABLEAU I. Caractéristiques et prophylaxie des maladies transmises par l'eau et par les aliments ^a (suite)

	Maladie	Agents étiologiques	Réservoirs	Mode de transmission	Description sommaire des symptômes	Période d'incubation	Prophylaxie
Protozoaires	Amibiase (dysenterie amibienne)	<i>Entamoeba histolytica</i>	Matières fécales de porteurs et d'individus infectés, peut-être aussi le rat	Eau, aliments, légumes et fruits crus infectés; mouches, cafards	Début insidieux et indéterminé; diarrhée ou constipation, ou ni l'une ni l'autre; anorexie, pesanteur abdominale, selles sanguinolentes et glaireuses	De 5 jours à plusieurs mois, en général de 3 à 4 semaines	Mêmes mesures que pour la shigellose. Ebullition de l'eau, ou coagulation et décantation suivies de filtration à travers de la diatomite au rythme de 12 m ³ par mètre carré et par heure, et finalement de chloration. D'ordinaire, la chloration et la filtration rapide ne sont pas efficaces à 100%. Il est donc préférable de procéder à la filtration lente sur sable suivie de la chloration.
	Leptospiroses (maladie de Weil, etc.)	<i>Leptospira icterohaemorrhagiae</i> , <i>L. hebdomadis</i> , <i>L. canicola</i> , etc.	Urine et fèces de rat, de porc, de chien, de chat, de souris, de renard, de mouton	Aliments, eau, sol contaminés par les excréta ou l'urine d'animaux infectés; contact	Fièvre, frissons, céphalée, nausées, douleurs musculaires, vomissements, soif, prostration, jaunisse	De 4 à 19 jours, en moyenne de 9 à 10 jours	Dératisation; protection des aliments; désinfection des ustensiles. Éviter les eaux polluées. Traitement des excoriations des mains et des bras. Traitement des chiens infectés.
Helminthes	Trichinose	<i>Trichinella spiralis</i>	Porc, ours, sanglier, rat, renard, loup	Porc et produits de porc infectés, viande infectée d'ours et de sanglier	Nausées, vomissements, diarrhée, douleurs musculaires, tuméfaction du visage et des paupières, déglutition difficile	Env. 9 jours; variable de 2 à 28 jours	Cuisson prolongée du porc et de ses produits, de la viande d'ours et de sanglier. Destruction des rats. Nourrir les porcs de déchets bouillis ou supprimer ceux-ci de leur alimentation. Conserver la viande pendant 20 jours à -15° C ou pendant 24 h à -31° C.
	Schistosomiase (bilharziose)	<i>Schistosoma haematobium</i> , <i>S. mansoni</i> , <i>S. japonicum</i>	Circulation veineuse de l'homme, urines, fèces	Eau infectée par les cercaires, utilisée pour la boisson ou le bain	Symptômes dysentériques, pulmonaires et abdominaux; frissons; démangeaisons, dermatite	De 1 à 3 mois ou davantage	Éviter l'eau infectée. Traiter l'eau de l'une des manières suivantes: 1) coagulation et décantation pendant 1 heure, suivies de filtration lente sur sable (7 m ³ par mètre carré et par heure), ou de filtration à travers de la diatomite (12 m ³ par mètre carré et par heure), puis de chloration (1 mg/l); 2) ébullition, adjonction de sulfate de cuivre (10 mg/l), décantation pendant 48 h et chloration; 3) adjonction de penta-chlorophénate de sodium ou de cuivre (10 mg/l), filtration lente sur sable et chloration.
	Ascariadiase	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Intestin grêle de l'homme, du gorille, du singe	Aliments et eau contaminés; eaux d'égout	Vers dans les selles, douleurs abdominales, éruption cutanée, protubérance de l'abdomen, nausées, appétit excessif	De 1 à 5 jours et de 2 à 4 mois	Hygiène personnelle, assainissement. Ebullition de l'eau de boisson dans les zones d'endémicité. Évacuation hygiénique des excréta.
	Echinococcose (hydatidose)	<i>Echinococcus granulosus</i> (ténia du chien)	Chien, mouton, loup, porc, cheval, singe	Aliments et boissons contaminés; contamination de main à bouche; contact avec des chiens infectés	Kystes dans les tissus (foie, poumon, rein, bassin); absence de symptômes et issue fatale possibles	Variable, ordinairement plusieurs jours	Ne pas admettre les chiens dans les abattoirs et ne pas les nourrir de viande crue. Avertir les enfants et les adultes des risques de contact direct avec les chiens.
	Téniase	<i>Taenia solium</i> (ténia du porc), <i>T. saginata</i> (ténia du bœuf)	Homme, bétail, porc, buffle, éventuellement rat et souris	Viandes infectées consommées crues; aliments contaminés par les fèces de l'homme, de rats et de souris	Douleurs abdominales, diarrhée, convulsions, insomnie, appétit excessif	De 1 à 3 mois	Cuisson prolongée de la viande; lutte contre les mouches; évacuation hygiénique des excréta; observation de l'hygiène par les manipulateurs d'aliments. Ne consommer qu'une viande contrôlée. Conserver la viande 6 jours à -10° C.

^a D'après J. A. Salvato (1972) *Environmental engineering and sanitation*, 2nd ed., avec l'autorisation de John Wiley & Sons, Inc., New York.

TABLEAU I. Caractéristiques et prophylaxie des maladies transmises par l'eau et par les aliments ^a (fin)

	Maladie	Agents étiologiques	Réservoirs	Mode de transmission	Description sommaire des symptômes	Période d'incubation	Prophylaxie
Helminthes	Bothriacéphalose	<i>Diphyllobothrium latum</i> (ténia du poisson) et autres variétés	Cyclopes, homme, grenouille, chien, chat	Poissons d'eau douce infectés consommés crus	Douleurs abdominales, amaigrissement, faiblesse, anémie	18 jours	Cuisson prolongée du poisson, de la laitance et des œufs de poisson (caviar). Evacuation hygiénique des excréta.
	Paragonimiasse	<i>Paragonimus westermani</i> , <i>P. kellicotti</i> (trématodes du poumon)	Voies respiratoires et tube digestif de l'homme, du chat, du chien, du porc, du rat, du loup	Eau infectée, crabe d'eau douce, écrevisse	Toux chronique, doigts noueux, douleur sourde, diarrhée	Variable	Ebullition de l'eau de boisson dans les zones d'endémicité. Cuisson prolongée des crabes d'eau douce et des écrevisses.
	Clonorchiasse	<i>Clonorchis sinensis</i> , <i>Opisthorchis felineus</i> (trématodes du foie)	Foie de l'homme, du chat, du chien, du porc	Poissons d'eau douce infectés	Diarrhée chronique, nyctalopie	26 jours	Ebullition de l'eau de boisson dans les zones d'endémicité. Cuisson prolongée du poisson.
	Fasciolase (trématodes du foie; du mouton)	<i>Fasciola hepatica</i> (douve du foie)	Foie du mouton	Foie de mouton consommé cru	Fièvre irrégulière, douleurs, diarrhée	Plusieurs mois	Cuisson prolongée du foie de mouton.
	Trichocéphalose	<i>Trichuris trichiura</i>	Gros intestin de l'homme, du porc, du chien	Aliments contaminés	Pas de symptômes particuliers; éventuellement, malaises abdominaux	De 6 à 12 mois	Assainissement. Ebullition de l'eau; cuisson des aliments. Evacuation hygiénique des selles.
	Oxyurose	<i>Enterobius vermicularis</i>	Gros intestin de l'homme	Doigts; poussière chargée d'œufs; aliments et eau contaminés; eaux d'égout	Démangeaison nasale, prurit, diarrhée	14 jours	Se laver les mains après défécation; couper les ongles courts; porter pour dormir des culottes de coton. Mesures d'hygiène.
	Fasciolopsiasse	<i>Fasciolopsis buski</i>	Intestin grêle de l'homme et du porc	Plantes aquatiques crues; eau, aliments	Douleurs abdominales, diarrhée, selles verdâtres, constipation, œdème	De 1 à 2 mois	Cuire ou plonger dans de l'eau bouillante les racines de lotus, de bambou, de châtaigne d'eau.
	Hyménolépiasse	<i>Hymenolepis nana</i>	Homme et rongeurs	Aliments contaminés par les œufs; contact direct	Diarrhée ou douleurs abdominales, irritation intestinale	1 mois	Evacuation hygiénique des excréta; hygiène personnelle; contrôle sanitaire des aliments; destruction des rongeurs; traitement des cas.

^a D'après J. A. Salvato (1972) *Environmental engineering and sanitation*, 2nd ed., avec l'autorisation de John Wiley & Sons, Inc., New York.

L'eau potable

IMPORTANCE DE L'EAU POUR LA SANTÉ PUBLIQUE

Aucune vie n'est possible sans cette commodité première qu'est l'eau. Les plantes, les animaux en ont besoin. Si les premières collectivités humaines se sont fondées le long des cours d'eau, il est encore vrai aujourd'hui que l'eau reste un facteur important de progrès. Aucune communauté ne peut évoluer sans un approvisionnement en eau adéquat permettant à ses habitants de vivre sainement et confortablement et à son économie de se développer. Parallèlement, cette notion d'évolution ne peut se concevoir sans celle de salubrité. S'il est nécessaire de pourvoir l'eau en quantités suffisantes, il est également requis que cette eau soit saine et pure, car l'eau constitue le véhicule le plus commun et le plus important de la transmission des maladies. A ce titre, elle constitue l'une des préoccupations majeures de l'hygiène publique et, particulièrement, du personnel de l'hygiène du milieu.

CYCLE DE L'EAU

L'eau, élément sous trois formes (liquide à l'état normal, gazeuse en vapeur, solide en glace), parcourt un cycle éternel. L'évaporation lente et incessante des fleuves, des lacs et des mers provoque la formation, dans la haute atmosphère, de nuages qui, par condensation, se transforment en pluie. Une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface de la terre et va grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation, d'autre part à l'infiltration à travers le sol. Les eaux d'infiltration sont reprises en partie par la végétation, qu'elles alimentent avant d'être rejetées dans l'atmosphère, et en partie s'accumulent dans le sous-sol pour former des nappes souterraines qui, à leur tour, en s'écoulant, donnent naissance aux sources qui émergent à la surface du sol. Et le cycle continue. (Voir fig. II-1)

IMPURETÉS DE L'EAU

L'eau pure n'existe pas à l'état naturel. L'eau de pluie en tombant entraîne des poussières, dissout du gaz carbonique et de l'oxygène, et même absorbe de la fumée au voisinage des villes. Une fois à la surface du sol, elle est exposée à des pollutions de toutes sortes, y compris par les déchets humains; elle absorbe davantage de

gaz carbonique et des produits dérivés de la décomposition de la matière organique; elle entraîne du sable, de la boue et des matières plus légères qui restent en suspension dans les cours d'eau ou flottent à leur surface. L'eau souterraine n'est pas exempte d'impuretés malgré le pouvoir filtrant du sol qui retient en partie la pollution; elle dissout aussi des composés chimiques provenant des sols qu'elle a traversés. En somme, les impuretés de l'eau peuvent se résumer comme suit:

- les gaz (oxyde de carbone, azote, méthane, anhydride sulfurique);
- les sels minéraux dissous (dérivés du calcium, du magnésium, du fer, du sodium, du manganèse);
- les matières en suspension (bactéries, algues, protozoaires, champignons, silt et autres matières).

L'EAU ET LA MALADIE

Des impuretés qu'on vient d'énumérer les plus importantes sont les bactéries, dont certaines peuvent être pathogènes et causer des maladies diarrhéiques ou entériques telles que le choléra, la fièvre typhoïde, les fièvres paratyphoïdes, la dysenterie bacillaire, la dysenterie amibienne, l'hépatite infectieuse; le virus de la poliomyélite peut aussi être transporté par l'eau.

D'autres maladies sont dues à la qualité chimique de l'eau, à l'excès ou à l'insuffisance de certains produits chimiques:

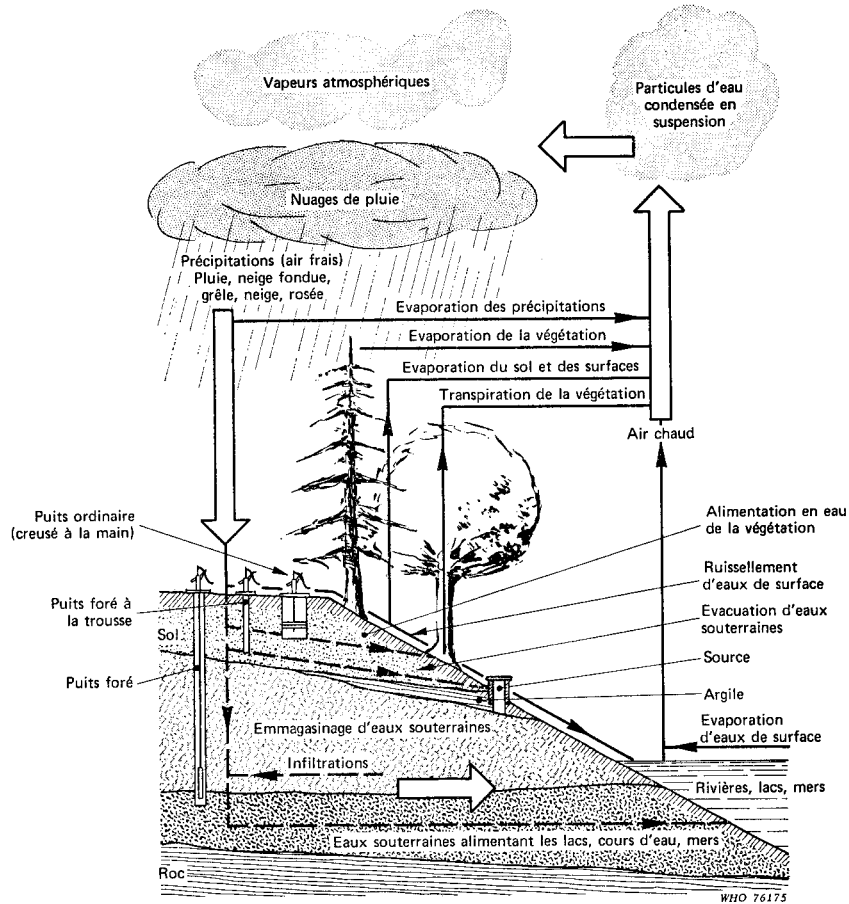
- le goitre (manque d'iode);
- la carie dentaire (insuffisance de fluor);
- la fluorose (excès de fluor);
- la méthémoglobinémie (excès de nitrates);
- le saturnisme (excès de plomb).

Enfin, l'eau peut servir de gîte à des arthropodes vecteurs ou à certains parasites dans la transmission de maladies telles que le paludisme, la fièvre jaune, la dengue, la filariose, la schistosomiase, l'onchocercose.

QUALITÉS DE L'EAU

Les lignes qui précèdent montrent que l'eau servant aux usages domestiques doit satisfaire à certaines conditions qui la rendront saine, exempte de risques pour la santé. Pour être saine, une eau ne doit pas contenir

Fig. II-1 Cycle de l'eau



de germes des maladies à transport hydrique, de substances toxiques, ni des quantités excessives de matières minérales et organiques. Elle doit, par ailleurs, être limpide, incolore et ne présenter aucun goût ou odeur désagréable. Les qualités requises sont donc d'ordre physique, chimique et bactériologique.

Qualités physiques et chimiques

Une eau livrée à la consommation ne doit pas être trouble ni colorée. Cependant, à part les eaux souterraines et celles de certaines sources, la couleur et la turbidité sont des conditions qu'on retrouve généralement dans l'eau brute et qui ne peuvent être modifiées que par un traitement. Le consommateur exige aussi que l'eau n'ait ni goût ni odeur pouvant être décelés. On trouve parfois des eaux naturelles ne présentant pas de tels inconvénients, mais combien d'autres offrent toute une gamme de goûts et d'odeurs. Ces goûts et ces odeurs sont dus à la présence de certains micro-organismes et de certaines substances chimiques, leur correction entre encore dans le domaine du traitement de l'eau.

Qualité bactériologique

L'eau contaminée par les excréta est susceptible de transmettre des maladies gastro-intestinales. Les germes de ces maladies sont toutefois très peu nombreux comparés à la multitude d'autres germes d'origine intestinale. Pour cette raison, il n'est pas pratique de chercher à déterminer la présence de bactéries pathogènes dans l'eau contaminée. La qualité bactériologique de l'eau ne se mesure donc pas directement, mais plutôt par la présence d'*organismes indicateurs de pollution*, les bactéries du groupe coliforme, qui vivent normalement dans les intestins. La présence de ces bactéries dans l'eau démontre que celle-ci a été polluée par des déchets d'origine humaine ou animale. Comme ces déchets pourraient provenir de personnes souffrant de maladies intestinales ou de porteurs de germes de ces maladies, il s'ensuit que, dans l'eau qui en a été polluée, il est probable qu'il existe, outre les bactéries coliformes, des bactéries intestinales pathogènes. Certaines proportions ont été établies entre les nombres de ces deux groupes de bactéries, si bien qu'une eau de bonne qualité bactériologique est donc une eau satisfaisant certains critères

de teneur bactérienne mesurée en termes de bactéries coliformes. Ces valeurs sont énoncées tant pour l'eau brute destinée à l'approvisionnement que pour l'eau protégée ou traitée livrée à la consommation.

La monographie publiée par l'OMS sous le titre *Normes internationales pour l'eau de boisson* (5) définit les normes physiques, chimiques et bactériologiques qui conviennent à l'eau potable dans tous les cas prévus. Le lecteur est invité à s'y référer pour tous détails.

SOURCES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE

Importance du choix des sources

Un soin particulier doit être accordé au choix des sources d'approvisionnement en eau potable. Des considérations de salubrité, de régularité et d'économie interviennent dans ce choix. Il est certain qu'une eau pouvant être consommée sans traitement prend le pas sur une eau contaminée exigeant un traitement quelconque. Egalement, une source d'eau capable de fournir constamment le volume nécessaire à l'approvisionnement est préférable à une source de débit instable. Enfin, la source permettant une installation à bon marché sera préférée à toute autre pourvu que les conditions de salubrité et de régularité de débit restent les mêmes.

On considérera donc l'ordre de priorité suivant :

Premier choix : toute eau qui, sans aucun traitement, satisfait aux exigences bactériologiques, physiques et chimiques, et peut être distribuée sans pompage aux consommateurs.

Deuxième choix : toute eau qui, sans traitement, satisfait aux exigences bactériologiques, physiques et chimiques, mais qui doit être pompée pour être distribuée aux consommateurs.

Troisième choix : toute eau requérant un traitement simple pour satisfaire aux exigences bactériologiques, physiques et chimiques, et pouvant être distribuée par gravité (sans pompage); le traitement simple est limité à l'une ou à la combinaison des méthodes suivantes :

- a) stockage assurant une sédimentation ordinaire et une certaine réduction de bactéries;
- b) chloration sans recours au chlorateur mécanique;
- c) filtration lente sur sable.

Quatrième choix : toute eau exigeant un traitement simple et ne pouvant être distribuée aux consommateurs que par pompage.

Différentes sources d'approvisionnement

Les eaux servant à l'alimentation se divisent en deux grandes catégories :

1) *les eaux souterraines*, qui comprennent les eaux contenues dans le sous-sol et celles qui apparaissent sous forme de sources ou émergences; et

2) *les eaux de surface*, constituées par l'eau de pluie récoltée, l'eau des rivières, lacs et étangs, et l'eau de mer.

Les eaux souterraines sont captées par des puits, des bassins de captage de sources, et des galeries d'infiltration, tandis que les eaux de surface sont recueillies par des citernes et aires de captage d'eau de pluie, des barrages et prises pour les rivières et autres eaux superficielles.

Eaux souterraines

Origine et distribution des eaux souterraines

L'eau souterraine est constituée par la fraction des précipitations atmosphériques — principalement de l'eau de pluie — qui se sont infiltrées dans le sol pour former des nappes souterraines dites « formations aquifères » (Fig. II-2).

On distingue: les nappes aquifères non captives, qui sont limitées au fond par une couche imperméable et surmontées de terrain perméable, et les nappes aquifères captives, qui sont contenues entre deux formations imperméables; ces dernières sont aussi appelées « artésiennes ». Les puits construits dans les nappes captives sont appelés « puits artésiens (ou jaillissants) ».

Recherche des eaux souterraines

La recherche des eaux souterraines est facilitée:

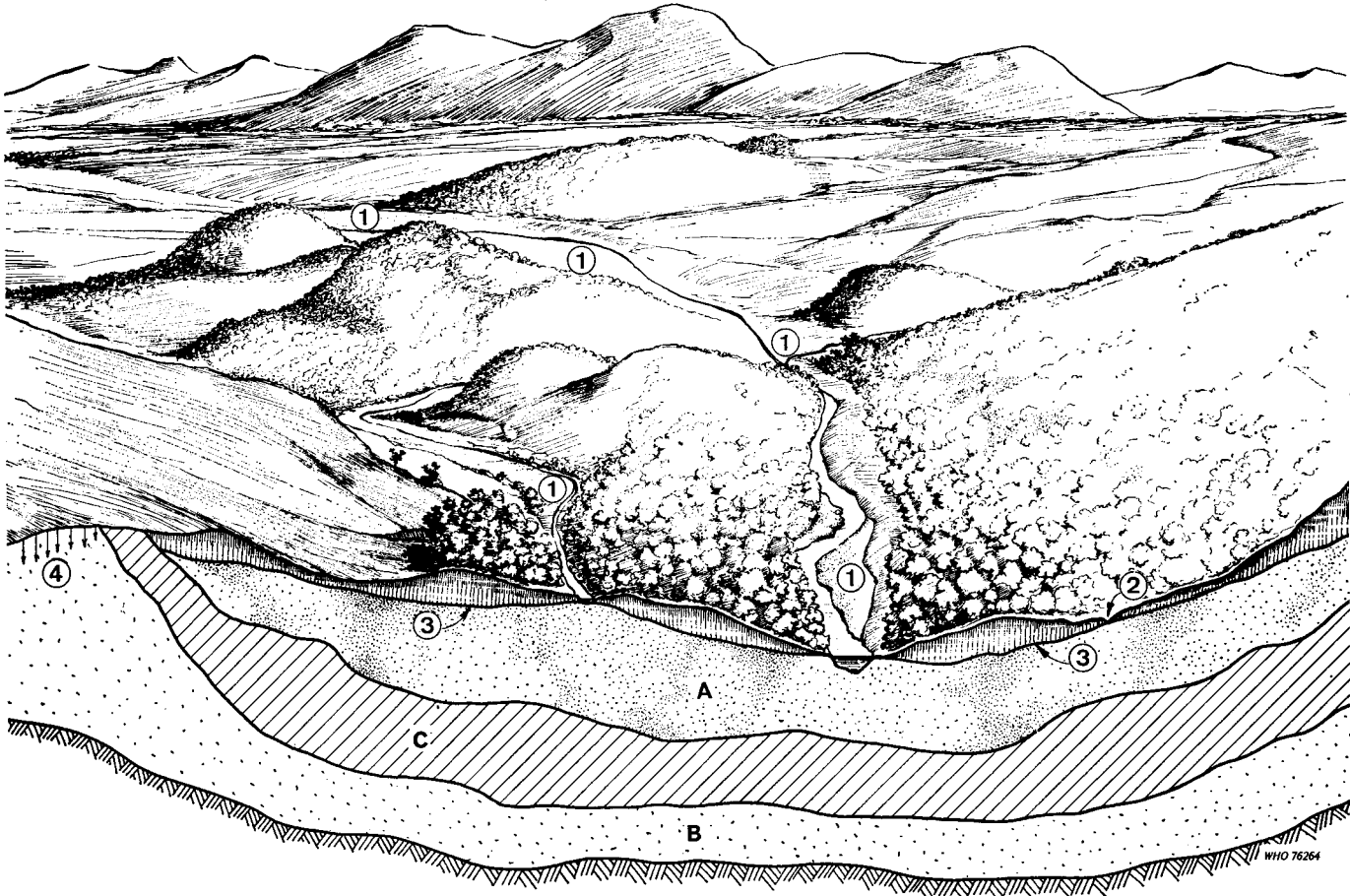
- a) par des études géologiques préalables;
- b) par l'examen des puits existants (profil, débit, situation et qualité de l'eau fournie);
- c) par des sondages ou forages d'essai qui permettent de recueillir des échantillons et de connaître le profil du terrain, ce qui donne des indications sur la nature du gisement, la profondeur de la nappe et la qualité de l'eau souterraine.

On dispose, pour pratiquer les sondages, de diverses méthodes exigeant un matériel plus ou moins complexe. Les méthodes de sondage sont:

1) *Le sondage tubé*. En utilisant un matériel constitué d'une petite sondeuse hydraulique, d'une pompe, d'un tubage, de crépines et d'outils divers, (cuillers à sable pour l'extraction de la terre, ou bien matériel pour injection), on peut pratiquer de nombreux sondages qui seront munis d'un tubage de 40 à 100 mm de diamètre et ainsi recueillir des données suffisantes sur l'eau souterraine et le sous-sol en vue d'un programme de construction de puits collectifs.

2) *Le sondage sans tubage*. Ce sondage, effectué à l'aide de petites machines rotatives ou par injection d'eau et enfoncement de tuyaux de faible section, permet aussi

Fig. II-2 Formations géologiques



- 1 = Zones offrant de bonnes possibilités d'obtention d'eau par galeries d'infiltration et points de captage
 2 = Point d'affleurement de l'eau souterraine, d'où formation d'une source. Au pied des berges et des collines peuvent se trouver d'autres sources
 3 = Limite supérieure de la nappe phréatique
 4 = Zone d'infiltration alimentant la formation B
 A = Couche aquifère non captive (non artésienne) surmontée de terrain perméable
 B = Couche aquifère captive (artésienne)
 C = Roche imperméable ou formation compacte

d'obtenir des renseignements. Une crépine de 55 mm est recommandée à l'extrémité inférieure du tuyau d'injection. Les essais achevés, on retire la crépine et le matériel d'injection.

A mesure que les échantillons sont prélevés, on marque soigneusement les profondeurs de prélèvement et l'épaisseur des couches de sol, ainsi que le caractère des formations traversées et le degré de résistance des roches au forage.

Les sondages d'essai peuvent parfois être transformés en puits permanents.

Pollution de l'eau souterraine

La surface d'une nappe souterraine, connue sous le nom de surface libre, est sujette à des fluctuations de niveau. La surface libre atteint son niveau le plus bas

pendant les périodes de grande sécheresse, et s'élève avec les nouvelles pluies. Il a été démontré que les bactéries fécales pouvaient être entraînées dans le sol par les eaux d'infiltration jusqu'à 3 m de profondeur et que, une fois la surface libre de la nappe atteinte, elles pouvaient parcourir jusqu'à 15 m environ dans le sens de l'écoulement de l'eau souterraine. Une source d'eau souterraine dont le niveau le plus haut de la surface libre peut se trouver très près de la surface du sol est donc exposée à la pollution fécale lorsqu'il existe dans les environs immédiats des foyers d'une telle pollution.

La pollution peut encore atteindre une eau souterraine éloignée des sources de contamination lorsque le sol est formé de rocs fissurés. Dans ce cas, il est impossible de prévoir jusqu'où l'écoulement de l'eau peut entraîner les germes de pollution, tant horizontalement qu'en profondeur.

Cet exposé préliminaire indique que l'eau souterraine captée doit être protégée contre toutes sortes de contaminations. On obtiendra ce résultat par un choix minutieux de l'emplacement des puits et autres sources d'alimentation en eau potable, ainsi que du procédé de construction de puits.

Les caractéristiques et le mode de construction des différents types de puits et des autres procédés de captage des eaux souterraines sont exposés en détail à la page 27.

Eaux de surface

Les eaux de surface proviennent surtout des pluies et sont constituées d'un mélange d'eaux de ruissellement et d'eaux souterraines.

Leur captage se fait :

- par des citernes ou des aires de captage, pour l'eau de pluie;
- par des prises, pour les étangs et réservoirs;
- par des barrages et prises, pour les cours d'eau.

Les eaux de surface peuvent parfois être utilisées à l'état naturel comme eau de boisson, mais elles sont généralement contaminées et doivent être préalablement traitées.

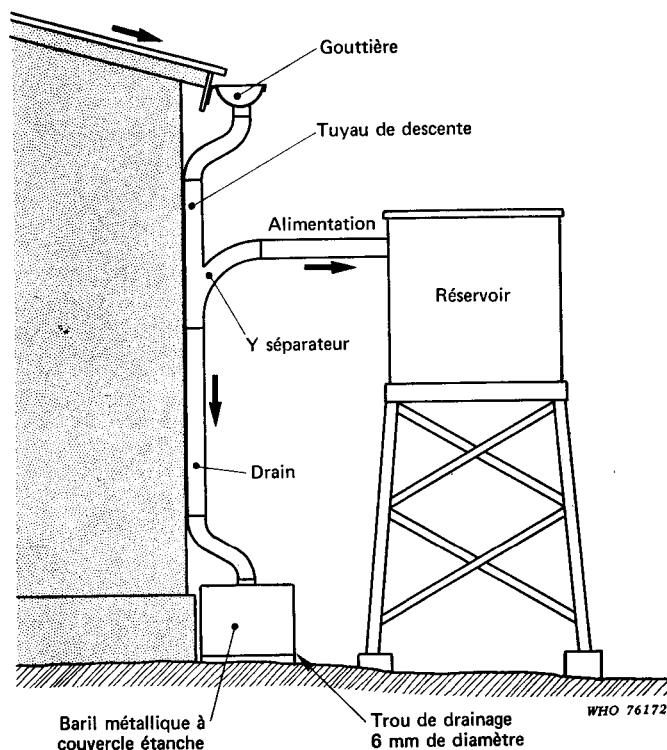
Récolte de l'eau de pluie en citernes

L'usage des citernes convient aux habitants de fermes isolées dans des régions où l'eau souterraine est inaccessible ou inexistante, ou impropre aux usages domestiques.

La récolte de l'eau de pluie nécessite des toits débordants propres, des gouttières, des chéneaux et des citernes. L'eau de pluie tombant sur un toit est sujette à la pollution. Pour empêcher que la première eau, qui lave le toit, ne soit recueillie dans la citerne, on installe parfois un séparateur au-dessous de la gouttière. Un exemple de séparateur simple à construire est donné dans la figure II-3. Le tuyau de descente amène l'eau de pluie directement dans un petit baril placé au niveau du sol et dont le couvercle est fermé hermétiquement. Un trou de 6 mm de diamètre près du fond permet de drainer le baril, mais pas assez vite pour empêcher que le niveau s'élève dans le tuyau de descente. Un séparateur en Y placé à mi-hauteur sur le tuyau de descente laisse passer, par une de ses branches, l'eau de pluie quand le niveau sera suffisamment élevé dans le tuyau, et alimente ainsi le réservoir. Le temps de la remontée du niveau de l'eau dans le tuyau vertical doit suffire pour que le toit soit lavé et que l'eau de pluie soit débarrassée de ses impuretés. A la fin de la chute de pluie, le trou placé à la base du baril draine sur le sol ce qui reste d'eau dans le tuyau de descente.

Pour éliminer les matières en suspension, on peut également faire passer l'eau à travers un filtre à sable situé à l'entrée de la citerne (voir fig. II-4). Cependant, ce filtre ne suffit pas à retenir les bactéries et il est recom-

Fig. II-3 Système séparateur d'eau de pluie



mandé de faire bouillir ou désinfecter l'eau de citerne destinée à la consommation humaine.

Les citernes peuvent être construites en maçonnerie de pierres, de briques, ou en béton. Ce dernier type est préférable à cause de sa solidité et de son étanchéité, surtout pour les citernes souterraines. La surface intérieure doit recevoir deux couches de 1,25 cm d'enduit de ciment et sable, dans la proportion de 1 à 3, pour en assurer l'étanchéité.

La quantité d'eau de pluie pouvant être recueillie dépend de la hauteur annuelle des pluies et de la surface collectrice. Théoriquement, 10 mm de pluie sur 1 m² de surface horizontale fournissent 10 l d'eau. Compte tenu des pertes par évaporation, on peut raisonnablement estimer que 8 l d'eau atteindront la citerne. Par conséquent, pour une surface de toiture de 50 m² et une hauteur pluviométrique moyenne de 750 mm, on récoltera :

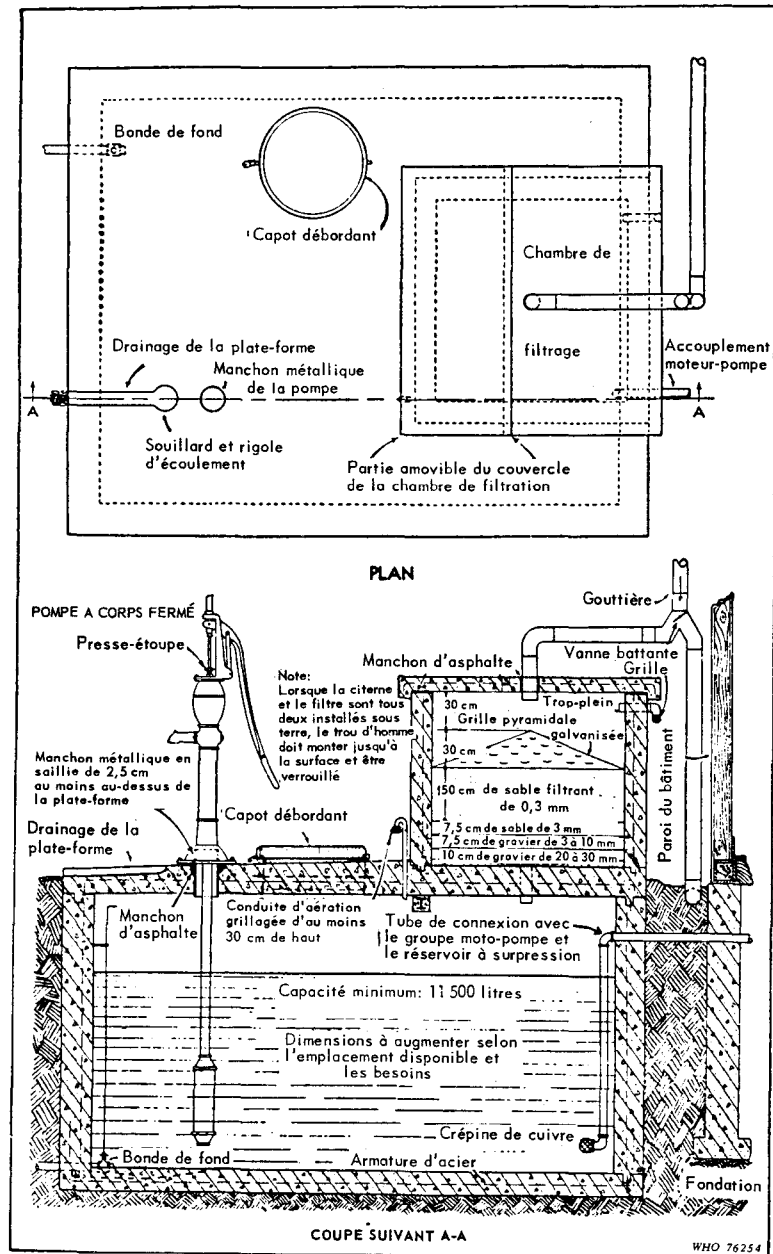
$$\frac{8 \times 50 \times 750}{10} = 30\,000 \text{ l d'eau par an.}$$

Les citernes doivent être couvertes hermétiquement et leur trop-plein muni de grillage anti-moustiques. Avant la mise en service et après chaque nettoyage, elles doivent être désinfectées comme les puits.

Eaux d'étangs et réservoirs de captage

Les étangs et les réservoirs de captage peuvent fournir un abondant approvisionnement d'eau, utilisable aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain.

Fig. II-4 Citerne avec filtre à sable (pompe facultative)



Cette eau ne nécessite parfois que peu de traitement, pourvu que soient observées certaines précautions sanitaires. Celles-ci comprennent la protection efficace du bassin versant contre: la pollution humaine et animale, l'érosion, l'occupation par du bétail, des campeurs, des baigneurs. A cet effet, il convient de clôturer la zone pendant la construction des réservoirs, de nettoyer la surface qui sera submergée par l'eau, et de prévoir une capacité suffisante pour la décantation des matières en suspension et pour que l'autoépuration s'effectue efficacement.

Eaux des rivières et des mers

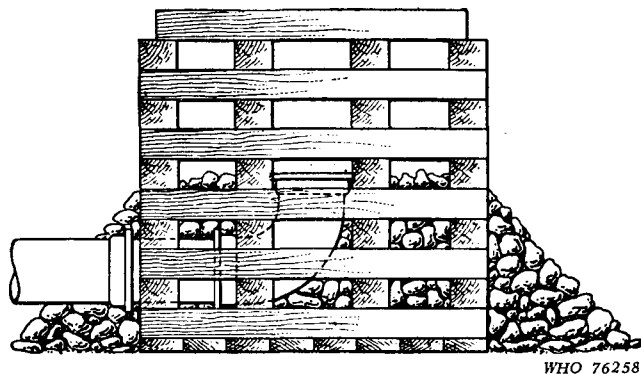
1) Rivières

Dans les rivières, les prises d'eau seront établies, autant que possible, en amont des régions habitées.

La prise d'eau peut consister en une tuyauterie immergée, évasée à son extrémité et munie d'une crépine. Elle sera disposée nettement au-dessous de la surface de l'eau, car l'eau est plus fraîche en profondeur; de plus, dans les climats froids, on évitera ainsi l'obturation de l'orifice par la glace. La figure II-5 représente un dispositif de

Fig. II-5

Dispositif de captage dans un cours d'eau ou un lac



captage simple, en rivière ou en lac, pour alimenter de petits réseaux de distribution.

2) Mers

L'utilisation de l'eau de mer comme source d'eau potable ne se pratique encore qu'à une échelle réduite.

On doit cependant mentionner les deux principaux procédés employés pour dessaler l'eau de mer:

- évaporation et condensation, à l'aide de l'énergie solaire ou de carburants;
- électrolyse.

Ces deux procédés sont encore coûteux et nécessitent d'importants investissements, tant pour la construction des installations que pour leur entretien.

PUITS, SOURCES ET GALERIES D'INFILTRATION

Les différents types de puits

On distingue trois principaux types de puits: le puits ordinaire, le puits foncé et le puits foré.

Le puits ordinaire

Ce puits, creusé manuellement à l'aide d'une pioche, d'une pelle et de tout autre matériel d'excavation, n'est qu'un simple trou dans le sol. Il peut être de forme carrée ou circulaire, cette dernière étant plus économique et plus solide que la forme carrée.

Le diamètre du puits est conditionné par des facteurs d'ordre économique et pratique. Plus le diamètre est grand, plus longue est la construction du puits et plus chers sont le garnissage intérieur et le couvercle.

Les expériences montrent qu'il faut un diamètre de 1 m environ pour un seul homme creusant verticalement, alors qu'il en faut 1,30 environ pour deux hommes. Ce dernier diamètre est plus avantageux car le travail avance plus vite avec deux terrassiers.

On peut classer les méthodes de revêtement en deux catégories: l'exécution du revêtement au fur et à mesure du creusement, et la construction du revêtement par caissons élémentaires au-dessus de son niveau final, puis son enfoncement ultérieur en place.

Le revêtement sert:

- a) à maintenir les parois du puits;
- b) à empêcher la pénétration des eaux de surface polluées;
- c) de fondation et de support à la structure extérieure.

On emploie les matériaux suivants pour les revêtements: maçonnerie de pierres ou de briques, acier et bois de charpente, béton simple ou armé. Le revêtement de béton est de faible épaisseur: généralement 8 cm dans un sol relativement stable, et 12 cm environ dans un sol meuble.

Le puits foncé

Il existe plusieurs méthodes de fonçage de puits: le fonçage par battage de tube perforé; le fonçage par injection d'eau; et le fonçage par havage.

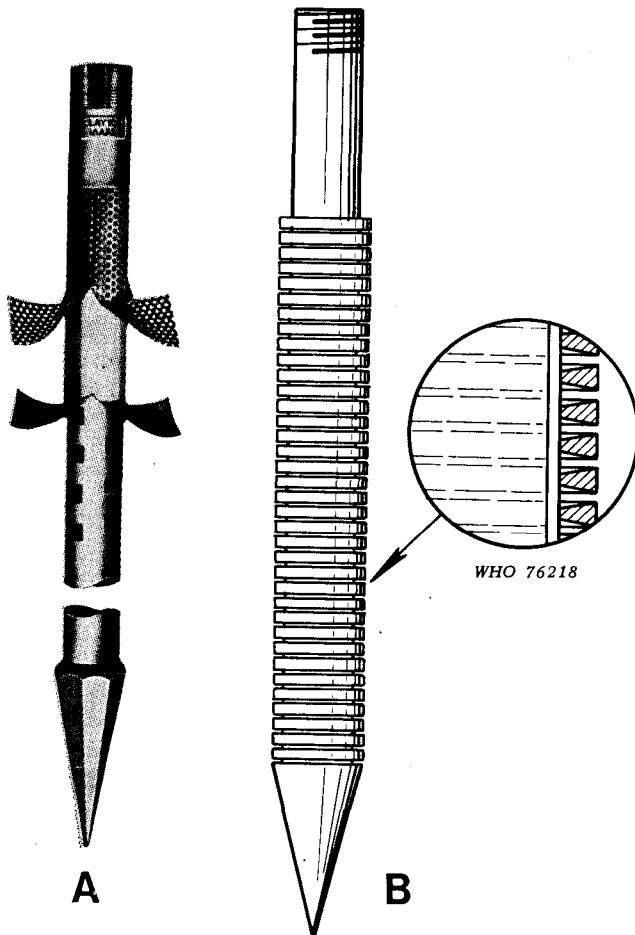
1) *Fonçage par battage*

Cette méthode consiste à chasser dans le sol, à l'aide d'un mouton, un tube à l'extrémité inférieure duquel est fixé un embout conique (Fig. II-6). Le fonçage s'arrête à quelques mètres au-dessous de la surface libre de la nappe. Ces puits ont en général 25 à 100 mm de diamètre et ne peuvent être utilisés que dans des formations dépourvues de pierres, de roche ou d'argile compacte, et là où la profondeur de la nappe souterraine est faible (voir fig. II-7). Leur profondeur totale ne doit pas excéder 15 m. Etant donné la facilité avec laquelle on peut enfoncer les tubes, les retirer et les mettre en place ailleurs, ces puits sont très populaires dans de nombreuses régions de l'hémisphère occidental, de l'Asie du Sud-Est et de l'Orient. Cependant, en Afrique, à cause de la fréquence des terrains latéritiques, qui résistent au battage des tubes, on devrait s'assurer au préalable que cette méthode de fonçage est applicable là où on veut l'utiliser.

2) *Fonçage par injection d'eau*

Cette méthode permet d'atteindre très rapidement des profondeurs considérables. Elle consiste à creuser à l'emplacement prévu pour le puits un trou de 1,5 à 2 m de profondeur, sur lequel on monte un trépied portant un tourillon creux. A celui-ci est fixé un tubage dont l'extrémité inférieure munie d'un couteau pénètre dans le trou. Un tuyau flexible branché sur le tourillon et sur une petite pompe aspirante et foulante permet d'amener l'eau d'un puisard au tourillon et jusqu'au bout inférieur du tube de forage. Quand l'eau arrive ainsi sous pression contre le couteau, un mouvement de rotation est imprimé au tube de forage au moyen de clés à chaîne, et le tube descend. L'eau injectée

Fig. II-6 Pointes de captage



A = Type courant de crépine à pointe. Relativement peu coûteuses et utilisées dans une bonne formation aquifère, ces pointes peuvent donner d'excellents résultats. Mais tout excès de pompage risque de colmater la crépine.

B = Type de pointe efficace, se colmatant difficilement, mais plus coûteux que le type courant. Utilisées à bon escient, ces pointes permettent d'obtenir de grandes quantités d'eau.

bouillonne à l'extérieur des parois et est rejetée à la surface du sol sous forme d'une boue légère. Plus on injecte d'eau, plus le tube descend vite. On enfonce ainsi successivement des sections de tube de forage jusqu'à la profondeur désirée.

Le fonçage terminé, on retire les tubes, on fixe une crépine à l'extrémité de la première section et l'on reprend le même procédé de descente du tube. Cette méthode convient dans des terrains de sable et d'alluvions et pour des puits de diamètres allant de 38 à 380 mm, et jusqu'à des profondeurs de 50 à 100^m.

3) Fonçage par havage

Ce procédé permet de construire dans des sols meubles des puits de grand diamètre mais de faible profondeur (15 à 20 m). Pour cela, on dispose sur le sol une couronne métallique de section triangulaire formant une trousse circulaire coupante. Le revêtement du puits est construit

directement sur la couronne et l'on creuse la terre à l'intérieur. Le poids du revêtement le force à descendre à mesure que le creusement avance.

Le puits foré

Le puits foré a un diamètre relativement réduit; il est foré à la main ou à l'aide de divers accessoires grâce auxquels on peut atteindre de grandes profondeurs. Il permet normalement d'extraire de beaucoup plus grandes quantités d'eau que le puits creusé à la main.

1) Forage manuel

Pour construire des puits forés de petit diamètre et de faible profondeur, on dispose d'une méthode simple: l'emploi d'une tarière (Fig. II-8). On commence par creuser dans le sol, avec un pic ordinaire ou une pince, un trou de 30 à 50 cm de profondeur et d'un diamètre suffisant pour introduire la tarière, et l'on fore ensuite jusqu'à la profondeur désirée. Le forage une fois terminé, on peut y introduire un cuvelage métallique terminé par une crépine; on fera ensuite glisser à l'intérieur le tuyau de remontée de l'eau qui sera fixé à la pompe.

Pour des forages de 400 à 500 mm de diamètre, on construit un cuvelage fait de sections de drains en béton

Fig. II-7 Puits foncé avec tube, cylindre, plate-forme protectrice et pompe

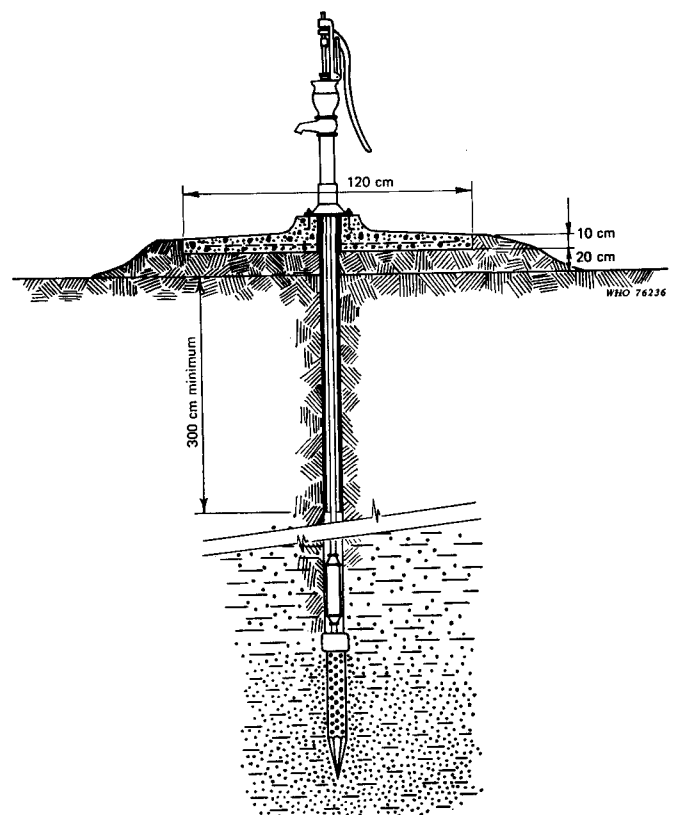
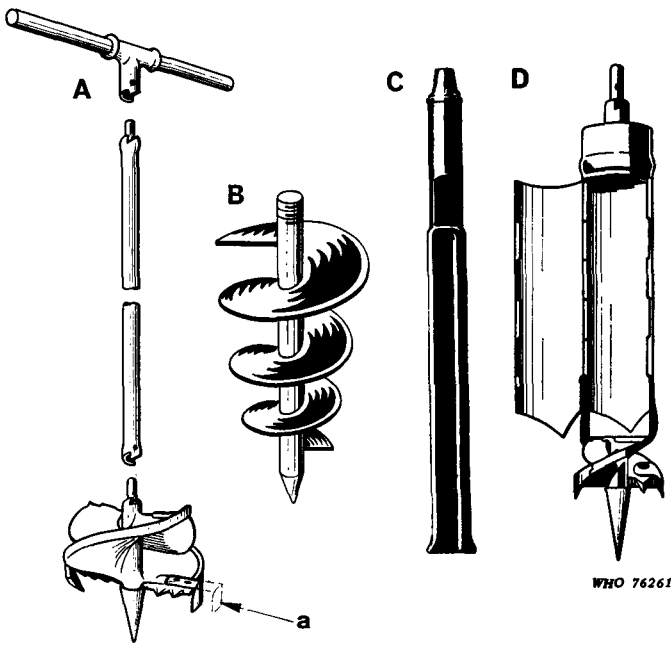


Fig. II-8 Tarières



A = Tarière utilisable dans la terre végétale, l'argile, l'argile sablonneuse, et dans les formations relativement tendres et ne risquant pas de s'ébouler. L'addition d'un couteau réglable (a) permet d'augmenter de 8 cm le diamètre normal des trous forés.

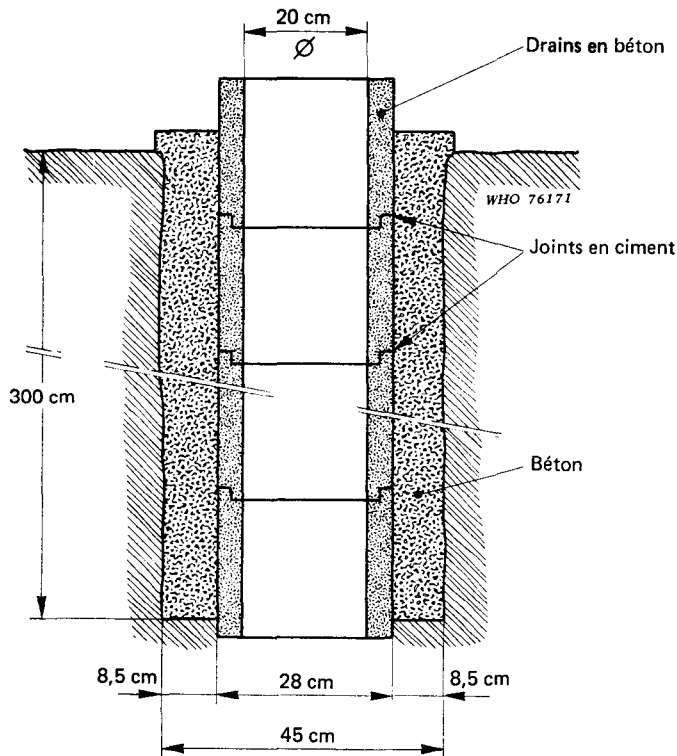
B = Tarière à vis sans fin.

C = Embout ordinaire pour traverser les formations dures et briser les roches tendres.

D = Tarière à utiliser dans des sols mous, mouillés ou sableux.

Fig. II-9

Puits foré à la main, avec couvage de drains en béton



de 20 cm de diamètre joints avec du mortier de ciment. L'étanchéité des joints supérieurs est réalisée en coulant du béton dans l'espace annulaire compris entre les drains et la paroi du forage (Fig. II-9).

2) Forage mécanique

Le forage se fait par deux méthodes: a) par percussion ou battage, où l'outil frappe; b) par rotation, où il agit à la façon d'un tire-bouchon.

a) *Forage par percussion ou battage.* Le forage par battage (ou méthode du trépan à câble) est le plus courant et le plus simple. Il exige une chèvre et un dispositif de levage du trépan, montés sur traîneau ou camion (Fig. II-10). La chèvre est la structure élevée servant à la suspension et aux manipulations des outils de forage, du couvage du puits. On construit de tels engins de toutes tailles, depuis les plus petits jusqu'aux derricks qui permettent de forer à une profondeur de 1000 m et même plus.

Les dispositifs de forage par battage fonctionnent suivant le système suivant: action cisailante d'un outil qu'alternativement on élève et laisse tomber dans un trou.

b) *Forage par rotation.* Les dispositifs à rotation ont une caractéristique commune: la rotation du trépan dans le trou, ce qui ne fait qu'ameublir le sol; les particules sont remontées à la surface à l'aide d'une cuiller, d'une benne ou d'un outil analogue, mais la plupart des appareils à rotation accomplissent simultanément les opérations d'ameublissement au fond du trou et d'évacuation des débris.

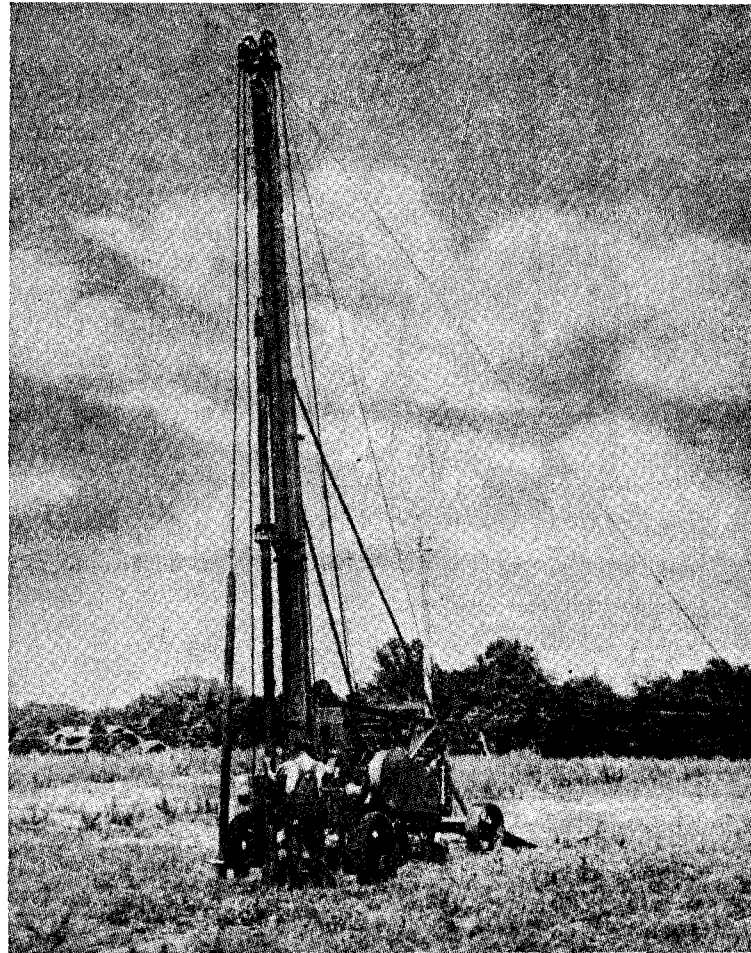
Avantages et inconvénients. Les méthodes de forage par battage et par rotation présentent des avantages et des inconvénients, qui sont notamment les suivants: le châssis-support des appareils de forage par battage est plus léger et plus facile à transporter que celui des appareils à rotation. Le forage par battage demande beaucoup moins d'eau que le forage par rotation. Les pompes ou compresseurs des dispositifs de forage par rotation sont lourds et encombrants. Le forage par rotation est généralement beaucoup plus rapide et permet de forer des trous de plus grand diamètre en moins de temps, surtout lorsqu'on veut forer successivement plusieurs puits dans une même région sans avoir à démonter et à transporter tout le matériel. En outre, le trou foré par rotation donne des renseignements plus précis que le trou foré par battage, en ce qui concerne la couche souterraine.

Le forage des puits est un travail de spécialiste requérant une expérience considérable.

Puits artésien

Un puits artésien est un puits foré d'où l'eau jaillit en vertu du principe des vases communicants. Les puits artésiens ont généralement un débit important.

Fig. II-10 Chèvre mobile



Moyens d'éviter la pollution de l'eau des puits

Nous avons vu que l'eau souterraine était exposée à la pollution par des bactéries et des agents chimiques provenant de latrines, puisards, fosses septiques, granges, etc. Cette pollution peut pénétrer à l'intérieur d'un puits: a) par l'écoulement de l'eau souterraine, b) à travers les parois verticales, et c) par ruissellement superficiel. Pour éviter la pollution, on prendra donc les mesures suivantes:

1) Localiser le puits le plus loin possible des sources probables de pollution (à 15 m au moins dans les terrains ordinaires) et dans la direction opposée à celle de l'écoulement de l'eau souterraine à partir de ces foyers de pollution.

2) Rendre étanche le cuvelage sur au moins 3 m à partir du haut.

3) Prévoir aux abords du puits une déclivité suffisante et assurer un bon drainage.

4) Dans le cas de puits publics, prévoir un souillard pour l'évacuation des eaux puisées perdues.

5) Extraire l'eau au moyen d'une pompe de construction étanche montée sur une plate-forme également étanche, de préférence en béton de 10 cm d'épaisseur, dont la surface draine vers l'extérieur; le niveau de cette plate-forme sera à l'abri des eaux d'inondation et de ruissellement.

6) Dans le cas de puits foncés, par injection ou par battage, ménager autour du revêtement un espace annulaire d'au moins 4 cm de largeur, qui sera garni de mortier de ciment préparé selon la formule suivante: 50 kg de ciment, 5 kg de chaux hydratée et 23,5 litres d'eau claire. La garniture de ciment s'étendra jusqu'à 3 m au moins au-dessous de la surface du sol.

7) Lorsque des regards de visite sont prévus pour des puits creusés, en faire déborder les bords d'au moins 8 cm au-dessus de la surface environnante et les munir de couvercles débordants.

La figure II-11 montre une des façons de reconstruire un puits ordinaire en vue de protéger l'eau contre la pollution.

Si plusieurs puits doivent être construits et exploités simultanément, on devra éviter que l'exploitation de l'un quelconque d'entre eux ne gêne excessivement celle des autres. Il faudra donc que les divers puits ne soient pas trop proches les uns des autres et, s'ils pénètrent dans la même nappe, que la ligne qui les joint soit transversale à la direction d'écoulement de l'eau souterraine.

Désinfection des puits

Avant d'être mis en exploitation, tout puits doit être désinfecté de manière à neutraliser la contamination bactérienne éventuellement introduite par les ouvriers, le matériel ou l'eau de surface pendant les travaux. Il faudra d'abord laver et brosser le revêtement ou le cuvelage avec une solution concentrée de chlore préparée en dissolvant 50 g de chlorure de chaux dans 100 litres d'eau. On ajoutera ensuite la solution à l'eau du puits de manière à obtenir une concentration en chlore comprise entre 50 et 100 mg/l. La solution sera ajoutée à l'eau du puits à différents niveaux, de manière à

assurer une distribution uniforme. On laissera reposer l'eau pendant 12 heures au moins, puis on la pompera jusqu'à ce qu'il ne reste qu'une faible odeur de chlore.

Amélioration des puits existants

L'existence de puits privés ou publics ouverts, non protégés, mal situés et mal construits, et produisant une eau suspecte, constitue l'un des problèmes de l'assainissement. L'amélioration de ces puits pose des questions d'ordre économique et social; le simple fait d'informer la population que l'eau est suspecte ne suffit pas. Les habitants d'une région où existent de tels puits feront valoir qu'ils ont toujours été habitués à boire de cette eau et qu'elle ne présente donc aucun danger. C'est une difficile tâche d'éducation qu'il faut par conséquent entreprendre, et la collaboration de la population est une nécessité primordiale, sinon tout programme d'assainissement est voué à l'échec. Du point de vue de l'éducation sanitaire, l'acceptation par la population de l'idée que les puits peuvent constituer une source de dangers, et par conséquent sa participation à l'aménagement de ces puits, seront nécessaires pour assurer le succès du programme.

Inspection aux fins d'amélioration

L'agent sanitaire chargé de rechercher les moyens d'améliorer un puits donné prêtera attention aux éléments suivants:

- 1) emplacement du puits par rapport aux bâtiments voisins et aux sources de contamination possibles;
- 2) pente du terrain et cote de la surface piézométrique;
- 3) drainage superficiel autour du puits;
- 4) état de la plate-forme et, le cas échéant, du système de couverture;
- 5) état du revêtement ou de la margelle;
- 6) méthode d'extraction;
- 7) tous autres facteurs pouvant entraîner la contamination de l'eau souterraine qui pénètre dans le puits.

Il devra également déterminer la capacité du puits avant de décider s'il sera nécessaire de l'approfondir pour augmenter son rendement. Les sédiments, s'ils sont importants, devront être enlevés avant de procéder aux essais. Finalement, il devra déterminer les qualités physiques, chimiques et bactériologiques de l'eau.

Mesures d'amélioration

On pourra améliorer et assainir un puits grâce aux mesures suivantes:

- 1) Nettoyer et approfondir pour accroître la capacité.
- 2) Construire un cuvelage avec les meilleurs matériaux disponibles. S'il y a déjà un revêtement de pierres ou de

Fig. II-11

Puits ordinaire avec revêtement et plate-forme de protection

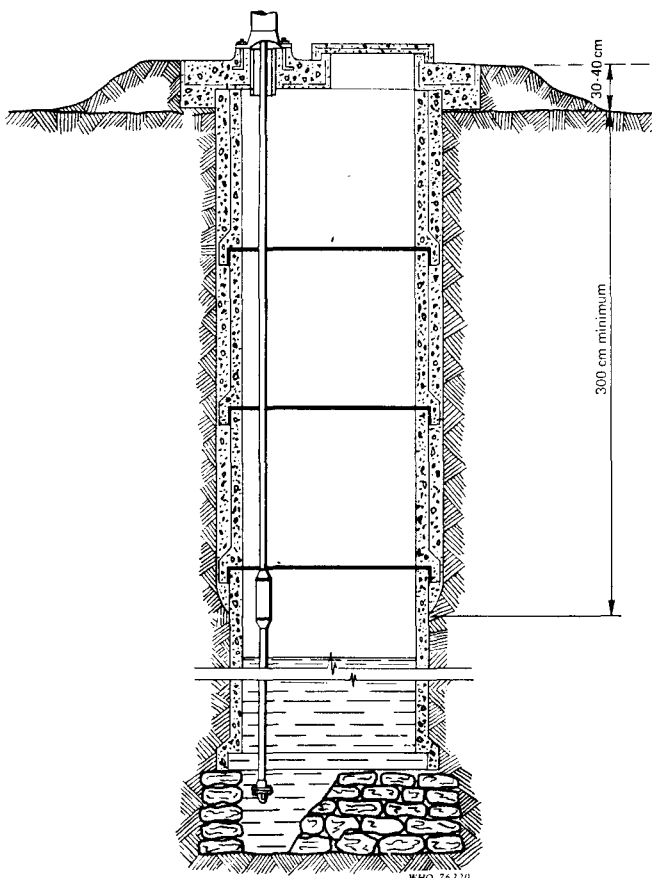
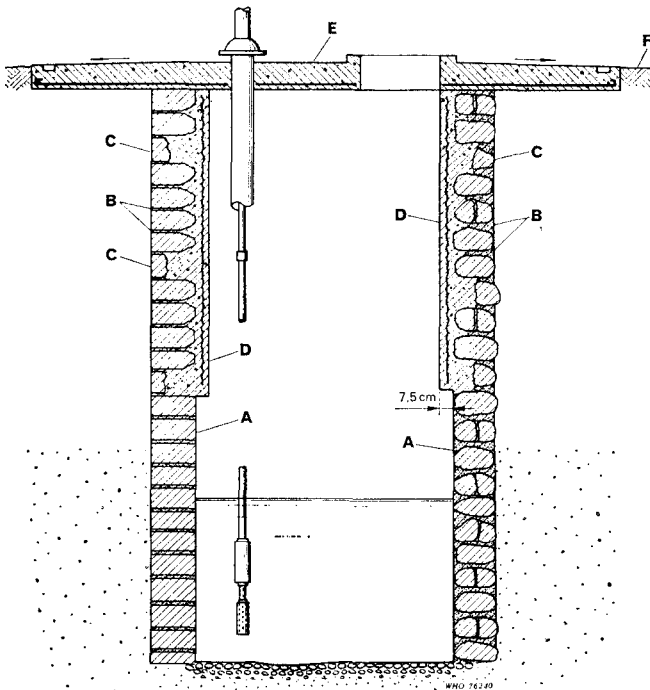


Fig. II-12 Amélioration d'un puits existant



- A = Maçonnerie de pierres ou de briques existante à joints défectueux.
 B = Enlèvement du vieux mortier au ciseau, aussi profondément que possible.
 C = Pierres ou briques enlevées pour permettre l'ancrage d'un nouveau revêtement de béton.
 D = Nouveau revêtement de béton jusqu'à 3 m au moins de profondeur ou jusqu'au niveau des basses eaux dans le puits. Pour fabriquer le béton, utiliser du gravier de la taille d'un petit pois et noyer un grillage pour assurer une bonne résistance contre les variations de température.
 E = Plateforme en béton bien aménagée du point de vue sanitaire (trou d'homme à bords surélevés, déclivité pour le drainage, bonne installation de la pompe, etc.).
 F = Surface du sol (drainage de l'excès d'eau superficielle).

briques, on peut recourir aux moyens représentés à la figure II-12.

3) Construire autour du puits une plate-forme ou un tablier solide et imperméable, si possible en béton. A défaut de plate-forme, édifier autour du puits un tertre de terre battue de 30 cm de hauteur. De toute façon, plate-forme ou tertre s'étendront à 1 m au moins du puits dans toutes les directions.

4) Faire en sorte que le cuvelage s'élève de 70 cm au moins au-dessus du sol.

5) Couvrir le puits et installer une pompe ou tout autre dispositif approprié pour puiser l'eau de façon hygiénique.

6) Prévoir, si possible, un trou d'homme pour l'inspection.

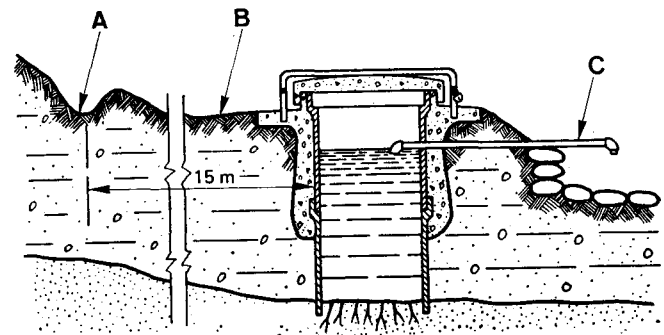
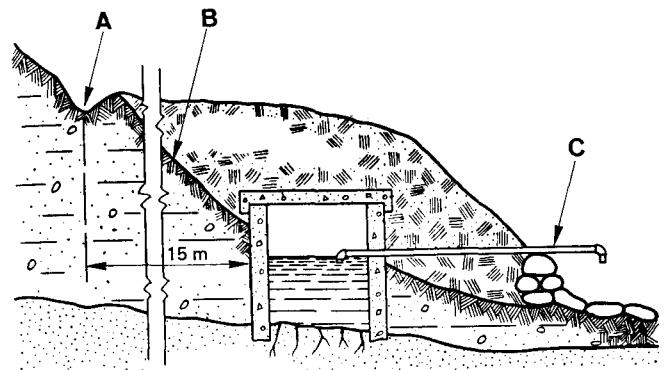
Sources

Les sources ne sont que l'émergence de l'eau souterraine. En général, elles sont du type gravifique ou artésien.

Dans le premier cas, l'eau souterraine s'écoule sur une couche imperméable jusqu'à la surface du sol. Dans le cas d'une source artésienne, l'eau d'une formation perméable ou d'une fissure s'élève par pression, parfois jusqu'à la surface du sol, après avoir été emprisonnée entre deux couches imperméables. Le rendement d'une source artésienne est en principe uniforme et presque constant pendant toutes les saisons de l'année, tandis que celui d'une source gravifique dépend du niveau de la nappe, lequel fluctue selon les pluies.

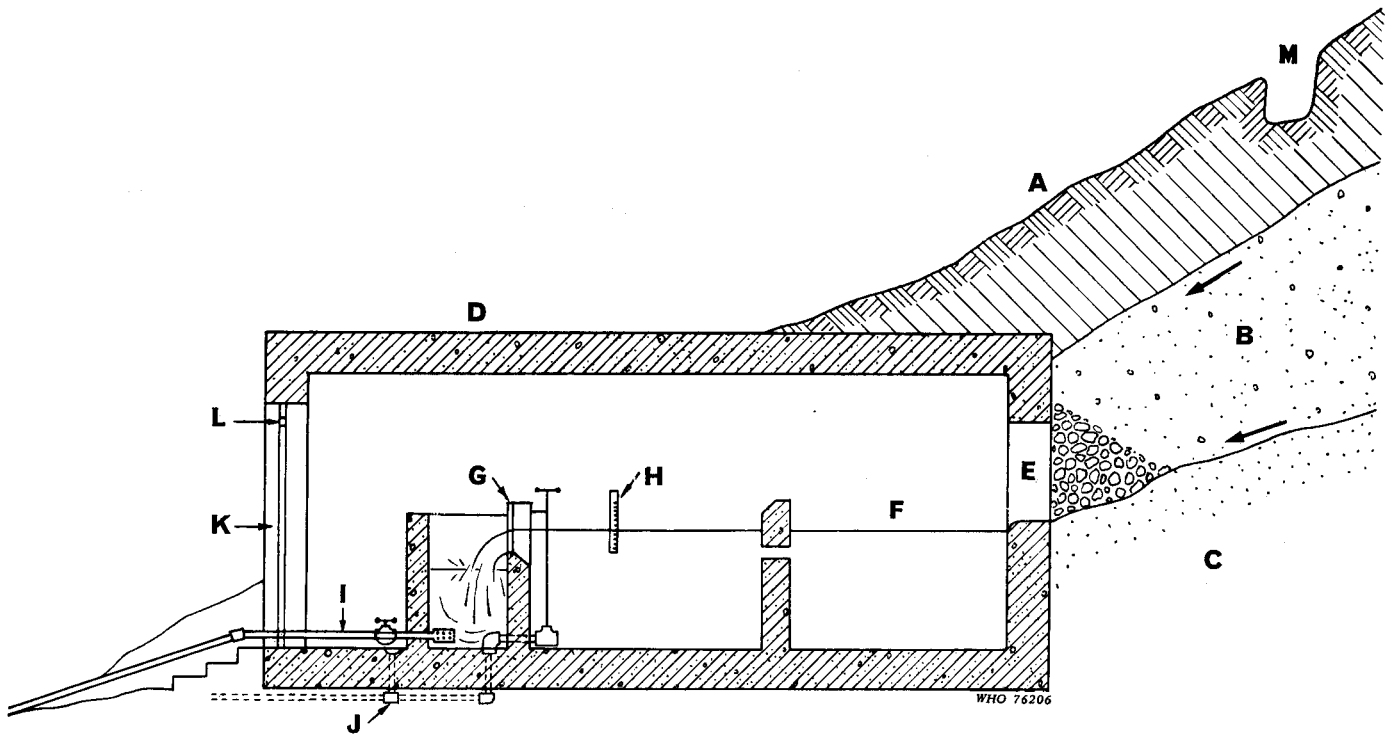
Pour protéger une source, il y a lieu d'exclure tout animal et toute habitation d'une zone étendue (peut-être de l'ordre de 30 à 90 m) autour de l'ouvrage de captage et de creuser une rigole d'évacuation au-dessus et autour de celui-ci pour détourner les eaux de ruissellement. Les sources provenant des zones de dissolution dans les formations calcaires seront soigneusement examinées car, dans ces conditions, il ne se produit que peu ou pas de filtration naturelle à travers le sol. Les figures II-13 et II-14 représentent quelques méthodes types de captage de sources convenablement protégées.

Fig. II-13 Source convenablement protégée



- A = Fossé de drainage protecteur assurant une séparation suffisante entre les eaux de drainage et la source.
 B = Surface primitive du sol.
 C = Tube de sortie protégé. La décharge peut être libre ou se faire dans des tubes alimentant le village ou une résidence particulière.

Fig. II-14 Chambre de captage pour l'alimentation d'une ville



- A = Surface du sol
- B = Formation aquifère
- C = Couche imperméable
- D = Chambre de captage
- E = Barbacanes protégées par un amas de pierres et de gravier retenant le sable et les débris
- F = Compartiment de réception
- G = Déversoir

- H = Règle graduée dont la base est au même niveau que le bord d'entrée du déversoir
- I = Tube de sortie vers le réservoir ou la conduite de distribution
- J = Drainage du sol
- K = Porte d'entrée verrouillée
- L = Grille d'aération dans la porte
- M = Fossé de drainage des eaux superficielles, à 15 m au moins de la chambre de captage

L'installation de captage doit être construite de façon à prévenir l'entrée de la lumière afin d'éviter la croissance des algues. Le tuyau de trop-plein doit être placé de façon à empêcher la pénétration d'eaux de surface au moment des fortes pluies. Les plaques de regard et les grilles doivent être maintenues verrouillées. Avant la mise en service, la surface interne de la chambre de captage doit être désinfectée comme dans le cas des puits. L'emplacement des chambres de captage est soumis aux mêmes règles que celui des puits.

Galeries d'infiltration

Description

Les galeries d'infiltration (ou galeries filtrantes) sont simplement des puits horizontaux qui recueillent l'eau pratiquement sur toute leur longueur (Fig. II-15 et II-16). Leur construction permet d'obtenir un bon approvisionnement en eau saine.

Des poches de gravier peuvent être situées au bord des cours d'eau ou des lacs et rivières dont les rives sont

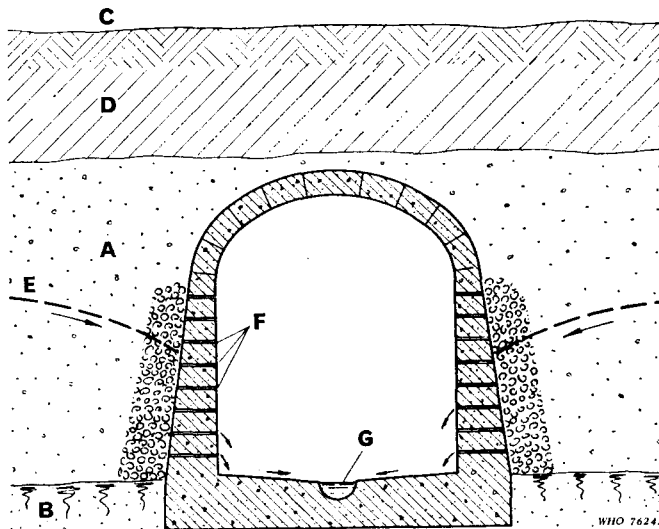
sableuses ou graveleuses. Ces poches sont parfois visibles du lit du cours d'eau ou du lac, aux périodes d'étiage, mais on les découvre le plus souvent par des forages systématiques effectués le long des rives.

Construction

La galerie est un moyen simple d'obtenir une eau naturellement filtrée. Elle devra donc être située à 15 m, ou plus, des rives. Pour la construire, on creuse une tranchée dans le sable aquifère et l'on recueille l'eau dans un tuyau perforé ou une voûte (maçonnée ou non) qui mène à une bêche d'où l'eau est pompée. Les parois des galeries filtrantes peuvent aussi être faites de béton poreux. Ce système est un peu plus coûteux qu'un simple puits foré ou foncé. Il offre toutefois de meilleures possibilités d'obtenir de grandes quantités d'eau, à condition de rencontrer une formation convenable, telle qu'un sable assez grossier.

La galerie filtrante peut aussi consister en un tunnel foré dans une couche aquifère. Ce tunnel peut être construit de telle sorte que l'eau recueillie s'écoule vers

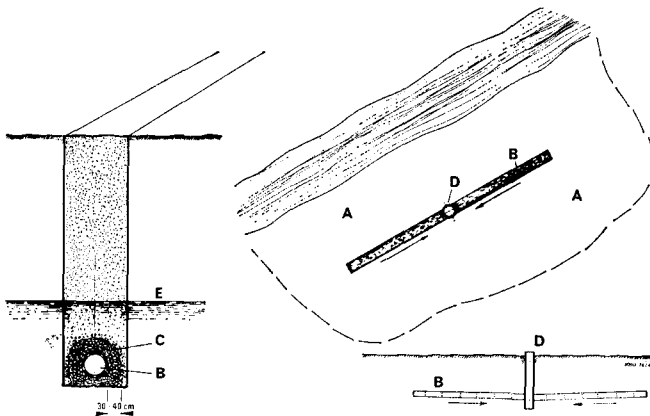
Fig. II-15 Galerie d'infiltration



- A = Sable ou gravier aquifère
 B = Couche imperméable
 C = Surface du sol
 D = Terre végétale
 E = Surface piézométrique
 F = Barbacanes
 G = Caniveau de collecte conduisant au réservoir

Fig. II-16

Galerie d'infiltration au voisinage d'un cours d'eau

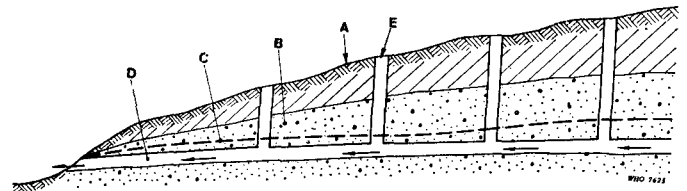


- A = La présence de bancs de sable au voisinage d'un cours d'eau offre d'excellentes possibilités pour aménager des galeries d'infiltration ou des puits ordinaires peu profonds.
 B = Poser les tuyaux perforés sur un lit filtrant, préparer et aménager un lit filtrant supérieur.
 C = Disposer des pierres rondes, de 12 à 25 mm, autour du tuyau et construire le filtre autour du tuyau avec du sable et du gravier calibrés. L'épaisseur totale du filtre autour du tuyau doit être de 30 à 40 cm.
 D = Puits aménagé au milieu de la galerie, permettant le montage de la pompe et le prélèvement de l'eau.
 E = Surface piézométrique.

l'extérieur par gravité. Ce système, lent et coûteux à construire, est répandu dans de nombreux pays de la région méditerranéenne et de l'Afrique du Nord (voir fig. II-17).

Fig. II-17

Galerie d'infiltration utilisée en Méditerranée orientale et en Afrique du Nord



- A = Surface du sol (pays accidenté ou base de colline)
 B = Formations aquifères
 C = Surface piézométrique
 D = Petit tunnel, d'environ 70 cm x 90 cm, dont les parois peuvent être maintenues par une maçonnerie de pierres ou de briques
 E = Puits d'aération

SYSTÈME D'APPROVISIONNEMENT PUBLIC

Un système d'approvisionnement public en eau comporte les éléments suivants:

- une structure de captage, qui peut être un puits, un bassin de source, une galerie filtrante, une prise dans un cours d'eau ou dans un lac;
- une conduite d'amenée;
- une station de traitement, dont l'étendue et la complexité dépendent de la population à desservir et des caractéristiques de l'eau à traiter;
- des pompes;
- un ou plusieurs réservoirs servant à emmagasiner l'eau et à la fournir sous la pression désirée.

Dans les sections qui suivent, nous envisagerons: les conduites d'eau (avec quelques notions sur l'hydraulique), les pompes, les réservoirs, le réseau de distribution, le traitement de l'eau et le contrôle de la qualité de l'eau.

Conduites

Après le choix d'une source d'eau convenable et l'exécution d'un captage, il faut prévoir le transport de l'eau jusqu'à la station de traitement et de là jusqu'à la communauté à desservir.

Le transport de l'eau se fait par des conduites qui peuvent être des aqueducs couverts, où l'eau coule par gravité, ou bien des canalisations sous pression, appelées aussi conduites forcées. Ces dernières sont préférables, car leurs éléments sont faciles à transporter et elles ne risquent de communiquer à l'eau ni goût, ni odeur, ni couleur, comme le font parfois les aqueducs.

Les aqueducs sont construits en maçonnerie de pierres, de briques, ou en béton, tandis que les canalisations sont en fer étiré, noir ou galvanisé, en acier, en fonte, en fibro-

ciment, en plastique ou en béton armé. La fonte et le fibrociment sont utilisés pour des diamètres de 100 à 300 mm; au-dessus de 300 mm, on préfère l'acier et le béton.

Pression

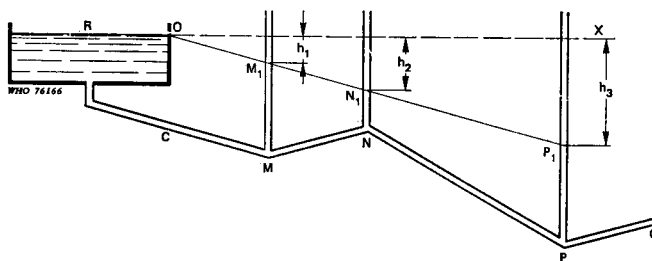
La force agissant sur une surface imaginaire dans un fluide s'appelle *pression*. Un liquide contenu dans un vase exerce en tous points de sa surface une pression perpendiculaire à cette surface. Quand un liquide est exposé à l'air libre, on dit que sa surface est à la pression *atmosphérique*. La pression atmosphérique mesurée au niveau de la mer est égale au poids d'une colonne de mercure de 764 mm de hauteur; cette hauteur est équivalente à celle d'une colonne d'eau de 10,342 m.¹

Les appareils à mesurer la pression s'appellent *manomètres*; ils portent aussi le nom de *piézomètres* quand ils servent à mesurer la pression de l'eau et ne contiennent que de l'eau. La *hauteur piézométrique* est la hauteur de pression en un point quelconque d'une conduite.

Dans une conduite à ciel ouvert, la pression à la surface étant la pression atmosphérique, la hauteur piézométrique se situe à la surface de l'eau, et la *ligne piézométrique* coïncide avec le niveau de l'eau.

Dans une conduite forcée, la pression est variable et ne dépend pas de la pente, et la ligne piézométrique suit un tout autre tracé que celui de la conduite. Pour comprendre la notion de cette variation de pression, imaginons un réservoir R d'où l'eau s'écoule dans une conduite forcée C (voir fig. II-18). D'après le principe des vases communicants, si aux points M, N et P des tubes de verre verticaux étaient placés sur la conduite, on devrait voir s'élever le niveau de l'eau jusqu'à la ligne horizontale OX, qui est celle du niveau dans le réservoir. Pourtant l'eau ne montera qu'à des points M₁, N₁, P₁ au-dessous de cette ligne, parce que l'eau en s'écoulant dans la conduite subit des pertes d'énergie dues au frottement contre les parois de la conduite, aux aspérités, aux surfaces plus ou moins lisses qu'elle y rencontre. Ces pertes s'appellent *pertes de charge* et les différences de hauteur h₁, h₂, h₃ représentent ces pertes de charge. La ligne OM₁, N₁, P₁ représente la ligne piézométrique de l'eau dans la conduite C. Des pertes de charge sont aussi causées par l'élargissement ou le rétrécissement du diamètre d'une conduite, par un changement de direction (coude), par des obstructions à l'écoulement (valves, robinets, etc.). La perte de charge s'accumule à mesure

Fig. II-18 Ecoulement dans une conduite forcée



que la conduite s'allonge, et est plus grande par unité de longueur dans une conduite de petit diamètre que de grand diamètre. C'est ainsi que dans les conduites longues des réseaux de distribution on maintient des diamètres importants.²

Débit

Le débit de l'eau dans une conduite s'exprime théoriquement par la formule: $Q = AV$

où $A =$ surface de la section transversale de la conduite jusqu'au niveau de l'eau, exprimée en mètres carrés,

$V =$ vitesse de l'eau, en mètres par seconde

Q est exprimé en mètres cubes par seconde.

Pour connaître le débit d'une conduite à ciel ouvert, il faut, après avoir mesuré la section transversale, déterminer la *vitesse moyenne* du courant. En utilisant un flotteur en bois, on mesure le temps en secondes qu'il prend pour parcourir une certaine longueur du canal: par exemple, 5 secondes pour 20 m, soit une vitesse de 4 m/s. Mais la vitesse moyenne utilisée dans le calcul du débit est égale à 85% de la vitesse à la surface. Donc la vitesse moyenne est de $0,85 \times 4 = 3,4$ m/s. En supposant que la section transversale de la conduite est un rectangle de 1 m de base et de 0,50 m de hauteur d'eau, la surface de cette section est: $1 \times 0,5 = 0,5$ m² et le débit (Q) est de $0,5 \times 3,4 = 1,7$ m³/s.

On se sert, pour mesurer le débit des cours d'eau, de la méthode des déversoirs. Un *déversoir* est un appareil placé au travers d'un cours d'eau et forçant son débit à passer par une ouverture de forme géométrique régulière. La mesure de la hauteur d'eau au-dessus du fond de cette ouverture sert à calculer le débit. Les déversoirs

¹ En plaçant un tube inversé dans lequel on a fait le vide dans un récipient rempli d'eau au niveau de la mer, l'eau s'élèvera dans le tube effectivement à cette hauteur. Mais si le vide est partiel, l'eau s'élèvera à une hauteur moindre. Cela explique ce qui se passe dans les tuyaux d'aspiration des pompes. Quand une pompe aspire, le vide est causé par la succion dans le tube en contact avec la source d'eau et, si celle-ci est à la pression atmosphérique, l'eau tendra à s'élever à 10,342 m. Mais les pertes de charge dans la crépine et le tuyau réduisent cette hauteur à environ 5 m. Si une fuite d'air se produit dans le tuyau, le vide ne peut s'établir et la pompe n'aspire pas.

² La charge d'eau dans les conduites forcées s'exprime en mètres d'eau ou en kilogrammes par centimètre carré. Une charge de 10 m d'eau égale 1 kg/cm², et par conséquent 1 m d'eau = 0,1 kg/cm².

les plus usuels sont rectangulaires, triangulaires, trapézoïdaux, ou en V. On trouvera des détails et des tableaux de mesure de débit par déversoir dans la monographie de l'OMS intitulée *Approvisionnement en eau des zones rurales et des petites agglomérations* (6).

Pour les conduites forcées, la détermination du débit est légèrement différente. Nous avons parlé de manomètres et de piézomètres. On peut les utiliser pour arriver à calculer la vitesse de l'eau. Mais il existe aussi des appareils permettant de déterminer directement la vitesse de l'eau dans une conduite forcée: le *pitomètre* est le plus couramment employé. La vitesse (V) et la section (A) étant connues, le débit est calculé d'après la formule de base: $Q = AV$.

Protection

Afin de protéger la conduite contre les dommages dus à la circulation et aux intempéries, on l'enterrera à une profondeur convenable. Dans les climats froids, les conduites sont enterrées sous le niveau de gel, qui se situe aux environs de 1,80 m de profondeur. Sous les tropiques, une couverture de terre de 30 cm au moins sera prévue pour protéger les tuyaux contre les variations de température et contre les effets de la circulation. La largeur des tranchées varie selon leur profondeur, mais elle n'est en général pas inférieure à 45 cm.

Les conduites récemment posées seront soumises à des essais de pression pendant au moins 24 heures, pour déterminer l'emplacement et le débit des fuites. On devra également, avant la mise en service, les désinfecter avec une solution de chlorure de chaux ou d'hypochlorite contenant au moins 50 mg de chlore libre par litre d'eau, pendant 12 heures au minimum.

Pompes

Les différents types de pompes peuvent être classés de la manière suivante:

1. Pompes volumétriques:
 - à mouvement alternatif;
 - à mouvement rotatif;
 - à déplacement en chaîne.
2. Pompes cinétiques (ou rotatives):
 - à mouvement centrifuge (pompe centrifuge classique et turbine pour puits profond);
 - à injection d'air.

3. Pompes fonctionnant par différence de densité (pompe à émulsion).

4. Pompes à impulsion: bélier hydraulique.

Le tableau II permet de comparer les mérites respectifs des divers types de pompes.

Pompes volumétriques

1) *Pompes à mouvement alternatif (pompes aspirantes)*

a) Principe

L'eau est mue par la poussée directe d'un piston ou plongeur (simple ou double) ou d'une cuvette se déplaçant dans un cylindre vertical fermé.¹ Par un jeu de soupapes, le mouvement alternatif du piston produit un courant d'eau plus ou moins régulier, à sens unique. Quand le piston monte, il entraîne l'eau du cylindre vers une conduite de refoulement pendant que, au-dessous, le cylindre se remplit d'eau arrivant par le tuyau d'aspiration. L'abaissement du piston fait passer au-dessus du plongeur, à travers la soupape, l'eau qui se trouvait du côté de l'aspiration. (Voir fig. II-19 et II-20).

La pompe alternative est largement utilisée dans les installations disposant de force motrice; elle l'est presque exclusivement dans les installations à moteur éolien, animal ou humain.

Le débit d'une pompe à piston est égal au produit du volume d'eau déplacé dans le cylindre par le nombre de coups de piston donnés pendant l'unité de temps.

b) Avantages

1. Facilité d'entretien: les pompes à piston lentes demandent peu d'entretien, sauf le remplacement du piston ou des joints de cuir qui sont relativement faciles à poser.

2. Robustesse: la pompe alternative ne compte que peu ou pas de parties délicates et supporte les mauvais traitements mieux que les pompes centrifuges, où les dimensions peuvent jouer un rôle critique.

3. Frais de premier établissement: grâce à leur simplicité, les pompes alternatives coûtent en général moins cher, à débit égal, que les pompes centrifuges de même puissance.

¹ Le cylindre peut aussi, plus rarement, être horizontal.

TABLEAU II. Mérites comparés de quelques types de pompes utilisables dans les petits réseaux d'approvisionnement en eau

	Pompes volumétriques			Pompes cinétiques			Pompes à émulsion
	à main, avec piston plongeur	à moteur ou à éolienne, avec piston plongeur	à godets ou à alvéoles	centrifuges	à turbine pour puits profond	à éjecteur	
Rendement	Faible (amélioré par l'utilisation du double effet): 25%-60%	Faible (amélioré par l'utilisation du double effet): 25%-60%	Faible	Bon: 50%-85%	Bon: 65%-80%	Faible: 40%-60%	Faible: 25%-60%
Manœuvre	Très simple	Simple	Très simple	Simple	Plus difficile; exige des soins	Simple (mais possibilité de bouchons d'air)	Plus difficile; le compresseur exige des soins
Entretien	Simple, mais soupapes et plongeur à surveiller; plus difficile si le corps est installé dans le puits	Identique à celui de la pompe à main; l'entretien des moteurs est parfois difficile en milieu rural	Simple	Simple, mais exige de la surveillance	Plus difficile et constant; soins compétents nécessaires	Simple, mais exige de la surveillance	Le compresseur exige une surveillance constante
Débit (en litres par minute)	10-50	40-100	15-70	5-20 000	100-20 000	25-500	25-10 000
Charge (en mètres)	Faible	Forte	Faible	5-500	20-500	Faible	Faible
Coût	Faible, mais plus élevé si le corps est placé dans le puits	Faible, mais plus élevé si le corps est placé dans le puits	Raisonnable	Raisonnable	Plus élevé, surtout pour les puits profonds	Raisonnable	Raisonnable
Avantages	Vitesse faible; principe de compréhension facile pour des profanes; coût modique	Coût modique; appareil simple; vitesse faible	Appareil simple, facile à manœuvrer et à entretenir	Bonne efficacité; vaste gamme de débits et de charges	A recommander pour les forages de petit diamètre; exploitation aisée	Eléments mobiles en surface; exploitation aisée	Eléments mobiles en surface; possibilité de pompage d'une eau trouble ou sableuse
Inconvénients	Faible rendement; applications limitées; entretien plus difficile si le corps est installé dans le puits	Faible rendement; applications limitées; entretien plus difficile si le corps est installé dans le puits	Faible rendement; applications limitées	Les parties mobiles et le garnissage demandent des soins	Eléments mobiles dans le puits; coût assez élevé; exige des soins dans l'exploitation et l'entretien	Applications limitées; faible rendement; parties mobiles à surveiller	Applications limitées; faible rendement; compresseur à surveiller constamment
Energie	Manuelle ou animale	Eolienne ou fournie par un moteur	Manuelle, animale, éolienne ou fournie par un moteur	Fournie par un moteur	Fournie par un moteur	Fournie par un moteur	Fournie par un moteur

Fig. II-19 Pompe aspirante à simple piston

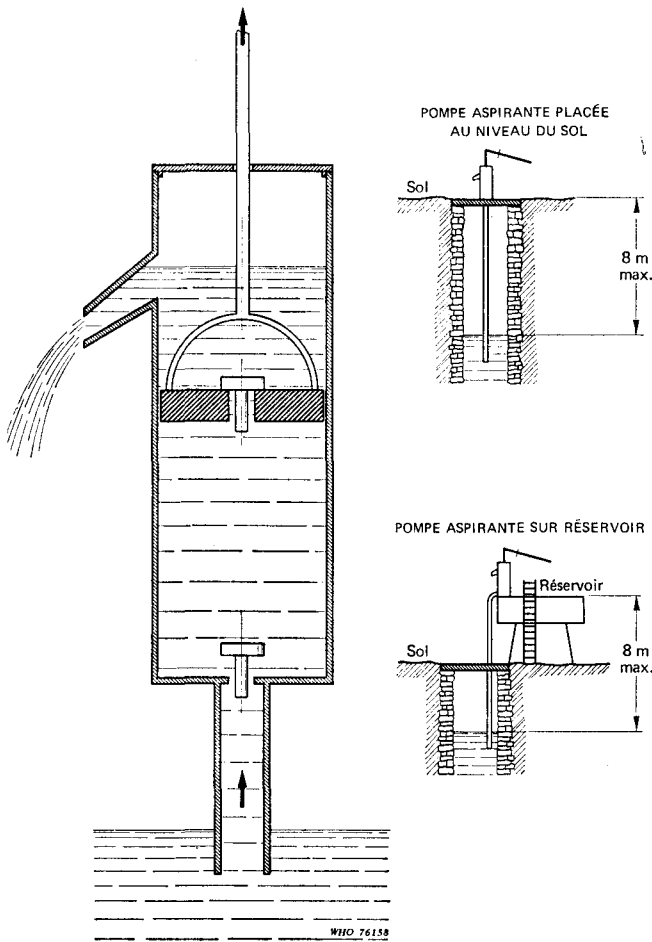
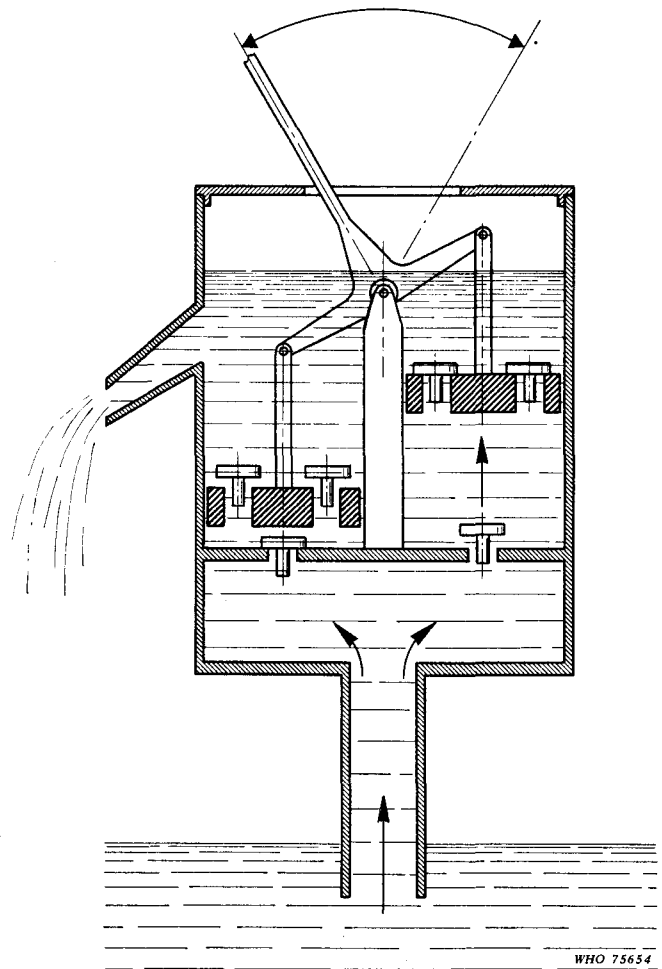


Fig. II-20 Pompe aspirante à double piston



c) Utilisation

La pompe à main (Fig. II-21 à II-23) est très utilisée dans les milieux ruraux à cause de son extrême simplicité de manœuvre et d'entretien. Elle peut être installée sur des puits de toutes profondeurs. Si le niveau statique de l'eau souterraine est à moins de 5 m au-dessous de la surface du sol, le corps de pompe est, en général, placé à la surface; s'il est à plus de 5 m, le corps de pompe est fixé à un tuyau de descente et placé dans le puits comme le montrent les figures II-11 (page 31) et II-24.

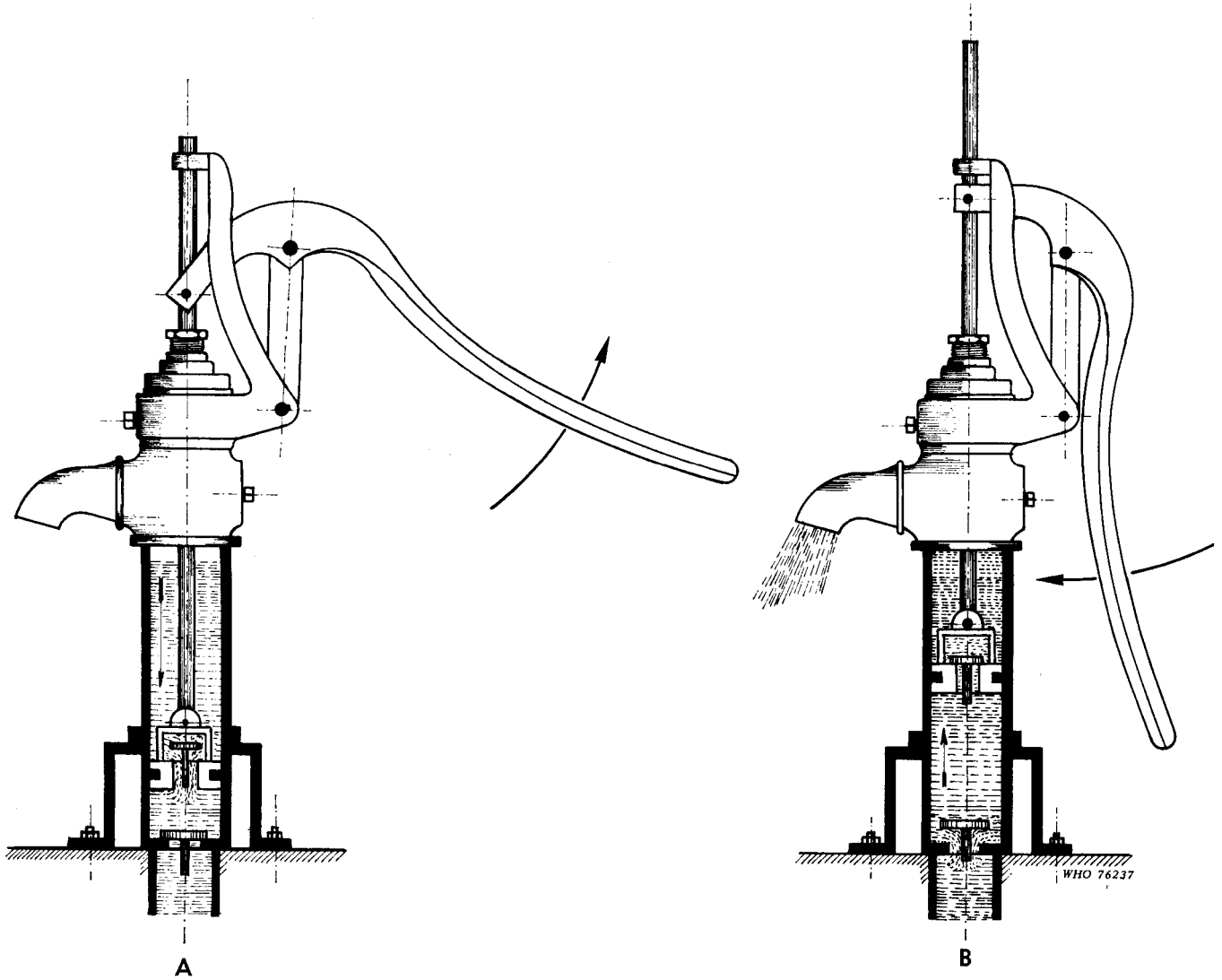
Il y a un net avantage à installer le corps de pompe au-dessus du sol, car alors l'entretien en est facilité. Toutefois, il est généralement indispensable de l'amorcer, à cause de l'usure des cuirs et des soupapes qui, avec le temps, provoque des fuites dans la colonne d'aspiration. On risque ainsi de contaminer le puits avec l'eau d'amorçage provenant d'une source extérieure. Pour cette raison,

les pompes dont les cylindres sont immergés dans l'eau du puits sont préférables quand il existe un service d'entretien bien entraîné et équipé.

Pour satisfaire aux exigences sanitaires, les règles suivantes devraient s'appliquer:

- Les pompes à main doivent être conçues et installées de façon à ne pas nécessiter d'amorçage.
- Le soubassement de la pompe sera conçu pour faciliter l'établissement d'un joint étanche avec la margelle ou le cuvelage du puits.
- Le dégorgeoir doit être dirigé vers le bas.
- Le carter sera conçu de manière à éviter la contamination de la chambre à eau au contact des mains, des poussières, de la pluie, des oiseaux, des mouches. Les carters présentant une fente médiane ne devraient pas être acceptés.

Fig. II-21 Fonctionnement d'une pompe à main

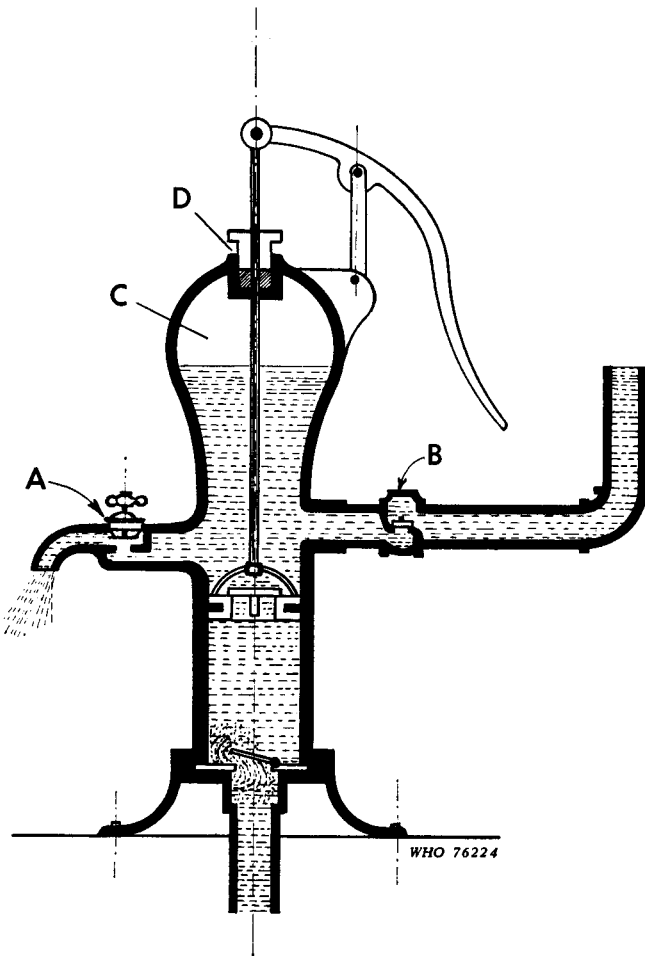


A = Piston au bas de sa course

B = Piston au haut de sa course

Lorsque le corps de pompe est situé au-dessus du sol, il faut le munir d'un clapet de pied pour éviter la nécessité d'un amorçage.

Fig. II-22 Souplesse d'utilisation de la pompe à main



- A = Robinet-vanne à manœuvre manuelle
 B = Clapet de retenue
 C = Chambre à air
 D = Presse-étoupe

Ce dispositif permet de prendre de l'eau à la pompe ou d'envoyer de l'eau à un niveau supérieur en fermant le robinet-vanne A.

— La base doit être rigidement fixée au piédestal pour éviter une fatigue excessive du joint.

Le rendement des pompes à mouvement alternatif peut être augmenté en recourant au principe du piston à double effet (voir fig. II-25).

2) Pompe semi-rotative, à double ou à quadruple effet

Cette pompe est souvent employée dans les installations particulières des régions rurales qui n'exigent qu'une faible élévation de l'eau, provenant de puits, de citernes et de réservoirs souterrains, jusqu'à des

réservoirs en charge. La figure II-26 montre une pompe semi-rotative à double effet. Dépourvues de clapet de pied, ces pompes ne conviennent que pour des colonnes d'aspiration très courtes. L'adaptation d'un clapet de pied et d'une crépine à l'extrémité du tuyau d'aspiration permet de pomper l'eau à 6 m de profondeur. Le débit dépend du nombre de balancements par minute.

3) Elévateurs à seau ou à chaîne sans fin et godets

Dans l'élévateur à seau et dans les autres dispositifs à godets, l'eau est mue par la poussée directe d'un récipient mobile (Fig. II-27 et II-28).

Pompes cinétiques (ou rotatives)

Dans les pompes cinétiques, l'eau est mise en mouvement par l'application continue d'une force mécanique quelconque. Dans la pompe centrifuge, l'énergie est transmise grâce au mouvement rapide d'un rotor ou impulseur, dont l'énergie cinétique est transformée en pression qui chasse l'eau dans l'orifice de refoulement (Fig. II-29 et II-30). Dans la pompe à éjection, l'énergie cinétique d'un puissant jet d'eau (hydro-éjecteur) ou de vapeur est convertie en pression, dans la partie du tuyau d'aspiration qui suit immédiatement un rétrécissement ou un étranglement semblable à la seconde moitié d'un tube de Venturi (Fig. II-31 et II-32).

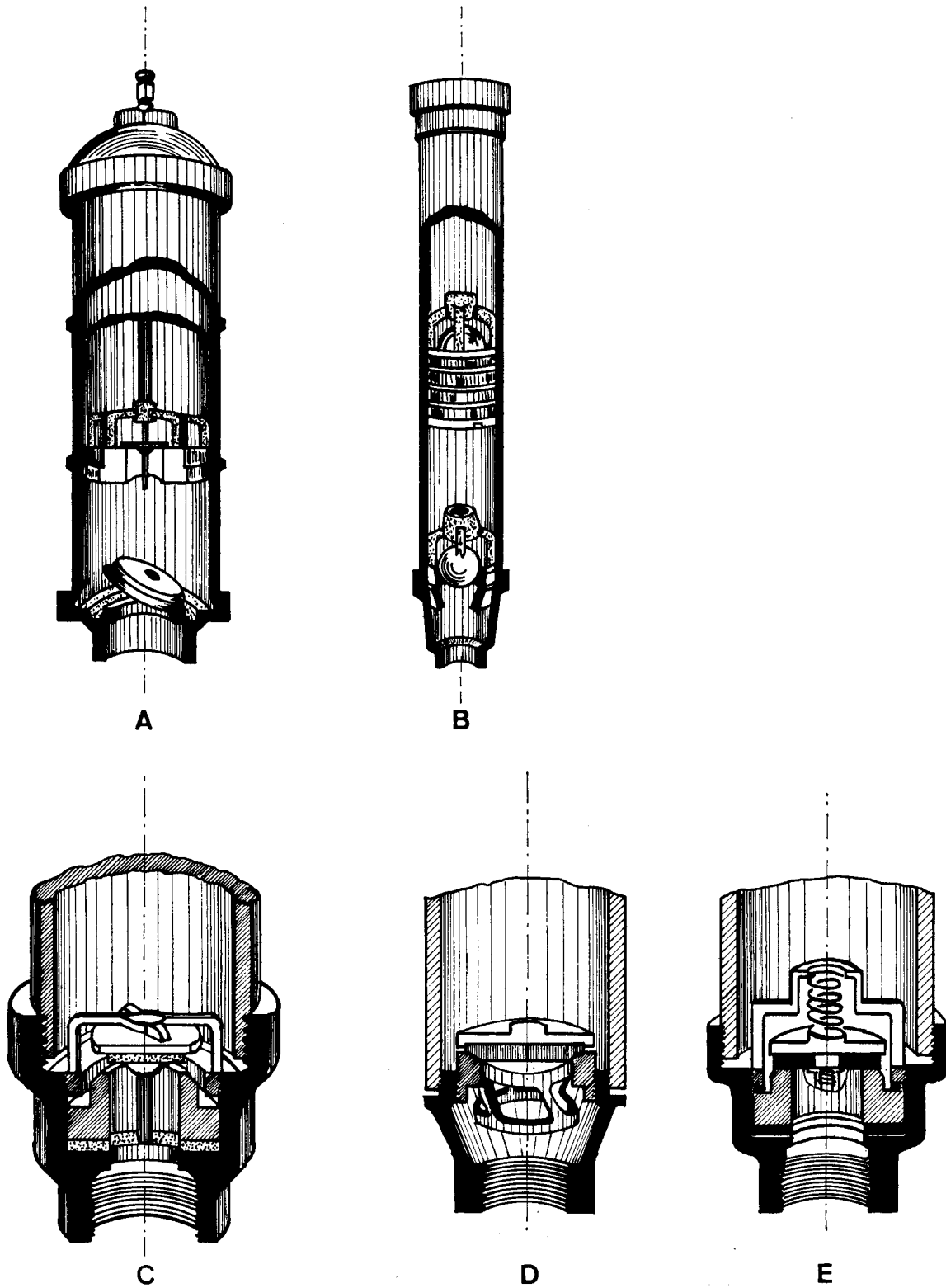
Les pompes cinétiques fonctionnent toutes par la force centrifuge. Mais on fait généralement une distinction entre les « pompes centrifuges » et les « turbines ». Dans les pompes centrifuges, l'eau entre par le centre du rotor et sort par la périphérie — l'écoulement est donc radial —, alors que dans les turbines l'eau progresse dans la direction générale de l'axe de la pompe, en plusieurs étages. Les figures II-29 et II-33 montrent cette différence.

Pompes à émulsion

Dans la pompe à émulsion, l'eau est élevée à partir de son niveau statique dans le puits, par injection d'air qui diminue le poids spécifique du mélange. Les parties essentielles de cette pompe sont représentées à la figure II-34. On chasse l'air au moyen d'un compresseur jusqu'au fonds du puits, par un petit tuyau placé à l'intérieur du tuyau de refoulement. Le mélange eau-air, plus léger que l'eau ambiante, monte jusqu'au sommet du puits.

Pour obtenir un bon fonctionnement, il est nécessaire que le tuyau de refoulement soit immergé de 50 à 70% dans l'eau souterraine lorsqu'on veut refouler à des hauteurs atteignant 60 m.

Fig. II-23 Cylindres et soupapes de pompe à main



- A = Cylindre fermé
 B = Cylindre ouvert avec soupape à boulet. On peut extraire le plongeur sans retirer le cylindre du puits
 C = Soupape en champignon
 D = Soupape à manchon
 E = Soupape à ressort

Les cuirs et les soupapes s'usent, quel que soit le type de cylindre utilisé; il faut les remplacer de temps à autre.

Fig. II-24 Puits ordinaire reconstruit avec dalle enfouie

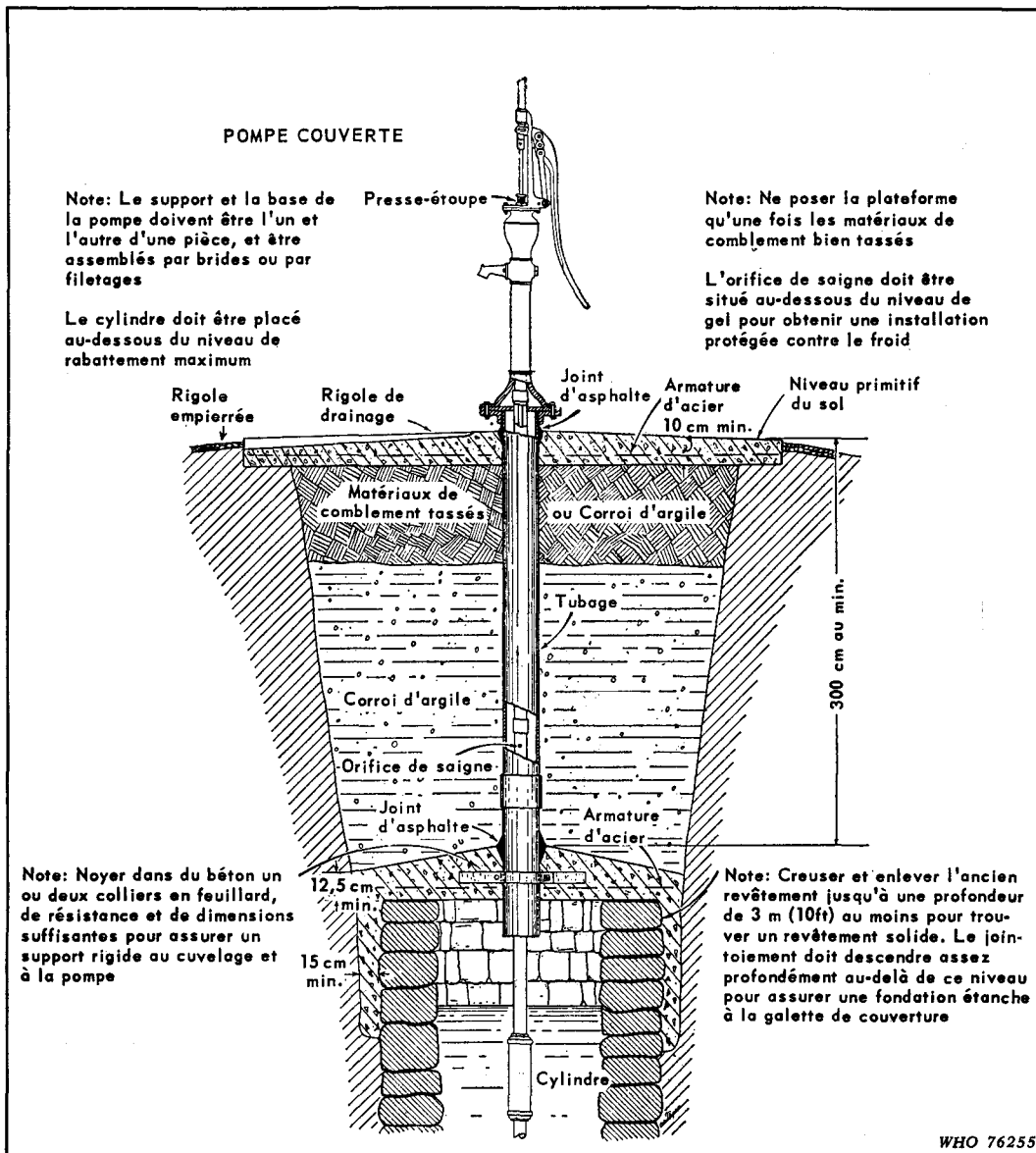
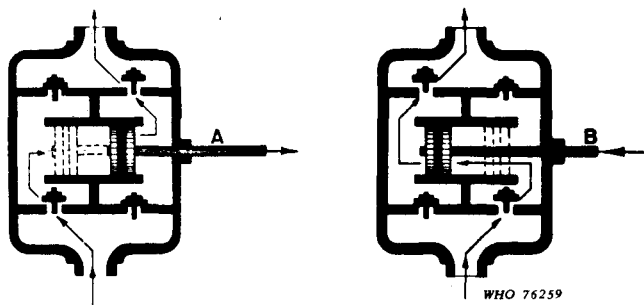
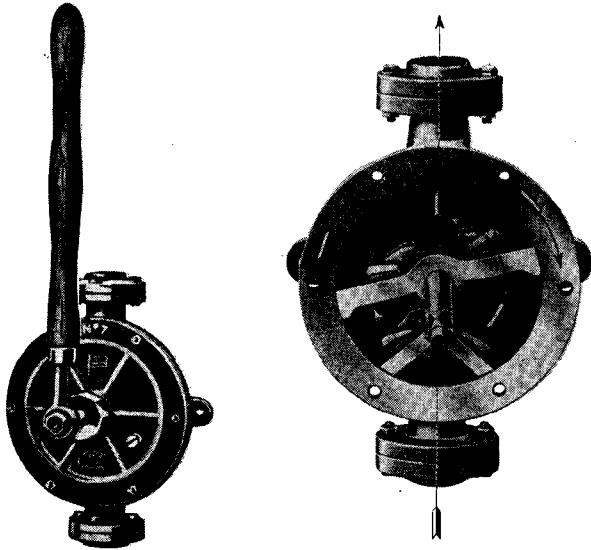


Fig. II-25 Pompe volumétrique à double effet



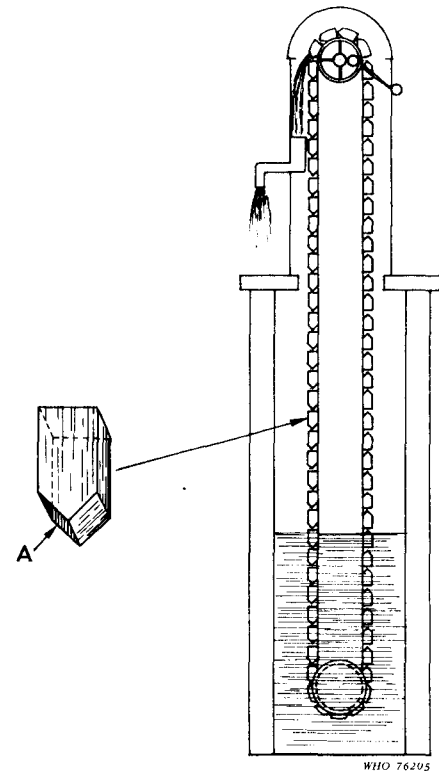
Lorsque le piston est dans la position A, l'entrée se fait en bas à gauche et la décharge en haut à droite. Lorsqu'il est dans la position B, l'entrée se fait en bas à droite et la décharge en haut à gauche.

Fig. II-26 Pompe à main semi-rotative



D'après le Catalogue A (1955, pp. 34, 37), de Lee, Howl & Co., Ltd., Tipton, Staffs (Angleterre), avec l'autorisation de la Compagnie.

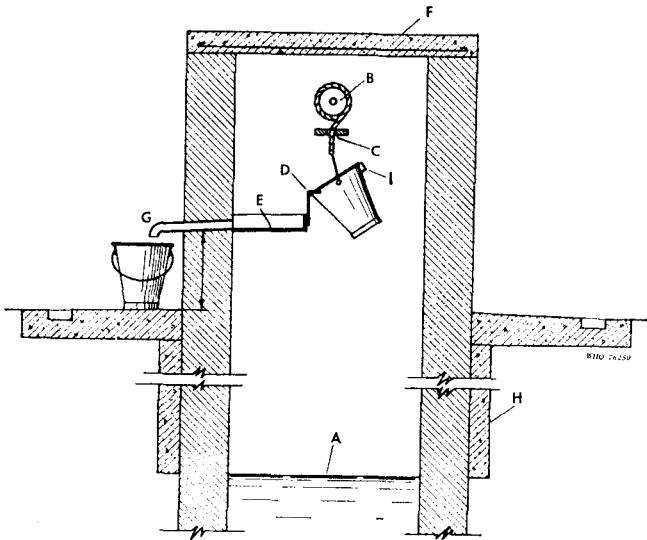
Fig. II-28 Elévateur à chaîne sans fin munie de godets



A = Godet

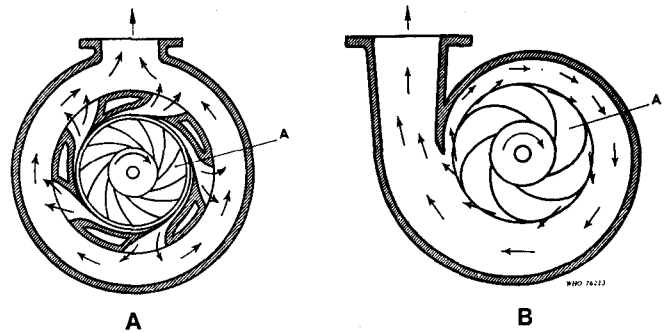
WHO 76205

Fig. II-27 Dispositif élévateur à treuil et seau



- A = Niveau de l'eau dans le puits
- B = Treuil
- C = Trou de guidage
- D = Crochet d'arrêt
- E = Auge
- F = Couvercle étanche, amovible
- G = Dégorgeoir
- H = Argile compactée ou glacis de béton
- I = Lest fixé au bord supérieur du seau pour assurer un mouvement de bascule à la surface de l'eau

Fig. II-29 Pompes centrifuges: à couronne directrice (A), à volute (B)



WHO 76223

Fig. II-30 Pompes centrifuges: directement accouplée au moteur (A), entraînée par courroie (B)

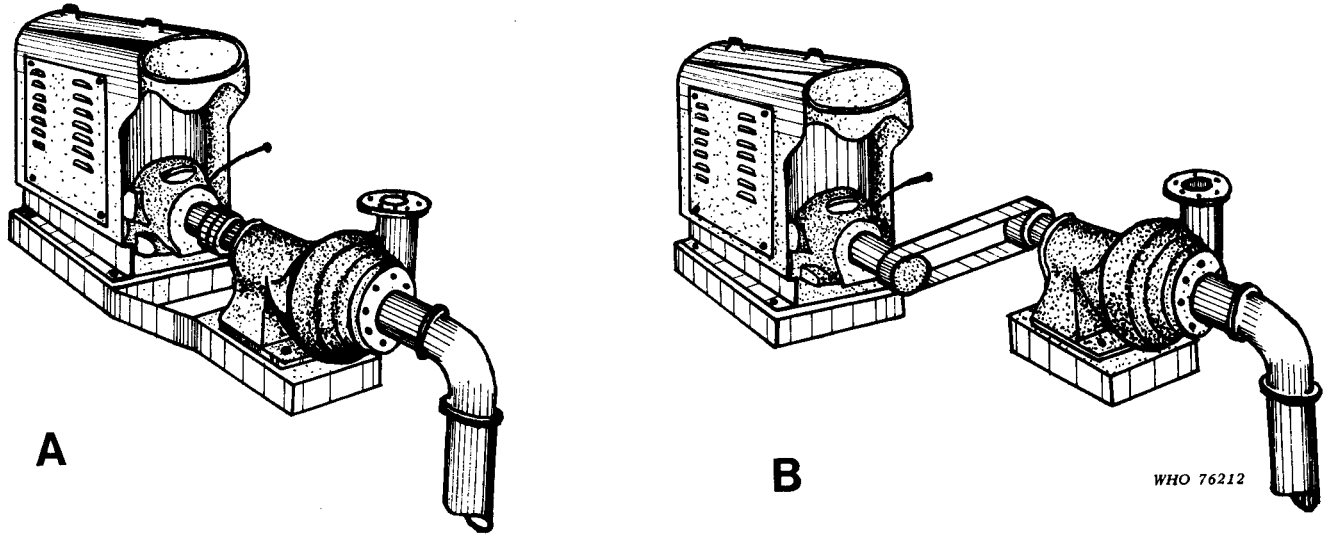
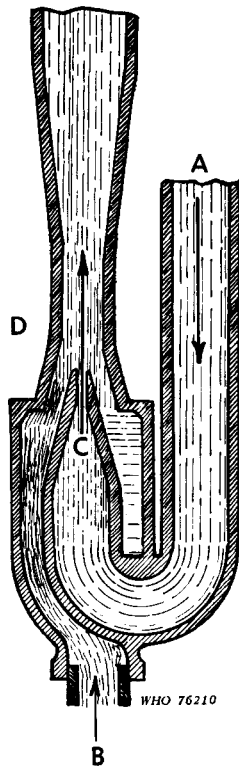
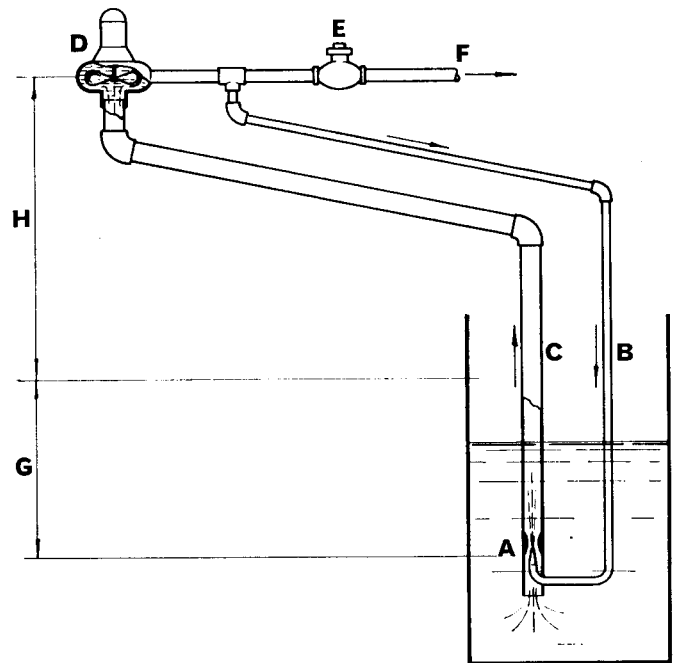


Fig. II-31 Hydro-éjecteur



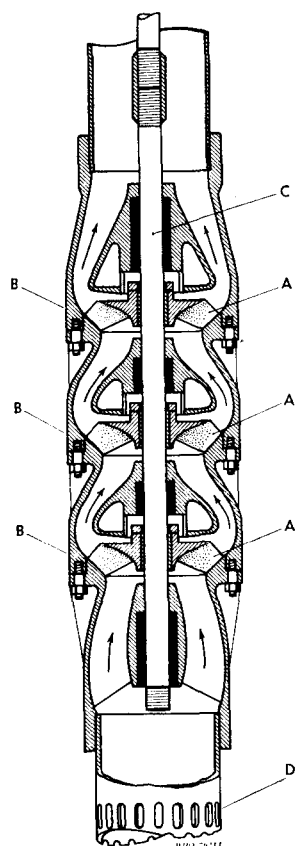
A = Fraction de l'eau d'extraction
 B = Eau aspirée dans l'étranglement D par le courant rapide arrivant de C

Fig. II-32 Hydro-éjecteur: schéma de l'installation



A = Hydro-éjecteur
 B = Conduite joignant la pompe à la buse éjectrice
 C = Courant ascendant
 D = Pompe centrifuge
 E = Valve manorégulatrice
 F = Tube de décharge
 G = Hauteur de charge de l'éjecteur
 H = Hauteur d'aspiration de la pompe centrifuge (de 4,5 à 6 m)

Fig. II-33 Coupe d'une turbine pour puits profonds



- A = Impulseurs
 B = Etages
 C = Axe
 D = Filtre

Pompes à impulsion

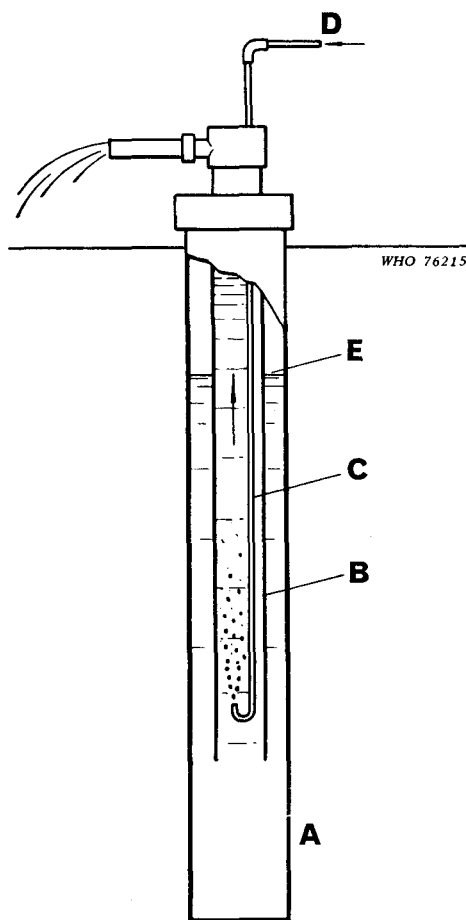
Dans le béliet hydraulique, la puissance provient de l'énergie de l'eau accumulée dans une chambre de compression d'air, puis restituée par la détente de cet air. Le béliet est composé d'une cloche de refoulement fermée à sa base par un clapet et reliée à un cylindre horizontal muni à sa partie supérieure d'une soupape d'échappement formée d'un large disque. Une soupape de prise d'air est placée en amont du clapet de la cloche (Fig. II-35).

L'eau de la source à pomper est amenée par une conduite au cylindre horizontal. Au début de l'écoulement, la soupape d'échappement est ouverte et laisse évacuer une certaine quantité d'eau autour du disque et dans le drain. Lorsque le débit atteint son plein rendement, la soupape flotte puis se ferme brusquement, ce qui force le clapet de la cloche à s'ouvrir. L'eau se précipite dans celle-ci et y comprime l'air jusqu'à épuisement de sa vitesse. Alors le clapet se referme et l'air

comprimé refoule l'eau dans la colonne montante à un niveau supérieur à celui de la source. La fermeture soudaine du clapet inverse pour un moment l'écoulement dans le tuyau d'amenée, ce qui provoque l'ouverture de la soupape de prise d'air, et la soupape d'échappement retombe dans sa position initiale; et l'opération se répète.

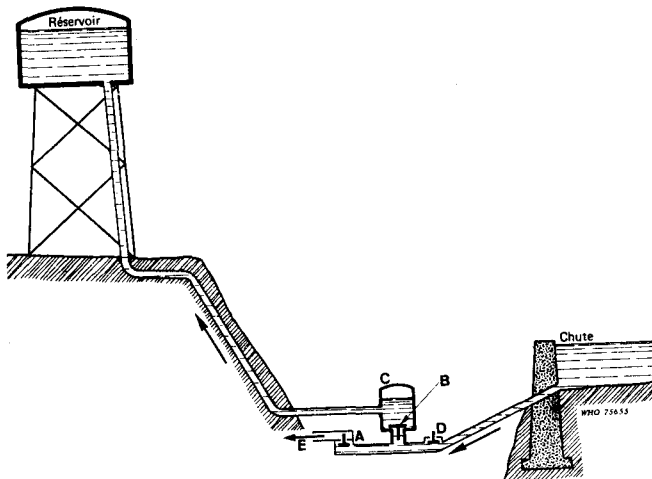
Le béliet hydraulique permet de pomper l'eau d'une source à un réservoir situé à un niveau supérieur à celui de la source. Malgré les pertes d'eau effectuées par la soupape d'échappement, le béliet peut fournir une quantité considérable d'eau au réservoir, car il fonctionne automatiquement et de façon continue 24 heures par jour. C'est l'une des méthodes de pompage les plus économiques qui soient: elle ne nécessite aucune autre énergie que la force de l'eau de la source.

Fig. II-34 Eléments principaux d'une pompe à émulsion



- A = Cuvelage
 B = Tube d'éjection
 C = Tube à air
 D = Air sous pression arrivant du compresseur
 E = Niveau de l'eau dans le puits

Fig. II-35 Béliet hydraulique



- A = Soupape d'échappement
- B = Clapet de refoulement
- C = Cloche de refoulement
- D = Soupape de prise d'air
- E = Evacuation

Les réservoirs surélevés sont construits en béton armé ou en acier. L'emploi de l'acier facilite la construction, car on peut alors utiliser des pièces de tôle préfabriquées dont le montage est certainement plus rapide et moins coûteux que le béton armé, étant donné la préparation que celui-ci exige.

Tout réservoir doit être muni d'une couverture, et l'accès à l'intérieur se fera par des regards fermant bien et construits de manière à éviter la pénétration de l'eau de surface. Un tube de ventilation, pour l'évacuation de l'air du réservoir pendant le remplissage, doit être placé à travers la couverture, l'ouverture extérieure étant tournée vers le bas et grillagée; ceci empêchera l'introduction des eaux de surface, des poussières, ainsi que des insectes et autres animaux.

Quatre conduites sont branchées sur le réservoir: une d'amenée, une de sortie, une de vidange et une de trop-plein. Une vanne à flotteur placée à l'entrée de l'eau permet d'arrêter le débit quand le réservoir est plein. Une jauge bien visible doit aussi être installée, afin de pouvoir contrôler à tout moment le niveau de l'eau dans le réservoir.

Réservoirs

Un réservoir de distribution sert à emmagasiner l'eau pour la consommation journalière, fournir la pression nécessaire dans le réseau, faire face aux variations horaires de la consommation, constituer une réserve en cas d'incendie, permettre de réparer une conduite d'amenée sans interrompre la distribution.

La capacité d'un réservoir peut s'estimer aux environs de 100% de la consommation journalière prévue. Il est parfois prévu un stockage plus grand lorsqu'il existe la possibilité d'interruptions du service. Il faut encore considérer que la consommation journalière moyenne augmente assez vite après l'installation du réseau dans une communauté qui, précédemment, était dépourvue d'un système public d'approvisionnement en eau. C'est ainsi que, dans certaines communautés où il était prévu 150 litres par habitant et par jour, on est vite arrivé à 200 et même 250 litres.

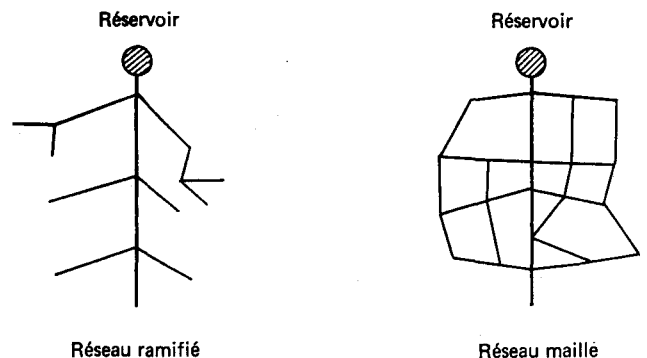
Selon la topographie des lieux, on implantera le réservoir au niveau du sol ou on le suréleva.

Les réservoirs implantés au niveau du sol sont généralement construits en maçonnerie, en béton simple ou armé, selon la disponibilité des matériaux. L'important est d'éviter les fuites dans les parois. Pour cela, on peut soit revêtir la surface intérieure d'une couche de 2 cm de mortier de ciment hydrofuge et de sable, soit l'enduire d'une couche de bitume ou d'une solution de silicate de sodium.

Réseau de distribution

Il existe deux types de réseaux: le réseau ramifié et le réseau maillé. Le premier est fait de conduites dont les extrémités sont interrompues brusquement, laissant ainsi des points morts. Dans le réseau maillé, les extrémités des conduites sont interconnectées, ce qui permet la circulation continue de l'eau dans tout le réseau, maintient une pression plus uniforme et facilite les réparations sur les secteurs, sans pour cela interrompre la distribution (Fig. II-36).

Fig. II-36



TRAITEMENT DE L'EAU

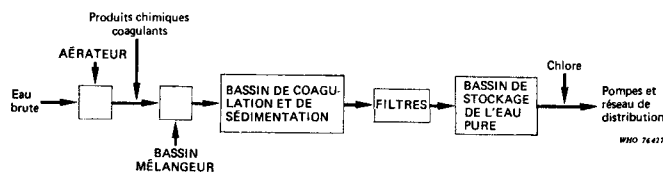
L'eau peut être traitée par l'une des méthodes suivantes ou par la combinaison de plusieurs d'entre elles:

- la sédimentation simple;
- la sédimentation précédée de floculation;
- la filtration;
- la désinfection.

Ce sont les procédés conventionnels. A ceux-là il convient d'ajouter, dans des cas particuliers:

- l'aération, pour réduire les goûts et les odeurs et précipiter le fer et le manganèse, pour chasser l'anhydride carbonique;
- l'adoucissement, pour réduire les sels de calcium et de magnésium qui causent la dureté de l'eau.

Nous traiterons seulement des procédés conventionnels (voir schéma ci-dessous).



Sédimentation

Par ce procédé, l'eau traverse un bassin pendant plusieurs heures à une vitesse très réduite permettant aux particules en suspension de se déposer au fond. Les bassins de sédimentation sont rectangulaires ou circulaires. Dans les installations de traitement importantes, un mécanisme formé d'une chaîne sans fin avec des godets entraîne continuellement les boues vers un souillard d'où elles sont évacuées.

Floculation

La floculation est utilisée dans le traitement d'eaux pour lesquelles l'élimination des impuretés en suspension exigerait un temps excessif si la sédimentation devait se faire par le moyen naturel. On ajoute pour cela à l'eau un réactif chimique, qui est le plus souvent le sulfate d'aluminium. Après mélange intime, le composé forme avec les particules fines en suspension des flocons plus gros et plus lourds qui vont se déposer dans un décanteur.

La clarification de l'eau par ce procédé prendra entre 4 et 6 heures, et la turbidité de l'eau sera réduite jusqu'à 10 unités. Ce procédé convient aux grandes installations et est peu recommandé pour les petites communautés, à

cause de son coût élevé et du fait qu'il exige un personnel qualifié.

Filtration

L'élimination des bactéries qu'entraîne la floculation n'est pas suffisante pour rendre une eau potable. Il est nécessaire que l'eau soit ensuite filtrée.

La filtration consiste à faire passer l'eau à travers un lit filtrant fait généralement de sable ou d'autres matières poreuses, afin de retenir les bactéries et autres micro-organismes et les impuretés.

Il existe deux modes de filtration: la filtration lente et la filtration rapide, qui se fait par gravité ou sous pression.

Filtration lente sur sable

La filtration lente sur sable est un excellent mode de traitement pour les approvisionnements d'eau. Elle peut donner de bons résultats et demande un minimum d'attention et de compétence pour le service courant et l'entretien. Toutefois, la turbidité de l'eau brute ne doit pas dépasser certaines limites.

Le filtre pourra normalement réduire:

- a) la flore bactérienne de 85 à 99% suivant son abondance initiale;
- b) la turbidité d'environ 50 unités turbidimétriques (valeur maximale admissible) à 5 unités turbidimétriques;
- c) la coloration dans une certaine mesure, selon la dimension des grains de sable et la vitesse de filtration.

Le filtre à sable peut convenir pour le traitement de l'eau dans les conditions suivantes: réseau d'approvisionnement par gravité, eau brute de qualité bactériologique moyenne mais pouvant être contaminée accidentellement, eau brute de turbidité généralement faible.

1) Description

Eau brute. La turbidité de l'eau ne doit pas dépasser 50 unités turbidimétriques. Pour un fonctionnement continu et économique, la turbidité moyenne devrait être inférieure à 30 unités turbidimétriques.

Lit filtrant. Il est constitué d'une couche d'environ 1 m de sable supportée par un lit de 40 cm de gravier rond calibré. Le *sable filtrant*. Il doit être uniforme, avec un coefficient d'uniformité d'environ 2,00 et ne dépassant jamais 2,50, et exempt de matières organiques. La taille effective des grains sera de 0,3 à 0,4 mm. Plus fin sera le sable, plus efficace sera la filtration, mais plus vite aussi le filtre se colmatra, ce qui augmentera les frais d'exploitation. Le lit de gravier sera formé de trois couches superposées (de bas en haut): 20 cm de gravier rond lavé, de 75 à 25 mm de diamètre; 10 cm de gravier rond lavé,

de 25 à 10 mm de diamètre; et 10 cm de gravier rond lavé, de 10 à 5 mm de diamètre. La couche de fond (pierraille) s'arrêtera à 50 cm des parois; dans cette zone, le sable reposera directement sur le fond (voir fig. II-37). La profondeur d'eau sur le filtre pourra être de 1,0 à 1,5 m.

Système de drainage. Il est fait de drains en terre cuite ou en béton posés à joints ouverts, par éléments de 30 à 40 cm de longueur. L'écartement latéral maximal des drains doit être de 2 m.

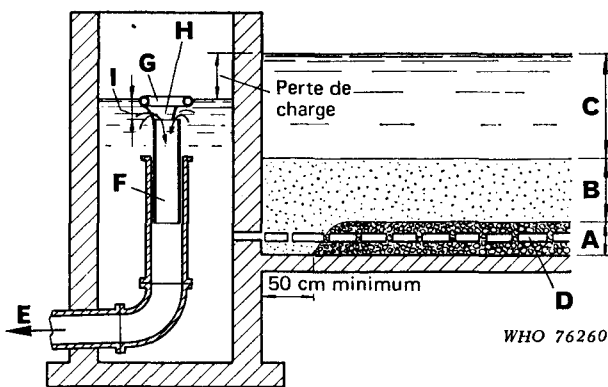
Evacuation de l'eau filtrée. Le dispositif d'évacuation constitue un élément important du filtre. La figure II-37 en montre la disposition.

2) Fonctionnement

Il importe de prendre un maximum de précautions pour assurer un fonctionnement continu et pour maintenir le niveau de l'eau au-dessus du sable. Il faut en effet protéger la couche de boue qui s'accumule à la surface du filtre, ainsi que le film qui enveloppe les grains de sable des couches supérieures, car ces dépôts contribuent fortement à accroître le rendement de la filtration. Si la filtration n'est pas conduite comme il est indiqué ci-dessus, le filtre peut devenir un milieu de reproduction favorable pour les bactéries, et le nombre total de germes peut être plus élevé dans l'eau filtrée que dans l'eau brute.

La capacité de filtration est d'environ $2,8 \text{ m}^3/\text{m}^2$ par jour.

Fig. II-37 Filtre à sable



- A = Pierraille et gravier
- B = Filtrant
- C = Couche d'eau au-dessus du lit filtrant
- D = Drains
- E = Eau filtrée
- F = Tube télescopique
- G = Flotteur
- H = Déversoir circulaire
- I = Charge constante

3) Entretien

Nettoyage du filtre. On nettoie le filtre en enlevant très soigneusement par grattage 5 à 8 cm de la couche superficielle de sable. On remet ensuite le filtre en service. Le sable souillé est traité dans une chambre de lavage en vue de son réemploi. Le processus peut être répété jusqu'à élimination d'environ 40% du sable.

Lavage du sable. Dans certaines régions, c'est le plus souvent un travail manuel. Le sable est agité dans une boîte, sous un courant d'eau de vitesse assez faible pour ne pas entraîner les petites particules. Au fur et à mesure que l'opération se poursuit, l'eau de lavage se clarifie jusqu'à ce que le sable soit propre. Le sable peut alors être conservé; il est prêt à être remplacé sur le filtre.

Filtration rapide sur sable

Le filtre à régime rapide est utilisé pour les eaux clarifiées par floculation dont la turbidité n'accuse plus qu'environ 10 unités. Il présente les différences suivantes avec le dispositif de filtration lente:

- a) capacité très élevée: la vitesse normale de filtration est de $4,8 \text{ m}^3/\text{m}^2$ par heure, ce qui correspond à un rendement de plus de $115 \text{ m}^3/\text{m}^2$ par jour.
- b) sable filtrant: dimension effective des grains, 0,40 à 0,60 mm (sable uniforme); épaisseur de la couche, 75 à 90 cm.
- c) gravier: épaisseur de la couche, 40 à 60 cm.
- d) système de drainage: tuyaux à joints fermés munis de crépines au-dessus.
- e) méthode de lavage: sous pression et de bas en haut, sans enlever le sable.

A cause de son rendement élevé, le filtre rapide est moins encombrant que le filtre lent et partant moins coûteux. La rétention des bactéries peut être aussi grande. Cependant, son fonctionnement est plus compliqué et demande un personnel suffisamment qualifié, en particulier pour la surveillance de la qualité de l'eau et les opérations de lavage et de remise en circuit des filtres.

Désinfection

L'eau traitée par les procédés précédemment décrits peut encore contenir suffisamment d'organismes pathogènes pour ne pas être potable. Il convient donc de les détruire, ce qui se fait par la désinfection de l'eau. On peut employer plusieurs méthodes de désinfection, mais la plus courante, la plus pratique et la plus économique est la chloration.

Chloration

Le chlore tue les organismes pathogènes, mais aux doses habituelles il demeure inefficace contre les kystes

amibiens et les œufs de certains parasites intestinaux. C'est un agent oxydant très actif, qui réagit avec les matières organiques et inorganiques présentes dans l'eau. La quantité de chlore nécessaire pour la désinfection de l'eau sera celle qui permettra ces réactions chimiques et l'action bactéricide recherchée. Cette quantité est connue sous le nom de « demande en chlore ».

La demande en chlore d'une même eau peut varier sous l'influence de divers facteurs. Il est donc nécessaire de contrôler de temps à autre la présence de chlore résiduel par des essais à l'orthotolidine et par la recherche des bactéries coliformes.

Le chlore est employé habituellement sous la forme solide d'hypochlorite de calcium $[Ca(OCl)_2]$ ou de sodium $(NaOCl)$. La teneur en chlore libérable de ces composés varie de 25-30% pour la forme normale à 70% pour la forme stabilisée. L'hypochlorite de sodium est également employé sous forme de solution (eau de Javel). La teneur en chlore actif s'évalue en degrés chlorométriques (1 degré chlorométrique = 3,17 g de Cl_2 par kilo). Dans le commerce, on trouve des solutions de degrés chlorométriques différents.

Enfin, le chlore peut aussi être utilisé à l'état gazeux, à l'aide de divers appareils. Il est alors emmagasiné dans des bouteilles sous haute pression, ce qui le liquéfie.

La méthode de chloration la plus simple fait appel à une solution d'hypochlorite de calcium ou de sodium ayant une teneur connue en chlore actif. Cette solution peut être dosée grâce à différents systèmes basés sur la gravité. En général, la teneur de la solution ne doit pas excéder la limite de solubilité du chlore aux températures moyennes; cette limite est d'environ 0,65 g de chlore par 100 g d'eau.

Dosage du produit

Le dosage s'effectue par des méthodes et appareils simples dans le cas de petites installations (Fig. II-38 et II-39), tandis qu'on utilise des appareils plus perfectionnés et automatiques pour la désinfection de l'eau dans les réseaux de grandes villes et de centres importants.

Exemple de calcul :

Si l'on veut préparer 10 litres de solution de base ayant une teneur en chlore de 5 g/l, la quantité d'hypochlorite de calcium à 25% à utiliser sera de :

$$\frac{5 \times 10}{0,25} = 200 \text{ g}$$

Pour désinfecter 1 m³ d'eau, à raison de 1,5 mg/l, la quantité de cette solution de base à utiliser sera de :

$$\frac{1,5 \times 1000}{5 \times 1000} = 0,3 \text{ litre}$$

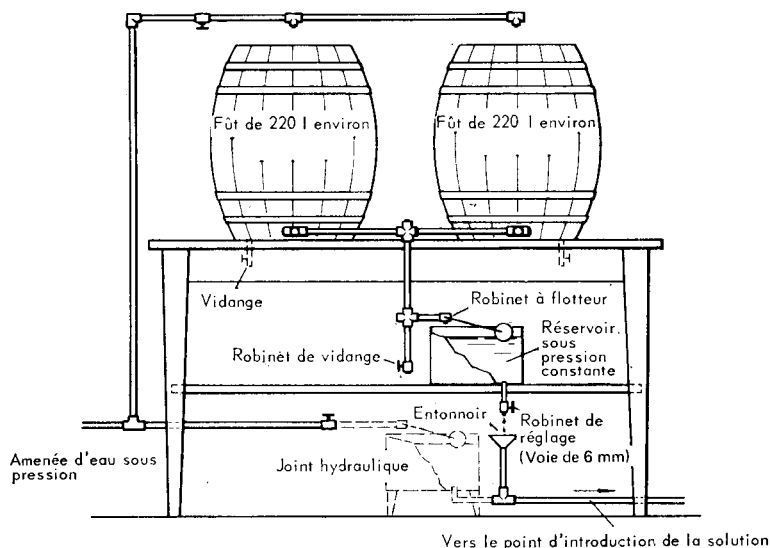
Aération

L'aération est utile pour lutter contre les goûts et les odeurs, pour précipiter le fer et le manganèse et pour chasser l'anhydride carbonique.

Moyens domestiques de purification de l'eau

On dispose de trois méthodes générales pour purifier l'eau à l'échelle domestique : l'ébullition, la désinfection chimique et la filtration.

Fig. II-38 Appareil doseur d'hypochlorite



Ebullition

L'ébullition est une méthode satisfaisante pour détruire les organismes pathogènes que peut contenir l'eau; elle est également efficace que l'eau soit claire ou trouble, qu'elle soit relativement pure ou fortement contaminée par des matières organiques. L'ébullition détruit toutes les formes de germes pathogènes à transport hydrique: bactéries, spores, cercaires, kystes et œufs.

L'ébullition altère le goût de l'eau, car elle élimine les gaz dissous, surtout l'anhydride carbonique. Pour aérer l'eau bouillie, la meilleure méthode est de la laisser pendant un certain temps, allant de plusieurs heures à un jour entier, dans un récipient partiellement rempli. L'eau dont une bonne surface est exposée à l'air, même si l'orifice du récipient est couvert, perd une grande partie de son goût d'eau bouillie. De toute façon, ce goût est inoffensif et, de loin, préférable à la pollution de l'eau.

Désinfection chimique

1) Chlore et ses dérivés

Comme il est mentionné plus haut, le chlore est un désinfectant efficace et facile à employer. Pour les besoins domestiques on peut utiliser:

- Le chlorure de chaux sous forme de poudre contenant environ 30% de chlore actif; ce produit est instable et doit être utilisé en totalité dès qu'on ouvre le récipient.
- L'hypochlorite de calcium concentré à 70% de chlore, sous forme de granules, produit stable qu'il faut toutefois conserver à l'abri du soleil et de l'humidité.
- L'hypochlorite de sodium en solution (eau de Javel), concentré liquide à 1%.

Avec les composés en poudre ou granulés, il convient de préparer une solution à 1% de la manière suivante: à 40 g (2½ cuillerées à soupe) de chlorure de chaux, ou à 15 g (1 cuillerée à soupe) d'hypochlorite de calcium concentré, ajouter assez d'eau pour faire un litre de solution, délayer et conserver dans une bouteille brune ou verte à l'abri de la lumière.

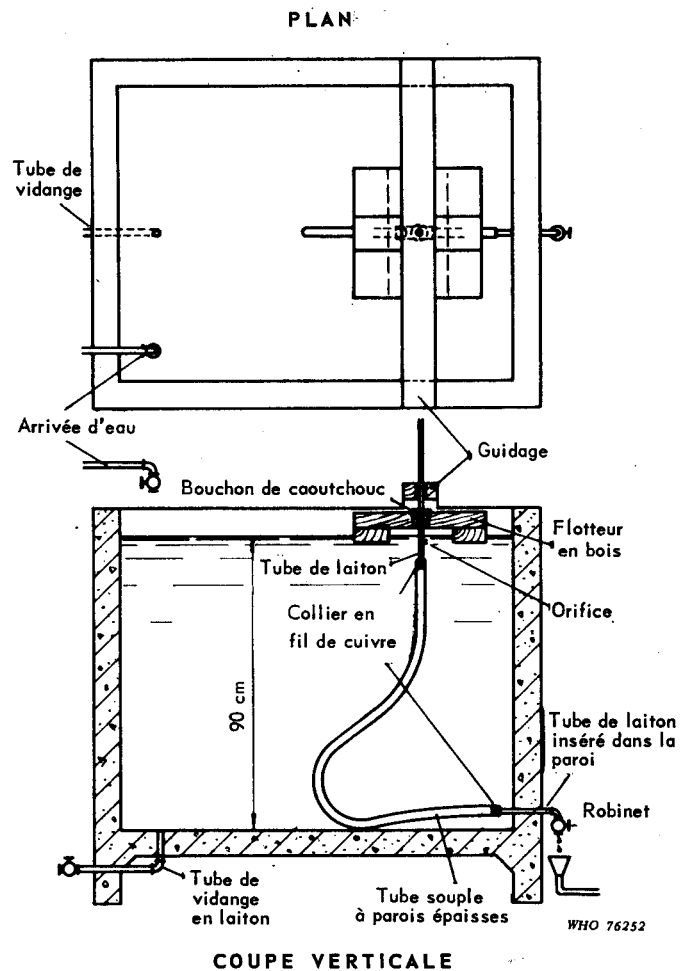
Pour désinfecter un litre d'eau de boisson, y ajouter 3 gouttes de la solution à 1%, agiter et laisser reposer au moins 20 minutes avant usage.

Le chlore s'obtient également sous forme de comprimés (Halazone, Chlor-Decolor, Hydro-Chlorazone), dont les doses d'emploi sont indiquées sur l'emballage.

2) Iode

L'iode est un désinfectant de premier ordre. Deux gouttes de teinture d'iode à 2% suffisent pour désinfecter 1 litre d'eau claire, et 4 gouttes pour une eau très polluée. Laisser reposer au moins 30 minutes avant consommation.

Fig. II-39 Appareil doseur d'hypochlorite



On trouve aussi sur le marché des composés iodés en tablettes (Globaline, Potable Aqua, etc.) pour désinfecter l'eau.

3) Permanganate de potassium

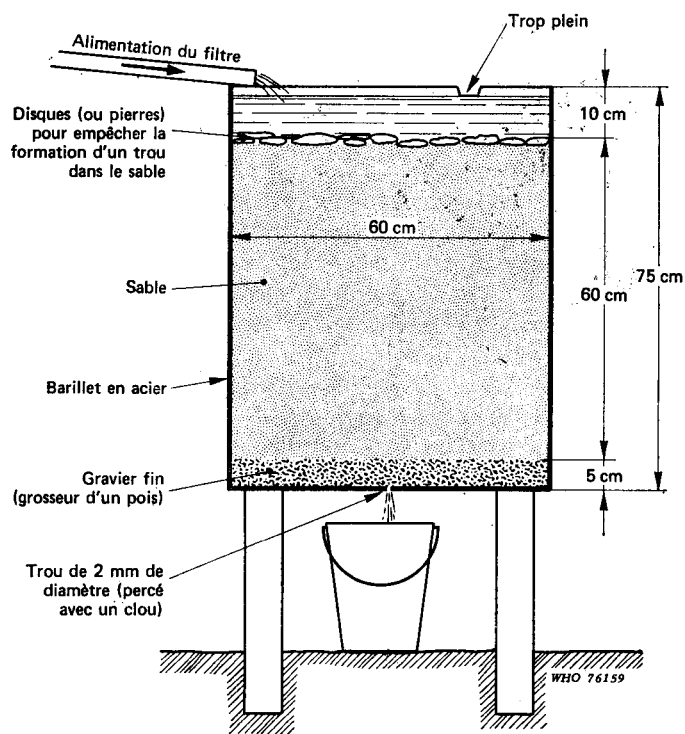
Le permanganate de potassium, vendu en solution, a souvent été employé pour désinfecter l'eau, à la dose de 0,5 g par litre d'eau à traiter. Bien qu'il agisse contre le vibron cholérique, il a peu d'effet contre les autres organismes pathogènes; par conséquent, il ne peut être recommandé pour la désinfection de l'eau.

Filtration

Deux types de filtres sont généralement employés dans le traitement domestique de l'eau: le filtre à sable et le filtre en céramique.

Le filtre à sable domestique (Fig. II-40) est peu efficace contre les bactéries mais retient les kystes, cercaires, œufs, ainsi que les organismes relativement gros. L'eau une fois filtrée doit être bouillie ou désinfectée avant consommation.

Fig. II-40 Filtre à sable domestique



Il existe plusieurs types de filtres en céramique fonctionnant avec ou sans pression; la figure II-41 montre l'un d'entre eux. Seules des eaux claires peuvent être filtrées sur des bougies de céramique, à cause du colmatage produit par les eaux troubles ou opalescentes. L'efficacité des bougies filtrantes pour éliminer les bactéries pathogènes est partielle et l'eau ainsi filtrée doit être désinfectée.

Stockage de l'eau à domicile

L'eau qu'on a eu tant de mal à épurer peut être aussitôt contaminée à nouveau; on devra donc prendre certaines précautions pour qu'elle demeure potable:

- Utiliser des récipients propres pour le stockage à domicile; le récipient doit être lavé régulièrement et rincé à l'eau bouillante; le munir d'un couvercle.
- Eviter de puiser l'eau avec la main; se servir de récipients à col étroit où il n'est pas possible d'introduire la main, une louche ou un gobelet; ou encore, si le récipient est grand, s'arranger pour verser par inclinaison; si possible, munir le récipient d'un robinet.

CONTRÔLE ET ANALYSE DE L'EAU

But de l'analyse et types d'analyses

L'apparence ou simplement le goût de l'eau ne suffisent pas à établir sa potabilité. Il importe de soumettre l'eau à des examens de laboratoire qui ont pour but:

- a) de déterminer les caractéristiques de l'eau brute afin de pouvoir décider si oui ou non un traitement doit être appliqué, et quel type de traitement;
- b) de vérifier l'efficacité du traitement et maintenir l'état de potabilité de l'eau.

Pour les besoins de la consommation domestique, les analyses de l'eau sont classées comme suit:

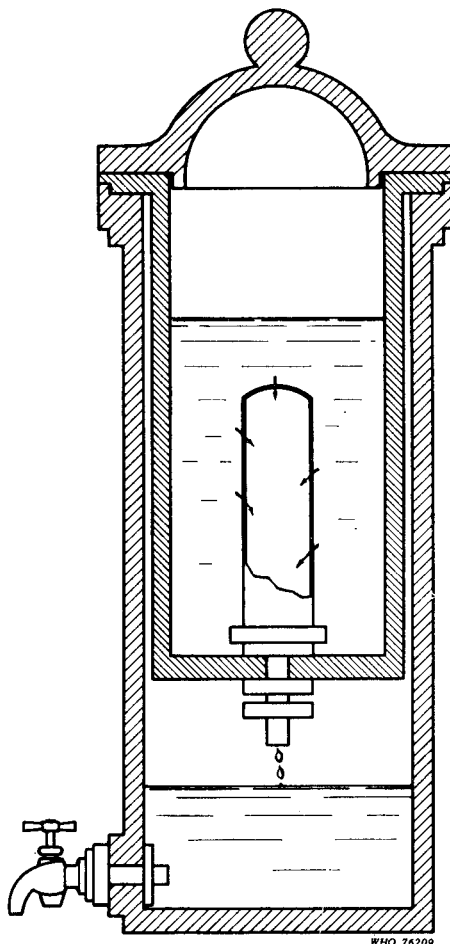
Analyse physique, pour déterminer température, goût et odeur, turbidité, couleur.

Analyse chimique, en vue de mesurer les quantités de substances chimiques présentes; certaines de ces substances peuvent influencer sur la potabilité de l'eau, d'autres sont nettement dangereuses pour la santé, d'autres enfin peuvent servir d'indicateurs de pollution.

Analyse bactériologique, qui a pour but de déterminer le nombre total des bactéries et la présence de bactéries d'origine intestinale.

Analyse microscopique, qui renseigne sur les divers organismes microscopiques et permet de déterminer la source probable des goûts et odeurs de l'eau et les effets de ces organismes sur les procédés de purification.

Fig. II-41 Filtre Berkefeld



Le technicien sanitaire n'étant pas un spécialiste, il est seulement nécessaire qu'il comprenne la portée des différentes analyses effectuées sur l'eau de boisson. Dans la pratique, il est appelé à prélever des échantillons d'eau pour les différents types d'analyse et à les expédier au laboratoire; à opérer lui-même certaines épreuves simples sur l'eau brute ou sur l'eau traitée. Nous décrirons donc ci-après l'échantillonnage de l'eau et les épreuves courantes qui relèvent de la compétence du technicien sanitaire.

Prélèvement des échantillons

Pour l'analyse physique et chimique

Il est nécessaire de prélever un échantillon d'au moins deux litres. L'eau sera recueillie dans un flacon chimiquement propre, en verre de bonne qualité (neutre) pratiquement incolore et pourvu d'un bouchon rodé à l'émeri. Avant d'être rempli, le flacon sera rincé trois fois au moins avec l'eau à prélever.

Les échantillons doivent être amenés au laboratoire aussi vite que possible et conservés au frais pendant le transport. L'analyse sera entreprise aussitôt que possible et, en aucun cas, le délai ne devra dépasser 72 heures.

Les prélèvements devront être faits une fois tous les trois mois quand le réseau de distribution dessert plus de 50 000 personnes, et deux fois par an pour une population inférieure à ce chiffre.

Pour l'analyse bactériologique

1) Matériel

Le volume de l'échantillon doit être d'au moins 100 ml. On utilisera des flacons en verre (neutre) stérilisés et pourvus d'un bouchon rodé à l'émeri. Le bouchon et le col du flacon devront être protégés soit par un capuchon de papier ou de parchemin, soit par une mince feuille de papier d'aluminium. Si l'eau à prélever contient du chlore ou de la chloramine, ces substances seront neutralisées par l'introduction dans le flacon, avant sa stérilisation, de 0,1 ml de solution de thiosulfate de sodium à 3%.

L'analyse bactériologique doit commencer le plus rapidement possible, de préférence dans un délai de une à six heures; en aucun cas, ce délai ne devra dépasser 24 heures. Les échantillons seront conservés à la température de la source au moment du prélèvement.

2) Technique de prélèvement

Le flacon doit rester bouché jusqu'au moment du remplissage. Le bouchon sera enlevé avec précaution pour éviter toute souillure; pendant le prélèvement, le bouchon et le col du flacon ne devront pas être touchés à la main. Le flacon sera tenu près du fond; il sera rempli sans rinçage préalable et le bouchon sera immédiatement remis en place.

3) Points de prélèvement

a) Sur un réseau de distribution

Les échantillons se recueillent à l'entrée du réseau (Fig. II-42), sur les conduites principales, et aux points bas de ces conduites. On doit toujours s'assurer que le robinet choisi pour le prélèvement fournit bien l'eau d'une canalisation directement branchée sur une conduite principale, et qu'il ne présente aucune fuite.

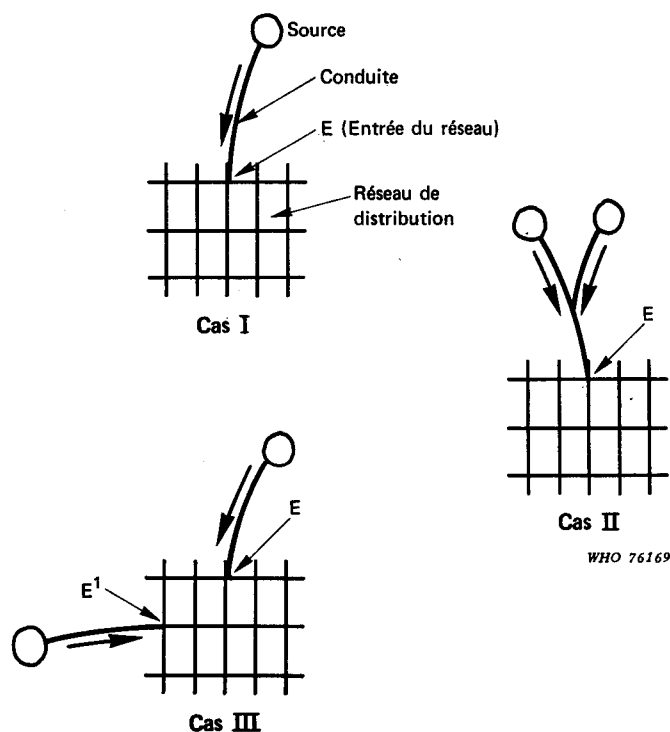
On stérilise d'abord le robinet en le flambant à l'aide d'une petite lampe à alcool, puis on l'ouvre à fond pour faire couler l'eau pendant deux ou trois minutes. On réduit ensuite le débit et l'on procède au prélèvement en prenant les précautions indiquées plus haut. Le flacon ne doit jamais être rempli jusqu'au goulot.

b) Dans un cours d'eau, un lac ou un réservoir, ou dans un puits

L'échantillon devant être représentatif de l'eau captée ou à capter, il ne doit pas être prélevé trop près de la rive, en surface ou en profondeur, ou dans une zone de stagnation relative.

Dans un cours d'eau, lac ou réservoir, le prélèvement est effectué en tenant le flacon près de son fond et en le plongeant, le col incliné vers le bas, sous la surface de l'eau. On le redresse graduellement tout en le déplaçant

Fig. II-42 Prélèvement d'échantillons pour analyse bactériologique à l'entrée du réseau de distribution



Dans les cas I et II, les prélèvements se feront seulement au point E; dans le cas III, il faudra en faire en E et en E¹.

contre le courant (si l'eau est immobile, un courant artificiel sera créé en déplaçant le flacon).

Le prélèvement de l'eau d'un puits muni d'une pompe à main se fait comme dans le cas du robinet ordinaire. S'il n'y a pas de dispositif de pompage, l'échantillon est recueilli directement dans le puits au moyen d'un flacon stérilisé lesté d'un poids.

4) *Fréquence des prélèvements pour l'analyse bactériologique*

La fréquence des analyses et le choix des lieux de prélèvement, soit aux stations de pompage, soit dans les installations de traitement et les réservoirs, aux relais de pompage et sur le réseau de distribution, doivent permettre une surveillance adéquate de la qualité bactériologique de l'eau distribuée. Le contrôle du réseau entier de distribution, de la source jusqu'au robinet du consommateur, est d'une extrême importance. Le choix des points de prélèvement ainsi que la fréquence avec laquelle les échantillons seront recueillis devront être décidés par un spécialiste.

Pour les villages et les petites villes jusqu'à 20 000 habitants, l'intervalle maximal entre prélèvements successifs sera d'un mois.

Les recommandations suivantes sont conformes aux normes internationales applicables à l'eau de boisson (5):

Lorsque l'eau chlorée ou désinfectée au sortir d'une installation de traitement pénètre dans le réseau de distribution, elle devra faire l'objet d'une analyse bactériologique au moins une fois par jour.

Pour toute eau désinfectée, on devra contrôler plusieurs fois par jour la concentration du désinfectant chimique utilisé, non seulement dans chaque installation de traitement mais, si possible également, en différents points du réseau de distribution.

Pour le prélèvement d'échantillons d'eau non désinfectée à l'entrée du réseau de distribution, il est proposé d'observer les fréquences suivantes:

<i>Population desservie</i>	<i>Intervalle maximal entre deux prélèvements consécutifs</i>
Moins de 20 000 habitants	1 mois
De 20 000 à 50 000 habitants	2 semaines
De 50 000 à 100 000 habitants	4 jours
Plus de 100 000 habitants	1 jour

En ce qui concerne le prélèvement d'échantillons d'eau non traitée à l'admission dans le réseau de distribution, on procédera à cette surveillance systématique en observant les intervalles maximaux suivants:

<i>Population desservie</i>	<i>Intervalle maximal entre deux prélèvements consécutifs</i>	<i>Nombre minimal d'échantillons à prélever sur l'ensemble du réseau de distribution</i>
Moins de 20 000 habitants	1 mois	} 1 échantillon par 5 000 habitants et par mois 1 échantillon par 10 000 habitants et par mois
De 20 000 à 50 000 habitants	2 semaines	
De 50 000 à 100 000 habitants	4 jours	
Plus de 100 000 habitants	1 jour	

Renseignements à joindre aux échantillons

Tout échantillon d'eau doit porter un numéro d'identification, et les renseignements suivants seront fournis:

- 1) Nom et adresse de la personne qui demande l'examen.
- 2) Motif de la demande d'examen (prélèvement courant ou autre).
- 3) Lieu exact où l'échantillon a été prélevé. Si l'échantillon a été obtenu d'un robinet domestique, indiquer si l'eau venait d'un réservoir ou directement de la conduite. Indiquer si l'eau provient d'un puits, d'une source, d'une rivière ou d'un réseau public.
- 4) Méthode d'épuration ou de désinfection éventuellement employée; point où elle est appliquée; dose (en mg/l) de l'agent désinfectant employé.
- 5) Si l'échantillon provient d'un puits, d'une source, d'une rivière ou d'un fleuve, certains détails additionnels sont nécessaires, tels que le degré de protection de l'eau du puits ou de la source (présence ou non d'un couvercle, nature et profondeur des parois du puits, niveau et sens d'écoulement de l'eau souterraine, proximité de latrines, etc.), l'indication précise de l'endroit où l'échantillon a été prélevé dans le cours d'eau (distance de la berge, profondeur du point de prélèvement), le régime des eaux, l'état sanitaire des lieux, etc.
- 6) L'apparence, l'odeur ou le goût de l'eau sont-ils affectés après une forte pluie?
- 7) Température de l'eau au moment du prélèvement.
- 8) Date et heure du prélèvement.

Epreuves courantes à l'usage du technicien sanitaire

Turbidité de l'eau

1) *Matériel*

Pour mesurer la turbidité sur le terrain, on utilise une tige turbidimétrique. C'est une tige en aluminium de 20 cm de long, graduée selon une échelle de turbidité dont les divisions vont de 3000 à 50 de bas en haut, et prolongée au sommet par un ruban également gradué et mesurant 1,20 m. A l'extrémité inférieure de la tige est fixée horizontalement une vis dont la tête est formée d'un anneau dont la pointe retient un fil de platine de 25 mm de long.

2) *Procédure*

On introduit lentement la tige dans l'eau, en évitant le plus possible de l'agiter et en maintenant l'œil au niveau de l'index marqué au haut du ruban. Dès que le fil de platine devient invisible, on note le niveau de l'eau sur la tige et on lit sur l'échelle la turbidité exprimée en unités. Cette méthode, bien que manquant de précision, convient au test sur le terrain.

*Mesure du chlore résiduel — Epreuve à l'orthotolidine*1) *Matériel*

Le matériel nécessaire est simple, compact et facile à transporter; il consiste en un comparateur de chlore et un flacon de solution d'orthotolidine. Le réactif (1 ml d'orthotolidine par 100 ml d'eau à analyser) donne une couleur jaune qui, d'après son intensité, indique la présence de chlore résiduel. Des étalons ou disques colorés permettent de déterminer la quantité de chlore résiduel. Ordinairement, un taux de 0,5 mg de chlore par litre, après 30 minutes de contact, est considéré comme suffisant.

2) *Procédure*

- a) Remplir les deux tubes extérieurs du comparateur avec l'échantillon d'eau.
- b) Verser dans un autre tube 1 ml de solution d'orthotolidine et remplir avec l'échantillon d'eau jusqu'au trait.
- c) Placer ce dernier tube dans le compartiment central du comparateur et comparer immédiatement sa coloration aux étalons.
- d) Laisser reposer 5 minutes et comparer de nouveau.

On lira ainsi directement la teneur en chlore résiduel libre.

Epreuve bactériologique à la membrane filtrante

L'épreuve de la membrane filtrante permet une détermination précise de la teneur en bactéries coliformes, l'analyse pouvant être faite sur des volumes d'eau supérieurs à ceux utilisés dans les procédés traditionnels de laboratoire. De plus, les résultats sont obtenus en 18 à 22 heures, alors que l'autre méthode exige au moins trois jours. La technique elle-même est simple et peut se pratiquer directement sur le terrain.

1) *Matériel*

Une seringue en acier inoxydable capable d'aspirer à une pointe et de rejeter par une autre pointe; un verre gradué, également en acier inoxydable; des nécessaires contenant chacun deux porte-filtre transparents en matière plastique, deux tubes de matière plastique et deux ampoules de milieu de culture Endo modifié; un flacon d'alcool et une bouteille d'eau stérile. Tout ce matériel est stérilisé, mais la seringue et le verre ne le sont pas.

2) *Procédure*

- a) Verser l'eau à analyser dans le verre gradué, après avoir convenablement rincé celui-ci avec la même eau. Le volume d'eau à filtrer sera de 20 à 200 ml.
- b) Enlever le bouchon rouge d'un porte-filtre et fixer l'extrémité d'aspiration de la seringue à l'orifice;

enlever le bouchon bleu et introduire le bout d'un tube en plastique; garder les deux bouchons.

c) Introduire l'autre extrémité du tube dans l'eau du verre et aspirer avec la seringue; le porte-filtre se trouvant entre la seringue et le tube, le volume d'eau voulu passera ainsi à travers la membrane filtrante et sera emmagasiné dans la seringue. Rejeter l'eau chaque fois que la seringue est remplie et répéter l'aspiration jusqu'à épuisement de l'échantillon. Retourner alors l'ensemble en ayant le tube en plastique au-dessus et aspirer le reste d'eau contenu dans le tube.

d) Enlever le porte-filtre de la seringue et jeter le tube.

e) Casser le haut d'une ampoule d'Endo, en se gardant bien de ne pas enlever l'anneau en plastique qui s'y trouve, et boucher l'extrémité avec le doigt; puis casser la pointe inférieure de l'ampoule et introduire celle-ci dans l'orifice inférieur du porte-filtre (qui portait le bouchon rouge); relâcher le doigt et laisser couler lentement le contenu de l'ampoule sur le tissu absorbant collé à l'arrière de la membrane filtrante.

f) Replacer les bouchons bleu et rouge dans leurs positions initiales.

g) Mettre les porte-filtre à l'incubation à une température de 35° C pendant 18 à 22 h; une petite étuve spéciale est prévue à cet effet. A la fin de la période d'incubation, les porte-filtre sont ouverts et le compte direct des coliformes est effectué sur la grille dessinée sur la membrane. On comptera seulement les colonies présentant un brillant argenté.

3) *Expression des résultats*

La teneur en bactéries coliformes est exprimée par le « nombre le plus probable » (*most probable number*) d'organismes présents dans 100 ml d'eau (indice MPN), selon la formule suivante:

$$\text{MPN} = \frac{100 \times \text{compte direct de bactéries (N)}}{\text{volume d'eau filtrée (V)}}$$

Il arrive parfois qu'une eau soit très polluée et que le nombre de colonies apparaissant sur la grille est si grand qu'on ne puisse le compter. Dans ce cas, on doit refaire l'essai en diluant l'échantillon avec l'eau stérile.

L'indice MPN sera alors calculé de la manière suivante:

$$\text{MPN} = \frac{100 \times N \times \text{volume total de la dilution}}{V \times \text{volume de l'échantillon}}$$

Supposons qu'un échantillon de 25 ml ait été dilué dans 175 ml d'eau stérile et que 25 ml de la dilution ont été filtrés; le calcul donnera:

$$\text{MPN} = \frac{100 \times N}{25} \times \frac{(175 + 25)}{25} = N \times 32$$

Substances ou propriétés affectant la potabilité de l'eau

NORMES DE QUALITÉ DE L'EAU POTABLE

Qualité bactériologique

Approvisionnements par conduite

A l'entrée du système de distribution, si l'eau a été désinfectée au moyen de chlore ou de tout autre produit, il ne doit pas y avoir d'organismes coliformes dans un échantillon de 100 ml. Mais si l'eau n'a pas été désinfectée, un échantillon de 100 ml ne doit jamais contenir plus de 3 organismes coliformes, et cela occasionnellement.

Dans le système de distribution, la présence d'organismes coliformes ne devrait pas être tolérée. Cependant, il est recommandé ce qui suit:

- Sur une année, la proportion d'échantillons de 100 ml exempts de coliformes ne devra pas être inférieure à 95%.
- Aucun échantillon de 100 ml ne devra contenir d'*Escherichia coli*.
- Des coliformes ne devront pas être décelés dans deux échantillons successifs de 100 ml.

Approvisionnements ruraux ou sans conduite

L'eau des puits privés, des sources, etc. devrait contenir moins de 10 coliformes par 100 ml. Dans le cas contraire, et surtout lorsque les *Escherichia coli* se rencontrent fréquemment, on doit condamner l'approvisionnement.

Qualité chimique

Les normes suivantes s'appliquent aux approvisionnements publics en eau potable (5).

Substances toxiques pour l'homme

	Concentration limite
Arsenic (exprimé en As)	0,05 mg/l
Cadmium (exprimé en Cd)	0,01 mg/l
Cyanures (exprimés en CN)	0,05 mg/l
Mercuré total (exprimé en Hg)	0,001 mg/l
Plomb (exprimé en Pb)	0,1 mg/l
Sélénium (exprimé en Se)	0,01 mg/l

	Concentration maximale souhaitable	Concentration maximale admissible
Substances produisant des colorations parasites	5 unités ^a	50 unités ^a
Substances dégageant une odeur	Pas de limite	Pas de limite
Substances communiquant un goût désagréable	Pas de limite	Pas de limite
Matières en suspension	5 unités ^b	25 unités ^b
Solides totaux	500 mg/l	1 500 mg/l
pH	7,0 à 8,5	6,5 à 9,2
Détergents anioniques ^c	0,2 mg/l	1,0 mg/l
Huiles minérales	0,01 mg/l	0,30 mg/l
Composés phénoliques (exprimés en phénol)	0,001 mg/l	0,002 mg/l
Dureté totale	2 mEq/l ^{d, e} ; (100 mg/l CaCO ₃)	10 mEq/l (500 mg/l CaCO ₃)
Calcium (exprimé en Ca)	75 mg/l	200 mg/l
Chlorures (exprimés en Cl)	200 mg/l	600 mg/l
Cuivre (exprimé en Cu)	0,05 mg/l	1,5 mg/l
Fer (total, exprimé en Fe)	0,1 mg/l	1,0 mg/l
Magnésium (exprimé en Mg)	Pas plus de 30 mg/l si l'eau contient 250 mg/l de sulfates; s'il y a moins de sulfates, la tolérance pour Mg peut atteindre 150 mg/l	150 mg/l
Manganèse (exprimé en Mn)	0,05 mg/l	0,5 mg/l
Sulfates (exprimés en SO ₄)	200 mg/l	400 mg/l
Zinc (exprimé en Zn)	5,0 mg/l	15 mg/l

^a Echelle colorimétrique au platino-cobalt.

^b Unités turbidimétriques.

^c Les substances de référence utilisées varient selon les pays.

^d Si la dureté est nettement inférieure à cette valeur, des effets indésirables peuvent se produire outre les dépôts excessifs de tartre; en particulier, les métaux lourds qui entrent dans la composition des canalisations risquent de passer dans l'eau.

^e 1 mEq/l d'un ion contribuant à la dureté = 50 mg/l de CaCO₃ = 5,0 degrés hydrotimétriques français.

En plus des substances citées plus haut, il y a lieu de mentionner de façon particulière:

1) les *fluorures*, dont la présence dans l'eau potable, dans des limites déterminées, sert à prévenir les caries dentaires chez l'enfant. Les concentrations limites recommandées sont de 0,6 mg/l minimum et 1,2 mg/l maximum (fluorures exprimés en F), dans la majorité des cas;

2) les *nitrites*, qui peuvent provoquer une méthémoglobinémie chez le nourrisson si leur concentration dans l'eau de boisson excède 45 mg/l (nitrites exprimés en NO₂).

Evacuation des excreta et traitement des eaux d'égout

I. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

IMPORTANCE DE L'ÉVACUATION DES EXCRETA POUR LA SANTÉ PUBLIQUE

Dangers d'une mauvaise évacuation des excreta et rôle de l'assainissement

Les fèces et les urines humaines sont appelées « excreta ». L'évacuation insalubre des fèces humaines infectées conduit à la contamination du sol et des sources d'approvisionnement en eau. Les excreta risquent, d'autre part, de constituer un foyer où certaines espèces de mouches prolifèrent et propagent l'infection; enfin, ils attirent les animaux domestiques, les rongeurs, la vermine, créant ainsi une gêne intolérable.

Chacun de ces facteurs joue un rôle important dans la propagation des maladies gastro-intestinales, d'où la nécessité du traitement des excreta ou de leur rejet convenable afin d'en supprimer les dangers. Une bonne évacuation des excreta humains permet d'éliminer certaines maladies telles que le choléra, les fièvres typhoïde et paratyphoïdes, les dysenteries, les diarrhées infantiles, l'ankylostomiase, l'ascaridiase, la schistosomiase et d'autres infections intestinales, ou d'en diminuer la fréquence.

Il est permis d'ajouter que les programmes d'évacuation des excreta, outre les bénéfices directs qui en résultent, peuvent apporter leur contribution au développement des services de santé. Pour mettre ces programmes à exécution, il faut mobiliser du personnel d'hygiène publique et établir une administration à l'échelle locale. Pour l'entretien, la longévité et l'expansion des installations sanitaires, il faut également maintenir ce personnel qui, par ses contacts fréquents et cordiaux avec la population, engage celle-ci à solliciter et accueillir favorablement d'autres services. Une telle disposition d'esprit sera vite mise à profit par les services de santé locaux, qui pourront alors lancer de nouveaux programmes.

Mode de transmission de la maladie par les excreta

L'homme est le pire ennemi de ses semblables. Souvent, par ignorance, il contribue à la propagation des maladies d'origine gastro-intestinale, étant le réservoir de la plupart de ces maladies, lesquelles causent des pertes énormes par mort et par débilité, alors qu'elles peuvent

être jugulées par un bon assainissement et, en particulier, par une évacuation salubre des excreta. La figure III-1A indique les voies de transmission de la maladie à partir des excreta, tandis que la figure III-1B montre le barrage sanitaire — dans ce cas, le traitement des excreta ou leur évacuation appropriée — qui arrêtera la propagation de l'infection et la transmission des maladies à partir des excreta.

PRINCIPES DE BASE DE L'ÉVACUATION DES EXCRETA

Décomposition des excreta

Les excreta, où qu'ils soient déposés, commencent immédiatement à se décomposer et sont finalement transformés en un produit inodore, inoffensif et stable. Pour concevoir des installations de traitement des excreta, il importe que l'agent sanitaire connaisse et comprenne ce processus, sache comment il affecte la matière elle-même, et soit averti des organismes dangereux que cette matière peut contenir.

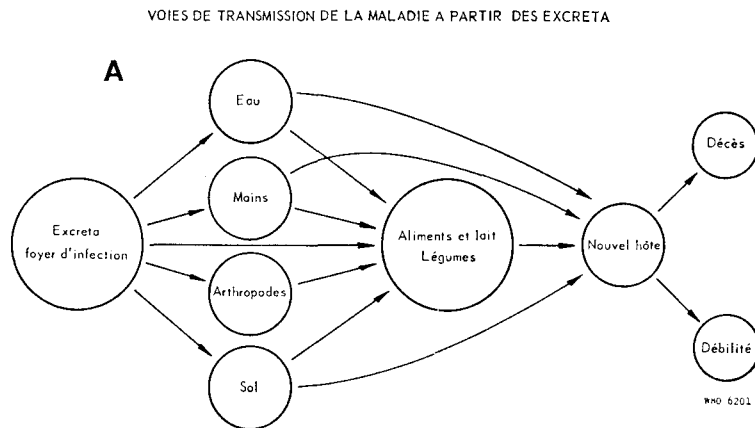
La décomposition a principalement pour effets: de fragmenter des composés organiques complexes tels que les protéines et l'urée en formes plus simples et plus stables; de réduire le volume de la masse des matières en décomposition (quelquefois jusqu'à 80%); enfin, de détruire les organismes pathogènes.

Ce sont les bactéries qui jouent le rôle principal dans la décomposition. L'action bactérienne revêt deux formes: aérobie, c'est-à-dire qu'elle s'effectue en présence de l'air (oxygène), ou anaérobie, c'est-à-dire qu'elle s'effectue en l'absence d'oxygène, généralement dans un milieu fluide.

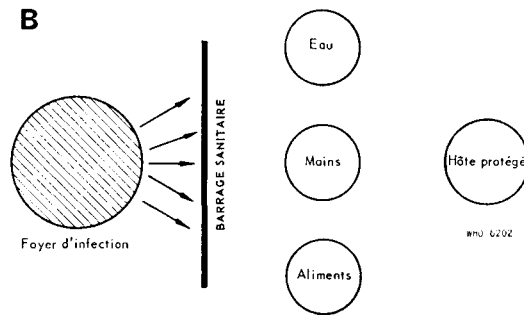
La décomposition peut comporter plusieurs stades, les uns anaérobies, les autres aérobies avec des bactéries saprophytes qui prolifèrent dans les premiers 60 cm du sol.

Le processus de décomposition s'applique à toute matière organique morte, d'origine végétale ou animale, et particulièrement à ses constituants azotés, sulfurés et carbonés. Dans le cas des excreta humains, mélange de fèces et d'urine, relativement riches en produits azotés, le processus de décomposition est typiquement décrit par le cycle de l'azote représenté dans la figure III-2. Les germes pathogènes tendent à mourir rapidement lorsque le produit final de la décomposition, semblable à de l'humus, est épandu et sec. Les bactéries pathogènes

Fig. III-1 Transmission de la maladie à partir des excréta



ARRÊT DE LA TRANSMISSION DES MALADIES A TRANSPORT FÉCAL PAR L'ASSAINISSEMENT



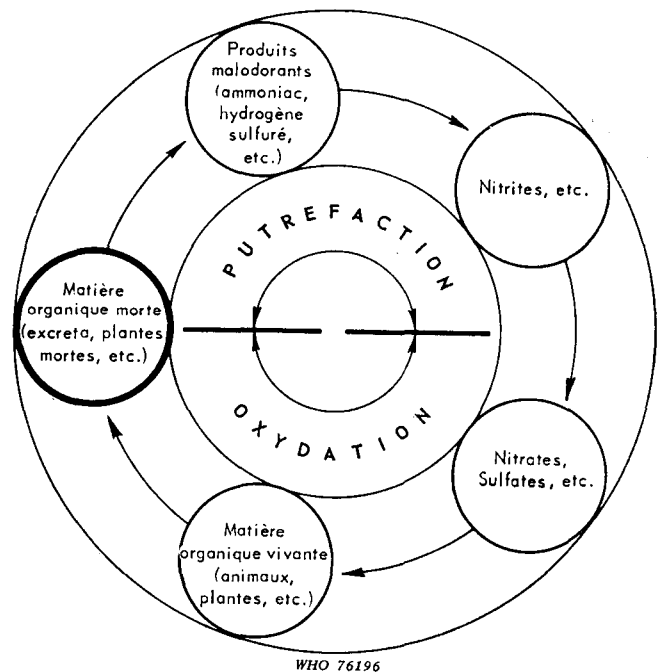
ne survivent probablement pas plus de deux mois dans un contenu de cabinets non perturbé.

Les produits finals de la décomposition contiennent des éléments nutritifs précieux pour le sol et peuvent être utilisés avec profit comme engrais. Les fermiers se plaignent parfois de la faible teneur en azote des vidanges digérées ou transformées en compost. Certes, les excréta frais contiennent plus de produits azotés, mais qui ne sont pas directement utilisables par les plantes; celles-ci ne peuvent absorber l'azote que sous forme d'ammoniac, de nitrites ou de nitrates, lesquels ne sont produits qu'au cours des dernières phases de la décomposition. Lorsque des excréta bruts sont répandus sur les champs, une grande partie de l'azote qu'ils contiennent est transformée en produits volatils qui se dissipent dans l'air au lieu d'être utilisés par les plantes.

Mouvement de la pollution dans le sol et dans l'eau souterraine

Après que les excréta ont été déposés sur le sol ou dans les fosses, les bactéries, pratiquement incapables

Fig. III-2 Cycle de l'azote



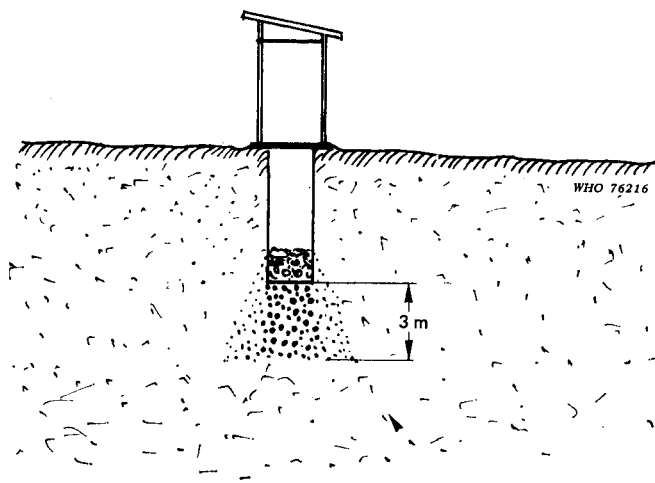
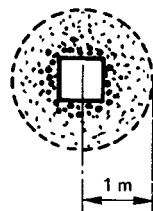
de se déplacer elles-mêmes, peuvent être transportées dans le sol horizontalement et de haut en bas par les liquides ou l'urine qui s'infiltrent, ou par l'eau de pluie. La distribution et la migration maximales de la pollution bactérienne et chimique du sol, en sens vertical aussi bien qu'horizontal, sont décrites dans les figures III-3 et III-4. La figure III-5 indique le mouvement de la pollution dans l'eau souterraine.

Emplacement des installations d'évacuation des excréta

En ce qui concerne l'emplacement des installations d'évacuation des excréta par rapport aux sources d'approvisionnement en eau, il y a lieu de suivre les règles suivantes:

- 1) Il faut éviter de placer les latrines ou autres installations d'évacuation des excréta en amont d'un puits.
- 2) Il faut prévoir, entre le puits et les latrines ou autres installations d'évacuation des excréta, une distance d'au moins 15 m.
- 3) Le fond de la latrine doit être situé à 1,5 m au moins au-dessus de la nappe aquifère, à condition que le sol soit homogène.

Fig. III-3 Mouvement de la pollution dans un sol sec



Dans un sol sec, il se produit une migration relativement faible de substances chimiques et bactériennes. Latéralement, il n'y a pratiquement aucun mouvement, et, dans le cas d'une lixiviation excessive (rare dans les cabinets ou les fosses septiques), la pénétration verticale est d'environ 3 m seulement. Lorsque la contamination n'atteint pas l'eau souterraine, il n'y a pratiquement aucun danger de contaminer les réserves d'eau.

4) Toute construction d'installations d'évacuation des excréta dans des zones contenant des roches fissurées ou des formations calcaires doit être précédée d'une enquête minutieuse, car la pollution peut être transportée directement par les failles jusqu'à des puits lointains ou d'autres sources d'eau de boisson. La figure III-6 donne un exemple d'emplacement correct de ces installations par rapport aux puits et aux habitations.

5) L'emplacement doit être sec, bien drainé et situé au-dessus du niveau de crue.

Quantité de déjections humaines

La connaissance de la quantité de déjections humaines présente un intérêt certain quand il s'agit de préparer des plans pour leur évacuation. Des études faites en différentes parties du monde ont montré que ces quantités sont influencées par des facteurs d'ordre physiologique, culturel et religieux. H. B. Gotaas (7) donne comme suit la synthèse des données recueillies dans le monde entier:

	Grammes par personne et par jour	
	A l'état humide	A l'état sec
Fèces	135-270	35-70
Urine	1000-1300	50-70
Total	1135-1570	85-140

Cependant, les données existantes sont trop maigres pour permettre une estimation des variations par rapport à la normale, et il est recommandé d'adopter le chiffre de 1 kg (poids humide) d'excreta totaux par personne et par jour, ce qui correspond sensiblement à 1 litre de matière brute.

II. SYSTÈMES D'ÉVACUATION DES EXCRÉTA

CRITÈRES D'UN BON SYSTÈME

Un bon système d'évacuation des excréta doit satisfaire aux conditions suivantes:

- 1) Le sol superficiel ne doit pas être contaminé.
- 2) Il ne doit y avoir contamination d'aucune eau souterraine susceptible de pénétrer dans des sources ou des puits.
- 3) Il ne doit y avoir aucune contamination d'eau de surface.
- 4) Les excréta ne doivent pas être accessibles aux animaux, en particulier aux mouches.
- 5) Les excréta récents ne doivent pas être manipulés; si la manipulation devenait indispensable, elle devrait être réduite au strict minimum.
- 6) Il faut prévenir les odeurs et les aspects malpropres.
- 7) L'installation adoptée doit être simple et peu coûteuse, de construction comme d'emploi.

Fig. III-4 Distribution de la pollution bactérienne et chimique du sol, et migrations maximales

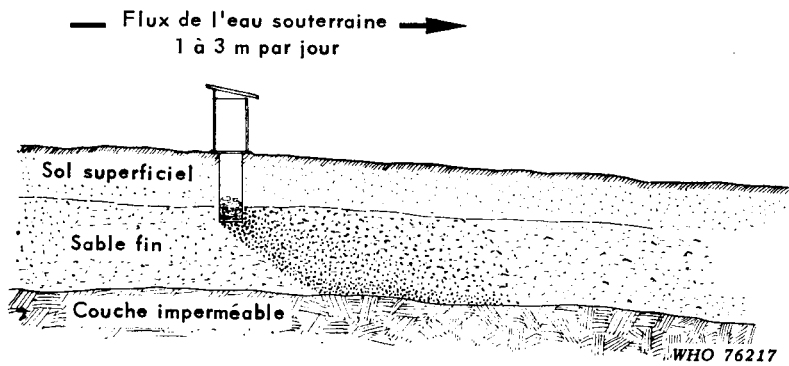
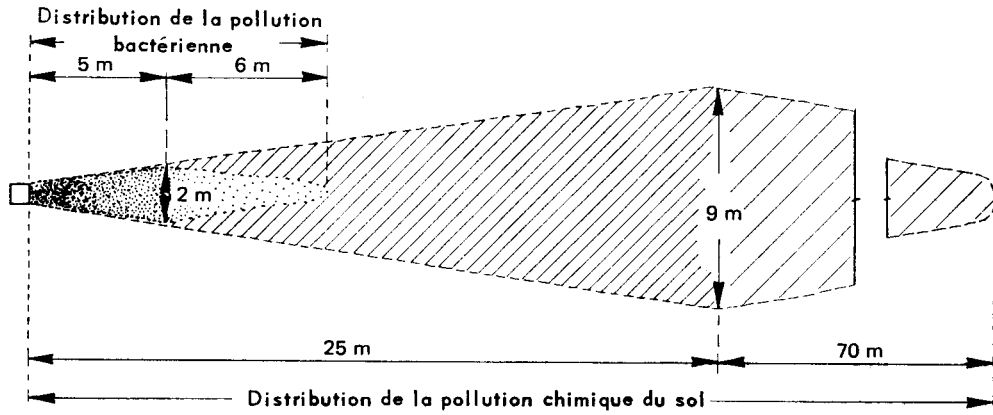


Fig. III-5 Mouvement de la pollution dans l'eau souterraine

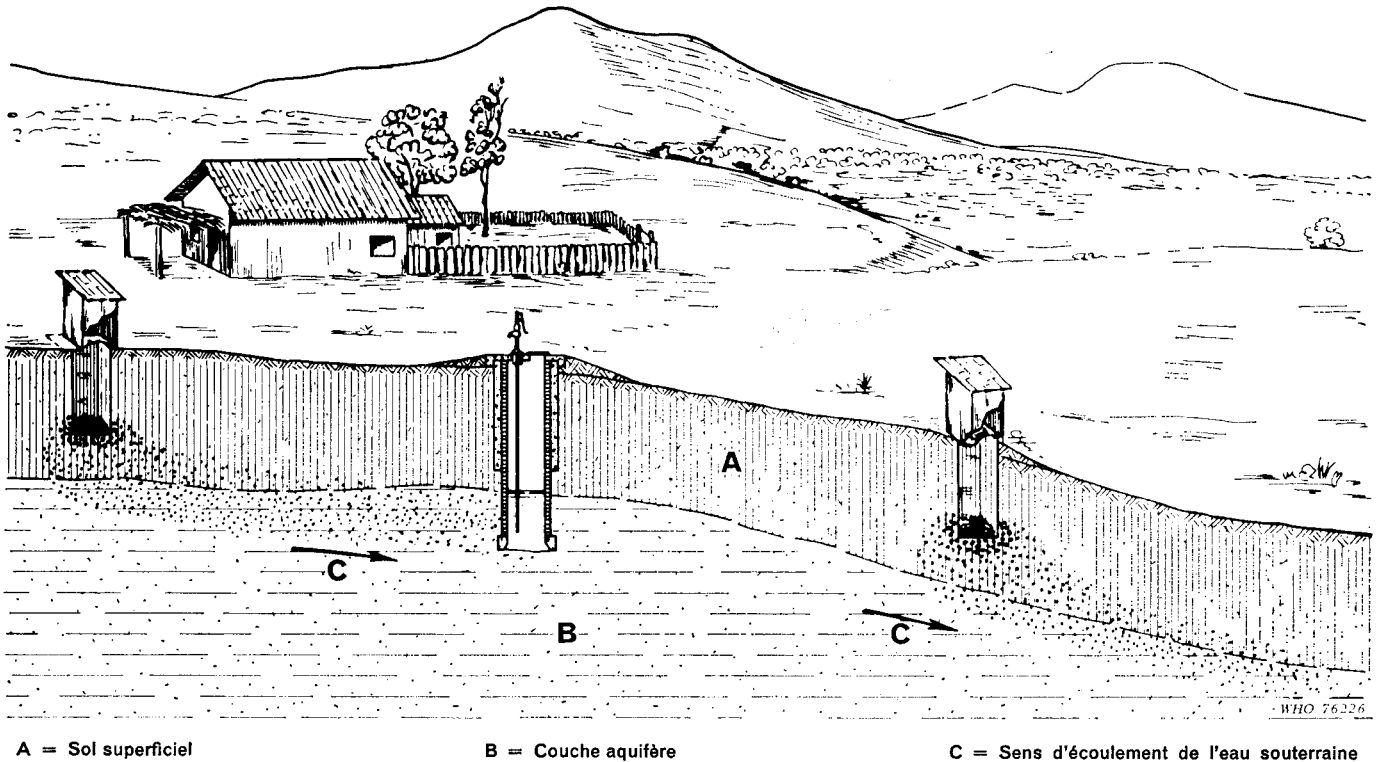
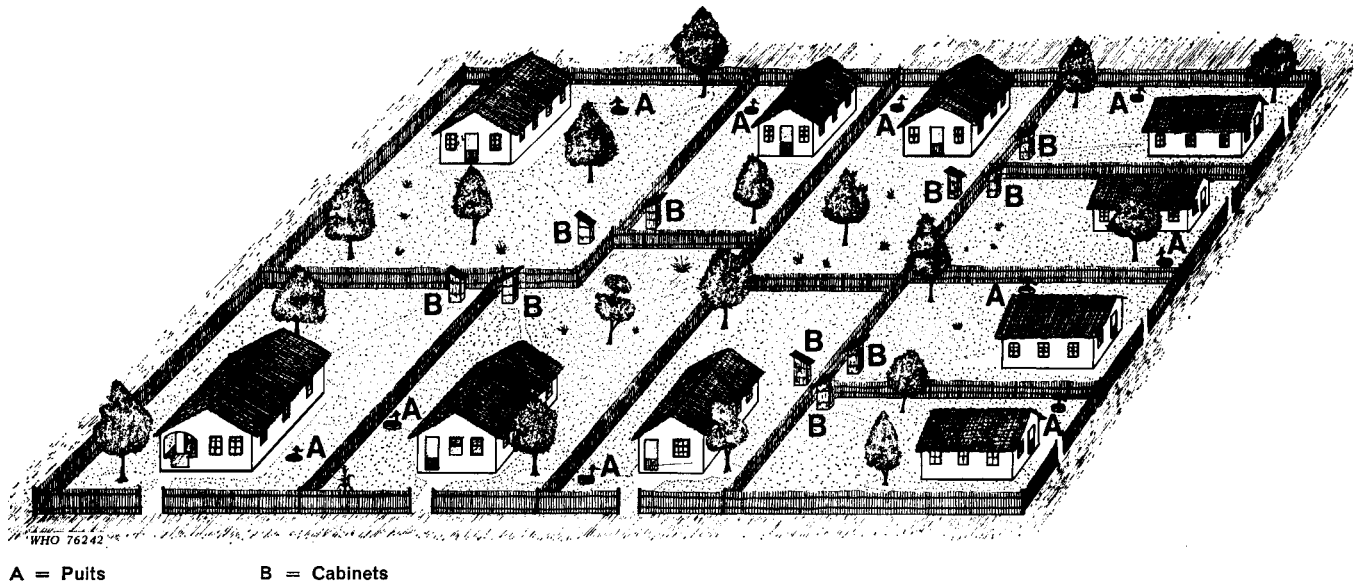


Fig. III-6 Emplacement des puits et des cabinets dans une agglomération rurale



L'observance de ces règles entraîne d'autres considérations qui peuvent être d'ordre technique, humain et économique. Il sera nécessaire d'avoir une connaissance des formations géologiques, des matériaux locaux et de leur emploi correct, des capacités de la main-d'œuvre locale; ce sont là des problèmes exigeant l'assistance d'un ingénieur civil ou sanitaire. De plus, un facteur important est l'acceptation par les habitants du type d'installation construit pour eux. Une installation ne peut être acceptée si elle ne répond pas aux habitudes des gens auxquels elle est destinée, n'offre pas d'isolement, et ne peut être facilement tenue propre. La séparation des installations destinées aux hommes et aux femmes est aussi un aspect important. Du point de vue économique, il ne faut pas perdre de vue le coût initial de l'installation, la simplicité de sa construction, de son entretien et de son remplacement éventuel.

En faisant la somme de ces facteurs, on arrive à la conclusion que le mérite d'une installation tient plus aux éléments favorables à l'assainissement et à l'acceptabilité par ses usagers qu'à tout autre facteur.

MÉTHODES D'ÉVACUATION DES EXCRETA

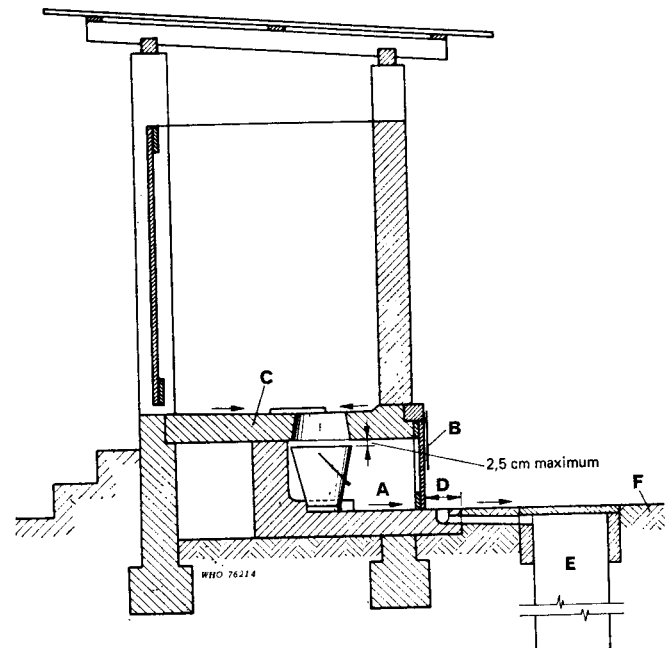
On peut grouper les méthodes d'évacuation des excréta sous deux rubriques:

1) Méthodes sans entraînement des matières, comprenant les types d'installations suivantes:

- le cabinet à fosse;
- la latrine à trou foré;

- la latrine à siphon hydraulique;
- le cabinet à eau;
- la latrine à seuil;
- les feuillées et la latrine à tranchée;

Fig. III-7 Diverses parties d'un cabinet à fosse



A = Fosse
B = Soubassement
C = Plancher
D = Terre

E = Abri avec porte
F = Aération
G = Toit

- la latrine suspendue;
- le cabinet à compost;
- la toilette chimique.

Dans ces systèmes, les excréta sont déposés directement en sol sec ou en sol humide, ou bien dans l'eau, et subissent sur place leur décomposition.

2) Méthodes à entraînement par l'eau qui comprennent:

- la fosse d'aisances;
- la fosse septique.

Sous cette dernière rubrique, on peut classer le système collectif qui comprend un réseau d'égouts et une installation d'épuration des eaux usées.

Évacuation des excréta sans entraînement des matières

Le cabinet à fosse

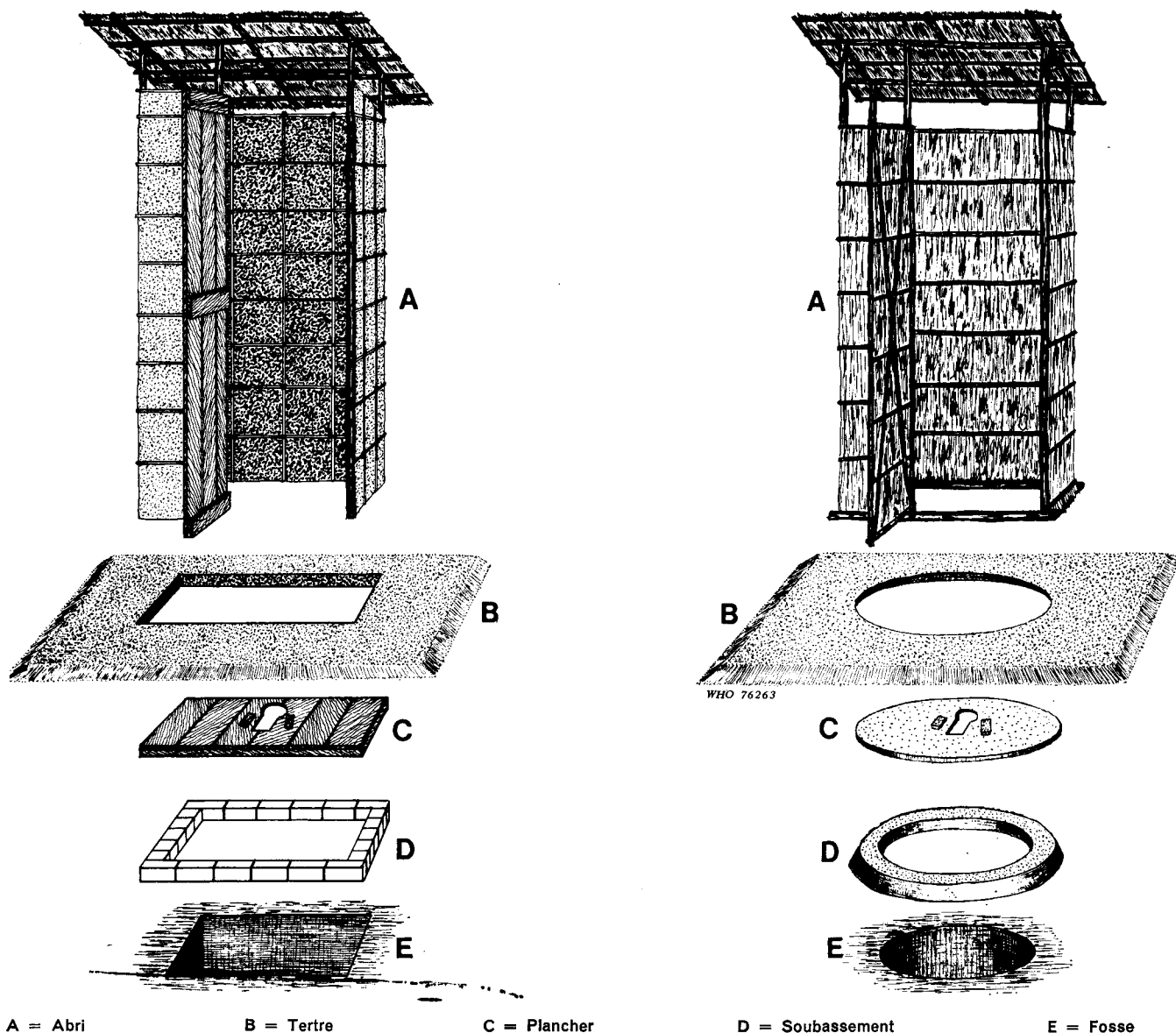
Le cabinet à fosse (Fig. III-7 et III-8), consiste en:

- 1) une fosse creusée à la main dans le sol;
- 2) un soubassement;
- 3) un plancher;
- 4) un tertre;
- 5) un abri ou superstructure pour protéger l'installation.

1) La fosse

La fosse sert à emmagasiner et à isoler les excréta humains. Elle est généralement ronde ou carrée dans les

Fig. III-8 Les parties principales de deux types de cabinet à fosse



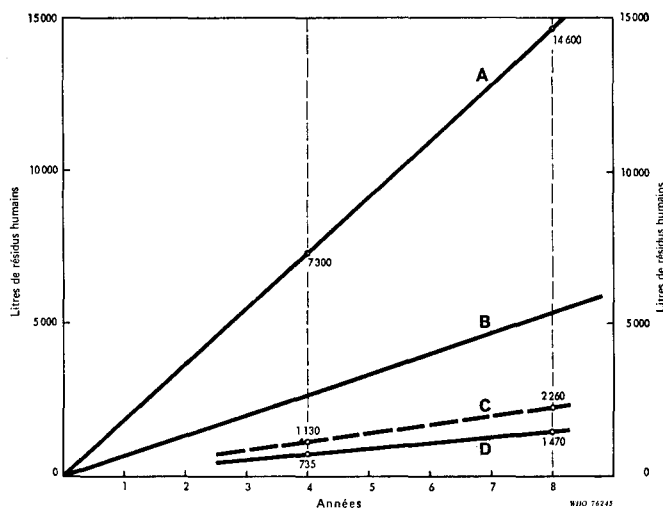
installations individuelles, et rectangulaire dans les latrines publiques.

Les dimensions de la fosse varient de 90 à 120 cm de diamètre ou de côté; les mesures courantes des latrines familiales sont les suivantes: 90 cm de diamètre ou 1,06 m de côté. Celles des installations publiques sont: 90 à 100 cm de largeur, avec une longueur déterminée en fonction du nombre de trous prévus. La profondeur est en général d'environ 2,50 m, mais elle peut varier de 1,80 à 5 m. En Iran, et dans d'autres régions, certaines fosses ont été creusées jusqu'à une profondeur de 7 à 8 m dans des sols très fermes.

Pour fixer le volume d'une fosse, il faut savoir si elle sera humide ou sèche, c'est-à-dire si elle pénétrera dans la nappe phréatique ou non. Il faut se souvenir que le processus de décomposition commence dès que les excréta parviennent dans la fosse et que, du fait de cette décomposition, le volume des excréta déposés tend à diminuer. Ce phénomène est représenté graphiquement dans la figure III-9.

Fig. III-9

Accumulation de la boue dans les cabinets à fosse



- A = Résidus humains (liquides et solides) déposés dans la fosse par une famille de cinq personnes (à la cadence d'un litre par personne et par jour)
 B = Quantités correspondantes de résidus solides secs (approximativement)
 C = Vitesse d'accumulation de la boue, en volume, dans une fosse sèche
 D = Vitesse d'accumulation de la boue, en volume, dans une fosse humide

Il est reconnu que la digestion des solides est moins rapide et moins complète dans les latrines à fosse sèche que dans les latrines à fosse humide, et qu'en conséquence ces dernières nécessitent un volume moindre. L'expérience a montré que le volume d'une fosse est plus ou moins grand selon que ses usagers emploient des matières de nettoyage personnel solides ou non. Les valeurs suivantes sont recommandées pour le volume des fosses:

		Par personne et par an
Fosse humide :	nettoyage personnel à l'eau	37 litres
	» » avec matière solide	57 »
Fosse sèche :	» » à l'eau	60 »
	» » avec matière solide	90 »

Le tableau III-A indique les dimensions et la durée de service d'une fosse humide de latrine familiale. Le tableau III-B présente des données similaires pour une fosse sèche.

TABLEAU III-A. Dimensions¹ d'une fosse humide de latrine rurale, de 0,85 m² de section transversale, pour une famille de cinq personnes

Durée de service	Produit utilisé pour les soins de propreté			
	Eau		Matière solide	
	Volume (m ³)	Profondeur (m)	Volume (m ³)	Profondeur (m)
4 ans (minimum)	0,75	0,9	1,13	1,4
8 ans	1,50	1,75	2,26	2,75
15 ans (maximum)	2,75	3,5	4,25	5

TABLEAU III-B. Dimensions¹ d'une fosse sèche de latrine rurale, de 0,85 m² de section transversale, pour une famille de cinq personnes

Durée de service	Produit utilisé pour les soins de propreté			
	Eau		Matière solide	
	Volume (m ³)	Profondeur (m)	Volume (m ³)	Profondeur (m)
4 ans (minimum)	1,13	1,4	1,7	2
8 ans	2,26	2,75	3,4	4
15 ans (maximum)	4,25	5	—	—

¹ La profondeur donnée est la profondeur réelle, à laquelle on ajoute généralement 30 à 60 cm pour obtenir la profondeur totale de la fosse.

Pour les familles nombreuses, qui dans certaines régions atteignent facilement dix membres ou plus, il y a lieu, afin d'éviter d'augmenter la profondeur, de construire des fosses de plus grande surface. Par exemple, pour une famille de dix personnes, on doublera le volume en utilisant une fosse rectangulaire de 0,92 m × 1,85 m.

Lorsque le niveau des excréta parvient à 50 cm de la surface du sol, la fosse doit être fermée et remplie de terre. Il faut alors creuser une nouvelle fosse, de préférence près de l'ancienne, et transférer ou reconstruire la superstructure. Les fèces de la vieille fosse doivent être abandonnées à la décomposition anaérobie durant une période de neuf à douze mois, après laquelle la matière digérée est facile à enlever et à utiliser comme engrais. La fosse nettoyée peut alors être remise en service.

Pour prévenir la reproduction des moustiques dans les fosses humides, il est parfois recommandé d'y vider l'équivalent d'une tasse de kérosène ou de pétrole chaque semaine.

Selon le type de sol et la profondeur, la fosse peut être munie ou non d'un garnissage. Ce dernier est destiné à éviter l'éboulement des parois vers l'intérieur quand la fosse est creusée dans des sols alluviaux, fins ou sableux, ou d'autres formations analogues, ou quand elle pénètre dans l'eau souterraine; il sert également à consolider la fosse, même dans des sols stables, afin de prévenir son effondrement sous le poids du plancher et de l'abri. Dans ce dernier cas, on garnit seulement les 40 à 60 cm supérieurs (Fig. III-10).

Les matériaux utilisés pour le garnissage sont la pierre, la brique, le béton, le bois de charpente et les bûches grossièrement équarries. Les trois premiers de ces matériaux sont appliqués à joints ouverts sur la plus grande

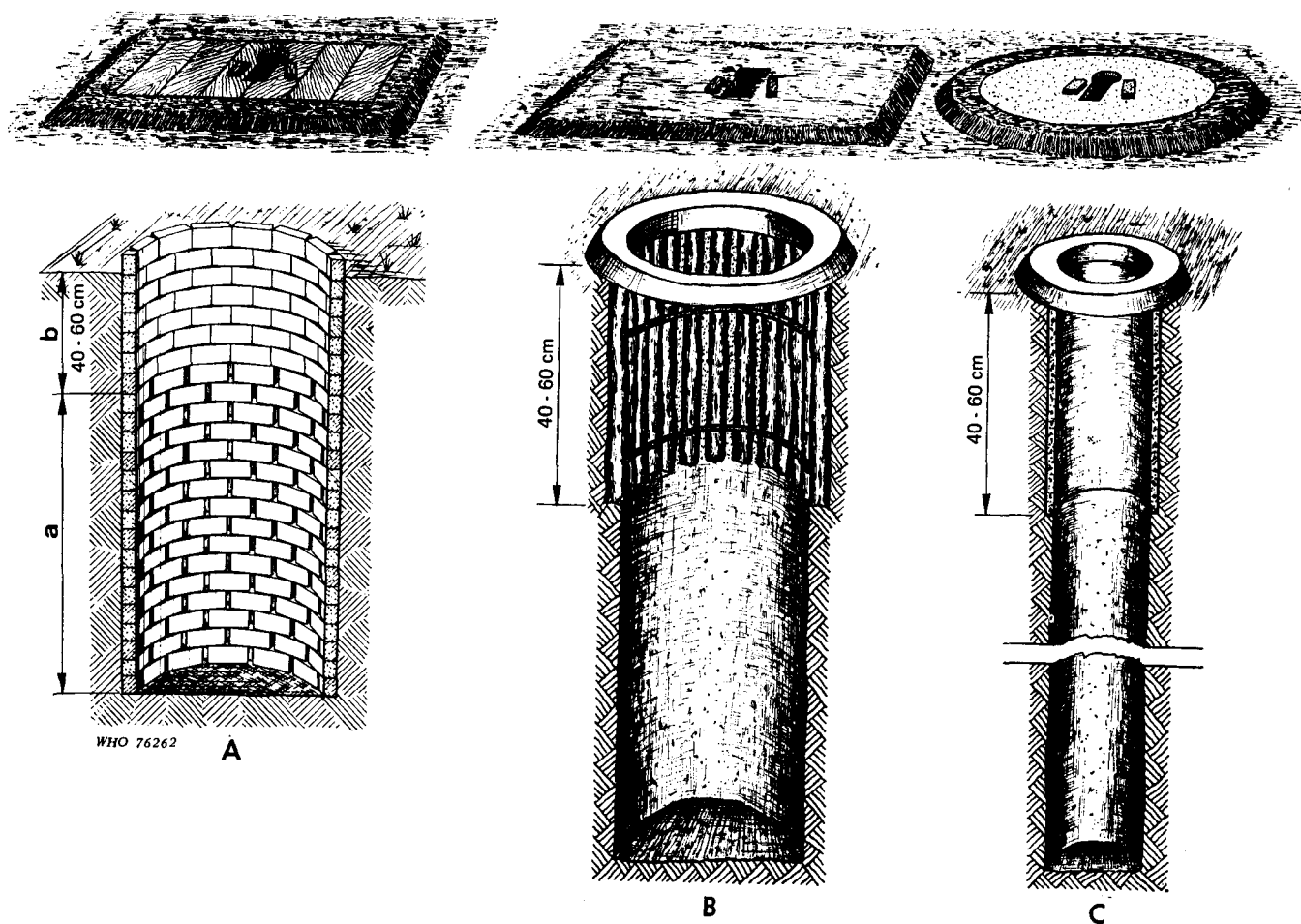
partie de la hauteur du mur et avec du mortier vers le sommet des murs, car le garnissage sert aussi de soubassement pour le plancher. Pour les garnissages de briques, il est préférable que la section de la fosse soit circulaire plutôt que carrée, car, pour une même épaisseur de mur, on obtient un effet de voûte qui renforce la construction. Les bûches grossièrement équarries doivent être goudronnées en vue d'en prolonger la durée. L'emploi, dans toute la mesure possible, de bois résistant aux termites et à la putréfaction est recommandé.

La ventilation n'est pas absolument nécessaire; toutefois, elle est recommandée comme moyen d'aider à maintenir les matières de la fosse sèches et à un faible volume.

2) Le soubassement

Le soubassement sert de fondation et empêche la pénétration dans la fosse des rongeurs et de l'eau de sur-

Fig. III-10 Diverses combinaisons de différents types de fosse, de garnissage de fosse, de soubassement et de plancher



A = Fosse garnie de briques, avec soubassement et plancher de bois

B = Fosse ronde garnie partiellement de rondins, avec soubassement en terre et ciment, et plancher assemblé

C = Fosse forée avec garnissage en béton, soubassement et plancher

a = Joints ouverts

b = Joints comblés au mortier

face. Il doit présenter au moins 10 cm de largeur au sommet, pour offrir au plancher une bonne surface d'appui.

Sa forme sera subordonnée à celle de la fosse (ronde ou carrée). Le soubassement devra être assez haut pour surélever le plancher par rapport au niveau du sol environnant et le mettre à l'abri de toute inondation.

Les matériaux suivants peuvent être utilisés pour la construction du soubassement :

- 1) béton simple ou armé, préfabriqué, de même composition que les planchers;
- 2) ciment et terre: 5 à 6% de ciment mélangé à de l'argile sableuse, le tout damé à la concentration optimale en eau;
- 3) argile imperméable, bien damée, à la concentration optimale en eau;
- 4) briques (de pisé, de terre cuite, etc.);
- 5) maçonnerie de pierre;
- 6) rondins grossièrement équarris, bois dur résistant aux termites.

3) Le plancher

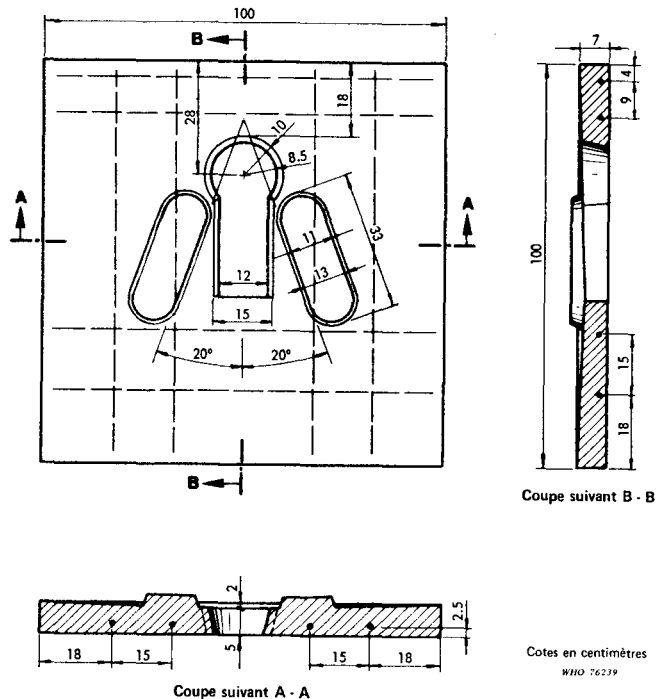
Le plancher supporte l'usager et couvre la fosse. Il doit être construit de façon à s'adapter étroitement au soubassement, avec un minimum de petites fissures et d'ouvertures entre les surfaces. Il peut être carré, rectangulaire, ou circulaire. Ses dimensions dépendent de celles de la fosse. Il est assez courant de construire des dalles de béton de 100 cm × 100 cm (Fig. III-11); la dalle pèse alors 130 kg environ si son épaisseur moyenne est de 6 cm. Dans les meilleures conditions, on peut donner à la dalle une épaisseur de 6 à 7 cm sur les bords et de 5 cm au centre. La surface de la dalle s'inclinera vers le trou, ce qui est un avantage dans les pays où l'on pratique le lavage anal.

Le plancher doit être fait d'un matériau durable, imperméable, de surface dure facilitant le nettoyage. Les matériaux employés pour sa fabrication sont: le béton armé, le béton armé chargé de briques, le bois. Le béton est le matériau le plus satisfaisant, le plus acceptable et le meilleur marché pour le plancher des cabinets. Le plancher de bois vient ensuite dans l'ordre de préférence.

Pour les installations publiques, le nombre d'ouvertures dépendra du nombre prévu d'usagers. Il est bon de prévoir un trou pour 15 usagers au plus (mais, de préférence, un trou pour 10 à 12 personnes).

Le béton du plancher est fait d'une partie de ciment, de deux parties de sable, de quatre parties de pierres concassées (gravier), de 2 cm de diamètre au maximum, et de juste assez d'eau pour produire un mélange épais. Le sable et le gravier seront propres, exempts de poussières et autres matières étrangères. L'armature, généralement de forme quadrillée, est constituée de fils de fer appropriés (de 6 à 8 mm de diamètre), distants de 15 à 20 cm.

Fig. III-11 Dalle de béton carrée pour cabinet à fosse ou pour latrine à trou foré



Le béton doit être soigneusement coulé dans le moule et damé ou passé à la truelle, cette opération le forçant à enrober convenablement l'armature. La dalle doit ensuite être couverte d'une natte ou de paille humide qui sera arrosée et maintenue constamment humide pendant sept jours. Un exemple de moule en bois est décrit dans la figure III-12.

On peut produire des dalles en série et, dans ce cas, la dalle est retirée du moule après un ou deux jours, puis immédiatement immergée dans l'eau durant cinq à six jours. La production en série des dalles ou des autres parties de latrines comporte les avantages suivants:

- 1) économie dans la construction (en temps et en matériaux);
- 2) facilité d'approvisionnement en matériaux;
- 3) amélioration de l'habileté des ouvriers à construire les installations.

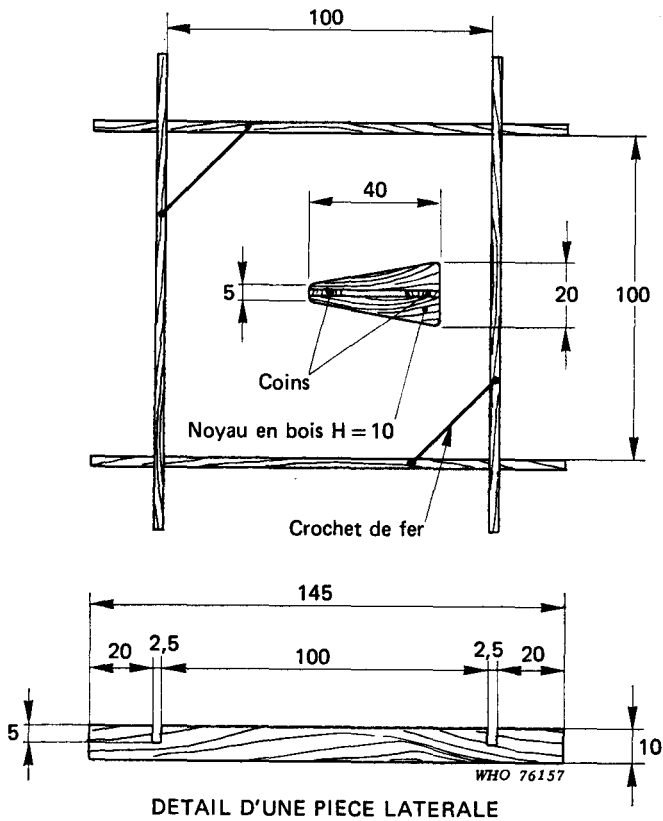
A cette fin, et pour des raisons d'uniformisation, on emploie des gabarits et des moules démontables, faits en bois ou en acier.

4) Le terte

Le terte sert à protéger la fosse et le soubassement des ruissellements superficiels qui pourraient pénétrer dans la fosse et la détruire.

Il doit s'élever au niveau du plancher et être très bien damé. Il est souhaitable qu'il dépasse le soubassement de 50 cm dans toutes les directions.

Fig. III-12 Moule en bois pour dalle de latrine



Cotes en centimètres

Il sera normalement fait de terre extraite de la fosse ou des environs et pourra être consolidé par un revêtement de pierres pour éviter qu'il ne soit emporté par de fortes pluies.

5) L'abri ou superstructure

L'abri assure l'isolement et protège l'utilisateur et l'installation contre les intempéries. Les figures III-13 à III-17 représentent divers types d'abris.

Les dimensions doivent correspondre à celles du plancher ou de la dalle. La hauteur du toit par rapport à la dalle, près de la porte d'entrée, doit être d'au moins 2 m. Il convient de prévoir des ouvertures de 10 à 15 cm de large à la partie supérieure des murs de l'abri, pour faciliter une aération constante. D'autre part, il faut, autant que possible, ménager un éclairage naturel.

L'abri doit être tenu propre, à l'extérieur comme à l'intérieur, et badigeonné en blanc ou en couleur. Le toit doit couvrir complètement l'abri et même déborder largement pour protéger le tertre et les murs contre la pluie et le ruissellement. Il est recommandable d'éduquer les futurs usagers sur la manière convenable d'utiliser les latrines et de veiller à leur propreté.

Les matériaux employés pour la construction de l'abri sont:

- 1) le bois (onéreux dans certaines régions);
- 2) les plaques de fibrociment (coûteuses mais durables et transportables);
- 3) le métal (cher mais durable);
- 4) le chaume de palmier ou d'herbe (bon marché et assez durable s'il est bien fixé sur une charpente correctement construite); il a l'avantage d'être transportable;
- 5) la brique, la boue séchée, l'adobe, la terre cuite (non transportable).

6) Emplacement du cabinet à fosse

Les « Critères d'un bon système » énumérés précédemment (voir page 58) sont également valables. Il faut ajouter cependant que c'est à 6 m au moins des habitations que doivent être construits les cabinets à fosse.

7) Avantages et inconvénients

Les avantages du cabinet à fosse sont les suivants:

- Il évite la pollution du sol.
- Il évite la contamination des eaux de surface ou souterraines.

Fig. III-13

Charpente de superstructure portable, faite de rondins

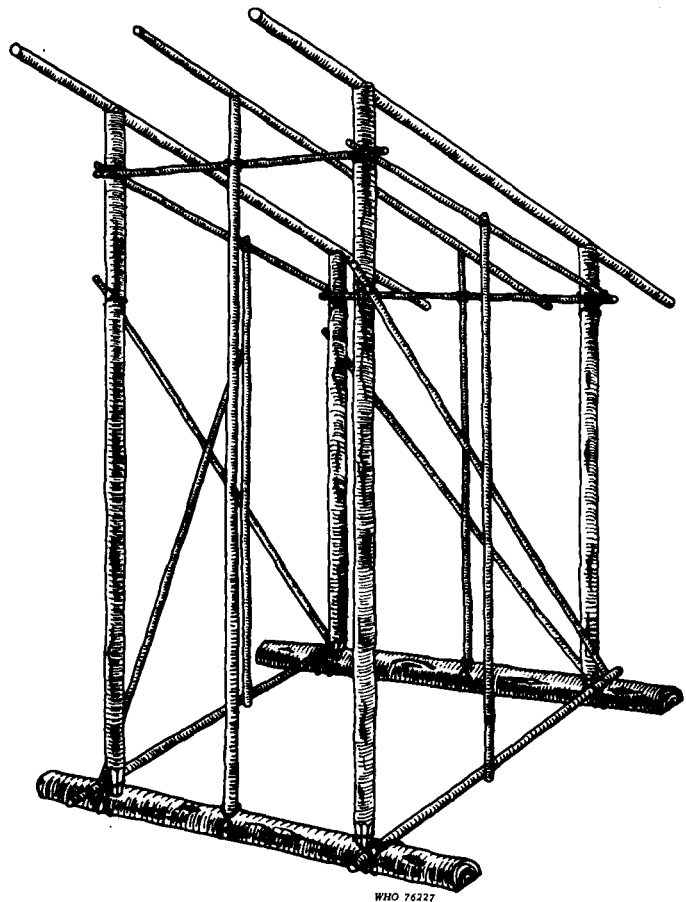


Fig. III-14 Cabinet terminé,
montrant les parois en chaume de palmier et le toit

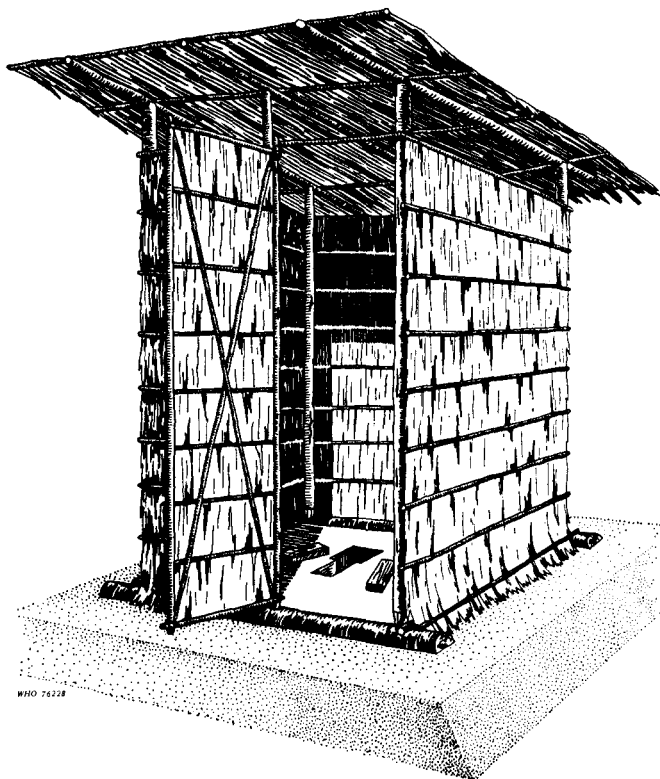


Fig. III-15 Abri en bois de charpente,
avec toit de tôle ou de fibro-ciment ondulés

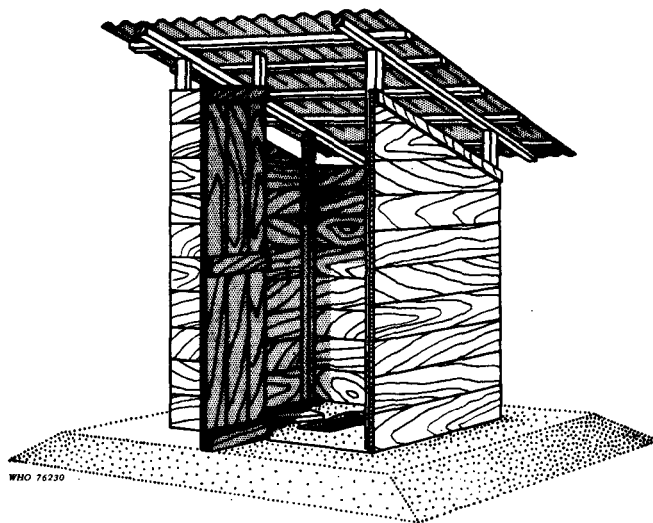


Fig. III-16 Abri clayonné, avec toit en chaume de palmier

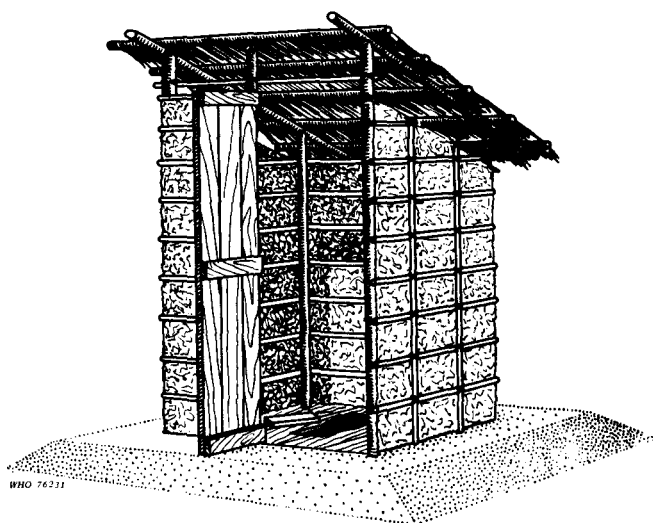
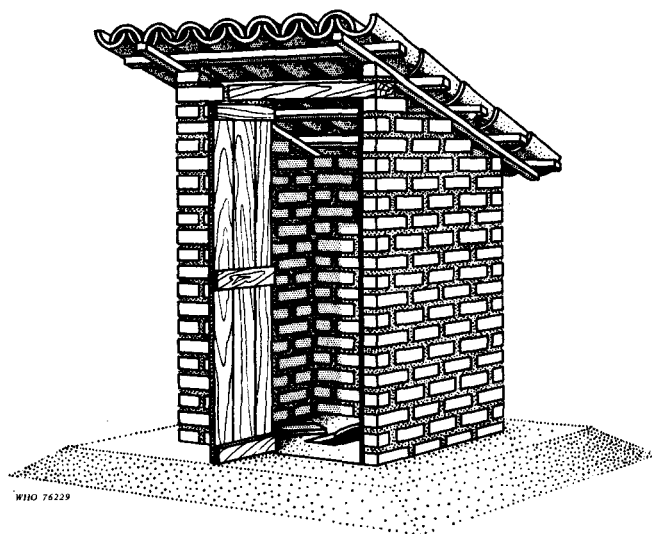


Fig. III-17 Abri de briques avec toit de tuiles



- Il est à l'abri des mouches si le trou est maintenu couvert, et même s'il reste ouvert, les mouches n'étant pas attirées par les surfaces sombres.
- Il est de conception simple, d'utilisation et d'entretien faciles et dure de cinq à quinze ans.
- Il est peu coûteux. Son prix de revient varie d'un pays à l'autre selon le coût local de la main-d'œuvre et des matériaux. A titre d'indication, signalons qu'il est souhaitable que le coût maximal d'une telle latrine, y compris la main-d'œuvre et les matériaux, ne dépasse pas le salaire mensuel d'un manoeuvre.

L'inconvénient du cabinet à fosse est qu'il dégage des odeurs, mais elles sont en général négligeables.

La latrine à trou foré

La latrine à trou foré n'est qu'une modification du cabinet à fosse, dont elle diffère par le diamètre du trou qui est beaucoup plus petit. Le plancher de la latrine (ou la dalle) et la superstructure, dimensions exceptées, sont les mêmes pour les deux types d'installation.

1) Le trou foré

Le trou foré est circulaire, en général de 40 cm de diamètre, percé verticalement dans le sol au moyen d'une tarière ou d'une sonde, jusqu'à une profondeur de 4 à 8 m, le plus souvent de 6 m (Fig. III-18).

L'équipement pour le forage comprend une tarière de 40 cm, un axe de tarière, une poignée, un trépied, un moufle et un guide-tarière. La figure III-19 représente divers types de tarières convenant au forage des trous.

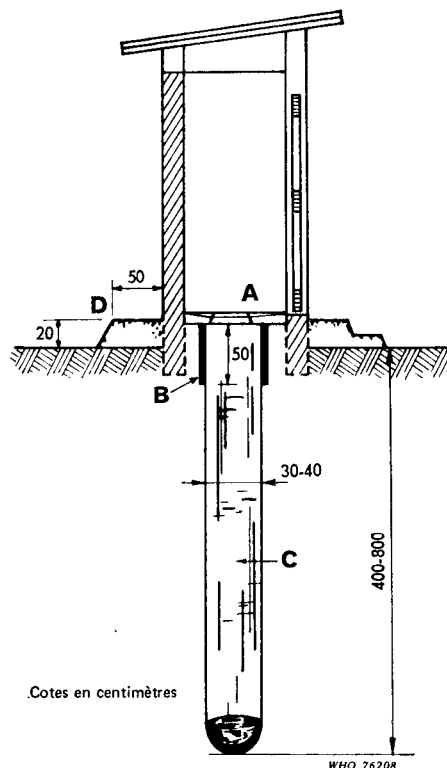
La manière de procéder est la suivante:

Elever le trépied et y fixer le moufle au-dessus de l'emplacement choisi pour le forage. Creuser avec la bêche un trou de même diamètre que la tarière et de 15 cm de profondeur. Placer la tarière bien verticalement dans le trou et attacher la corde du moufle à la poignée. Procéder au forage en enlevant la tarière à l'aide du moufle chaque fois qu'elle est remplie, et en la vidant à côté. Quand le trou atteint 90 cm de profondeur, bloquer la tarière avec le guide-tarière et continuer le forage jusqu'à la profondeur voulue.

2) Le plancher ou la dalle

Le plancher d'une latrine à trou foré est identique, quant à la forme, à celui d'un cabinet à fosse (voir fig. III-11). L'épaisseur de la dalle peut être en toute sécurité ramenée à 5 cm sur les bords et à 4 cm au centre. Il est souhaitable d'employer du fil de fer ou une armature analogue, principalement pour prévenir les fissures dues aux différences de température et aux chocs survenant pendant le transport. Le plancher est généralement surélevé de 15 à 20 cm par rapport au niveau normal du sol, mais la plupart du temps aucun soubassement spécial n'est nécessaire.

Fig. III-18 Latrine à trou foré typique



- A = Dalle à la turque. Noter la déclivité des bords vers le trou.
 B = Revêtement imperméable en terre cuite
 C = Garnissage en bambou tressé
 D = Terte de terre bien damée

3) Le tertre

Il convient d'aménager un petit remblai de terre autour du plancher pour protéger celui-ci contre le ruissellement. Ce remblai doit avoir au moins 50 cm de large, être bien damé et, s'il y a lieu, recouvert de pierres plates.

4) La superstructure

Elle est identique à celle qui est recommandée pour le cabinet à fosse (voir p. 65).

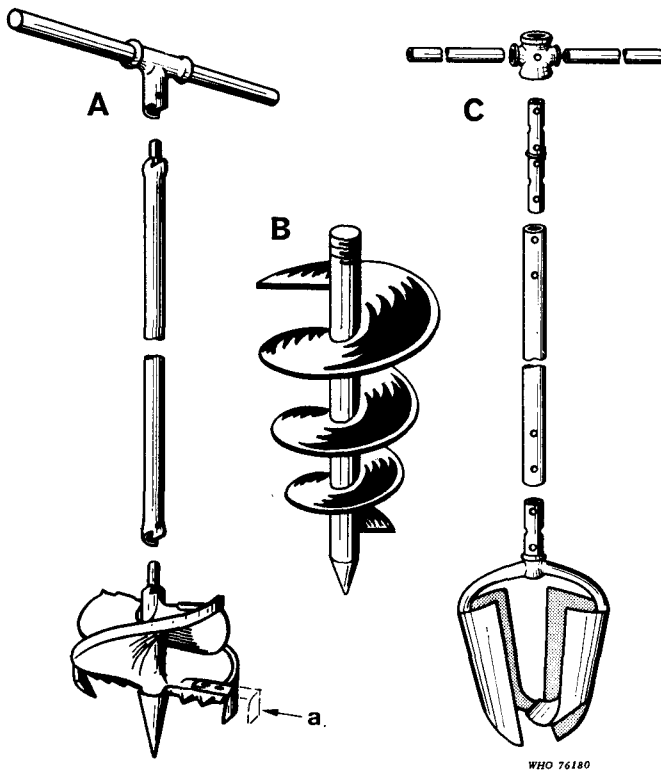
Emplacement de la latrine à trou foré

Les considérations fondamentales concernant l'emplacement des latrines en général, par rapport aux sources d'alimentation en eau et aux habitations, ont déjà été exposées plus haut (voir p. 58). Dans le cas de la latrine à trou foré, le danger de pollution de l'eau souterraine est évident, puisqu'il est généralement souhaitable que le trou pénètre profondément dans le sol pour obtenir un fonctionnement plus efficace et plus durable. Toutefois, les règles qui régissent l'emplacement de la latrine à trou foré sont les mêmes que pour le cabinet à fosse.

5) Avantages et inconvénients

Les avantages de la latrine à trou foré sont, à bien des égards, semblables à ceux du cabinet à fosse.

Fig. III-19 Tarières



- A = Foreuse Lang. A noter, le couteau marginal (a) qui peut coulisser de 3,2 cm pour augmenter le diamètre du trou
 B = Tarière à vis sans fin
 C = Tarière Iwan

Ses inconvénients sont les suivants:

- Sa construction exige un équipement spécial.
- Lorsque la fosse n'atteint pas l'eau souterraine sur un tiers environ de sa profondeur, la latrine à trou foré ne dure que très peu de temps (dix-huit mois à deux ans pour une famille de 5 à 6 personnes).
- Les parois de la fosse peuvent s'effriter ou même s'effondrer pendant la saison des pluies.
- A moins d'être revêtu de béton ou de terre cuite dans sa partie supérieure, le trou foré est vite souillé par les excréta dans cette partie et devient un foyer d'attraction pour les mouches.

La latrine à siphon hydraulique

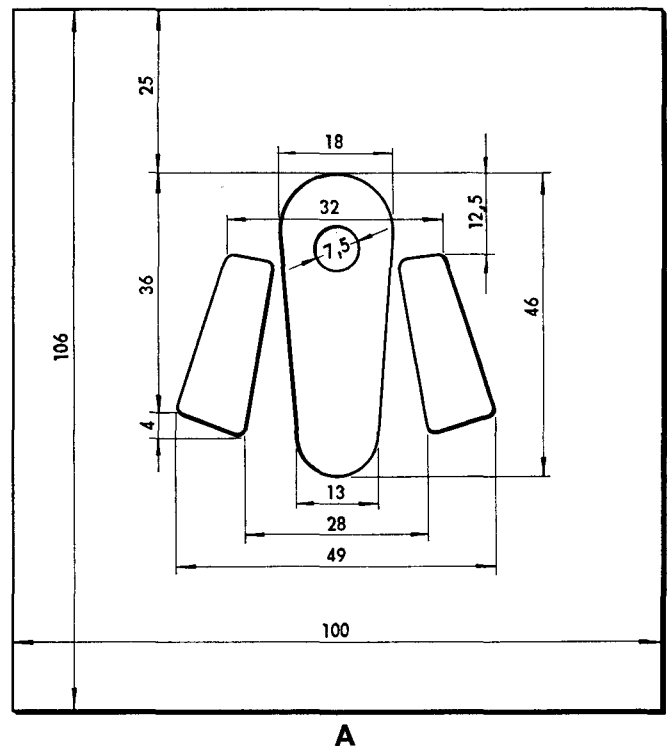
Ce n'est pas, à proprement parler, un type spécial de latrine. Elle ne diffère du cabinet à fosse ou de la latrine à trou foré que par la dalle. Il s'agit ici d'une dalle ordinaire en béton à laquelle est incorporée une cuvette de fabrication spéciale (Fig. III-20). Une gorge est formée au fond de la cuvette de manière à laisser une garde d'eau de 1,25 à 3,75 cm. Il suffit d'y verser de 1 à 3 litres d'eau pour chasser le contenu de la cuvette. Ce type de dalle présente deux avantages sur la dalle ordinaire: la garde d'eau du siphon empêche les mouches d'accéder

à la fosse et les odeurs de s'en échapper. La dalle peut être installée directement au-dessus ou à proximité d'une petite fosse ou d'un trou foré.

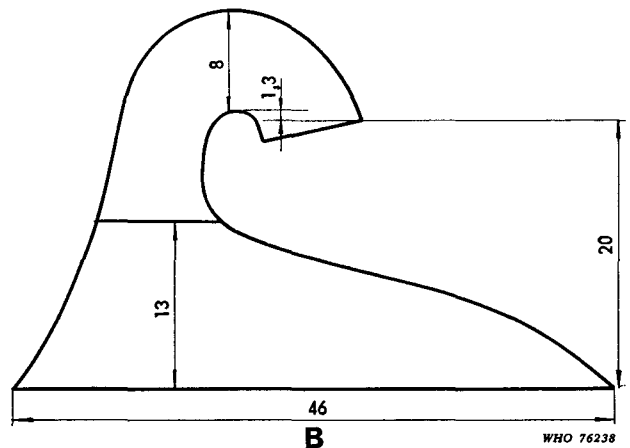
1) Construction

L'argile qui sert à confectionner le moule de l'intérieur du siphon est immergée dans l'eau jusqu'au moment de l'emploi. Quand elle a été amenée, par addition de cendres, à une consistance qui permette de la travailler, on la

Fig. III-20 Latrine à siphon hydraulique



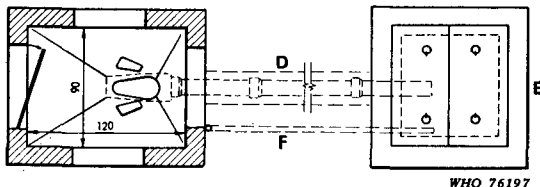
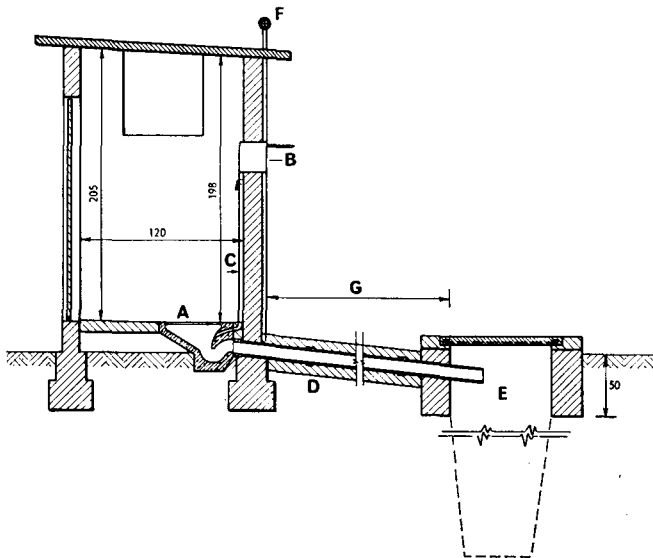
Cotes en centimètres



- A = Plan
 B = Moule de cuvette à siphon hydraulique (La cuvette est ici placée à l'envers).

façon en un boudin en forme d'U dans un moule fait d'un tube coudé. Le rebord, destiné à soutenir l'une des extrémités du boudin d'argile en forme d'U, est un élément essentiel du moule; l'autre extrémité du boudin repose sur la partie principale du moule. Le rebord est situé à 20 cm au-dessus de la base du moule principal. Lorsque le boudin en U est mis en place et soigneusement raccordé au moule principal à l'aide d'une petite truelle, de manière à ne laisser subsister aucune irrégularité sur la surface intérieure de la cuvette terminée, il ne reste plus qu'à huiler le tout. On applique à la main sur le moule une mince couche de pâte de sable et de ciment et l'on saupoudre de ciment sec pour faire une surface intérieure de cuvette résistante et polie. Finalement, on applique à la main et on égalise doucement à la truelle, jusqu'à une épaisseur uniforme de 1,25 cm, du mortier épais fait de 1 partie de ciment Portland pour 3 parties de sable. On laisse la cuvette en place 24 heures au moins, puis on la démoule avec son noyau d'argile.

Fig. III-21 Latrines à siphon hydraulique en usage à Ceylan



- A = Cuvette à siphon hydraulique avec coupe-air en S
 B = Réservoir d'eau rempli à la main, pourvu d'une fermeture à pointeau et d'un tuyau de trop-plein
 C = Tuyau d'écoulement de l'eau d'entraînement entre le réservoir et la cuvette
 D = Tuyau d'évacuation noyé dans le béton, conduisant au puits perdu
 E = Puits perdu
 F = Tuyau de ventilation de la fosse
 G = La distance entre la cuvette et la fosse doit être aussi courte que possible

La préparation du moule et la confection de la cuvette demandent environ 25 minutes. La cuvette étant durcie, on enlève le noyau d'argile avec une petite truelle, on lave toute la surface avec un coulis clair de ciment et d'eau, puis on met de côté la cuvette terminée en la maintenant humide pendant environ une semaine pour la laisser durcir. Un sac de 50 kg de ciment suffit pour fabriquer de 27 à 30 cuvettes.

Qu'une fondation spéciale soit ou non nécessaire pour supporter les bords de la dalle dépend de la nature du sol. On transporte alors la cuvette terminée jusqu'au lieu d'utilisation et on la sertit dans la dalle à la turque. On creuse un trou et on insère la cuvette, de telle sorte que ses bords soient horizontaux, à 5 cm au-dessus de la surface du sol.

On tasse de la terre meuble autour de la cuvette et on place un cadre de bois, de 5 cm de haut, à bord supérieur horizontal, à 2,5 cm au-dessus du bord de la cuvette. On égalise alors le sol à l'intérieur du cadre et on le dame de manière à obtenir une surface qui s'incline du cadre vers la cuvette; on obtient ainsi une épaisseur constante dans la dalle terminée. On pose ensuite un matériau de renforcement — du treillis par exemple — et l'on coule une couche de 5 cm de béton (composé de 1 partie de ciment, de 2 parties de sable et de 4 parties de pierres concassées de 2 cm de diamètre au plus). Cette couche est lissée à la truelle en partant du bord supérieur du moule vers le bord de la cuvette. La dalle doit présenter un fini régulier pour assurer un écoulement aisé vers la cuvette. S'il faut des pose-pieds, on peut utiliser de petites formes de bois séparées. Il convient de noter que le moulage sur la terre nue supprime la nécessité de planches de fond et de supports, moyens coûteux communément utilisés. Lorsque la dalle a durci, il ne reste qu'à préparer la fosse et à mettre en place, à la main, la dalle à la turque. La figure III-20 A représente en détail cette dalle. Sa taille doit être adaptée aux dimensions de la fosse.

2) Le système d'évacuation

Si la dalle doit être installée à l'intérieur d'une habitation, la fosse est creusée à l'extérieur. Elle prend la forme et la disposition d'un puits perdu à infiltration ou d'un trou foré. Dans ce cas, la distance entre le puits perdu ou le trou foré et la dalle à la turque sera aussi petite que le permettent les fondations de l'immeuble, sinon le tuyau de raccordement serait trop long et aurait tendance à se boucher en peu de temps, en raison du faible volume d'eau employé pour chasser les fèces de la cuvette (Fig. III-21). Le tuyau de raccordement a, en général, un diamètre de 12 à 15 cm. Il est en fonte ou simplement en ciment (tuyau d'égout ordinaire), posé en pente faible (au moins 5%). Compte tenu des frais et des difficultés de pose de ce tuyau, il est souvent préférable de poser la dalle à la turque directement au-dessus de la fosse ou du trou foré.

3) Emplacement

Les latrines à siphon hydraulique peuvent être placées à l'intérieur même des habitations, mais certains systèmes de déversement ne permettent pas cette disposition idéale. Même dans ce cas, toutefois, on peut installer ces latrines très près des maisons qu'elles desservent, assurant ainsi un emploi facile quelles que soient les conditions atmosphériques.

4) Avantages et inconvénients

Les avantages de la latrine à siphon hydraulique sont les suivants :

- Elle satisfait à tous les critères sanitaires et esthétiques, à condition d'être correctement utilisée et entretenue.
- Elle peut être installée à proximité ou à l'intérieur de l'habitation.
- Elle réduit à un minimum le contact avec les mouches et la vermine, ainsi que les mauvaises odeurs.
- Elle est absolument sans danger pour les enfants.
- Grâce à des techniques améliorées, elle est simple à construire et peu coûteuse à utiliser dans les régions rurales.

Ses inconvénients sont les suivants :

- Elle ne peut être utilisée que dans les régions où l'on dispose d'eau toute l'année (un faible volume suffit).
- Elle exige une période d'éducation intensive quant à son emploi et son entretien, ainsi qu'une surveillance étroite et continue de la part des autorités sanitaires.
- Elle coûte un peu plus cher que les cabinets à fosse ordinaires, mais moins cher que les cabinets à eau.
- Dans beaucoup de régions rurales du monde, elle demanderait l'abandon de certaines coutumes quant aux matières utilisées pour le nettoyage anal.
- Elle est d'utilisation difficile dans les régions à sol imperméable.
- Elle est inutilisable dans les climats où il gèle.

Le cabinet à eau

Le cabinet à eau consiste en un réservoir rempli d'eau dans lequel plonge un tuyau de descente suspendu au plancher de la latrine (Fig. III-22). Les selles et l'urine passent par le tuyau pour tomber dans le réservoir où elles subissent une décomposition anaérobie. La boue digérée, réduite environ au quart du volume des excréta déposés, s'accumule dans le réservoir et doit être enlevée de temps à autre.

1) Le réservoir

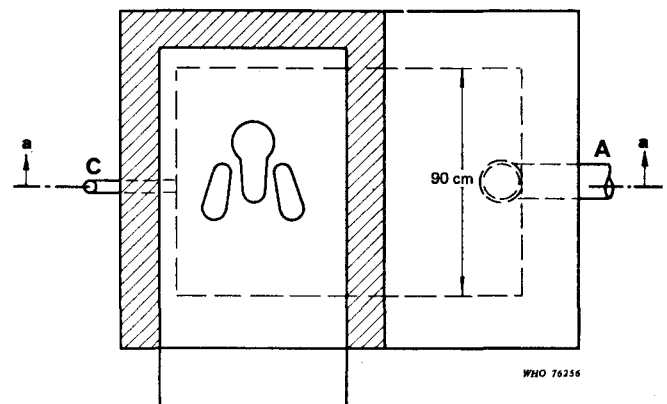
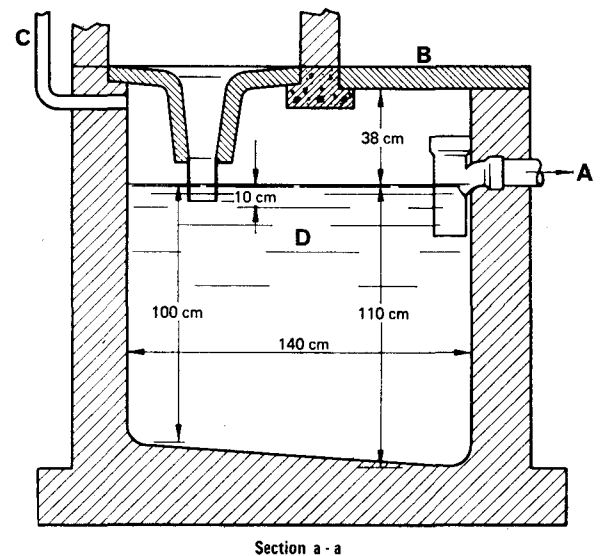
Le rôle du réservoir est de recevoir, d'emmagasiner et de digérer les excréta, de les garder à l'abri des mouches et autre vermine, et de les rendre inoffensifs. Le surplus

liquide du réservoir est déversé vers une fosse d'infiltration.

La forme du réservoir dépend des possibilités de construction sur place et des matériaux disponibles : ronde, carrée ou rectangulaire. Les réservoirs de béton construits sur place sont en général carrés ou rectangulaires, car les gabarits de ces formes sont plus faciles à construire. Les réservoirs ronds peuvent être faits de tuyaux d'égouts en béton simple, de 90 ou 120 cm de diamètre, placés verticalement dans une fosse de terre et scellés au fond par du béton.

La grandeur du réservoir dépend du nombre des usagers et de l'intervalle prévu entre deux vidanges. La capacité d'un cabinet à eau de type familial doit, de

Fig. III-22 Type familial de cabinet à eau



D'après Macdonald, O.J.S. (1952) *Small sewage disposal systems*, p. 140, reproduit avec l'autorisation de MM. H. K. Lewis, Londres

- A = Sortie vers la tranchée ou le puits perdu
- B = Tampon en béton armé
- C = Tuyau de ventilation de 2,5 cm de diamètre
- D = Capacité du réservoir: 1 340 litres

préférence, être d'au moins 1 m³, ce qui permet de ne procéder que tous les six ans aux opérations de nettoyage. Un réservoir plus petit peut également fonctionner efficacement si l'on prend la précaution d'y ajouter de l'eau chaque jour, mais il faut vidanger plus fréquemment les boues et les débris non digérés. Pour les latrines publiques de ce type, l'expérience impose une capacité de 115 litres par personne, pour le nombre maximal d'usagers.

Les dimensions indiquées n'exigent pas de réservoirs très profonds, ce qui est nettement avantageux du point de vue de la construction, surtout dans les régions où le niveau de la nappe aquifère ou de terrains rocheux est voisin de la surface du sol. La pratique usuelle est de prévoir une profondeur d'eau de 1 m à 1 m 50, celle de 1 m étant considérée comme un minimum. Le réservoir doit être étanche, car la moindre fuite ferait baisser le niveau de l'eau dans le réservoir au-dessous de l'extrémité inférieure du tuyau de chute. Les mouches et les moustiques auraient alors accès au réservoir, les gaz malodorants de décomposition s'échapperaient directement dans la superstructure et il y aurait pollution du sol et de l'eau souterraine.

Les matériaux employés dans la construction du réservoir sont: le béton ordinaire ou armé, la maçonnerie de briques ou de pierres, avec enduit superficiel. Le béton est le meilleur matériau pour assurer l'étanchéité à l'eau; de plus, il est définitif et relativement facile à poser. Dans les régions où les pierres et les briques abondent, leur emploi peut être moins onéreux, mais l'étanchéité doit être assurée par une couche de ciment.

Ventilation du réservoir. Dans les cabinets à eau, où la décomposition des excreta est entièrement anaérobie, il faut prévoir l'évacuation de l'important volume de gaz normalement produit par la fermentation. A cette fin, il conviendra d'installer un tuyau de ventilation (voir fig. III-22), dont l'ouverture dans le réservoir sera situé juste au-dessous de la dalle et loin des écumes qui pourraient l'obstruer. Il débouchera à l'extérieur, au-dessus du toit de la superstructure et loin des portes et des fenêtres des maisons voisines, afin d'éviter les odeurs gênantes. Un tube de 2,5 cm de diamètre sera satisfaisant dans la plupart des cas.

2) Le plancher (ou dalle)

Le plancher (ou dalle) est, en général, du type à la turque. Il peut être fait de béton ou de tout autre matériau approprié. Les figures III-23 et III-24 représentent des modèles-types de dalles pour cabinet à eau. Les dimensions et l'épaisseur des dalles de béton sont régies par les mêmes considérations que celles des dalles de cabinet à fosse. Le tuyau de descente de la dalle est fait de faïence ou d'argile vernissée. On peut également utiliser des tuyaux de ciment, mais ils durent moins longtemps car l'extrémité inférieure a tendance à se désintégrer le long de la ligne de contact avec le liquide du réservoir.

Le diamètre du tuyau varie entre 10 et 20 cm suivant l'usage et l'entretien prévus du cabinet. Les tuyaux de 20 cm de diamètre sont utilisés dans les pays où la population a coutume de se servir de pierres, de boulettes de terre ou de bâtonnets pour procéder au nettoyage. Ceci évite l'engorgement du tuyau.

La profondeur d'immersion du tuyau de chute peut ne pas dépasser 10 à 15 cm, à condition que l'on soit raisonnablement assuré de l'étanchéité du réservoir et de la stabilité du niveau du liquide. Dans ces latrines, les pose-pieds s'imposent, car les planchers des cabinets à eau sont susceptibles d'être mouillés par l'éclaboussement de l'eau de nettoyage et d'ablutions.

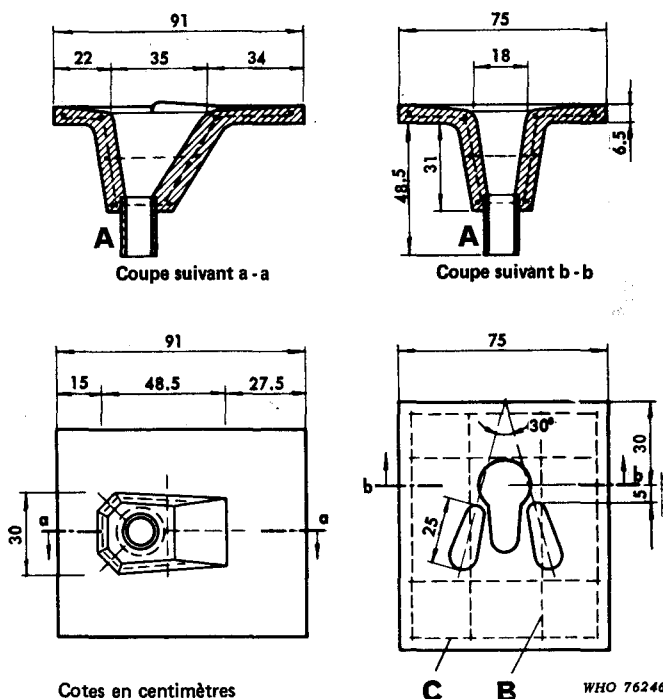
3) L'abri ou superstructure

Le rôle et, par conséquent, le modèle de l'abri ou superstructure sont identiques à ceux des cabinets à fosse (voir p. 65).

4) Evacuation de l'effluent

Pour chaque litre d'eau ajouté au réservoir étanche d'un cabinet à eau, il faut évacuer une quantité correspondante d'effluent. Celui-ci ne doit jamais s'écouler librement sur le sol ou dans des fossés ouverts. De même, il ne devra pas être employé pour l'arrosage des légumes consommés crus.

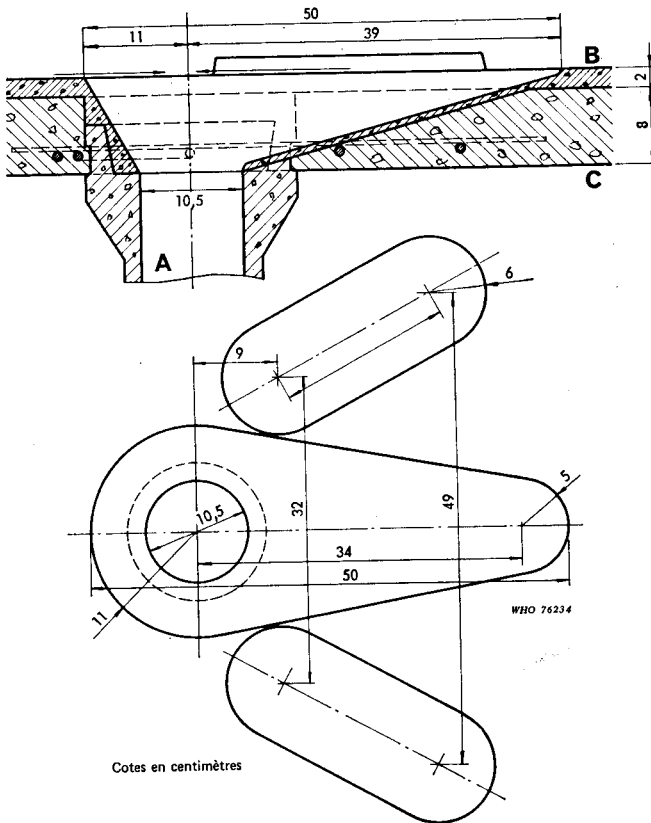
Fig. III-23 Siège à la turque pour cabinet à eau



D'après Macdonald, O. J. S. (1952) Small sewage disposal systems, p. 138, reproduit avec l'autorisation de MM. H. K. Lewis, Londres.

- A = Tube de faïence coupé à une longueur de 22 cm
- B = Armature, tige de 0,9 cm
- C = Armature, tige de 0,6 cm

Fig. III-24 Cuvette pour cabinet à eau



- A = Tuyau de descente
 B = Mélange riche sable-ciment
 C = Plancher de béton armé

La quantité moyenne d'eau à évacuer d'un cabinet à eau a été estimée à environ 4,5 litres par personne et par jour. Il est toutefois recommandé de prévoir, dans tous les projets d'installation, un volume légèrement supérieur.

L'effluent est emmené dans un tuyau de 10 cm de diamètre inséré au niveau approprié dans la paroi du réservoir. Pour empêcher l'écume de pénétrer dans le tuyau, il conviendra d'en munir l'extrémité d'un T ou d'un coude (voir fig. III-22 et III-25). Pour de petites installations, l'évacuation de l'effluent se fait généralement par puits perdu ou irrigation subsuperficielle.

5) Emplacement

Le cabinet à eau peut être installé en toute sécurité à proximité immédiate d'une habitation. Si l'on n'est pas sûr qu'il sera correctement utilisé, il faudra l'éloigner de l'habitation. Les autres facteurs à prendre en considération pour choisir l'emplacement du cabinet ont été examinés précédemment dans le paragraphe intitulé « Critères d'un bon système » (voir p. 58).

6) Mode de construction

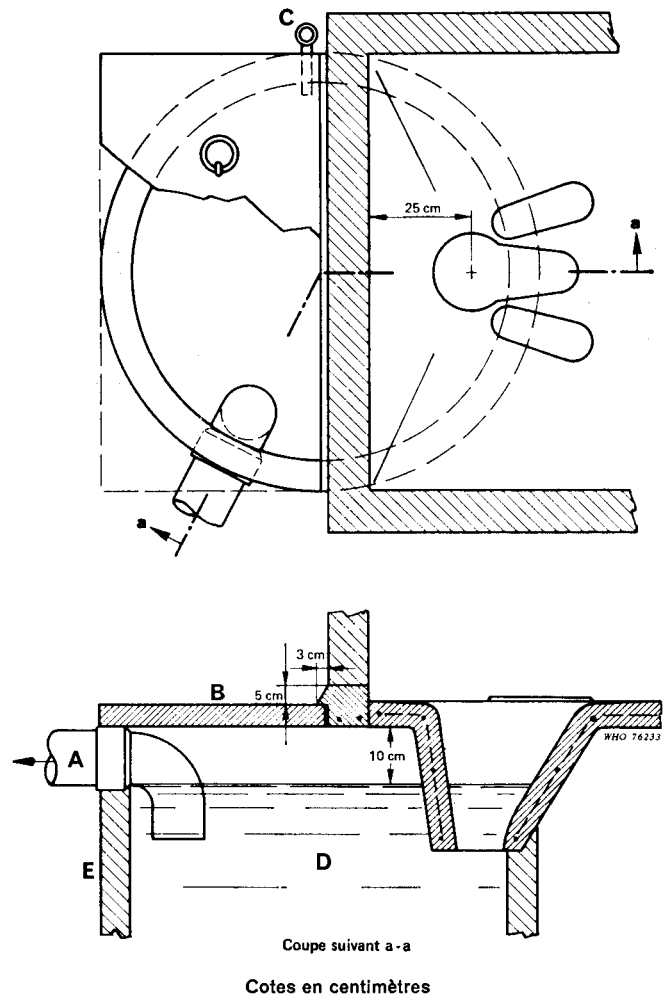
Les étapes essentielles de la construction sont les suivantes:

1. Creuser une fosse aux dimensions du réservoir et en garnir le fond d'une couche de gravier de 10 cm d'épaisseur, que l'on damera soigneusement pour obtenir une fondation stable.

2. Couler, en une seule opération, le fond de béton d'une épaisseur d'au moins 10 cm, en même temps que 20 cm de mur de fond, en utilisant un mélange composé de 1 partie de ciment, 2 parties de sable et 4 parties de gravier (soit 300 kg de ciment au mètre cube), avec 30 litres d'eau au maximum par sac de ciment.

3. Continuer la construction du mur en insérant le T de sortie et le tuyau d'aération aux niveaux appropriés; enduire ensuite la surface interne du réservoir d'une couche de 1,25 cm d'un mélange riche de ciment et sable (dans la proportion de 1 à 3).

Fig. III-25 Cabinet à eau de type familial avec réservoir fait d'un tuyau d'égout en béton



- A = Evacuation vers la tranchée ou le puits perdu
 B = Tampon en béton armé
 C = Tuyau de ventilation de 2,5 cm de diamètre
 D = La capacité du réservoir dépend du diamètre et de la longueur du tuyau d'égout utilisé
 E = Tuyau d'égout en béton, de 90 ou 120 cm de diamètre, d'au moins 90 cm de longueur et dont l'extrémité inférieure est scellée sur une dalle de béton

4. Lorsque l'enduit est prêt, éprouver l'étanchéité du réservoir en le remplissant d'eau pendant 24 heures.

5. Poser le plancher ou le construire sur place et terminer l'abri.

6. Creuser la fosse d'infiltration et la relier par un tuyau de 10 cm de diamètre à la sortie de l'effluent du réservoir.

7) Mise en service et entretien

1. Remplir d'eau le réservoir jusqu'au niveau inférieur du tuyau d'évacuation.

2. Ajouter un peu de boue digérée prélevée dans un autre cabinet pour ensemercer l'eau avec les espèces adéquates de bactéries et de micro-organismes qui accompliront le processus de décomposition. Cette mesure n'est pas indispensable, mais si le réservoir n'est pas ensemenché, il faut un certain temps (de six à huit semaines) avant d'obtenir un bon rendement.

3. Si le cabinet n'est pas utilisé quotidiennement, ajouter une certaine quantité d'eau de temps à autre pour que les tuyaux de descente soient toujours submergés. Les résidus humains déposés dans le réservoir seront beaucoup moins volumineux lorsqu'ils seront digérés. Après utilisation d'un cabinet à eau pendant plusieurs années — six à huit ans approximativement —, la boue digérée occupera 40 à 50 % de la capacité en eau du réservoir et devra être vidangée. La boue vidangée sera enterrée dans des tranchées de 40 cm de profondeur.

4. Prévoir un regard de visite pour le nettoyage périodique. Ce trou doit être situé soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de la superstructure. Il doit être hermétiquement fermé, pour empêcher l'entrée des mouches et des moustiques. De plus, il devra être d'accès facile, et non pas masqué sous un monticule de terre qui en ferait oublier l'existence.

8) Avantages et inconvénients

Les avantages du cabinet à eau sont les suivants:

- Convenablement utilisé et entretenu, il satisfait aux critères exposés plus haut (voir p. 58) quant aux conditions sanitaires et aux considérations d'ordre esthétique.
- C'est un type d'installation permanente relativement simple.
- Il peut être placé près d'une habitation.
- Il résiste mieux à une utilisation abusive et aux déprédations.

Citons ses inconvénients:

- Son coût initial, assez élevé dans les régions rurales de certaines parties du monde, pourra nuire à l'extension de son emploi.
- Dans les régions rurales dépourvues de services éducatifs sanitaires organisés, son succès n'est pas assuré.

— Son fonctionnement exige de l'eau, bien qu'en faible volume.

— Il requiert un entretien quotidien.

La latrine à seau

Ce dispositif d'évacuation des excréta est également appelé « tinette » dans les pays de langue française. En principe, il se compose d'un seau dans lequel sont déposés les excréta et que l'on enlève fréquemment pour le vider et le nettoyer (Fig. III-26).

Ce type de latrine est employé dans les villages et les zones urbaines dépourvus d'égouts.

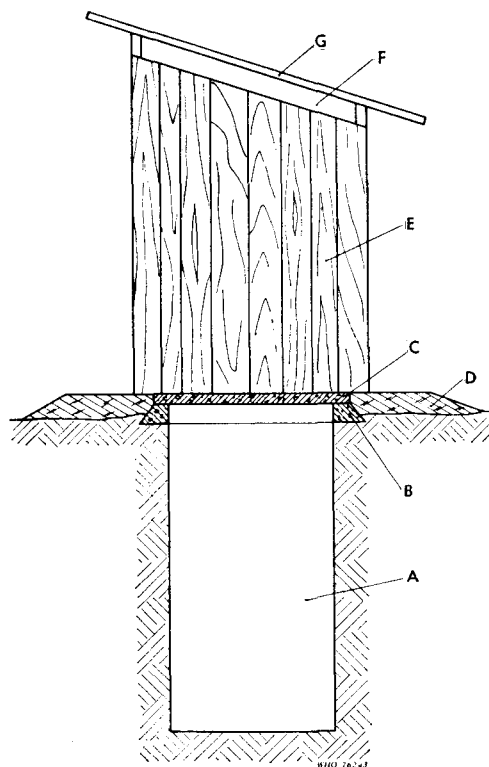
1) Le seau ou récipient

Le seau ou récipient est en général fait de fer galvanisé, d'environ 38 cm de diamètre supérieur et 30 cm de profondeur; il est muni d'une poignée permettant de le soulever et de le transporter.

2) Le compartiment de collecte et la superstructure

Le seau est placé dans un compartiment spécial sous la dalle à la turque. Ce compartiment peut être construit

Fig. III-26 Latrine à seau



- A = Compartiment de collecte, en matériaux imperméables; coupe montrant le seau
 B = Porte de protection contre les mouches
 C = Plancher ou dalle surélevée
 D = Surface pavée et drain
 E = Tranchée ou puits perdu
 F = Niveau primitif du sol

en briques ou en béton, avec angles arrondis, de forme telle que le seau soit facile à mettre en place. La plupart des compartiments s'ouvrent vers l'arrière des latrines dans l'allée de service utilisée pour la collecte. Il importe, du point de vue sanitaire, de prévenir l'entrée dans ce compartiment des mouches et animaux divers. Il est bon d'aérer le compartiment au moyen d'un tuyau montant jusqu'au toit de la superstructure. La distance verticale entre la face inférieure de la dalle et le bord du seau ne doit pas dépasser 2,5 cm. La superstructure elle-même est construite comme celle d'un cabinet à fosse ordinaire, à ceci près que le plancher est surélevé au-dessus du compartiment de collecte et du niveau du sol.

3) Collecte et transport des seaux

La collecte se fait généralement chaque jour, bien qu'en certains endroits elle ne soit qu'hebdomadaire ou bi-hebdomadaire. Le seau emporté doit être fermé par un couvercle mettant son contenu à l'abri des mouches, et remplacé par un seau propre, désinfecté. L'heure de la collecte peut être nocturne ou diurne et les seaux peuvent être transportés par un véhicule.

4) Méthodes de traitement des vidanges

Les vidanges des latrines peuvent être traitées comme suit:

- enfouissement dans des fosses ou tranchées;
- incinération avec d'autres détritiques (méthode onéreuse);
- décharge directe dans des égouts;
- digestion anaérobie dans des réservoirs clos.

5) Avantages et inconvénients

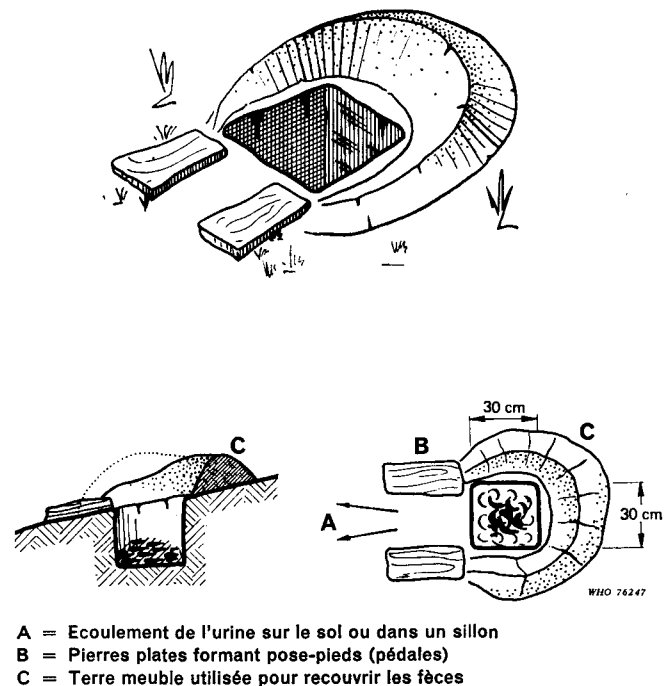
Il n'y a pratiquement pas d'avantages à utiliser ce type de latrine, car ce système ne répond pas aux exigences sanitaires déjà mentionnées. Il est difficile d'assurer la collecte régulière des seaux. Ceux-ci, la plupart du temps, restent exposés à l'accès des mouches et autres vermines; leur contenu, pendant la collecte et le transport, souille les abords des latrines et les rues; leur lavage n'est jamais satisfaisant. Enfin, le coût de l'opération est très élevé et pourrait facilement compenser l'installation d'un système plus hygiénique et moins onéreux.

Les feuillées et la latrine à tranchée

1) Description

On donne habituellement, dans les pays de langue française, le nom de « feuillées » à de petites fosses ou tranchées superficielles creusées en terre. La fosse est en général carrée, d'environ 30 cm x 30 cm d'ouverture et d'environ 40 cm de profondeur. La terre d'excavation est légèrement amassée en bordure du trou (Fig. III-27). Chaque usager doit jeter une pelletée de terre meuble sur les fèces déposées. L'urine tombe normalement hors de la fosse et s'écoule latéralement. On estime qu'une fosse

Fig. III-27 Une « feuillée »



- A = Ecoulement de l'urine sur le sol ou dans un sillon
 B = Pierres plates formant pose-pieds (pédales)
 C = Terre meuble utilisée pour recouvrir les fèces

aux dimensions indiquées peut recevoir de 100 à 150 selles; elle est ensuite soigneusement recouverte d'un volume égal de terre.

La latrine à tranchée repose sur le même principe. La tranchée est souvent creusée jusqu'à une profondeur de 60 cm et sa longueur va de 1 à 3 m. Ce type de latrine temporaire est employé pour des camps militaires et de scouts, des chantiers de construction, de mines, etc.

2) Avantages et inconvénients

La construction est simple et peu coûteuse, s'adaptant bien aux habitudes primitives de populations rurales.

Les inconvénients sont:

- pollution du sol;
- prolifération des mouches, accès des animaux aux fèces;
- risque de pollution de l'eau de surface et de l'eau souterraine;
- mauvaises odeurs et aspect répugnant.

Les feuillées et les latrines à tranchée ne doivent être recommandées que comme systèmes *temporaires*, utilisables pendant quelques jours consécutifs seulement, pour des groupes d'individus en déplacement.

La latrine suspendue

La latrine suspendue se compose d'une superstructure et d'un plancher érigés sur des pilotis de bois, au-dessus de l'eau, le long des rivières, des côtes ou des marais côtiers. Ce type de latrine peut difficilement présenter d'arguments en sa faveur, bien qu'il soit pratiqué par de

nombreuses populations, et qu'en soi il ne diffère pas de la méthode de dilution des eaux d'égout d'une ville. Il se passe plutôt que les populations qui s'en servent n'ont généralement pas d'autre source d'eau que celle sur laquelle est bâtie la latrine, et que cette eau contaminée est employée pour la boisson et la baignade. La latrine suspendue ne deviendrait acceptable que si tous ces inconvénients pouvaient être évités.

Le cabinet à compost

La fosse, la dalle et la superstructure du cabinet à compost sont semblables à celles décrites plus haut pour le cabinet à fosse (voir p. 61). Toutefois, la capacité de la fosse est plus grande, afin d'éviter un remplissage trop rapide et de permettre un compostage sur place. Cette méthode est basée sur la décomposition anaérobie des résidus organiques, que l'on doit laisser au repos pendant une période d'au moins six mois pour assurer la destruction des germes pathogènes et des œufs d'helminthes.

La fosse ordinaire peut être remplacée par une voûte de forme oblongue, aux parois garnies de briques ou d'un mélange terre-ciment. L'ouverture supérieure est assez grande pour être recouverte par la dalle et la superstructure et laisser de l'espace à l'arrière pour un couvercle étanche qu'on enlèvera au moment voulu pour extraire les matières. La division de la voûte en deux compartiments permet l'usage de la latrine sans interruption. Il suffit pour cela de placer sur un compartiment une dalle ordinaire de latrine et de fermer l'autre par une dalle pleine. Quand le premier compartiment est rempli, on change de place les dalles et le deuxième compartiment est mis en service pendant que les matières se décomposent dans l'autre.

L'obtention d'un bon compostage est assez difficile et demande quelque compétence de la part des utilisateurs; de plus, le compostage dans un cabinet à fosse n'est pas exempt de danger et exige du soin. La méthode est plus onéreuse que celle du cabinet à fosse ordinaire.

La toilette chimique

1) Description

Ce système (Fig. III-28) se compose d'un réservoir métallique muni d'un agitateur, d'un siège avec couvercle et d'un conduit de ventilation.

On verse dans le réservoir, d'une contenance de 500 litres, une solution de 11,3 kg de soude caustique dans 50 litres d'eau. Les excréta déposés dans le réservoir sont liquéfiés et stérilisés par le produit chimique, qui détruit également tous les germes pathogènes et les œufs de vers. L'agitateur du réservoir permet de briser les matières solides et d'accélérer ainsi leur désintégration par la soude. Après quelques mois de fonctionnement, le produit usé est vidangé et évacué dans un puits perdu convenablement situé.

Ce cabinet est utilisable à l'intérieur des habitations, des bateaux, des avions et des remorques. On le trouve dans le commerce, mais il est assez coûteux à l'achat et à l'entretien.

2) Avantages et inconvénients

Les avantages de ce système sont qu'il répond à toutes les exigences, tant sanitaires qu'esthétiques, et qu'il peut être placé à l'intérieur d'une habitation.

Par contre, il est coûteux à l'achat et nécessite une dépense régulière pour le produit chimique.

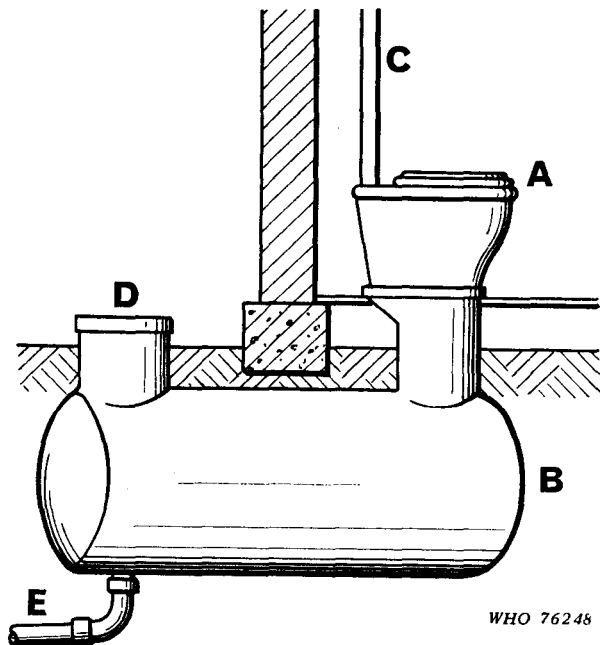
Evacuation des excréta avec entraînement par l'eau

Considérations générales

Il s'agit là des systèmes les plus satisfaisants pour évacuer les excréta, aussi bien dans les zones rurales qu'urbaines, à condition de disposer d'eau courante. Ils répondent, d'autre part, à tous les critères hygiéniques et esthétiques, permettant d'éviter la contamination du sol et de l'eau superficielle, de mettre les résidus dangereux à l'abri des mouches, des rongeurs et des animaux domestiques, et de prévenir la transmission à l'homme des maladies d'origine fécale.

L'inconvénient de ces systèmes est la nécessité d'évacuer et de traiter d'importants volumes d'eau contaminée. Dans les villes, les eaux usées sont entraînées dans des

Fig. III-28 Toilette chimique



WHO 76248

- A = Siège de cabinet à l'intérieur de la maison
- B = Réservoir contenant la solution de soude caustique
- C = Conduit de ventilation
- D = Ouverture d'inspection
- E = Vidange

égouts et évacuées d'une façon appropriée, mais dans les régions rurales dépourvues de réseaux d'égout, les eaux usées sont évacuées individuellement. Or, comme dans ces régions l'eau souterraine est souvent captée comme source d'eau domestique, il faut que tout système d'évacuation des eaux usées soit construit de façon à ne négliger aucun des dangers possibles de contamination de la nappe phréatique.

Les méthodes d'évacuation individuelle des eaux usées sont les suivantes :

- 1) dilution dans de grandes quantités d'eau;
- 2) fosse d'aisances et puits perdu;
- 3) système à fosse septique.

Le choix entre ces trois méthodes dépendra :

- de la nature du sol;
- de la présence d'eau souterraine;
- de son niveau et de sa direction d'écoulement;
- des conditions topographiques;
- de la proximité de sources d'approvisionnement en eau;
- du volume à traiter;
- de la surface disponible pour les ouvrages;
- du coût.

Evacuation par dilution

Ce système peut être utilisé lorsque la proximité de la mer, de lacs ou de grands fleuves permet d'évacuer les résidus liquides des habitations ou des collectivités, directement ou après simple passage dans une fosse septique ou un réservoir de sédimentation. Les eaux usées doivent, de préférence, être conduites en un point situé nettement au-dessous du niveau minimal des eaux, si possible près du fond, afin d'assurer une dilution convenable.

Ce système est conçu pour profiter du pouvoir naturel d'autoépuration de l'eau, par lequel l'oxygène dissous agit sur les matières organiques des eaux usées et facilite une décomposition aérobie.

Si le volume de l'eau réceptrice est insuffisant à assurer la quantité d'oxygène nécessaire à la décomposition de la matière organique et à la réduction des micro-organismes, une décomposition anaérobie s'amorcera et il en résultera une influence néfaste sur la faune et la flore de l'eau réceptrice.

Un autre danger réside dans la possibilité de contamination de l'eau réceptrice par les bactéries pathogènes et par les œufs ou les formes larvaires de certains vers.

C'est pourquoi cette méthode d'évacuation ne doit jamais être pratiquée sans l'autorisation des responsables de l'hygiène publique qui fixeront eux-mêmes les rapports entre les débits d'eaux d'égout et des cours d'eau.

La fosse d'aisances

Il s'agit d'une fosse couverte qui reçoit les eaux usées brutes (Fig. III-29). Elle peut être étanche ou permettre l'infiltration.

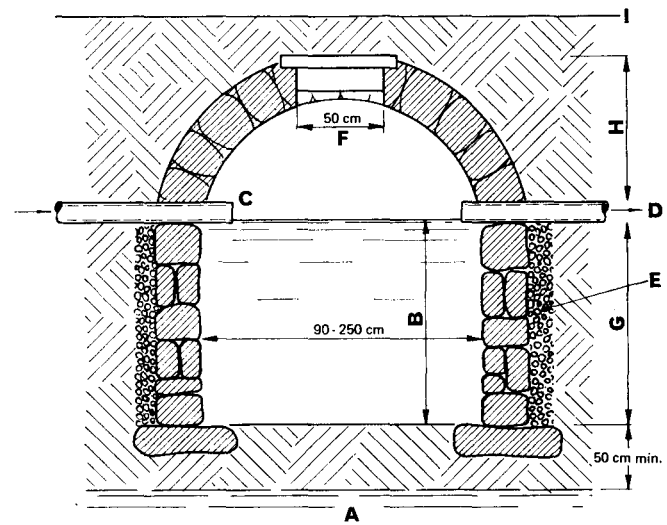
1) Fosses étanches

Les fosses étanches sont en général prévues pour une capacité de 68 litres par personne et par mois, soit 408 litres par personne pour six mois. Elles sont utilisées dans certaines régions où le sous-sol ne permet pas d'infiltration. Leur contenu doit être extrait périodiquement. Ce système présente l'inconvénient de devoir disposer hygiéniquement des matières et des eaux après la vidange des fosses. On recommande de vider ces dernières tous les six mois environ, pour assurer une meilleure destruction des bactéries pathogènes et des œufs de vers intestinaux. Cette vidange nécessite la mise en œuvre de moyens coûteux : pompe, camion-citerne, champs d'épandage, sans compter la main-d'œuvre. Un autre inconvénient réside dans le remplissage excessif de la fosse qui fait refluer les matières par l'égout et sortir les liquides par les joints de celui-ci, ce qui provoque la contamination de la surface du sol environnant. L'emploi de la fosse étanche doit être évité le plus possible.

2) Fosses d'infiltration

Un meilleur système est la fosse d'infiltration (Fig. III-30). Elle porte le nom de « puisard » quand elle reçoit

Fig. III-29 Fosse d'aisances doublée de grosses pierres

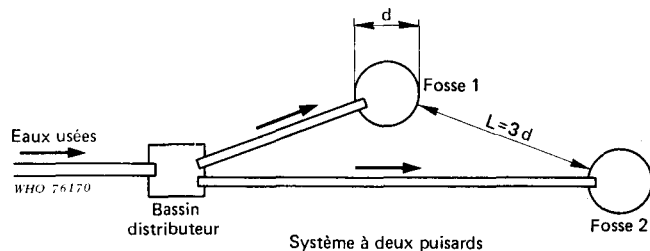
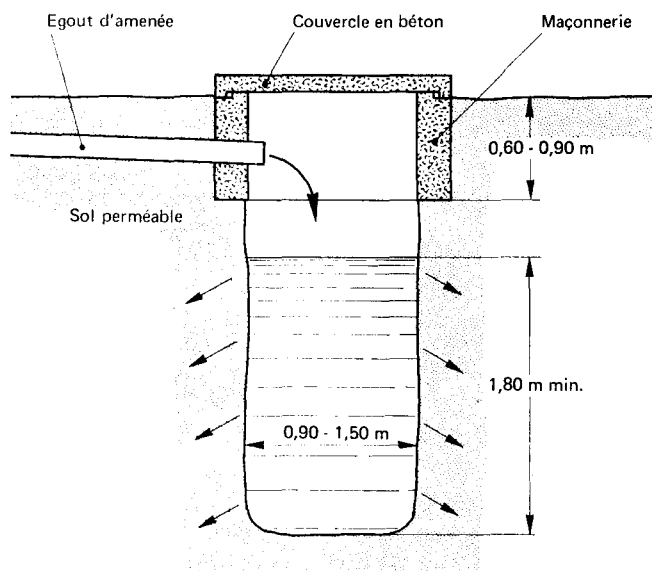


WHO 76235

- A = Eau souterraine
- B = Profondeur de 2 m ou plus dans le sol perméable
- C = Tuyau d'arrivée
- D = Tuyau d'évacuation vers une autre fosse. Ce tuyau ne sert que lorsque la première fosse est colmatée et cesse de fonctionner
- E = Couche verticale de 15 cm de gros gravier
- F = Trou de visite (50 x 50 cm)
- G = Pierres non jointoyées
- H = Pierres jointoyées au mortier
- I = Surface du sol

directement les eaux usées brutes, retient les matières solides et laisse infiltrer le liquide dans le sol. On la désigne sous le nom de « puits perdu » quand elle reçoit seulement les eaux décantées des cabinets et des fosses septiques.

Fig. III-30 Fosse d'infiltration



Ces fosses ont en général 90 cm à 1,50 m de diamètre et sont fermées par un couvercle étanche. Elles doivent s'enfoncer dans le sol perméable de 1,80 m environ, sinon le diamètre doit être augmenté pour permettre une infiltration suffisante des liquides dans le sol. En effet, on considère que l'infiltration la plus importante se produit plutôt à travers les parois verticales. Pour éviter un trop grand diamètre on peut construire plusieurs fosses et les relier entre elles par le sommet, auquel cas la distance entre deux quelconques d'entre elles doit être d'au moins trois fois le diamètre de la plus grande fosse.

Les 60 à 90 cm supérieurs sont construits en maçonnerie de pierres ou de briques (c'est par cette partie que pénètre l'égout), tandis que le reste des parois est muni ou non d'un garnissage à joints ouverts.

Les puisards sont d'une durée plus faible que les puits perdus, à cause du colmatage rapide des parois par suite du dépôt de matières solides fines entre les interstices du sol. Quand cela se produit, on doit creuser un nouveau puisard et remblayer l'ancien.

La fosse septique

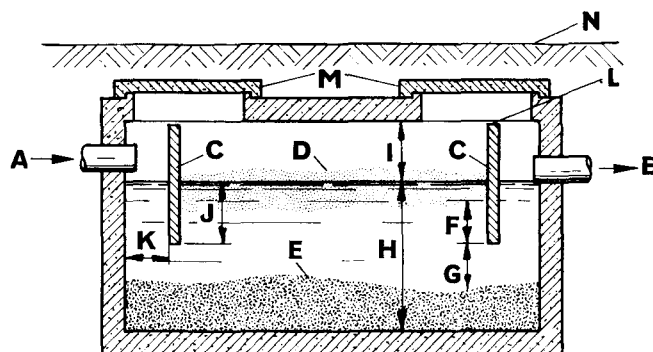
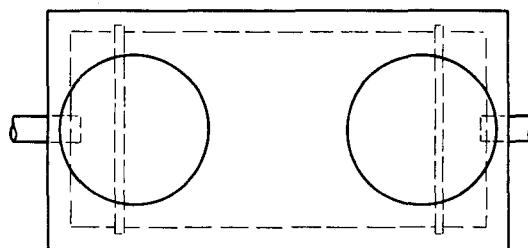
1) Description

La fosse septique est plus utile que les fosses d'infiltration et les méthodes de dilution. Elle convient aux habitations isolées, aux petits groupes de maisons et aux établissements situés dans les régions rurales ou hors d'atteinte des réseaux d'égouts.

Elle consiste en un réservoir de décantation étanche et couvert dans lequel les eaux usées brutes sont amenées par l'égout du bâtiment à une extrémité, s'y écoulent lentement, se débarrassent des matières solides, se clarifient et finalement sont évacuées à l'extrémité opposée (Fig. III-31). Elle peut être rectangulaire ou cylindrique. Les fosses rectangulaires sont deux à trois fois plus longues que larges.

Afin d'obtenir une meilleure sédimentation des matières solides en suspension et un effluent plus clair, il est recommandé, surtout lorsque la fosse dessert moins de vingt personnes, de construire deux compartiments dont le premier aura une capacité d'environ deux tiers

Fig. III-31 Type de fosse septique de ménage



- WHO 76202
- A = Entrée
 - B = Sortie
 - C = Déflecteur
 - D = Ecume flottante
 - E = Boue
 - F = Espace exempt d'écume
 - G = Espace exempt de boue
 - H = Profondeur d'eau dans le réservoir
 - I = Espace dégagé
 - J = Profondeur de pénétration du déflecteur
 - K = Distance du déflecteur à la paroi, 20 à 30 cm
 - L = Haut du déflecteur, à 2,5 cm du toit, pour la ventilation
 - M = Couvercles, de préférence ronds
 - N = Niveau du sol, à moins de 30 cm au-dessus de la fosse (sinon, surélever les couvercles jusqu'au niveau du sol)

de la capacité totale requise. Ces deux compartiments communiqueront par un coude dont l'extrémité inférieure se trouvera au moins au niveau de celle du dispositif de sortie (Fig. III-32).

2) Dimensions

Les principaux éléments à prendre en considération pour décider de la capacité d'une fosse septique sont:

- le flux moyen journalier d'eaux usées;
- la durée de rétention (de un à trois jours, de préférence 24 heures);
- la contenance en boues, qui doit être suffisante pour que la vidange ne s'impose que tous les deux ou trois ans.

Le tableau III-C donne les capacités à prévoir pour les fosses septiques des habitations isolées. Le tableau III-D donne les capacités à prévoir pour les fosses septiques desservant des camps, des écoles, etc. Les capacités indiquées sont basées sur un débit journalier en eaux

TABLEAU III-C. Capacités à prévoir^a pour les fosses septiques des habitations isolées

Nombre maximal de personnes desservies	Capacité nominale de la fosse (en litres)	Dimensions recommandées (en mètres)			
		Largeur	Longueur	Profondeur du liquide	Profondeur totale
4	1 900	0,90	1,80	1,20	1,50
6	2 280	0,90	2,10	1,20	1,50
8	2 850	1,05	2,10	1,20	1,50
10	3 420	1,05	2,25	1,35	1,65
12	4 180	1,20	2,55	1,35	1,65
14	4 940	1,20	3,00	1,35	1,65
16	5 700	1,35	3,00	1,35	1,65

^a La capacité en liquide est calculée d'après le nombre des personnes desservies. Le volume est basé sur la profondeur totale et comprend l'espace situé au-dessus du liquide, qui est de 30 cm.

TABLEAU III-D. Capacités à prévoir^a pour les fosses septiques desservant des camps et des écoles (externats)

Nombre maximal de personnes desservies		Capacité nominale de la fosse (en m ³)	Dimensions recommandées (en mètres)			
Camps	Ecoles		Largeur	Longueur	Profondeur du liquide	Profondeur totale
40	60	3,8	1,20	2,55	1,20	1,50
80	120	7,6	1,50	3,30	1,50	1,87
120	180	11,4	1,80	4,05	1,50	1,87
160	240	15,2	1,80	5,40	1,50	1,87
200	300	19,0	2,25	5,40	1,50	1,95
240	360	22,8	2,40	6,00	1,50	1,95
280	420	26,6	2,55	6,00	1,65	2,10
320	480	30,4	2,55	6,90	1,65	2,10

^a On peut construire des fosses de plus de 30 000 litres si les circonstances l'exigent. Toutefois, il faut alors considérer la nécessité d'un traitement plus complet.

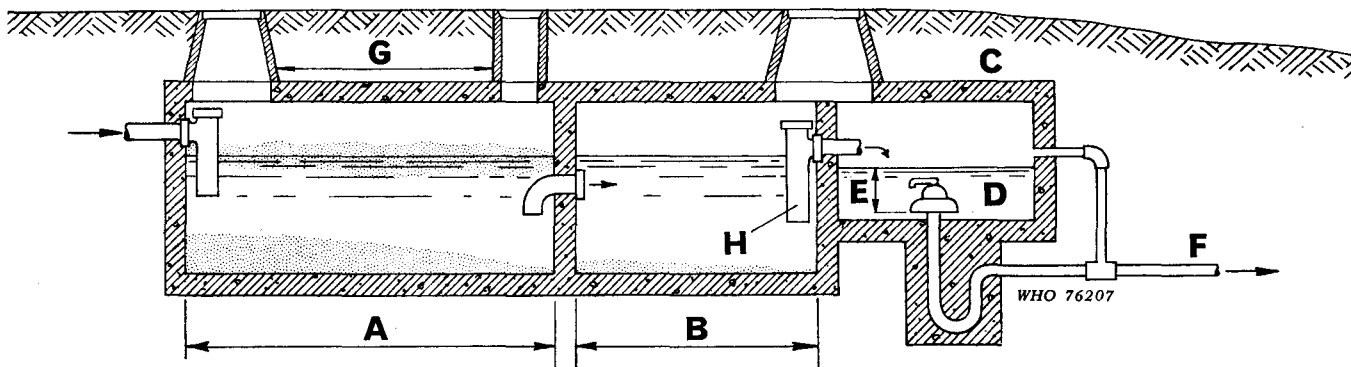
usées de 190 litres par personne et par jour dans les habitations, 95 litres par personne et par jour dans les camps, 64 litres par personne et par jour dans les écoles (externats). Ces valeurs peuvent paraître élevées pour certains pays où la consommation domestique ne dépasse pas 100 litres par personne et par jour, mais elles tiennent compte du gaspillage d'eau et du fait que le volume des fosses septiques ainsi calculé permet d'adopter des dimensions propices au dépôt des matières solides.

Pour les établissements publics comme les hôtels et les hôpitaux ruraux, pour de petites communautés, on devra faire appel à un ingénieur compétent qui établira les données et procédera au calcul des capacités requises.

3) Dispositifs d'entrée et de sortie

Le système à déflecteur et le dispositif d'évacuation représentés sur les figures III-31 et III-32 sont très satisfaisants, simples et faciles à installer. Le dispositif

Fig. III-32 Fosse septique à deux compartiments et chambre de dosage



- A = Compartiment d'entrée
- B = Compartiment de sortie
- C = Chambre de dosage
- D = Siphon doseur
- E = Hauteur de charge

- F = Tuyau d'évacuation
- G = Couvertres des trous de visite (surélevés si l'épaisseur de terre dépasse 30 cm)
- H = Dispositif d'évacuation

d'évacuation doit plonger jusqu'à 40% de la profondeur du liquide. Dans le cas de fosses horizontales cylindriques, cette valeur sera ramenée à 35%. Le déflecteur ou le T d'entrée plongeront à 30 cm sous le niveau de l'eau.

Les deux dispositifs devront permettre la ventilation à travers la fosse et les tuyaux d'entrée et de sortie. Ils s'étendront au moins à 15 cm au-dessus du niveau de l'eau et ménageront un espace d'au moins 2,5 cm sous le toit de la fosse pour la ventilation. Les déflecteurs sont en général placés à 20-30 cm des tuyaux d'entrée et de sortie, dont les extrémités affleurent les parois de la fosse.

Le haut du tuyau d'arrivée sera à 2,5 cm au moins et de préférence à 7,5 cm au-dessus du niveau de l'eau.

4) *Emplacement*

L'emplacement devrait être choisi de façon à obtenir un écoulement facile de la maison vers la fosse et de la fosse vers d'autres systèmes d'évacuation. Etant donné la nécessité d'inspections périodiques, il ne faudra pas enterrer la fosse à plus de 30 à 45 cm au-dessous du niveau du sol. Les regards de visite seront élevés jusqu'au niveau du sol. On prendra les précautions nécessaires pour éviter la pénétration des eaux de ruissellement dans la fosse.

5) *Construction*

La construction de la fosse requiert l'assistance et la surveillance d'un ingénieur ou tout au moins d'un conducteur de travaux expérimenté. La fosse est généralement faite en béton. Parfois, le toit et le fond sont en ciment et les murs en briques, en pierre taillée ou en moellons assemblés par un mortier riche en ciment; ils sont recouverts, sur la face interne, d'un enduit formé par un mélange de 1 partie de ciment et de 3 parties de sable. On emploiera un béton composé de 1 partie de ciment, 2 parties de sable, 4 parties de gravier, contenant environ 25 litres d'eau par sac de 50 kg de ciment. Les murs de béton n'auront pas moins de 10 cm d'épaisseur et seront convenablement armés. La couverture doit être assez solide pour supporter le poids de la terre ainsi que des charges supplémentaires occasionnelles. Pour les grandes fosses, il faut prévoir deux regards de visite, l'un au-dessus de l'entrée, l'autre au-dessus de la sortie. La dimension minimale des regards doit être de 50 cm pour les regards rectangulaires et de 60 cm de diamètre pour les regards circulaires.

6) *Fonctionnement et inspection*

Quand les eaux usées arrivent dans la fosse, elles s'étalent et perdent de leur vitesse initiale, les solides en suspension se déposent alors graduellement au fond. Au bout de quelques jours, une décomposition anaérobie commence sous l'action des bactéries, et peu à peu les boues se liquéfient et perdent de leur volume en dégageant des gaz qui montent vers la surface du liquide.

Ce mouvement ascendant des gaz entraîne des particules solides trop fines et trop légères pour se déposer; elles vont constituer à la surface une couche d'écume, qui continue à activer l'action anaérobie en isolant mieux les boues de l'air. L'effluent s'écoule par le dispositif de sortie, peu trouble mais toujours dangereux, car il peut contenir les germes pathogènes et les œufs de vers intestinaux qui n'ont pas été détruits par un court passage à travers la fosse; c'est pourquoi il doit être traité avec le maximum de précaution.

Quand les boues ont atteint une épaisseur critique, elles sont évacuées et éliminées par enfouissement car elles contiennent de la matière non digérée et sont encore nocives; elles ne doivent pas être utilisées comme engrais.

Pour mettre en fonctionnement une fosse nouvellement construite, on la remplira d'abord d'eau, puis on l'ensemencera avec cinq à huit seaux de boue mûre (ou de fumier d'étable suffisamment avancé pour que l'on perçoive une odeur ammoniacale).

On inspecte une fosse en fonctionnement en mesurant: l'épaisseur de l'écume, l'épaisseur de la boue et la distance entre le niveau inférieur de l'écume et le bas du dispositif de sortie de l'effluent (cette dernière distance est nommée « espace exempt d'écume »). L'épaisseur de l'écume et des boues réunies ne doit pas dépasser 50 cm et l'espace exempt d'écume 7,5 cm.

7) *Evacuation de l'effluent*

Les moyens à employer dans les régions rurales et les petites collectivités pour l'évacuation finale de l'effluent de la fosse septique peuvent se résumer aux suivants: dilution, puits perdus, irrigation subsuperficielle, tranchées filtrantes, filtres à sable, filtres percolateurs.

Le choix de l'un quelconque de ces moyens dépendra des circonstances locales, dont on jugera selon les facteurs ci-après:

- a) la nature du sol (degré de perméabilité);
- b) la profondeur à laquelle se trouve la nappe aquifère;
- c) la proximité des puits ou autres sources d'approvisionnement en eau;
- d) le volume et la vitesse de renouvellement de l'eau de surface disponible pour la dilution;
- e) l'usage fait de ces eaux (distribution publique, pêche, bains, etc.);
- f) la superficie de terrain disponible pour les ouvrages;
- g) la proximité des habitations;
- h) la direction du vent dominant;
- i) le type de végétation croissant sur le terrain récepteur;
- j) l'extension future probable du système.

a) *Evacuation par dilution et par puits perdu*

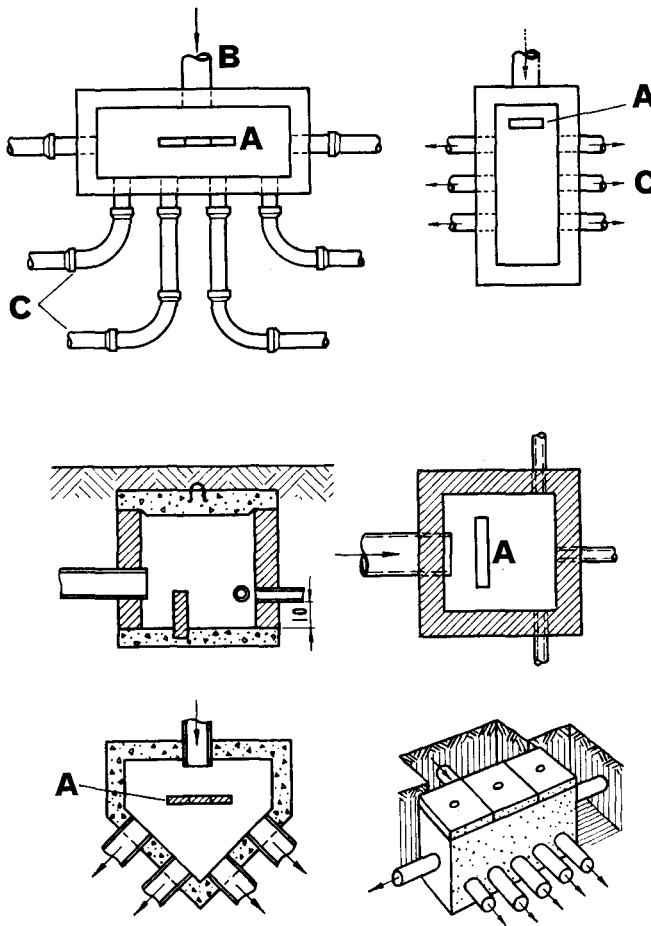
Ces méthodes d'évacuation ont été décrites plus haut (voir p. 76 et 77).

b) Evacuation par irrigation subsuperficielle

Elle consiste simplement à disperser l'effluent dans la couche supérieure du sol au moyen de tuyaux de drainage à joints ouverts, posés dans des tranchées et recouverts. De cette façon, l'effluent est épuré par l'action des bactéries saprophytes aérobies de la terre et percole dans le sol. Il est évident que cette méthode ne peut être employée dans des sous-sols non poreux, quand la nappe phréatique s'élève jusqu'à 1,2 m de la surface, ou quand on risque de polluer des sources d'approvisionnement en eau. En particulier, elle n'est applicable ni dans les sols argileux imperméables, ni dans les régions marécageuses.

Une chambre de distribution sert à assurer une répartition uniforme de l'effluent dans le terrain récepteur par les tuyaux de drainage (Fig. III-33). Le tuyau d'arrivée devra déboucher à l'une des extrémités de la chambre, à environ 5 cm du fond. Les parois s'élèveront jusqu'à environ 50 cm au-dessus du tuyau d'arrivée, et la chambre

Fig. III-33 Types de chambres de distribution

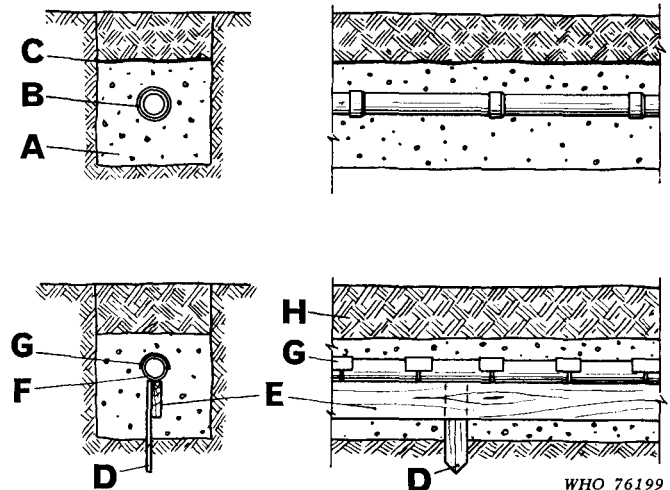


WHO 76198

Adapté, avec autorisation, du Manual of septic-tank practice.

- A = Déflecteur de bois ou de briques
- B = Arrivée de la fosse septique ou de la chambre de dosage
- C = Sortie vers les conduites d'absorption

Fig. III-34 Tranchées d'évacuation



WHO 76199

- A = Gravier grossier entourant le tuyau
- B = Tuyau à assemblage par emboîtement
- C = Papier fort ou goudronné
- D = Pieux de bois supportant la planche E
- E = Plaque longitudinale, clouée aux pieux, selon l'inclinaison exacte choisie pour les conduites
- F = Tuyaux absorbants de terre cuite, reposant sur la planche E
- G = Papier goudronné recouvrant la moitié supérieure des joints ouverts
- H = Remplissage de terre tassée

sera munie d'un tampon, qui peut éventuellement être placé à 30-40 cm au-dessus de la surface du sol. Les conduites de drainage seront insérées au niveau du fond de la chambre ou à environ 2,5 cm au-dessus; elles seront toutes placées à la même hauteur. La chambre doit avoir une largeur appropriée à son emploi et une longueur égale au minimum nécessaire pour placer les drains de telle sorte que leur débit soit satisfaisant.

Dans les tranchées d'évacuation (Fig. III-34), on utilise couramment des tuyaux de terre cuite à bords droits, de 10 cm de diamètre, de 30 à 60 cm de long. D'autres types de tuyaux sont aussi employés. Les tuyaux de terre cuite exigent un support rigide si l'on veut que la pente soit constante et que la distribution de l'effluent de la fosse septique soit uniforme. On confectionne ce support au moyen d'une planche plate de 2,5 cm × 8 cm de section, par exemple, placée de champ et clouée sur des pieux convenablement espacés au fond de la tranchée. Le bord supérieur de la planche peut être disposé exactement à l'inclinaison désirée. Les tuyaux utilisés se posent de façon à laisser entre les éléments successifs un intervalle de 0,6 à 1,2 cm qui permet à l'effluent de s'écouler. Lorsqu'on emploie des tuyaux ordinaires, la moitié supérieure du raccord doit être recouverte d'une bande de papier goudronné ou asphalté afin d'empêcher la pénétration de sable fin et de boue qui pourraient gêner l'écoulement de l'effluent. Les joints devront être recouverts d'au moins 5 cm de gravier. Ces tuyaux ne seront pas placés à moins de 30 cm ni à plus de 75 cm de profondeur. Une couverture de terre d'environ 30 cm est désirable pour les protéger contre

les chocs. La pente des tuyauteries d'évacuation ne sera ni trop faible ni trop forte; si elle était trop faible, seule la partie supérieure du terrain recevrait l'effluent; si elle était trop forte, un courant rapide s'établirait dans la tuyauterie vers la partie inférieure du terrain récepteur, qui serait rapidement saturée. Il est recommandé de prévoir une pente de 0,16 à 0,32%, et au maximum de 0,5%.

c) Tranchées à sable filtrant

Dans les sols compacts et imperméables (argileux), on peut construire des tranchées à sable filtrant. La figure III-35 montre une tranchée à sable filtrant qui comprend:

1) un tuyau de distribution de l'effluent, en général de 10 cm de diamètre;

2) un lit de sable filtrant d'au moins 60 cm et de préférence de 75 cm d'épaisseur, à travers lequel l'effluent de la fosse septique percole et dans lequel il subit une filtration biologique;

3) un drain inférieur, également de 10 cm de diamètre, entouré d'une couche de gravier posée au fond de la tranchée; la pente des tuyaux du drain inférieur doit

atteindre 1% et la vitesse de charge des tranchées de sable filtrant est estimée à environ 38 litres par mètre carré et par jour.

d) Filtres à sable

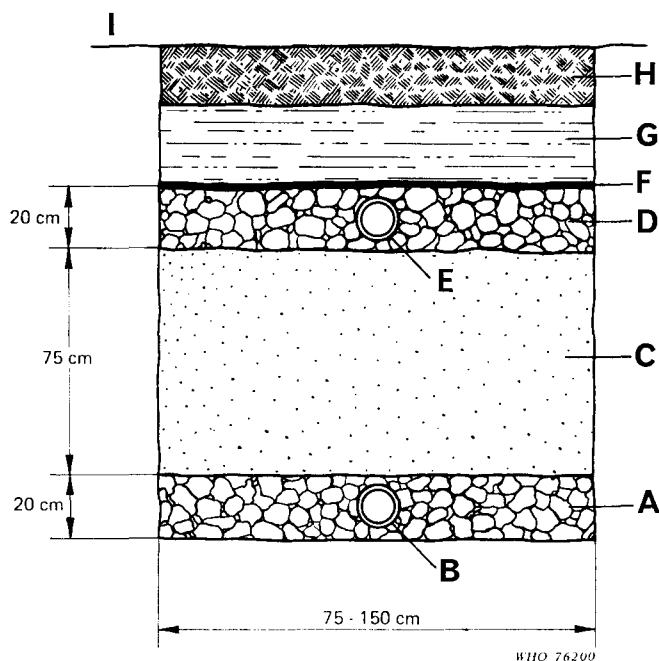
Filtres à sable subsuperficiels. Les filtres à sable subsuperficiels (Fig. III-36) fonctionnent d'après le même principe que les tranchées à sable filtrant (Fig. III-35). Pour les grandes installations, ces filtres sont moins onéreux que les tranchées filtrantes; leur emploi est recommandé surtout lorsque l'installation de siphons doseurs s'impose.

Filtres à sable ouverts. Les filtres à sable ouverts (Fig. III-37) sont employés dans les régions où l'eau souterraine reste en permanence à proximité de la surface du sol et lorsque les conditions du sous-sol (formation rocheuse par exemple) sont défavorables à la construction des systèmes de traitement déjà décrits. Ces filtres sont construits directement à la surface du sol ou partiellement enfouis, suivant les conditions locales. Dans les deux cas, il faut soutenir les parois et retenir le sable par des murs de maçonnerie ou de béton ou, à la rigueur, par des digues de terre.

e) Filtres percolateurs

La figure III-38 donne le schéma d'un petit filtre percolateur. Cette méthode de traitement peut être employée dans les régions favorisées du point de vue économique et où l'on dispose des conseils d'un ingénieur sanitaire pour les construire et les exploiter. Ces filtres sont constitués d'un lit épais de pierres concassées, de coke métallurgique, de lattes ou autres matériaux appropriés, où l'on déverse l'effluent des fosses septiques par intermittence. L'épaisseur du lit percolateur varie de 2 à 3 m. Les filtres percolateurs sont construits en ciment ou autre matériau et doivent être situés au moins à 45 m de toute habitation. Ils ne sont généralement pas recouverts et peuvent dégager des odeurs.

Fig. III-35 Tranchée à sable filtrant



Adapté, avec autorisation, du Manual of septic-tank practice.

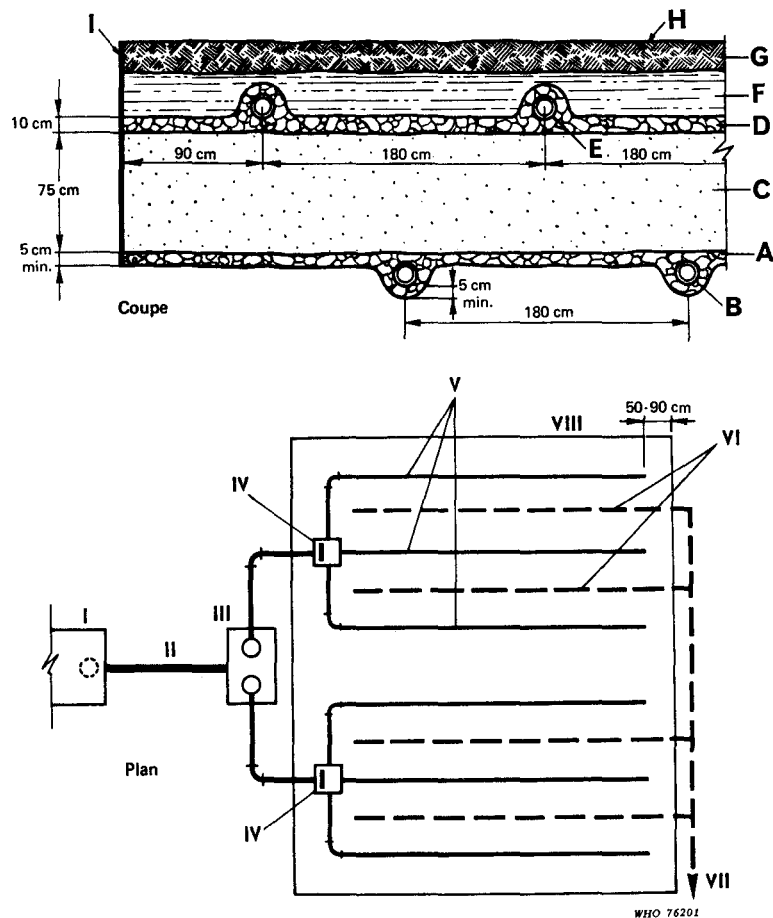
- A = Gravier grossier ou pierres concassées
- B = Drain inférieur collecteur de l'effluent filtré
- C = Filtre à sable grossier
- D = Gravier grossier ou pierres concassées
- E = Tuyau de distribution de l'effluent, fait d'éléments de terre cuite ou de longs tuyaux perforés
- F = Papier fort ou goudronné
- G = Remplissage, damé en couches humides de 15 cm
- H = Sol superficiel
- I = Niveau primitif du sol

CONCLUSION

Etant donné que l'évacuation des excreta demeure, dans bien des pays, un problème de santé publique d'importance primordiale, il importe que tout programme d'assainissement soit rigoureusement planifié et échelonné. Autant que possible, il faudra donc:

- 1) effectuer une enquête aussi complète que possible sur la situation sanitaire du pays;
- 2) étudier, d'après les résultats de cette enquête, la possibilité d'organiser un projet pilote;
- 3) entreprendre l'éducation sanitaire de la population;
- 4) prévoir la formation ou le recrutement du personnel nécessaire;

Fig. III-36 Filtre à sable subsuperficiel

**Coupe:**

- A = Gravier grossier ou pierres concassées
- B = Drain inférieur collecteur de l'effluent filtré
- C = Filtre à sable grossier
- D = Gravier grossier ou pierres concassées
- E = Drains de distribution de l'effluent, en terre cuite, ou tuyaux perforés
- F = Remplissage, damé en couches humides de 15 cm
- G = Sol superficiel
- H = Niveau primitif du sol
- I = Extrémité du filtre

Plan:

- I = Fosse septique
- II = Canalisation de décharge
- III = Chambre du siphon
- IV = Chambres de distribution
- V = Drains de distribution de l'effluent (E de la coupe)
- VI = Drain inférieur collecteur de l'effluent filtré (B de la coupe)
- VII = Drain collecteur général
- VIII = Limites du filtre subsuperficiel

5) élaborer, en fonction du caractère géographique du pays, des mœurs ou coutumes de ses habitants et des possibilités financières, un plan d'assainissement adéquat et envisager les types d'installations à construire ainsi que leur prix de revient;

6) établir le calendrier de la construction;

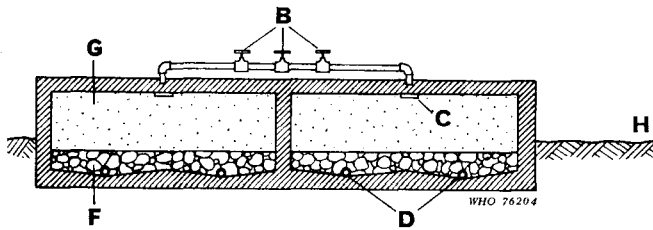
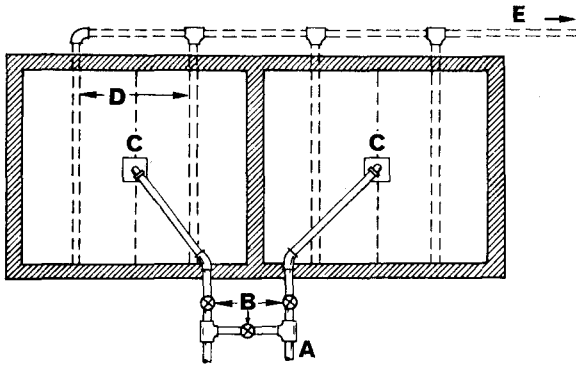
7) promulguer des règlements sanitaires et veiller à leur application;

8) évaluer les résultats du projet et préparer son extension.

III. TRAITEMENT DES EAUX D'ÉGOUT

Les systèmes d'évacuation d'excreta humains qu'on vient d'étudier s'appliquent à l'échelle des petites communautés et des maisons individuelles. Dans les agglomérations de quelque importance, il est difficile d'admettre de telles méthodes, bien que beaucoup de villes des régions en voie de développement n'aient pas encore franchi cette étape. Pour éviter la pollution du sous-sol qui pourrait affecter un réseau de distribution d'eau potable, pour prévenir la prolifération des germes vecteurs de maladies intestinales, qui se propagent plus vite dans

Fig. III-37 Filtre à sable ouvert



Adapté, avec autorisation, du Manual of septic-tank practice.

- A = Tuyau de fonte venant de la chambre de dosage
- B = Vannes de commande, permettant le nettoyage et la réparation des lits filtrants sans interruption de leur fonctionnement
- C = Plaques de dispersion en béton; les faces supérieures sont laissées à l'état brut
- D = Drains inférieurs, posés à 1,8 m ou plus l'un de l'autre, à joints ouverts pour recevoir l'effluent filtré
- E = Collecteur d'évacuation; tuyaux posés à joints étanches
- F = Gravier grossier ou pierres concassées
- G = Sable filtrant grossier, couche de 75-105 cm d'épaisseur
- H = Niveau primitif du sol

les communautés à forte concentration de population, il importe que les eaux usées soient recueillies dans des systèmes d'égout qui les achemineront vers des installations d'épuration avant qu'elles soient déversées dans les cours d'eau ou dans le sol.

Un système d'égouts n'est que la suite logique d'un réseau de distribution d'eau potable. Il sert à retourner à la nature les eaux qui en ont été extraites pour les besoins humains. Ce retour à la nature ne se fait pas sans heurts, autrement dit il exige des mesures et des efforts qui transformeront ces eaux usées en un produit assimilable par la nature.

Le traitement des eaux d'égout se fait par une série de procédés dont la présentation dépasse le cadre du présent ouvrage. Qu'il suffise de retenir que ces procédés ont pour but: de séparer les matières solides du liquide; de détruire la matière organique putrescible contenue dans le liquide, par l'action des bactéries et l'oxydation; de stabiliser les boues et de les rendre inactives par l'action des bactéries; et finalement d'éliminer les bactéries contenues dans le liquide traité, avant son rejet dans la nature.

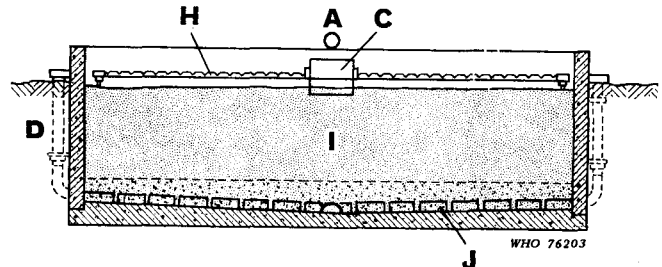
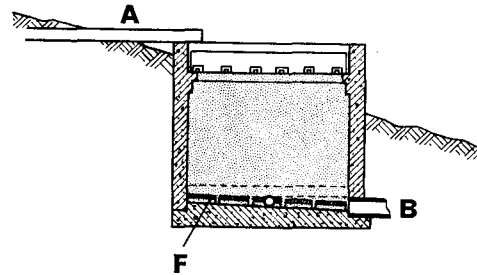
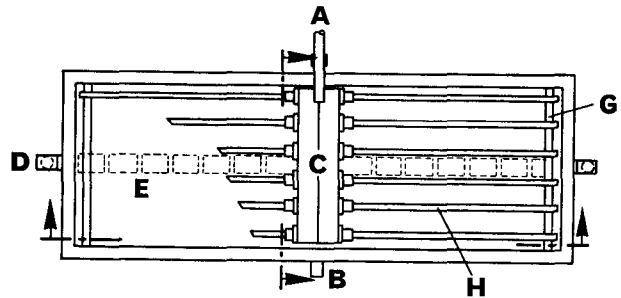
Parmi tous les procédés utilisés, il en est un qui retiendra notre attention plus particulièrement parce qu'il

trouve son application dans les petites communautés pourvues d'un système d'approvisionnement en eau potable et d'un réseau d'égouts, et parce que son utilisation s'impose de plus en plus par sa simplicité et son coût peu élevé. Il s'agit du bassin de stabilisation.

Bassin de stabilisation

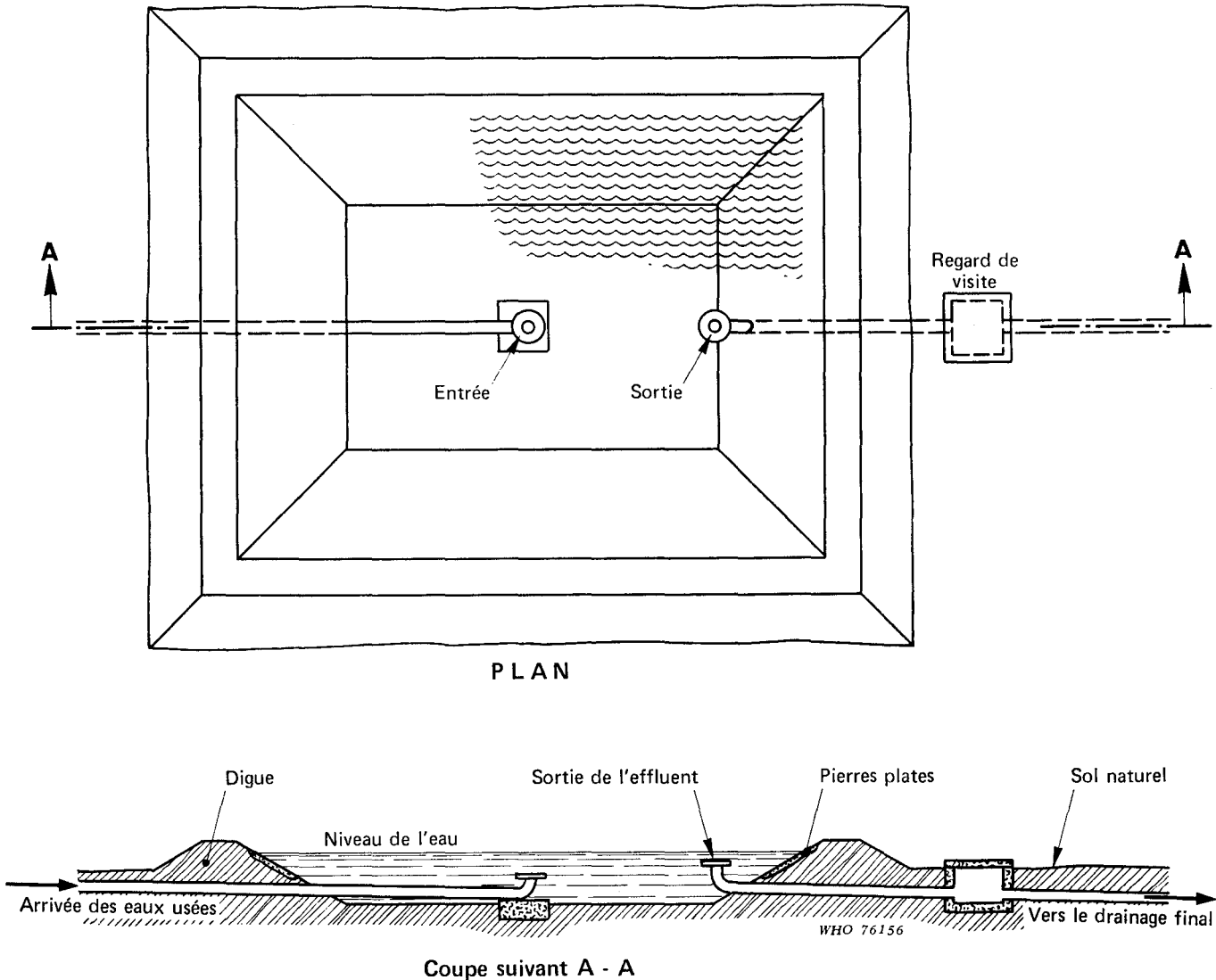
Un bassin de stabilisation est un simple réservoir en terre peu profond (de 0,60 m à 1,80 m) recevant la décharge des égouts en vue de décomposer la matière organique et de la rendre stable (Fig. III-39). Le

Fig. III-38 Petit filtre percolateur



- A = Entrée
- B = Sortie
- C = Système verseur double
- D = Tube de ventilation
- E = Tuiles d'aération
- F = Tuiles d'aération hémicylindriques, de 15 cm
- G = Cornière en T servant de support
- H = Canal de distribution à parois dentelées
- I = Milieu filtrant calibré à 2,5-3,8 cm
- J = Milieu filtrant calibré à 7,5-10 cm

Fig. III-39 Bassin de stabilisation typique



processus peut s'expliquer de la manière suivante: la flore bactérienne attaque la matière organique et la transforme en produits solubles organiques et inorganiques qui servent d'aliments aux algues microscopiques; ces algues, en se développant, absorbent de la lumière solaire et par photosynthèse libèrent de l'oxygène; celui-ci est repris par les bactéries, qui s'en servent pour oxyder la matière organique, il y a ainsi production d'azote, d'anhydride carbonique et d'eau, qui sont utilisées par les algues pour libérer davantage d'oxygène. Ce qui se passe dans un bassin de stabilisation peut donc être comparé à l'autoépuration d'un cours d'eau. Le résultat est en tout cas semblable à celui qui est obtenu dans une installation compliquée et coûteuse d'épuration d'eaux usées.

La forme du bassin de stabilisation peut être carrée, rectangulaire, ou circulaire. Le fond doit être nivelé le plus possible et les bord coupés en talus (3:1). Le sol dans lequel on creuse doit être peu perméable (la latérite et l'argile sont des sols excellents) pour deux raisons: cela permet de réduire l'infiltration qui risque de contaminer l'eau souterraine, et de prévenir l'abaissement du niveau des eaux dans le bassin.

Avec les déblais, on forme autour du réservoir une digue compacte prolongeant les talus au-dessus du niveau du terrain environnant. Pour prévenir l'érosion, on peut poser contre le talus des dalles ou des pierres plates au niveau de l'eau, et gazonner la partie supérieure.

Les eaux usées sont amenées par un égout collecteur au centre ou aux deux tiers de la longueur du réservoir,

et près du fond, la décharge se faisant de bas en haut. Le remplissage du bassin se fait lentement. Après la période de rétention voulue, qui s'estime en termes de jours, l'effluent est recueilli au-dessous de la surface liquide, à des profondeurs variables suivant les critères d'étude du réservoir, et se décharge dans des tranchées pour son drainage final.

Malgré la simplicité de cette méthode de traitement, elle n'évite pas l'entretien et la surveillance. Des mesures périodiques de profondeur doivent être faites, accompagnées de prélèvement d'échantillons d'effluent; la digue

et ses environs doivent être inspectés afin de surveiller des fuites possibles et l'érosion; l'écume de la surface doit être évacuée quand elle est trop épaisse; les herbages des talus doivent être coupés ou détruits afin d'empêcher la croissance des larves de moustiques. Dans la lutte contre les insectes et les rongeurs, on évitera d'employer des produits chimiques et huileux capables de laisser à la surface du bassin une pellicule qui entraverait l'oxydation et la pénétration de la lumière solaire.

Une étude en profondeur a été publiée par l'Organisation mondiale de la Santé sur ce sujet en 1972 (8).

Les déchets solides : ordures ménagères, déchets industriels, fumier

1. Définitions

Déchets. Résidus de l'emploi de matières solides, qui peuvent être putrescibles ou non putrescibles.

Ordures. Toutes matières putrescibles d'origine végétale ou animale résultant de la manutention, de la préparation ou de la consommation des aliments.

Débris. Tous déchets solides et non putrescibles. Parmi les débris combustibles on peut classer les papiers, les cartonnages, le bois, la paille, le crin, etc.; parmi les débris incombustibles, les briques, les pierres, les poteries, les boîtes de conserve, les métaux, ainsi que le verre.

Cendres. Résidu de la combustion du bois, du charbon et d'autres matières combustibles.

Fumier. Excreta des animaux domestiques.

Balayures. Débris combustibles et non combustibles résultant du nettoyage des voies publiques.

2. Importance de l'évacuation des déchets

L'évacuation des déchets est nécessaire pour des raisons d'hygiène et d'esthétique. Les déchets attirent les mouches, les rats, les cafards, ainsi que les chats et les chiens errants et, en se putréfiant, dégagent des odeurs; en outre, s'ils sont contaminés, ils peuvent renfermer des germes pathogènes et des parasites.

Certains types de déchets, par exemple les boîtes de conserve vides, peuvent recueillir l'eau de pluie et devenir ainsi des gîtes pour les moustiques.

Des amoncellements de détritiques tels que pierres, briques, bois, cartons, etc. peuvent servir de refuges aux rats. Enfin, les cendres et poussières, agitées par le vent, deviennent des nuisances et des sources de pollution de l'air.

3. Quantité et caractéristiques des déchets

La quantité de déchets à évacuer varie d'une région à l'autre, selon les saisons de l'année, les habitudes, le niveau de vie et d'éducation des habitants. Aucune formule ne permet d'en calculer la valeur, sauf des études et des observations effectuées sur place. Il en est de même de leurs caractéristiques.

En zone urbaine, la plus grande partie des déchets est constituée de matières organiques putrescibles; le reste — cendres, textiles, verre, bois, métaux, etc. — s'y trouve en proportions extrêmement variables. Dans les

régions rurales, les ordures ménagères et autres détritiques organiques sont en faibles quantités, tandis que le fumier représente la portion la plus importante des déchets.

Une autre variable avec laquelle il faut compter est la densité des déchets. Ses variations peuvent aller de 100 à 500 kg/m³, et, dans certains cas, jusqu'à 600 kg/m³.

La quantité de déchets produite dans les villes pourrait être estimée entre 200 g et 3 kg par personne et par jour, la moyenne se situant aux environs de 900 g, ce qui correspond à un volume approximatif de 2 à 3 litres. Dans les campagnes, on observe une production journalière de 220 à 340 g par personne et par jour, ce qui, à la moyenne de 320 kg/m³, correspond à un volume de 0,7 à 1 litre de déchets.

ÉVACUATION DES ORDURES MÉNAGÈRES

Généralités

L'évacuation des ordures ménagères comprend trois phases: le conditionnement sur les lieux (à domicile), la collecte, l'évacuation finale ou le traitement.

Dans beaucoup de villes existent des règlements applicables aux trois phases de l'évacuation. Malheureusement, les régions rurales sont dépourvues de service assurant la collecte des déchets et leur évacuation finale.

Tout programme d'évacuation des déchets suppose une répartition des responsabilités, responsabilités qui sont d'ordre personnel ou collectif.

Dans les zones rurales, comme dans les zones urbaines, les maîtresses de maison et les simples citoyens exercent des responsabilités individuelles au cours de la première phase de l'évacuation et sont chargés du conditionnement des déchets à domicile. La collecte et l'évacuation finale, ou le traitement, des déchets constituent une responsabilité collective qui incombe aux municipalités.

Conditionnement à domicile

Il importe que les ordures ménagères, avant d'être évacuées, soient conservées de façon hygiénique. On doit donc utiliser des récipients bien fermés, en matière imperméable et résistant à la corrosion, assez solides et susceptibles d'être remplis, vidés et nettoyés facilement.

Les capacités de ces récipients dépendent de la fréquence de la collecte, du nombre d'individus qu'ils

desservent. Cependant, quel que soit le rythme des collectes, les dimensions et le poids d'une poubelle remplie doivent être tels qu'elle puisse être maniée par un seul homme. Les poubelles familiales devraient contenir en moyenne 40 litres (soit un bidon de 36 cm de diamètre sur 40 cm de hauteur), et celles des établissements publics, immeubles à appartements, restaurants, etc., ne devraient pas dépasser 80 litres.

Certaines municipalités ont édicté des règlements qui spécifient la nature et la capacité des récipients à employer pour les ordures ménagères, les endroits où il convient de les entreposer et la fréquence des collectes à effectuer. Ces récipients doivent être périodiquement lavés.

Collecte des ordures ménagères

Organisation

Les collectes sont ordinairement effectuées par des services publics ou semi-publics. Leur fréquence varie en fonction de la quantité d'ordures ménagères à évacuer, des saisons, etc.

Il est impossible de fixer des règles générales de collecte applicables à tous les milieux. Assez souvent, le ramassage des poubelles se fait deux ou trois fois par semaine dans les quartiers résidentiels, et tous les jours dans les quartiers commerciaux. Afin d'éviter une trop grande accumulation d'ordures dans les domiciles et de prévenir ainsi les conditions désagréables qui en résultent, il est souhaitable que la collecte soit au minimum bihebdomadaire. Les heures auxquelles elle est effectuée doivent aussi être soigneusement étudiées pour éviter le plus possible de gêner la circulation des véhicules et des piétons.

Un service de collecte des ordures ménagères peut être l'objet d'une très bonne organisation et cependant mal fonctionner s'il ne bénéficie pas de la coopération du public. C'est pourquoi il est nécessaire de mettre en œuvre un programme d'éducation du public destiné à l'instruire des bienfaits qu'il peut tirer d'un environnement propre, et des pratiques hygiéniques qu'il devrait adopter afin de protéger la santé de l'individu et celle de la collectivité. On recommande vivement l'usage d'affiches, de films, de bulletins et causeries appropriés, qui seront adressés tant aux familles qu'aux instructeurs et élèves des écoles, aux ouvriers et autres membres de la communauté.

Matériel nécessaire

Le matériel utilisé pour la collecte va de la simple brouette aux camions spéciaux à bennes fermées.

Dans les villes, le type de véhicule à recommander est le camion à benne fermée. Cependant, en raison du coût élevé de ce type de véhicule, le camion ordinaire à benne découverte reste le moyen de collecte le plus courant. Assez souvent, pour des raisons d'économie ou autres (étroitesse des rues, forte pente), on doit utiliser des

moyens de transport plus modestes tels que brouettes, tombereaux et animaux portant des paniers d'osier.

Les bennes et autres récipients de collecte doivent être périodiquement nettoyés.

L'industrie automobile a conçu divers types de bennes: bennes à chargement automatique, bennes simples fermées, bennes à compression pour la collecte des ordures ménagères (Fig. IV-1).

Il arrive assez souvent que, la collecte ne pouvant se faire à partir des habitations elles-mêmes, les habitants soient contraints de transporter les ordures jusqu'à un local de dépôt en maçonnerie ou en métal, d'où elles sont ensuite évacuées par camions-bennes. En pareil cas, les ordures devront rester le moins longtemps possible dans les dépôts intermédiaires et, de toute façon, être enlevées le jour même, à moins qu'elles ne soient gardées dans des récipients bien fermés.

ÉLIMINATION FINALE ET TRAITEMENT DES ORDURES

Pour le choix d'un procédé d'élimination des ordures ménagères, on devra tenir compte des facteurs suivants:

- conditions climatiques;
- conditions d'existence des habitants (niveau de vie, souci d'hygiène, souci d'esthétique);
- situation géographique de la ville ou de l'agglomération;
- conditions économiques;
- possibilités industrielles;
- possibilités agricoles;
- conditions géologiques;
- rapidité des progrès de la technique;
- moyens de transport;
- salaires des ouvriers;
- possibilité d'obtenir de la main-d'œuvre.

Les procédés usuels d'élimination finale des ordures ménagères sont décrits ci-après.

Décharge ordinaire

La décharge ordinaire consiste à étaler les déchets sur un terrain vague situé à une distance raisonnable de la périphérie de la communauté. Bien qu'il soit souvent pratiqué, ce procédé constitue un danger pour la santé publique, car il encourage la prolifération des rats et d'autres vermines et peut même engendrer des incendies.

Décharge dans les cours d'eau ou la mer

Quand les communautés sont situées sur le bord de la mer ou de cours d'eau, elles évacuent parfois les ordures dans l'eau. Quoique ces décharges soient faites parfois

Fig. IV-1 Benne pour la collecte des ordures ménagères

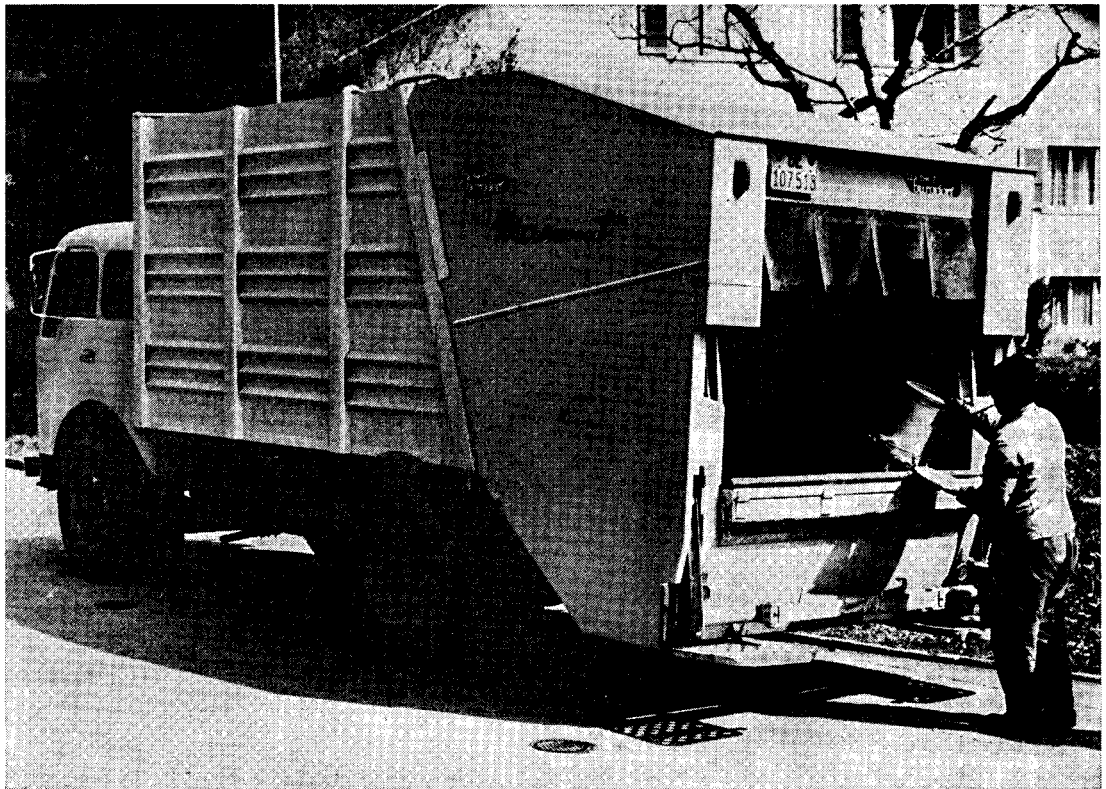
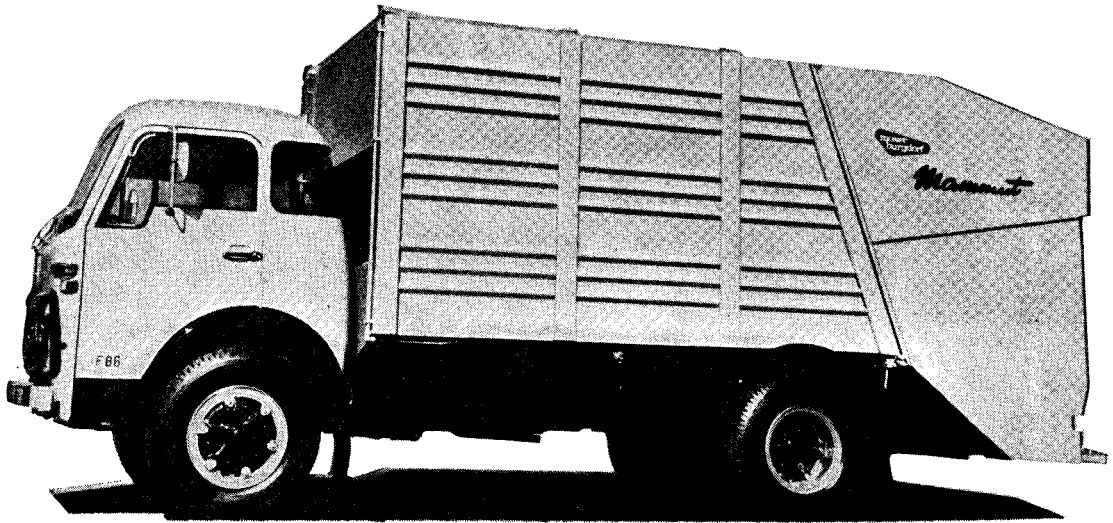
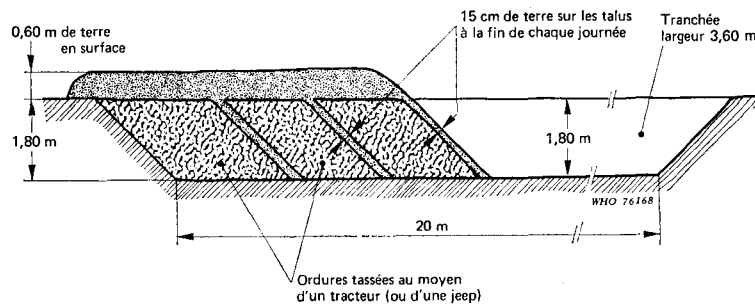


Fig. IV-2 Décharge contrôlée pour un petit centre de 1 000 habitants



en haute mer ou loin des rives des cours d'eau, il en résulte des nuisances causées par le reflux d'ordures sur les côtes ou les berges.

Décharge contrôlée

Ce procédé consiste à tasser les ordures dans des tranchées préparées à l'avance, sur des épaisseurs définies, et à les recouvrir de couches de terre d'épaisseur telle que les rats ne puissent y accéder. Cette méthode convient à l'élimination de tous les déchets. Il suffit que des emplacements de terrain libre soient disponibles.

Emplacement

Le choix de l'emplacement dépendra de nombreuses considérations, telles les suivantes :

Protection contre les odeurs. On considère que les odeurs ne sont pas perçues à plus d'une centaine de mètres; on observera donc cette distance entre la décharge et les maisons les plus proches. Si possible, l'emplacement sera déterminé compte tenu de la direction des vents dominants, de façon que les odeurs ne soient pas amenées vers l'agglomération. On pourra tirer avantage de l'isolement que peuvent fournir une colline, un rideau d'arbres, et se protéger ainsi du même coup contre les poussières et les papiers emportés par le vent.

Risques de pollution. Afin d'éviter de polluer des cours d'eau, des lacs ou des eaux souterraines, il faut observer une distance de 150 m au moins entre le dépotoir et les cours ou nappes d'eau.

Nature du sol. La terre qui servira à recouvrir les ordures doit être appropriée: un terrain rocheux, comportant donc de larges vides, ou un terrain exagérément argileux qui se fissurerait en se desséchant, ne conviennent pas. On recherchera de préférence des terrains sablonneux.

Configuration du sol. Quand c'est possible, il est souvent avantageux de choisir pour ce « remblayage sanitaire » des dépressions, crevasses, anciennes carrières, marécages, etc. Ces terrains inutilisables se trouvent ainsi

augmenter de valeur et sont souvent transformés en parcs et même utilisés pour la construction d'habitations après un certain nombre d'années.

Fonctionnement

Deux conditions doivent être réalisées pour avoir une décharge contrôlée: tasser convenablement les ordures et les recouvrir de terre chaque jour.

On décharge les premières ordures sur la face du talus, en s'arrêtant à 60 cm du sommet, puis on recouvre le tout de terre qu'on compactera de sorte que la couche de terre aie 60 cm d'épaisseur au sommet et 15 cm au moins le long de la face du talus. Le remplissage s'effectuera ainsi chaque jour jusqu'à ce que la tranchée soit totalement remblayée. On creuse alors une deuxième tranchée et l'on procède comme indiqué ci-dessus (Fig. IV-2).

La hauteur des ordures tassées est ordinairement de 1,80 m; on a remarqué, en effet, qu'à de plus grandes profondeurs les ordures prenaient beaucoup plus de temps à se transformer.

La décharge contrôlée ne se réalise pas « au petit bonheur »; elle doit être soigneusement organisée et réclame, pour les travaux de quelque importance, la supervision d'un ingénieur. Citons quelques-uns des points qui devront être déterminés: la profondeur des tranchées, le niveau final du remblai, le mode de progression des travaux.

La fouille des tranchées nécessite du matériel d'excavation lourd: pelle à vapeur, bulldozer, etc.

Le tassement des ordures et de la couche de terre se fait à l'aide d'un tracteur. Il est parfois nécessaire de mouiller les débris secs pour faciliter le tassement et empêcher le papier de s'envoler.

L'importance des moyens mis en œuvre suggère que ce procédé n'est utilisable que pour les villes de quelque importance où il est facile de se procurer le matériel nécessaire et un personnel entraîné dans ces opérations. Il est cependant recommandable pour les communautés en pleine expansion.

Avantages et inconvénients

Avantages

- 1) La décharge contrôlée est un procédé salubre.
- 2) Elle est en général plus économique que le compostage et l'incinération, bien que, naturellement, plus coûteuse que la décharge simple. Cependant, quand l'emplacement de la décharge est tel qu'il faudrait transporter les ordures sur des distances de l'ordre de 15, 20 ou même 25 km, il pourrait se révéler avantageux de construire une usine de traitement plus centrale.
- 3) Ce procédé permet de récupérer ou de revaloriser certains terrains.
- 4) Il s'applique à l'ensemble des ordures et aucun triage n'est nécessaire.

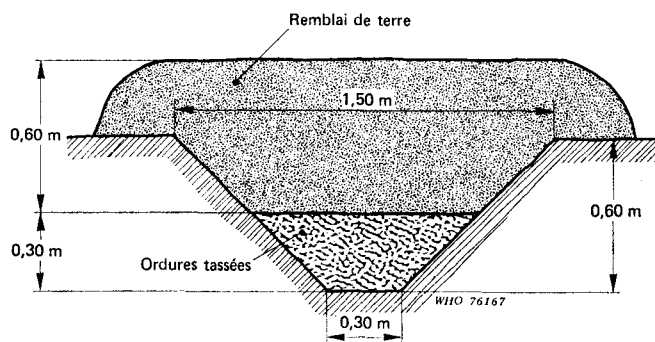
Inconvénients

- 1) La décharge contrôlée réclame de grandes surfaces de terrain.
- 2) Elle nécessite un certain équipement: bulldozer, tracteur. Le compostage et l'incinération, cependant, exigent des installations bien plus coûteuses.
- 3) Cette méthode exige une surveillance attentive et constante. Mais, ici encore, ce désavantage est partagé par les autres méthodes qui ont l'agrément des hygiénistes.
- 4) Généralement, les ordures mises en décharge contrôlée ne sont pas récupérées ensuite comme engrais.

La décharge contrôlée comme méthode individuelle

Dans les petites communautés où il n'existe pas de collecte, la décharge contrôlée peut être utilisée comme méthode individuelle d'évacuation des ordures. Une tranchée de 0,60 m de profondeur, de 0,30 m de largeur à la base et de 1,50 m au sommet, est creusée (Fig. IV-3). Les ordures sont jetées à l'une des extrémités de la tranchée sur 30 cm de profondeur, battues à l'aide d'une pelle et recouvertes de 60 cm de terre. Vu les faibles quantités d'ordures ménagères produites dans

Fig. IV-3 Décharge contrôlée pour une famille



de telles communautés, le remplissage de la tranchée ne peut se faire qu'une fois par semaine à raison d'une longueur de 0,50 m. Pour une famille de six personnes, il serait nécessaire d'utiliser une tranchée de 12 m de long tous les 6 mois.

Il est évident qu'on n'aura recours à un tel procédé que si les ordures ne sont pas utilisées à des fins agricoles.

Compostage

Principe et application

Le compostage est une méthode par laquelle les matières organiques usées sont décomposées et stabilisées de manière à être récupérées sous forme d'un produit final appelé « compost », qui est employé comme engrais dans l'agriculture.

Cette décomposition peut être effectuée en aérobie ou en anaérobie. Il est reconnu que la première méthode de préparation de compost est plus hygiénique et plus rapide que la seconde, car les conditions aérobies créées durant le processus produisent des températures élevées qui abrègent la période de décomposition et de destruction des germes pathogènes, des œufs de parasites intestinaux, et évitent la reproduction des mouches. Pour obtenir le même effet dans le compostage anaérobie, il faudrait trois à quatre fois plus de temps.

Des procédés modernes mécanisés ont été mis au point pour le traitement des ordures et débris des grands centres urbains. On peut citer: le procédé « Beccari » (compostage en cellules), le « Biotank », le procédé « Bühler », le procédé « Dano », le procédé « Verdier ». Leur application exige des installations importantes capables de traiter des dizaines, voire des centaines, de tonnes d'ordures par jour. Pour être rentables, ces usines doivent fonctionner à 50% au moins de leur capacité, ce qui élimine d'emblée les petites communautés qui ne peuvent se payer de telles installations. Quel que soit alors le procédé employé, la séquence des opérations de compostage s'établit comme suit:

- 1) la réception des ordures;
- 2) le triage et la préparation des matériaux récupérables pour la vente;
- 3) la préparation du compost (déchetage, pulvérisation, homogénéisation ou criblage pour faciliter la décomposition);
- 4) la décomposition ou la stabilisation, qui permettront de détruire les germes pathogènes, les parasites et les graines de mauvaises herbes, et d'empêcher le pullulement des mouches;
- 5) la préparation du produit fini pour la vente (broyage ou tamisage final et mise en sacs).

Les figures IV-4, IV-5 et IV-6 montrent les phases successives de ce travail et schématisent divers agencements possibles des lieux et du matériel.

Fig. IV-4 Diagramme montrant le cheminement des produits dans une usine de compostage d'une grande ville

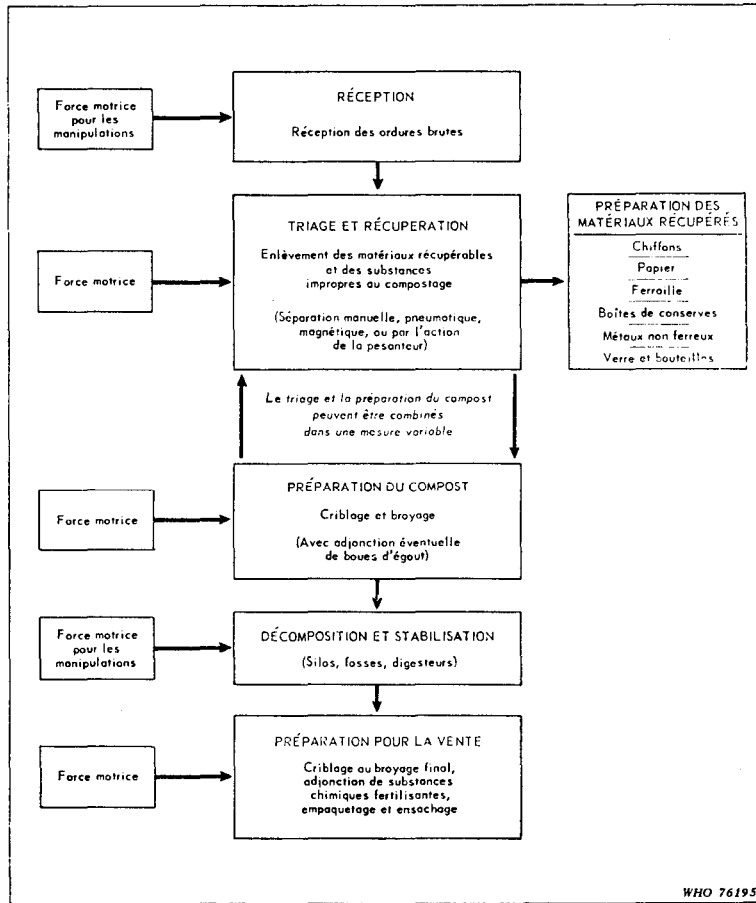


Fig. IV-5 Traitement des ordures d'une grande ville

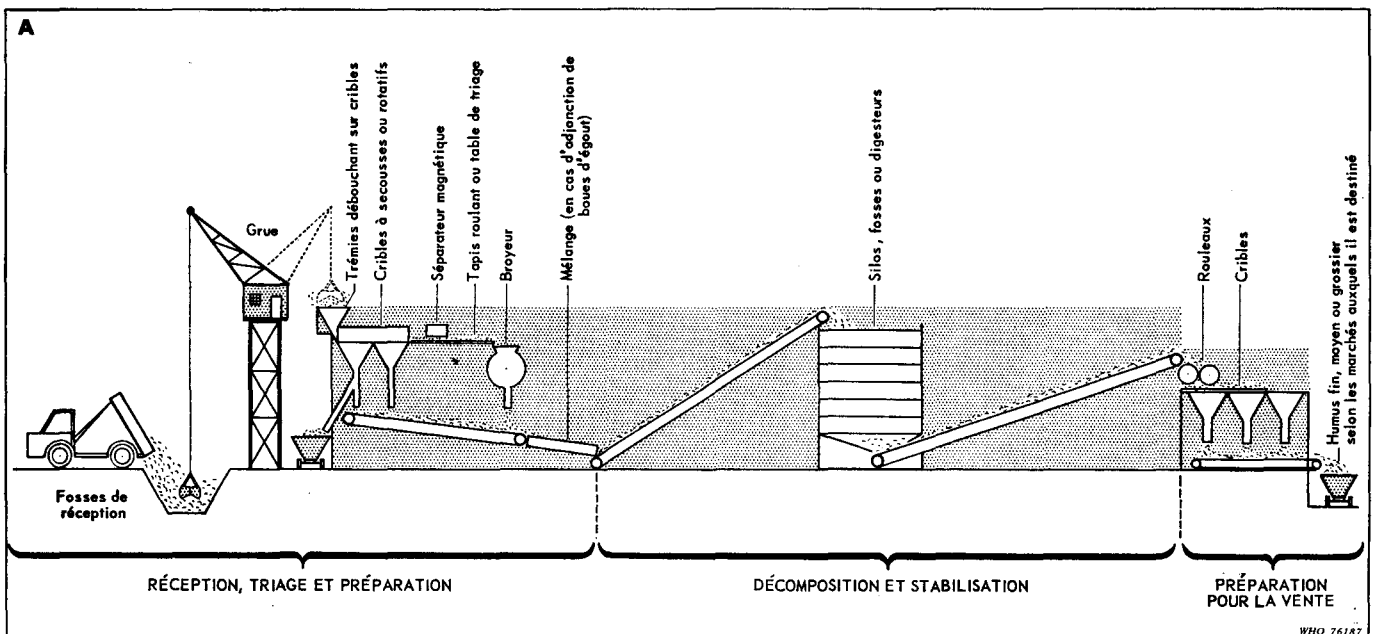
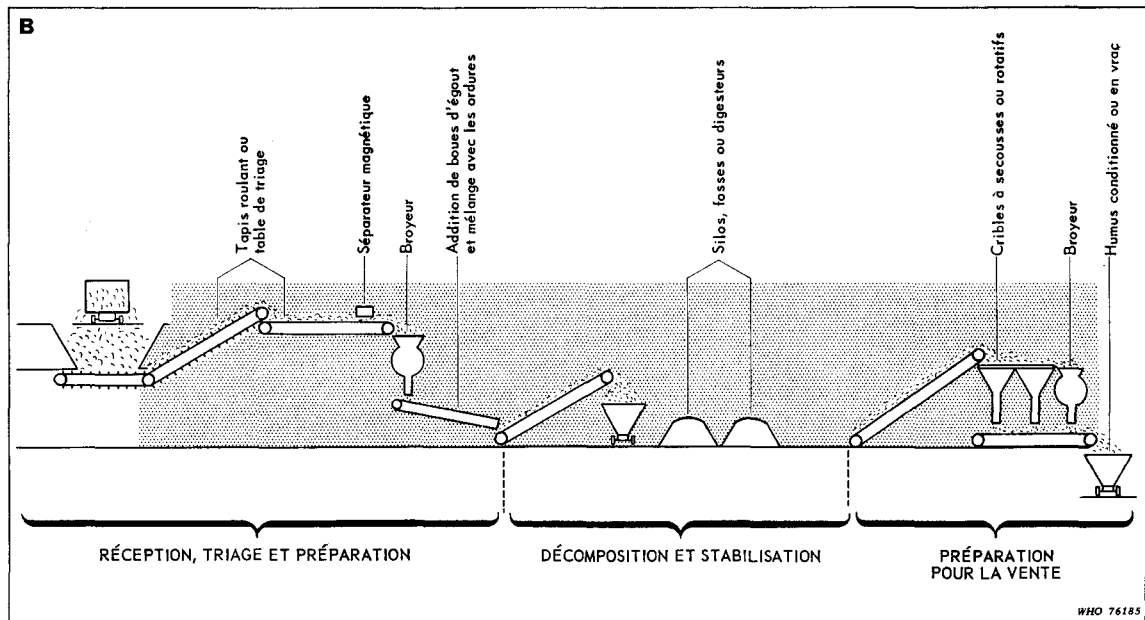


Fig. IV-6 Traitement des ordures d'une grande ville



Il existe toutefois deux procédés qui ont pris naissance dans l'Inde, le procédé de Bangalore et le procédé d'Indore, et qui, ramenés à des proportions convenables, sont applicables à l'échelle tant urbaine que rurale. Dans les zones rurales, on utilise également le compostage en tas ou en silos, qui est basé sur l'un ou l'autre des deux procédés susmentionnés.

Procédé de Bangalore

Il est fait usage de fosses ou de tranchées, et la masse d'ordures n'est pas retournée pendant toute la durée du compostage, qui dure de quatre à six mois. Si la nappe phréatique est trop près de la surface pour permettre l'emploi de fosses, les matériaux sont entassés sur le sol et brassés au bout d'un mois. La figure IV-7 montre le plan d'un dépôt de compost appliquant ce procédé.

Certaines dimensions doivent être respectées : les allées ménagées entre les rangées doivent mesurer au moins 6 m de largeur ; l'allée centrale doit avoir de 7,5 à 9 m de largeur ; les fosses auront de 5 à 9 m de longueur, de 1,5 à 2,5 m de largeur et environ 1 m de profondeur.

Le procédé de Bangalore utilise les ordures, le fumier et même les excréta comme matières pour les composts. Les différentes étapes à prévoir sont les suivantes :

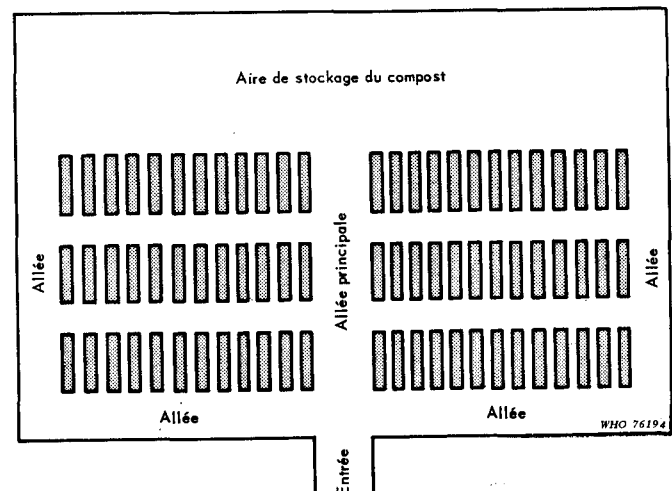
1) En se servant d'un rateau à long manche, on étend sans tasser sur le fond de la fosse une couche d'ordures

(contenant de préférence des matériaux grossiers qui permettent une meilleure aération).

2) Au bout de quelques jours, la température de la masse doit s'établir autour de 60°C et s'y maintenir pendant très longtemps. Les tranchées sont parfois recouvertes d'une couche de terre de 5 cm pour prévenir l'éclosion des mouches.

3) Après quatre à six mois, la masse s'est transformée en un humus qui peut être retiré de la fosse et déposé sur

Fig. IV-7 Plan d'un dépôt de compost appliquant le procédé de Bangalore



le sol ou passé au crible pour obtenir un produit de la finesse désirée par les usagers.

Procédé d'Indore

Le procédé d'Indore est semblable à celui de Bangalore, à cette exception près que la masse est retournée dans la mesure nécessaire pour entretenir l'aérobiose, éviter le dégagement d'odeurs désagréables, maintenir des températures élevées, obtenir une décomposition plus rapide et plus uniforme, et lutter plus efficacement contre les mouches.

La figure IV-8 donne le plan d'un dépôt de compostage appliquant ce procédé. Les fosses sont remplies tous les deux jours et le contenu de chaque fosse est retourné au moins deux fois au cours de la période de compostage. Le compostage s'effectue en un mois au lieu de quatre et le nombre de fosses nécessaires est moins élevé. Les fosses sont revêtues de briques et pourvues de rigoles de drainage et d'aération sur la longueur et en travers, à environ 1,2 m de chaque extrémité; elles sont entièrement enfoncées dans le sol ou dépassent légèrement la surface, le rebord étant alors un peu plus élevé et la fosse creusée un peu moins profondément.

De quatre à sept jours après le remplissage de ces fosses, le contenu doit en être retourné afin d'assurer un mélange parfait, de repousser vers le centre, où règnent les hautes températures, la partie extérieure de la masse qui n'a pas été exposée à cette chaleur et dans laquelle les larves

de mouches ont émigré, et d'aérer la masse. Ainsi se trouveront détruits les micro-organismes pathogènes, les larves de mouches et les parasites.

Le deuxième retournement a lieu de cinq à dix jours après le premier. Trois retournements, espacés de trois ou quatre jours, donneront généralement un compost en une quinzaine de jours, au lieu des trente prévus si l'on ne faisait que deux retournements.

Compostage en tas, en silos ou en fosses

Ce procédé exige que le terrain choisi soit relativement plat et bien drainé, de manière à empêcher la formation de flaques d'eau stagnante ou de boue autour des tas.

La figure IV-9 donne le plan d'une section de compostage dans un dépôt où les ordures sont mises en tas. Chaque section mesure environ 10×10 m; elle est accessible de chaque côté par une allée de 5 à 6 m de large. A la figure IV-10 est représenté, en coupe, un de ces tas qui ont 2,5 m de côté et 1,2 à 1,5 m de hauteur. Le procédé du compostage en tas implique le retournement régulier des composts. Au cours du compostage, le volume de la masse diminue considérablement et, lors du premier retournement, deux tas peuvent être réunis en un seul, comme le montre la figure.

La figure IV-11 donne le plan d'un dépôt de compostage en silos. Les silos doivent avoir une largeur d'environ 2,5 à 3 m à la base. Les côtés peuvent être verticaux ou inclinés d'environ 30° par rapport à la verticale, selon

Fig. IV-8 Plan d'un dépôt de compost appliquant le procédé d'Indore

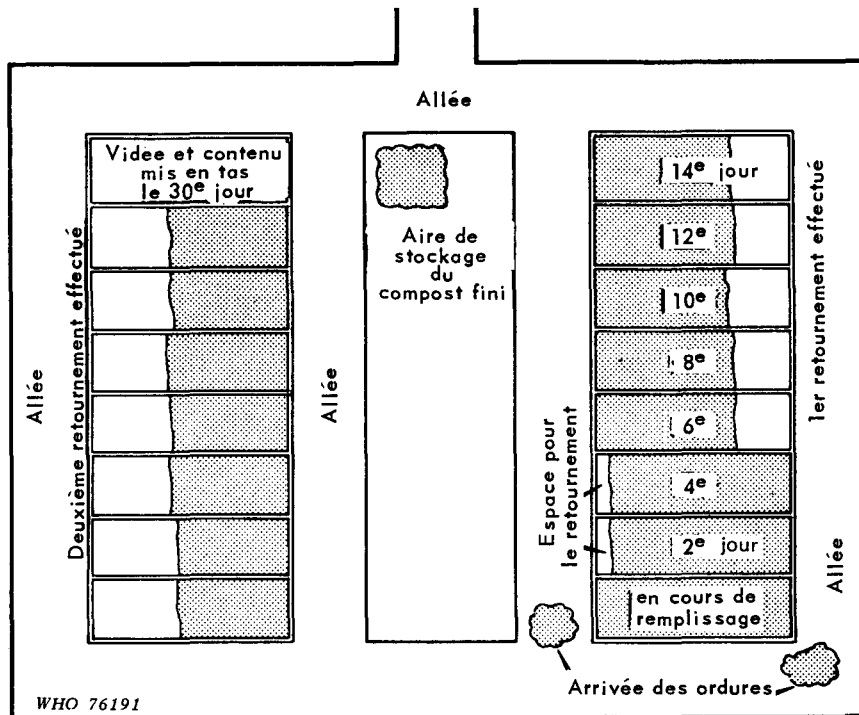


Fig. IV-9 Plan d'une section de compostage en tas

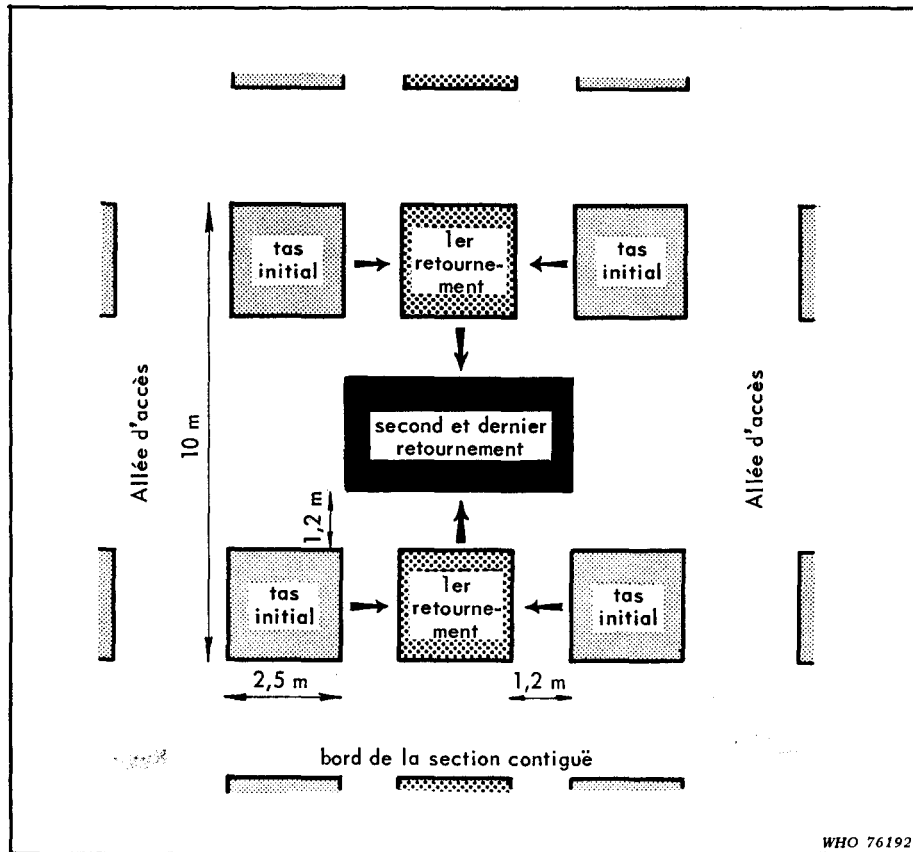


Fig. IV-10 Coupe d'un tas de compost

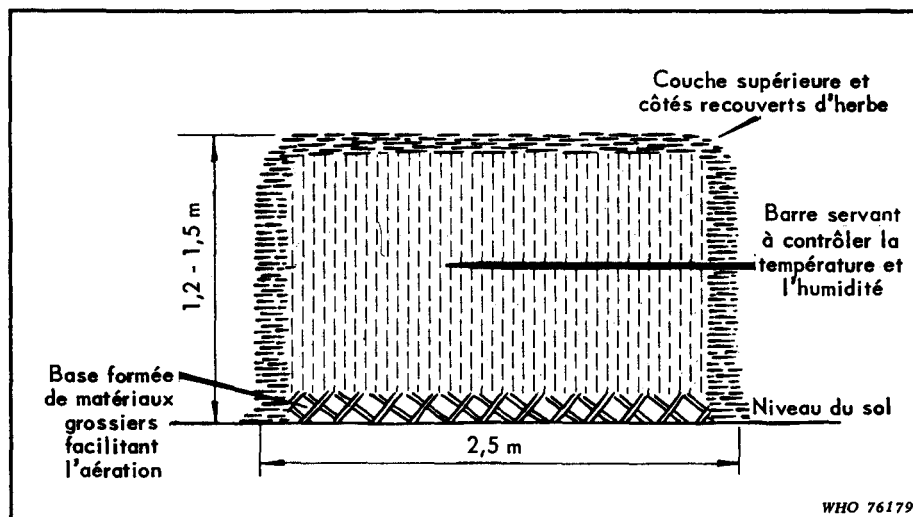
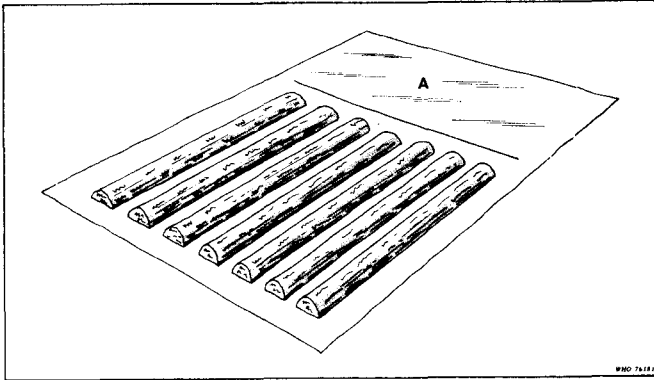


Fig. IV-11 Plan d'un dépôt de compostage en silos



A: Aire de stockage

la nature des matières et la facilité d'entassement. La hauteur peut varier entre 1 et 2 m. Si les parois sont verticales, leur hauteur ne devra guère dépasser 1,2 m en été et 1,8 m en hiver; si les côtés sont inclinés de 30°, la hauteur pourra aller jusqu'à 1,8 m en été et 2,1 m en hiver.

Le premier retournement doit être fait deux à trois semaines après la formation des tas; le deuxième retournement doit avoir lieu au bout d'un nouvel intervalle de cinq à dix jours. La température des tas doit atteindre 55 à 60° C au cours de la période de deux à quatre jours après le premier retournement. Cette température peut être vérifiée au moyen d'une tige, comme l'indique la figure IV-10. Si la masse devient trop sèche sous l'effet de vents chauds et de fortes chaleurs, on peut l'arroser au cours du retournement.

Ce procédé est applicable quand on mélange les excréta avec des ordures. Si le compostage doit être fait seulement avec des ordures, sans addition d'excreta ou de boues d'égout, il nécessite moins de précautions et n'exige qu'un minimum de manutention. Etant donné que les ordures contiennent alors moins d'humidité, il n'est pas nécessaire de les retourner aussi fréquemment. Lorsque les ordures ménagères et les déchets sont bien mélangés, l'ensemble n'attire pas beaucoup les mouches. En général, les larves qui peuvent éclore des œufs existant à l'origine dans les ordures ménagères sont détruites après un seul retournement.

Dans les fermes isolées, le compostage en tas ou en fosses est le meilleur moyen de recueillir, de traiter et de conserver le fumier et les déchets de la ferme. La figure IV-12 représente une fosse à compost, qui peut être construite en ciment ou en maçonnerie, et la figure IV-13, un tas de fumier destiné au compostage. Il est bon de disposer le tas sur une dalle de béton ou de maçonnerie et de lui adjoindre une fosse à purin. La décharge sera faite en suivant scrupuleusement les règles suivantes:

- 1) Le dépôt se fera par couches.
- 2) Aucune couche ne devra dépasser 1,80 m d'épaisseur après traitement.

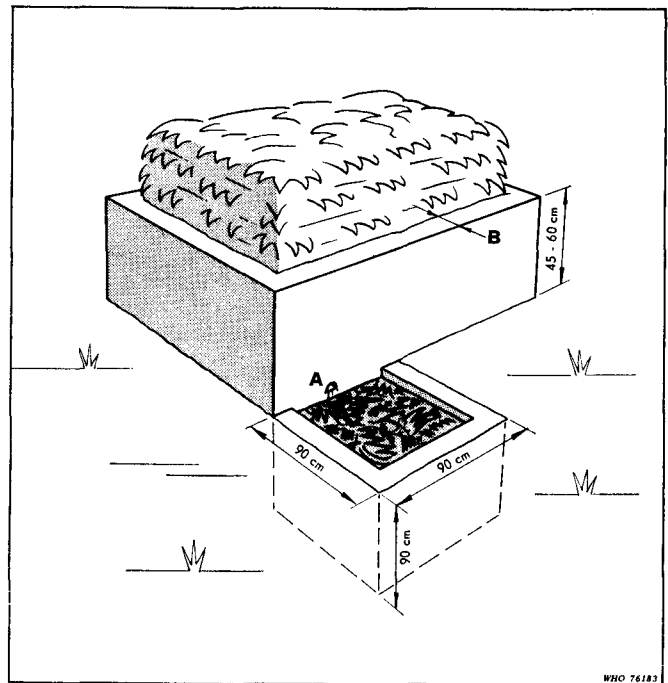
3) Chaque couche devra être recouverte, sur toute la surface exposée à l'air, d'au moins 25 cm de terre ou de tout autre matériau approprié.

4) Aucune ordure ne devra être laissée à découvert plus de 24 heures après son dépôt.

5) Des écrans ou autres dispositifs appropriés devront être placés aux endroits voulus pour éviter que le papier ou d'autres déchets ne soient emportés par le vent.

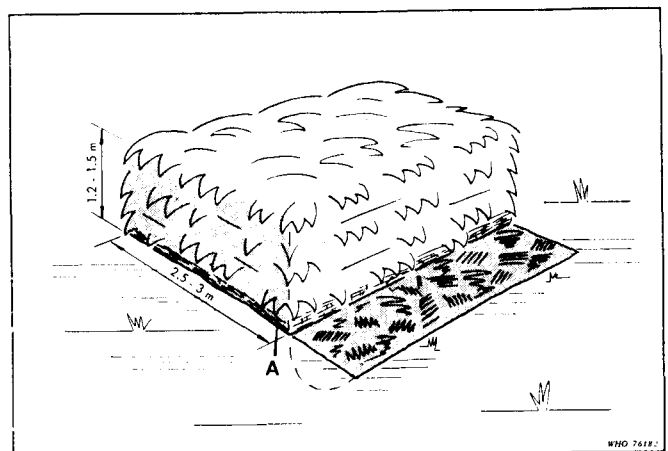
6) Aucune ordure ne devra être déposée dans l'eau.

Fig. IV-12 Fumier en fosse avec puisard d'écoulement



A: Ecoulement
B: Mur de 15 cm d'épaisseur

Fig. IV-13 Tas de fumier à même le sol



A: Débris grossiers

7) Toutes précautions raisonnables devront être prises pour éviter les incendies et la prolifération des mouches et de la vermine. Les récipients creux susceptibles d'abriter des insectes devront être aplatis ou remplis avant d'être recouverts d'ordures.

8) Les dépôts constitués entièrement ou principalement de déchets de poisson et d'animaux ou d'autres matières organiques devront être recouverts de terre ou d'un autre matériau équivalent, d'une épaisseur d'au moins 60 cm.

9) Les dépôts devront être maintenus propres et les boîtes de conserve, les débris de vaisselle et autres ne devront pas être laissés à l'abandon sur la décharge.

10) On devra prévoir un personnel suffisant et compétent pour appliquer les mesures nécessaires et éviter les nuisances.

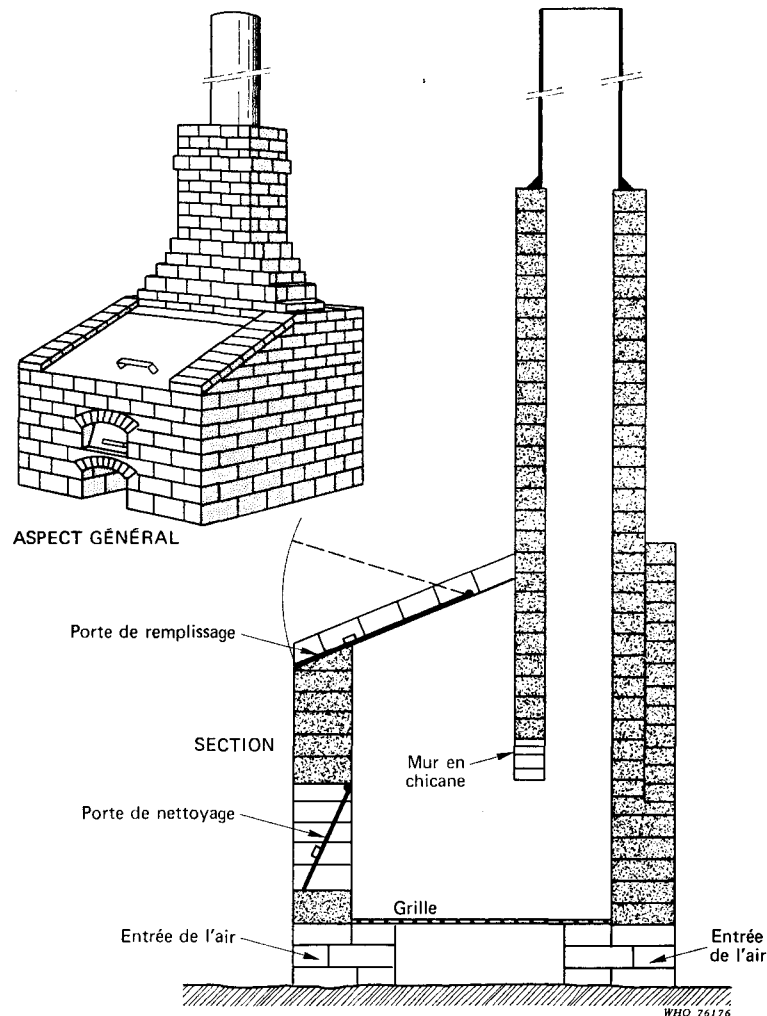
11) Autant que possible, la couche d'ordures déchargées et recouvertes de terre devra avoir le temps de se tasser avant de recevoir une autre couche.

Incinération

L'incinération est, avant tout, un procédé urbain d'élimination des ordures. On l'utilise quand il n'est pas possible de tirer parti des déchets soit comme remblai, soit comme engrais agricole. Puisqu'il faut, dans ce cas, construire une usine, la seule compensation économique à en tirer réside dans l'utilisation de la chaleur dégagée par combustion pour produire de la vapeur ou de l'électricité. Pour cela, il est important qu'un triage préalable soit effectué afin d'enlever les matières ferreuses et le verre, que les ordures ménagères aient un potentiel calorifique élevé, et qu'il y ait suffisamment de débris combustibles.

Quand toutes ces conditions sont remplies, l'incinération peut être considérée comme une méthode excellente de destruction finale des déchets. Au point de vue sanitaire, c'est une des méthodes les plus satisfaisantes. Elle présente toutefois les inconvénients suivants:

Fig. IV-14 Incinérateur Bailleul, assurant la combustion des gaz



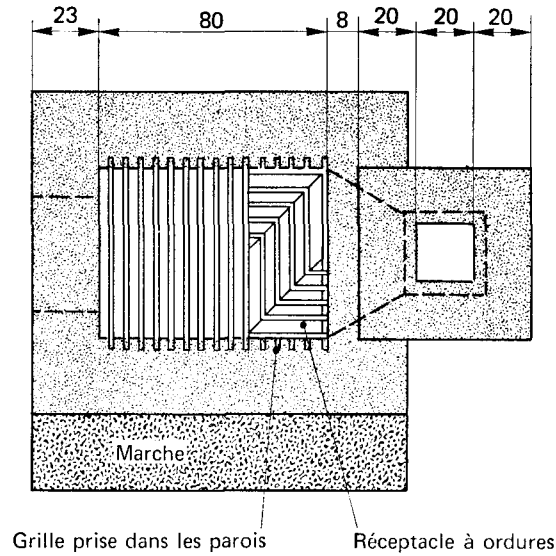
1) Il est parfois nécessaire d'opérer un criblage préalable des ordures.

2) La construction de l'incinérateur nécessite un investissement important et le coût de l'exploitation est élevé.

3) Il peut se présenter un danger de pollution atmosphérique si des appareils de dépoussiérage n'ont pas été installés.

4) La méthode ne se suffit pas à elle-même, car il faut de toute façon évacuer les résidus de la combustion.

Fig. IV-15 Détail de la construction d'un incinérateur domestique



Coupe suivant A - A

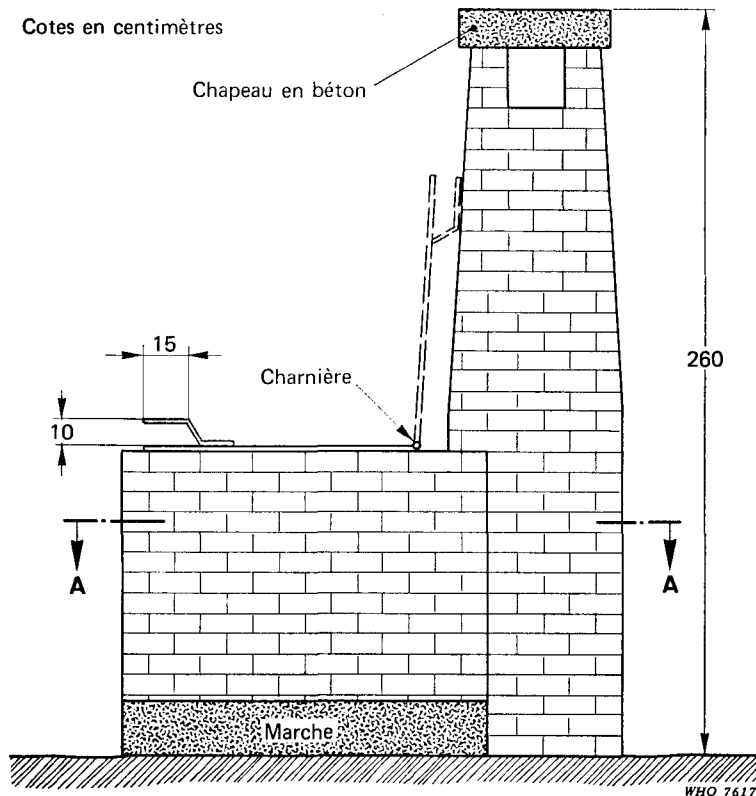
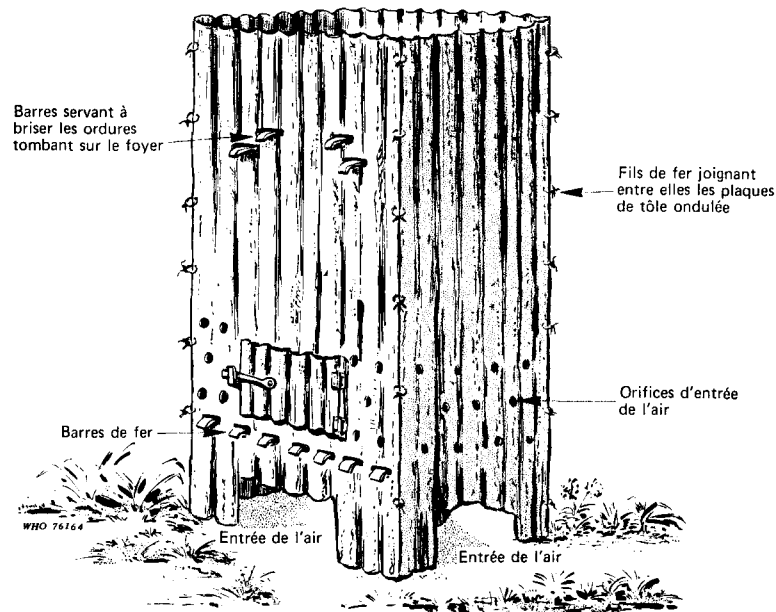


Fig. IV-16 Incinérateur ouvert en tôle ondulée



L'incinération peut aussi trouver son application quand on doit se débarrasser de déchets hautement contaminés présentant un sérieux danger pour la santé publique: déchets d'hôpitaux, de dispensaires, de certains laboratoires et centres d'études spécialisés, placés assez loin des zones habitées. Pour les institutions de ce genre, on utilise des incinérateurs des types représentés dans les figures IV-14 et IV-15. Dans les camps temporaires, on peut employer le type d'incinérateur ouvert représenté à la figure IV-16.

Un incinérateur pour institutions permanentes peut aussi être fait d'un baril métallique dont on a enlevé le fond en entier et le sommet en partie. On perce le baril, à 10 cm du fond, de 10 à 12 trous opposés deux par deux, de façon à laisser passer des barres de fer de 12 mm de diamètre formant la grille de combustion. On retiendra par deux barres de fer formant un plan incliné la plaque découpée du sommet du baril, et on se servira du fond pour faire un couvercle muni d'une poignée. Dans ce qui reste du sommet du baril, une ouverture de 10 cm de diamètre est découpée pour recevoir le tuyau d'une cheminée métallique. Le baril ainsi préparé est monté sur quatre blocs de béton ou de maçonnerie et l'extérieur est recouvert d'une couche d'argile de 5 cm.

ÉVACUATION DES DÉCHETS INDUSTRIELS

Les déchets industriels, parmi lesquels nous rangeons les déchets des installations de pasteurisation, des

abattoirs et des brasseries, ne peuvent pas toujours être déversés impunément en pleine nature. Ils peuvent, en effet, à la façon des eaux d'égout et des ordures, donner lieu à des nuisances ou à des pollutions plus ou moins graves. La pollution pourra être d'ordre biologique, ainsi la dissémination de germes parasites par les déchets d'abattoirs. Elle peut être chimique, dans les cas où des produits toxiques sont déchargés dans les cours d'eau, ou à la suite d'infiltrations d'eau de ruissellement dans des amoncellements de résidus en un endroit où la nappe phréatique est proche. (Avec les applications croissantes de la radioactivité, la lutte contre la pollution radioactive a pris une grande importance dans nombre de pays.)

Les principes sur lesquels se base le traitement des déchets industriels sont les suivants:

- 1) séparation des solides du liquide;
- 2) oxydation des matières organiques et des matières requérant de l'oxygène;
- 3) neutralisation;
- 4) élimination des substances toxiques;
- 5) évacuation des résidus.

Le traitement des déchets industriels revêt une grande analogie avec celui des eaux d'égout, tant dans les principes que dans la mise en œuvre. Mais ici, plus encore que dans le cas des eaux d'égout, la détermination du traitement dépendra de la décomposition des déchets et des conditions particulières.

Lutte contre les vecteurs, les réservoirs de virus et les hôtes intermédiaires

INTRODUCTION

Un vecteur est un animal, le plus souvent un insecte ou un acarien, qui transmet des germes pathogènes ou des parasites d'un hôte ou d'un milieu infectés à un autre hôte ou un autre milieu; il peut donc être considéré comme un véhicule d'infection animé (voir page 15).

L'insecte transmet les affections de deux façons:

1) *Transmission biologique.* L'agent pathogène absorbé par l'insecte accomplit un cycle de développement (cycle extrinsèque du parasite) chez celui-ci. Ce n'est que lorsque ce cycle est achevé que le parasite peut être inoculé à un nouvel hôte ou déposé sur lui. L'insecte est alors dit infectant. C'est le cas de la transmission des grandes endémies (paludisme, filarioses, trypanosomiase, leishmanioses, typhus, arboviroses) par les moustiques, les mouches tsé-tsé, les simulies, les phlébotomes, les tiques.

2) *Transmission mécanique.* L'insecte transporte les germes sur ses pattes, son corps, ses pièces buccales, ou les élimine avec ses déjections ou ses régurgitations. Il les dépose ou les inocule ensuite à un nouvel hôte sans qu'il y ait évolution biologique du germe. Le trachome et les infections intestinales, par exemple, sont ainsi transmis par les mouches. Le vecteur peut quelquefois contaminer un milieu ou les aliments au lieu de s'attaquer à un être vivant.

Etant donné le rôle important que jouent les vecteurs dans l'hygiène et la santé publiques, il est indispensable de définir clairement les concepts et les modalités des méthodes de lutte qui leur sont applicables. L'expression « lutte contre les vecteurs » implique une idée de destruction. Mais la question qui vient immédiatement à l'esprit est la suivante: peut-on détruire tous les vecteurs? Il est évident qu'un tel résultat ne peut être atteint que dans des circonstances exceptionnellement favorables et dans des zones privilégiées. Il est plus réaliste d'envisager une réduction du nombre des vecteurs plutôt que leur éradication; d'ailleurs, il n'est généralement pas indispensable de détruire la totalité de la population de l'espèce vectrice pour que la maladie soit jugulée; l'abaissement de cette population à un niveau tel que la transmission ne soit plus assurée est, en fait, l'objectif de la lutte contre les vecteurs. Mais celle-ci devra être

d'autant plus intense que le niveau de transmission est élevé.

Pour mener à bien une telle entreprise, le personnel chargé des travaux d'assainissement doit bien connaître l'écologie et le comportement des vecteurs, afin d'utiliser les meilleures méthodes de destruction, c'est dire qu'il doit observer la localisation des gîtes larvaires ainsi que les habitudes de piqûre et les lieux de repos des adultes; il devra, en outre, s'appuyer sur les différents travaux exécutés dans la région sur ces sujets toutes les fois que des documents sont disponibles.

Les vecteurs de germes pathogènes se recrutent essentiellement chez les mouches, moustiques, poux, puces, punaises, blattes, tiques. Si de nombreuses espèces dans chacun de ces groupes peuvent avoir une activité, il faut toutefois bien remarquer que la majorité d'entre elles ne jouent aucun rôle. C'est le cas, par exemple, des quatre cinquièmes des espèces de moustiques. Les rats et les souris sont essentiellement des réservoirs de virus plutôt que des vecteurs. Certains mollusques aquatiques sont des hôtes intermédiaires d'helminthes (douve, schistosomes).

I. INSECTES

GÉNÉRALITÉS

Les insectes forment une classe dans l'embranchement des arthropodes (invertébrés articulés). Le nombre de leurs espèces est extrêmement important, plus d'un million, et représente plus de la moitié du règne animal.¹

Le corps d'un insecte est revêtu d'un exosquelette chitineux et constitué d'une tête, d'un thorax et d'un abdomen comprenant de sept à douze segments. La tête porte antennes, yeux et pièces buccales primitivement broyeuses, mais devenant lécheuses ou piqueuses chez les formes spécialisées, en particulier chez la plupart des vecteurs. Le thorax porte trois paires de pattes et les ailes; primitivement au nombre de deux paires, ces dernières sont réduites à une seule paire chez les diptères, qui représentent la majorité des insectes d'intérêt

¹ Pour la très grande majorité des espèces d'insectes, il n'existe pas de nom français ou vernaculaire spécifique. Il est donc nécessaire d'utiliser, comme nous le faisons, le nom scientifique latin, qui seul permet de définir avec précision l'espèce à laquelle on se réfère. D'autre part, ce manuel doit concourir à la promotion des agents d'assainissement; or, lorsqu'ils voudront consulter des ouvrages plus spécialisés, ils se trouveront confrontés avec la nomenclature latine.

médical; elles ont même disparu chez les poux, les puces et certaines punaises. L'abdomen contient le système digestif et le système reproducteur, qui présente des organes externes femelles et mâles: ovipositeur et pénis avec ses accessoires. L'examen des pièces génitales fournit de très importants caractères pour la détermination spécifique des insectes.

Née à partir d'un œuf, la jeune larve grandit de façon discontinue au cours de mues successives; ces mues peuvent graduellement amener l'insecte au stade adulte (poux, punaises, blattes), ou bien au contraire, de brusques changements morphologiques, les métamorphoses, voient la transformation de la larve en nymphe (ou puppe) puis en adulte (ou imago). Ce dernier cas s'observe chez les diptères, les puces et les insectes supérieurs en général.

Le mode de vie de la larve est le plus souvent très différent de celui de l'adulte. Dans le cas des moustiques, par exemple, la larve est aquatique, dotée de pièces buccales broyeuses, alors que l'adulte est aérien, avec des pièces buccales piqueuses qui servent, chez les femelles, à prendre du sang et, chez les mâles, des jus sucrés. Chez les poux et les punaises, au contraire, larves et adultes ont la même forme et le même mode de vie parasitaire et hématophage.

Plus de détails seront donnés à propos des différents groupes de vecteurs.

BLATTES

Description (voir fig. V-1)

Les blattes ou cafards (*Blatta orientalis*, *Periplaneta americana*, *Blattella germanica*) sont des insectes à métamorphoses incomplètes et à pièces buccales broyeuses, avec un corps ovale aplati et une tête triangulaire portant de longues antennes filiformes mais repliées sous le thorax. De mœurs nocturnes, elles se cachent le jour dans les fentes des murs, sous les revêtements muraux, etc. Elles recherchent les endroits chauds, humides et obscurs où elles s'attirent mutuellement au point de pulluler, par exemple dans les magasins d'alimentation, les cuisines, les navires, etc.

Très importantes pour l'hygiéniste dans tous les pays tropicaux et, de plus en plus, dans les immeubles collectifs et les entrepôts chauffés des pays tempérés, elles nuisent surtout à la santé publique en souillant les aliments non protégés et en disséminant des germes pathogènes et des œufs d'helminthes.

Méthodes de lutte

La lutte contre les blattes peut se faire soit par épandage d'insecticides dans les lieux de rassemblement de ces insectes, soit par utilisation d'appâts toxiques. Les insecticides chlorés, longtemps utilisés et très efficaces, tendent

à être délaissés en raison de la résistance développée par certaines espèces de blattes, et surtout par *Blattella germanica*. Avant de les employer, il faudra donc s'assurer que l'espèce visée est sensible à ces produits. En cas de résistance, l'usage des composés organophosphorés et des carbamates est recommandé (voir tableau V-A).

TABLEAU V-A
Insecticides couramment utilisés contre les blattes

Insecticide	Formulation	Concentration (%)
Chlordane	Liquide à pulvériser Poudre sèche	2,0-3,0 6,0
Diazinon ^a	Liquide à pulvériser Poudre sèche	0,5-1,0 2,5
Dichlorvos	Liquide à pulvériser Appât	0,5 1,9
Dieldrine ^b	Liquide à pulvériser Poudre sèche	0,5 1,0
Chlorpyrifos (Dursban) ^b	Liquide à pulvériser	0,5
Fenthion ^b	Liquide à pulvériser	3,0
Chlordécone (Kepone)	Appât	0,125
Malathion	Liquide à pulvériser ou poudre sèche	5,0
Propoxur (Baygon)	Liquide à pulvériser Appât	1,0 2,0
Bromophos	Poudre mouillable, à raison de 2 g/m ²	5,0

^a Les concentrations les plus élevées ne doivent être employées que par un personnel expérimenté ou par des spécialistes de la lutte contre les insectes.

^b Ne doit être employé que par des spécialistes de la lutte contre les insectes.

Il faudra éviter de contaminer les denrées alimentaires, en particulier lorsqu'il s'agit de produits toxiques comme la dieldrine. Les lieux où les enfants seraient en contact avec les dépôts d'insecticides ne doivent pas être traités.

Les cycles de traitement sont à déterminer en fonction de la rapidité de réinfestation.

MOUCHES

Ce terme très vague désigne des milliers d'espèces de diptères, appartenant à plusieurs familles (Muscidés, Calliphoridés, Tabanidés, etc.) qui ont en commun une certaine forme trapue et une taille relativement grande comparativement aux moustiques ou aux simulies.

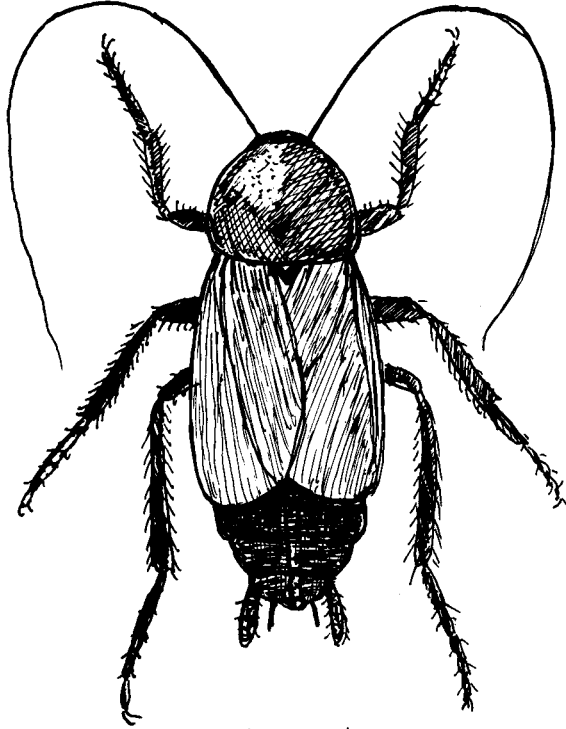
Les espèces d'intérêt médical comprises sous ce vocable peuvent se classer suivant leur biologie et leur comportement en trois groupes.

1) *Les mouches non piqueuses*: mouches domestiques, mouches bleues, mouches vertes, mouches brunes, etc.; ce sont exclusivement des transmetteurs mécaniques de germes.

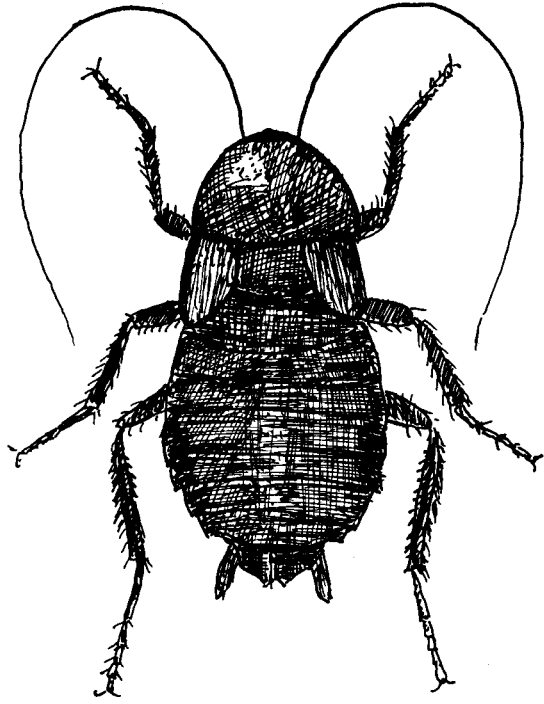
2) *Les mouches piqueuses*: stomoxes, Tabanidés et surtout glossines (ou tsé-tsé), transmetteurs mécaniques et biologiques d'affections graves.

Fig. V-1 Blattes

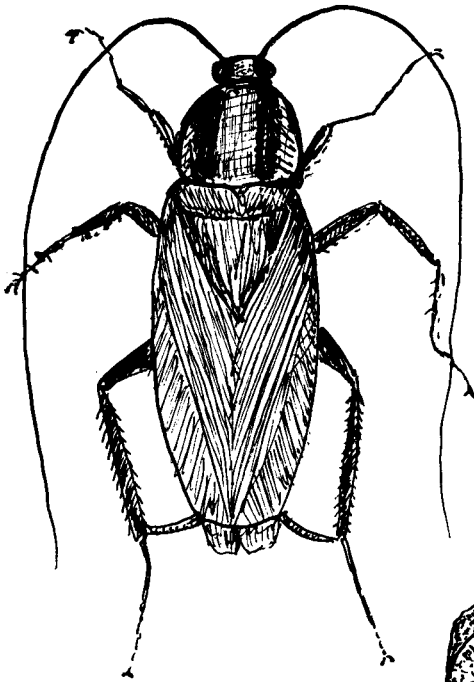
BLATTES



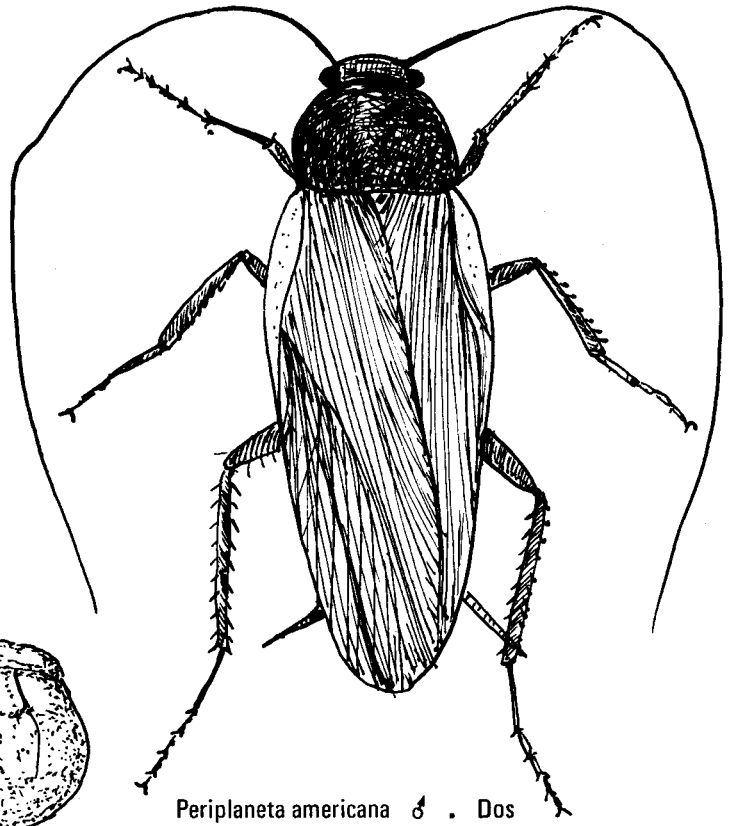
Blatta orientalis ♂ . Dos



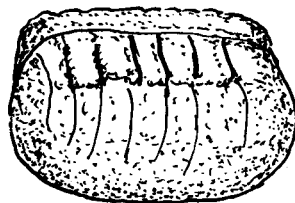
Blatta orientalis ♀ . Dos



Blattella germanica ♀ . Dos



Periplaneta americana ♂ . Dos



Oothèque de *P. americana*

3) *Les mouches à myiases*, dont les larves se développent dans le tube digestif, la peau et les cavités naturelles de l'homme et des vertébrés; elles se comportent comme de véritables parasites internes.

Les figures V-2 à V-4 représentent les principaux types de mouches non piqueuses et d'agents de myiases, avec leur cycle évolutif.

Mouches non piqueuses

La mouche domestique (*Musca domestica*) est l'espèce la plus connue de ce groupe; son cycle évolutif et ses mœurs sont décrits ci-après. Il faut également signaler les mouches bleues, vertes et brunes appartenant à la famille des Calliphoridés, et les mouches grises ou Sarcophagidés, qui pondent directement sur les viandes et les matières en décomposition où se développe leur progéniture.

Cycle évolutif et mœurs de la mouche domestique

La femelle pond des masses de 75 à 150 œufs sur le fumier, les excréta humains, les matières animales ou végétales en décomposition. Dans de bonnes conditions de chaleur et d'humidité, l'éclosion se produit en 24 heures. Les larves ou asticots, sans tête apparente, effilées, blanchâtres ou jaunâtres, se développent dans le milieu où l'œuf a été déposé. En 5 jours, au cours desquels elles subissent deux mues, elles atteignent leur taille maximale. Elles émigrent alors vers des endroits plus secs, où elles se transforment en nymphes ou pupes, immobiles, brunes, en forme de tonnelet. Au bout de 4 jours émerge l'insecte adulte. Le cycle de l'œuf à l'adulte est d'environ 10 jours.

Les mouches adultes gagnent ensuite les maisons, laiteries, étables, porcheries, etc., où elles partagent leur vie entre l'alimentation et la reproduction. Elles se nourrissent de jus sucrés et de liquides organiques. Elles vivent en moyenne un à deux mois, mais quelques femelles peuvent hiberner dans les pays tempérés et froids. Elles pondent jusqu'à 2000 œufs par mois.

La mouche récolte des germes pathogènes sur les pattes, la trompe et le corps, soit lors de la ponte sur les matières en décomposition, soit lors de son alimentation sur des liquides organiques. Elle transporte ensuite ces germes sur les aliments dont elle peut également se nourrir.

En outre, elle peut régurgiter des liquides contaminés pour dissoudre des aliments solides comme le sucre. Enfin, ses excréments, qu'elle dépose volontiers sur la vaisselle et les aliments, peuvent contenir des germes.

Elle peut ainsi propager de nombreuses affections intestinales dont le choléra, la fièvre typhoïde, les diarrhées à *Salmonella* et éventuellement la poliomyélite. Elle a été également impliquée dans la transmission du trachome et des conjonctivites, étant donné son attirance pour les sécrétions oculaires.

Méthodes de lutte

La lutte contre les mouches revêt trois aspects: prévention de la reproduction, destruction des insectes au stade larvaire ou adulte, diminution des possibilités de contamination.

1) Prévention de la reproduction

La principale méthode est l'élimination des matières où les mouches pondent et où les larves se développent. Elles se complètent de traitements de ces matières pour détruire les œufs et les larves. C'est une opération d'hygiène du milieu qui comporte:

- Evacuation des excréta humains et des fumiers,
- Evacuation des ordures organiques, notamment dans les abattoirs et les conserveries.

Ce dernier point est particulièrement important dans le cas des mouches bleues et vertes de la viande (*Lucilia sericata* par exemple).

En milieu urbain, les gîtes principaux des mouches seront les dépôts d'ordures, les abords des marchés, les dépotoirs dans les arrière-cours ou les terrains vagues, les abattoirs, les latrines. Les services d'hygiène devront s'assurer d'une bonne évacuation des ordures à tous les niveaux, de l'entretien des lieux d'aisance et du bon fonctionnement des égouts et drains.

En milieu rural, le fumier est la principale source de mouches. Comme il est pratiquement impossible d'empêcher la reproduction des mouches dans les tas de fumier, on s'efforcera d'éviter leur création en conseillant son épandage dans les champs dès sa production. Cette recommandation risque de rester souvent sans effet, les périodes d'épandage étant généralement réglées par les méthodes culturales. Si le fumier doit être stocké, il faut le placer à l'abri de la pluie et compacter sa surface. Une attention particulière devra être apportée aux élevages industriels de volailles et de porcs, où l'accumulation d'excreta peut amener des pullulations de mouches.

La fermentation du fumier en enceintes closes permet de détruire tous les éléments vivants, dont les œufs et larves de mouches, en même temps qu'elle fournit du gaz combustible. Cette méthode nécessite des installations importantes qui restent l'exception.

Ces méthodes d'assainissement sont susceptibles de donner d'excellents résultats. Malheureusement, leur application se heurte à de multiples difficultés; impécuniosité, ignorance, insouciance de la population, qui n'a pas toujours conscience de l'importance de ces problèmes. Il entre dans les fonctions du technicien sanitaire de faire l'éducation sanitaire du public et de le persuader des bienfaits de l'assainissement du milieu. En tout état de cause, il ne faut pas espérer des résultats rapides et spectaculaires comparables à ceux d'une campagne insecticide bien exécutée.

Fig. V-2 Mouches - Myiases

MOUCHES

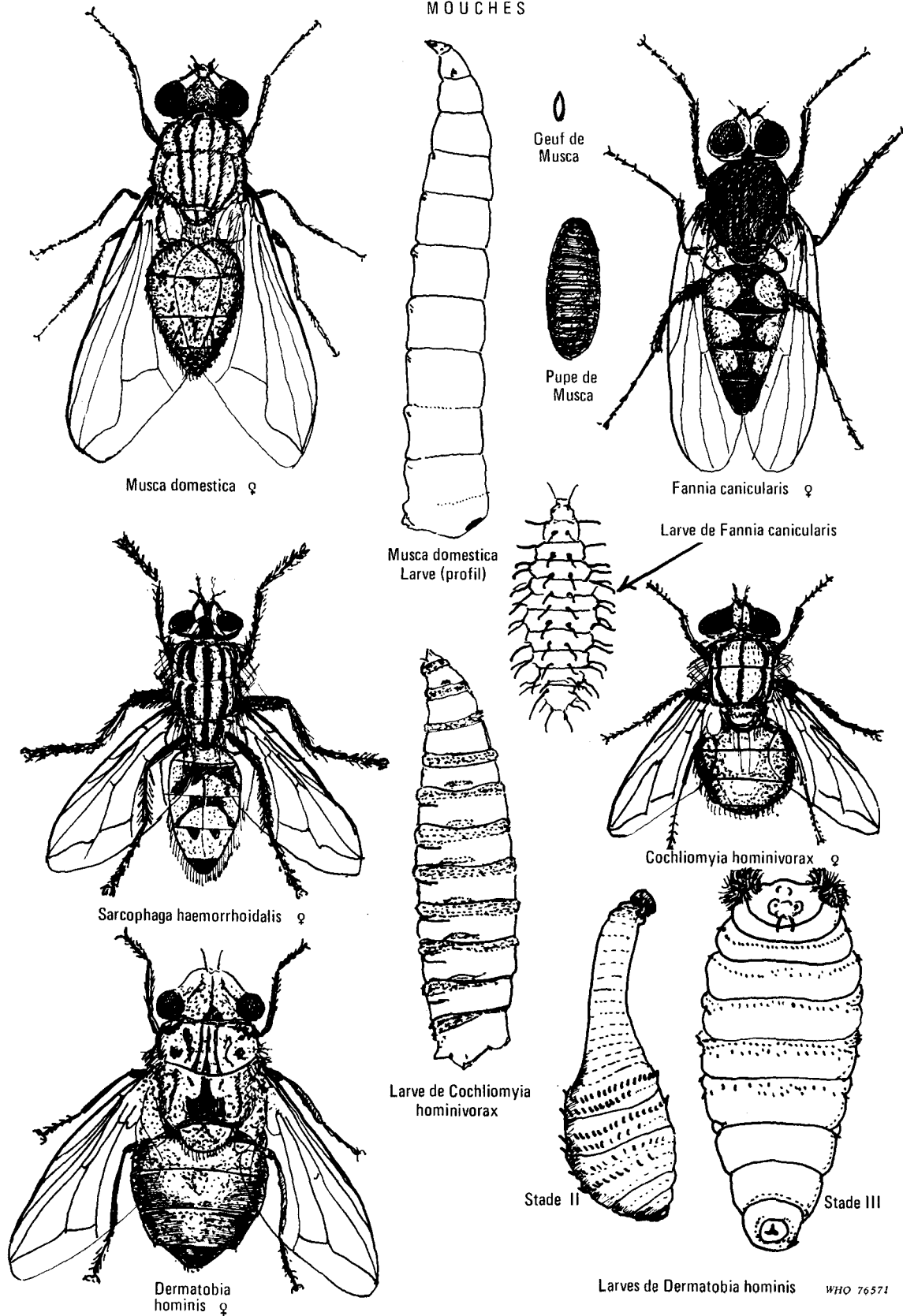
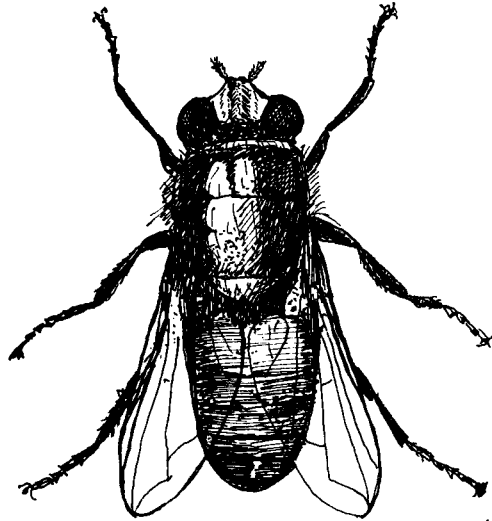


Fig. V-3 Mouches - Myiases

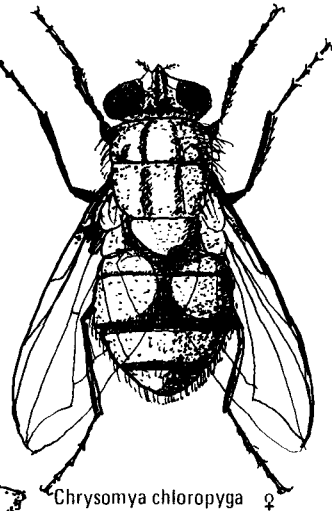
MOUCHES



Lucilia sericata ♀

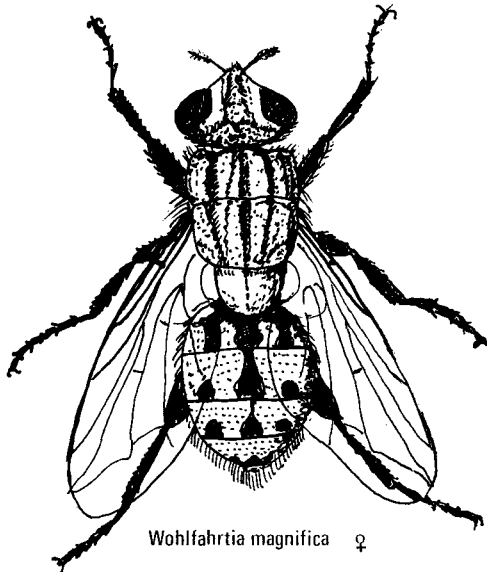


L. sericata
Larve

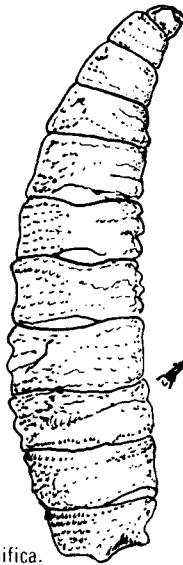


Chrysomya chloropyga ♀

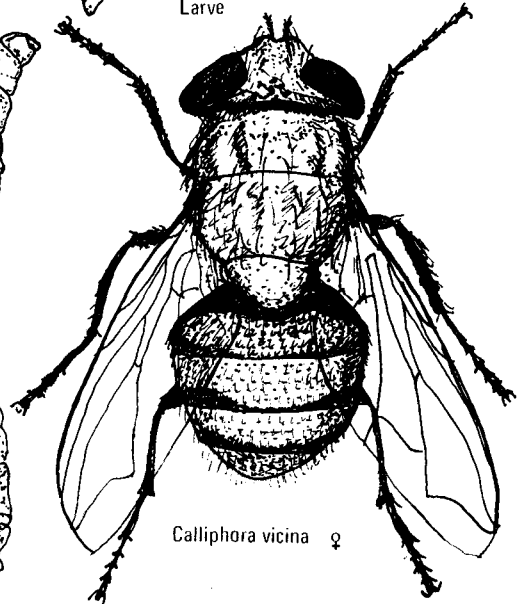
Ch. chloropyga.
Larve



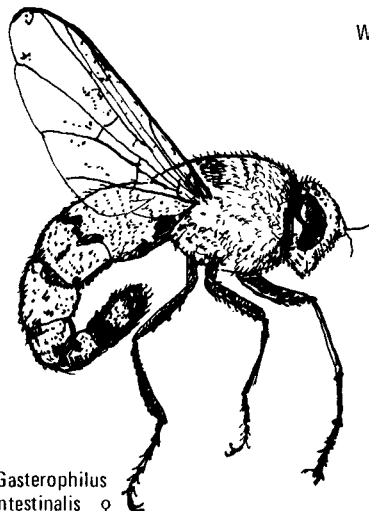
Wohlfahrtia magnifica ♀



W. magnifica.
Larve



Calliphora vicina ♀



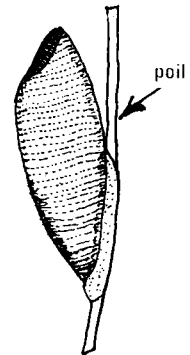
Gasterophilus intestinalis ♀



Id. Larve mûre



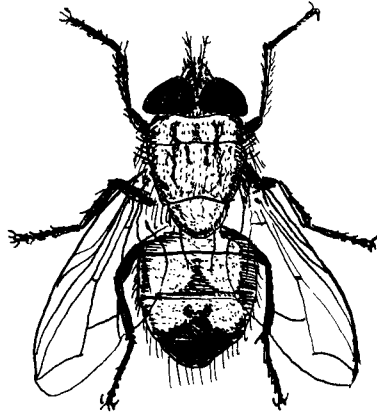
Id. Larve jeune



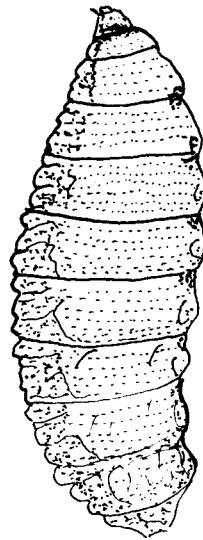
Id. Oeuf

Fig. V-4 Mouches - Myiases

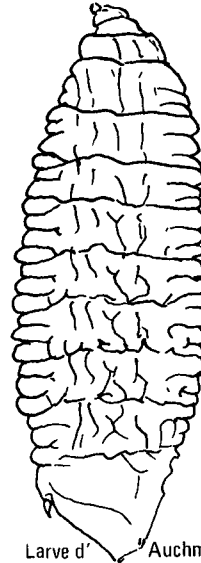
MOUCHES



Cordylobia anthropophaga ♀



Larve de *Cordylobia*



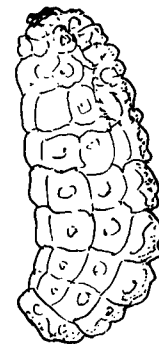
Larve d' *Auchmeromyia*



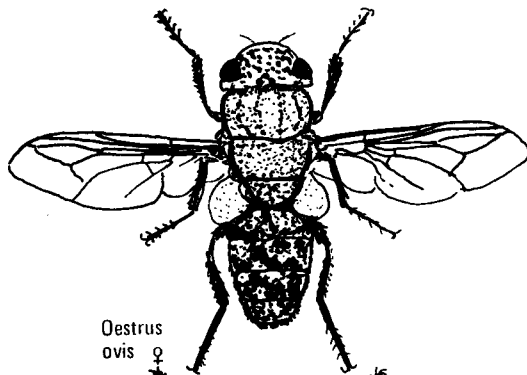
Auchmeromyia luteola ♀



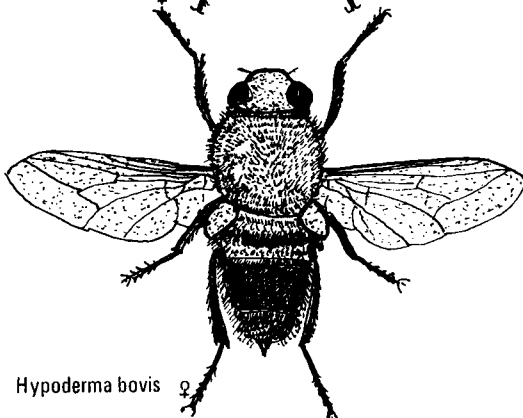
Larve jeune d' *Oestrus*



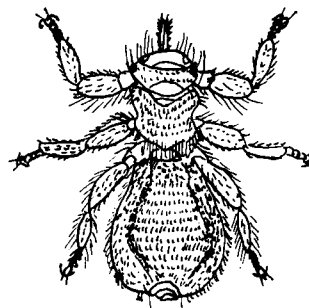
Larve d' *Hypoderma* (varron)



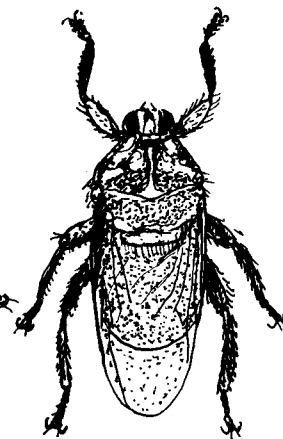
Oestrus ovis ♀



Hypoderma bovis ♀



Melophagus ovinus ♀



Hippobosca ♀

2) Protection des aliments et élimination des sources de contamination

L'application des méthodes préconisées au chapitre précédent éliminerait les sources de contamination les plus importantes, à savoir les excréta. L'entretien des latrines est essentiel pour diminuer la contamination par les germes des affections intestinales.

Les aliments, en particulier ceux qui se consomment sans cuisson, doivent être mis à l'abri des mouches dans des garde-manger en toile plastique ou métallique, des récipients couverts, des buffets, des réfrigérateurs, etc. L'isolement des habitations par écrans en grillage plastique ou métallique, placés en doublure des portes et fenêtres, est un excellent moyen de protection non seulement contre les mouches, mais aussi contre les moustiques et autres nuisances.

Une bonne hygiène personnelle, en particulier des enfants, éviterait l'attraction des mouches par les muqueuses.

3) Destruction des mouches

Si les mesures d'hygiène préventive ne peuvent empêcher la pullulation des mouches, il faut envisager leur destruction qui est basée sur:

- l'utilisation des insecticides,
- le piégeage et, éventuellement, la destruction mécanique directe.

Il est généralement recommandé d'utiliser une combinaison des différentes méthodes.

a) Emploi des insecticides

Le DDT et les produits organochlorés avaient fourni des solutions quasi radicales au problème des mouches entre 1945 et 1953. Les dosages recommandés pour application sur les murs (émulsion ou suspension) étaient les suivants:

	Concentration (%)	Taux d'application du produit actif (g/m ²)
DDT	0,5	2
Dieldrine	0,625	} 0,25 à 0,5
Chlordane	2,5 à 5	
Lindane	0,5 à 1	

Le méthoxychlore et les produits déjà mentionnés peuvent être utilisés à l'extérieur, sur les lieux de reproduction, avec des pulvérisateurs à main ou à moteur, à la dose de 4 à 8 litres pour 100 m².

Mais, dès les années 1950 sont apparues des résistances aux insecticides chlorés, et actuellement l'emploi de ces produits bon marché reste très aléatoire. Avant de les employer, il est recommandé à l'agent d'assainissement de s'assurer que les souches locales de mouches y sont encore sensibles. Des désinsectisations très coûteuses de grandes agglomérations se sont soldées par des échecs parce que cette précaution élémentaire n'avait pas été prise.

En cas de résistance aux insecticides chlorés les produits recommandés pour les traitements rémanents sur les murs, dans les abris du bétail, sur les lieux de reproduction, sont les suivants:

	Concentration (%)	Taux d'application (g/m ²)
Malathion	5	1 à 2
Diazinon	1 à 2	0,4 à 0,8
Diméthoate	1 à 2,5	0,4 à 1,6
Fenthion	1 à 2,5	0,4 à 1,6
Tétrachlorvinphos (Gardona)	1 à 5	1 à 2
Naled	1	0,4 à 0,8
Fenclorophos (Ronnel)	1 à 5	1 à 2

L'addition à l'insecticide de deux fois et demie son poids de sucre augmente son efficacité.

Les limitations d'emploi de ces produits sont les suivantes:

Malathion: utilisable partout sauf dans les laiteries et conserveries, où il faut utiliser un produit raffiné.

Diazinon: dans les fermes avicoles, ne traiter ni les volailles, ni les excréta.

Fenthion: interdit dans certains pays pour les fermes, poulaillers, usines alimentaires.

Diméthoate: à utiliser dans les étables en l'absence des animaux; déconseillé dans les laiteries.

Tétrachlorvinphos (Gardona): ne doit pas être utilisé dans les poulaillers.

Naled: prohibé dans les laiteries.

Fenclorophos (Ronnel): pas de contre-indication.

L'utilisation de cordelettes de 2,5 à 5 mm de diamètre imprégnées de solutions xyléniques d'insecticides donne de bons résultats dans les maisons et les fermes. Les produits utilisés sont le parathion, le diazinon, le diméthilan en Amérique, le fenthion et le diméthoate en Europe. La durée de leur activité atteint six mois.

Les plaquettes de résine synthétique imprégnées d'un produit à effet fumigant, comme le dichlorvos, sont utilisés dans les maisons, où elles ont une activité de plusieurs mois.

Les appâts toxiques sont des préparations solides, à base de sucre, ou liquides, à base de sirop, dans lesquelles sont incorporés des insecticides: diazinon, dichlorvos, malathion, fenclorophos (Ronnel), naled, diméthoate, trichlorfon, les appâts solides contiennent de 1 à 2% de produit actif et les appâts liquides de 0,1 à 0,2%. Ces derniers peuvent être répandus avec un arrosoir à raison de 4 litres pour 100 m². Ces appâts sont à utiliser à l'extérieur, hors d'atteinte des animaux domestiques.

Pour l'obtention de résultats rapides les traitements spatiaux par nébulisations, avec équipement à dos ou sur véhicule, sont quelquefois nécessaires dans l'assainissement de collectivités, de fermes, de décharges, de certains quartiers de villes, d'hôpitaux, etc. Les doses recommandées, par hectare, sont les suivantes:

Diazinon	330 g
Dichlorvos	330 g
Diméthoate	220 g
Fenthion	450 g
Malathion	700 g
Naled	220 g
Fenchlorphos (Ronnel)	450 g

Si le produit est épandu linéairement, les doses sont obtenues en nébulisant 25 à 50 litres par kilomètre. Le rythme d'application est hebdomadaire, mais il peut être nécessaire de l'accroître, en particulier sur les décharges.

L'extrait de pyrèthre et les pyréthrinés synthétiques sont les produits les plus sûrs pour le traitement des espaces clos et constituent le principe actif des bombes insecticides à usage domestique. Celles-ci sont généralement à la base de pyréthroides à 0,5 ou 1%, synergisés par du pipéronyl-butoxyde à 1% en solution dans du pétrole. Elles produisent un effet « knock-down » extrêmement spectaculaire.

En applications larvicides directes sur les lieux de reproduction sont recommandés le DDT, la dieldrine, le lindane, le méthoxychlore et l'endrine, en émulsions, aux mêmes doses que pour les traitements rémanents.

Dans le cas de résistance, qui est le plus fréquent, recourir au diazinon, au diméthoate, au trichlorfon, au fenchlorphos ou au malathion en solutions à 0,25-2,5%, aux mêmes doses que pour les traitements rémanents, en diluant le produit de façon à utiliser de 22 à 55 litres de concentré émulsionnable pour 100 m². Le rythme des traitements varie suivant les produits: deux fois par mois avec le diazinon, une ou deux fois par semaine avec les autres produits.

Les carcasses d'animaux morts peuvent être traitées aux mêmes doses une fois par mois.

Dans les élevages industriels de poulets, il est possible d'adjoindre des organophosphorés aux rations des volailles pour éviter que les mouches ne se développent dans les excréta. Les doses recommandées sont, par kilo de nourriture:

Fenthion	50 mg
Fenchlorphos (Ronnel)	200 mg
Coumaphos	90 mg
Diazinon	150 mg
Diméthoate	45 mg

L'extraordinaire prolifération des mouches favorise le développement des résistances. On a actuellement signalé des souches résistantes à tous les produits. Le seul moyen de pallier cet inconvénient est de changer fréquemment d'insecticide, au moins dès que l'inefficacité des traitements est observée.

b) Piégeage et destruction directe

Dans les régions à forte densité de population de la Chine, la destruction mécanique directe des mouches à la tapette a été réalisée avec succès.

Les pièges sont connus depuis très longtemps mais ne sont que des compléments aux mesures d'assainissement.

En usage domestique, on utilise les bandes adhésives (papiers tue-mouches), les carafes à vinaigre, etc.

Différents types de pièges permettent d'attraper les mouches qui émergent des ordures. A condition de changer fréquemment les appâts et d'évacuer les cadavres de mouches, ils fonctionnent très bien autour des abattoirs, des fermes et, en général, là où les mouches ont tendance à se rassembler.

La grille « Scudder » est un piège qui permet d'évaluer les populations de mouches. Elle peut rendre de grands services pour estimer l'efficacité des méthodes de lutte contre ces insectes.

Mouches piqueuses

Un certain nombre de mouches appartenant à trois familles sont dotées, à l'état adulte, de pièces buccales piqueuses.

— Chez les Stomoxyinés et les glossines (ou tsé-tsé), les deux sexes se nourrissent de sang de vertébrés, qui leur fournit les protéines nécessaires à leur reproduction.

— Chez les Tabanidés (taons et *Chrysops*), seules les femelles sont hématophages. Ces mouches piqueuses ont une très grande importance médicale et vétérinaire.

Stomoxes (voir fig. V-5)

Il s'agit d'une sous-famille de mouches groupant différents genres (*Stomoxys*, *Haematobia*, etc.), qui attaquent l'homme et les animaux domestiques. Appelées autrefois « mouches charbonneuses », elles ressemblent beaucoup aux mouches domestiques par leur taille et leur coloration, mais elles ont à l'extrémité de la tête une trompe piqueuse dirigée vers l'avant. Elles peuvent transmettre mécaniquement divers germes, dont les trypanosomes, agents des trypanosomiasés animales, et des bactéries comme celle du charbon.

Leurs larves, asticots semblables à ceux des mouches domestiques, se développent dans les fumiers et les litières du bétail.

La lutte contre les stomoxes est voisine de ce que nous avons décrit dans la section précédente; enlèvement des fumiers pour éliminer les lieux de reproduction, traitements insecticides, larvicides ou adulticides des étables et écuries.

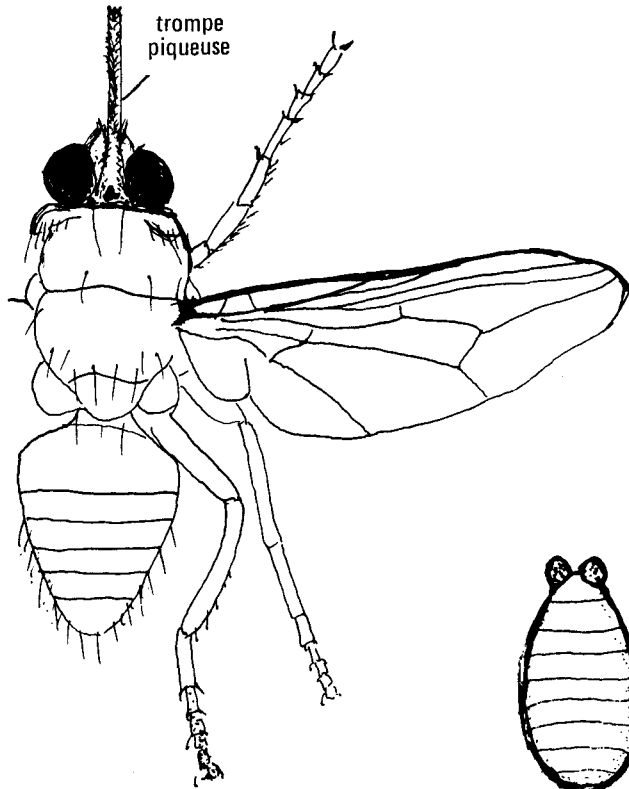
Glossines

1) Description (voir fig. V-5)

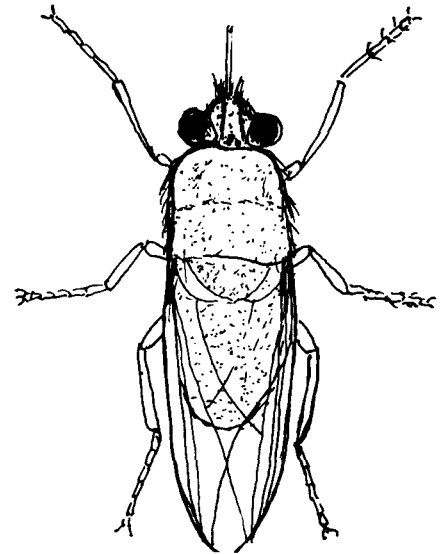
Les glossines (ou mouches tsé-tsé) transmettent les trypanosomes à l'homme (maladie du sommeil) et aux animaux. Les glossines vectrices de la maladie du sommeil en Afrique occidentale et centrale sont des espèces riveraines qui vivent dans les galeries forestières, les forêts et les bords des lacs et des marécages. En Afrique orientale, les espèces des savanes boisées propagent une

Fig. V-5 Glossines - Stomoxes

GLOSSINES - STOMOXES



Glossine (face dorsale)
Aile écartée



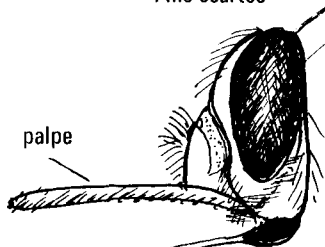
Glossine (face dorsale)
Ailes repliées



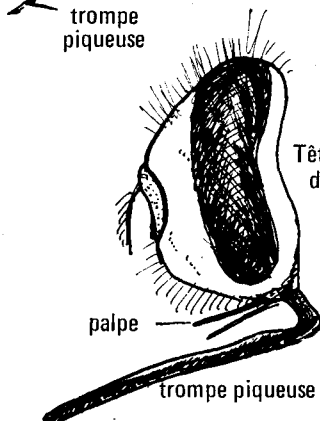
Pupe de glossine



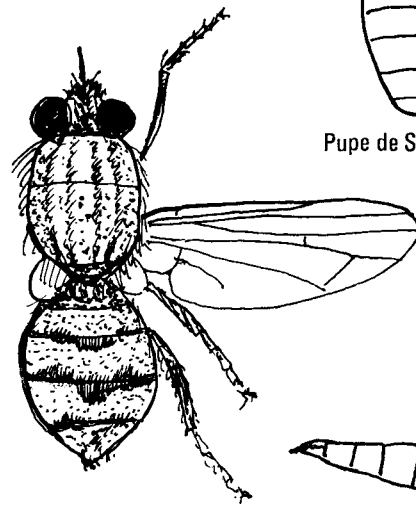
Pupe de Stomoxe



Tête et trompe
de glossine
(profil)



Tête et trompe
de stomoxe
(profil)



Stomoxe (face dorsale)
Aile écartée



Larve de Stomoxe (asticot)

autre forme de trypanosomiase humaine, également très pathogène.

Les glossines ont besoin pour vivre d'une forte humidité et d'ombre. Elles jouissent d'une grande longévité (maximum observé, 270 jours), mais leur taux de reproduction est très bas; les femelles déposent une seule larve tous les dix jours en moyenne. Cette larve s'enfonce dans le sol meuble pour se transformer très rapidement en une pupa immobile, qui éclôt au bout d'un à deux mois selon la saison.

Les deux sexes piquent pour se nourrir de sang; ils sont actifs du lever au coucher du soleil.

Le jour, les glossines se reposent sur les troncs d'arbres, les plantes grimpantes, les racines et probablement la face inférieure des feuilles. Leurs lieux de repos nocturnes sont essentiellement les feuilles vertes des plantes qui se trouvent au bord de l'eau, jusqu'à 1,50 m du sol.

2) Méthodes de lutte

a) Eclaircissement forestier

Avant l'avènement des insecticides, la seule façon de lutter contre les glossines était l'« éclaircissement forestier » ou « prophylaxie agronomique », car les surfaces déboisées étaient ensuite occupées par des jachères ou des plantations diverses. L'éclaircissement intégral consistait à couper toute la végétation; l'éclaircissement partiel ne supprimait que les buissons touffus, mais épargnait les grands arbres.

La prophylaxie agronomique est donc une méthode de lutte écologique qui consiste à modifier l'habitat des glossines pour que ces dernières ne puissent plus y vivre, en les privant de refuges ombragés où elles trouvent une température et une humidité favorables à leur survie.

b) Emploi des insecticides

Les applications d'insecticides à effet rémanent sont les plus couramment employées. Elles consistent à pulvériser des produits sur les lieux de repos (végétation riveraine jusqu'à 1,20 m de hauteur) en un seul traitement.

Pendant longtemps, le DDT (3 à 5%) et la dieldrine (2%) ont été utilisés au sol, à l'aide d'appareils portatifs à dos et à pression préalable.

Les émulsions sont employées de préférence aux poudres mouillables dans les savanes humides ou à l'approche de la saison des pluies, car elles adhèrent mieux à la végétation.

La durée d'efficacité des traitements doit dépasser celle de la période pupale, afin que tous les adultes issus de pupes déposées avant le traitement puissent se trouver au contact de l'insecticide au moment de leur émergence.

Actuellement, on tend à remplacer le DDT et la dieldrine par d'autres produits, l'endosulfan en particulier.

L'utilisation de produits non rémanents (HCH, pyrèthre, organophosphorés) nécessite une répétition

des applications (cinq ou six fois) pour couvrir au moins une période pupale. Les insecticides non rémanents sont appliqués en nébulisation (Swingfog, TIFA) ou sous forme d'aérosols largués par avion ou hélicoptère.

On tend actuellement à utiliser la technique des applications à très faible volume (*Ultra low volume*, ULV). Les atomiseurs permettent d'appliquer de très faibles doses (quelques litres, voire moins d'un litre, par kilomètre de galerie). De nouvelles méthodes sont en cours d'étude.

Les campagnes de lutte dans les foyers résiduels de maladie du sommeil ont pour but non pas d'éradiquer les vecteurs, mais d'arrêter la transmission de la maladie pendant que les équipes médicales dépistent et soignent les malades.

Tabanidés

1) Description (voir fig. V-6)

Les taons sont des mouches souvent trapues, à gros yeux et à vol rapide, dotées de puissantes pièces buccales. Les femelles seules piquent et absorbent du sang pour développer leurs ovaires. Elles ont une activité diurne, et leur densité est surtout forte dans les régions forestières, littorales et en montagne.

Les taons proprement dits (*Tabanus*) attaquent de préférence les troupeaux et ont un intérêt principalement vétérinaire, alors que les *Haematopota* et les *Chrysops* se gorgent volontiers sur l'homme. Dans les zones forestières d'Afrique occidentale et centrale, les *Chrysops* transmettent une filariose, la loase, qui provoque les « œdèmes fugaces de Calabar ». D'autres espèces en Amérique du Nord, Europe centrale et URSS sont incriminées dans la transmission de la tularémie et de diverses affections microbiennes. Dans de nombreuses régions tropicales, les Tabanidés remplacent les glossines comme vecteurs de trypanosomiasés du bétail.

2) Méthodes de lutte

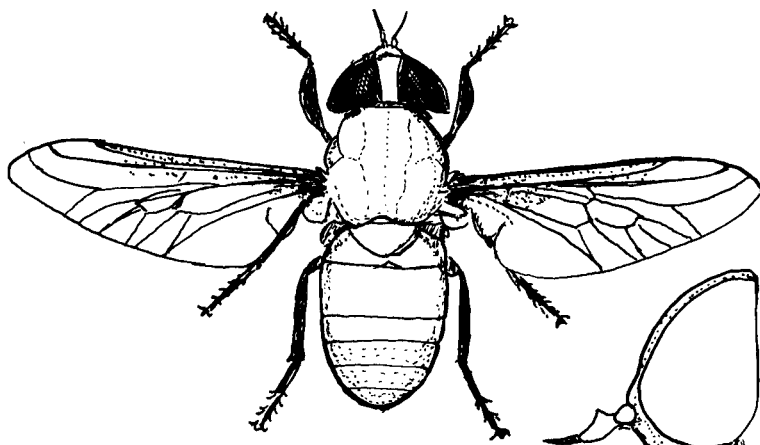
La lutte contre les Tabanidés, insectes sauvages à larves et nymphes souterraines, est particulièrement difficile. On a envisagé la destruction des gîtes larvaires (marécages, plages, clairières) par épandage de granulés renfermant des insecticides à action rémanente (par exemple, la dieldrine), et celle des adultes par des pièges ou des nébulisations de malathion ou d'autres organophosphorés. Mais, le plus souvent, on se contente de se protéger des attaques des taons par des répulsifs ou des vêtements épais. Les déboisements réduisent leur aire de répartition et les progrès de l'urbanisation les font reculer rapidement.

Mouches à myiases

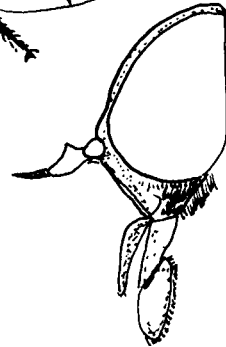
Certains diptères dont les larves attaquent l'homme et les autres vertébrés causent des affections appelées myiases. Ils appartiennent à de nombreuses familles:

Fig. V-6 Tabanidés - Cératopogonidés - Phlébotomidés

TABANIDES - CERATOPOGONIDES - PHEBOTOMIDES



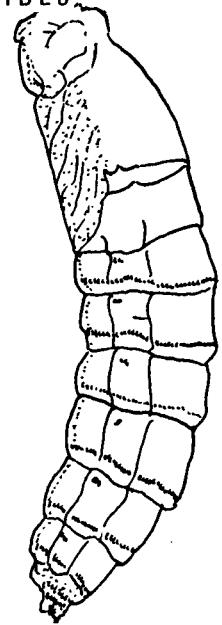
Tabanus ♀ . Vue dorsale



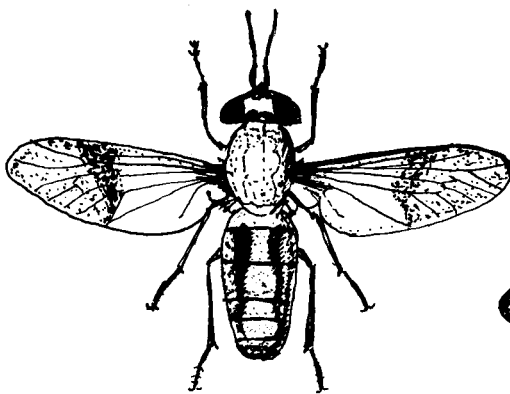
Tabanus ♀
Tête
(profil)



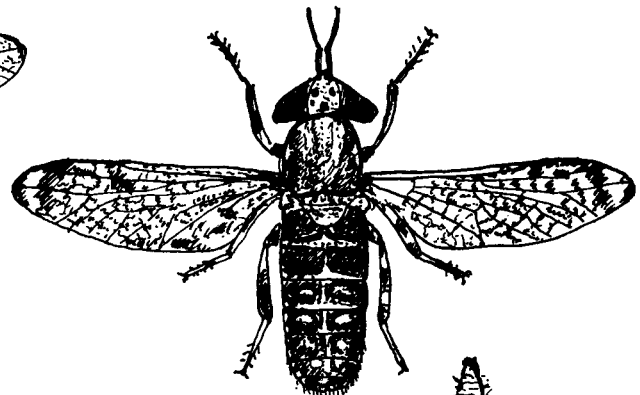
Tabanus larve



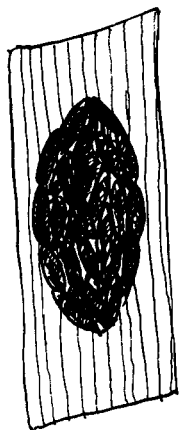
Id. Nympe



Chrysops dimidiata ♀



Haematopota ♀



Ponte de Tabanus



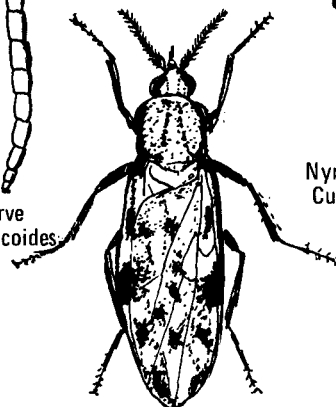
Oeuf de taon



Larve de Culicoides



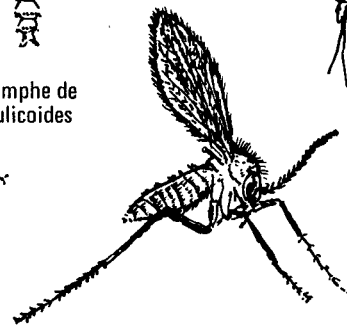
Nympe de Culicoides



Culicoides nubeculosus ♀



Larve de Phlébotome



Phlebotomus papatasi ♀



Nympe de Phlébotome

Œstridés, Gastérophilidés, Muscidés, Calliphoridés, etc. La détermination des agents de myiases, souvent difficile, doit être confiée à un spécialiste.

Parmi les agents de myiases les plus fréquemment rencontrés, citons le « ver de case » (*Auchmeromyia*), larve d'une mouche d'Afrique centrale qui vit dans les habitations dont le sol est en terre battue. Elle sort la nuit sucer le sang des occupants lorsqu'ils dorment à même le sol. Il suffit de coucher dans un lit ou un hamac pour se soustraire à ses attaques.

Les myiases accidentelles sont dues à des larves de diptères habituellement sarcophages (*Fannia*, *Piophil*, etc.), mais capables de survivre plus ou moins longtemps dans le tube digestif de l'homme si elles sont ingérées avec des aliments (fromage, viande, etc.) où elles se développent.

Les myiases cutanées (rampantes ou furonculeuses) sont dues en Afrique tropicale au ver du Cayor (*Cordylobia anthropophaga*) et en Amérique tropicale au berne ou torcel (*Dermatobia hominis*) et au « ver à vis » (*Cochliomyia hominivorax*, *screw worm*). Le varron, larve d'*Hypoderma*, spécifique des bovins, détériore les cuirs.

Les myiases gastro-intestinales, comme celle du cheval et du bœuf, sont causées par le *Gasterophilus*. Il n'en existe pas chez l'homme.

Les myiases cavitaires sont provoquées par des larves pénétrant dans les narines, les sinus ou les yeux, comme les œstres du mouton et du cheval; les jeunes larves d'œstres peuvent même pénétrer accidentellement dans l'œil de l'homme et y provoquer des lésions graves.

On combattra les myiases humaines en extrayant soigneusement les larves de la peau ou des yeux et en soignant les lésions à l'aide d'un antiseptique et d'antibiotiques. Pour les myiases intestinales, on emploiera un médicament larvicide, par exemple la phénothiazine. La lutte contre les mouches myiasigènes adultes est généralement très difficile et met en œuvre des techniques très sophistiquées. Citons simplement les campagnes contre le « ver à vis » (*screw worm*), aux Etats-Unis (Floride) par des lâchers de mâles stérilisés par irradiation.

SIMULIES

Description (voir fig. V-7)

Plus proches des moustiques que des mouches, ces diptères sont des moucheron piqueurs trapus et de couleur sombre, dont les larves vivent exclusivement dans les eaux courantes. Seules les femelles sont hématophages, les mâles ne piquant pas et se nourrissant exclusivement de jus sucrés.

Les simulies ont une grande importance médicale dans les vallées de montagne et les bassins des fleuves à

courant rapide. Leurs piqûres causent des brûlures, des démangeaisons souvent compliquées de lésions de grattage, parfois de la fièvre. La salive de certaines espèces est très toxique pour les animaux: en cas d'attaques massives, le taux de mortalité peut être élevé chez le bétail et les animaux de basse-cour.

En matière de santé publique, l'importance des simulies provient du rôle de vecteurs d'onchocercose humaine de certaines espèces. Cette maladie est causée par une filaire qui se développe dans le derme de l'homme. Les microfilaires (larves pondues par les filaires adultes) sont absorbées par les simulies au cours de la piqûre; elles accomplissent un cycle de développement obligatoire de 7 jours environ chez l'insecte et sont injectées lors d'une piqûre à un autre sujet, chez qui elles donneront naissance à de nouvelles filaires adultes. Chez l'homme, les microfilaires envahissent tous les tissus dermiques, l'œil en particulier, où elles causent des lésions diverses (iris, cornée, rétine) qui aboutissent à la cécité. La maladie, exclusivement rurale, est endémique en Amérique centrale et surtout en Afrique tropicale, où la cécité peut frapper plus de 10% des habitants dans les vallées de savane (cécité des rivières) et provoquer l'abandon de ces vallées fertiles par l'homme.

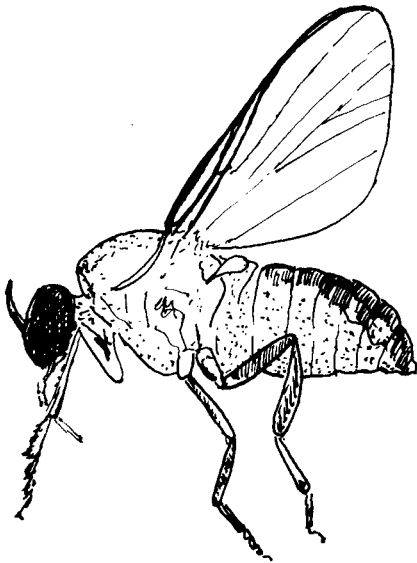
Cycle évolutif et comportement

La femelle pond ses œufs dans les cours d'eau rapides, sur la végétation, les pierres ou tous les autres supports peu profonds. Tout le cycle de développement qui précède l'éclosion de l'adulte se déroule obligatoirement dans les eaux courantes. Les larves issues des œufs vivent fixées sur des supports immergés (végétation, pierres, etc.) et filtrent pour se nourrir les particules alimentaires et les micro-organismes charriés par le courant; les nymphes issues des larves ne s'alimentent pas et vivent immobiles, fixées dans un cocon de soie tissé par la larve. La durée du développement aquatique varie considérablement en fonction des espèces et de la température (certaines espèces hivernent à l'état d'œufs, de larves et surtout de nymphes dans les pays froids ou tempérés). Chez *Simulium damnosum*, le vecteur ouest-africain de l'onchocercose, l'éclosion des œufs survient au bout de 24 à 48 heures, la vie larvaire dure de une à deux semaines et la durée de vie nymphale est de 3 à 5 jours.

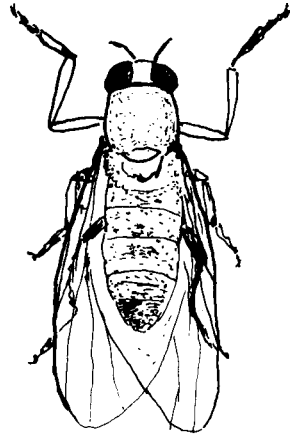
Les simulies adultes sont d'excellents voiliers et les femelles peuvent parcourir en vol plusieurs dizaines de kilomètres (quelques centaines avec l'aide du vent). Elles piquent l'homme, les mammifères ou les oiseaux, selon les espèces, un repas de sang étant nécessaire avant chaque ponte; *S. damnosum* prend ainsi un repas sanguin tous les 4 à 6 jours; sa durée de vie maximale est d'environ un mois. Les lieux de repos des simulies sont mal connus pour la plupart des espèces. Les simulies ne piquent que le jour et uniquement à l'extérieur des habitations.

Fig. V-7 Simulies

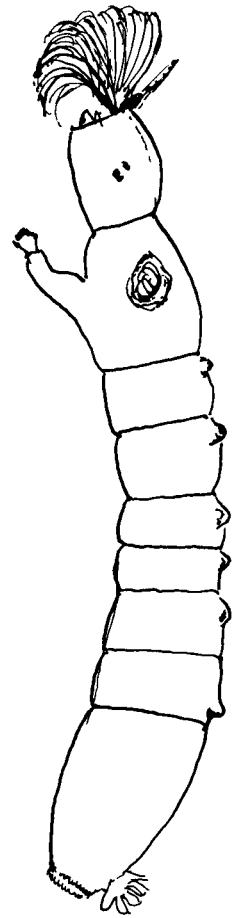
SIMULIES



Simulie (*Simulium damnosum*)
Profil ♂

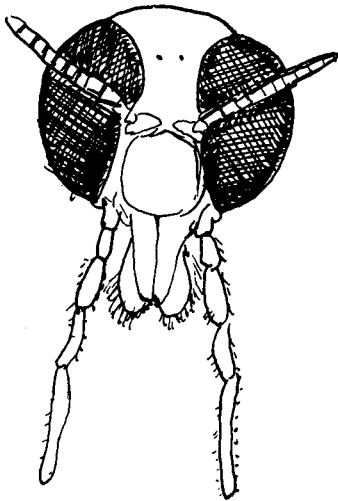


S. damnosum ♀
Vue dorsale

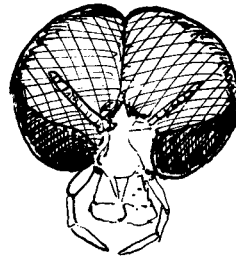


Oeuf de
simulie

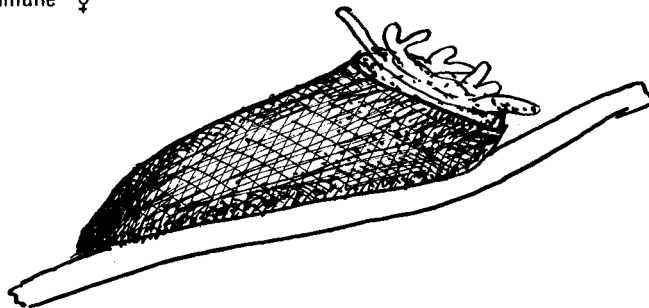
Larve de *S. damnosum*. Profil



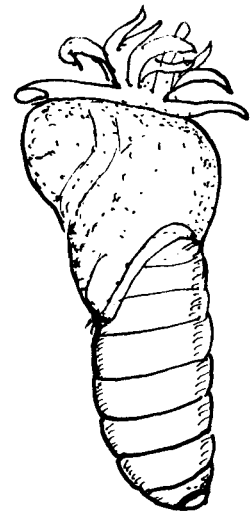
Tête de simulie ♀



Tête de simulie ♂



Nymphe de *S. damnosum* dans son cocon
attaché à une tige de plante aquatique



Pupe de *S. damnosum* extraite
de son cocon

Méthodes de lutte

Protection individuelle

Il est possible de se protéger contre les piqûres de simulies par le port de vêtements appropriés: pantalons longs en Afrique tropicale, où *S. damnosum* pique aux jambes.

Les répulsifs (diméthyl-phtalate, diméthyl-carbate, diéthyl-toluamide, éthylhexanediol) sont efficaces et peuvent être préconisés pour des séjours brefs en région infestée de simulies, mais leur coût est élevé, leur durée d'action limitée et leur usage contraignant en milieu rural tropical.

Emploi des insecticides

La lutte contre les adultes est coûteuse et peu efficace, car les lieux de repos sont mal connus et il faut épandre par voie aérienne de grandes quantités d'insecticide sur de vastes surfaces.

La seule méthode appliquée actuellement est la lutte contre les larves. L'insecticide est épandu dans le courant en amont de chaque gîte larvaire; les traitements sont répétés chaque semaine. L'insecticide est appliqué à partir du sol (petits cours d'eau) au moyen d'un réservoir calibré et percé, ou par bateau, ou encore par voie aérienne (avion ou hélicoptère). Le dosage et la durée du traitement sont déterminés par le débit des cours d'eau à traiter: actuellement, les dosages sont fixés à 0,1 g/m³ pendant 10 minutes pour les faibles débits et à 0,05 g/m³ pendant 10 minutes pour les débits plus élevés. Le meilleur larvicide utilisable présentement est l'Abate, en solution émulsionnable renfermant 20% de produit actif. Les résultats des traitements sont appréciés par contrôle des gîtes larvaires avant et après traitement, et surtout par capture et piégeage des adultes.

Pendant longtemps, on a utilisé le DDT en concentré émulsionnable à 30%, à des doses comprises entre 0,1 et 1,0 g/m³ pendant 10 minutes. Il s'est montré très actif, mais actuellement on considère qu'il présente des risques pour l'environnement étant donné sa stabilité dans les chaînes alimentaires. D'autre part, des résistances au DDT se sont déjà manifestées, notamment au Japon.

MOUSTIQUES

Description

Les moustiques qui constituent la famille des Culicidés, sont des diptères au corps, aux ailes et aux pattes grêles, dont tout le monde connaît la forme générale. Ils comprennent plus de deux mille espèces réparties de la toundra arctique jusqu'aux forêts équatoriales, du bord de mer aux neiges des montagnes, du désert aux villes. En bref, la plasticité biologique de ce groupe lui a permis de coloniser la plus grande partie des terres de notre globe.

Les moustiques se distinguent par la présence d'une trompe formée de pièces buccales piqueuses. Chez les femelles, cette trompe sert à perforer la peau des vertébrés et à absorber le sang. Tous les mâles, et les femelles de certaines espèces, sans intérêt médical direct d'ailleurs, se nourrissent de jus sucrés.

Parmi les nombreuses espèces, un nombre limité, probablement moins de cinq cents, piquent l'homme; on les dit anthropophiles. D'autres attaquent plus spécialement les batraciens, les reptiles, les oiseaux, les mammifères; on les dit zoophiles. Quelques-unes ont un régime mixte, se nourrissant aussi bien sur l'homme que sur les mammifères ou les oiseaux. En fait, chaque espèce a un mode de vie bien particulier, tant à l'état larvaire qu'à l'état adulte. Le technicien sanitaire devra bien se pénétrer de cette réalité avant de s'attaquer à la destruction des moustiques. Il ne devra donc pas hésiter à faire appel à un spécialiste d'entomologie, qui non seulement lui fournira les informations nécessaires à son travail, mais lui montrera *de visu* les caractéristiques écologiques de l'espèce à traiter.

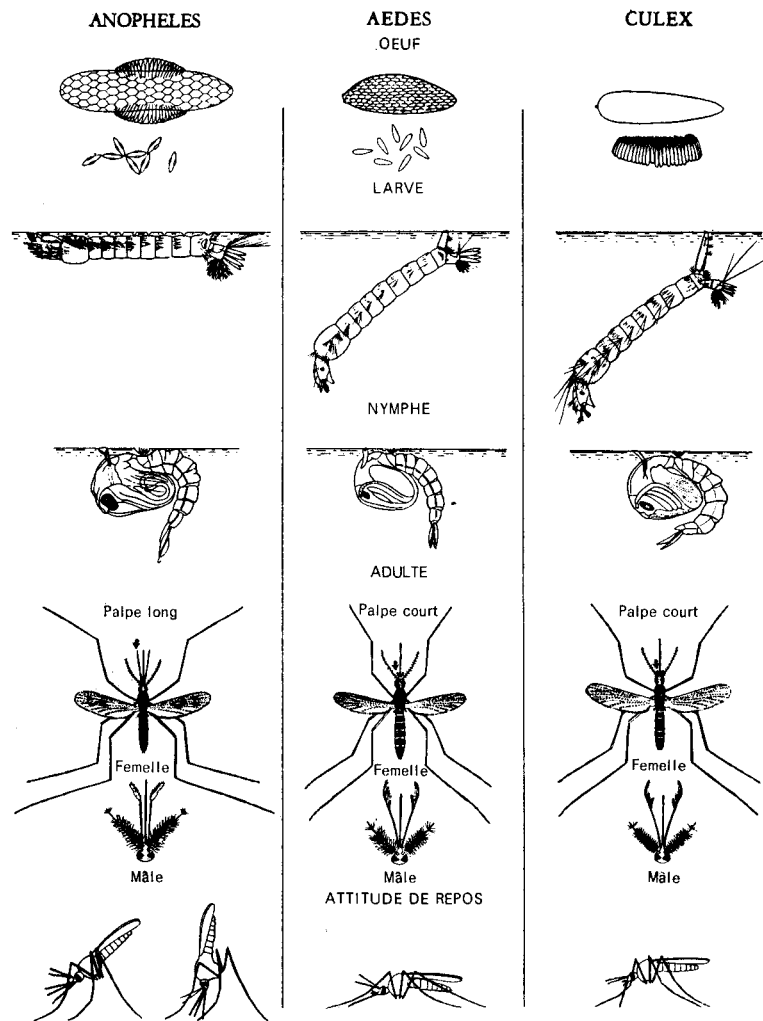
Tant par la nuisance de leur piqûre que par leur rôle médical, les moustiques constituent de loin le groupe d'insectes le plus important pour la santé publique. D'ailleurs, les habitants connaissent bien le fléau qu'ils constituent et, dès qu'ils observent leur pullulation, ils n'hésitent pas à faire appel aux services de démoustication. Le technicien sanitaire devra immédiatement s'assurer si les craintes des habitants sont justifiées et distinguer les moustiques d'autres insectes à allure similaire confondus par les profanes. Les chironomes ont la même allure générale mais sont dépourvus de trompe; lors de leurs éclosions massives, ils viennent autour des lumières. S'ils causent quelques désagréments en s'engluant dans les aliments ou en pénétrant dans les voies respiratoires, ils ne piquent jamais, bien qu'ils fassent l'objet de nombreuses plaintes des habitants. Les tipules, également dépourvues d'appareil piqueur et inoffensives, sont trop souvent considérées comme de gros moustiques.

Cycle évolutif (voir fig. V-8)

L'œuf du moustique est pondu soit sur ou dans l'eau, soit sur des surfaces humides à la limite des collections d'eau. Dans le premier cas, il éclôt dans les 2 à 3 jours qui suivent, au moins pour les espèces courantes (*Anopheles*, *Culex*, *Mansonia*). Dans le deuxième cas, les œufs où s'est développé un embryon peuvent se conserver à sec pendant plusieurs mois, voire plus d'un an. Lorsque des pluies ou des marées font monter le niveau des collections d'eau, les œufs sont alors submergés et éclosent. C'est le cas de nombreuses espèces d'*Aedes*.

Les larves sont aquatiques; elles respirent soit par un siphon situé à l'extrémité postérieure (tous les moustiques sauf les anophèles), soit par des stigmates dorsaux (anophèles). Il en résulte que pour respirer les anophèles

Fig. V-8 Caractéristiques des anophélinés et des culicinés
Kent S. Littig and Chester J. Stojanovich



WHO 76189

U. S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service, Communicable Disease Center, Atlanta, Georgia

viennent se placer parallèlement à la surface de l'eau, alors que les autres larves de Culicidés font un angle de 30 à 90° avec cette surface. Les larves se nourrissent de débris végétaux, d'algues microscopiques, etc. et ont des pièces buccales broyeuses. Quelques espèces, notamment les *Toxorhynchites*, ont des larves carnivores qui dévorent les autres moustiques. On a songé à les utiliser pour la lutte biologique et on les a ainsi importées dans des îles du Pacifique.

La larve subit trois mues puis se transforme en nymphe, très mobile, qui ne se nourrit pas et libère l'insecte adulte assez rapidement.

La durée du cycle varie énormément suivant les espèces et les climats.

Chez le moustique urbain cosmopolite tropical *Culex pipiens fatigans*, il se décompose comme suit:

Oeuf: 2 jours, de la ponte à l'éclosion.

Larve: de 7 à 11 jours,

Nymphe: de 2 à 3 jours,

Adulte: la femelle peut déposer sa première ponte 4 jours après son émergence.

D'une ponte à l'autre, le cycle est de 15 à 20 jours. Ce schéma s'applique à beaucoup d'espèces tropicales, notamment aux anophèles.

Au contraire, dans les pays tempérés ou froids, le cycle peut s'allonger et il n'y a parfois qu'une génération par an.

Les femelles se nourrissent de sang; elles y trouvent les substances nécessaires à la maturation des œufs, qui s'opère pendant la digestion.

L'accouplement se fait peu après l'émergence et n'a généralement lieu qu'une fois, les spermatozoïdes étant stockés dans un organe spécial de la femelle, la spermathèque.

La longévité des adultes varie beaucoup d'une espèce à l'autre. Chez les anophèles tropicaux, elle dépasse rarement un mois, mais chez les moustiques des pays tempérés qui hibernent elle peut atteindre six à huit mois.

Principales espèces d'intérêt médical et méthodes de lutte

Etant donné la très grande variabilité du mode de vie des différentes espèces, il est nécessaire d'avoir des informations sur les plus importantes. En effet, pour lutter efficacement contre une espèce, il ne suffit pas de connaître l'insecticide à employer, il faut surtout savoir où et quand

l'utiliser. Or, ceci doit être déterminé en fonction du mode de vie de l'espèce visée.

Anophèles

C'est parmi les anophèles que se rencontrent tous les vecteurs du paludisme. Ils se différencient facilement des autres genres de moustiques (Fig. V-8 et V-9). Les femelles piquent généralement la nuit et se reposent ensuite sur les murs de la maison des dormeurs. C'est à cette période de leur cycle que les anophèles sont le plus vulnérables. En effet, si les murs sont recouverts d'insecticides à effet rémanent, les moustiques seront détruits lorsqu'ils s'y reposeront. C'est le principe de base des campagnes antipaludiques par insecticides. Celles-ci, en effet, ne visent pas à détruire tous les anophèles, mais à tuer ceux qui ont piqué de façon qu'ils ne puissent pas transmettre le paludisme à une autre personne. La chaîne de transmission étant ainsi coupée, la maladie ne peut se propager et s'éteint spontanément au bout de un à trois ans suivant l'espèce du parasite.

Ce traitement rémanent de l'intérieur des maisons est exécuté généralement avec des appareils à pression préalable portés à dos d'homme. Le produit actif est une poudre mouillable ou un concentré émulsionnable. On a ainsi utilisé les produits suivants:

	Taux d'application (g/m ²)	Durée de la rémanence
DDT	2	6 mois
Dieldrine	0,5	6-12 »
Lindane	0,5	2-3 »

Pour pallier les très nombreuses résistances aux produits chlorés, on peut utiliser des organophosphorés ou des carbamates:

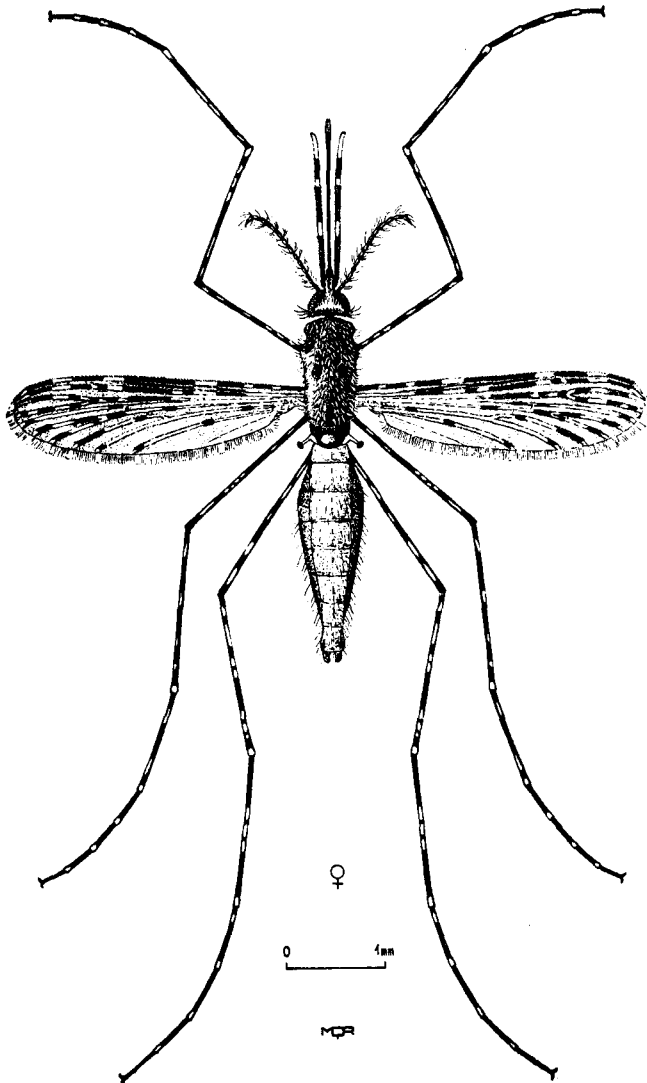
	Taux d'application (g/m ²)	Durée de la rémanence
Malathion	2	2-3 mois
Fénitrothion	2	2-3 »
Propoxur (Baygon)	2	1-2½ »

Les traitements avec ces derniers produits sont nettement plus onéreux (de 8 à 32 fois plus qu'avec le DDT), car l'insecticide est plus cher et le rythme des traitements doit être augmenté.

Tout traitement domiciliaire au DDT ou au lindane devrait être précédé de tests de résistance pour s'assurer que les anophèles sont sensibles au produit envisagé, même si celui-ci n'a jamais été employé. En effet, beaucoup de moustiques sont devenus résistants à la suite de l'utilisation d'insecticides en agriculture sans que les traitements des hygiénistes aient été impliqués. Cette remarque s'applique à toutes les formes de lutte anti-moustiques.

Les traitements larvicides sont surtout valables dans et autour des grandes agglomérations. Ils intéressent les marécages, les bords des cours d'eau et des lacs,

Fig. V-9 *Anopheles gambiae* Giles



les fossés, les mares temporaires, etc., bref, tous les gîtes des espèces vectrices.

Suivant les dimensions des gîtes et les disponibilités en matériel, le traitement peut se faire au sol, avec des appareils à dos ou tractés, ou bien par aéronefs.

Les plus anciens produits utilisés sont :

- Le vert de Paris (acéto-arsénite de cuivre), à la dose de 800 g/ha, sous forme de granulés à 5% (soit 16 kg/ha).
- le mazout et les huiles minérales, qui n'ont qu'une action de courte durée (moins de 8 jours) et sont polluants. Un produit plus raffiné, le Flit MLO, est d'utilisation plus aisée.
- Le DDT (220 g/ha) et le lindane (112 g/ha), qui ont été utilisés avec succès, mais ne sont plus à conseiller étant donné leur effet polluant et la résistance de très nombreuses souches.
- L'Abate (50 g/ha), excellent larvicide, utilisable par avion en ULV (5 g/ha). Il est peu ou pas toxique, fait peu de dégâts dans l'environnement et est rapidement biodégradable. De ce fait, sa durée d'activité est réduite (8 à 30 jours), surtout dans les eaux polluées.
- Le chlorpyrifos (Dursban) (10-20 g/ha), très actif et plus persistant (jusqu'à trois mois), surtout dans les eaux polluées. Il est plus toxique et moins sûr pour l'environnement que l'Abate; il est surtout recommandé pour le traitement des eaux usées.
- Le fénitrothion (250-350 g/ha), l'iodofenphos (250 g/ha en ULV), le malathion (250 à 650 g/ha) et le bromophos (250 à 500 g/ha), organophosphorés peu ou pas toxiques, biodégradables et d'emploi sûr.
- Le fenthion (25 à 100 g/ha), plus actif, qui devra être employé avec quelques précautions pour éviter qu'il ne soit ingéré.

Le traitement spatial intérieur par nébulisation avec des pyréthrinés synthétiques (bombes insecticides) est une opération d'hygiène individuelle.

Les traitements spatiaux extérieurs par nébulisation de produits organophosphorés comme le malathion ou le naled, justifiables en cas d'épidémies, demandent la mise en œuvre de gros moyens et d'équipes spécialisées dépassant la compétence des agents d'assainissement.

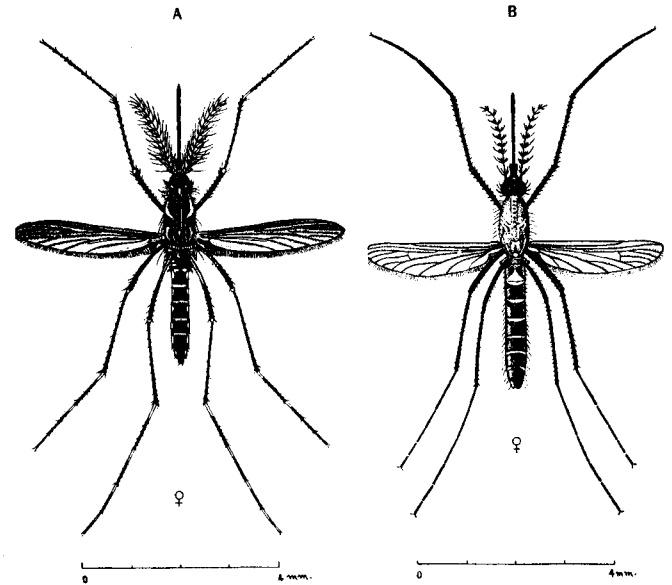
Selon la nature et l'étendue des gîtes, des méthodes physiques de lutte antilarvaire peuvent être envisagées. Elles comprennent la régularisation des eaux, le drainage, le remblayage, la création de retenues et de fossés d'irrigation, et autres travaux hydrauliques. Dans certains cas, ces travaux facilitent l'action des ennemis naturels des larves des moustiques (par exemple insectes prédateurs, poissons entomophages, action des vagues) (9).

Culex urbains et périurbains

Les populations urbaines de *Culex pipiens*, et en particulier de la sous-espèce cosmopolite tropicale *Culex*

pipiens fatigans (Fig. V-10), peuvent constituer de sérieuses nuisances pour les citadins, dont elles perturbent le sommeil, étant de mœurs nocturnes. De plus, la dernière forme est un vecteur de la filariose de Bancroft en Asie du Sud-Est, en Amérique du Sud et dans l'Est de l'Afrique.

Fig. V-10 *Aedes aegypti* (L),
B) *Culex pipiens fatigans* (Wied.)



Extrait de Mouchet et Rageau; 1963, Recherches et Etudes Camerounaises, 9, 82

Les gîtes larvaires sont constitués par les caves inondées, les fossés et drains d'écoulement des eaux usées, les fosses septiques, les puisards, etc. Pour éviter la multiplication de ces moustiques, il faudra réduire les sources de production et veiller à l'étanchéité des fosses septiques, au bon entretien des fossés et drains pour qu'il n'y ait pas accumulation d'eau stagnante. Les puisards devraient être remplacés par des fosses plus étanches.

Malgré toutes ces mesures, il est cependant rare que l'on puisse juguler totalement la pullulation de ces moustiques, et il faut alors recourir à la lutte chimique. La méthode de choix pour la destruction de ces moustiques est la lutte antilarvaire, en utilisant soit des huiles minérales (mazoutage), soit des insecticides. Or, la forme tropicale étant pratiquement partout résistante aux produits chlorés, il faudra utiliser des organophosphorés.

- Le chlorpyrifos (Dursban) est utilisé sous forme de concentré émulsionnable ou de granulés, à raison de 1 g par mètre cube d'eau à traiter (rémanence de deux à trois mois).
- Le fenthion, à raison de 1 ou 2 g/m³, donne également de bons résultats.
- L'Abate, à raison de 1 g/m³, ne peut être utilisé que dans les eaux non polluées.

Le traitement devra être précédé d'un repérage et d'une cartographie minutieuse des gîtes, afin d'effectuer une couverture aussi totale que possible.

Les traitements intérieurs contre les anophèles peuvent également être de quelque utilité contre les *Culex*, à condition que ceux-ci ne soient pas résistants au produit employé.

Les traitements spatiaux intérieurs par fumigation ou bombes aérosols sont surtout du domaine de la protection individuelle.

Enfin, le traitement des égouts par des fumigateurs ou des diffuseurs de dichlorvos peut être efficace.

Aedes domestiques ou péridomestiques

Aedes aegypti (Fig. V-10) est depuis longtemps connu comme vecteur épidémique de la fièvre jaune, et de ce fait il figure au premier rang des insectes visés par les mesures d'hygiène. De plus, il est le principal vecteur d'une autre maladie à virus, la dengue, qui ravage les régions tropicales sous forme de vagues épidémiques.

Aedes aegypti est presque un commensal de l'homme et ses larves se développent dans les stocks d'eau de boisson, les récipients abandonnés, les vieux pneus, etc., en bref, dans de nombreux déchets de la consommation. En outre, elles colonisent les creux d'arbres, au moins en Afrique. C'est une espèce qui se trouve toujours dans des collections d'eau de petite et moyenne dimension.

Dans le Pacifique, *Aedes polynesiensis*, vecteur de la filariose de Bancroft subpériodique, vit dans des conditions similaires, toutefois avec une propension plus marquée pour les gîtes sauvages.

La densité d'*Aedes aegypti* dans une région est évaluée par l'« indice aegypti », qui est le pourcentage de maisons contenant des gîtes de ce moustique, ou par l'« indice de Breteau », nombre de gîtes pour 100 maisons. Ces indices, faciles à établir, sont très souvent demandés par les autorités sanitaires nationales et internationales désireuses de planifier des mesures de surveillance.

La lutte contre *Aedes aegypti* peut se dérouler soit au stade larvaire, soit au stade adulte.

La lutte antilarvaire devrait être basée essentiellement sur la destruction mécanique des gîtes: renouveler fréquemment l'eau de boisson, ne pas conserver de vieux récipients susceptibles d'accumuler l'eau de pluie, mettre les stocks de pneus à l'abri de la pluie, combler les creux d'arbres autour des maisons. Si ces mesures étaient bien appliquées, les populations d'*Aedes aegypti* seraient maintenues à un niveau très bas et ne constitueraient plus un danger épidémiologique. Mais l'application de ces mesures d'hygiène très simples nécessite une prise de conscience de la communauté. Eduquer la masse est précisément un des rôles des techniciens sanitaires.

Si ces mesures n'ont pas été exécutées avec tout le soin nécessaire, il convient de recourir à la lutte chimique. L'insecticide de choix est l'Abate, à raison de 1 mg/l, même dans les eaux de boisson, à partir d'un concentré

émulsionnable à 50%. Pour le traitement de grands réservoirs, on peut utiliser des granulés à la même dose.

Le traitement périfocal est basé sur le traitement du gîte, quand il ne s'agit pas d'eau potable, et des surfaces autour de celui-ci. On utilise la malathion, le fénitrothion, voire le fenthion, à raison de 2 g/m². L'efficacité est de trois à quatre mois. Le DDT et les produits chlorés ne sont pratiquement pas utilisables en raison de la résistance.

Le traitement spatial extérieur des agglomérations est recommandé pour prévenir les épidémies, notamment de dengue. On utilise le malathion ou le naled en volume ultra-faible, à partir d'un aéronef ou d'un appareil de traitement au sol; la dose est de 200 à 400 g/ha. Il est recommandé de faire deux traitements à dix jours d'intervalle.

Les traitements spatiaux intérieurs sont en général individuels (bombes, plaquettes de dichlorvos).

Autres moustiques

Autour des grands lacs et des fleuves, les *Mansonia* peuvent constituer de sérieux fléaux. Les larves de ces moustiques, grâce à leur siphon modifié, se fixent sur les racines des plantes aquatiques et prélèvent leur oxygène dans les canaux aérifères de ces plantes. La lutte contre ces moustiques est basée sur un faucardage fréquent des bords des rivières et des lacs.

Sur les côtes, dans les eaux plus ou moins saumâtres, se développent des *Aedes* très agressifs. Leur destruction, généralement au stade larvaire, est une entreprise à grande échelle qui dépasse les attributions des agents d'assainissement. Les services sanitaires ont cependant pour tâche de promouvoir la planification des grands travaux nécessaires, d'en faciliter la réalisation et d'y participer.

Les rizières offrent un milieu très propice à la croissance des moustiques, notamment des anophèles et de certains *Culex* vecteurs des encéphalites en Extrême-Orient. Les traitements antilarvaires préconisés sont ceux décrits à propos de la lutte contre les anophèles. Il faut remarquer que les insecticides utilisés contre les ravageurs du riz sont souvent efficaces contre les moustiques.

AUTRES DIPTÈRES (voir fig. V-6)

Les phlébotomes (voir fig. V-6), minuscules diptères ressemblant à de petits moustiques, transmettent les leishmanioses et la fièvre à pappataci. Les larves ne sont pas aquatiques et vivent dans les détritiques.

Les traitements intérieurs des maisons au DDT à 2 g/m², tels que ceux conseillés pour la lutte antipaludique, ont donné d'excellents résultats, mais ils doivent être étendus aux abris des animaux.

Dans les régions désertiques d'Asie centrale, on a tué les rongeurs sauvages, réservoirs de leishmaniose,

par des appâts empoisonnés. Il s'en est suivi une forte diminution des phlébotomes et une coupure de la chaîne de transmission de la maladie.

Les Cératopogonidés, très petits moucheron agresseurs, attaquant par vagues, peuvent constituer de sérieuses nuisances dans les plantations de bananiers et sur certaines plages. Les genres incriminés sont *Culicoides* (voir fig. V-6), *Leptoconops* et *Styloconops*.

L'utilisation individuelle d'un répulsif (diméthylphtalate, diéthyltoluamide) reste le moyen de protection le plus sûr.

On a pu, en certains endroits, effectuer des traitements du sol des plages où se développent les larves avec le DDT, la dieldrine, le chlorpyrifos ou l'Abate, sous forme de granulés ou de concentrés émulsionnables.

Mais la biologie de la plupart des espèces est mal connue. Il sera donc conseillé à l'agent d'assainissement de demander à des spécialistes d'entomologie de définir les méthodes de lutte à employer localement suivant les espèces incriminées.

POUX

Description

Les poux vivent dans les cheveux et sur le corps de l'homme ou sur les habits, au contact de la peau. Ce sont des ectoparasites permanents. Ils se nourrissent de sang à tous leurs stades de développement. Leur résistance au jeûne est très faible, moins de trois jours.

Il existe deux espèces de poux: le pou de l'homme (avec deux variétés: le pou de tête et le pou de corps) et le pou du pubis, vulgairement appelé « morpion ». Le pou de tête et le pou de corps ont une forme allongée, tandis que le morpion est plus trapu et plus petit (voir fig. V-11).

Pou de tête

Le mâle du pou de tête a une longueur de 1,8 mm; la femelle a 2,7 mm de longueur sur 1 mm de largeur. La femelle pond une dizaine d'œufs chaque jour pendant 26 jours, soit au total de 200 à 300 œufs ovoïdes, d'un éclat gris nacré et longs de près de 1 mm (voir fig. V-11). Les œufs (ou lentes) sont fixés obliquement sur les cheveux, auxquels ils adhèrent intimement. Au bout de 6 à 7 jours, une larve mobile, très vorace, sort de l'œuf; sa forme rappelle déjà celle de l'adulte. Cette larve se transforme en nymphe 8 jours plus tard. La phase nymphale dure 8 jours, le développement complet s'effectue en 23 jours.

Pou de corps

Le pou de corps est d'une couleur gris jaunâtre, sans bande foncée sur les bords. Il mesure de 2 à 3 mm de longueur et de 1 à 1,5 mm de largeur. Les femelles sont

très fécondes; elles pondent, dans les plis des vêtements, plus de 200 œufs qui éclosent au bout de 16 à 20 jours, à la température optimale de 28° C.

Le pou de corps est plutôt un pou des vêtements. Il se cache dans les plis et au niveau des coutures des vêtements qui sont en contact immédiat avec la peau (chemise, gilet de flanelle, caleçon, etc.). Il ne séjourne sur la peau que pour prendre ses repas.

Pou du pubis ou morpion

Ce pou est d'une couleur grisâtre et est presque aussi large que long. La femelle est plus grande que le mâle et mesure 1,5 mm; le mâle n'a guère que 1 mm. La femelle pond de 10 à 15 œufs allongés, longs de 0,8 mm, qu'elle fixe à la base des poils. Les œufs éclosent au bout de 6 à 7 jours. Le cycle évolutif, qui comprend trois mues successives, dure de 22 à 27 jours.

Lutte contre les poux

Elle comporte une hygiène personnelle rigoureuse et l'emploi d'insecticides.

Pou de corps

Sauf s'il y a résistance, on peut employer une poudre de talc contenant 10% de DDT, qui exerce une action rémanente prolongée mais tue les insectes lentement. Elle peut être répandue au moyen d'une petite boîte poudreuse à couvercle perforé, d'une contenance d'environ 50 g, pour des applications individuelles, ou à l'aide d'une poudreuse à air comprimé pour les traitements collectifs. Le produit s'applique sur la surface interne des vêtements et sous-vêtements, en veillant particulièrement aux coutures; on égalise à la main la quantité de poudre répandue. Il faut à peu près 30 g de poudre par personne.

Quand l'application est faite au moyen de la poudreuse à air comprimé, il faut environ 50 g de poudre par personne pour traiter les vêtements et la literie.

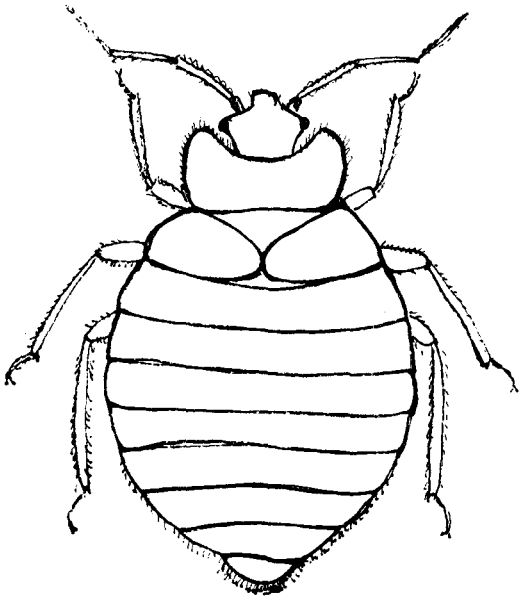
Lorsque les poux sont résistants au DDT, on peut employer une poudre à 5% de malathion ou, à défaut, du bromophos ou du Mobam. Si ces poudres ne sont pas disponibles dans le commerce local, on peut les fabriquer en ajoutant du talc aux poudres mouillables. Ce sont évidemment des méthodes à n'utiliser qu'en cas d'urgence.

Pou de tête et morpion

Contre ces deux espèces de poux, une émulsion désignée par l'appellation NBIN est extrêmement efficace. Le concentré de NBIN contient 68% de benzoate de benzyle, 6% de DDT, 12% de benzocaïne et 14% de Tween 80. Pour les applications, on dilue 1 partie de concentré dans 5 parties d'eau; la dilution peut être vaporisée ou appliquée au tampon sur les parties infestées. Les individus

Fig. V-11 Punaises - Poux

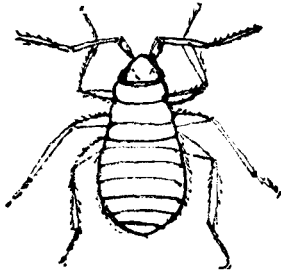
PUNAISES - POUX



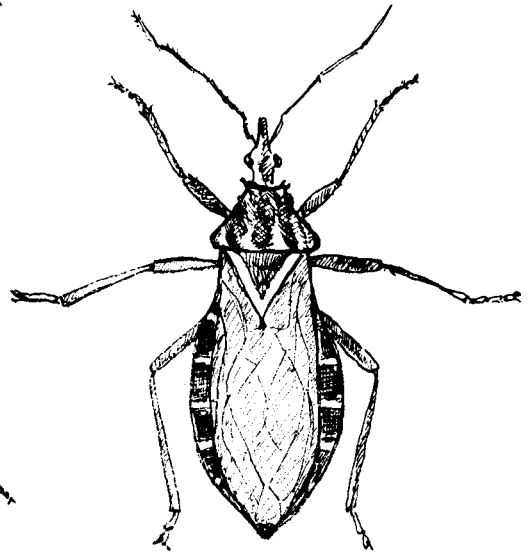
Cimex lectularius ♂ . Dos



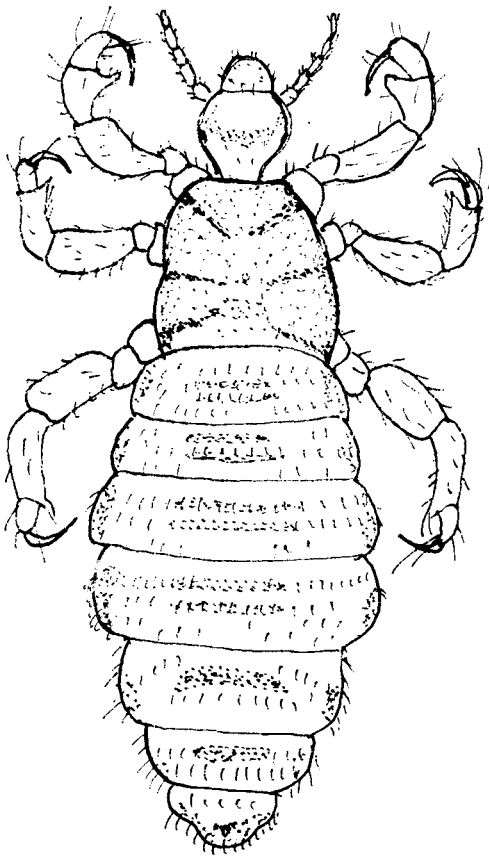
C. lectularius. Oeuf



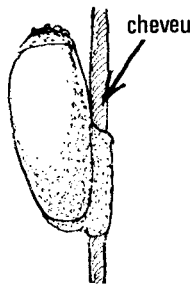
C. lectularius. Larve



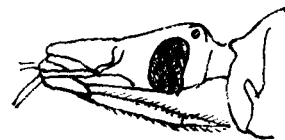
Triatome (Panstrongylus megistus)



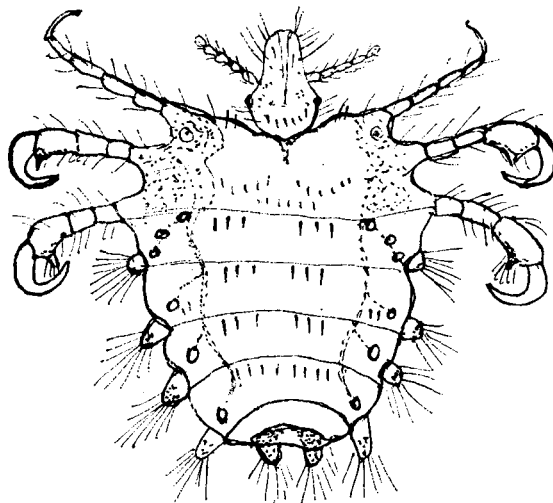
Pediculus humanus ♂ . Dos



Oeuf de P. humanus (= "lente")



Triatome . Tête. Profil



pubis ♀ ("morpion")

traités ne doivent ni se baigner ni se laver la tête pendant 24 heures au moins.

En cas de résistance au DDT on peut utiliser les formulations précédemment décrites à propos des poux de corps.

PUCES

Description

Les puces, dépourvues d'ailes, sont des insectes sauteurs et piqueurs qui ont des métamorphoses complètes. La femelle pond ses œufs sur le sol, dans les fentes du parquet et dans le linge sale. Les œufs (une dizaine à chaque ponte) éclosent au bout de 4 à 6 jours en moyenne, suivant la saison. Ils donnent de petites larves vermiformes et blanchâtres. Vers le onzième jour, ces larves filent un cocon et se transforment en nymphes; 12 jours après, l'insecte parfait sort du cocon (voir fig. V-12).

La puce de l'homme n'est pas attachée à l'hôte; elle en change fréquemment et peut vivre un certain temps en dehors de lui. Les puces des animaux vivent dans le pelage de l'hôte et dans les terriers, nids ou abris où ils se reposent.

Méthodes de lutte

La lutte consiste en la propreté générale des lieux, l'hygiène personnelle et l'emploi d'insecticides.

Pour les puces de rats (*Xenopsylla*), l'application de DDT à 5 ou 10% sur les passages fréquentés par les rongeurs et dans leurs nids s'avère souvent efficace; les poudres à 1,5% de dieldrine donnent un meilleur résultat. En cas de résistance, utiliser le malathion (3 à 5%), le diazinon (1-2%) ou le carbaryl (2-5%).

Contre les puces du chien et du chat (*Ctenocephalides*), utiliser les poudres de carbaryl (5%), coumaphos (1%), propoxur (1%), pyrèthre (1%) ou roténone (1%). Les produits chlorés sont à proscrire chez les jeunes animaux, mais le lindane est efficace chez les chiens et chats adultes. On peut également traiter les niches par des émulsions de diazinon à 1% ou de malathion à 0,5%. Les colliers au dichlorvos ont un effet protecteur.

Les puces de l'homme (*Pulex irritans*) sont combattues par l'utilisation de poudres de DDT, de malathion ou de pyrèthre, principalement dans les chambres à coucher.

PUNAISES

Sous ce vocable, qui englobe la plupart des hémiptères, on réunit deux catégories d'insectes d'intérêt médical très différent. Les punaises de lit, et les Réduvidés, vecteurs de la maladie de Chagas en Amérique du Sud.

Punaises de lit

Ce sont des insectes bruns appartenant au genre *Cimex*, de 4 à 5 mm de longueur sur 3 à 4 mm de largeur. La femelle pond dans les anfractuosités, la literie, etc. Les jeunes, très ressemblants aux adultes dès la naissance, atteignent leur complet développement au bout de onze semaines, après cinq mues (voir fig. V-11).

Pour détruire les punaises on peut utiliser des solutions ou émulsions de DDT à 5%, ou de lindane à 0,5%, avec lesquelles on badigeonne la literie et on asperge les murs. Les fumigations au lindane, après avoir clos le local, sont également très efficaces.

Malheureusement, les punaises sont devenues résistantes aux produits chlorés un peu partout dans le monde. On peut alors utiliser des solutions ou émulsions de fenchlorphos (Ronnel) à 1%, diazinon à 0,5%, malathion à 1 ou 2%, trichlorfon à 0,1%, dichlorvos à 0,5%, propoxur à 1% ou fénitrothion à 0,25%. Les traitements rémauents des murs avec les mêmes produits, ainsi qu'avec le bromophos à raison de 2 g/m², donnent de très bons résultats.

Pour qu'un traitement garde toute son efficacité, il faut éviter les réinvasions. Dans les établissements publics et notamment les hôpitaux, on peut procéder à une désinsectisation des bagages et des vêtements des arrivants, qui diminue d'autant les chances de réinvasions.

Réduvidés

Certaines espèces de Réduvidés sont hématophages et, en Amérique du Sud, transmettent la maladie de Chagas. Elles appartiennent notamment aux genres *Triatoma*, *Rhodnius* et *Panstrongylus* (voir fig. V-11).

Les femelles pondent leurs œufs dans les anfractuosités des murs. Ces œufs donnent naissance à des larves aptères, qui muent après chaque repas de sang. Il y a ainsi cinq mues, au cours desquelles les ailes se développent progressivement. Les larves, nymphes et adultes, entre les repas de sang, se cachent dans les fissures des murs, derrière les panneaux, etc., et sont de ce fait difficiles à atteindre. Les maisons aux murs nets et nus, aux toits de tôle, sont peu favorables à ces insectes.

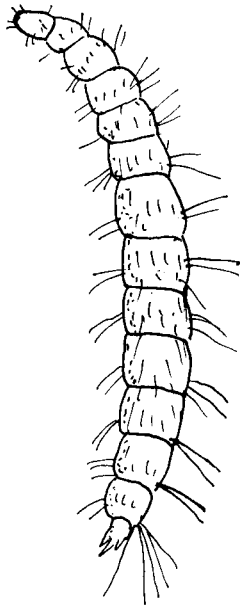
Le traitement insecticide est basé sur des pulvérisations intérieures de produit rémanent: DDT (2 g/m²), lindane (0,5 g/m²), malathion (2 g/m²). Le propoxur (0,5 g/m²) a été également préconisé.

TIQUES (voir fig. V-13)

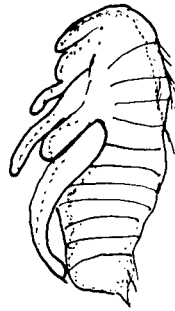
Il y a de très nombreuses espèces de tiques qui revêtent un très grand intérêt en médecine vétérinaire, car ce sont les vecteurs des diverses piroplasmoses. Quelques espèces transmettent à l'homme des maladies virales (encéphalite à tiques de Sibérie, fièvre hémorragique

Fig. V-12 Puces

PUCES



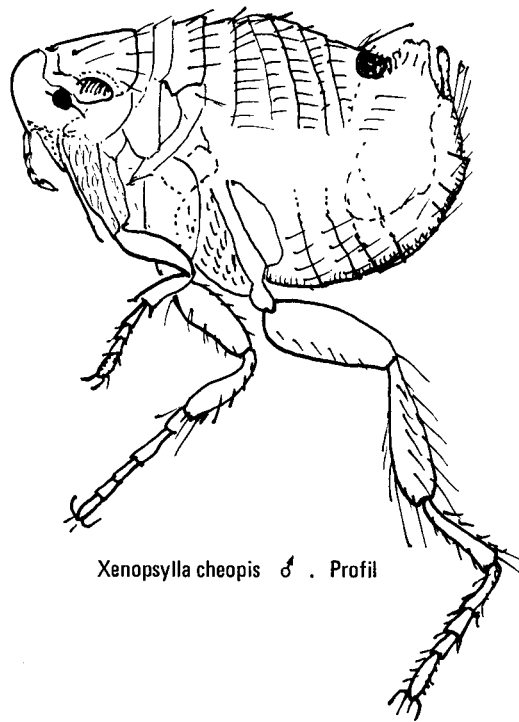
Larve de *X. cheopis*



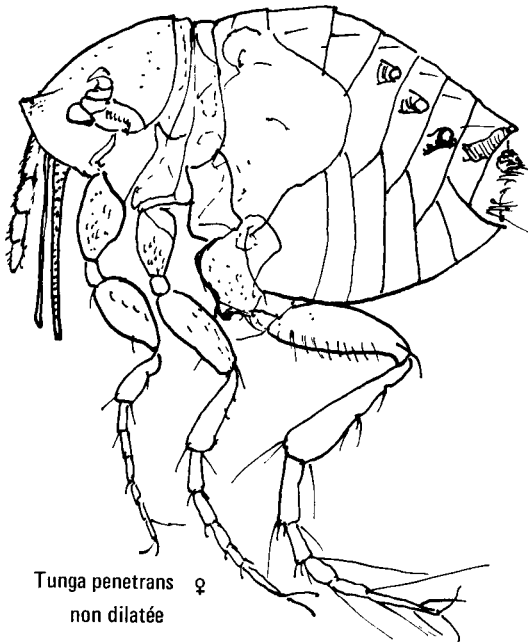
Pupe de *X. cheopis*



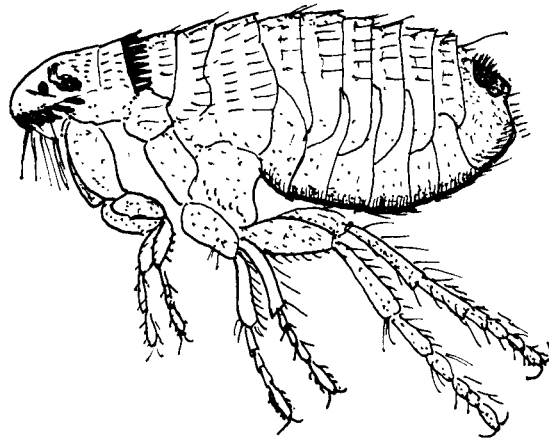
Oeuf



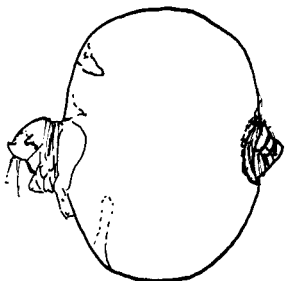
Xenopsylla cheopis ♂ . Profil



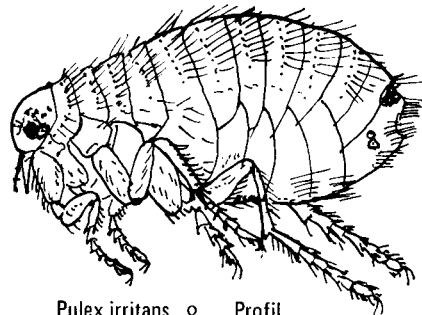
Tunga penetrans ♀
non dilatée



Ctenocephalides felis ♀ . Profil



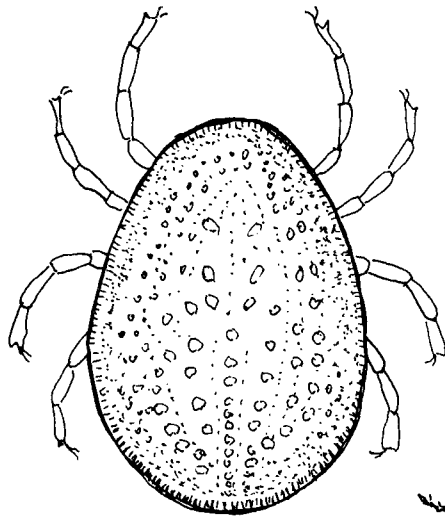
Tunga penetrans ♀
gonflée d'œufs



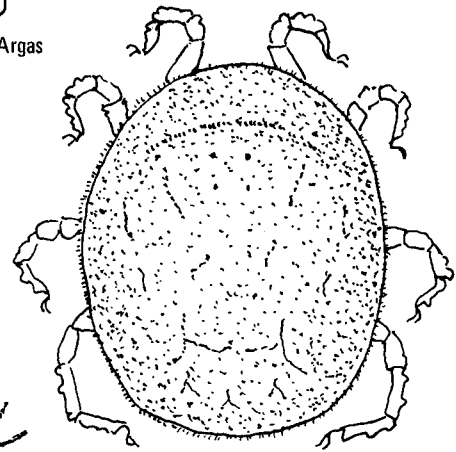
Pulex irritans ♀ . Profil

Fig. V-13 Tiques

TIQUES



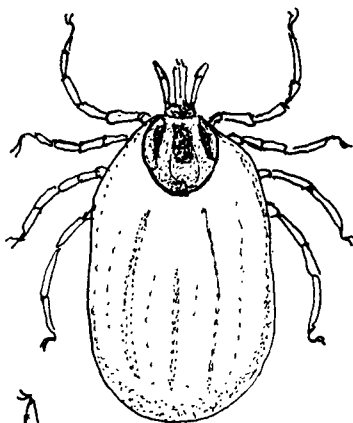
Argas persicus ♀ . Dos



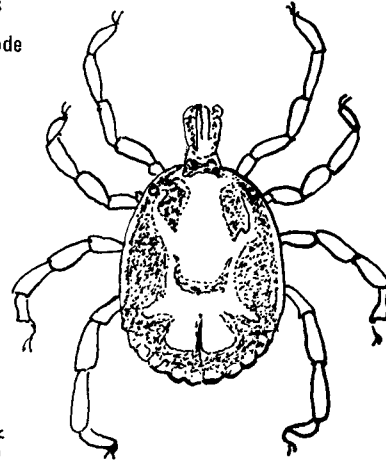
Ornithodoros moubata ♀ . Dos



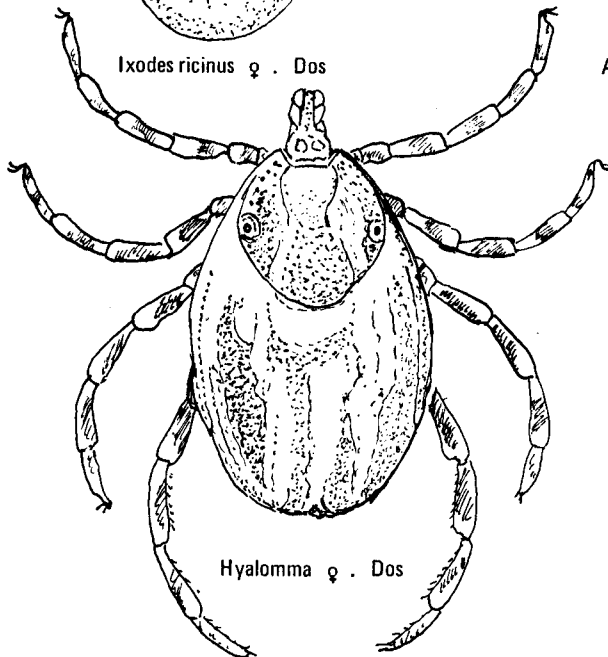
A. persicus
Larve hexapode



Ixodes ricinus ♀ . Dos



Amblyomma variegatum ♂ . Dos



Hyalomma ♀ . Dos



Larve de *Trombicula* ("rouget")

de Crimée), des typhus (fièvre pourprée des Montagnes Rocheuses, fièvre boutonneuse méditerranéenne) et des fièvres récurrentes.

Il est très difficile de lutter contre les tiques qui vivent dans la nature, loin des habitations, et transmettent à l'homme des maladies contractées sur les animaux domestiques et sauvages.

Dans les maisons vivent certaines tiques comme les ornithodores, vecteurs des fièvres récurrentes. En Afrique orientale et au Moyen-Orient, on a préconisé l'emploi de DDT ou de lindane, en poudrage sur le sol, à raison de 1 et 0,2 g/m² respectivement. Ce traitement peut être étendu aux caves, abris d'animaux et terriers périodestiques. Les tiques de pigeon et de volailles du genre *Argas* peuvent envahir les maisons et sont justiciables du traitement précédent.

Les tiques de chiens sont détruites par poudrage en bas des murs, meubles et lieux de repos des animaux avec les produits suivants: chlordane à 3%, DDT à 5%, dieldrine et lindane à 0,5%, diazinon à 0,15%, fenthion à 3%, malathion à 2%; on peut aussi utiliser des émulsions de ces mêmes produits.

Le traitement des petits animaux se fait avec des poudres sèches de roténone à 5%, coumaphos à 0,5%, malathion à 5% ou DDT à 5%.

Pour le gros bétail, les éleveurs utilisent des bains détiqueurs ou des douches en tunnel à base de lindane, de malathion, de Co-Ral, etc.

Autour des maisons on peut traiter la végétation avec le chlordane, le DDT ou le toxaphène au taux de 2 kg/ha, la dieldrine à raison de 1 kg/ha, ou le lindane à raison de 500 g/ha. En cas de résistance, utiliser le fenthion, le naled, le carbaryl ou le propoxur à raison de 2 kg/ha; la rémanence est de un mois.

AUTRES ACARIENS

Trombiculidés

Ce sont de minuscules acariens connus sous les noms de « rougets » ou « aoûtats » et dont seules les larves sont hématophages (voir fig. V-13). Elles se fixent sur la peau et provoquent un prurit persistant. En outre, en Extrême-Orient, ce sont des vecteurs du typhus de brousse.

La meilleure protection consiste en l'utilisation de répulsifs (diméthyl-phtalate, dibutyl-phtalate, diéthyl-toluamide), soit sur la peau, soit en imprégnant les vêtements.

Sarcopte

Il s'agit d'un acarien microscopique, *Sarcoptes scabiei*, dont la femelle creuse des galeries sous la peau, provoquant ainsi la gale.

La prévention est basée en premier lieu sur l'hygiène corporelle.

Le traitement consiste en application de lotions à base de benzoate de benzyle, dont le NBIN déjà mentionné (voir page 118). On peut utiliser également des crèmes à base de lindane (10%).

II. RONGEURS

ESPÈCES DE RONGEURS ET LEURS HABITUDES

Parmi les très nombreuses espèces de rongeurs répandues à travers le monde, certaines vivent de façon permanente à l'extérieur, alors que d'autres s'établissent au voisinage ou à l'intérieur des habitations. Si les premières causent des dommages à l'agriculture, les secondes, outre leur rôle prédateur à l'égard des denrées emmagasinées, peuvent présenter un danger pour la santé publique; ce sont surtout le rat noir (*Rattus rattus*), le rat d'égout ou rat gris (*Rattus norvegicus*) et la souris (*Mus musculus*) (voir fig. V-14). Il faut aussi mentionner que certaines espèces sauvages peuvent quelquefois s'établir autour des habitations et amener ainsi au niveau des villages des affections qui circulent parmi les rongeurs de brousse.

Le rat noir se présente en réalité sous trois couleurs distinctes: il peut avoir le dos et le ventre gris foncé, ou bien le dos brun et le ventre noirâtre, ou encore le dos brun et le ventre blanc. Bon grimpeur, il s'introduit dans les maisons grâce aux arbres, aux fils téléphoniques, aux tuyauteries; il vit fréquemment dans les toits et ne fait que rarement des galeries dans le sol. Il pénètre dans les bateaux et circule ainsi de port en port.

Le rat d'égout, rat gris ou rat de Norvège, est le plus grand et le plus féroce des rongeurs domestiques. Mauvais grimpeur, il est par contre capable de creuser dans le sol des trous de 60 cm de profondeur. Il loge de préférence au-dessous du sol, sous les amoncellements de débris, dans les caves des maisons et dans les égouts. Comme l'espèce précédente, il s'attaque aux stocks alimentaires, mais sa préférence va aux ordures, ce qui le rend encore plus dangereux en tant que propagateur de maladies.

D'une façon générale, dans leurs déplacements journaliers à la recherche d'eau et de nourriture, les rats utilisent les mêmes chemins, par souci de sécurité. Ils choisissent autant que possible des parcours couverts, préférant longer les murs plutôt que s'aventurer au milieu d'une pièce; un piège placé au milieu d'une chambre a ainsi peu de chances d'attirer les rats. Par contre, le rat passera par dessus un piège, même non appâté, adossé à un mur, plutôt que de s'en écarter pour le contourner.

La petite souris de maison est entièrement grise. Etant donné sa petite taille, elle passe souvent inaperçue

et peut se glisser à travers des ouvertures de 1,25 cm de diamètre. Elle est plus largement distribuée à travers le monde que les deux espèces de rats susmentionnées, et se fait transporter avec les contenus de caisses, boîtes, etc. Elle fait son nid dans les crevasses des murs, dans les placards à nourriture, sous les planches, sous les toits, dans le sol des cours, sous les débris. Bien qu'omnivore, elle a une préférence marquée pour les grains, la farine et les céréales. Elle vit sous tous les climats, même très secs.

RÔLE DANS LA PROPAGATION DES MALADIES

Les rongeurs contribuent à la propagation d'un certain nombre de maladies dangereuses, notamment la peste et le typhus murin. Ils interviennent de plusieurs façons.

- a) *par leurs puces*, qui transmettent à l'homme les germes du typhus ou de la peste contractés sur les rats malades;
- b) *par leurs excréta* (urines et excréments), qui souillent les aliments (salmonelloses) et l'eau (leptospiroses);
- c) *par les cadavres de rats infectés* manipulés sans précaution (leptospiroses) ou dévorés par les porcs (trichinose);
- d) *par leurs morsures* (sodoku).

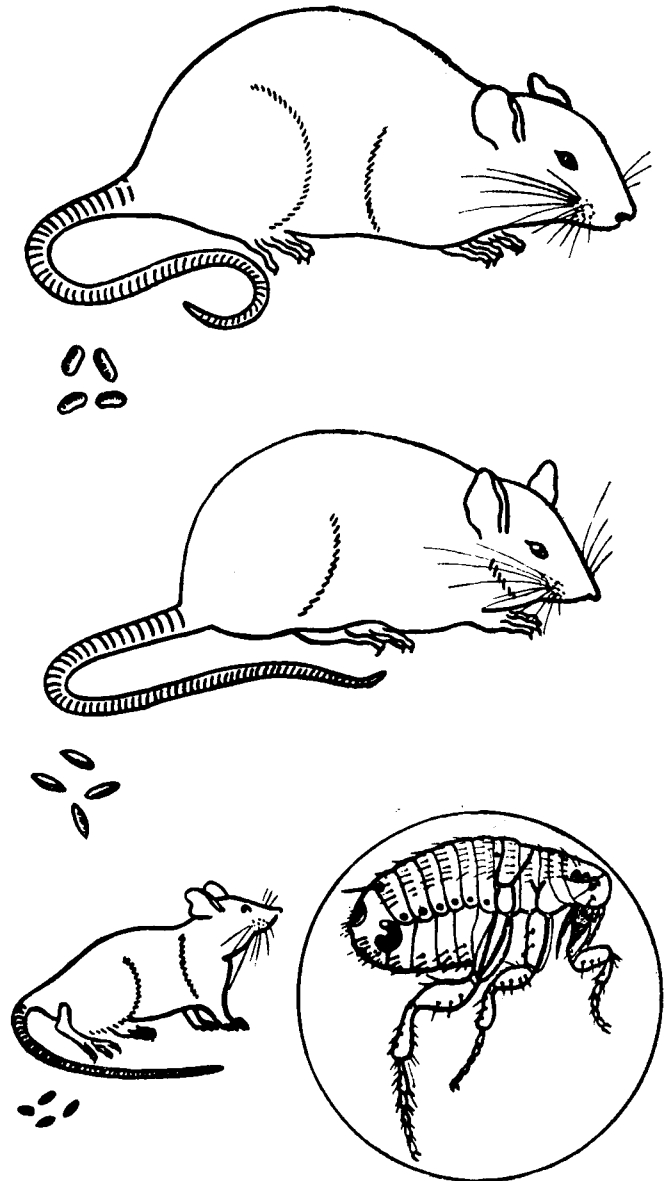
MÉTHODES DE LUTTE

La lutte contre les rongeurs se justifie par leur importance médicale et économique. Les rongeurs domestiques, rats et souris, sont en effet de grands destructeurs de graines et autres produits alimentaires; ils endommagent les boiseries et même certaines maçonneries pour faire leur nid ou pour accéder à leur nourriture. Etant donné leur nombre, estimé au double de la population humaine, ils causent des dommages évalués en milliards de dollars annuellement et ont été responsables dans le passé de dramatiques épidémies.

Avant d'entreprendre la lutte contre les rongeurs, il faudra faire une enquête pour déterminer les espèces de rongeurs incriminées, la localisation des foyers principaux et leur extension, les gîtes possibles, les moyens de destruction à employer. On s'assurera ensuite les fonds nécessaires pour la campagne. Puis le personnel requis sera entraîné en vue de l'exécution du programme. Enfin seront entreprises l'éducation et l'information du public, pour s'assurer sa coopération et obtenir éventuellement sa participation au programme.

Les mesures mises en œuvre dans la lutte contre les rongeurs visent les objectifs suivants: affamer les rats, éliminer leurs refuges et enfin détruire les rongeurs. Les opérations de lutte doivent revêtir un caractère permanent; des mesures sporadiques n'auraient, en effet, que de piètres résultats. Un autre aspect de la lutte est la

Fig. V-14 Espèces de rongeurs



destruction des puces. Pendant une épidémie de peste ou de typhus murin, la lutte contre les ectoparasites devra précéder les mesures de destruction des rongeurs, de peur que les puces, privées de leur hôte murin ne passent sur l'homme (voir page 120).

Les moyens utilisés pour atteindre ces objectifs sont exposés ci-après.

Élimination des gîtes et des accès aux sources d'alimentation

Pour affamer les rats et souris, il faut leur interdire l'accès aux sources d'alimentation. Les ordures ménagères doivent être placées dans des poubelles bien fermées et leur enlèvement sera correctement effectué; les dépotoirs insalubres seront éliminés dans la mesure du

possible ou éloignés des habitations. Un soin particulier doit être apporté au stockage des produits alimentaires dans des magasins et des récipients bien fermés, dont les parois soient à l'épreuve de l'attaque des rats.

On sait que les rats et souris établissent leurs nids et leurs gîtes parmi les débris, dans les coins sombres et retirés. En éliminant les dépôts de débris de toutes sortes (matériaux de construction laissés pêle-mêle sur le terrain, tas de branchages, boîtes vides, etc.), on privera les rats de leurs abris protecteurs. Dans les maisons, on nettoiera les coins et réduits, les sous-sols et greniers et, en général, tous les refuges potentiels des rongeurs. Un espace suffisant doit être ménagé entre les meubles, les murs et le sol pour permettre des inspections fréquentes et un nettoyage facile.

La diminution des sources d'alimentation des rats réduit leur fécondité. De plus, lorsqu'ils sont affamés, les rats de Norvège s'attaquent aux autres rongeurs, à leurs jeunes et pratiquent même le cannibalisme. Leurs populations s'en trouvent réduites d'autant.

« Rat-proofing »

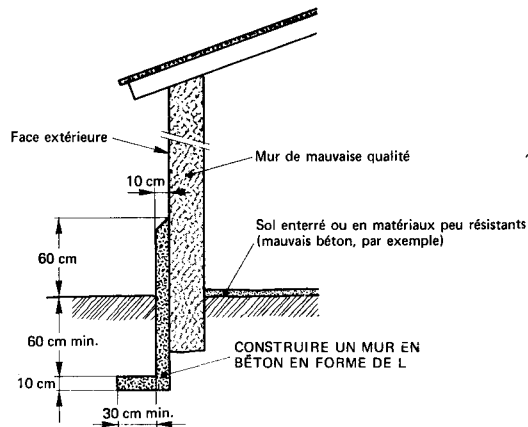
Ce système consiste à aménager les maisons et établissements de manière à empêcher les rats d'y pénétrer et de s'y installer. Les mesures suivantes sont préconisées:

1) Construction ou renforcement des parties extérieures (murs, fondations) avec des matériaux qui s'opposent au passage des rats, tels que béton, et maçonnerie cimentée. Les plaques métalliques doivent être suffisamment épaisses et dures, car certains alliages d'aluminium, par exemple, sont aisément attaqués par les rats.

2) Elimination des possibilités d'entrée des rats par les ouvertures, soit en fermant les fenêtres et trous d'aération, cheminées, tuyaux de ventilation avec des grillages métalliques résistant à l'attaque des rats, soit en installant des garde-rats sur les fils téléphoniques, les descentes de tuyaux et autres voies d'accès aériennes; soit en garnissant le bas des portes avec des plaques en métal. Il convient également d'élaguer les arbres trop proches des

Fig. V-15 « RAT-PROOFING »

“RAT-PROOFING” de murs en mauvais état et de murs construits en matériaux offrant peu de résistance au grignotement des rats



“RAT-PROOFING” d'un mur en bon état et construit avec des matériaux résistant à l'action des rats

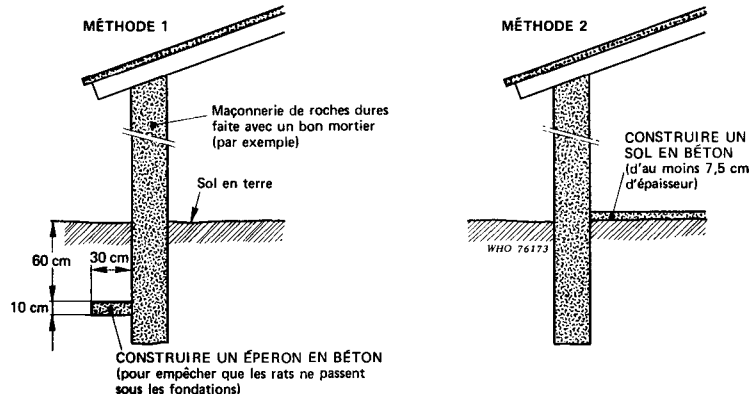
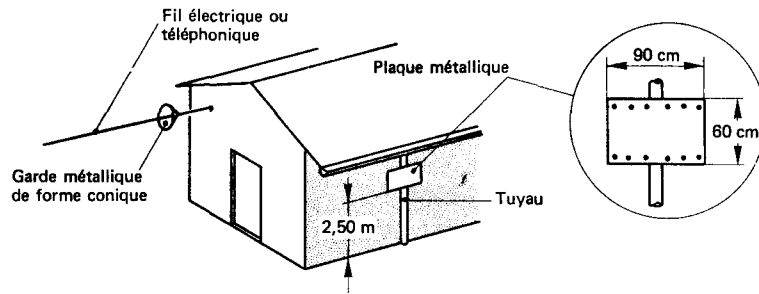


Fig. V-16 Garde-rats



Quelques voies d'accès dont il faudra éventuellement tenir compte pour le "RAT-PROOFING"

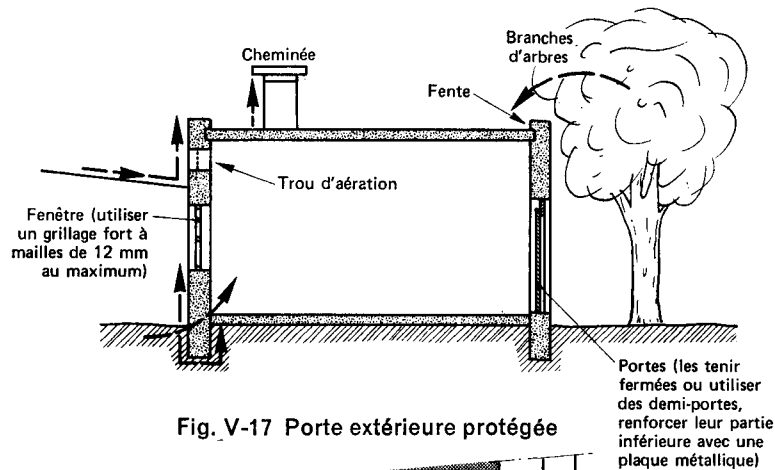
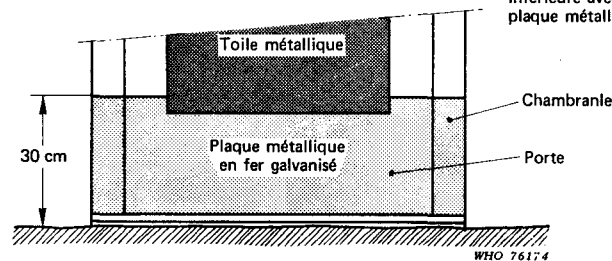


Fig. V-17 Porte extérieure protégée



habitations. L'installation de garde-rats métalliques est moins coûteuse, mais les grillages assurent une meilleure protection. Les portes extérieures représentent des points faibles; pour empêcher que les rats les rongent et pénètrent ainsi dans les bâtiments, on doit garnir le bas de ces portes et de leurs chambranles de plaques de métal jusqu'à 30 cm de hauteur; le même procédé peut être utilisé sur les fenêtres lorsque les murs extérieurs rugueux peuvent être facilement escaladés.

3) Suppression des doubles cloisons intérieures pouvant servir de refuges aux rongeurs. Les placards de cuisine doivent être surélevés de 30 cm au moins au-dessus du sol; aucune fissure ou fente ne doit être tolérée. On s'assurera de l'étanchéité du passage des conduits de plomberie là où ils traversent les planchers et les murs;

les orifices d'écoulement des sols doivent être munis de crépines.

Les figures V-15, V-16 et V-17 illustrent quelques-uns des procédés mis en œuvre pour le « rat-proofing ».

Destruction des rongeurs par les rodenticides

Parmi les moyens utilisés pour tuer les rongeurs, les rodenticides sont, à coup sûr, un procédé de choix. On les emploie mélangés à un liquide ou à un solide qui sert d'appât. Les considérations qui conditionnent le succès d'une campagne sont les suivantes:

— utilisation d'appâts appropriés, en nombre et en volume suffisant;

- choix judicieux de leur emplacement;
- type et dose convenables de poison;
- temps d'exposition de l'appât;
- fréquence de renouvellement de l'appât.

Pour déterminer le ou les appâts qui seront le mieux acceptés par les rongeurs, les endroits où il convient de les placer et les quantités à utiliser, on procède à un amorçage ou préappâtage. L'amorçage consiste à placer des appâts non empoisonnés, mais en tout point semblables aux futurs appâts empoisonnés. Ce procédé a en outre l'avantage d'endormir la méfiance des rats.

On utilise comme appâts les produits les plus variés: poisson, viande, céréales, etc. Il n'est pas possible d'indiquer un type d'appât qui conviendrait en toutes circonstances; le mieux sera de procéder par essais.

Les endroits où sont placés les appâts ont une importance primordiale. Ils doivent être à l'écart de l'homme et des animaux domestiques et sur les passages habituels des rongeurs.

Il existe de nombreux rodenticides, mais nous citerons seulement la warfarine, le pivalyl et l'antu. La warfarine et le pivalyl sont des produits à action lente qui devront être laissés en place pendant au moins deux semaines. Ce type de rodenticide est ordinairement préféré parce qu'il ne suscite pas de méfiance chez les rongeurs. L'antu, au contraire, à action rapide, ne peut être utilisé plus d'une fois par an; il n'est d'ailleurs efficace que contre le rat de Norvège.

Les doses à employer sont les suivantes:

- warfarine: 0,25 mg par gramme d'appât, soit 1 partie de préparation commerciale à 0,5% pour 19 parties d'appât; temps d'exposition: deux semaines.
- pivalyl: 0,25 mg par gramme d'appât; temps d'exposition: deux semaines.
- antu: 2% à 3%; (action rapide).

On doit s'en tenir aux doses recommandées, car un surdosage rendrait l'appât moins attrayant. On devra inspecter régulièrement les appâts pour voir s'il en reste suffisamment et s'il est nécessaire de les changer. La farine infestée d'insectes, par exemple, n'attire plus les rats.

Destruction des rongeurs par les gaz toxiques (fumigation)

La fumigation consiste en l'emploi de gaz toxiques pour détruire les rongeurs. Elle est le procédé de choix pour la dératification des bateaux et des silos. Elle est très efficace car le gaz pénètre dans les parties les plus inaccessibles des structures. Pour éviter des accidents et pour donner au gaz le temps d'agir, toutes les ouvertures seront fermées et les plus petites fissures colmatées. La fumigation est un procédé extrêmement dangereux, qui ne doit donc être employé que par des spécialistes. On utilise l'anhy-

dride sulfureux (gaz Clayton) et l'acide cyanhydrique (très dangereux).

On a également recours à la fumigation pour détruire les rats dans leurs terriers au moyen d'une petite pompe actionnée à la main. On a utilisé la chloropicrine pour traiter les terriers en plein champ et le cyanure de calcium (Cyanogaz) autour des maisons.

Capture des rongeurs au moyen de pièges

Les pièges communs à ressort ou autres types de pièges peuvent être d'une grande utilité, à condition de prêter attention aux points suivants:

- Utiliser des batteries de pièges et non pas un seul piège.
- Placer les pièges judicieusement le long des passages habituels des rats.
- Nettoyer les pièges après la capture des rongeurs, afin de ne laisser ni sang, ni morceaux de chair. Certains pensent en effet qu'un piège qui a déjà attrapé un premier rat n'est plus utilisable. Il n'en est rien si cette précaution est prise, car c'est l'odeur de la putréfaction qui éloigne les rats. On pourra enduire d'huile ou de cire les parties en bois du piège, de façon à empêcher le sang de les imprégner et à en faciliter le nettoyage.

Le choix judicieux de l'emplacement est d'importance primordiale et permet quelquefois d'utiliser des pièges non appâtés. En pareil cas, il convient d'élargir la gâchette du piège au moyen d'une petite plaque de métal ou de bois.

Ajoutons enfin que les mesures visant à ôter toute possibilité d'alimentation aux rats sont d'une importance capitale. Le manque de nourriture a pour résultat un réveil de la voracité des rats de Norvège, qui dévorent plus volontiers les appâts et se font plus facilement capturer dans les pièges.

Lutte contre les ectoparasites (puces) (voir page 120).

L'application de l'insecticide (DDT, HCH, dieldrine) se fait par poudrage le long des passages habituels des rats; il pénètre dans leurs poils et tue les puces qui s'y trouvent. Une partie de l'insecticide est ainsi transportée jusqu'aux gîtes et nids des rats où il détruit les puces qui y demeurent.

III. MOLLUSQUES HÔTES INTERMÉDIAIRES DE LA SCHISTOSOMIASE

Nous ne saurions clore ce chapitre sans parler de la lutte contre les mollusques hôtes de la schistosomiase. Cette maladie constitue un des plus sérieux problèmes d'hygiène publique dans certaines régions du Moyen-Orient, de l'Afrique et de l'Asie.

TABLEAU V-B. Caractéristiques des principaux molluscicides

Nom usuel	Niclosamide	N-trityl-morpholine	NaPCP	Sulfate de cuivre	ZDC	Yurimine	Oxyde de cuivre
Etat physique du produit technique	Solide cristallisé	Solide cristallisé	Solide cristallisé	Solide cristallisé	Solide amorphe	Solide cristallisé	Solide amorphe
Substance active	Sel d'éthanolamine du dichloro-2', 5 nitro-4' salicylanilide	N-trityl-morpholine	Pentachloro-phénate de sodium	Ion cuivre	Diméthyl-dithiocarbamate de zinc	Dibromo-3, 5 hydroxy-4 nitro-4' azobenzène	Ion cuivre
Solubilité dans l'eau	230 mg/l (pH-dépendante)	—	33%	32%	65 mg/l	Très faible	—
<i>Toxicité pour:</i> ^a							
Mollusques LC ₉₀ (ppm × h)	3-8	0,5-4	20-100	20-100	25-60	4-5	7-100
Œufs de mollusques LC ₉₀ (ppm × h)	2-4	240	3-30	50-100	50-100	—	50-100
Cercaires (LC ₉₀ , mg/l)	0,3	—	—	—	—	—	—
Poissons (LC ₉₀ , mg/l)	0,05-0,3 (LC ₅₀)	2-4	—	—	—	0,16-0,83 (LC ₅₀)	—
Rats (toxicité aiguë par voie orale) (LD ₅₀ , mg/kg)	5 000	1 400	40-250	—	1 400	168 (souris)	2 000
Action herbicide	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non
<i>Stabilité affectée par:</i>							
Lumière UV	Oui	—	Oui	Non	—	Non	Non
Boue, turbidité	Oui	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui
pH	Optimum 6-8	Oui	Non	Oui	—	Légèrement	Oui
Algues et plantes	Non	Non	Non	Oui	Non	—	Oui
Conservation	Non	Non	Non	Non	Non	—	Oui
<i>Manipulation:</i>							
Sûre	Oui	Oui	—	Oui	Oui	Oui	Oui
Simple	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Formulations</i>	Poudre mouillable à 70%. Concentré pour émulsion à 25%	Concentré pour émulsion à 16,5%	Paillettes à 75% Boulettes à 80% Briquettes à 80%	—	Granulés à 50% Poudre à 90%	Granulés à 5%	Poudre
<i>Dosage effectif:</i>							
Mollusques aquatiques (mg/l × h)	4-8	1-2	50-80	20+	100	—	60
Mollusques amphibies sur sol humide (g/m ²)	0,2	—	0,4-10	—	10	5	Inefficace

^a LC₉₀ = Concentration létale à 90%
 LC₅₀ = Concentration létale à 50%
 LD₅₀ = Dose létale à 50%

1. Généralités

La schistosomiase est une maladie parasitaire causée par un ver trématode (schistosome), qui s'installe dans le système circulatoire et engendre une infection chronique insidieuse à caractère intestinal et urinaire. Les œufs du ver sont expulsés du corps avec l'urine ou les matières fécales, et ont besoin d'un petit cours d'eau pour se développer. Après éclosion dans l'eau, la larve, appelée *miracidium*, pénètre dans le corps d'un mollusque d'eau douce qui sert ainsi d'hôte intermédiaire. Après une période d'environ quatre semaines, les larves émergent du mollusque et nagent librement jusqu'à ce qu'elles trouvent un hôte définitif dans lequel elles pénètrent à travers la peau, entrent dans le système sanguin et vont se développer jusqu'à maturité.

Il est évident que l'un des aspects les plus importants de la lutte contre la schistosomiase est la destruction des espèces de mollusques qui servent d'hôtes intermédiaires à la larve, interrompant ainsi la chaîne de transmission de la maladie.

Afin d'entreprendre une telle lutte, il est important de pouvoir identifier ces mollusques, et de connaître leurs habitudes. La détermination des caractéristiques biologiques et écologiques des mollusques forme un domaine hautement spécialisé. Qu'il suffise de retenir que les mollusques en question se développent et vivent dans des eaux peu profondes et relativement calmes, sur les berges des lacs, des marais, des cours d'eau, des canaux d'irrigation. Ils sont incapables de supporter de forts courants d'eau, les chutes dans les rivières. Ils s'accrochent à la

végétation aquatique, ou s'enfoncent dans la boue des lits pour se protéger contre l'intensité des rayons solaires et l'action des courants. Une eau modérément polluée d'excreta humains est très favorable à leur établissement.

2. Mesures de lutte

La lutte contre les hôtes intermédiaires de la schistosomiase n'est qu'un aspect de la lutte contre la maladie elle-même, qui comprend en outre le traitement de masse des cas infectieux et les mesures d'assainissement. Il est certain que, s'il était possible de traiter par des médicaments appropriés toutes les personnes infectées et d'empêcher leur réinfection en évitant la pollution des eaux, il n'y aurait plus de transmission. Malheureusement, chacune de ces deux méthodes, judicieuse en soi, n'a apporté que des satisfactions mitigées, d'un côté parce qu'il est pratiquement impossible de dépister tous les malades, de l'autre parce que les mesures d'assainissement, telles que l'approvisionnement en eau potable et l'évacuation des excreta, ne suffisent pas à arrêter la transmission des schistosomes. La méthode offrant les meilleurs résultats est la lutte contre les mollusques, méthode qui devient encore plus efficace quand elle est combinée avec les autres. Elle comprend donc le contrôle des habitats naturels et la lutte chimique.

La modification des habitats naturels est une des activités de l'ingénieur. Elle consiste à modifier la vitesse des cours d'eau et des canaux d'irrigation, à construire des systèmes de drainage, à contrôler l'érosion du sol, à faire tous travaux qui éliminent ou empêchent la formation d'habitats favorables aux mollusques.

La lutte chimique consiste en l'application de molluscicides dans les cours d'eau infestés. Il existe un certain nombre de molluscicides couramment employés dans la lutte contre la schistosomiase, parmi lesquels le niclosamide et la *N*-tritylmorpholine sont les plus efficaces (voir tableau V-B).

Les molluscicides, employés soit seuls soit en association avec d'autres méthodes (particulièrement la chimiothérapie), continueront à jouer un rôle important, pendant longtemps encore, dans la lutte contre la schistosomiase. De plus, de nouvelles préparations chimiques et de nouveaux procédés d'application ont été trouvés ces derniers temps, en particulier la façon de libérer le produit actif lentement dans l'eau sous faible dose.

Cependant, l'utilisation des molluscicides a souvent des effets secondaires néfastes sur l'environnement. Ces produits ne sont pas sélectifs et détruisent une portion appréciable de la flore aquatique, ainsi que certaines espèces de poissons, dans les eaux où ils sont répandus.

3. Détermination de la quantité de molluscicide à employer dans un cours d'eau

Pour connaître le débit d'un cours d'eau, on mesure la vitesse en surface (V_s) à l'aide d'un flotteur sur une distance déterminée, et l'on calcule la vitesse moyenne (V_m) d'après la formule: $V_m = V_s \times 0,8$. En multipliant le résultat par la surface de la section transversale du cours d'eau, on obtient le débit, qui s'exprime en mètres cubes par seconde.

Une concentration de 1 mg/l nécessite 1 gramme de produit par mètre cube d'eau. Dans un cours d'eau ayant un débit de 1 m³/s, soit 3 600 m³/h, il faut donc 3,6 kg de produit en une heure pour obtenir cette concentration.

Si l'on veut avoir une concentration de 50 mg/l en utilisant, par exemple, du NaPCP à 80%, il faudra pour ce même débit de 1 m³/s: $3,6 \times 50 \times \frac{100}{80}$, soit 225 kg de produit par heure.

Supposons qu'il faille 8 heures d'exposition pour tuer les mollusques. La quantité à disperser par heure, pour un débit de 2,5 m³/s, sera de $\frac{225 \times 2,5}{8} = 70,3$ kg.

Désinfection, désinsectisation et emploi des pesticides

DÉFINITIONS

Désinfection. Destruction des agents pathogènes hors de l'organisme humain par l'application directe de procédés physiques ou chimiques.

Stérilisation. Destruction de tous les germes pathogènes et saprophytes par un procédé chimique ou physique. Par exemple, la pasteurisation permet de détruire les bacilles de la fièvre typhoïde et les agents de certaines autres maladies. Par conséquent, c'est un moyen de désinfection, mais, comme elle ne permet pas de détruire les spores d'autres bactéries, elle ne constitue pas un moyen de stérilisation.

Germicide. Agent qui tue les germes microbiens. Par conséquent, un désinfectant est un germicide.

Antiseptique. Produit qui ne fait qu'empêcher la multiplication des germes microbiens. Un antiseptique n'est pas un germicide.

Insecticide. Toute substance chimique qui sert à exterminer les arthropodes, qu'il s'agisse de poudre, de liquide, de liquide vaporisé, d'aérosol, ou de peinture vaporisée ayant un effet prolongé. Les insecticides ne sont pas des germicides.

LA DÉSINFECTION

La question de la désinfection de l'eau et du lait est traitée dans les chapitres II et VII respectivement. Nous nous occuperons ici de la désinfection en tant que moyen de prévenir et de combattre les maladies transmissibles.

Elle comporte, dans ce cas, deux aspects :

1) La désinfection est dite « *en cours de maladie* » quand elle se fait aussitôt que possible après le rejet d'exsudats infectieux par une personne infectée ou dès que des objets ont été souillés par de tels exsudats, et avant que toute autre personne ait pu venir en contact avec ces exsudats ou avec ces objets (excrétions nasales et intestinales de personnes malades, par exemple).

2) La désinfection est dite « *finale* » quand elle supprime la possibilité de la transmission de l'infection par les effets personnels du malade ou par les objets qui l'ont entouré, et qu'elle est effectuée après que le malade a quitté les lieux, après qu'il a cessé de constituer une source d'infection, ou après la cessation de l'isolement (désinfection, après la maladie, de la literie et de la chambre du malade, par exemple).

Les matières à désinfecter sont donc les urines, les fèces, les crachats, etc., ainsi que les objets qui ont pu être souillés par toutes ces excréments. Dans la désinfection de ces matières, il faut se rappeler que de la matière organique enrobe les bactéries qu'on veut détruire et qu'il faut donc choisir des désinfectants pouvant pénétrer à l'intérieur de cette matière organique. Pour cette raison, la chaleur sous diverses formes, bien qu'efficace, ne donne pas les mêmes résultats que les désinfectants chimiques sous forme de solutions.

Outre le pouvoir de pénétration, un désinfectant requiert un temps de contact suffisant pour agir. Ce temps de contact est plus ou moins long selon que la concentration de la solution désinfectante est plus ou moins forte, ou que sa température est plus ou moins élevée.

Désinfection par agents physiques

Feu

L'incinération permet de détruire les sources possibles de contamination, comme les cadavres de petits animaux, les déchets divers, pansements, etc. Elle peut se faire à l'air libre ou en espace clos (voir chapitre IV, page 96).

Le flambage est utilisé pour les objets métalliques ou incombustibles, par exemple les instruments chirurgicaux. Le flambage a l'inconvénient de détremper les instruments en acier.

On peut employer une lampe à souder pour désinfecter les cages métalliques où ont séjourné des animaux, ainsi que les anfractuosités des murs et, en général, tous les métaux, les poutres, le ciment, les parquets, les boiserie des fenêtres, les meubles, etc. Bien que la température dégagée soit d'environ 1200° C, si l'opération est effectuée rapidement, la flamme passe sur les objets sans les détériorer.

Un autre procédé de flambage appelé « *punch* » consiste à disposer les objets à désinfecter (généralement des instruments métalliques) dans un récipient incombustible. On y répand une certaine quantité d'alcool à 90° C; on enflamme, puis on imprime au récipient un mouvement constant de va-et-vient jusqu'à ce que tout l'alcool soit consommé.

Chaleur sèche

Les étuves à chaleur sèche (température de 150 à 180° C) sont surtout employées pour la désinfection des instruments de chirurgie (four Pasteur et étuve

Poupinel, au gaz ou à l'électricité), ainsi que pour les compresses, la gaze, le coton et le matériel fragile ne supportant pas l'humidité.

Il est recommandé d'éviter de dépasser la température de 150° C pour les instruments en acier, qui risquent de se détremper. Tous les autres objets souillés peuvent être portés à 170 ou 180° C pendant trois quarts d'heure ou une heure sans inconvénient, ce qui assure la destruction des germes microbiens qu'ils peuvent contenir.

Chaleur humide

1) *Étuves à chaleur humide*

Les étuves à chaleur humide agissent par l'eau bouillante sous pression (autoclave Chamberland) ou par la vapeur d'eau sous pression (étuve Geneste et Herscher). L'autoclave consiste en un récipient fermé par un couvercle capable de résister à une pression intérieure et maintenu par des vis ou des boulons. Comme l'autoclave fonctionne en présence d'eau (température moyenne, 120° C), tous les objets à stériliser doivent pouvoir supporter l'humidité (métal ou caoutchouc).

La vapeur d'eau utilisée pour la désinfection par chaleur humide peut être soit saturée, soit surchauffée.

La *vapeur saturée* s'emploie généralement pour stériliser des liquides (eau, eau distillée, etc.), des objets de verre (seringues, instruments chirurgicaux), les vêtements contaminés. Il est déconseillé pour les tissus fragiles, les lainages, le cuir et, en général, tous les objets qui pourraient s'altérer soit en durcissant (cuir), soit en rétrécissant (livres, fourrures, gants).

La *vapeur surchauffée*, comme son nom l'indique, est chauffée à une température supérieure à celle de la saturation. Cependant, si paradoxal que cela puisse paraître, elle est moins efficace que la vapeur saturée, car sa température se rapproche de celle des gaz secs dont le pouvoir de pénétration est plus faible. La désinfection risque alors de n'être que superficielle. Ce procédé est pratiquement abandonné.

Les municipalités de certaines grandes villes mettent à la disposition de la population des étuves municipales pour la désinfection du linge et de la literie, en cas de maladies contagieuses.

2) *Ebullition*

A 100° C, tous les microbes (sauf les microbes sporulés, tels que les spores du tétanos et de la bactérie charbonneuse) sont détruits. L'ébullition est pratique et efficace pour la désinfection du linge et de certains instruments métalliques, ainsi que pour celle de la verrerie.

L'ébullition doit être maintenue pendant une demi-heure environ. Il est possible de porter la température de l'eau à plus de 100° C, et d'augmenter ainsi son pouvoir désinfectant, en y ajoutant certains sels.

La chaleur humide est plus efficace que la chaleur sèche et n'exige pas des températures aussi élevées.

Afin d'éviter l'oxydation des instruments métalliques, il est cependant recommandé d'ajouter du bicarbonate ou du borate de soude (1% environ) à l'eau utilisée.

Lumière

Les rayons ultraviolets du soleil ont un fort pouvoir germicide. On peut désinfecter les parquets, les tapis, etc. en les exposant aux rayons directs du soleil. Même la lumière ordinaire a quelque effet sur les bactéries en arrêtant leur croissance.

Désinfection par agents chimiques

Les désinfectants chimiques s'emploient sous forme de solutions ou sous forme de gaz.

Solutions

1) *Crésylole sodique*

Dérivé du phénol, le crésylole sodique est un très bon désinfectant, employé soit en solution forte (à 4%), soit en solution faible (à 2%). On peut y ajouter du savon neutre, ce qui donne une solution moins caustique, plus stable et dont le pouvoir bactéricide est plus grand. Ce procédé s'emploie surtout pour désinfecter les récipients qui ont contenu des déjections (crachats, sécrétions, expectorations), les planchers, murs, baignoires, etc.

2) *Chaux*

Préparée sous forme de « lait de chaux » à 20%, la chaux est employée pour badigeonner les murs, ce qui constitue un excellent moyen de désinfection pour des locaux pollués par des animaux.

Le chlorure de chaux en solution à 2% est employé aux mêmes fins que le crésylole sodique. Pour la préparation de solutions de chlorure de chaux, se reporter à la page 50.

3) *Eau de Javel*

L'eau de Javel (hypochlorite de sodium titrant 12 degrés chlorométriques) et l'eau de Labarraque (hypochlorite de soude titrant 2 degrés chlorométriques) ont une gamme d'utilisation très vaste, en solution à 1° chlorométrique. Trois heures de trempage du linge infecté suffisent pour détruire les bacilles tuberculeux; s'il s'agit de bacilles sporulés, six heures sont nécessaires. On désinfectera aussi à l'eau de Javel les planchers, boiseries, lavabos, baignoires, toilettes, etc.

L'eau de Javel a l'inconvénient de décolorer les tissus et, si le linge n'est pas complètement immergé, il risque d'être brûlé par l'acide chlorhydrique qui se forme au contact de l'air.

4) *Sulfate de cuivre*

Employé en solution à 25%, le sulfate de cuivre détruit les microbes non sporulés en une heure et les microbes sporulés en six heures. Il est d'une grande efficacité en

particulier contre les algues ou les champignons qui peuvent se former dans les réservoirs d'eau. C'est pourquoi son emploi est recommandé pour la désinfection des réservoirs contaminés par des algues, à la dose de 0,5 mg par litre.

Il existe bien d'autres désinfectants chimiques dont le technicien sanitaire doit connaître les utilisations. Il devra consulter à ce sujet des ouvrages récents ou les autorités sanitaires.

Gaz

Un grand nombre de gaz ont une action bactéricide marquée. Nous ne considérerons ici que deux d'entre eux : l'anhydride sulfureux et l'aldéhyde formique.

1) Anhydride sulfureux

L'anhydride sulfureux peut être obtenu aisément en faisant brûler du soufre à l'air libre. Il faut environ 50 à 70 g de soufre par mètre cube pour désinfecter un local. On devra cependant, préalablement ou simultanément, humidifier l'atmosphère, car l'action bactéricide de l'anhydride sulfureux ne s'exerce pas dans l'air sec. A cet effet, on fera évaporer de l'eau dans le local à désinfecter. Il faut environ 100 g d'eau pour 300 g de soufre utilisé.

L'anhydride sulfureux, à cause de sa toxicité, est très dangereux pour l'homme. Il est donc recommandé, après désinfection avec ce gaz, de bien aérer les locaux avant d'y pénétrer de nouveau. Pendant toute la durée de l'opération, on devra maintenir les ouvertures hermétiquement closes; au besoin, on obturera les joints des portes et des fenêtres au moyen de bandes de papier gommé ou de papier adhésif.

2) Aldéhyde formique

L'aldéhyde formique est un gaz incolore dont la densité est voisine de celle de l'air. On l'obtient industriellement en faisant passer de l'air chargé de vapeurs d'alcool méthylique sur des spirales de cuivre chauffées au rouge. La solution d'aldéhyde formique dans l'eau (à 40%) est appelée « formol » et vendue couramment dans le commerce. Le formol lui-même s'emploie en solution de 2 à 4% dans l'eau, pour la désinfection des parquets, murs, boiseries, etc. Pour désinfecter un local ou divers objets à l'aide de l'aldéhyde formique, il suffira de chauffer une solution de formol. Il faut 4 g d'aldéhyde formique pour 1 m³. Il existe dans le commerce des évaporateurs qui produisent une quantité de gaz déterminée et facilitent les opérations de désinfection.

LA DÉSINSECTISATION

La chaleur a été l'un des premiers procédés utilisés contre les insectes. Une température de 70° C suffit pour détruire les insectes, mais on ne peut l'obtenir que

dans un four spécial ou dans une étuve. Ce procédé ne s'applique plus qu'à la désinsectisation du linge (par exemple, pour l'épouillage dans les prisons ou dans les centres d'accueil). A l'heure actuelle, pour la destruction des insectes, adultes ou larves, on utilise essentiellement les insecticides.

Les différents insecticides

Les produits actuellement utilisés se répartissent en un certain nombre de catégories, d'importance assez inégale, qui sont énumérées ci-après.

La santé publique et l'agriculture ont un besoin croissant de nouveaux insecticides. En effet, le développement des résistances chez les insectes rend caduc l'emploi de nombreux composés. La liste fournie plus loin risque de se trouver rapidement dépassée et elle n'est donc valable que pour une période assez restreinte. De même, les méthodes d'utilisation évoluent et se perfectionnent. Aussi le technicien sanitaire devra-t-il se tenir constamment au courant de la mise en pratique de nouveaux produits et des techniques les plus récentes de leur application. Il ne devra avoir aucun scrupule à s'informer auprès de ses collègues entomologistes et des autorités compétentes sur un produit ou une méthode de traitement avec lesquels il ne serait pas familiarisé.

Produits minéraux

Les huiles de pétrole répandues en nappes sur les gîtes à moustiques détruisent les larves, par action à la fois mécanique et toxique. Mais l'opération doit être répétée très fréquemment.

Le vert de Paris ou vert de Schweinfurt (acétoarsénite de cuivre) est également employé contre les larves de moustiques.

Fumigants

L'acide cyanhydrique, obtenu en faisant agir de l'acide sulfurique dilué sur du cyanure de potassium est un gaz extrêmement toxique. Son emploi est réservé à la désinsectisation et à la dératisation de locaux clos (bateaux, silos, etc.) et doit s'entourer de beaucoup de précautions.

L'anhydride sulfureux (voir ci-dessus) peut servir à la désinsectisation de locaux clos.

Le paradichlorobenzène, produit solide qui se sublime lentement, sert à protéger les vêtements et les collections.

Le dichlorvos, un composé organophosphoré fixé sur une résine synthétique, produit un effet fumigant insecticide pendant trois mois.

Le bromure de méthyle est utilisé pour la désinsectisation des vêtements.

Insecticides végétaux

Le *pyrèthre* est utilisé directement sous forme de poudre contre les ectoparasites des animaux, ou sous forme d'extrait contre les insectes adultes. Il agit très rapidement (effet « *knock down* ») et entre de ce fait dans la composition des bombes aérosols insecticides. De plus, mélangé avec des produits combustibles, il éloigne les moustiques et les mouches (*mosquito coils*).

De plus en plus, on utilise des *pyréthrines synthétiques*, dont la dernière-née, la bioéthrine, agit comme le pyrèthre à des doses extrêmement faibles. Ces produits sont peu toxiques pour l'homme mais détruisent les poissons.

Les *roténones* sont des extraits végétaux peu toxiques utilisés dans les bombes aérosols et contre les ectoparasites.

Insecticides synthétiques

Ils regroupent la majorité des insecticides actuellement utilisés. D'après leur composition chimique, ils se rangent dans trois groupes.

1) *Composés organochlorés*

Ce furent les premiers insecticides synthétiques utilisés à grande échelle, et le DDT valut à Muller, son inventeur, le prix Nobel de médecine.

Le DDT est un produit très stable, utilisable aussi bien comme larvicide dans l'eau que comme adulticide sur les murs des maisons (Voir page 115). Doué d'une grande rémanence, peu toxique pour les animaux à sang chaud et bon marché, il a été extensivement utilisé dans le monde entier en santé publique et encore plus en agriculture.

Comme la plupart des produits synthétiques, le DDT se présente sous forme de :

- poudre à poudrer à 5%, où il est associé à un excipient inerte (talc);
- concentré pour émulsion, à 10 à 50%;
- poudre mouillable à 75%, où le DDT est associé à un agent mouillant (Triton X 100);
- granulés à 1 à 5%, dans lesquels le produit est fixé sur des grains de sable ou d'argile.

Les autres formulations sont moins usitées.

Le DDT tend à être progressivement abandonné, car de nombreuses souches d'insectes sont devenues résistantes à ce produit. D'autre part, sa stabilité favorise son accumulation dans les chaînes alimentaires et peut perturber sérieusement les équilibres biologiques de l'environnement. Son emploi, de ce fait, a été interdit ou sérieusement limité dans de nombreux pays, dont les Etats-Unis et l'Union soviétique. Il reste cependant encore un des produits de choix pour la lutte contre les tsé-tsé en Afrique et pour la lutte antipaludique, là où les anophèles sont restés sensibles.

Le *méthoxychlore* et l'*heptachlore* sont assez voisins du DDT, mais ils sont biodégradables. Toutefois, ils présentent une résistance croisée avec le DDT et ne peuvent donc être utilisés contre les souches résistantes.

Le HCH et son isomère γ (ou *lindane*) se présentent sous les mêmes formulations et ont des indications analogues. Toutefois, ils sont plus actifs et peuvent donc être utilisés à des doses 8 à 10 fois inférieures. Ils ont une rémanence beaucoup plus faible.

La *dieldrine* est un produit très toxique pour l'homme, qui doit être utilisé avec précaution, surtout de la part des applicateurs. Employé comme adulticide pour la lutte antipaludique, il a été presque partout abandonné, car la plupart des souches de moustiques, de mouches et d'autres vecteurs sont devenues résistantes à ce produit. La résistance à la dieldrine s'étend à tous les cycladiènes et est croisée avec celle du HCH. La dieldrine est encore employée, mais avec circonspection, pour la lutte contre les tsé-tsé. Elle se présente sous les mêmes formulations que le DDT. Récemment, la dieldrine a été interdite aux Etats-Unis, car elle pourrait être cancérogène.

L'*endosulfan*, produit voisin du précédent et très toxique, est utilisé en concentré émulsionnable pour la lutte contre les tsé-tsé.

Le *chlordan* est utilisé contre les blattes et les mouches (là où elles ne sont pas résistantes) en concentré émulsionnable et en poudre.

2. *Composés organophosphorés*

Il y a plus de deux cents composés de ce groupe homologués dans le commerce. Les premiers, comme le parathion, étaient extrêmement toxiques pour l'homme et, pour beaucoup d'utilisateurs, cette impression ne s'est pas effacée, bien qu'actuellement on trouve dans ce groupe des produits pratiquement dénués de toxicité, comme l'Abate.

Les composés les plus employés sont énumérés ci-après.

Le *parathion*, très toxique, n'est utilisé que comme larvicide loin des lieux habités.

Le *téméphos* (Abate) est un produit extrêmement sûr et dénué de toxicité. Relativement spécifique de certaines larves de diptères, il cause peu de dégâts à l'environnement. C'est l'insecticide de choix pour la lutte contre les larves de simules et de moustiques, en concentrés pour émulsion et en granulés, à des doses allant de 0,1 à 1 g/m³. Il se dégrade rapidement, surtout dans l'eau polluée.

Le *chlorpyrifos* (Dursban) est un excellent larvicide, surtout dans les eaux polluées, où son effet peut se prolonger pendant trois mois. Il est plus toxique que le précédent et est plus agressif pour l'environnement. Son dérivé méthylé, le *méthylchlorpyrifos* (Méthyl-Dursban), pour une activité deux fois moindre, est dix fois moins toxique. Le chlorpyrifos est le produit de choix pour la lutte contre les *Culex* dans les égouts, les drains, les puisards, les fosses septiques, etc.

Le *fenthion*, produit de toxicité moyenne, est utilisé comme larvicide en concentrés pour émulsion et en granulés, dans les mêmes conditions que le précédent. Son emploi comme adulticide doit être surveillé.

Le *bromophos* et le *fénitrothion* sont des produits très actifs, peu toxiques, utilisables aussi bien comme larvicides en concentrés pour émulsion et en granulés que comme adulticides en poudres mouillables. Il existe des formulations concentrées pour traitement à très faible volume (ULV). Le fénitrothion a une rémanence plus grande que le bromophos. Ce sont des produits très maniables, utilisables en toutes circonstances contre les blattes, les punaises, les moustiques, les mouches. Le traitement des locaux hospitaliers peut être effectué sans danger.

Le *malathion* est un des organophosphorés les moins toxiques et les moins chers. Il a été recommandé pour remplacer le DDT lorsque les souches devenaient résistantes. En fait, son activité larvicide est relativement réduite, mais ses propriétés adulticides sont très satisfaisantes. Il est utilisé en dépôts résiduels de poudre mouillable sur les murs à raison de 2 g/m²; la rémanence en est de 6 à 15 semaines suivant le substrat. Le malathion est très efficace pour les nébulisations extérieures, à très faible volume (ULV), contre les moustiques; on utilise pratiquement le produit technique pur.

Le *diméthoate*, le *fenchlorphos* (Ronnel), le *naled* sont également utilisés dans ce type de traitement, ainsi que contre les mouches. C'est également contre ces insectes que sont employés le *trichlorfon* (Dipterex, Chlorophos des auteurs soviétiques) et le *diazinon*.

Le *tétrachlorvinphos* (Gardona) a un effet résiduel marqué et présente des espoirs pour la lutte contre les tsé-tsé.

L'*iodofenphos* a d'excellentes propriétés adulticides.

Le *coumaphos* est surtout utilisé contre les ectoparasites et les mouches.

3) Carbamates

Peu de produits de ce groupe très important sont utilisés en santé publique. Instables en milieu aqueux, ils ne peuvent être utilisés comme larvicides et leur action est dirigée contre les adultes.

Le *propoxur* (Baygon, Arprocarb), de toxicité moyenne, est utilisé en traitement domiciliaire contre les anophèles et les nuisances domestiques. Incorporé à des appâts, il permet une destruction efficace des blattes.

Le *carbaryl* (Sevin), peu toxique, est utilisé contre les moustiques adultes et les mouches.

Dosage des insecticides

Les insecticides s'emploient à des concentrations variées selon l'effet qu'on veut obtenir, le type de surface à traiter, le taux de reproduction des insectes et les condi-

tions d'application. Afin de déterminer dans tous les cas les quantités d'insecticide à utiliser, quelques calculs simples s'imposent, que nous allons illustrer par quelques exemples.

Supposons qu'avec un concentré pour émulsion à 50% on veuille préparer une émulsion à 5% dans l'eau. La quantité de produit actif dans le concentré est de 50 g par 100 g de produit ou par décilitre. Il suffit donc de mélanger 1 dl du produit à 9 dl d'eau (1 partie de concentré pour 9 parties d'eau) pour former 1 litre d'émulsion à 5%.

Les calculs sont similaires pour les autres formulations.

Par exemple, pour préparer une suspension de 5% de DDT à partir de poudre mouillable qui contient 50% de DDT pur, le produit fini devant contenir 50 g de DDT par litre d'eau, il faut mélanger 100 g de poudre mouillable à 1 litre d'eau, ou 1 kg de poudre à 10 litres d'eau, etc.

Quand une application se fait à un taux de 2 g/m², combien de litres de solution à 5% faut-il pour traiter 100 m² de surface? La solution à 5% contient 50 g par litre; un litre suffit pour traiter $50:2 = 25$ m²; donc, pour 100 m², il faudra 4 litres.

MESURES DE PRÉCAUTION RECOMMANDÉES AUX PERSONNES EXPOSÉES AUX PESTICIDES

Précautions générales

Tous les pesticides présentent un certain degré de toxicité. Il faut donc prendre l'habitude de les manier tous avec prudence, et les précautions minimales suivantes sont recommandées pour le personnel qui les manipule.

1) Toutes les personnes appelées à manipuler des pesticides doivent être informées des risques qu'elles courent et recevoir des instructions leur permettant de travailler en toute sécurité.

2) Il faut prévoir un contrôle technique et médical des opérateurs, ainsi que les moyens matériels nécessaires au traitement de tous les accidents.

3) Quel que soit le pesticide, les ouvriers qui l'appliquent doivent porter un couvre-chef qui sera nettoyé régulièrement.

4) Si le produit se répand ou éclabousse, les ouvriers doivent pouvoir se laver et nettoyer leurs vêtements.

5) Autant que possible, les ouvriers ne travailleront pas plus de huit heures par jour. Cette précaution est particulièrement importante lorsque le même ouvrier manipule des pesticides journalièrement pendant de longues périodes.

6) Les ouvriers porteront des tenues de travail qui seront changées et lavées le plus souvent possible.

7) Les ouvriers ne doivent ni fumer ni manger sans s'être préalablement lavé les mains et ils doivent observer d'autres précautions simples dans les endroits où les pesticides sont manipulés.

8) La phase dangereuse du travail étant toujours la manipulation des concentrés, on devra prendre des précautions spéciales lors de cette opération. En particulier, pour le transfert de concentrés à partir des barils, on utilisera soit des robinets filetés, soit des pompes directement adaptables au baril.

9) Tous les récipients renfermant des pesticides doivent porter une étiquette qui en précise le contenu et qui indique, sous une forme intelligible pour l'opérateur, la nature du produit et les précautions à observer.

Précautions spéciales à l'égard des produits toxiques

Des précautions spéciales s'imposent lorsqu'on manipule des produits particulièrement toxiques tels que la dieldrine. En effet, il apparaît que, pendant les pulvérisations faites à l'intérieur des habitations, c'est surtout la peau qui est contaminée, encore que l'on n'ait pas jusqu'ici mesuré exactement le degré d'absorption par inhalation. Cependant, on a également observé que, chez les ouvriers travaillant en plein air, la contamination est beaucoup plus forte par voie cutanée que par voie respiratoire. Pour cette raison, il faut insister sur la nécessité de lavages fréquents pour réduire l'absorption par voie percutanée.

Dieldrine et composés analogues

Il est recommandé de prendre les précautions suivantes lorsqu'on utilise la dieldrine ou des composés analogues en milieu clos:

1) L'opérateur recevra: ¹

- a) un chapeau imperméable dont le bord aura au moins 7 à 8 cm de large (à tenir propre);
- b) une courte cape imperméable qui recouvrira les épaules et empêchera la contamination des vêtements;
- c) des gants à manchettes imperméables et chimiquement inaltérables (les ouvriers seront avertis de ne pas mettre ces gants sur des mains contaminées).

¹ L'expérience a montré que l'on obtient de meilleurs résultats en fournissant directement ces objets aux opérateurs.

2) Les opérateurs seront tenus de se laver régulièrement la peau et de nettoyer leurs vêtements avec du savon ou un produit détersif et de l'eau, surtout avant de mettre leurs gants et à la fin de leur journée de travail.

Composés organophosphorés

L'utilisation des composés organophosphorés dans les pulvérisations en milieu clos mérite une mention spéciale puisqu'on aura peut-être à y recourir pour combattre le paludisme dans les régions où les vecteurs résistent aux insecticides organochlorés.

Les renseignements dont on dispose sur l'emploi de ces composés pour les applications en milieu clos sont encore très fragmentaires et l'on est amené à conseiller certaines précautions qui ne s'avéreront peut-être pas indispensable lorsque la question sera mieux connue.

1) *Composés relativement peu toxiques.* Il semblerait que l'emploi du malathion comme insecticide à action rémanente demande des précautions analogues à celles recommandées pour la dieldrine, jusqu'à ce que l'expérience ait montré leur inutilité.

2) *Composés moyennement toxiques.* Dans l'emploi du diazinon, le port d'un masque respiratoire est recommandé chaque fois que les pulvérisations sont effectuées en milieu clos.

3) *Composés très toxiques.* L'expérience montre que, si l'on prend soin de se laver fréquemment la peau, on peut se passer de vêtements protecteurs spéciaux pour l'application de parathion en plein air.

Il est recommandé que les ouvriers utilisant de façon continue des produits organophosphorés et des carbamates soient suivis médicalement. Il faut notamment surveiller le taux de cholinestérase dans le sang, qui risque d'être sensiblement diminué.

En cas d'intoxication, il faut se référer à la plaquette éditée par l'OMS (10) qui guidera le praticien sur la conduite à tenir.

Nous ne saurions clore ce chapitre sans insister sur l'absolue nécessité d'une grande prudence dans l'emploi des divers insecticides dont nous venons de parler. Si nombre d'entre eux sont à peu près inoffensifs pour l'homme, l'emploi inconsidéré de certains, à doses excessives, risque non seulement de mettre en danger ceux qui les utilisent, mais aussi d'altérer l'environnement.

Hygiène des denrées alimentaires

I. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

IMPORTANCE DE L'HYGIÈNE DES DENRÉES ALIMENTAIRES

L'assainissement se propose de prévenir les maladies par l'élimination ou le contrôle des facteurs du milieu qui forment des maillons dans la chaîne de transmission de la maladie. A ce titre, nous avons déjà considéré un certain nombre de facteurs: l'eau, les excréta, les ordures et autres déchets, les insectes et les rongeurs. Les denrées alimentaires, sans lesquelles l'homme ne peut subsister, peuvent constituer des véhicules de germes ou de substances dangereuses pour la santé et doivent donc être contrôlées elles aussi. Que les aliments puissent être dangereux pour la santé est une chose bien connue; pour s'en convaincre, il suffit de lire dans les journaux la relation de certains épisodes particulièrement spectaculaires d'intoxication alimentaire. Nous appellerons ici indifféremment «denrées alimentaires» ou «aliments» tous les produits—bruts, travaillés ou préparés — qui entrent dans l'alimentation humaine.

Il importe de bien marquer la différence entre la nutrition et l'hygiène des denrées alimentaires. La nutrition nous indique comment balancer nos menus. L'hygiène des denrées alimentaires nous indique quelles mesures adopter pour préserver les qualités de ces aliments, en particulier leur innocuité et leur salubrité.

MALADIES D'ORIGINE ALIMENTAIRE

Les maladies véhiculées par les denrées alimentaires peuvent se ranger en cinq groupes:

1) Les maladies causées par la présence de bactéries dans les aliments, telles par exemple la fièvre typhoïde, la tuberculose, les salmonelloses, les infections streptococciques.

2) Les maladies causées par la présence de toxines sécrétées par certaines bactéries: ce sont le botulisme et les intoxications staphylococciques.

3) Les maladies causées par la présence de parasites, comme dans le cas d'ingestion de viande de bœuf ou de porc, ou de poissons parasités (ténia, trichine), ou de légumes souillés par des eaux usées (amibes, ascaris).

4) Les maladies causées par la présence de substances chimiques toxiques, telles les intoxications par l'arsenic,

le cuivre, le plomb, le zinc. L'introduction de ces substances peut provenir du type d'ustensiles, des méthodes de fabrication industrielle, de l'usage d'insecticides pour la protection des récoltes; elle peut aussi être l'effet de fraudes ou de négligences. Pour de pareilles raisons, l'emploi de journaux pour l'emballage des aliments humides est à déconseiller.

5) Les maladies causées par des poisons naturels, telles les intoxications par les champignons ou par les feuilles de rhubarbe. Dans certaines régions, les moules sont toxiques pendant une partie de l'année.

Nous ne nous étendrons pas sur ces deux derniers groupes, car les mesures à prendre pour se prémunir semblent ici quelque peu évidentes. Il faut cependant noter la nécessité d'un système de répression des fraudes. Il faut également que les produits chimiques employés pour protéger les récoltes sur pied, le bétail et les denrées emmagasinées, soient utilisés de façon judicieuse afin de réduire les risques que peuvent présenter les traces résiduelles de produits toxiques; ainsi, un insecticide tel que le parathion ne devra pas être appliqué à une date proche de la moisson. Dans le but aussi d'éliminer ces produits, on lavera toujours avec soin fruits et légumes.

Il semble cependant nécessaire, pour mieux comprendre les problèmes que pose l'hygiène des aliments, de considérer les paragraphes 1, 2 et 3 ci-dessus en se référant au tableau I-1, pages 17-20.

PRINCIPES GÉNÉRAUX D'HYGIÈNE ALIMENTAIRE

Pour protéger le consommateur contre les accidents qu'il peut causer des denrées alimentaires contaminées, on fait appel aux mesures de prévention et aux mesures de lutte.

Mesures de prévention

Les mesures de prévention visent à:

a) protéger la santé des volailles et des animaux d'abattage;

b) protéger la santé et promouvoir l'hygiène du personnel par des visites médicales et surtout par une action d'éducation sanitaire;

c) assurer la propreté et la désinfection des ustensiles et du matériel;

d) assurer la distribution d'une eau potable, l'évacuation hygiénique des excréta et des ordures, et entreprendre la lutte contre les insectes et rongeurs.

Mesures de lutte

Cette action a pour but soit de détruire les parasites et les bactéries, soit d'empêcher la multiplication des bactéries et la production de toxines, et fait appel à différents procédés.

Chaleur (voir fig. VII-1)

C'est le procédé le plus efficace quand le temps et la température sont respectés. Une bonne cuisson tue les bactéries et les parasites et inactive la toxine botulique. Cependant, les toxines staphylococciques ne sont pas détruites. L'industrie de la conserve nécessite le recours à des températures bien supérieures, car à 100° C il ne faut pas moins de six heures pour détruire les spores du botulisme.

Froid (voir fig. VII-1)

Une réfrigération intense et prolongée détruit certains parasites comme les trichines (on ne peut espérer obtenir ce résultat avec des réfrigérateurs domestiques). En ce qui concerne les bactéries, le froid ne les détruit pas, mais ralentit ou paralyse leur activité et empêche leur multiplication et la production de toxines. La réfrigé-

ration est l'arme principale contre la toxine staphylococcique. En effet, celle-ci n'étant pas détruite par la chaleur, il importe de prévenir sa formation.

La période pendant laquelle les bactéries peuvent se développer et produire des toxines a évidemment une importance capitale. Il faut en effet un certain temps pour que la quantité de toxines produite soit suffisante pour affecter la santé. Aussi, des conserves très anciennes devront-elles être considérées avec suspicion. Il importe aussi de respecter le temps et les conditions de conservation prescrits pour certains produits.

Dans les restaurants et pâtisseries notamment, on s'efforcera de réduire au minimum le délai entre la préparation de certains produits et leur consommation.

Autres méthodes

L'industrie utilise encore d'autres procédés: dessiccation, salaison, etc. Mais la plupart de ces procédés ne tuent pas les bactéries et n'ont qu'un effet bactériostatique. Au moment de la reconstitution du produit, il faudra donc prendre certaines précautions, comme le montre l'exemple suivant: dans l'île de Porto-Rico, plus de 500 personnes réparties en deux groupes sont tombées malades après avoir mangé de la morue. Dans les deux cas, avant de cuire la morue, on l'avait mise à tremper pour la dessaler pendant plusieurs heures à la température ambiante.

On devra donc s'assurer que les mesures appropriées ont bien été appliquées aux différents stades de la production, de la vente et de la consommation des aliments.

C'est ainsi qu'il faudra s'intéresser aux conditions d'élevage des animaux et de culture des légumes, et contrôler les parcs à huîtres, les méthodes de préparation industrielle et la salubrité des abattoirs, des épiceries, des marchés et des restaurants. L'hygiène des restaurants, des abattoirs et des marchés de coquillages pose des problèmes spéciaux que nous considérerons ci-après.

II. HYGIÈNE DES RESTAURANTS ET ÉTABLISSEMENTS SIMILAIRES

OPÉRATIONS EFFECTUÉES DANS UN RESTAURANT

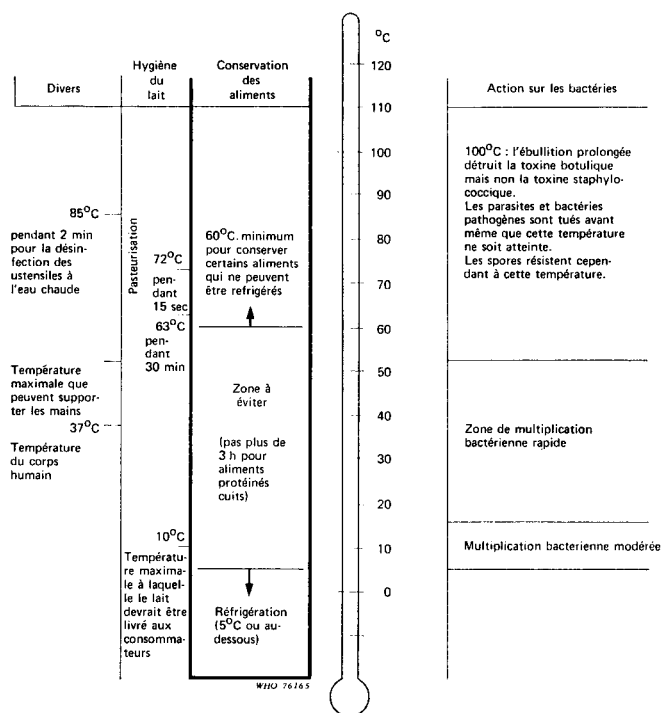
Au cours des opérations exposées ci-dessous, diverses mesures destinées à prévenir et combattre la contamination seront appliquées.

Opérations concernant les denrées alimentaires

Approvisionnement

Il faudra naturellement se procurer des denrées non avariées et de bonne qualité. Ainsi, les huîtres ou les légumes devront provenir de parcs ou terrains dûment

Fig. VII-1 Graphique des températures pour l'hygiène des aliments



approuvés. La présence d'insectes dans les céréales ne sera pas tolérée. Il importe aussi de ne pas s'approvisionner en quantités exagérées, de façon que les produits n'aient pas à être conservés pendant trop longtemps. Un bon système de réfrigération permettra naturellement une plus longue conservation.

Stockage

Il doit être effectué dans une pièce de dépôt (ou des buffets bien construits) à l'abri des insectes et des rongeurs. Le dépôt (plafond compris) sera construit en bons matériaux, la porte sera bien ajustée et les trous d'aération seront munis de toile métallique et de grillage. Le local sera suffisamment aéré et ne sera pas humide. Il devra être bien organisé et muni d'étagères, de façon que son nettoyage soit facile et qu'il puisse être maintenu propre. Le fait que le dépôt soit convenablement protégé contre les insectes et les rongeurs ne permet pas pour autant d'y placer les marchandises sans aucune précaution; ainsi, on peut, sans s'en apercevoir, introduire des cafards avec les nouvelles marchandises. Il importe donc de maintenir une surveillance à l'intérieur du dépôt. Il sera bon d'y conserver un certain nombre de récipients métalliques bien fermés où l'on pourra placer les produits particulièrement vulnérables. (Si le dépôt se trouve au sous-sol, il faudra se prémunir contre les risques d'inondation par les eaux de pluie ou d'égout. Si un tuyau d'égout traverse le haut de la pièce, il faudra y adapter une gouttière de façon à prévenir des fuites éventuelles; de plus, on ne devra pas placer de marchandises juste au-dessous.)

Réfrigération

Les chambres froides ou les réfrigérateurs devront être munis d'un thermomètre placé à l'endroit le moins froid afin que l'on puisse vérifier la température de réfrigération, laquelle doit être inférieure de 5° C. On devra veiller particulièrement à tenir réfrigérés les aliments ordinairement responsables des intoxications alimentaires par les *salmonellae* ou par les staphylocoques, comme les viandes et notamment les viandes déjà cuites, les produits qui nécessitent beaucoup de manipulations (salades, hachis) et ceux qui nécessitent une manipulation après la cuisson.

Les mets cuits devront être rapidement refroidis avant d'être mis au réfrigérateur: si on les laisse se refroidir lentement dans la cuisine, ils resteront trop longtemps à des températures voisines de celles du corps humain, températures favorables à la multiplication des bactéries (voir fig. VII-1).

Conservation au chaud

Certains mets qui doivent être servis chauds perdent de leur saveur s'ils sont réfrigérés. Ils seront donc maintenus à une température d'au moins 60° C.

Mise à l'étalage

D'après ce qui précède, on évitera donc d'ôter certains aliments du réfrigérateur pour les placer à l'étalage. Les marchandises mises à l'étalage seront protégées contre les mouches par des moyens appropriés et par un écran contre l'haleine des clients.

Manutention des denrées alimentaires

L'attention du personnel sera attirée sur l'importance qu'il y a à observer de bonnes habitudes d'hygiène: se laver les mains souvent, particulièrement au sortir des toilettes, les garder propres, ne pas les porter à tout moment au visage (nous savons que la bouche et le nez sont des lieux de prédilection pour les staphylocoques), éviter de prendre les aliments directement avec les mains, utiliser, autant que possible, fourchettes, cuillers ou autres instruments, ne pas mettre les doigts en travers des assiettes ou essuyer celles-ci avec une serviette qui n'est plus bien propre.

Le personnel devra être en bonne santé. A l'encontre de ce qu'on pourrait croire, ce n'est pas par des visites médicales régulières que cet état de santé pourra être surveillé. C'est une tâche qui incombe d'abord au propriétaire du restaurant, qui éloignera de toute opération intéressant les aliments ou les ustensiles tout employé malade, souffrant d'une infection respiratoire ou portant des blessures infectées aux mains. En outre, des cours spéciaux d'instruction du personnel, accompagnés de projections de films ou de diapositives et de démonstrations, seront organisés par les services compétents (service d'éducation sanitaire aidé du service de l'assainissement). Ce sont là les meilleurs moyens d'obtenir des restaurants hygiéniques.

Opérations de nettoyage

Nettoyage et désinfection des ustensiles et du matériel

Il va sans dire que les ustensiles et autre matériel utilisés pour manier des aliments devront être soigneusement nettoyés. Cependant, les assiettes, plats et couverts destinés aux clients devront faire l'objet de précautions encore plus strictes, vu le nombre de personnes qui les utilisent et, par conséquent, les risques accrus de contamination: on devra non seulement les nettoyer, mais aussi les désinfecter soigneusement.

On n'oubliera pas qu'il importe aussi de nettoyer convenablement certains appareils tels que les machines utilisées dans les épiceries et restaurants pour couper le jambon en tranches; les miettes, outre le fait qu'elles peuvent être déjà contaminées, attireront, le soir venu, les cafards dans l'appareil.

Etant donné le grand nombre d'objets à laver dans la plupart des restaurants, on ne peut certes procéder comme le ferait une maîtresse de maison. Les opérations doivent être rationnellement organisées et le nettoyage

sera souvent effectué à la machine. Nous décrivons ci-après un procédé de nettoyage à la main.

Procédé manuel de nettoyage et de désinfection des ustensiles (voir fig. VII-2).

1) Enlèvement de tous les débris d'aliments à l'aide de jets d'eau chaude (environ 45° C);

2) Lavage dans un premier évier avec de l'eau chaude (45° C) et un détergent;

3) Rinçage à l'eau chaude dans un deuxième évier;

4) Désinfection dans un troisième évier:

a) soit par immersion dans une eau très chaude (85° C ou plus); la durée recommandée est de deux minutes. Ce système est préféré au système de désinfection par des produits chimiques indiqué ci-après; cependant, on doit quelquefois y renoncer par manque de moyen de chauffage. Il faut, en plus du matériel de chauffage courant, un système pour surchauffer et garder l'eau à la température de 85° C (par exemple, un petit chauffe-eau électrique à immersion que l'on fixe à cet évier). Pour le contrôle de la température, il faut un thermostat et un thermomètre. On simplifie le procédé en immergeant dans l'eau bouillante pendant 30 secondes.

b) soit par immersion dans une solution chlorée à 100 mg/l pendant deux minutes. (La solution sera renouvelée quand le taux de concentration sera tombé à 50 mg/l.) Le chlore noircit l'argenterie;

5) Séchage des ustensiles à l'air sans les essuyer.

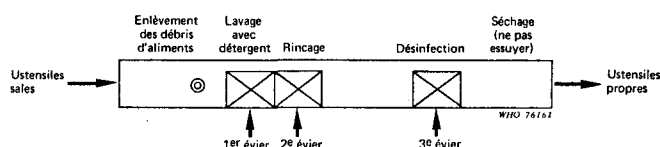
Pour faciliter les opérations, et étant donné que l'eau du troisième compartiment est très chaude, on devra disposer de paniers métalliques à longs manches dans lesquels les ustensiles seront placés au sortir du premier compartiment. Il suffira alors de tremper le panier dans le compartiment de rinçage puis dans celui de désinfection.

Il est recommandé de laver les verres séparément et avant les autres ustensiles.

Protection des ustensiles propres

Nous attirons simplement l'attention sur le fait qu'il est indispensable de protéger les ustensiles propres.

Fig. VII-2 Lavage des ustensiles à la main: schéma d'organisation



L'installation ne sera pas nécessairement rectiligne; elle pourra être en forme de L ou de U suivant les circonstances.

Il importe aussi que ces ustensiles soient suffisamment éloignés des éviers pour que des éclaboussures ne les atteignent pas. En outre, pendant la nuit, les ustensiles devront être placés dans des buffets fermés.

LOCAUX—CONSTRUCTION

Les locaux devront être maintenus propres, exempts d'insectes et rongeurs, et le parquet devra être nettoyé chaque jour. La propreté ne sera pas limitée à la salle à manger; la cuisine et la chambre froide mériteront aussi une attention quotidienne.

La bonne tenue des locaux suppose naturellement une construction appropriée: parquet facilement lavable, murs exempts de fissures, toile métallique aux ouvertures dans les endroits où il y a beaucoup de mouches, lieux d'aisances bien placés et en bon état de fonctionnement. L'établissement devra naturellement être approvisionné en eau potable.

La cuisine et la toilette seront construites avec un soin particulier. Il est souhaitable que leurs portes soient munies de charnières à ressort — de façon qu'elles ne puissent rester ouvertes — et que les autres ouvertures soient pourvues de toile métallique.

Les ordures seront placées dans des poubelles bien fermées, garnies de papier à l'intérieur, et l'on prendra soin de ne pas souiller le parquet aux alentours. Les poubelles, une fois vidées, seront lavées et l'eau de lavage sera évacuée par une conduite d'égout et non pas répandue sur le sol.

INSPECTION DES ÉTABLISSEMENTS D'ALIMENTATION

Étant donné ce qui précède, le technicien sanitaire procédant à l'inspection d'établissements d'alimentation portera son attention sur les points suivants:

- 1) *Le bâtiment* : parquets
murs et plafonds
portes et fenêtres
ventilation
- 2) *Les commodités sanitaires* : eau potable
toilettes
lavabos
évacuation des eaux usées et des déchets solides
- 3) *Le matériel* : état du matériel, ustensiles, etc.
méthodes de nettoyage
stockage
- 4) *Les aliments* : état de salubrité
réfrigération
stockage, exposition et vente
protection contre insectes et rongeurs
- 5) *Le personnel* : état de propreté
observance des règles d'hygiène

III. HYGIÈNE DES VIANDES, VOLAILLES ET GIBIER, POISSONS, CRUSTACÉS ET MOLLUSQUES

Le technicien sanitaire se sera familiarisé, aussi bien en théorie qu'en pratique, avec l'hygiène des viandes, volailles et gibier, poissons, crustacés et mollusques.

En particulier, il aura effectué un stage de brève durée pour s'initier à l'inspection des viandes dans les abattoirs, et à celle des volailles, du gibier, des poissons, crustacés et mollusques sur les marchés centraux.

Pour mémoire, nous énumérerons ci-après les différents stades de la production, du transport et de la vente de ces denrées, ainsi que les opérations d'inspection et de contrôle que l'on doit effectuer à ces différents stades.

HYGIÈNE DES VIANDES

Précautions avant l'abattage des animaux

Les animaux sont transportés aux abattoirs par route, par rail ou par mer. Les dommages qui peuvent résulter de ce transport sont: les blessures, l'asphyxie due au manque de place et la perte de poids, toutes considérations qui soulignent la nécessité d'une période de repos avant l'abattage des animaux.

La plupart des pays ont adopté des règlements prescrivant une période de repos pour les animaux entrant à l'abattoir, la durée de cette période dépendant naturellement de la saison de l'année et de l'état de fatigue de l'animal.

L'absence de repos avant l'abattage a les conséquences suivantes:

- En raison du manque de résistance des animaux (dû à la fatigue), des *Escherichia coli* peuvent être absorbés à travers la muqueuse de l'intestin et passer dans la circulation sanguine, atteignant ainsi les reins, le foie et les ganglions mésentériques;
- La saignée des animaux fatigués sera moins bonne que celle du bétail reposé.

Il faut bien insister sur le fait que l'abattage doit être interdit avant que les animaux se soient reposés et se soient complètement remis des effets du transport.

Méthodes d'abattage

Les méthodes d'abattage varient selon les pays, les habitudes religieuses et divers autres facteurs; les trois principales sont:

1) *l'abattage sans étourdissement préalable*. On peut l'exécuter soit en plongeant une lame dans la poitrine ou dans la gorge de l'animal, soit en l'égorgeant. Cependant, la saignée par jugulation est la méthode la plus généralement employée;

2) *l'abattage par énévation* (énuçage avant saignée). Pour procéder à l'abattage par énévation, on plonge un poignard entre la première vertèbre cervicale et l'occipital. Le bulbe rachidien est atteint, l'animal s'effondre sur le coup et ne fait plus aucun mouvement, même au cours de la saignée ultérieure;

3) *l'étourdissement avant saignée*. Immédiatement avant la saignée, on rend l'animal inconscient à l'aide d'un instrument contondant ou d'un pistolet, d'un courant électrique ou d'un gaz. Après avoir étourdi l'animal, on le saigne par un des procédés décrits ci-dessus.

La viande des animaux sacrifiés par la méthode sans étourdissement préalable contient fréquemment plus de sang que celle des animaux préalablement assommés.

Précautions à prendre

1) Il importe de veiller à ce que l'eau employée pour le lavage de la carcasse soit propre.

2) Les travaux effectués à l'abattoir doivent être divisés en deux parties:

- ceux qui sont « malpropres », tels que la mise à mort, la saignée et le dépouillement;
- ceux qui sont « propres », à savoir l'habillage de la carcasse (ouverture des grandes cavités, éviscération, découpage, etc.).

Causes de contamination

On a constaté que la contamination superficielle provenait de plusieurs facteurs qui sont essentiellement:

- l'état de malpropreté des animaux et de leur peau (environ 33%);
- la pollution de l'atmosphère des salles de l'abattoir (environ 5%);
- le contenu des viscères, dans les conditions normales d'abattage (environ 3%);
- le transport et la conservation (au moins 50%);
- le découpage en moitiés ou en quartiers et l'emballage des carcasses (environ 2%);
- des facteurs divers: outillage, personnel, etc. (environ 3%).

Afin de réduire ces risques au minimum, il est donc indispensable que l'ordre et la méthode règnent dans l'abattoir et que le personnel prenne toutes précautions utiles tant en ce qui concerne l'hygiène des lieux que la propreté des vêtements.

Les abattoirs

Plan général

Les abattoirs devraient généralement comprendre les installations suivantes: des étables-parcs, où les animaux se reposent avant l'abattage; des triperies et halles

d'abattage; des entrepôts frigorifiques; des bâtiments pour les machines et pour l'administration; des laboratoires d'analyse; un vestiaire pour les ouvriers. Certains abattoirs sont dépourvus d'entrepôt frigorifique.

Circuits intérieurs

En principe, une seule et même entrée et sortie commune doit desservir l'abattoir afin de faciliter la surveillance. Cette seule entrée principale sera barrée par une double grille sur rails.

Un circuit dit « sale », entre étables et halles d'abattage, est constitué par le chemin d'amenée du bétail venant par route. Les animaux sont logés soit dans les étables, soit dans les parcs, pour être ensuite acheminés, par des passages étroits jusqu'aux places d'abattage.

Une place de désinfection, avec postes de vapeur d'eau, sera aménagée pour le nettoyage des véhicules lorsque ceux-ci quittent le point terminal du circuit « sale ».

Le circuit dit « propre » doit éviter tout contact avec l'abattoir lui-même.

Le transport du bétail abattu doit s'opérer le plus simplement possible, au moyen d'un réseau de rails aériens disposé en un vaste circuit fermé.

Désinfection

La désinfection des véhicules de transport, du matériel et des parcs à bestiaux peut se faire avec de la chaux éteinte, du chlorure de chaux (poudre à blanchir), une solution de crésol ou de phénol, ou tout simplement à la vapeur, cette dernière servant particulièrement à la désinfection des récipients qui ont contenu du sang et du lait.

Les instruments, les crochets, manches, couvercles, etc., peuvent être immergés dans l'eau bouillante pendant 15 minutes ou dans une solution de carbonate de soude.

Eclairage

L'éclairage des locaux de l'abattoir est primordial, car il aide non seulement à l'exécution des multiples travaux mais encore à l'inspection post-mortem de la viande par le vétérinaire. L'éclairage naturel bien distribué est le meilleur, sans qu'il faille pour cela admettre les rayons directs du soleil. La lumière du jour vient principalement des plafonds qui sont bâtis avec des vitrages spéciaux.

Inspection de la viande

L'inspection de la carcasse est faite par le vétérinaire ou ses adjoints. Toutefois, le technicien sanitaire devrait savoir reconnaître si les carcasses proviennent de bœufs, de moutons, de chèvres, de porcs, de chevaux, de chameaux, etc., et si les carcasses ou abats sont sains ou malsains.

Classification des viandes malsaines

- Viande d'animaux atteints de maladies contagieuses telles que charbon, tuberculose, etc.
- Viande d'animaux atteints de maladies qui déforment les masses musculaires et altèrent la coloration naturelle de la carcasse. Cette viande provient d'animaux sacrifiés en période de maladie, le plus souvent aiguë.
- Viandes surmenées, la cause en étant la fatigue de l'animal avant l'abattage. Toutefois, ces viandes ne sont pas absolument impropres à la consommation et on les trouve souvent sur le marché. L'aspect général de la viande surmenée est le suivant:
 - a) muscles de couleur rouge foncé, allant parfois jusqu'au brun;
 - b) coloration noirâtre des os et de la surface osseuse mise à nu.
- Viandes saigneuses; état particulier dû aux accidents survenus aux animaux avant l'abattage, soit pendant le transport, soit à l'étable, et qui déterminent des contusions ou des troubles de la circulation. Cet état peut également résulter d'une saignée mal effectuée.
- Viandes cachectiques, qui sont dues à l'état anémique de l'animal, à l'atrophie du système musculaire ou à la résorption des matières grasses de réserve.
- Viandes parasitées (cysticercose, trichinose, échinococcose, etc.).
- Viandes toxiques, provenant d'animaux sacrifiés après une absorption thérapeutique ou accidentelle de produits toxiques.
- Viandes putréfiées. La putréfaction est reconnaissable à la coloration verdâtre de la viande et surtout à l'odeur, qui en est la manifestation essentielle.

Rôle du technicien sanitaire

De toutes ces considérations, il ressort que le technicien sanitaire a trois obligations:

- Il doit savoir reconnaître la viande saine de la viande malsaine. Si une viande malsaine est décelée sur le marché, il devra aussitôt signaler le fait aux autorités compétentes, en l'occurrence au vétérinaire, lequel décidera si la viande en cause entre dans l'une des catégories mentionnées ci-dessus.
- Une tâche beaucoup plus importante encore lui incombe en ce qui concerne l'éducation des bouchers: protection des viandes contre les mouches, les pousières et les manipulations; propreté des locaux et des ustensiles employés pour la préparation et le découpage de la viande; conservation des viandes dans des réfrigérateurs ou locaux appropriés.

— En troisième lieu, l'agent sanitaire devra connaître les méthodes de désinfection du matériel, des véhicules de transport, des parcs à bestiaux et des carcasses infectées et condamnées.

HYGIÈNE DES VOLAILLES ET DU GIBIER

Le terme de « volailles » désigne tous les oiseaux de basse-cour et celui de « gibier » les animaux sauvages, à poil ou à plumes.

Comme pour la viande de boucherie, l'inspection de la volaille devrait évidemment s'effectuer sur les lieux de production ou de préparation. Lorsque c'est impossible, elle devrait être faite dans les centres de vente et les marchés.

Inspection

L'inspection sanitaire comporte deux aspects: examen sur le marché des animaux vivants et des carcasses, et expertise dans les cas suspects.

1) *Examen des animaux vivants.* Les signes cliniques permettant de déceler si la volaille est ou non en bonne santé sont l'abattement, la prostration, le tremblement généralisé ou les frémissements localisés, l'injection des muqueuses, l'accélération des grandes fonctions, etc. Chez les volailles, le hérissément des plumes, chez le lapin, l'enfouissement de la tête dans la litière, sont autant d'autres signes qui relèvent de la compétence des vétérinaires.

2) *Examen des carcasses.* Cet examen est beaucoup plus difficile que celui des carcasses des animaux de boucherie. La constatation de toute anomalie, comme la coloration ou l'atrophie des masses musculaires, la saillie exagérée des os, l'absence d'amas graisseux, constitue un motif d'examen par un vétérinaire compétent.

Les maladies infectieuses des volailles sont la tuberculose aviaire, la diphtérie, le choléra, la tularémie, l'aspergillose, la peste aviaire et certaines affections parasitaires telles que la coccidiose et les helminthiases.

Putréfaction

Comme pour les viandes de boucherie, la détermination des volailles et du gibier en cours de putréfaction fait partie des responsabilités du technicien sanitaire. Cette putréfaction se manifeste aussi bien par la couleur verdâtre que par les odeurs émanant de la carcasse. Chez les oiseaux, les parties du corps qui sont les premières envahies par la putréfaction et qui, par conséquent, sont à vérifier en premier lieu, sont l'abdomen, au voisinage des orifices, le cou à partir de la plaie de la saignée, le pli des ailes, la face interne des cuisses. Chez

le gibier à poil, la fermentation affecte d'abord l'abdomen et la tête au voisinage des orifices naturels.

On prévient la putréfaction en conseillant aux marchands de volaille et de gibier de conserver les carcasses sous basse température.

Produits frigorifiés

On vend actuellement dans le commerce des volailles et du gibier frigorifiés, préparés par réfrigération des carcasses plumées à sec dans des chambres à 0° C. Un autre procédé est celui de la congélation. La volaille toute entière est congelée pendant au moins 15 à 20 heures à une température comprise entre -23° C et -35° C. Dans les deux cas, les volailles doivent rester à jeun durant 24 heures avant d'être sacrifiées.

HYGIÈNE DU POISSON

Il existe des poissons qui sont venimeux et d'autres qui sont vénéneux. Les poissons venimeux ne sont dangereux que vivants, tandis que la chair des poissons vénéneux est elle-même toxique et empoisonne l'homme qui s'en nourrit.

Les poissons vénéneux se rencontrent aux Antilles, sur la côte du Brésil, dans le golfe du Mexique, en Chine, au Japon et en Afrique du Sud.

Appréciation de l'état de fraîcheur du poisson

Divers indices sont à considérer:

1) *Aspect général.* Le poisson doit être brillant. Les écailles doivent être adhérentes, les nageoires humides et intactes.

2) *Etat de l'œil et des branchies.* L'œil clair, vif, brillant, saillant et remplissant bien l'orbite indique que l'on est en présence d'un poisson frais. La pupille doit être large et noire et l'iris jaune d'or, exceptionnellement rouge. Les branchies doivent être roses ou rouges, humides, brillantes, et ne dégager pour toute odeur que celle de la marée.

3) *Etat du ventre et de l'anus.* L'anus doit être hermétiquement fermé, le ventre ni affaissé ni effondré ni déchiré. On ne doit observer aucune tache, qu'elle qu'en soit la couleur. Le poisson doit être ferme dans toutes ses parties, résister à la pression du doigt, en un mot, avoir conservé une certaine rigidité.

4) *Odeur.* L'odeur dégagée doit être celle de la marée.

Caractères généraux des poissons en voie de putréfaction

1) *Aspect général.* Le poisson avarié prend un aspect terne et sale, sa surface se couvre d'un enduit gras et gluant.

2) *Etat de l'œil*. L'affaissement et, consécutivement, la déformation du globe oculaire sont des signes habituels de putréfaction. L'œil s'enfoncé dans l'orbite et devient complètement opaque. La pupille ne se distingue plus et le globe oculaire revêt une teinte uniforme.

3) *Etat des ouïes*. L'opercule, une fois soulevé, montre des branchies sèches, décolorées, grisâtres ou plombées.

4) *Consistance et état du ventre et de l'anus*. Pris dans la main, le poisson avarié est mou et flasque. Il a perdu la rigidité qui permettait de le déplacer et de le soulever tout d'une pièce. Si on le tient par le milieu du ventre, il s'infléchit; les doigts laissent leur empreinte, même si la pression est faible. Souvent l'anus est béant, par suite du relâchement des sphincters. Le ventre s'affaisse et la moindre pression provoque l'éventration.

5) *Odeur*. L'odeur constitue l'élément le plus caractéristique du diagnostic. Elle varie selon les espèces ainsi que la nature et le degré de la fermentation. Elle est acide et aigrelette si le poisson est en voie de fermentation et ne précède que de peu la véritable odeur de putréfaction.

Conservation du poisson

Comme pour la viande, les conditions les plus favorables à la putréfaction sont les temps chauds et orageux. Les variations de température sont en général mal supportées. Le froid retarde la putréfaction, la congélation l'empêche.

Le milieu dans lequel le poisson a vécu a aussi son importance. Les poissons qui proviennent de l'embouchure des fleuves ou des fonds vaseux se conservent moins longtemps que ceux qui vivent dans des eaux courantes ou sur des fonds sableux ou rocheux.

La façon dont le poisson est tué exerce aussi une influence considérable sur la saveur de sa chair et la durée de sa conservation. L'expérience montre que le poisson tué au sortir de l'eau se conserve plus longtemps. Au contraire, un poisson qu'on laisse mourir lentement par asphyxie, hors de son élément, est un poisson épuisé, tout à fait comparable à un animal malade.

L'éviscération, l'arrachage des branchies et la décapitation accélèrent aussi la putréfaction.

L'emploi de glace et de sel est indispensable si l'on veut que le poisson arrive en bon état au lieu de consommation. Il n'est cependant pas sans inconvénient. L'eau résultant de la fonte de la glace doit être éliminée le plus tôt possible de façon à éviter toute macération.

CRUSTACÉS ET MOLLUSQUES

Les mesures d'hygiène à appliquer pour la consommation des crustacés et des mollusques sont les suivantes :

- Ne pas consommer de crustacés ni de mollusques s'ils proviennent d'eaux contaminées par des eaux d'égout.
- Les consommer après cuisson.

Pour certains mollusques qui se mangent crus, comme les huîtres, on devra prendre certaines précautions, par exemple, s'assurer que la chair se rétracte lorsqu'on l'effleure avec les pointes de la fourchette.

Les autorités sanitaires fixeront les normes bactériologiques applicables à l'eau des pêcheries de mollusques. Les eaux ne contenant pas plus de 70 coliformes par 100 000 litres seront considérées comme acceptables. Cependant, comme il est indiqué ci-dessus à propos de l'eau de boisson, les résultats bactériologiques ne sauraient être les seuls critères. L'inspection sanitaire des lieux est également nécessaire: c'est ainsi que les zones sujettes à la contamination fécale directe devront être rejetées, quels que soient les résultats de l'analyse bactériologique.

IV. HYGIÈNE DU LAIT

IMPORTANCE DE L'HYGIÈNE DU LAIT

En raison de la grande importance que revêt le lait en santé publique, on sépare ordinairement, dans les manuels d'assainissement, l'hygiène du lait de celle des autres aliments.

Le lait, en effet, n'est pas un aliment ordinaire. Il est l'un des aliments les plus nutritifs et les plus utilisés: il constitue l'alimentation de base du nourrisson et entre dans la composition des mets les plus variés (pâtisserie, glaces, fromage, desserts, etc.). D'un autre côté, cependant, le lait est, par sa nature, un milieu favorable à la multiplication de toutes sortes de micro-organismes et l'expérience a montré qu'il peut se faire le véhicule de transmission de nombreuses maladies.

Les autorités de santé publique désirent naturellement promouvoir la consommation d'un aliment aussi nutritif, mais aussi protéger les consommateurs contre les maladies que pourrait occasionner la consommation du lait, d'où la nécessité de l'hygiène du lait.

Nous ne traiterons ici que du lait de vache, mais des principes analogues sont applicables au lait de brebis ou de chèvre.

MALADIES TRANSMISES PAR LE LAIT

Les maladies transmises à l'homme par le lait sont nombreuses. Nous citerons la tuberculose (bovine ou humaine), la fièvre typhoïde, la diphtérie, la brucellose, les infections streptococciques, les intoxications par l'entérotoxine staphylococcique et les encéphalites à tiques. Ces maladies, suivant le cas, sont soit d'origine animale, soit d'origine humaine. Notons en outre les empoisonnements que peut provoquer un lait contenant des produits tels que des insecticides ou des antibiotiques.

MODES DE CONTAMINATION DU LAIT

Pour bien évaluer les risques de contamination auxquels le lait est exposé, il faut retracer, dans chaque cas, le chemin qu'il parcourt de la vache jusqu'au consommateur. Tout au long de ce chemin, des germes, pathogènes ou non, des substances, toxiques ou non, peuvent être introduits, qui rendent le lait dangereux pour la santé ou altèrent certaines de ses qualités (goût, odeur, valeur nutritive, etc.).

La contamination pourra être imputable aux animaux, à l'homme ou au milieu.

Contamination par les animaux

Elle peut s'effectuer de diverses manières:

- *Excrétion de germes* ou de certaines substances dans le lait. Ainsi, le lait des vaches atteintes de tuberculose, de brucellose, etc. peut contenir les germes de ces maladies. Les vaches traitées aux antibiotiques peuvent les éliminer dans leur lait, d'où la recommandation de ne pas utiliser le lait pendant une période de deux ou trois jours après un tel traitement. De même, certains insecticides, tels le DDT, le HCH et la dieldrine, sont éliminés par le lait, d'où la nécessité de réduire les contacts que l'animal peut avoir avec ces produits (dans les étables, on ne traitera que les plafonds et parois, sans asperger les mangeoires, par exemple).
- *Contamination par des mamelles malades* (vaches atteintes de mammite). Les germes les plus variés, selon l'organisme qui infecte la mamelle, peuvent ainsi être introduits dans le lait. Les mesures préconisées pour réduire l'incidence des mammites concernent les étables, les méthodes de traite, ainsi que les soins vétérinaires.
- *Souillure pendant ou après la traite*, par le fumier (tuberculose), les saletés accrochées aux flancs ou aux mamelles de l'animal. D'où la nécessité de laver les mamelles au moment de la traite et de tenir l'animal propre (brossage, bain, etc.). Le brossage ne doit pas se faire juste avant la traite, par crainte de contamination par les poussières.

Contamination par l'homme

Elle peut être le fait du personnel ou de toutes les personnes qui manipulent le lait. Ici, deux éléments concernant ces personnes entrent en jeu pour éviter la contamination:

- la propreté et les habitudes d'hygiène;
- l'état de santé.

Tous les individus atteints de maladie contagieuse ou porteurs de germes devraient être écartés des manipulations du lait. (Ainsi, un vacher grippé devrait s'abstenir

pendant quelques jours d'effectuer la traite.) Le contrôle médical du personnel s'efforce, certes, de détecter ces individus, mais il présente des lacunes et il est souvent difficile à organiser pratiquement: ainsi, si l'on peut soumettre à un contrôle médical assez strict le personnel d'une usine de pasteurisation, il n'en va pas de même pour les personnes qui travaillent dans les fermes.

Contamination due au milieu

Des locaux mal agencés peuvent favoriser les contaminations par les poussières, l'eau, les mouches.

Les vaches admises à paître dans des pâturages arrosés par des eaux d'égout, ou à se baigner dans des eaux fortement polluées, sont sérieusement menacées de contracter une infection des mamelles.

Les ustensiles, les tuyauteries et tous les appareils appelés à avoir un contact direct avec le lait peuvent être aussi un facteur de contamination important s'ils ne sont pas nettoyés avec soin et convenablement désinfectés. Leur forme et les matières dont ils sont constitués devront donc faciliter ces opérations.

OBJECTIF DE L'HYGIÈNE DU LAIT

L'hygiène du lait a pour objectif de fournir à la consommation un lait propre et sain.

On serait tenté de croire que la propreté n'est pas une condition essentielle et que certaines petites négligences pendant la traite ou le transport, notamment, ne tirent pas à conséquence, pourvu que le lait subisse par la suite un traitement convenable (pasteurisation ou ébullition, par exemple). L'expérience montre que le goût, l'odeur, la durée de conservation du lait, etc. ne peuvent que pâtir de pareilles pratiques, et toute ménagère sait bien que la cuisson ne saurait donner une saveur agréable ou des qualités nutritives à un lait de mauvaise qualité.

N'oublions pas, d'autre part, que certains staphylocoques sécrètent des toxines qui ne sont pas détruites par la chaleur: la seule sauvegarde consiste alors à empêcher la production de ces toxines en prévenant autant que possible la contamination et en réfrigérant le lait pour entraver la multiplication des germes qui y ont eu accès. De même, la pasteurisation ne détruit pas les spores du charbon. Ici encore, il faut prévenir la contamination en assurant la surveillance vétérinaire du bétail et l'hygiène des étables. Nous savons aussi qu'une forte teneur en bactéries, même mortes, peut provoquer chez des individus réceptifs des troubles gastro-intestinaux (non spécifiques). La propreté est donc nécessaire pour l'obtention d'un lait sain.

Les mesures mises en œuvre par l'hygiène du lait tendent à deux buts:

1) Prévenir les contaminations:

- Vaches saines;
- Installations satisfaisantes au point de vue sanitaire;

- Santé et hygiène des vachers et du personnel;
- Traite et manutention du lait dans des conditions hygiéniques;
- Ustensiles et matériel faciles à nettoyer, maintenus en état de propreté et effectivement désinfectés.

2) *Éliminer ou neutraliser les contaminations existantes*, par filtration, réfrigération ou pasteurisation.

La réfrigération a pour but de maintenir le lait à une température assez basse pour empêcher la multiplication des germes qui ont eu accès au lait. L'idéal serait de constituer une vraie chaîne de froid, le plus vite possible après la traite, jusqu'au moment où le lait est consommé. (Cette chaîne serait naturellement interrompue pendant la durée de la pasteurisation.)

On a souvent comparé les mérites réciproques de la pasteurisation et des mesures d'hygiène proprement dites (à savoir celles qui visent à empêcher la contamination). D'une part, les considérations qui précèdent montrent bien que la pasteurisation n'est pas une mesure qui aurait la vertu de rendre bon le lait le plus outrageusement souillé. D'autre part, il est difficile, malgré les précautions prises, d'interdire toute contamination; la pasteurisation est donc un moyen pratique de se prémunir contre de pareils risques. (Dans certains pays, on arrive à produire un lait cru de haute qualité destiné à être consommé tel quel. Cependant la production d'un tel lait exige un contrôle incessant et sans failles; elle ne peut être réalisée qu'à une échelle relativement réduite et elle s'avère plus coûteuse que la fabrication du lait pasteurisé.)

LA FERME LAITIÈRE

C'est à la ferme que les vaches sont gardées et que s'effectuent, à l'ordinaire, la traite et certaines manipulations du lait. Les conditions et les habitudes d'hygiène qui existent à la ferme doivent donc nous intéresser, car elles influencent directement la qualité du lait.

Les vaches

Le fermier devra prendre soin de l'état de santé de ses vaches: certains symptômes tels que mamelles et trayons anormalement enflés devraient l'inviter à rejeter le lait. Les animaux malades seront isolés du troupeau pour éviter la contagion et, dans certains cas (tuberculose), devront être sacrifiés. Le lait ne devra pas être utilisé pendant les quinze jours qui précèdent et les cinq jours qui suivent la mise bas. Pour les vaches traitées aux antibiotiques, il faudra attendre au moins trois jours après la fin du traitement.

Un contrôle vétérinaire devra avoir lieu chaque année et, au besoin, le fermier n'hésitera pas à avoir recours plus souvent aux conseils du vétérinaire. Pour obtenir un lait propre, il est nécessaire que les animaux soient maintenus dans un état de propreté adéquat (flancs, queue, mamelles).

Les installations

Une ferme laitière comprend ordinairement: un parc à animaux ou une étable; un bâtiment pour la manutention du lait, le nettoyage, la désinfection et le dépôt des ustensiles.

Parc à animaux et étables

Dans les climats tropicaux, les animaux de traite sont généralement gardés dans des parcs. Les terrains de parcs doivent être bien choisis quant à l'emplacement par rapport aux pâturages, qui doivent en être très rapprochés, au drainage des eaux usées, qui doit se faire aisément. Ils devraient le plus souvent être plantés de quelques arbres à large feuillage procurant de l'ombre aux animaux. Ils doivent être pourvus d'eau fraîche et saine alimentant un abreuvoir situé au-dessus du sol pour éviter la souillure de l'eau par les bêtes. Quand les animaux pâturent dans le parc, celui-ci doit comporter des mangeoires où l'on introduira le fourrage vert.

L'inconvénient des parcs est qu'ils exigent de grandes surfaces de terrain difficiles à maintenir propres sans un bon aménagement. Il est parfois nécessaire de construire une aire de nettoyage avec un sol en matériaux durs pourvu de rigoles d'évacuation.

On peut également utiliser une étable de dimensions suffisantes pour que les vaches y soient à l'aise. L'étable est un bâtiment protégé dont le plan est établi de façon à comprendre une crèche pour l'alimentation, une aire de repos ou stalle, une rigole à purin, et un passage. La rigole à purin est dénivelée par rapport au reste pour permettre le nettoyage et le drainage de l'étable. Le sol est fait en béton ou en briques dures, et les surfaces internes des murs sont rendues lisses jusqu'à 1,30 m de hauteur pour faciliter le nettoyage. Des robinets d'eau permettent d'alimenter des abreuvoirs et de pourvoir au nettoyage.

Bâtiment de traite et laiterie

La traite se fait ou à l'étable ou dans une salle de traite. Dans l'un ou l'autre cas, il est essentiel que le local affecté à la traite soit conçu pour être maintenu propre.

La salle de traite, pour être efficace, doit être adjointe à un parc de rassemblement et un parc de dispersement des bêtes, correspondant respectivement à l'entrée et à la sortie des bêtes.

La laiterie de la ferme doit être contiguë au local de traite. Elle sert exclusivement au refroidissement et à la conservation du lait immédiatement après la traite, au nettoyage, à la désinfection et au stockage des ustensiles et autre matériel laitier. Elle sera donc à l'abri de la poussière, des souillures, et ses ouvertures seront munies de toile métallique pour tenir les mouches à l'écart.

Quand la traite est faite à l'étable, la laiterie ne doit avoir aucune communication directe avec celle-ci.

A défaut d'étable ou de bâtiment de traite, les vaches sont traites en plein air, ou bien dans un hangar communal convenablement équipé non seulement pour la traite, mais aussi pour certaines manipulations du lait (réfrigération, nettoyage et désinfection des ustensiles).

Assainissement

On conçoit que l'hygiène de la ferme et en particulier l'hygiène de la traite soient sérieusement compromises si l'on ne dispose pas d'eau potable, ce qui démontre une fois de plus que l'eau potable est la condition même de tout assainissement.

Les quantités d'eau potable nécessaires sont les suivantes:

- pour l'abreuvement des vaches: jusqu'à 150 litres par tête et par jour;
- pour les divers nettoyages: de 50 à 75 litres par tête et par jour.

A ces quantités, il convient d'ajouter l'eau nécessaire pour la réfrigération du lait et la propreté individuelle des trayeurs et du personnel en général.

L'évacuation de tous les déchets de la ferme sera assurée dans des conditions de salubrité, c'est-à-dire en accord avec les principes énoncés précédemment. Ainsi, il devra y avoir des lieux d'aisances ou des latrines appropriés, tant pour les fermiers que pour le personnel. Les eaux de lavage seront évacuées de façon convenable. Le fumier enlevé des étables sera répandu en couches minces dans les champs afin qu'il puisse sécher rapidement, stocké dans une fosse ou un lieu auquel les mouches ne puissent accéder, ou bien transformé en compost.

La traite

Faire en sorte que la traite s'effectue dans des conditions hygiéniques sera parmi les premiers objectifs de tout programme d'amélioration de l'hygiène du lait. La meilleure façon d'y parvenir sera d'organiser, avec l'aide des fonctionnaires du Ministère de l'Agriculture, des démonstrations pratiques des bonnes méthodes de traite. Tout lait anormal devra être rejeté; on effectuera, à cet effet, l'épreuve du « bol de traite » (ou bol d'essai), qui consiste à recueillir les premiers jets de lait dans un petit récipient aux fins de contrôle visuel. Une méthode hygiénique de traite devra prévenir toute contamination au moment de la traite (poussières, mouches, etc.). Cependant, on devra prêter une attention particulière aux facteurs suivants:

Propreté des mains du trayeur. Le trayeur se lavera soigneusement les mains avec du savon; les ongles seront maintenus propres et coupés ras. Après s'être rincé les mains, il les désinfectera avec une solution d'eau de Javel à 200 mg/l de chlore. Il devra traire avec les mains sèches; la traite avec les mains mouillées (avec de l'eau ou de lait) est couramment pratiquée

parce que plus aisée mais elle doit être condamnée. Les mains seront lavées à nouveau pour traire une nouvelle vache.

Propreté des mamelles et des trayons. Les mamelles seront soigneusement nettoyées et désinfectées comme nous l'indiquons pour les mains du trayeur.

Propreté des ustensiles. Nettoyage soigneux avec une brosse et un détergent approprié (pyrophosphate, tétraphosphate, hexaphosphate, etc.); en effet, si l'eau est dure, certains détergents causent des incrustations (« milk stone ») recelant des bactéries, ce qui augmente la teneur du lait en bactéries.

La désinfection des ustensiles se fera soit par la chaleur (désinfection à l'eau bouillante ou à la vapeur), soit chimiquement (solution d'eau de Javel à 200 mg/l de chlore actif). La désinfection des récipients à lait dans des fours s'est révélée efficace dans certains pays.

TRANSPORT DU LAIT BRUT

Le lait brut sera expédié au plus vite à la laiterie de pasteurisation (ou à un centre de collecte disposant d'un système de réfrigération) et devra y parvenir moins de trois heures après la traite. Si le délai était plus long, le lait devrait être réfrigéré à la ferme, ce qui implique un équipement que seules possèdent les fermes importantes.

Le transport du lait brut se fait soit dans des bidons, soit dans des camions-citernes. A tout moment, les bidons doivent être protégés des rayons du soleil, de l'égouttement de la végétation et des éclaboussures de la route; à cette fin, on peut utiliser une bâche au-dessus du véhicule. Pour éviter la multiplication des micro-organismes du lait, les bidons doivent être refroidis préalablement au transport et maintenus bien fermés; il va de soi qu'ils auront été bien lavés, nettoyés et désinfectés avant usage. Par ailleurs, les bidons seront conçus de manière à garder un isolement thermique suffisant pour que le lait y reste froid. On utilise souvent un capuchon isolant en guise de couvercle.

Les citernes doivent présenter une surface intérieure dure et polie, résistante à la rouille et aux produits chimiques, et facile à nettoyer. L'ouverture de remplissage sera fermée par un capuchon spécial qui protège des poussières et des boues de la route. Comme pour les bidons, les citernes seront conçues de manière à éviter l'échauffement du lait pendant le transport.

TRAITEMENT DU LAIT

Pasteurisation

Définition

Dans le premier rapport (11) du Comité mixte FAO/OMS d'experts de l'Hygiène du Lait, la pasteurisation est définie comme suit: « ... un procédé de chauffage

du lait aux températures et pendant les durées nécessaires pour détruire les germes pathogènes susceptibles d'être présents dans le lait, tout en n'entraînant que des modifications minimales de la composition, de la saveur et de la valeur nutritive de ce lait.» (page 39). Rappelons ici que la pasteurisation complète les mesures d'hygiène, mais ne saurait en aucun cas les remplacer.

Les différents stades de la pasteurisation

1) *Filtration ou clarification.* Le lait doit être filtré ou, de préférence, clarifié (quand on dispose d'un clarificateur) pour être débarrassé de certaines impuretés telles que poussières, poils, etc. La filtration doit se faire avec un matériel stérilisé pour ne pas risquer de souiller le lait; à cet effet, on recommande dans bien des cas l'utilisation de matières filtrantes ne servant qu'une fois. La filtration peut avoir lieu dans un centre de ramassage bien organisé; elle n'est pas recommandée dans les petites fermes car, mal réalisée, elle peut contribuer à souiller davantage le lait.

2) *Stockage du lait cru.* Il doit s'effectuer à basse température (dans une chambre froide par exemple) si la pasteurisation n'a pas lieu immédiatement. De plus, si le lait n'a pas été réfrigéré auparavant, il sera probablement nécessaire d'avoir aussi un refroidisseur pour le lait cru.

3) *Pasteurisation proprement dite.* Cette opération sera décrite plus loin (voir page 148).

4) *Refroidissement rapide après pasteurisation.* Aussitôt après la pasteurisation, le lait doit être refroidi (ordinairement à 5° C environ), de telle façon que, mis en bouteilles, sa température ne dépasse pas 10° C. Le type de refroidisseur le plus simple est celui où le lait ruisselle de haut en bas sur une surface refroidissante. Cette surface devra être couverte, à titre de protection additionnelle contre les poussières et les mouches.

5) *Embouteillage et capsulage.* A partir du moment où le lait est placé dans le pasteurisateur et jusqu'à l'instant où il est mis en bouteilles, aucune opération manuelle directe ne devra être effectuée. Le lait devra donc s'écouler par un système de tuyauterie, du pasteurisateur vers le refroidisseur et, de là, jusqu'à l'embouteilleuse.

6) *Stockage du lait pasteurisé.* Il doit se faire au froid, en attendant la livraison. La température de la chambre froide sera de 5° C au maximum.

Opérations de nettoyage

Aux opérations de pasteurisation s'ajoutent celles du nettoyage.

1) *Nettoyage et désinfection des bouteilles.* Même dans les petites installations, ces opérations s'effectuent, en partie du moins, à la machine (utilisation d'une

brosse rotative pour faciliter le nettoyage, désinfection par des jets de vapeur ou d'eau chaude).

2) *Nettoyage et désinfection des bidons.* Les bidons dans lesquels le lait cru est amené feront l'objet d'un bon rinçage. Cependant, comme on pourra rarement s'attendre à une bonne désinfection des bidons à la ferme, il sera préférable que les bidons (et les couvercles) soient nettoyés et désinfectés à la laiterie; il y va de l'intérêt même de la laiterie, si elle désire obtenir un lait de bonne qualité. Dans les petites laiteries, le nettoyage des bidons pourra se faire à la main et la désinfection au moyen d'un jet de vapeur.

3) *Nettoyage et désinfection de l'installation.* Toute surface susceptible d'être en contact avec le lait sera soigneusement nettoyée et désinfectée. On veillera tout spécialement à prévenir les incrustations qui peuvent donner abri à certains types de bactéries (bactéries thermorésistantes et bactéries thermophiles) à l'intérieur même du pasteurisateur. Ces bactéries ne sont pas pathogènes, mais étant donné qu'elles se multiplient bien à haute température, elles déterminent une teneur bactérienne élevée, laquelle diminue beaucoup la valeur hygiénique du lait. De plus, si la pasteurisation détruit bien les microbes pathogènes, une installation souillée située au-delà du pasteurisateur (par exemple une embouteilleuse mal entretenue) peut ultérieurement contaminer dangereusement le lait pasteurisé.

On devra suivre, pour ce nettoyage et cette désinfection, les recommandations du fabricant. Ordinairement, il faudra démonter les tuyauteries, vannes et autres parties de l'installation en contact avec le lait, de façon à pouvoir nettoyer et brosser les parties d'accès difficile, et contrôler visuellement l'efficacité du nettoyage. Dans certaines installations modernes, cependant, le démontage n'est requis qu'à des intervalles plus ou moins longs. Le nettoyage se fait à l'aide de détergents, et la désinfection de préférence à la chaleur (vapeur ou eau chaude), moins souvent au moyen de solutions désinfectantes (chlore à 100-200 mg/l pendant un temps de contact de 15 minutes).

Le nettoyage s'effectue à l'arrêt des opérations et la désinfection au moment de les reprendre.

4) *Entretien des locaux.* Les locaux seront maintenus propres en permanence et le plancher sera lavé à grande eau à la fin de chaque journée de travail. Au besoin, la partie basse des murs sera également lavée. Pour que l'entretien soit facile, les locaux devront être construits de façon appropriée: matériaux imperméables et résistants, et drainage efficace. Le plan des locaux sera rationnellement étudié, de façon à simplifier les circulations, à séparer les différentes opérations et à protéger le lait. On prendra toute mesure appropriée, telle l'utilisation de toile métallique pour empêcher l'entrée des mouches. Des W.C. et des lavabos seront à la disposition des employés. Les lieux d'aisances ne devront en aucun cas donner directement sur l'atelier.

Les procédés de pasteurisation

De nombreuses combinaisons de températures et de temps sont théoriquement possibles pour la pasteurisation. En pratique, deux procédés principaux de pasteurisation sont généralement utilisés: la pasteurisation basse discontinue, et la pasteurisation rapide à haute température, dite HTST.

1) Principes généraux

Pour que le traitement soit efficace il faut:

- que le lait parvenu à la température désirée soit maintenu à cette température pendant le temps voulu;
- que toutes les particules du lait soient ainsi traitées (une petite quantité de lait insuffisamment chauffée et contenant des germes pathogènes pourrait suffire à contaminer dangereusement tout le lait pasteurisé);
- que le lait déjà pasteurisé ou en cours de pasteurisation ne soit pas contaminé par l'introduction de lait cru ou par des souillures d'autres provenances.

La réalisation de ces objectifs suppose une installation convenable et un personnel compétent. L'installation devra être d'un modèle approuvé et ne fera pas l'objet de bricolages inconsidérés qui pourraient sérieusement affecter son bon fonctionnement. Ainsi, les robinets à lait (qui sont de conception spéciale pour faciliter le démontage et prévenir l'infiltration de lait non encore traité dans la conduite de lait pasteurisé) ne seront pas remplacés par des robinets ordinaires. On évitera l'utilisation de certains modèles anciens qui comportaient des défauts aujourd'hui éliminés des modèles plus récents.

2) Pasteurisation basse discontinue

Ce procédé consiste à chauffer le lait, dans une cuve placée dans une vaste chambre à double paroi, à la température de 63°C et à maintenir cette température pendant 30 minutes; puis le lait est refroidi à 10°C ou moins, toujours dans la même chambre. On remarquera que ces 30 minutes ne constituent pas la durée de la pasteurisation mais le temps de chambrage, c'est-à-dire le temps pendant lequel le lait, arrivé à la température de pasteurisation, est maintenu à cette température. En effet, pour remplir la cuve et porter le lait à la température désirée, il faut déjà environ 45 minutes.

Pour obtenir une température uniforme, on agite le lait par un moyen approprié.

Les défauts notés sur quelques modèles anciens étaient les suivants:

- Le remplissage et la vidange s'effectuaient par la même tubulure.
- Le robinet de vidange n'était pas suffisamment rapproché de la cuve, de telle façon qu'il se formait une petite poche de lait moins chauffé entre la paroi de la cuve et le robinet.

— L'air n'étant pas chauffé au-dessus de la surface du lait, l'écume était insuffisamment pasteurisée.

3) Pasteurisation rapide à haute température, dite « HTST » (High Temperature Short Time)

Par ce procédé, le lait — pompé à un rythme constant à travers un échangeur thermique à plaques — arrive à l'embouteilleuse par un chemin plus ou moins long. A la sortie de l'échangeur thermique, le lait est parvenu à la température de pasteurisation, soit 72°C, et passe dans le chambreur. Le débit de la pompe et le volume du chambreur déterminent la durée du chambrage (au moins 15 secondes); il est donc important que la pompe fonctionne dans les conditions prévues par le constructeur. A la sortie du chambreur, il existe une vanne de dérivation qui, si le lait a été insuffisamment chauffé, le renvoie en amont du pasteurisateur pour qu'il soit à nouveau pasteurisé. Après chauffage, le lait est refroidi rapidement à 10°C ou moins.

Dans une installation en bon état de fonctionnement et munie de thermomètres très précis, le contrôle de la pasteurisation est automatique.

Stérilisation

Le lait stérilisé est du lait que l'on soumet à un traitement, thermique ou autre, capable d'assurer la destruction de tous les micro-organismes, soit à l'état végétatif, soit à l'état de spores. L'homogénéisation est obligatoire pour une tel traitement. Le lait stérilisé a l'avantage de se conserver très longtemps, pour ne pas dire indéfiniment, sans avoir besoin d'être réfrigéré; d'où l'utilité de ce procédé dans les pays chauds où il est difficile d'assurer une bonne réfrigération, aussi bien pendant le transport que dans les centres de distribution et chez les particuliers.

Un procédé récent permet d'obtenir un lait bactériologiquement stérile, par chauffage à très haute température pendant un temps très bref: c'est le procédé « UHTST » (Ultra High Temperature Short Time). Dans ce procédé par alimentation continue, le lait est chauffé sous pression à des températures de l'ordre de 135 à 150°C et pendant une durée qui peut varier de 1 à 20 secondes. Le lait, dont l'apparence et le goût sont à peine modifiés par ce traitement, est ensuite refroidi. La difficulté est d'assurer un emballage aseptique dans des récipients convenant à la vente au détail. On affirme que l'on peut obtenir un lait véritablement stérile en plaçant le lait traité par le procédé UHTST dans des bouteilles de verre très propres qui, une fois remplies, sont soumises à un traitement thermique moins intense. On a également affirmé que le lait stérile peut être emballé aseptiquement dans des récipients en carton. Que ces assertions, qui ne semblent pas invraisemblables, soient ou non déjà concrétisées dans des installations existantes fonctionnant d'une façon rentable à l'échelle industrielle, il est en tout cas probable

que l'on trouvera avant longtemps, dans le commerce de détail, un lait véritablement stérile, emballé dans des récipients stériles.

Selon un autre procédé, qui fournit également un produit stérile, le lait est mis directement en contact avec de la vapeur propre sous pression. L'excès d'eau qui résulte de la condensation de la vapeur est ensuite évaporé, toujours dans des conditions stériles, de façon à ramener le volume final à celui du lait initialement traité. Là encore, la difficulté est de procéder à l'emballage aseptique du lait stérilisé pour la vente au détail.

Traitement thermique intensif

Entre la pasteurisation telle qu'elle a été décrite plus haut et le procédé de stérilisation complet décrit dans le paragraphe précédent, se situe une gamme de traitements thermiques intensifs susceptibles de donner un lait hygiénique, débarrassé des micro-organismes à l'état végétatif mais où les formes sporulées, bien que réduites en nombre, n'auront pas été complètement détruites. Ce lait, auquel on a coutume d'attribuer — à tort — dans beaucoup de pays le qualificatif de « stérilisé », possède en général un pouvoir de conservation bien supérieur à celui du lait pasteurisé. L'homogénéisation est, là encore, indispensable. Dans la plupart des lots de lait ainsi traité, le contenu d'un certain nombre de bouteilles remplies pour la vente au détail présentera, à plus ou moins bref délai, des signes de décomposition accompagnés d'altérations très désagréables de la saveur du produit, surtout si les bouteilles sont conservées pendant quelques jours à une température ambiante assez élevée. La proportion de ces bouteilles défectueuses dépend en grande partie de la quantité de spores bactériennes présentes dans le lait cru initial.

Dans certains pays, une proportion importante de la quantité totale du lait vendu en bouteilles est dite « stérilisée » et, bien qu'il ne s'agisse pas de lait vraiment stérile, celui-ci peut se conserver plusieurs jours ou plusieurs semaines à la température ambiante. Le traitement habituellement employé consiste à remplir les bouteilles avec du lait chauffé, à les fermer et à les chauffer sous pression, pendant la durée et à la température voulues, pour obtenir le pouvoir de conservation désiré. Le produit ainsi traité présente une couleur et un goût qui, bien qu'ils ne soient pas acceptés par tout le monde, sont en général bien tolérés. Sa valeur nutritive est à peine inférieure à celle du lait cru.

Les installations convenant à ce genre de traitement thermique sont assez variées mais, malgré les différences de détail, elles reposent toutes sur le même principe.

Le traitement thermique intensif qui vient d'être indiqué, de même que la préparation du lait véritablement stérile, sont des opérations plus difficiles à exécuter et à contrôler que la pasteurisation. Aussi ne doivent-elles être entreprises que par des établissements disposant

d'un personnel technique très qualifié, d'un excellent appareillage de traitement et de contrôle et, ce qui n'est pas moins important, d'un approvisionnement en lait cru de bonne qualité.

Les précautions d'hygiène à prendre comportent :

- un contrôle convenable du lait cru à la réception; ce lait doit être d'une qualité supérieure à celle du lait normalement accepté pour la pasteurisation;
- un contrôle hygiénique particulièrement strict de tout le matériel utilisé, notamment des appareils de lavage des bouteilles, de l'installation d'embouteillage et des bouteilles elles-mêmes;
- l'incubation, à 32° C et à 55° C, pendant un laps de temps assez long, d'échantillons de lait en bouteille prélevés au hasard, afin de déceler la présence de tout micro-organisme thermorésistant.

Ni le lait stérile, ni le lait fortement chauffé par le procédé décrit ci-dessus ne doivent être exposés trop longtemps à des températures ambiantes élevées. Ces températures accélèrent en effet les modifications chimiques lentes dont ces laits sont le siège et qui peuvent finir par atteindre des niveaux dangereux. Pour des raisons analogues, ces laits ne doivent pas être conservés trop longtemps en bouteille avant d'être consommés, et le lait en bouteille ne doit pas être exposé à la lumière du jour, surtout à la lumière solaire directe.

En pays chaud, toute bouteille de lait ouverte, qu'il s'agisse de lait pasteurisé ou de lait plus fortement chauffé, doit être consommée le jour même si elle n'est pas mise au réfrigérateur.

Pour éviter que les consommateurs ou les personnes non averties ne se fassent des idées fausses sur le pouvoir de conservation ou sur d'autres caractéristiques des types de lait obtenus par les divers traitements thermiques, il est souhaitable que les expressions « lait stérile » ou « lait stérilisé » ne soient employées que si le lait contenu dans le récipient final est véritablement stérile au sens microbiologique du terme, c'est-à-dire exempt de tout micro-organisme vivant. En théorie, un tel lait devrait rester propre à la consommation pendant un temps illimité, à condition que le récipient demeure étanche à l'air et que le lait ne subisse aucune altération chimique.

VENTE DU LAIT

« Le lait *correctement* pasteurisé, livré dans son récipient initial, est un produit hygiénique propre à la consommation directe. Ce lait conserve sa salubrité au moins 24 heures à une température de 18° C et plus longtemps à des températures inférieures. » (11, page 49). Cependant, on devra faire bouillir le lait avant de le consommer s'il y a doute sur sa qualité hygiénique.

En été, lorsqu'il faut s'attendre à une température supérieure à 18° C même à l'intérieur des maisons, on

ne peut envisager une conservation d'une durée de 24 heures sans réfrigération. Il devient donc nécessaire de faire parvenir le lait au consommateur dans le délai le plus bref et d'envisager des procédés, même sommaires, pour garder le lait au frais (Fig. VII-3).

A l'épicerie, le lait sera de préférence réfrigéré, en sorte qu'il parvienne au consommateur à une température de 10° C au plus. Pendant la livraison, on le tiendra à l'abri du soleil, car celui-ci a une influence défavorable sur son goût, sa teneur en vitamine C et en riboflavine.

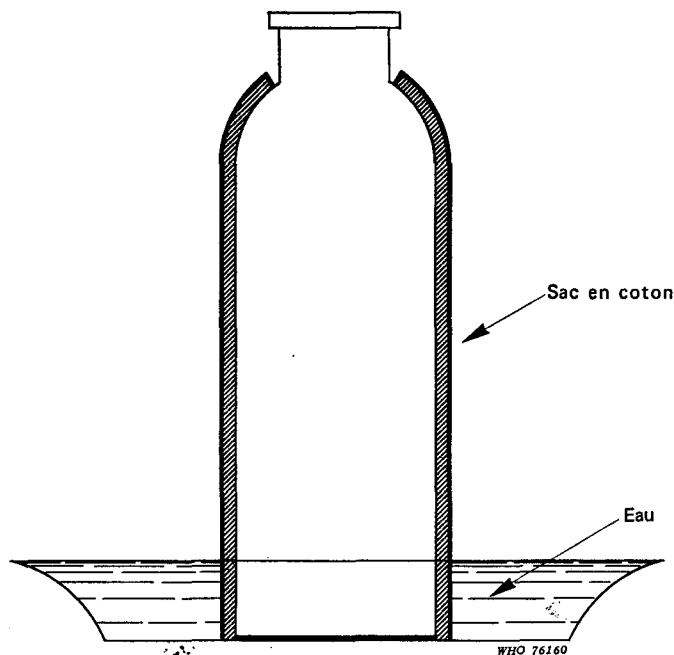
La vente de lait en vrac n'est pas recommandée, sauf dans les cafés et restaurants qui disposent de distributeurs spéciaux et où le lait, après avoir été tiré, est immédiatement consommé. A la maison, si une bouteille n'est que partiellement utilisée, le lait qui reste ne sera pas transvasé mais conservé dans la bouteille, qui sera tenue couverte.

CONTRÔLE DU LAIT

Les inspections effectuées par le vétérinaire et l'inspecteur sanitaire permettent de contrôler l'application des principes de l'hygiène du lait; des analyses n'en sont pas moins nécessaires.

On peut distinguer, d'une part, les épreuves qui portent sur le lait cru et, d'autre part, celles qui portent sur le lait pasteurisé. Les épreuves relatives au lait cru se

Fig. VII-3 Moyen de conserver le lait pasteurisé au frais chez le consommateur



Placer la bouteille dans un endroit aéré. L'eau, en s'évaporant, maintient la température de la bouteille bien au-dessous de celle de l'air lui-même. Eviter que le lait ne soit souillé par l'eau ou par le linge.

divisent, à leur tour, en deux groupes: celles qui s'effectuent à la réception, pour déterminer si le lait doit être accepté ou non, et les épreuves de qualité.

Épreuves sur lait cru

Epreuves effectives à la réception

Les épreuves à la réception les plus courantes (encore appelées « épreuves de plate-forme ») sont les suivantes:

1) *Vérification de l'odeur.* Cette épreuve, effectuée aussitôt après l'enlèvement du couvercle par une personne bien entraînée (qui hume l'intérieur du couvercle), s'est révélée utile comme procédé de triage; elle permet d'éliminer les laits qui sont franchement de mauvaise qualité. Elle a l'avantage d'être pratique et rapide, mais elle devrait, autant que possible, s'accompagner d'épreuves moins subjectives.

2) *Epreuve de sédimentation.* Cette épreuve consiste à filtrer une certaine quantité de lait à travers un disque de coton et à observer la nature et l'importance du résidu. Elle a son intérêt, car les producteurs peuvent ainsi constater eux-mêmes que leur lait contient des impuretés.

3) *Epreuve au lactodensimètre* (pèse-lait), pour mesurer la densité du lait et vérifier ainsi qu'il n'a pas été falsifié.

Il existe d'autres épreuves à la réception: épreuve de précipitation par l'alcool (à 68°), épreuve de l'acidité titrable, épreuve à la résazurine avec incubation de 10 minutes, papiers indicateurs, coagulation à l'ébullition. Les autorités sanitaires déterminent, selon les cas, celles qu'il convient d'employer.

Epreuves de qualité

Elles s'effectuent généralement au laboratoire et sont beaucoup plus longues que les précédentes. Ce sont l'examen microscopique direct, la numération microbienne (sur boîte de Petri), les épreuves de réduction du bleu de méthylène et de la résazurine, le dosage des matières grasses, etc.

Le but de ces analyses est de promouvoir l'amélioration de la production, mais non pas d'éliminer le lait examiné, car leurs résultats ne seront connus qu'après que le lait aura été pasteurisé et même consommé.

ÉPREUVES SUR LAIT PASTEURISÉ

Le lait pasteurisé est ordinairement soumis aux trois épreuves suivantes:

- 1) Epreuve de la phosphatase;
- 2) analyse colimétrique (pas plus de 10 coliformes par millilitre ou 10 000 coliformes par litre);
- 3) numération microbienne.

Ces épreuves ont pour but de vérifier l'efficacité de la pasteurisation et de rechercher si une contamination ultérieure à la pasteurisation ne s'est pas produite.

L'épreuve de la phosphatase est à la base du contrôle de la pasteurisation; il existe une variante de cette épreuve qui est employée plusieurs fois par jour dans les grandes laiteries. La phosphatase étant une enzyme qui est détruite par la pasteurisation, une épreuve défavorable indique une pasteurisation défectueuse; par contre, une épreuve favorable devra être complétée d'une analyse colimétrique et d'une numération microbienne pour permettre une juste appréciation de la qualité du lait pasteurisé.

PRODUITS LAITIERS

La qualité des produits laitiers — beurre, fromage, crème glacée, produits fermentés, etc. — dépend essentiellement de celle du lait utilisé pour leur fabrication et des conditions dans lesquelles celle-ci est réalisée.

Beurre

On sait que le beurre est composé de crème (matières grasses du lait), d'eau, et de divers produits solides, et éventuellement de sel. Pour obtenir un beurre exempt de germes pathogènes, il faut utiliser de la crème pasteurisée. Malheureusement, ce n'est pas toujours le cas car le beurre est souvent fabriqué à la ferme. Il faut alors appliquer à l'écémage les mesures d'hygiène utilisées à la production du lait. Quand on se sert d'une écumeuse, celle-ci doit être lavée et désinfectée à l'eau bouillante après chaque emploi. On fera de même pour les bidons de crème. Le matériel propre sera conservé à l'abri des poussières. On procédera également au nettoyage et à la désinfection des cuves et des réservoirs. De plus, on n'utilisera pour le barattage que de l'eau absolument saine et propre à la boisson. Il faut également éviter de souiller le beurre avec les mains.

Fromage

Il existe des centaines de variétés de fromages. Ils sont tous fabriqués à partir de laits auxquels on a ajouté des micro-organismes, des enzymes, des sels, et dans des conditions de température et d'humidité variées. Les règles d'hygiène applicables à la fabrication d'un type de fromage le sont à tous les autres types.

Le lait utilisé doit provenir de vaches en bonne santé et être de bonne qualité bactériologique. Les cultures ajoutées pour la fermentation ne doivent pas être contaminées. Comme pour le lait et tout autre produit laitier, le matériel doit être manipulé de façon hygiénique, nettoyé et désinfecté à la fin de chaque journée de travail. Le stockage du produit doit être fait à basse température

(entre 4 et 7° C). La maturation devra se poursuivre pendant au moins 60 jours avant que le fromage soit livré à la consommation; ceci est particulièrement important quand le lait utilisé pour sa fabrication n'a pas été pasteurisé.

Produits fermentés

On trouve à travers le monde une grande variété de produits laitiers préparés avec du lait acide ou du lait fermenté, (yoghourt, kéfir, etc.). Certains sont préparés commercialement, mais beaucoup d'autres, dans des régions reculées, le sont dans les foyers, et dans ces cas chaque lot nouveau est ensemencé avec une petite partie du lot précédent. A l'exception de la fabrication commerciale, il est difficile, voire impossible, de contrôler ces produits. Dans tous les cas, le lait doit être soumis à un traitement thermique sévère. Après refroidissement, on procède à l'ensemencement avec le micro-organisme voulu et à l'incubation jusqu'à l'obtention du produit fini, qui sera conservé convenablement, comme pour les autres produits dérivés du lait. Ici encore, comme ailleurs, on doit attirer l'attention sur la nécessité du nettoyage et de la désinfection du matériel utilisé dans la fabrication.

V. HYGIÈNE DE LA GLACE

A cause de son utilisation en rapport avec les produits alimentaires, la glace doit être considérée ici sous ce chapitre, bien qu'à proprement parler elle ne soit pas une denrée alimentaire.

L'hygiène de la glace s'applique à deux étapes: la fabrication (y compris le stockage et le transport) et la manipulation dans le commerce et à la maison.

FABRICATION, STOCKAGE ET TRANSPORT

La condition primordiale pour obtenir de la glace hygiéniquement saine est que l'eau utilisée pour sa fabrication soit pure et possède toutes les qualités bactériologiques d'une bonne eau de boisson.

Tout matériel qui, pendant la fabrication, le stockage et le transport de la glace, est susceptible d'entrer en contact avec elle doit être protégé contre toute contamination. Tous les réservoirs d'eau et les bassins de traitement doivent être maintenus couverts. Les employés doivent apporter un soin particulier à ne pas marcher sur les couvercles des boîtes congélatrices; ils doivent aussi porter des bottes spéciales qui ne seront utilisées que pendant le travail à l'usine.

Dans l'entrepôt, on n'admettra jamais que du poisson ou de la viande soient placés directement sur les blocs de

glace; ces denrées doivent être disposées dans des placards spécialement construits à cet effet. Les blocs de glace devront reposer non à même le sol mais sur un plancher surélevé.

UTILISATION

La glace, même fabriquée dans les meilleures conditions, une fois livrée dans le commerce est sujette à des contaminations de toutes sortes dues à une mauvaise manipulation. On évitera particulièrement, dans les débits de boisson, de mettre la glace en contact direct avec le produit à consommer. On l'utilisera plutôt comme moyen extérieur de réfrigération des bouteilles dans

des glacières, qui ne sont autre chose que des boîtes munies de parois isolantes et au fond desquelles on a placé des morceaux de glace. Ceux-ci, en fondant, forment peu à peu une masse d'eau dans laquelle plongent et replongent les mains pour en extraire les bouteilles. Cette eau contaminée reste sur toute la surface extérieure de la bouteille et sur la capsule, et, dès l'enlèvement de celle-ci, elle peut pénétrer à l'intérieur de la bouteille ou passer dans la bouche du consommateur qui boit au goulot. La meilleure façon de remédier à cette situation est de prévoir dans la boîte glacière un deuxième fond sur lequel les bouteilles seront placées debout. Un trop-plein situé à 5 cm au-dessous du niveau supérieur des capsules empêchera à tout moment les bouteilles d'être submergées.

Hygiène de l'habitat

DÉFINITION

Le terme « habitat » ne se limite plus au simple concept du logement ou abri qui sert à protéger l'homme contre les éléments, et qui lui permet de garder en lieu sûr ses biens et jouir de l'intimité nécessaire. La conception de l'habitat s'est élargie de telle sorte que celui-ci comprend, outre cet abri, le milieu dans lequel il est implanté. Tout ce qui entoure le logement doit contribuer au bien-être social de la famille et de l'individu. Afin de promouvoir la santé physique, mentale et sociale de l'homme, il est essentiel que l'habitat remplisse certaines conditions qui le rendent salubre. L'hygiène de l'habitat a pour but d'assurer et de promouvoir la santé physique, mentale et sociale de la population.

CONDITIONS D'UN HABITAT SALUBRE

Un habitat, pour être salubre, doit répondre à certains besoins humains qui sont les suivants :

1) *Besoins physiologiques :*

Température adéquate propre à assurer le confort et l'efficacité

Humidité

Aération et ventilation suffisantes pour une provision continue d'air pur

Eclairage

Protection contre les bruits excessifs

Espace suffisant pour les jeux d'enfants.

2) *Besoins psychologiques :*

Intimité

Vie familiale normale

Commodités pour une vie communautaire normale

Possibilités d'assurer l'hygiène du logement et la propreté personnelle et d'éviter les fatigues superflues, mentales et physiques

Satisfaction esthétique, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de la maison.

3) *Protection contre la contagion :*

Approvisionnement en eau potable

Protection de l'approvisionnement en eau potable contre la pollution à l'intérieur de la maison

Evacuation des déchets liquides et solides de manière à réduire les risques de transmission des maladies

Exclusion des insectes, rongeurs et autres animaux nuisibles qui jouent un rôle dans la transmission des maladies

Protection des aliments contre la décomposition

Espace suffisant dans les chambres à coucher afin de réduire les dangers d'infection.

4) *Besoins en matière de sécurité :*

Structure solide avec des méthodes et des matériaux propres à prévenir tout effondrement

Protection contre les incendies et tous autres accidents domestiques, y compris les chutes, l'électrocution, les empoisonnements au gaz

Protection contre l'intrusion des tiers.

Un comité d'experts de l'OMS étudiant les rapports de l'habitat avec la santé publique a, dans son premier rapport, (12) traduit les besoins humains en ces termes :

1) Chaque ménage doit pouvoir disposer, s'il le désire, d'une unité d'habitation bien construite, en bon état et indépendante; il faut prévoir au minimum pour chaque habitation :

a) un nombre de pièces, une surface utile et un volume clos suffisants pour satisfaire aux exigences de l'hygiène et pour permettre une vie familiale conforme aux usages et à la culture de la région; les locaux devront être utilisés de façon à ce que ni les pièces de séjour ni les pièces de repos ne soient suroccupées;

b) le minimum d'intimité souhaitée pour permettre aux divers membres du ménage :

i) de s'isoler les uns des autres;

ii) de ne pas être indûment dérangés par des facteurs extérieurs;

c) une séparation :

i) entre les pièces où couchent des adolescents et des adultes de sexe différent, sauf en ce qui concerne les époux;

ii) entre les pièces d'habitation et les locaux où sont logés les animaux domestiques;

d) un réseau d'approvisionnement amenant sous conduite de l'eau potable de saveur acceptable dans l'unité d'habitation ou dans la cour, et ce en quantité largement suffisante pour tous les usages individuels et domestiques nécessaires à l'hygiène, au confort et à la propreté;

e) un bon système hygiénique d'évacuation des eaux usées, des ordures ménagères et autres déchets;

f) des installations appropriées pour le lavage et le bain;

g) les installations nécessaires pour la cuisine, les repas et le rangement des aliments, des ustensiles de ménage et des effets personnels;

h) une protection suffisante contre la chaleur, le froid, le bruit et l'humidité;

i) une aération adéquate et une atmosphère intérieure ne contenant pas de substances délétères ou toxiques;

j) un éclairage naturel et artificiel suffisant.

2) Le logement doit être situé dans un voisinage ou micro-district rationnellement aménagé dans le cadre d'un plan local et régional; les conditions requises sont les suivantes:

- a) dans la mesure où la situation économique le permet, existence d'un approvisionnement public en eau, d'un réseau d'évacuation et de traitement des eaux-vannes, d'un service de ramassage et d'élimination des ordures ménagères et autres déchets, et d'un système d'évacuation des eaux de pluie;
- b) absence de gaz, d'odeurs, de fumées ou de poussières toxiques ou délétères;
- c) existence de services de police et de protection contre les incendies;
- d) existence d'installations industrielles, commerciales, culturelles, sociales, religieuses, scolaires, récréatives, sanitaires et sociales, reliées à la zone résidentielle par un réseau de routes et de chemins, ainsi que par des transports publics;
- e) absence de tout ce qui peut mettre en danger la santé, le bien-être et la moralité publique.

Comme on le voit, dans la plus grande partie des régions tropicales du monde, on est loin d'atteindre cet idéal d'un habitat salubre, sauf dans certains quartiers de quelques villes.

Le développement de l'habitat est conditionné par l'économie. Il est certain que plus les populations sont prospères, plus elles construisent et habitent des logements spacieux, confortables, qui pourront posséder tous les attributs de l'habitat salubre. Inversement — et c'est le drame des populations des pays en voie de développement —, plus l'économie est stagnante, déficiente, plus sont évidents et nombreux les logements insalubres.

De même que l'état de l'habitat peut être choisi comme indice du statut économique de l'homme, de même il peut servir à déterminer son niveau de santé physique et mentale. C'est en effet dans les logements sans hygiène que se recrutent le plus grand nombre de cas de maladies transmissibles: infections intestinales dues à la contamination de l'eau de boisson, à une mauvaise évacuation des excréta et des déchets, à une alimentation insalubre; maladies transmises par les insectes; maladies respiratoires dont la transmission est favorisée par les contacts trop fréquents résultant du surpeuplement; etc.

RÔLE DES SERVICES DE SANTÉ PUBLIQUE

La tâche qui s'impose à toutes ces populations est grande et dépasse de loin leurs moyens quand on se rappelle le rôle que joue l'économie dans le développement de l'habitat. Puisque l'amélioration des conditions de l'habitat peut contribuer d'une manière sensible à la santé publique et qu'elle ne peut se faire sans un accroissement de l'économie, elle devient un problème national, un problème des gouvernements. C'est aux gouvernements qu'il incombera de préparer les programmes de construction de logements pour le plus grand nombre et de trouver les moyens de pourvoir à l'exécution de tels programmes.

Parmi les différents services gouvernementaux intéressés à ces programmes, les services de santé ont quatre obligations principales: (12, 13)

1. Aider les services d'aménagement du territoire et de planification sociale à élaborer des plans de construction ou de modernisation de logements.

Ici, les agents des services sanitaires deviennent des planificateurs et prêtent leur concours pour la mise au point ou la révision du plan d'aménagement de toute la région. Les compétences spéciales des médecins, ingénieurs sanitaires, techniciens sanitaires et autres membres des services sanitaires sont particulièrement utiles lorsqu'il s'agit de déceler les dangers que le milieu fait courir à la santé, notamment pour les personnes habitant des logements inférieurs aux normes minimales. Pour apporter une contribution qui soit vraiment à la mesure de ses capacités, le personnel professionnel des services sanitaires devra disposer d'une documentation précise. Il faudra donc au préalable entreprendre des enquêtes et évaluer la situation. On mettra le plus grand soin à recueillir des données complètes, à les analyser et à les interpréter judicieusement.

2. Aider à faire respecter, aux divers stades des travaux de construction ou de reconstruction, les normes établies en fonction des besoins individuels et des exigences de la santé publique.

Pour remplir cette obligation que, dans bien des pays, son statut même lui impose, le personnel des services de santé publique assumera des fonctions d'inspection, contrôlant les plans et les cahiers des charges et se rendant sur les lieux pour examiner l'état des travaux. A cet égard, les ingénieurs et techniciens sanitaires pourront souvent donner de bons conseils sur des procédés plus efficaces, plus commodes et parfois plus économiques.

3. S'assurer que les habitations construites sont entretenues comme il convient, que les conditions d'hygiène et de sécurité y sont maintenues et que les règlements relatifs à l'occupation sont observés.

L'exercice de ces fonctions suppose l'existence d'une réglementation définissant les normes à respecter sous ces différents rapports. Lorsque ces règlements englobent tous les aspects de la question, ils forment ce que l'on appelle généralement un « code du logement ». Il est vivement recommandé qu'à tous les échelons administratifs les services compétents fassent en sorte qu'un code du logement soit adopté s'il n'en existe pas encore. Pour que ses besoins essentiels soient satisfaits, il est indispensable que la population vive dans des habitations suffisamment confortables et conformes aux règles de l'hygiène et de la sécurité; il faut donc que les services de santé publique se préoccupent tout spécialement de faire respecter les normes minimales établies pour le logement.

4. Recueillir, conserver et analyser toutes données utiles sur la qualité du logement, de manière à se tenir au courant de la situation et à pouvoir la juger.

Un service de santé publique ne peut mener à bien un programme d'amélioration du logement sans faire constamment le point de la situation. Les facteurs qui interviennent n'ont rien de statique: ils évoluent sans cesse, comme on l'a déjà dit. Les services de santé doivent donc adapter périodiquement leurs programmes aux circonstances, et pouvoir toujours définir leurs objectifs en matière d'amélioration du logement de telle façon que les mesures à prendre apparaissent clairement.

Dans le domaine de l'action éducative, les services de santé sont moralement, sinon légalement, tenus d'aviser la population de tout ce qu'elle doit faire pour assurer l'hygiène et la salubrité du logement et de l'habitat. Seul un public bien informé peut jouer pleinement le rôle qu'on attend de lui. A cet égard, il ne faut pas se contenter de dire aux gens ce qu'ils sont censés faire, il faut aussi leur expliquer pourquoi.

Quelle que soit l'ampleur des mesures adoptées par le service de l'hygiène publique, elles devront comprendre le minimum suivant:

- construction solide;
- espace habitable suffisant, bien éclairé et ventilé;

- approvisionnement en eau potable;
- évacuation hygiénique des déchets liquides et solides;
- installations pour la lessive, le bain et la cuisine;
- protection contre les insectes et rongeurs.

Un programme visant à assurer la salubrité et la sécurité de l'habitat doit reposer sur des bases juridiques. Dans certains pays, il existe une législation administrative et pénale extrêmement développée en matière de logement. Il y a trois principes à observer en matière de législation du logement :

1) La législation doit être faite pour orienter et aider; elle doit servir à créer certaines habitudes. Il ne faut pas la considérer comme exclusivement restrictive ou punitive.

2) Elle doit être raisonnable.

3) Elle doit être appliquée par les pouvoirs compétents et observée par la population.

La législation du logement devrait être de caractère positif et favoriser la salubrité de l'habitat. Dans les pays en voie de développement, les textes législatifs concernant la planification, la construction et les conditions de logement devraient être essentiellement préventifs; ils devraient viser à réaliser le minimum acceptable dans la situation économique et sociale du moment et fournir la base juridique nécessaire pour l'aménagement rationnel du milieu et de l'habitat.

Les lois régissant la construction et le logement devraient également prévoir les modalités administratives de leur application. Dans bien des pays, les autorités locales promulguent à cette fin, sous le contrôle de l'Etat, des « arrêtés » qui ont force de loi dans leur ressort. Il va sans dire que le gouvernement central doit approuver tous les projets d'arrêtés, de manière à garantir toute l'uniformité compatible avec le respect des traditions et coutumes locales.

A bien des égards, il n'est pas nécessaire de définir dans des textes rigides les conditions auxquelles les constructions doivent satisfaire; il suffit en général d'adopter des règlements simples que l'on complète, le cas échéant, par des contrôles fonctionnels effectués sur place. Dans la construction moderne, il importe de laisser une latitude suffisante aux architectes et entrepreneurs, pourvu que les prescriptions essentielles soient observées, par exemple en ce qui concerne la sécurité ou le dégagement des issues. On réduira ainsi au minimum les exigences qui ne se justifient plus et les besoins primordiaux de l'homme recevront toute l'attention voulue.

ÉCLAIRAGE

L'application des principes de l'éclairage et de la ventilation exige une formation appropriée et des instruments de mesure qui ne sont pas à la disposition du tech-

nicien sanitaire. Il ne pourra, par conséquent, pas en faire une préoccupation majeure. Les notions que nous en donnons ne serviront donc qu'à titre d'information élémentaire, à aider le technicien sanitaire à se former une idée sur ces sujets.

L'éclairage peut être: naturel, provenant de la lumière solaire, ou artificiel, provenant de toute autre source lumineuse.

Toutes les fois qu'il est possible, on utilisera l'éclairage naturel à l'intérieur des maisons, de préférence à l'éclairage artificiel. Il est donc nécessaire de pourvoir les maisons d'ouvertures assez nombreuses et assez grandes pour laisser passer la lumière du jour à un degré suffisant.

L'éclairage naturel recevant sa source du soleil, il est indispensable d'adopter une certaine orientation du bâtiment qui lui donne une bonne exposition à la lumière solaire. Dans les climats chauds, on doit avoir un éclairage adéquat tout en protégeant l'habitation contre les ardeurs du soleil durant les heures les plus chaudes de la journée. Cet effet peut être obtenu en orientant le grand axe du bâtiment dans la direction est-ouest, et en plaçant les ouvertures de préférence sur les deux façades nord et sud. La protection contre la chaleur joue un rôle plus important, sous de tels climats, que la recherche de l'éclairage naturel qu'on obtient à profusion. Il faut alors installer sur les ouvertures des persiennes, des rideaux opaques, ou encore avoir recours à des arbres à large feuillage plantés à quelque distance des façades.

VENTILATION

La ventilation, ou aération, a pour but de renouveler l'air de l'habitation par des moyens naturels ou mécaniques. Une bonne ventilation permet de combattre les effets nocifs des facteurs suivants:

- chaleur;
- humidité;
- poussières;
- odeurs;
- gaz toxiques;
- bactéries.

Tous ces facteurs peuvent plus ou moins affecter la santé ou le confort des individus. Si la ventilation est insuffisante, l'ambiance d'un intérieur peut être affectée comme suit:

- réduction de la teneur de l'air en oxygène;
- augmentation de la teneur de l'air en gaz carbonique;
- élévation de la température due à la chaleur animale;
- élévation du degré hygrométrique due à la transpiration.

La ventilation naturelle des maisons s'effectue à l'aide des fenêtres, portes et autres ouvertures. Le mouvement de l'air à travers les pièces d'une maison dépend des

différences entre les températures intérieure et extérieure, de la direction des vents, des petites fissures autour des portes et fenêtres, de la grandeur des ouvertures. Pour assurer une bonne ventilation à travers une maison, il faut que les ouvertures soient bien orientées. On peut également utiliser des fenêtres à charnières horizontales, des louvres au-dessus des fenêtres, ou bien des trous d'aération placés près du plafond. Tous ces dispositifs facilitent la ventilation en laissant échapper par le haut l'air chaud et l'humidité de la pièce.

Il arrive que, dans certaines régions, la température extérieure soit supérieure à celle de l'intérieur et la ventilation naturelle devient impossible. On fait alors appel aux moyens mécaniques: appareils de conditionnement d'air, ventilateurs. Dans les communautés rurales où l'usage de ces appareils ne peut être recommandé à cause de leur coût prohibitif ou de l'impossibilité de les faire fonctionner, le maintien d'une température intérieure acceptable est subordonné à l'usage de certains procédés et matériaux de construction; ce sont là des techniques qui relèvent plutôt de l'ingénieur que du technicien sanitaire.

PLOMBERIE SANITAIRE

La plomberie sanitaire comprend, outre les tuyauteries d'amenée et de distribution de l'eau et les drains d'évacuation des eaux usées, tous les appareils sanitaires tels que lavabo, baignoire, douche, W.C., évier.

Les pays qui possèdent un code de plomberie fixent des normes pour les diamètres des tuyaux, le nombre d'appareils, leur montage.

L'intérêt du technicien sanitaire, en matière de plomberie, se porte sur les dangers de contamination par les eaux usées. Les fuites des canalisations peuvent provoquer la contamination des aliments ou du sol. Une plomberie défectueuse risque de causer la contamination de l'eau potable. Par ailleurs, les insectes et rongeurs peuvent utiliser le système de drainage pour pénétrer dans une habitation.

Contamination de l'eau potable

La contamination de l'eau potable arrive le plus souvent par ce qu'on appelle un raccordement croisé. Il y a un raccordement croisé chaque fois qu'il existe une continuité entre le réseau d'alimentation en eau et le système d'évacuation des eaux usées; quand il y a renversement de l'écoulement dans les conduites, permettant ainsi aux eaux usées de pénétrer dans le réseau d'eau potable. Ces conditions peuvent être créées par un affaiblissement de la pression de l'eau, une augmentation de pression dans le système de drainage, la formation d'un vide partiel dans une portion du réseau de distribution. Un vide partiel peut se former:

- lorsqu'on ferme un secteur afin de le drainer;
- par la vidange d'un tuyau brisé;
- quand un trop grand nombre de tuyaux sont branchés sur une conduite de petit diamètre.

Les mesures suivantes sont recommandées pour éviter la contamination de l'eau:

1) Quand l'eau est amenée à un réservoir, celui-ci doit être couvert, l'ouverture de la conduite d'amenée doit se situer au-dessus du niveau de trop-plein du réservoir.

2) Une conduite d'eau ne doit jamais être posée près ou au-dessous d'une canalisation de drainage.

3) L'eau doit toujours être sous pression en tous les points du système de distribution.

4) L'ouverture des robinets de lavabos, éviers, baignoires, etc. doit être située au-dessus du bord supérieur de ces gros appareils, à une distance égale au double du diamètre de l'ouverture; tout robinet à ouverture submergée doit être condamné.

5) Toute connexion directe d'une conduite d'eau à un tuyau de drainage doit être évitée; on laissera entre les deux un espace libre égal au moins à deux fois le diamètre de la conduite d'eau.

6) Les W.C. dont le réservoir de chasse est placé à quelque distance au-dessus du bord de la cuvette ne présentent aucun danger de contamination de l'eau potable et doivent, par conséquent, être utilisés de préférence à tous autres.

Etat du système de drainage

Les dispositions générales relatives au système de drainage sont les suivantes:

1) Tous les joints entre les appareils sanitaires et les drains, et entre les drains eux-mêmes, doivent être étanches.

2) La connexion entre un appareil sanitaire (lavabo, W.C., évier, baignoire, etc.) et un drain doit se faire par un siphon qui maintient dans son goulet une garde d'eau empêchant les mauvaises odeurs de refluer dans l'appareil.

3) Tout système de drainage doit être convenablement ventilé par des tuyaux branchés sur les points hauts des drains ou des siphons et s'ouvrant à l'air libre au-dessus du toit du bâtiment, afin de permettre aux gaz malodorants de s'échapper.

4) Des dispositifs de déblocage doivent être fixés sur toutes les lignes de drains et aux changements de direction, afin de faciliter leur nettoyage.

MODE D'APPRÉCIATION DE L'HYGIÈNE DE L'HABITAT

L'évaluation de l'habitat n'est pas une fin en soi. On y procède en vue de recueillir des renseignements qui pourront finalement être utilisés pour améliorer les conditions de l'habitat. L'évaluation faite pourra être employée à des fins très diverses. Il convient d'examiner ici certaines applications qui ont une importance particulière du point de vue de la santé publique.

L'amélioration de l'habitat peut être réalisée de diverses manières. On peut distinguer notamment les suivantes :

1) *Inspection et contrôle continus de l'entretien.* Des inspections périodiques officielles de l'habitat peuvent être organisées pour encourager les propriétaires, les gérants et les occupants à maintenir les plus hautes normes possibles d'hygiène, d'entretien et d'occupation.

2) *Conservation.* Un programme plus systématique et plus rigoureux est parfois nécessaire, notamment dans les secteurs où les conditions ne se sont pas encore dégradées sérieusement, pour faire en sorte que les locaux soient entretenus convenablement.

3) *Restauration.* Les programmes groupés sous cette rubrique ont pour objet d'imposer la démolition des unités d'habitation de qualité très insuffisante et la mise en état de toutes les autres conformément à un code de l'habitation. Ces programmes sont parfois facilités par l'amélioration des aménagements collectifs du voisinage et par l'octroi de subventions ou de prêts aux propriétaires qui font restaurer les immeubles.

4) *Réaménagement.* Il s'agit là de programmes visant à réorganiser et reconstruire des quartiers dans lesquels les habitations ou leurs abords, ou les deux, sont de qualité si médiocre que des réparations ou des restaurations normales ne suffiraient pas à donner des résultats satisfaisants.

5) *Elimination des taudis* et relogement à l'intérieur ou à l'extérieur de la localité.

Pour délimiter et classer les secteurs d'une région ou d'une localité dans les catégories prévues pour la rénovation urbaine, il est nécessaire de réunir et d'analyser une masse considérable de données. Non seulement il faut évaluer la qualité des unités d'habitation, mais il faut évaluer aussi la qualité des conditions générales du milieu pour déterminer en quoi elles devraient être améliorées; il faut alors faire des études spéciales pour examiner si les travaux que supposent le réaménagement du milieu et l'amélioration des logements sont réalisables du point de vue économique, social, etc.

Dans certains cas, les conditions de milieu jouent un rôle plus important que l'état des bâtiments. En pareilles circonstances, il peut y avoir lieu d'envisager des programmes de réaménagement du voisinage, même s'il

n'est pas immédiatement possible d'entreprendre de grands travaux d'amélioration des habitations. Des programmes d'appréciation sont alors appliqués; par exemple, on peut organiser une enquête spéciale pour évaluer les conditions d'hygiène générale dans une collectivité. Elle portera sur les travaux qu'il serait souhaitable et possible de réaliser dans les conditions économiques et sociales propres à la localité. Les données recueillies pourront servir à dresser des plans en vue de réaliser diverses améliorations, par exemple: assurer l'approvisionnement en eau, peut-être installer des postes de distribution d'eau à l'intérieur ou à proximité des habitations; perfectionner le système d'évacuation des effluents liquides et des excréta; moderniser les bâtiments où sont gardés les animaux et améliorer le stockage du fumier, de manière à réduire la prolifération des mouches; ajouter des éléments de confort simples aux unités d'habitation; entreprendre tous autres travaux d'aménagement qu'indiquera l'étude des problèmes et des possibilités locales.

A l'occasion des inspections régulières ou des programmes de conservation et de restauration, les formules employées pour l'appréciation peuvent servir à informer les propriétaires, gérants ou occupants des insuffisances auxquelles il conviendrait de remédier. Par la suite, des enquêtes complémentaires pourront être entreprises pour vérifier les résultats de ce qui aura été fait.

Afin d'encourager l'établissement de plans de rénovation urbaine portant sur l'ensemble d'une collectivité, notamment par l'appréciation de la qualité de l'habitat et du milieu résidentiel, certaines administrations publiques fournissent un appui financier et des avis techniques. Les enquêtes d'évaluation varient en étendue et en profondeur selon les conditions et les politiques locales.

Certaines municipalités ont mis ou sont en train de mettre au point des systèmes permettant d'obtenir des renseignements détaillés sur chaque unité d'habitation et de tenir à jour les dossiers ainsi constitués. Parfois, les plans d'aménagement reposent sur la documentation fournie par un recensement de l'habitation, complétée par les résultats d'enquêtes sur l'extérieur des unités habitées par une seule famille et sur l'extérieur et les parties communes des bâtiments abritant plusieurs familles, enquêtes menées dans toute une collectivité. Des enquêtes sur les aménagements intérieurs ne sont alors faites que dans les secteurs où l'élaboration des programmes exige une documentation plus complète. Certains services officiels ont élaboré des systèmes de rassemblement, d'enregistrement et de traitement des données qui permettent de consigner et de tenir à jour tout élément d'information pouvant influencer sur l'orientation des plans d'amélioration des bâtiments ou du milieu. Les renseignements normalement rassemblés comprennent l'âge des bâtiments, les permis de construire, les plans primitifs, les autorisations ou les plans de modification ou de transformation, les dossiers des

services fiscaux, les archives des services de zonage, les plans relatifs aux aménagements collectifs ou aux constructions de routes ayant des répercussions sur les bâtiments considérés, les données fournies par des inspections périodiques.

Dans un rapport publié en 1967, un comité d'experts OMS sur le mode d'appréciation de l'hygiène de

l'habitat (14) décrit longuement les différents types d'enquêtes qui peuvent être entreprises, ainsi que des listes pouvant servir au choix d'éléments à examiner pour l'appréciation: *a)* d'habitations improvisées, *b)* d'habitations rudimentaires, *c)* d'habitations classiques, et *d)* du milieu résidentiel. Ces listes étant trop longues pour être énumérées ici, le lecteur est prié de s'y reporter.

Hygiène scolaire

RÔLE DU TECHNICIEN SANITAIRE

En dehors des activités proprement médicales, telles que protection contre les maladies transmissibles à l'école, examens médicaux à la rentrée et contrôle de la nutrition des élèves, l'hygiène scolaire comprend également l'éducation sanitaire et l'assainissement du milieu scolaire, deux domaines dans lesquels le technicien sanitaire joue un rôle de premier plan.

En matière d'éducation sanitaire, il doit présenter des causeries régulières sur l'importance de l'assainissement dans le contrôle des maladies transmissibles, en insistant sur la valeur des mesures sanitaires prises aussi bien à l'école qu'à la maison, et sur les travaux d'assainissement effectués dans la communauté.

Afin de contrôler l'assainissement du milieu scolaire, le technicien sanitaire devra effectuer périodiquement une inspection des établissements scolaires, au cours de laquelle il prendra note, aux fins de rapport, de toutes les déficiences et indiquera les améliorations qui se révèlent nécessaires. En particulier, l'inspection devra porter sur les points suivants :

- emplacement de l'école;
- cour de récréation et préau;
- construction;
- salles de classe;
- dortoirs;
- eau potable;
- installations sanitaires;
- évacuation des eaux usées et autres déchets;
- entretien.

EMPLACEMENT DE L'ÉCOLE

L'emplacement de l'école doit être choisi de façon à assurer le maximum d'éclairage naturel aux salles de cours.

Dans les villes, on devra éviter que les poussières, les gaz, les odeurs et les bruits ne gênent les écoliers. A cette fin, les écoles ne devront pas être situées trop près des usines, lignes de chemin de fer ou artères trop fréquentées.

A la campagne, l'emplacement choisi devra être d'accès facile pour tous les élèves. On évitera les lieux situés à proximité de cours d'eau et de passages à niveau.

Au cours de son inspection, le technicien sanitaire devra observer si le terrain est bien drainé et si dans le voisinage immédiat ne se trouvent pas des dépôts d'immondices qui pourraient aider à la reproduction des insectes et servir d'abri aux rats.

COUR DE RÉCRÉATION ET PRÉAU COUVERT

La cour aura une superficie de 5 m² par élève, avec un minimum de 200 m². Elle sera bien aérée et bien ensoleillée, mais on évitera qu'une trop longue exposition au soleil n'incomode les enfants pendant la récréation. Le sol ne sera ni perméable, ni glissant et poussiéreux. Une légère déclivité facilitera l'écoulement des eaux. La cour pourra être plantée d'arbres, pour que les enfants puissent se mettre à l'ombre quand il fait chaud, mais on évitera que ces arbres n'assombrissent les classes (distance minimale entre les arbres et les salles de cours : 6 m).

Dans certains cas, il est prévu un préau couvert pouvant servir de lieu de récréation par mauvais temps. Sa superficie sera au minimum de 2 m² par élève, avec une hauteur sous plafond de 4 m. Ce préau sera bien éclairé et aéré et donnera d'un côté sur la cour dans toute sa longueur. On aura soin d'éviter l'orientation qui l'exposerait aux vents dominants et à la pluie.

Les salles de gymnastique, là où elles existent, devront être très hautes, bien aérées et très lumineuses.

CONSTRUCTION ET AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR

Les matériaux de construction doivent être choisis en fonction de leur étanchéité et de leur durabilité, et toutes les précautions seront prises pour assurer la protection contre les incendies et accidents de toutes sortes.

Les salles de classe devront assurer aux enfants le maximum de confort et de sécurité. Les parquets devront être fermes sans être glissants, faciles à nettoyer, et dépourvus de fentes. On devra réserver à chaque élève une superficie d'au moins 1,5 m², et les salles ne devront pas être trop longues (au maximum 10 m), afin que l'écolier le plus éloigné du maître puisse lire au tableau.

Les salles devront, par ailleurs, être bien orientées afin de recevoir un bon éclairage naturel. Pour cela, les fenêtres seront disposées de telle façon que la lumière pénètre de la gauche et du haut et couvre la surface de tous les pupitres d'élèves. Le maximum d'éclairage est obtenu quand les fenêtres arrivent aussi près que possible du plafond. Une bonne ventilation sera également assurée en installant des fenêtres à panneaux mobiles permettant de créer des mouvements d'air vers le haut et donnant ainsi une aération continue de la salle.

On évitera autant que possible de surpeupler les salles de classe et de grouper plus de 30 élèves par salle.

Certaines écoles possèdent aussi un internat pour lequel il faut prévoir des dortoirs, des salles de bains, une cuisine et un réfectoire. Les dortoirs seront vastes et bien aérés, avec une superficie et un cubage d'air suffisants pour chaque enfant (il faudrait prévoir environ 8 m² de surface de plancher et 25 à 30 m³ d'air par enfant). Comme pour les salles de classe, une ventilation permanente doit être assurée.

Le matériel de la cuisine et du réfectoire sera tel qu'il pourra facilement supporter les nettoyages et la désinfection.

APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE

Il est indispensable, à l'école plus encore qu'ailleurs, que l'eau de boisson soit d'une excellente qualité et qu'elle soit distribuée abondamment. S'il existe un réseau de distribution d'eau, ces conditions ne seront pas difficiles à remplir. Cependant, s'il n'y en a pas, on pourra assurer l'approvisionnement en eau de l'école grâce à des puits. Il faudra veiller, en ce cas, à ce qu'ils soient établis dans les meilleures conditions d'hygiène.

INSTALLATIONS SANITAIRES

Il est indispensable de prévoir des W.C. aussi bien dans les écoles urbaines que dans les écoles rurales.

Si les W.C. sont installés en dehors du bâtiment de l'école, ils seront disposés de telle sorte que les vents régnant ne renvoient les gaz ni dans les bâtiments, ni dans la cour. S'ils sont installés de façon hygiénique à l'intérieur du bâtiment, on évitera ce genre d'inconvénients. Cette dernière disposition est indispensable dans les internats.

Chaque cabine devra mesurer 70 à 80 cm de largeur sur 1,30 m de longueur. La porte s'ouvrira au dehors et les parois seront facilement lavables (ciment, stuc, carreaux, etc.). Le sol sera dallé ou cimenté, avec une pente favorisant l'écoulement des liquides.

Des urinoirs verticaux seront installés dans les écoles de garçons. Les cases seront espacées de 40 cm et auront 35 cm de profondeur (leur hauteur sera fonction de la taille des enfants). Ces urinoirs seront munis d'un écoulement d'eau permanent et soumis à de fréquents nettoyages.

Pour les écoles rurales, on s'inspirera des systèmes d'évacuation des excréta humains décrits au chapitre III.

Il est inutile d'insister sur la nécessité de maintenir un parfait état de propreté dans les différents types de W.C.

Les lavabos sont indispensables et seront placés à proximité des W.C. De plus, il faut en prévoir un dans chaque classe. Les internats et les écoles nouvelles seront également pourvus de douches.

Quant au nombre des installations sanitaires, les chiffres suivants pourront être de quelque utilité :

- pour 100 élèves garçons, 1 W.C. et 3 urinoirs;
- pour 100 élèves filles, 3 W.C.;
- pour 60 personnes, 1 lavabo.

Hygiène industrielle et pollution atmosphérique

BUT DE L'HYGIÈNE INDUSTRIELLE

L'hygiène industrielle a pour objet de protéger la santé du travailleur et ainsi d'assurer non seulement son propre bien-être, mais aussi celui de sa famille et de la collectivité. Un bon état de santé permet également d'augmenter le rendement du travailleur, par conséquent d'accroître la production de l'entreprise. Cette vérité est tellement bien comprise des industriels qu'ils acceptent volontiers de faire supporter par la production le coût de l'hygiène industrielle.

SERVICE D'HYGIÈNE INDUSTRIELLE

L'organisme dont relève l'hygiène industrielle doit comporter quatre types de services: un service médical, un service de génie, un service de sécurité et un service social.

Le service médical, composé de médecins, de dentistes et d'infirmières, a pour tâche d'examiner les ouvriers afin de déterminer s'ils sont aptes ou non à travailler et d'indiquer le type d'ouvrage convenant à chaque ouvrier; ces examens aident aussi à déceler les risques inhérents à chaque occupation de façon à prévoir les mesures préventives nécessaires. Ce service supervise aussi les conditions de travail. Il dispense les traitements pour les maladies et accidents survenus en cours de travail, se préoccupe du repos et des loisirs du travailleur, supervise les restaurants à l'usage des ouvriers. Par ailleurs, il contribue à améliorer les conditions de vie au foyer des ouvriers par des visites fréquentes d'infirmières visiteuses et par les avis du médecin.

Le service de génie, en général allié au service de sécurité, se préoccupe de la ventilation, du chauffage (s'il y a lieu), de l'éclairage, de l'assainissement, de toutes les méthodes aptes à prévenir les accidents de travail causés par les procédés dangereux ou les maladies dues à un environnement défectueux. Au service de sécurité reviennent plus particulièrement les tests en vue de déterminer l'aptitude des ouvriers à certaines occupations, l'inspection de toutes les opérations industrielles pour la protection contre les accidents.

Le service social, conformément aux règlements gouvernementaux et avec la collaboration des services de l'Etat, se préoccupe de subvenir aux besoins sociaux des ouvriers.

RISQUES OCCUPATIONNELS

La plupart des travaux effectués dans l'industrie peuvent d'une manière ou d'une autre affecter la santé ou le confort de l'ouvrier. Les risques occupationnels les plus importants sont dus aux facteurs suivants:

- insalubrité des locaux;
- excès de chaleur, de froid ou d'humidité;
- travail dans l'air comprimé;
- poussières, fumées et gaz;
- poisons;
- bruits excessifs;
- éclairage défectueux;
- radioactivité;
- accidents.

Presque tous ces risques peuvent être éliminés par l'application de la technique de l'ingénieur.

PROPRETÉ ET ASSAINISSEMENT

La propreté des locaux sera facilitée par certains détails de fonctionnement ou d'aménagement: enduits lavables, imperméabilisation des planchers, vases clos pour les matières usées, évacuation des eaux d'égout, enlèvement régulier des résidus, nettoyage humide ou par aspiration au moins une fois par jour, lavages fréquents à grande eau et, au besoin, désinfection et dépoussiérage.

Le technicien sanitaire aura surtout pour tâche de faire en sorte que les locaux soient pourvus de toutes les installations nécessaires:

- 1) bon approvisionnement en eau potable;
- 2) W.C. en nombre suffisant pour les employés et ouvriers;
- 3) cantines permettant de prendre les repas à proximité du lieu de travail;
- 4) salles de douches pour permettre aux ouvriers de faire leur toilette avant de retourner à leur domicile, dans le cas d'industries malpropres (mines, fonderies);
- 5) Local de vestiaires pour donner aux ouvriers la faculté d'échanger leurs vêtements de travail contre des vêtements propres à la fin de la journée.

Pour ce qui est des normes devant régir la potabilité de l'eau, ce sont les mêmes que celles qui figurent dans le chapitre II (voir page 55). Cependant, il faudra

prendre soin de s'assurer que la distribution d'eau potable ne soit pas contaminée par une eau utilisée à des fins industrielles. Dans beaucoup d'industries, on peut utiliser une eau contaminée pour les besoins du procédé industriel ou pour la protection contre l'incendie. Or, un raccordement croisé entre la distribution d'eau contaminée et la réserve d'eau potable peut facilement s'effectuer si l'on n'y prend garde. Le meilleur moyen de prévenir un tel raccordement est de peindre les conduites d'eau potable et d'eau non potable de couleurs différentes. Il faudra aussi instruire les ouvriers travaillant sur ces systèmes des dangers de ces raccordements.

En ce qui concerne les installations sanitaires, on pourra prévoir un W.C. pour 9 personnes, 2 W.C. pour 10 à 24 personnes, 3 W.C. pour 25 à 49 personnes, 4 W.C. pour 50 à 100 personnes, 5 W.C. pour plus de 100 personnes, avec une augmentation de 1 W.C. par groupe de 100 personnes supplémentaires. On prévoira également 1 lavabo pour 10 personnes. La même proportion s'applique aux douches, lorsqu'il y a lieu d'en pourvoir.

Le technicien sanitaire se préoccupera encore de l'hygiène des cantines. Il s'assurera que le lavage de la vaisselle se fait dans des conditions acceptables. Dans ce domaine, il peut s'inspirer de la réglementation qui régit la salubrité des restaurants.

L'éclairage normal et la ventilation des locaux de travail et des salles de repos, vestiaires, etc. sont aussi des facteurs que le technicien sanitaire devra observer et faire respecter. Les dispositions prises à cet égard par les organismes responsables de l'hygiène industrielle tiendront lieu de règlements.

PROTECTION DE L'OUVRIER CONTRE CERTAINS DANGERS

Le travail à haute température

Certains métiers exposent les ouvriers à de hautes températures: fusion des métaux, travail du verre, boulangerie, etc. A l'action de la chaleur s'ajoutent la fatigue due à de grands efforts musculaires et l'inhalation de gaz souvent toxiques. Les variations brusques de température causent la congestion des organes internes, puis des affections rhumatismales et neuralgiques, la pneumonie, etc.

Les mesures de protection préconisées sont, en l'occurrence, les suivantes:

- Diminuer la chaleur par l'interposition d'écrans appropriés (rideau d'air, rideau d'eau, rideaux à chaîne) entre l'ouvrier et la source de chaleur.
- Obliger l'ouvrier travaillant dans les pièces chaudes à porter un vêtement qui assure une bonne ventilation du corps.
- Dans les cas extrêmes de haute température jointe à une humidité élevée, accorder des temps de repos

réguliers au cours de la journée de travail afin de permettre la récupération.

- Favoriser l'ingestion de sel, sous forme de pastilles ou en solution, afin de remplacer le sel perdu par un taux élevé de transpiration.

Le travail à l'humidité

Dans certaines industries (filatures, tissages), l'humidité est nécessaire et même provoquée. L'humidité agit différemment selon qu'elle est froide ou chaude. L'état hygrométrique peut être mesuré et enregistré (hygromètres, catathermomètres). D'une façon générale, l'humidité prédispose aux affections catarrhales et rhumatismales. L'humidité chaude peut entraver l'évaporation et la respiration.

L'eau trop chaude ou trop froide a des effets allant de l'engourdissement à des lésions nécrotiques des doigts, comme on peut le constater chez les laveurs de vaisselle, blanchisseurs, dégraisseurs, teinturiers, décapeurs et fabricants de produits chimiques. Le travail à l'humidité simple, le contact de liquides irritants et l'action de liquides fermentescibles peuvent provoquer différentes dermatoses.

Les buées rendent le sol et les objets glissants; elles obscurcissent l'atmosphère et sont ainsi une cause d'accidents. En saturant l'atmosphère, elles empêchent l'évaporation pulmonaire et cutanée.

Les mesures de protection à appliquer sont:

- Eliminer les buées.
- Combattre l'humidité par une ventilation active.
- Refouler de l'air chaud.
- Revêtir des habits spéciaux (tabliers imperméables, sabots ou gaïoches, guêtres, gants protecteurs).

Le travail dans l'air comprimé

Le travail sous l'eau est possible, à des profondeurs plus ou moins grandes, grâce à l'air comprimé qu'on envoie, par exemple dans des caissons. Les accidents se produisent surtout pendant la phase de décompression.

Les précautions suivantes sont nécessaires:

- Choisir des ouvriers qui sont en bonne santé.
- Réglementer la durée du séjour dans l'air comprimé.
- Régler la décompression.
- Faire porter à l'ouvrier une enseigne ou un bouton d'identification indiquant la nature de son emploi.

Il se peut que les effets d'une mauvaise décompression se fassent sentir après que l'ouvrier a quitté son travail; si alors l'ouvrier ressentait le choc dans un lieu public, il risquerait de ne pas recevoir les soins appropriés s'il était transporté dans une clinique ordinaire. Il devra donc être ramené sur le chantier

de travail pour y subir une recompression et une décompression beaucoup plus lente de manière à bien faire se résorber les gaz en solution sans son sang.

Le travail dans les milieux méphitiques

Les gaz, vapeurs, poussières provenant des procédés industriels constituent des poisons qui mettent en danger la vie des ouvriers ou les incommode de diverses manières.

Certains de ces poisons peuvent être absorbés à travers la peau et causer des dermatites ou inflammations de la peau. Dans certains cas, une allergie à une substance peut en résulter. L'empoisonnement industriel le plus fréquent est causé par le plomb: fonte et raffinage du plomb, fabrication de peintures, impression de céramiques. Beaucoup d'autres substances produisent des vapeurs délétères: arsenic, zinc, cuivre, mercure, produits du pétrole, etc.

Les mesures de prévention contre les risques créés par ces gaz, vapeurs et poussières toxiques sont basées sur l'identification de la cause des troubles et l'application des connaissances médicales appropriées et de la technique de l'ingénieur. Il est recommandé d'appliquer les mesures suivantes:

- construction appropriée de façon à isoler les procédés dangereux;
- usage d'appareils ne permettant pas les fuites de produits dangereux;
- systèmes de ventilation capables d'éliminer rapidement les poisons transportés dans l'air;
- éviter le contact direct entre l'ouvrier et les substances dangereuses;
- éducation des ouvriers;
- usage d'habits spéciaux, de gants, de lunettes, de respirateurs;
- examen médical périodique afin de décider du transfert à d'autres occupations pour les ouvriers montrant des signes d'empoisonnement;
- propreté corporelle;
- défense de manger dans les ateliers;
- réduction des heures de travail.

Le bruit

Il est de plus en plus admis que le bruit est un élément à considérer dans le comportement de ceux qui y sont exposés, surtout dans les occupations qui sont reconnues comme très bruyantes telles que la chaudronnerie, la manipulation de foreuses à air comprimé, le minage, etc. Ses effets se traduisent par une perte du pouvoir auditif chez celui qui est exposé constamment à des intensités élevées de sons désagréables.

La surdité provoquée peut devenir un danger d'accident pour celui qui en est affecté, tout en lui rendant la vie moins agréable à cause des difficultés de communication qui peuvent s'ensuivre.

Le mode le plus positif de protection est de distribuer des bouchons d'oreilles qui absorbent les sons et en réduisent l'intensité. Cependant, cette méthode n'empêche pas d'utiliser tous les autres moyens techniques capables de réduire le bruit, tels que:

- insonorisation des pièces;
- isolement des machines bruyantes dans des locaux séparés;
- changement de procédé, par exemple: substitution de la soudure au rivetage dans la fabrication des produits métalliques.

Les radiations

Le terme générique de radiation peut comprendre tous les types d'émissions radiantes susceptibles d'être utilisées dans l'industrie:

- rayons infrarouges pour le séchage des peintures;
- rayons ultraviolets pour la stérilisation ou dans le cas de certains procédés d'inspection du matériel;
- production de rayons laser, qui se généralise actuellement;
- radiations ionisantes.

Parmi ces sources, celles qui suscitent le plus d'intérêt sont certainement les appareils producteurs de rayons X et les sources d'isotopes radioactifs, généralement employés dans l'industrie pour radiographier des pièces de métaux afin d'en détecter les défauts.

En général, cependant, les dangers de l'exposition à ce genre de radiations sont réduits du fait que l'utilisation des appareils qui les produisent se fait:

- sous un contrôle très sévère de la part des organismes distributeurs;
- par des techniciens entraînés qui connaissent les mesures de précaution à prendre;
- sous une surveillance médicale suivie des spécialistes exposés.

En résumé, si le technicien sanitaire doit être au courant des problèmes relatifs à l'hygiène industrielle, la somme de connaissances nécessaire pour pouvoir faire un travail effectif exigera qu'il reçoive un entraînement très particulier dans ce domaine.

Le technicien sanitaire doit aussi relever, au cours de ses inspections, les conditions susceptibles d'être des causes d'accidents, même si généralement ce genre de prévention dépend de l'organisme du travail dans la majorité des pays. Un lien doit s'établir entre lui et les officiels d'autres organismes directement liés à

ce contrôle, ne serait-ce que pour les aviser de ses observations. Il est facile au technicien le moins expérimenté de remarquer :

- des structures défectueuses;
- des machines-outils dépourvues d'appareils protecteurs;
- des méthodes de travail dangereuses.

Par conséquent, le technicien sanitaire peut être d'une aide précieuse pour le personnel directement responsable de l'hygiène industrielle et de la prévention des accidents. Il peut, par les contacts étroits qu'il maintient avec la population de son district, agir comme intermédiaire et aider à entreprendre les études nécessaires afin d'instituer le contrôle des usines, telles que :

- relevés préliminaires par questionnaires appropriés;
- prélèvement d'échantillons;
- surveillance de l'application des mesures de contrôle préconisées à la suite d'enquêtes.

POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Origine de la pollution

L'atmosphère respirable est un mélange d'azote et d'oxygène dans des proportions convenables, additionné de petites quantités d'autres gaz tels que le gaz carbonique, l'argon, le néon, l'hélium, l'hydrogène, le xénon. A cela, il faut ajouter une peu de vapeur d'eau, quelques particules de poussières d'origine naturelle.

La pollution de l'air provient essentiellement des activités de l'homme et du développement de la technologie; à certains degrés, elle peut nuire à la santé, au confort et à l'économie de la collectivité.

Les polluants atmosphériques peuvent être divisés en deux groupes principaux: le premier comprend la fumée, la suie, les cendres provenant de la combustion à l'air libre, dans les maisons, les immeubles de bureaux, les usines, les moteurs de locomotives ou de bateaux à vapeur; le second comprend tous les déchets rejetés dans l'atmosphère du fait d'opérations industrielles (gaz, vapeurs, poussières).

Il y a, par ailleurs, des agents de contamination provenant des incendies de forêt, tempêtes de poussière, éruptions volcaniques, ainsi que les gaz et poussières provoqués par le trafic automobile.

Il y a pollution de l'air lorsque toutes ces impuretés s'y trouvent à des concentrations telles qu'elles sont susceptibles de porter atteinte à la santé de l'individu et de causer des dommages aux animaux, aux plantes et au milieu en général.

L'intervention du technicien sanitaire peut se révéler efficace seulement dans les cas de pollution causée par certains foyers de combustion.

Les différents polluants

La fumée

La fumée représente le polluant atmosphérique le plus commun. Elle est le résultat de la combustion incomplète due à un apport insuffisant d'air au combustible.

La fumée ne provient pas seulement des cheminées d'usines ou de maisons, elle est également produite par l'incinération des déchets, des feuilles, par les incendies de forêt, l'échappement des moteurs à combustion interne. Le goudron et les composés sulfures qu'on y trouve s'attaquent aux façades des bâtiments, à l'équipement ménager, à la végétation. Avec les particules de poussières contenues dans l'air, la fumée obscurcit le soleil et augmente la densité des brouillards.

Les polluants d'origine industrielle

Ceux-ci ne proviennent pas de la combustion; ce sont des fumées, poussières, brouillards, vapeurs et gaz qui fréquemment se mélangent avec la fumée déjà présente dans l'atmosphère.

Quand les conditions climatiques sont favorables, ces polluants peuvent se dissiper rapidement. Cependant, sous l'effet de mauvaises conditions atmosphériques (stagnation de l'air, chaleur et humidité excessives), ils peuvent s'accumuler jusqu'à créer une nuisance, selon leur concentration et la durée du phénomène.

Les odeurs

Certains gaz à odeur désagréable (anyhydride sulfureux) peuvent être nuisibles quand ils sont présents en forte concentration dans l'air. De telles odeurs se retrouvent dans le voisinage des installations d'épuration d'eaux d'égout, des tanneries, abattoirs, raffineries de pétrole. Elles peuvent dans certains cas réduire l'appétit, provoquer des migraines, nausées et vomissements. Il est heureux que ces effets soient temporaires et disparaissent avec l'élimination de leurs causes.

Le monoxyde de carbone

Ce gaz, dilué dans l'air extérieur, ne produit aucun effet. Par contre, il se révèle extrêmement toxique dans une atmosphère confinée, à l'intérieur d'une maison, d'une usine; le danger qu'il présente s'accroît du fait qu'il est incolore, inodore et insipide. L'inhalation du monoxyde de carbone provoque généralement l'asphyxie ou la mort.

Ce gaz est produit par la combustion incomplète de charbon dans des appareils de chauffage domestique présentant des fuites, ou encore par les appareils de chauffage à gaz, les moteurs à combustion interne des automobiles. A cet égard, on évitera toujours de laisser fonctionner un moteur dans un garage non ventilé.

Lutte contre la pollution de l'air

Zonage

Le zonage consiste à planifier l'utilisation des terrains privés et publics de manière à fournir des emplacements déterminés aux différents groupes d'activités humaines.

Dans la lutte contre la pollution de l'air, le zonage concerne plus particulièrement l'emplacement des industries par rapport aux habitations. Les usines susceptibles de polluer l'air sont groupées dans une région où les émanations ne peuvent être transportées au-dessus des habitations et du centre de la collectivité, compte tenu des conditions météorologiques du lieu. Il est évident que le zonage, en tant que méthode de lutte, ne peut suffire à combattre la pollution atmosphérique de toute une agglomération. Il faut que d'autres mesures soient prises à l'échelle de la communauté et à l'intérieur des usines.

Amélioration des méthodes industrielles

On peut réduire les émissions d'effluents dans l'atmosphère soit en utilisant des appareils spéciaux qui diminuent la production des polluants ou qui les captent sur place, soit en modifiant les procédés industriels de manière à produire moins d'effluents, soit encore en diluant les émanations à l'aide de cheminées très élevées.

On élimine les particules solides en suspension dans les gaz au moyen de séparateurs ou dépoussiéreurs, de filtres à tissu. On absorbe les gaz au moyen d'appareils laveurs.

Incinération des déchets combustibles

L'élimination des déchets combustibles par incinération augmente la pollution de l'air. La méthode de destruction des déchets ménagers ou industriels par incinération est onéreuse et peut être avantageusement remplacée soit par le compostage, qui permet d'obtenir un sous-produit utilisable comme engrais dans l'agriculture, soit par la décharge contrôlée (voir page 89).

Enquêtes sanitaires

IMPORTANCE DES ENQUÊTES SANITAIRES

L'une des activités les plus courantes du technicien sanitaire est l'enquête sanitaire. Il peut être appelé à faire une telle enquête dès son entrée en fonction dans une localité ou région, à la répéter périodiquement afin de se rendre compte des changements dans les conditions sanitaires du territoire où il est affecté et d'évaluer ainsi l'efficacité des mesures qui ont résulté de son intervention. Il peut aussi contribuer à une enquête entreprise dans le but d'enrayer certaines épidémies. Il est donc essentiel qu'un technicien sanitaire possède des connaissances suffisantes sur la façon de mener une enquête sanitaire et la contribution qu'il doit y apporter. La méthode utilisée sera également d'un précieux secours pour la rédaction du rapport qu'il aura à rédiger à la fin de cette entreprise.

Qu'est-ce au fait qu'une enquête sanitaire? C'est une analyse du milieu environnant orientée vers les éléments ou facteurs qui peuvent créer des conditions favorables ou défavorables à la santé publique. Une pareille analyse ne serait d'aucune utilité si elle ne faisait ressortir les problèmes dont la solution pratique, par des améliorations du milieu, concourra à éliminer des maladies ou tout au moins à en réduire l'incidence.

Les enquêtes sanitaires, outre le but précis qui les motive, ont aussi l'avantage de stimuler l'intérêt du public pour l'assainissement de la communauté, de promouvoir l'éducation sanitaire, et de faire ressortir l'importance des travaux d'assainissement dans les prestations budgétaires du service d'hygiène publique.

ÉLÉMENTS D'UNE ENQUÊTE SANITAIRE

Avant d'entreprendre une enquête sanitaire, on doit en établir le plan et dresser une liste des lieux à visiter aux fins de recueillir des renseignements. Les éléments du plan ainsi que les renseignements à recueillir devront se conformer à l'objectif de l'enquête. En ce qui concerne le technicien sanitaire, il va sans dire qu'il devra se limiter aux renseignements dont il est apte à comprendre la portée et qu'il peut rapporter clairement.

D'une façon générale, une enquête sanitaire pourra comprendre les parties suivantes:

1) Renseignements généraux

Ces renseignements concernent la communauté ou la région et portent sur:

a) la situation géographique, les données climatologiques (altitude, température, régime des pluies) et topographiques, la superficie; le nombre, la situation et l'importance des cours d'eau, lacs ou autres étendues d'eau; la faune et la flore.

b) la population, sa composition, sa densité, son taux d'accroissement.

c) les taux de morbidité et de mortalité pour les maladies les plus importantes.

2) Approvisionnement en eau potable

On indiquera si oui ou non il existe un système communautaire d'alimentation en eau, les sources utilisées dans les deux cas, le nombre de personnes desservies soit par un système public, soit par les systèmes individuels, la qualité des eaux, et le type de contrôle effectué par les autorités; dans le cas de système public, l'existence ou l'absence de traitement de l'eau.

3) Evacuation des eaux usées

Noter si un réseau d'égouts existe ou non, si les eaux usées sont évacuées à ciel ouvert, s'il existe une installation d'épuration, où se déversent les eaux brutes ou l'effluent final d'une installation d'épuration. Les détails techniques relatifs au réseau d'égouts, aux méthodes de traitement et d'évacuation de l'effluent sont du ressort de l'ingénieur et ne seront pas décrites par le technicien sanitaire.

4) Evacuation des excréta

Décrire les méthodes utilisées dans la localité, et le nombre de personnes ou de familles utilisant chacune. Noter également l'état de propreté des installations. Outre les détails tels que dimensions des locaux d'aisances, des fosses, le technicien sanitaire s'efforcera de signaler leur emplacement par rapport aux sources d'alimentation en eau.

5) Evacuation des ordures ménagères et autres déchets

L'intérêt du technicien sanitaire se concentrera sur les méthodes d'évacuation finale, tout en indiquant les conditions découvertes à l'intérieur de la localité qui pourraient nuire à l'hygiène et à la propreté: entassement de déchets sur les propriétés, dissémination sur les voies publiques.

6) Observations sur l'abondance des insectes, en particulier des mouches et des moustiques. Des indications seront données sur leurs foyers de reproduction, le nombre et l'emplacement des foyers permanents, les mesures de

lutte déjà entreprises contre ces insectes, les périodes pendant lesquelles ces mesures ont été appliquées, les types d'insecticides utilisés.

7) *Etablissements d'alimentation*

En ce qui concerne les restaurants et autres établissements d'alimentation, en tenant compte qu'une tournée d'inspection ne peut révéler que les conditions existant au moment de l'inspection, il sera nécessaire de contrôler le nombre de tournées régulières effectuées et d'en vérifier l'efficacité. Une attention particulière sera accordée aux pratiques de manipulation des denrées alimentaires, au lavage et au nettoyage du matériel, et à la propreté générale des locaux.

Dans les établissements de production et de distribution des denrées alimentaires, outre l'assainissement des locaux et la salubrité des méthodes de production, on notera les méthodes de conservation et de protection des denrées. On placera sous des rubriques différentes le lait et la viande.

8) *Institutions publiques*

L'enquête portera plus particulièrement sur les écoles et les établissements hospitaliers, l'approvisionnement en eau, les installations sanitaires, l'évacuation des déchets et la propreté générale.

Un rapport d'enquête sera rédigé, où toutes les observations susmentionnées seront consignées, et à la fin duquel il sera fait un résumé des conditions jugées préjudiciables à la santé révélées au cours de l'enquête. On ajoutera des suggestions et recommandations quant aux mesures destinées à corriger de telles situations.

ENQUÊTES SPÉCIFIQUES

Les lignes que nous venons d'exposer s'appliquent, comme on peut le voir, à des enquêtes destinées à définir les conditions générales du milieu.

Il arrive souvent qu'une enquête soit faite dans des buts spécifiques. Pour le technicien sanitaire des pays en voie de développement, la forme d'enquête la plus fréquente sera celle menée en vue de l'élaboration de programmes d'approvisionnement en eau et d'évacuation des excréta. Sous les rubriques se rapportant au but de l'enquête (eau, évacuation des excréta), on accumulera toutes les données utiles et tout autre renseignement sera recueilli en vue de ce but spécifique. Il est à noter que des données plus précises et plus complètes pourront être rassemblées par un ingénieur sanitaire. Le travail du technicien sanitaire dans une telle enquête pourra porter sur les points suivants:

1) *Renseignements généraux*

Superficie de la communauté, topographie, climat, voies de communication.

Population, distribution, taux d'accroissement.

Mortalité et morbidité, particulièrement dues aux maladies intestinales.

2) *Sources d'eau*

a) Eaux souterraines:

— nature du sol

— variations du niveau des eaux souterraines (observations faites sur les puits existants)

— emplacement des sources de pollution

— nombre et types des puits existants, localisation, possibilités de contamination

— sources locales et leur captage s'il y a lieu, mode de protection, possibilités de contamination

— nombre de familles (ou de personnes) utilisant chaque source d'eau.

b) Eaux de surface:

— désignation des rivières, lacs, etc. et leur distance par rapport à la communauté

— nature des terrains avoisinants (boisé, habité, cultivé, etc.)

— emplacement de foyers de contamination possibles, points de décharge de drains et canaux

— envoi d'échantillons pour analyses physico-chimiques et bactériologiques

— débit approximatif des cours d'eau (par la méthode des flotteurs ou d'après les renseignements obtenus)

— renseignements locaux sur les périodes et la hauteur des crues.

3) *Evacuation des excréta*

Types d'installations existantes et nombre en usage.

Nombre de familles (ou de personnes) desservies.

Situation par rapport aux sources d'eau potable.

Etat d'entretien des installations.

Coutumes locales d'hygiène.

4) *Ressources*

Revenu mensuel moyen par habitant

Matériaux de construction, locaux disponibles, types et prix.

Main-d'œuvre locale, types d'ouvriers, et salaires.

Attitude de la population vis-à-vis d'une éventuelle participation aux travaux.

On pourra ajouter, si possible, une carte des lieux aux renseignements énumérés ci-dessus.

Assainissement en cas de catastrophe

Le but de l'assainissement étant de protéger la santé, il est évident que sa pratique doit s'exercer aussi bien dans les conditions normales de vie que dans les situations imprévisibles et incontrôlables résultant d'un bouleversement total du milieu. Les catastrophes qui s'abattent soudainement sur l'humanité (inondations, ouragans, tremblements de terre, etc.) plongent les populations dans un état de dénuement et de privation qui les expose à toutes sortes de risques, et notamment à l'infection par les germes de maladies transmissibles dont la dissémination se trouve favorisée du fait de l'interruption des commodités usuelles: abris, eau, aliments, etc. De telles situations exigent que des mesures immédiates soient prises pour préserver la santé des personnes affectées.

Rôle du technicien sanitaire

En tant que membre du personnel de l'hygiène publique, le technicien sanitaire devra faire partie de l'équipe sanitaire de secours appelée sur les lieux d'une catastrophe. Son rôle sera de servir d'auxiliaire à l'ingénieur sanitaire, ou d'agir en son nom, pour le contrôle de la qualité de l'eau, sa distribution, l'évacuation et l'élimination des déchets, la protection et la lutte contre les vecteurs, la destruction des cadavres d'animaux, le contrôle de la salubrité des aliments, la supervision des travailleurs bénévoles. Il est important que le technicien sanitaire affecté à l'équipe de secours possède une bonne expérience des travaux d'assainissement et puisse entreprendre vite, sous un minimum de supervision, les activités qui lui seront confiées dans un camp de sinistrés.

MESURES TEMPORAIRES D'ASSAINISSEMENT

Eau

Après l'établissement d'un camp de sinistrés, la première commodité à apporter est l'eau. Il arrive très souvent que les canalisations d'eau aient été rompues ou que l'eau de la localité soit contaminée du fait de la catastrophe. L'eau devra donc être amenée d'une source extérieure ou d'un système voisin. On devra s'assurer de sa qualité bactériologique avant d'en commencer la distribution. Dans le cas d'eaux suspectes, il faudra procéder à la désinfection par l'application d'une solution d'hypochlorite de sodium (selon la méthode décrite au chapitre II, page 49), de sorte qu'il y ait une quantité de chlore résiduel libre d'au moins 0,5 mg/litre.

Il est coutumier de se procurer des camions-citernes pour le transport de l'eau; la désinfection peut alors se faire directement dans la citerne. On peut également installer tous les 200 m de petits réservoirs d'eau qui seront remplis à partir des camions-citernes et qu'on munira d'un robinet de puisage. La quantité d'eau à distribuer varie selon les cas entre 3 et 6 litres par personne et par jour; ceci ne comprend pas la quantité qui sera ultérieurement fournie pour les besoins de l'hygiène corporelle. Le contrôle de la qualité de l'eau et de sa distribution doit être fait régulièrement par le technicien sanitaire.

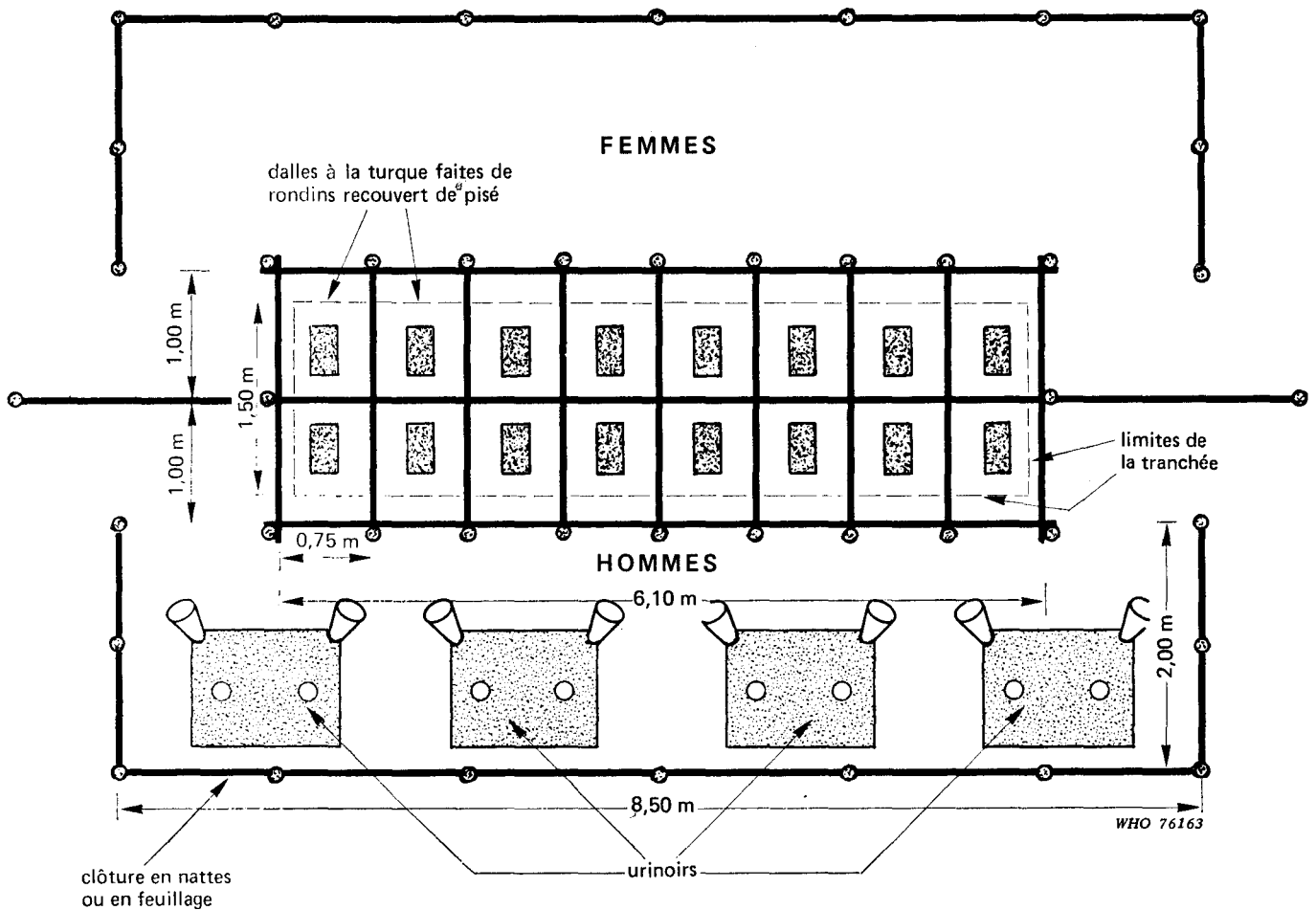
Evacuation des excréta

Parallèlement à l'approvisionnement en eau, la construction de latrines s'impose immédiatement pour éviter la contamination du sol, des aliments, etc. et une recrudescence des maladies intestinales. Le type de latrine temporaire qui convient le mieux aux camps est la latrine à tranchées (Fig. XII-1). Selon la durée d'établissement du camp, on utilisera la latrine à tranchée plate ou la latrine à tranchée profonde.

La latrine à tranchée plate est simplement faite d'une série de tranchées de 30 cm de largeur et de 60 cm de profondeur alignées à 60 cm l'une de l'autre; la terre enlevée est accumulée le long de chaque tranchée et sert à recouvrir les excréta après chaque usage. La longueur des tranchées dépend du nombre d'utilisateurs. On admet en général une longueur de 3 m pour 100 personnes. Quand la tranchée est remplie sur la moitié de sa profondeur (30 cm), on la recouvre entièrement de terre battue de façon à former un tertre au-dessus du niveau du sol. Pour empêcher l'accès des mouches, on peut répandre sur le tout des déchets d'huile lourde. Ce type de latrine s'emploie dans les camps où la durée de séjour ne dépasse pas une semaine. On peut également utiliser la tranchée plate comme mesure immédiate pendant que des latrines plus durables sont en construction.

La latrine à tranchée profonde s'utilise pour des séjours allant d'une semaine à plusieurs mois. Ce type de latrine n'est qu'une variation du cabinet à fosse dans laquelle cette dernière est remplacée par une tranchée de 1,80 à 2,40 m de profondeur, et de 0,75 à 1,50 m de largeur selon qu'on veut mettre une ou deux rangées de sièges. La tranchée est recouverte de plateformes ou de dalles à la turque. On peut, pour faciliter les travaux, procéder de la manière suivante:

Fig. XII-1 Latrine à tranchée profonde pour 100 hommes et 100 femmes



Dimensions de la tranchée: 6,00 m x 1,50 m x 1,80 m (profondeur)

- Fixer, à l'aide de piquets autour de la tranchée un cadre de bois brut recoupé dans sa longueur par des traverses, constituant ainsi autant de casiers que de sièges prévus.
- Recouvrir le cadre avec du bois d'épaisseur moindre, en prenant soin de laisser à intervalles réguliers des trous rectangulaires ou trapézoïdaux au centre de chaque casier.
- Fermer les interstices des pièces de bois avec du pisé. Il ne restera plus qu'à dresser des écrans de nattes ou de feuillage autour de l'installation, qu'on pourra recouvrir d'un toit de branchages.

Quand les conditions le permettent, on pourra faire usage de la latrine à trou foré. Il est bon, toutefois, de se rappeler que ce type de latrine est d'une durée limitée.

On devra prévoir des latrines séparées pour hommes et pour femmes. Aux emplacements des latrines pour

hommes, on peut construire des urinoirs à raison de 4 pour 100 hommes. Un urinoir temporaire peut être fait en creusant un trou carré de 1,20 m de côté et de 1,20 m de profondeur, qu'on remplit de pierres, de briques cassées et de gravier; deux morceaux de tuyau ou de bambou y sont introduits pour assurer la ventilation et atténuer les odeurs. Des cônes de métal ou de carton huilé sont placés aux quatre coins pour recevoir l'urine.

Collecte et évacuation des ordures

Afin de faciliter la collecte des ordures et déchets, on distribue aux sinistrés des sacs en papier qui, une fois remplis, seront déposés dans des poubelles couvertes placées aux points de collecte.

Le traitement final se fera soit par incinération, soit en enterrant les ordures dans une fosse qui sera recouverte d'au moins 30 cm de terre battue.

Les incinérateurs ouverts sont le plus fréquemment employés pour la destruction des ordures et déchets dans les camps. Un de ces incinérateurs est représenté à la figure IV-16, page 98. On peut aussi construire un incinérateur ouvert à feux croisés (Fig. XII-2) en creusant deux fossés de 2,50 m de longueur, 0,30 m de largeur et 0,30 m de profondeur disposés en croix; au-dessus de leur intersection, on place un quadrillage en fer, et l'on pose des plaques de métal sur trois branches de la croix, laissant la quatrième ouverte dans la direction du vent afin de créer un fort courant d'air. Pour la combustion, les déchets sont placés directement sur le grillage.

Ce dernier type d'incinérateur est très efficace pour la destruction des cadavres de petits animaux. On peut d'ailleurs utiliser le même système en plus grandes dimensions pour brûler les grandes carcasses. La destruction des carcasses mouillées est lente et difficile; on prendra soin de les bien arroser de pétrole pour faciliter leur combustion. Nous insistons sur l'incinération des carcasses d'animaux, car cette méthode est, malgré les difficultés, meilleure que l'enfouissement, qui réclame de grandes excavations qu'on ne pourrait entreprendre sans moyens mécaniques.

Drainage

Le drainage de l'emplacement d'un camp va de pair avec l'établissement du camp et dépend du terrain qui a été choisi. Le technicien sanitaire n'ayant pas contribué

au choix du terrain ne prendra peut-être aucune part à son drainage initial de ceinture. Il sera toutefois appelé à faire de petites rigoles le long des tentes pour l'évacuation des eaux résiduaires. Dans ce dernier cas, on peut entretenir la propreté autour des tentes en creusant, à intervalles, sur ces rigoles de petites fosses d'infiltration de 60 cm × 60 cm × 60 cm, qu'on remplira de pierres et de gravier et qui amèneront verticalement dans le sol les eaux résiduaires.

Désinfection et désinsectisation

Les procédés usuels décrits au chapitre VI sont applicables dans les camps de sinistrés. Outre les travaux d'assainissement susmentionnés, qui contribueront à réduire le nombre d'insectes, de mouches en particulier, il sera nécessaire de procéder à l'épouillement des réfugiés et de prévenir le développement des moustiques là où existent des foyers de reproduction.

Avec les conditions de vie dans les camps, il faut s'attendre à une prolifération de poux si des mesures de prévention ne sont pas prises à temps. On appliquera donc à tous les occupants de la poudre de DDT à 10% qui sera insufflée dans leurs vêtements, couchettes, couvertures, et appliquée sur les tentes. Cette opération se fera par rondes hebdomadaires.

En ce qui concerne les foyers de reproduction de moustiques, on répandra des larvicides à leur surface afin de détruire les gîtes larvaires. L'utilisation de certains insecticides contre les mouches et autres insectes doit être scrupuleusement vérifiée auprès des autorités qui ont la charge des programmes de lutte contre les moustiques, afin d'éviter de créer des souches d'insectes résistantes à ces insecticides.

Salubrité des aliments

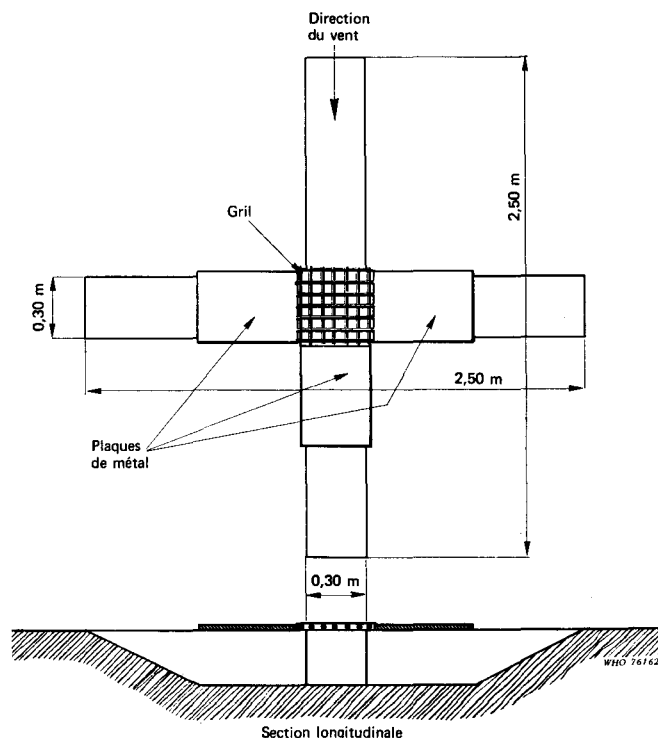
Dans ce domaine, le technicien sanitaire s'appliquera à contrôler la potabilité de l'eau utilisée dans les cantines, à s'assurer que les ustensiles soient bien lavés et désinfectés, et que la manipulation des aliments soit faite selon les principes de l'hygiène alimentaire.

Education sanitaire

Même dans un camp de sinistrés, le technicien sanitaire n'aura rien perdu de sa qualité d'éducateur. Des annonces doivent fréquemment être faites au moyen de véhicules munis de microphones et de haut-parleurs. Le technicien sanitaire utilisera ces moyens pour adresser aux sinistrés des recommandations telles que:

- Ne pas boire de l'eau contaminée ou suspecte.
- Ne pas souiller l'eau potable.
- Ne pas la gaspiller, utiliser avec soin la quantité d'eau fournie chaque jour.

Fig. XII-2 Incinérateur ouvert à feux croisés



- Aider à distribuer l'eau.
- Utiliser les latrines et les maintenir propres.
- Ne pas répandre des ordures aux abords des tentes, les placer dans les récipients pourvus à cet effet.

GUIDE DE L'OMS

Chaque catastrophe naturelle a ses particularités, et les pays ne disposent pas tous des mêmes moyens et ressources. Il est donc impossible de recommander des méthodes valables en toute circonstance et en tout lieu. Néanmoins, la plupart des calamités naturelles

créent sur le plan de l'assainissement un certain nombre de besoins communs. En collaboration avec la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge, l'Organisation mondiale de la Santé a publié en 1971 un *Guide d'assainissement en cas de catastrophe naturelle*, dû à la plume de M. M. Assar (15). Ce guide fournit des informations de base sur les principes à observer pour satisfaire aux besoins les plus pressants, et il contient des instructions détaillées sur l'exécution de certaines tâches; avant tout, il vise à aider les autorités de la santé et les organisations de secours à élaborer leurs plans d'intervention et à se préparer à affronter efficacement les problèmes d'assainissement que soulève une catastrophe.

L'éducation sanitaire intégrée à la planification des projets d'hygiène du milieu

NÉCESSITÉ ET OBJECTIFS DE L'ÉDUCATION SANITAIRE EN MATIÈRE D'HYGIÈNE DU MILIEU

Il apparaît que les spécialistes de l'hygiène du milieu sont de plus en plus conscients de la nécessité de recourir à l'éducation sanitaire pour obtenir du public une participation accrue à la promotion des aspects individuels et collectifs des programmes d'hygiène du milieu. Les divers rapports de comités d'experts de l'OMS sur l'hygiène du milieu et l'expérience acquise dans le monde montrent que l'éducation sanitaire doit devenir partie intégrante de la plupart des programmes d'hygiène du milieu, qu'il s'agisse des installations d'approvisionnement en eau ou d'assainissement, des pratiques d'hygiène alimentaire, de la lutte contre la pollution de l'eau et de l'air, de l'urbanisme, etc.

Dans les pays en voie de développement aussi bien que dans les pays développés, les besoins sont trop considérables en matière d'hygiène du milieu pour qu'on s'en remette aux seuls crédits publics pour les satisfaire. On n'enregistrera des progrès rapides dans ce domaine que si la collectivité est prête à exiger et à financer elle-même des programmes d'hygiène du milieu d'importance vitale. Il n'est pas rare, même dans les pays pauvres, de voir une collectivité locale exiger la mise en œuvre d'aménagements de ce genre et s'engager, dans une large mesure, à en supporter les frais, lorsqu'on prend la peine de lui faire comprendre, par l'éducation, les avantages qui peuvent résulter de ce genre de participation.

Pour de nombreux programmes d'hygiène du milieu, la réussite passe par un changement des habitudes de la population en matière d'hygiène. Il ne suffit pas, en effet, de mettre des installations à la disposition du public. Les comportements actuels sont profondément enracinés dans la collectivité, liés qu'ils sont à ses structures sociales et culturelles. Ces transformations ne peuvent aboutir que si l'on fait bien comprendre aux membres de la collectivité la nécessité du changement et si on les fait participer activement à leur réalisation.

Du reste, l'éducation sanitaire en matière d'hygiène du milieu ne remplira pas que ces seuls objectifs. Elle contribuera aussi à améliorer la planification grâce à la participation à celle-ci des administrés, à la répercussion sur les plans de l'évolution de leurs besoins et de leurs préférences, ainsi qu'à une meilleure exécution

des programmes. Tels sont les objectifs qui ont notamment été assignés à l'éducation sanitaire en matière d'hygiène du milieu et qui se trouvent résumés et énoncés dans le rapport du Comité d'experts de la Planification, de l'Organisation et de l'Administration des Programmes nationaux d'Hygiène du Milieu. (16) Ces objectifs sont les suivants:

1) Inculquer à la population les principes de l'hygiène du milieu afin qu'elle apprenne à discerner ses véritables besoins et acquière de bonnes habitudes d'hygiène personnelle.

2) Amener la population à accepter les mesures prises par les pouvoirs publics pour améliorer l'hygiène du milieu et à réclamer elle-même de telles mesures.

3) Faire en sorte que les services d'hygiène du milieu soient administrés conformément aux besoins et aux aspirations de la population, et favoriser une étroite collaboration entre les fonctionnaires responsables de ces services et la population desservie.

Le meilleur moyen de promouvoir l'éducation sanitaire en hygiène du milieu est de veiller à ce qu'une place suffisante lui soit faite dès le stade de la planification. Ce sera plus facile:

1) si les planificateurs en hygiène du milieu sont suffisamment conscients de l'utilité de l'éducation sanitaire;

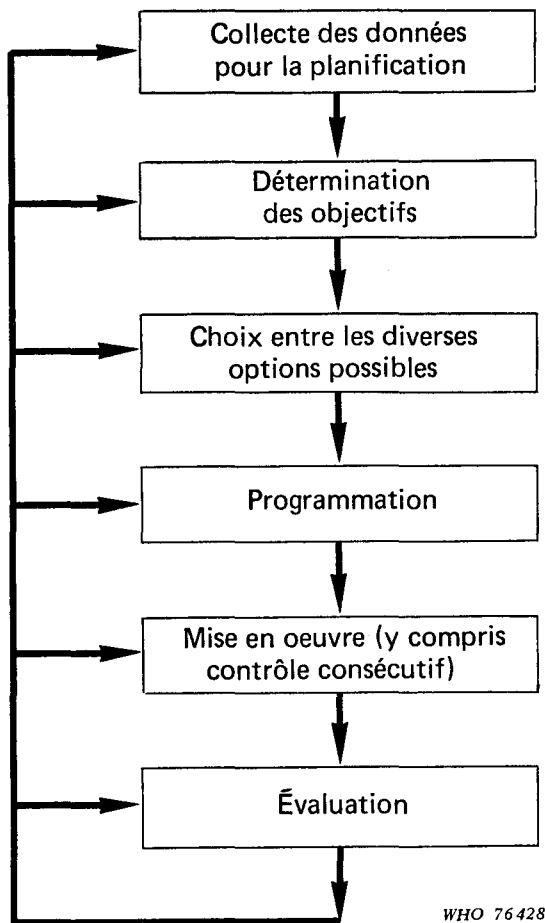
2) s'ils peuvent facilement prendre contact avec des spécialistes de l'éducation sanitaire qui les aideront à planifier les activités;

3) si une documentation technique appropriée est mise à leur disposition.

SCHÉMA POUR LA PLANIFICATION DE L'ÉDUCATION SANITAIRE ¹

La planification et la mise en œuvre de l'éducation sanitaire gagneraient à faire l'objet d'une suite de démarches logiques. Ces démarches, analogues à celles qui ont été adoptées pour le processus de planification globale, pourraient être représentées de la façon suivante:

¹ Bien que ces considérations aient un caractère général, on les a écrites en pensant plus particulièrement aux zones rurales.



Un tel organigramme présente cet avantage que l'ensemble du processus allie la continuité et la souplesse. Tout ce qui est programmé sur la base des informations disponibles est ensuite mis en œuvre, puis évalué de façon permanente, les résultats étant réintroduits dans le système de façon à apporter au plan les modifications souhaitées. Le processus se poursuit jusqu'à ce que les résultats définitifs soient obtenus.

INFORMATIONS DE BASE INDISPENSABLES POUR LA PLANIFICATION DE L'ÉDUCATION SANITAIRE

La formulation des plans d'éducation sanitaire doit reposer sur un certain nombre d'informations de base telles que :

1) *Données épidémiologiques* du problème sanitaire pour lequel on prévoit une solution ressortissant à l'hygiène du milieu. Sous cette rubrique figureront les statistiques de morbidité et de mortalité, le territoire et la population affectés, la fréquence, etc.

2) *Services existants*. Figurera ici le niveau présent des services mis à la disposition du public pour le programme sanitaire dont il s'agit. Dans le cas de l'approvisionnement en eau, on indiquera la quantité et la

qualité des approvisionnements, ainsi que leur accessibilité, tandis que dans le cas de l'élimination des excréta on indiquera les installations existantes et l'usage qui en est fait, etc.

3) *Données socio-démographiques*. Les données importantes sont : population, répartition par âge et par sexe, densité, taux de natalité et de mortalité, appartenance religieuse, niveau économique, taux d'alphabétisation, logement, etc.

4) *Connaissances, attitudes d'esprit et habitudes de la population* en ce qui concerne le problème sanitaire et l'activité d'hygiène du milieu envisagés. Il importe tout particulièrement de connaître le niveau des connaissances en ce qui concerne les causes, la propagation et la prévention des maladies particulières qu'on se propose d'empêcher, ainsi que les connaissances, les attitudes d'esprit et les habitudes à l'égard des activités d'hygiène du milieu que l'on envisage de mettre en œuvre.

5) *Caractères sociaux et culturels de la population*. Données concernant les croyances, les tabous, les coutumes et les superstitions de la population au sujet de la santé, ainsi que les foires et fêtes, les structures des rassemblements, etc.

6) *Structure du pouvoir dans la collectivité*. Pouvoirs officiels et puissances officieuses et leur influence relative; les groupes sociaux dans les villages et leur influence réciproque.

7) *Degré de coopération que l'on peut attendre de la population*. On se reportera pour cela aux observations faites à l'occasion de précédents programmes.

8) *La communication*. Moyens d'information tels que radio, journaux, bibliothèques; véhicules culturels indigènes et autres moyens locaux d'information.

9) *Ressources disponibles*. Ressources en personnel, en argent et en matériel que l'on peut attendre: 1) des diverses administrations gouvernementales de la santé, du développement, de l'éducation, etc.; 2) des institutions bénévoles telles que les associations ouvrières et professionnelles, les groupes religieux, etc.; 3) des organismes locaux; 4) du public en général.

10) *Caractéristiques et installations de la zone retenue*. Nature du terrain, précipitations, saisons, types de cultures, moyens de transport, services postaux, établissements d'enseignement, installations pour les loisirs, électricité, lieux de réunions, etc.

11) *Besoins exprimés de la collectivité*. Il faut toujours connaître les besoins exprimés, notamment en matière sanitaire, par la collectivité pour laquelle on prépare des programmes, car la planification s'en trouvera facilitée.

Les informations relatives à la plupart de ces rubriques sont généralement consignées dans diverses archives conservées par les hôpitaux, les autorités de village, les organismes locaux et les établissements d'enseignement de la région. Les chefs locaux devraient être à même de

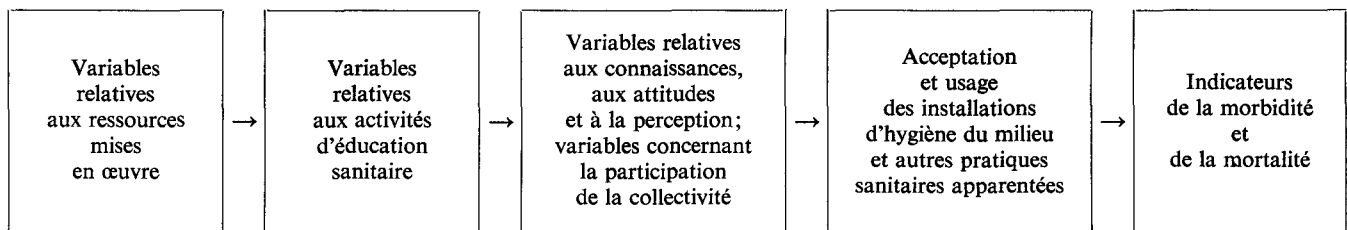
compléter ces renseignements. On pourra obtenir le reste au moyen d'enquêtes rapides et de visites à domicile.

PARTICIPATION DES DIRIGEANTS LOCAUX A LA COLLECTE DES INFORMATIONS

Il est essentiel que les dirigeants de la collectivité, les enseignants, les étudiants, etc., participent au processus de collecte des informations. On a vu en effet cette aide se manifester dans bien des cas où on a su la solliciter comme il fallait. Les dirigeants doivent être pressentis individuellement et par groupes, ils doivent être informés de la nature du programme et de l'enquête, et leur participation doit être expressément sollicitée. C'est là un premier pas essentiel si l'on veut obtenir la participation de la collectivité à la planification des programmes d'hygiène du milieu.

NATURE DE L'OBJECTIF EN MATIÈRE D'ÉDUCATION — COMMENT LE FIXER

En matière d'éducation, un objectif est un ensemble de résultats — immédiats, à moyen terme ou à long terme — que l'on projette d'atteindre au moyen d'une action dans le domaine de l'éducation. Dans les projets d'hygiène du milieu, l'éducation sanitaire est généralement conçue comme un moyen dont la fin est un accroissement du rendement du programme, même si l'éducation sanitaire peut contribuer par elle-même à promouvoir d'autres valeurs. Conçu comme un moyen, l'objectif ultime de l'éducation sanitaire et du projet d'hygiène du milieu dont elle fait partie restera identique, même si les autres objectifs doivent varier. Aux fins de la planification et de l'évaluation continue, on peut envisager des objectifs sur un mode hiérarchique, et les représenter sous la forme schématique ci-après :



Remarques :

1. Ce schéma est surtout destiné à la planification et à l'évaluation.
2. Il contribuera à vérifier certaines des hypothèses de départ.
3. Chaque individu ne passera pas nécessairement, dans l'ordre, par ces étapes successives. Des pratiques peuvent être adoptées spontanément sans acquisition préalable de connaissances ou sans changement d'attitude.
4. D'autres variables pourraient intervenir entre l'usage des installations et moyens d'hygiène du milieu et les indicateurs de la morbidité et de la mortalité.
5. On pourrait prolonger le schéma de façon à y faire entrer d'autres variables venant à la suite de la morbidité et de la mortalité, mais il est essentiel de se fixer une limite aux fins de la planification et de l'évaluation.

Les variables relatives à l'apport de ressources concerneront le personnel, les crédits, le matériel, la formation professionnelle, etc. qu'il faudra mettre en œuvre en vue des activités d'éducation sanitaire. Les variables relatives aux activités d'éducation sanitaire concerneront les activités envisagées, ainsi que l'éducation des individus et du public, la participation des dirigeants et des cadres, les moyens d'information, etc., éléments dont on trouvera le détail aux paragraphes suivants. Les variables relatives aux résultats intermédiaires concernent les connaissances, les attitudes et la perception. C'est ainsi, par exemple, que l'on doit savoir si les notions du public sur les latrines — coût, construction, entretien, rôle dans la prévention des maladies, avantages annexes tels que la commodité, l'intimité, etc. — progressent avec le temps. De même, il convient de mesurer l'état d'esprit et les changements d'attitude à l'égard des latrines, de la chloration des eaux de distribution, etc. Les autres

variables intermédiaires toucheront à la participation de la collectivité à l'éducation sanitaire et aux activités de construction.

Les variables relatives à l'acceptation et à l'utilisation concerneront le pourcentage des logements dotés d'arrivées d'eau, de latrines protégées ou d'autres installations, le degré d'utilisation, le degré d'entretien, etc. On y trouvera aussi des variables sur le comportement de la population, par exemple: Les gens se lavent-ils les mains à l'eau et au savon après être allés à la selle? — Les excréta des nourrissons sont-ils recueillis et jetés dans les latrines? — L'eau est-elle conservée et utilisée dans de bonnes conditions d'hygiène?

L'étape suivante est celle de la mesure des variables de morbidité et de mortalité. Dans la planification de l'éducation sanitaire, il faut fixer des objectifs à tous les niveaux, même si, lorsqu'il s'agit de les mesurer, la priorité doit varier avec le temps. C'est ainsi qu'au

cours des premières étapes du programme on insistera essentiellement sur la mesure des variables relatives aux ressources introduites et aux activités.

ACTIVITÉS A PLANIFIER EN MATIÈRE D'ÉDUCATION SANITAIRE

Les activités éducatives à planifier pourraient être classées comme suit:

1) Activités destinées à aider les familles et les groupes locaux à comprendre la valeur des projets d'hygiène du milieu, ainsi qu'à accepter, utiliser et entretenir les installations. Sous cette rubrique devraient figurer:

- a) les contacts avec les familles;
- b) les réunions de groupes dans la collectivité, tels qu'associations féminines, corps constitués locaux, associations d'agriculteurs;
- c) l'utilisation des média pour compléter les activités précédentes;
- d) la sélection, la formation et l'utilisation des dirigeants ou cadres.

2) Activités destinées à obtenir le soutien d'autres administrations publiques, de divers groupes sociaux, etc.;

3) Activités destinées aux établissements d'enseignement.

Contacts avec les familles

Les contacts avec les familles doivent viser à informer ainsi qu'à motiver et à obtenir des changements de comportement. Il doit s'agir d'un processus continu s'étendant sur une certaine période. Des expériences ont montré qu'il faut de dix à vingt contacts avec la plupart des familles pour leur apprendre à accepter, à édifier et à utiliser des installations sanitaires. Le technicien de l'assainissement ou le travailleur sanitaire doit s'attacher à gagner la confiance de la famille au cours de ces contacts. Il n'est pas toujours nécessaire de contacter chacune des familles de la collectivité, et il faudra dresser la liste de celles qu'il convient de visiter en priorité. Par exemple, dans le cas d'un programme d'assainissement comportant la construction de latrines dans les logements, il se peut que plusieurs familles n'aient pas de place pour les latrines et il faudra donc donner la priorité à celles qui ont la place suffisante. De même, on pourra prévoir de répéter les visites auprès de ceux qui se sont montrés intéressés la première fois. Voici les questions qu'il faudrait se poser et régler:

- Combien de familles faut-il visiter, dans quel ordre de priorité, et à quelles fins ?
- Qui, dans le personnel de l'équipe d'hygiène du milieu, se chargera de ces visites planifiées ?
- Quelle sera la fréquence des visites ?

Les réponses à ces questions et à d'autres semblables doivent être incorporées dans le plan.

Outre ces visites planifiées, il existe d'autres possibilités qui pourraient être exploitées pour l'éducation sanitaire en hygiène du milieu. Par exemple, les infirmières/sages-femmes auront leur propre plan de soins maternels et infantiles à domicile et de consultations dans les dispensaires; d'autres travailleurs sanitaires feront des visites à domicile pour la vaccination, les activités antipaludiques, etc.; les conseillers agricoles se rendront dans les familles pour les besoins de leur propre programme. Le succès d'un programme d'hygiène du milieu dépendra de la participation de ces travailleurs à l'éducation sanitaire et de son ampleur. Ils pourraient en effet se charger de certaines activités d'éducation sanitaire au cours de leurs visites régulières aux familles. Dans le domaine de l'assainissement surtout, qui est l'un des programmes les plus ardues, le succès dépendra des efforts combinés des techniciens des différentes administrations gouvernementales.

Les visites domiciliaires nécessitent une planification minutieuse. En plus de ce qui a été dit plus haut, ces visites peuvent avoir pour objet la collecte de renseignements sur le village ou sur la famille, la fourniture de services et d'un appui moral, et l'affermissement de liens d'amitié et de travail avec la population. Quel qu'en soit le but, il est nécessaire, si l'on veut que ces visites mènent à des résultats concrets, de prêter attention aux questions suivantes: ¹

1. Planification préalable à la visite domiciliaire

- a) Etudiez le dossier de chaque famille avant la visite, ou consultez des amis proches, capables de donner le plus de renseignements possibles sur le ménage ou sur ses membres.
- b) Prenez des notes et soyez prêt à discuter des problèmes identifiés à l'avance.
- c) Familiarisez-vous avec les ressources et institutions communautaires disponibles, de manière que, si besoin est, il vous soit possible de renvoyer la famille à l'institution capable de résoudre ses problèmes.
- d) Vérifiez au préalable toutes les informations nécessaires ayant un caractère technique, ainsi que la façon d'en discuter en termes simples.
- e) Autant que possible, fixez la date et l'heure du rendez-vous, ou tout au moins annoncez-vous à l'avance, de manière que la famille soit prête à vous recevoir.

2. Contact avec l'individu ou sa famille

- a) Présentez-vous et saluez les gens selon la coutume locale.
- b) L'établissement de bons rapports avec eux est une étape essentielle si l'on veut gagner leur confiance, tout spécialement quand on prend contact avec des gens que l'on ne connaît pas personnellement. Vos efforts seront facilités si vous faites état des renseignements que vous possédez sur la famille en question, si vous leur parlez de choses qui les intéressent, si vous leur montrez votre volonté de les aider, si vous louez leurs réalisations, et si vous vous joignez à quelques-unes de leurs activités.

¹ D'après Pisharoti, K. A. (1975) *Guide pour l'intégration de l'éducation sanitaire dans les programmes de salubrité de l'environnement*, Genève (OMS, Publication offset N° 20).

- c) Décidez de la durée de votre entrevue selon les circonstances du moment; si ces dernières sont favorables, tirez-en le maximum de profit; sinon, prenez un second rendez-vous.
3. *Au cours de l'entrevue*
- a) Observez bien les forces sociales et émotionnelles qui se font jour lors de l'entrevue et faites-en votre profit si elles vous sont favorables.
- b) Encouragez les gens à exprimer leurs idées, et sachez les écouter.
- c) Votre rôle n'est pas de prendre des décisions pour les autres. Essayez de créer des situations grâce auxquelles votre interlocuteur sera amené à étudier le problème sous tous ses angles et ainsi à prendre des décisions de sa propre initiative et selon ses propres possibilités.
- d) Appréciez à leur juste mesure les besoins personnels des individus; en leur donnant satisfaction, vous les amènerez à discuter vos idées et à prendre les décisions les mieux appropriées aux circonstances.
- e) La parole ne constitue pas le seul moyen de procéder à des échanges d'idées. Il existe aussi d'autres moyens dont vous devez être conscients et que vous devez être en mesure d'utiliser au gré des circonstances.
- f) Abstenez-vous de faire la morale à votre interlocuteur, ou à émettre un jugement sur la situation avant que les faits ne soient bien connus et compris.
- g) Ecoutez celui qui vous expose ses problèmes, gagnez sa confiance en faisant montre de l'intérêt sincère que vous portez à l'aider à les résoudre au mieux de vos possibilités.
- h) N'oubliez pas au cours de l'entrevue: de complimenter votre interlocuteur pour avoir exécuté des mesures suggérées précédemment; de ne pas faire trop de suggestions au cours d'une même visite; d'utiliser un langage simple et de donner des renseignements clairs et précis; d'utiliser des expressions que les villageois comprennent; d'apporter la preuve de ce que vous avancez à l'aide de démonstrations, toutes les fois que cela s'avère nécessaire; d'expliquer les textes que vous distribuez.
- i) Evitez des conflits d'opinion et des disputes au cours de l'entrevue. Il y a plusieurs façons d'exprimer des idées contraires à celles de votre interlocuteur sans le froisser.
- j) Ayez confiance dans les gens et dans leur capacité à étudier et à résoudre plusieurs de leurs problèmes.
- k) Ne faites pas de promesses sur des questions qui ne sont pas de votre ressort, ou que vous ne pourrez tenir.
- l) Mettez votre interlocuteur à l'aise pour s'exprimer librement.
- m) Ne concluez pas l'entrevue prématurément. Souvent, en matière d'hygiène publique, plusieurs visites peuvent s'avérer nécessaires. Prenez alors rendez-vous pour la prochaine entrevue avant de partir.

4. *Suites à donner*

Au cours de l'entrevue, certaines décisions ont pu être prises, nécessitant des suites de votre part. Il est essentiel que vous vous en occupiez avant de rencontrer votre interlocuteur à nouveau.

Réunions de groupes dans la collectivité, et notamment réunions de groupes spéciaux

Les réunions d'individus et les sessions de groupes doivent être planifiées de façon à se compléter les unes les autres. Lors des sessions de groupes, les participants peuvent apporter des informations, acquérir des connaissances, avoir l'occasion de préciser des notions douteuses, proposer des idées, etc. En participant aux réunions de

groupes, les assistants ont le sentiment que leurs amis, leurs voisins, l'ensemble même de la collectivité, apportent leur soutien aux innovations.

Il faudra prendre particulièrement soin d'organiser des sessions de groupes pour les groupes sociaux organisés tels qu'associations religieuses, politiques, industrielles ou professionnelles, mouvements de jeunes, enseignants, institutions locales, etc. En effet, c'est à ces groupes qu'appartiennent la plupart de ceux qui façonnent l'opinion et ils servent ainsi de modèles à de nombreux autres groupes. En gagnant leur soutien et en obtenant qu'ils participent à la mise en œuvre du programme, on pourra aller plus vite.

Les suggestions qui suivent peuvent aider à rendre les petites réunions de groupes très efficaces:

1) Prenez contact individuellement avec le plus grand nombre possible des membres du groupe avant la réunion, de façon à éveiller leur intérêt pour le problème qui sera discuté.

2) Il est préférable de limiter à quinze ou vingt le nombre des membres du groupe en vue de faciliter la discussion.

3) La date, l'heure et le lieu de la réunion seront fixés de manière à permettre au plus grand nombre possible de membres d'y prendre part.

4) Avant de commencer la réunion, assurez-vous que chacun est confortablement installé, de façon que l'atmosphère soit détendue et que les membres puissent concentrer leurs idées sur le sujet en discussion. Il est essentiel que les membres se connaissent et que, pour cela, ils soient présentés les uns aux autres.

5) Les meilleurs échanges de vues auront lieu si les membres sont installés en rond, de façon que chacun puisse voir à tout moment tous les autres membres et les expressions de leurs visages.

6) Dès le début de la réunion, le groupe doit choisir son président, son rapporteur, son horaire de travail et la procédure à suivre.

7) Le président peut alors ouvrir les débats en exposant le problème à discuter.

8) Chaque membre doit être invité à participer activement aux débats. N'oubliez pas de rendre justice à ses efforts et à louer sa participation.

9) Faites comprendre aux membres du groupe qu'ils doivent s'abstenir de faire de longs discours, et que l'objectif principal est d'obtenir les points de vues de la plupart d'entre eux.

10) Le groupe peut avoir besoin de renseignements détaillés sur le problème en discussion. L'éducateur ou l'agent sanitaire devra s'assurer que les compétences nécessaires sont disponibles au sein du groupe, sinon il demandera à des personnes compétentes, extérieures au groupe, de participer aux discussions. Ces personnes ne devront pas faire de longs exposés mais apporter des

renseignements additionnels et les précisions dont le groupe a besoin.

11) Les discussions doivent se concentrer sur le problème en question. Il est cependant impossible parfois d'éviter un certain nombre de digressions. Un bon président les tolérera, mais pas au point de laisser la discussion dévier de son but original.

12) Il est nécessaire, de temps à autre, de résumer les discussions. Ceci aidera le groupe à mieux se concentrer sur le sujet en question et à en étudier les ramifications.

13) Le président doit avoir de la patience, savoir bien écouter tous les points de vue, éviter d'imposer une décision au groupe, et contribuer aux discussions en posant souvent des questions.

14) Les opinions exposées au sein du groupe peuvent être divergentes, mais un effort doit être fait pour essayer de les intégrer et pour résoudre les conflits par le biais d'attitudes nettes et plutôt humoristiques.

15) Pour que le groupe puisse passer à l'action, il sera nécessaire à ses membres d'arriver à des compromis et, en cas de conflits d'opinions, de savoir céder et d'admettre l'erreur.

16) Le rapporteur résumera les discussions et les décisions du groupe. Ceci permettra aux membres de se rendre compte de temps à autre du travail accompli.

17) Les fonctions de président du groupe ne devraient pas être exercées toujours par la même personne. La rotation de la présidence parmi les membres rehaussera la position de chacun d'entre eux.

18) Le groupe devra procéder à une évaluation périodique des progrès accomplis vers les objectifs qu'il s'est fixés. Il pourra ainsi identifier les carences du travail effectué, y remédier et aller de l'avant. Un procédé souvent utile consiste à inviter un observateur impartial à assister aux débats et, au terme de ceux-ci, à faire part au groupe de ses observations. Ses préoccupations seront les suivantes :

- a) Les objectifs du groupe sont-ils clairs et bien exposés ?
- b) Quel est le degré de motivation du groupe ?
- c) Le groupe compte-t-il trop sur les vues exprimées par son président ?
- d) Le président remplit-il bien ses fonctions ?
- e) Le groupe travaille-t-il au maximum de ses possibilités ?
- f) Chaque membre manifeste-t-il un intérêt soutenu à la discussion ?
- g) Le groupe fait-il preuve de cohésion ?
- h) Les échanges de vues sont-ils libres ?
- i) Le groupe dispose-t-il des renseignements nécessaires à la solution des problèmes ?
- j) Quels sont les progrès réalisés vers la solution des problèmes étudiés ?

L'appoint des moyens d'information de masse ¹

Le recours aux moyens d'information de masse, lorsqu'ils existent, permettra de présenter le programme au public dans un bref laps de temps, de sensibiliser l'opinion et de faciliter les contacts avec les familles. Cependant, les campagnes d'information axées sur les moyens d'information de masse devront être planifiées en tant que partie intégrante de l'ensemble des activités éducatives et être synchronisées avec les autres activités. En effet, lorsqu'il s'agit de transformer les habitudes, ces moyens sont en eux-mêmes des outils inefficaces. Lorsqu'il y va de questions peu familières présentant une importance particulière pour la santé, les gens s'en remettent plus facilement à l'avis des amis, des proches et des personnalités influentes.

Les personnes qui s'occupent d'éducation sanitaire ont à leur disposition un grand nombre de moyens de communication, ou media, utilisables au cours du processus éducatif, et dont les plus répandus sont la radio, la télévision, le cinéma, les films fixes, les diapositives, les journaux, les revues, les affiches, les expositions, le publi-postage et les tableaux de feutre dits « *flannelgraphs* ». La plupart de ces moyens, outre qu'ils véhiculent l'information de masse, peuvent être intégrés aux activités de groupe, aux programmes de formation et aux programmes d'enseignement scolaire.

Le choix des media les mieux adaptés aux besoins d'un problème de santé particulier exige une étude approfondie. Outre que les mêmes media peuvent ne pas convenir à tous les types de problèmes, leur efficacité variera parfois d'une localité à l'autre. Il faut se préoccuper de la disponibilité, de la couverture, du coût, de l'efficacité, de la faisabilité administrative et, de plus, observer les principes ci-après dans le choix et l'emploi des media pour l'éducation sanitaire :

- 1) Les media doivent être considérés exclusivement comme des outils éducatifs, le résultat final dépendant aussi de la compétence et du savoir-faire de l'enseignant ainsi que des divers éléments du processus d'apprentissage.
- 2) Le choix et l'utilisation des matériaux et méthodes audio-visuels devront être guidés par les objectifs du programme.
- 3) Les media doivent être adaptés aux groupes qui les utiliseront.
- 4) Leur contenu doit être scientifiquement exact.
- 5) Ils doivent frapper agréablement l'œil et l'oreille,

Radiodiffusion

Dans de nombreux pays, la radiodiffusion est l'un des moyens d'information les plus utilisés. Elle est relative-

¹ D'après Pisharoti, K. A. (1975) *Guide pour l'intégration de l'éducation sanitaire dans les programmes de salubrité de l'environnement*, Genève (OMS, Publication offser N° 20).

ment bon marché et confère crédibilité et respectabilité aux messages qu'elle transmet. On peut l'utiliser pour provoquer une prise de conscience à propos du programme, qu'il s'agisse de la lutte contre la pollution de l'air ou de l'adoption de pratiques d'hygiène. Les régions rurales des pays en voie de développement sont équipées de postes collectifs, autour desquels un groupe de population se réunit, ce qui offre l'occasion de compléter l'écoute par des discussions. Cet encouragement à la discussion au sein de la population permet d'éviter la critique selon laquelle les programmes radiophoniques sont didactiques par nature. Ces émissions pourront servir à combattre une opinion hostile, démentir les rumeurs et créer un climat social favorable à l'adoption de pratiques hygiéniques. Ce système permet de composer des programmes très divers, par exemple: causeries d'information, entretiens avec des bénéficiaires, sketches animés ou tables rondes. Pour tirer le maximum de bénéfice des programmes radiodiffusés, on identifiera les groupes cibles, leurs habitudes d'écoute, ainsi que les programmes qui les intéressent et qu'on diffusera donc aux heures voulues. On peut faire à l'usage des écoliers des programmes spéciaux que le maître complètera par une discussion. Le texte et les copies des émissions doivent être préparés par l'organisme chargé de l'hygiène du milieu et mis à la disposition des stations de radiodiffusion.

Télévision

C'est un moyen de communication relativement neuf. Son efficacité pour l'enseignement scolaire et universitaire a été éprouvée aux Etats-Unis d'Amérique et, comme le rapporte la Fondation Ford, « ce n'est qu'un outil au même titre que les manuels, et en tant qu'outil on peut en mésuser. Par contre, utilisée judicieusement et avec de l'imagination, elle peut jouer un rôle majeur et enrichir l'éducation des étudiants et des adultes »¹. Au Canada et en Arabie Saoudite, des études ont été faites sur l'utilisation de la télévision par les services de santé. La République de Corée l'emploie pour son programme de planification familiale, et les Etats-Unis d'Amérique ont quelques projets expérimentaux en cours dans ce domaine. Dans les pays développés, il est tout à fait possible d'y avoir recours en vue de la lutte contre la pollution de l'air et de l'eau. Le personnel de l'hygiène du milieu pourrait promouvoir des études sur ce sujet.

Films

Le film fait partie des moyens de communication persuasifs, mais il est onéreux. Il sert aussi bien à la formation du personnel qu'à divertir, donner des informations et influencer sur les attitudes. Il peut s'adresser au

grand public, aux dirigeants du pays, aux groupes professionnels ou aux travailleurs sur le terrain. Les films à dénominateur commun, c'est-à-dire capables de franchir les barrières linguistiques et culturelles, sont particulièrement utiles dans le domaine de la formation. L'hygiène du milieu offre une riche matière pour le tournage de films sur toutes sortes de sujets; il est en outre possible d'introduire des notions d'hygiène du milieu dans d'autres films à orientation sanitaire (par exemple sur l'alimentation ou la planification familiale) ou sur d'autres thèmes de développement général (éducation, agriculture, etc.)

Le film doit être visionné avant d'être présenté à un public donné. La projection sera précédée d'une introduction qui suscitera des questions et éveillera par avance l'intérêt des spectateurs. Le film peut être suivi de discussions sur les principaux points éducatifs qui en ressortent, et parfois projeté une seconde fois avec profit.

Les films qui s'adressent au public sur un ton proprement didactique ne sont pas très attrayants. Le thème doit être développé autour d'une histoire. Les films s'adressant à une collectivité doivent être positifs, c'est-à-dire insister sur les avantages des pratiques recommandées, au lieu de montrer les aspects négatifs de la situation. Comme le tournage et la projection des films sont coûteux, il importe de consacrer une recherche approfondie aux thèmes attrayants, à l'heure appropriée pour la projection, à l'utilisation d'unités mobiles et à d'autres facteurs connexes. Outre leur utilité pour la formation, les films ayant trait à l'hygiène du milieu présentent un intérêt pour les collectivités.

Films fixes et diapositives

Les films fixes sont constitués par une pellicule de 35 mm sur laquelle est enregistrée une série de vues fixes. Pour les passer, on utilise un projecteur spécial, souvent muni d'une télécommande permettant de faire défiler les vues à la vitesse désirée. Ils peuvent être sonorisés au moyen de disques ou de bandes magnétiques. L'avantage de ce système est de permettre à l'éducateur de contrôler le rythme de la projection et de pouvoir faire un commentaire efficace. Le film peut être arrêté à n'importe quel moment pour permettre une discussion, puis reprendre. On renforcera les idées exprimées en prévoyant un résumé à la fin de la série de vues. Les projections de films fixes se sont révélées extrêmement utiles pour l'enseignement de sujets bien déterminés à de petits groupes de personnes.

Leur mode d'emploi est le même que celui d'un film ordinaire et ils nécessitent aussi une planification: on devra les visionner au préalable et décider à quel stade du processus d'apprentissage ils seront présentés.

Les vues d'un film fixe sont rangées en une série illustrant une histoire ou décrivant un processus.

Les diapositives sont des vues fixes séparées. Leur mode d'emploi est très souple et elles constituent un excellent complément à l'enseignement.

¹ « Review of Research related to Health Education Practice—Studies on Auditory Methods and Materials », (*Health Education Monographs* Supplement No. 1), 1963. Society of Public Health Educators, Inc., New York.

Journaux, revues et imprimés

Dans tout programme éducatif, il faut nécessairement avoir recours aux journaux et revues. Sinon, ils pourraient jouer un rôle nocif en faisant une publicité contre le programme. Par exemple, si l'adduction d'eau et la construction d'un réseau d'égouts doivent être considérées comme des commodités publiques et financées par la population, celle-ci doit être préparée à souscrire à cette initiative, ce qui peut être grandement facilité par les journaux et revues, qui s'adressent à la fraction alphabétisée de la collectivité. Des articles techniques, des récits montrant comment des collectivités ont réussi à résoudre leurs problèmes d'hygiène du milieu, des discours d'importantes personnalités, la relation de certains faits, peuvent atteindre le public par le biais des journaux. Le point le plus important dans l'utilisation de ces media est d'amener les éditeurs à s'intéresser aux programmes, en organisant des séminaires pour les rédacteurs, en assurant leur représentation dans les comités de media de masse, en achetant des espaces publicitaires, etc. Les textes destinés à être insérés dans les journaux et revues doivent être préparés en fonction de la catégorie de lecteurs visée.

Les imprimés, dépliants, brochures, etc. sont également d'un emploi très répandu. Ils doivent être préparés à l'intention de groupes précis et correspondre à leurs besoins. Les brochures sur l'assainissement de l'alimentation, à l'usage des écoliers, insisteront davantage sur les habitudes hygiéniques, tandis que celles qui s'adressent aux membres des professions de l'alimentation porteront essentiellement sur les normes, les types de matériel, l'entretien, etc.

La distribution de brochures à tout venant, par exemple lors d'expositions, ne présente que peu d'intérêt. La distribution doit être intégrée avec les autres processus de communication. L'envoi de brochures par la poste, après une réunion par exemple, est en général plus efficace.

Expositions

Les expositions préparées avec soin et prévoyance constituent un mode d'enseignement précieux. Le matériel exposé doit être attrayant et résistant. Les expositions portant sur des programmes d'hygiène du milieu peuvent également traiter d'autres sujets concernant la santé ou le développement. Un personnel qualifié doit fournir toutes les explications utiles. Il faudra s'assurer la participation de la collectivité, par l'intermédiaire de ses membres bénévoles. De même, l'exposition devra être bien préparée et mise en place. Dans certaines cultures, les photographies prises sur le vif sont mieux comprises que les illustrations du type de la bande dessinée. Lors de la préparation du matériel exposé et du choix des thèmes à présenter, on tiendra compte du niveau d'instruction de la collectivité et des traditions locales. On accroîtra le potentiel éducatif de l'exposition en présentant seulement un petit nombre d'idées, en donnant une importance

particulière aux derniers panneaux, en utilisant des maquettes grandeur nature, etc. Les personnes intéressées devront pouvoir obtenir des renseignements sur les possibilités de services. Par exemple, lors d'une exposition en rapport avec l'assainissement, les personnes intéressées par l'installation de latrines à leur domicile étaient invitées à remplir des formulaires pour recevoir la visite de techniciens de l'assainissement et bénéficier de leurs services.

Affiches

L'affiche est destinée à transmettre une idée par une représentation picturale (croquis, peinture ou photographie). Son efficacité en matière de communication est inversement proportionnelle à la complexité de l'illustration. Les mots utilisés sur une affiche doivent être aussi peu nombreux que possible et familiers aux lecteurs. La représentation des notions doit être adaptée à la culture et à l'expérience du public qui verra cette affiche. Les dix critères de conception d'une affiche les plus fréquemment cités sont: 1) pouvoir de retenir l'attention, 2) bonne composition, 3) équilibre, 4) mouvement, 5) accentuation, 6) unité, 7) espaces blancs, 8) simplicité, 9) couleur, et 10) contraste.¹

Des études sur les affiches ont souligné la nécessité de les disposer, dans la collectivité, en un certain nombre d'endroits où elles puissent être vues du public. Les messages qu'elles transmettent et leur conception doivent être spécifiquement adaptés à la situation. Une étude réalisée dans le cadre d'un projet d'assainissement du milieu dans les régions rurales de l'Inde a montré que l'affiche était un moyen s'adressant essentiellement aux hommes jeunes, en raison du taux élevé de vision et de compréhension des affiches parmi ce groupe. Il n'est pas besoin d'insister sur la nécessité de mettre l'affiche à l'épreuve avant l'emploi.

Pancartes

Il s'agit de petites pancartes, peu encombrantes, qui sont présentées une par une dans un ordre déterminé pour exposer une idée à un public. Le texte doit être simple et ne traiter que d'un sujet à la fois, qu'il s'agisse par exemple de la lutte antivectorielle ou du lavage de la vaisselle. En fonction des traditions et des conditions locales, on pourra utiliser des dessins très simples, des photographies ou des bandes dessinées. Chaque pancarte doit avoir au moins 55 × 70 cm, de façon à être vue de tous, cette méthode n'étant applicable qu'avec de petits groupes. L'éducateur désirant utiliser ce moyen doit préparer sa causerie et choisir les principales idées qu'il veut communiquer à son auditoire. Les illustrations seront préparées de façon à renforcer chaque idée par un impact visuel. Il existe des cas où

¹ Turner, C. E. (1964) *Community health educators' compendium of knowledge*. Genève, (*International Journal of Health Education*).

des notables ont appris à s'en servir à des fins éducatives lors de leurs contacts avec les membres de leur collectivité. Dans chaque série, le nombre de pancartes est habituellement compris entre dix et vingt.

Tableaux de feutre ou de flanelle (« flannelgraphs »)

Le tableau de feutre fait partie des auxiliaires pédagogiques visuels. Il se compose d'un panneau fixe ou portable, de n'importe quelle taille (de préférence 75 × 60 cm), en carton, en contre-plaqué ou en bois recouverts d'une pièce de feutre ou d'une flanelle rugueuse grattée. Les figures servant à l'illustration seront également munies au dos d'un morceau de flanelle, de feutre ou de papier de verre leur permettant d'adhérer au panneau. Ces tableaux sont utilisés pour développer une idée par étapes successives, ce développement pouvant être présenté sous forme d'histoire. Un tableau de feutre doit rester simple et l'illustration doit être grande et nette. Le tableau n'a pas à être élégant, mais il doit être vu et compris aisément à une certaine distance. Pour illustrer l'idée à communiquer, on pourra utiliser des dessins, des photographies, des peintures, etc. Pour vérifier si l'auditoire a compris la démonstration, on demandera à des volontaires de choisir des illustrations parmi un assortiment posé sur une table et de les disposer en une suite appropriée sur le tableau. Les tableaux de feutre sont des aides pédagogiques dynamiques, dont le principal avantage est de permettre de tenir l'auditoire en haleine en composant progressivement une histoire.

Publipostage

Le publipostage en tant que canal de diffusion pédagogique est largement utilisé pour la planification familiale dans certains pays. Aux Etats-Unis d'Amérique est actuellement réalisée une expérience consistant à envoyer à tous les jeunes mariés une série de documents sur la contraception. Le publipostage peut rendre de grands services dans le cadre des programmes d'assainissement du milieu, notamment en ce qui concerne la pollution de l'air et de l'eau, le développement des services sanitaires de base. Pour que ce système fonctionne convenablement, il faut définir les groupes cibles et pouvoir compter sur un service postal efficace. Le contenu des documents envoyés aux différents groupes doit être choisi avec soin.

Essai préliminaire des matériaux éducatifs

L'essai préliminaire « est une méthode consistant à appliquer des mesures objectives au cours des différentes étapes de la mise au point d'un programme, afin d'identifier les obstacles à examiner à un moment où les changements peuvent être faits facilement et au moindre coût. »¹ Cela peut s'appliquer aux matériaux et méthodes

d'éducation. Il faut distinguer l'essai préliminaire de l'évaluation du programme, dont il précède le lancement. L'essai du matériel dans le but d'identifier les obstacles éventuels à la communication sera de préférence effectué parmi des individus ou des groupes auxquels ce matériel est destiné. Par exemple, une projection de film fixe destinée à des agents d'assainissement en cours de formation sera mise à l'épreuve sur un groupe de ces personnes, et une autre destinée au grand public sera essayée sur des représentants de ce public. Souvent, il n'est pas nécessaire que l'échantillon soit grand. Le but principal de l'essai d'un moyen de communication n'est pas d'éprouver son efficacité à provoquer un changement, mais de vérifier que la communication à transmettre par l'intermédiaire de ce moyen est bien comprise par le public auquel elle s'adresse.

Sélection des dirigeants des villages — Utilisation de leurs services

Les dirigeants influents de la collectivité qu'intéressent les activités d'éducation sanitaire peuvent faire beaucoup pour le succès du programme d'hygiène du milieu. En fait, la participation et la mise à contribution des dirigeants de la collectivité est l'un des aspects les plus fréquemment négligés de l'éducation sanitaire. On ne pourra susciter et faire durer leur participation et leur intérêt que si les responsables du programme croient en l'utilité de leur enrôlement, s'ils s'efforcent sérieusement de l'obtenir et prennent toutes mesures propres à faciliter leur participation bénévole. Les dirigeants de la collectivité peuvent se rendre utiles en facilitant l'établissement du contact entre les responsables du programme et la population, en recueillant des informations, en présentant le programme à la population sous une forme compréhensible pour elle, en planifiant les activités, en éduquant le public et en se chargeant par exemple de certains aspects de la construction et de l'entretien des installations. Dans de nombreux cas, on a vu des dirigeants se charger de la perception des redevances correspondant à l'approvisionnement en eau et aux projets d'assainissement, apporter un soutien indispensable aux organismes locaux qui s'efforcent de lancer des emprunts ou d'augmenter les impôts locaux pour financer des projets d'approvisionnement en eau, et se charger des travaux de construction des latrines prévues dans le projet. En revanche, ils pourraient fort bien faire obstacle à la bonne marche du programme si l'on faisait fi de leur influence.

La collaboration des dirigeants locaux sera plus facile et plus poussée si le personnel chargé des programmes tient compte des points suivants.

Choix des dirigeants

On devra s'attacher tout spécialement à identifier les véritables dirigeants. En effet, dans une collectivité,

¹ « Review of Research related to Health Education Practice — Methods and Materials (Communication) » (*Health Education Monographs* Supplement No. 1), 1963, Society of Public Health Educators, Inc., New York.

on trouve des dirigeants officiels et d'autres qui ne le sont pas; on devra prendre tout particulièrement soin de repérer les notables non officiels, dont l'influence n'apparaît pas tout d'abord. De même, les femmes jouent un rôle très actif dans les programmes d'hygiène du milieu, et l'utilisation des installations construites dépendra beaucoup de leur collaboration. Dans tous les types de sociétés, lorsque c'est possible, on s'attachera à identifier les femmes influentes et à obtenir leur coopération. Il existe de nos jours des méthodes sociométriques simples auxquelles les agents de niveau sous-professionnel pourront recourir pour identifier les dirigeants et les notables.

Formation des dirigeants

Dès que les dirigeants auront été identifiés, une session de formation devra être organisée à leur intention. Des expériences ont montré qu'une session initiale d'une journée, pouvant être suivie d'autres sessions convoquées selon les besoins, sera suffisante, et qu'en organisant les sessions en dehors du village on s'assurera de l'attention sans partage des participants tout en donnant à la réunion l'importance et le prestige nécessaires. Ces sessions permettent d'établir le contact, d'exposer le programme aux dirigeants, de préciser les rôles qui leur reviendront dans la planification et la mise en œuvre, d'adapter le programme aux conditions locales, etc. Si la situation locale l'exige, on tiendra des sessions séparées pour les hommes et pour les femmes. Ces sessions à caractère officiel ne devront pas être confondues avec les réunions de groupes des dirigeants des villages, lesquelles doivent avoir un caractère régulier.

Besoins du village à satisfaire en priorité

La collaboration avec les dirigeants locaux pose des problèmes d'un caractère particulier. Les responsables de l'hygiène du milieu doivent comprendre que les villages peuvent parfois avoir des besoins qui, aux yeux de la population, passent avant les services qu'eux-mêmes ont à proposer. Le spécialiste de l'hygiène du milieu qui voudrait « placer » à tout prix des « services d'hygiène du milieu » dans de pareilles circonstances risque de faire mal accueillir, et lui-même et son programme. Même si les responsables de l'hygiène du milieu ne peuvent pas satisfaire directement ces besoins, ils doivent s'attacher, d'une certaine manière, à aider les dirigeants à leur trouver des solutions. Le maintien d'une étroite collaboration avec l'institution sanitaire et avec les autres organismes de développement jouera un rôle précieux dans ces cas-là, le responsable de l'hygiène du milieu étant alors en mesure de mettre les dirigeants en rapport avec des spécialistes qui pourront satisfaire ces besoins. En prouvant ainsi qu'il est prêt à aider la population, non seulement il gagne la confiance du public, mais il augmente les chances de réussite de son propre programme.

Participation des dirigeants

Si l'on veut obtenir le concours de la collectivité, il faut que l'on fasse activement participer les dirigeants aux diverses phases du programme. Il ne s'agit pas de les traiter en simples destinataires des instructions émises par le personnel technique. D'autre part, on doit leur attribuer des rôles précis dans le domaine de la prise de décisions, de la mise en œuvre et de l'évaluation. On a cité plus haut un certain nombre d'activités auxquelles ils pourraient être amenés à participer, mais la liste n'est pas limitative. Les responsables techniques devront en outre apporter aux dirigeants l'aide dont ils pourraient avoir besoin pour s'acquitter de leurs tâches.

Récompenses aux dirigeants

Il faudra prévoir, dans le programme éducatif, de récompenser les dirigeants de leur appui. Les rétributions pécuniaires sont à exclure, la récompense devant se placer sur le plan plus élevé de la satisfaction de besoins psychologiques. Le simple fait que leur participation au programme les aide à établir leurs propres contacts avec la collectivité devrait constituer une motivation suffisante pour la plupart des dirigeants. Le sentiment qu'ils ont été consultés et qu'ils ont participé aux décisions concernant un projet intéressant leur village est encore une motivation. Demander aux dirigeants de présider certaines cérémonies, de prendre en charge les visiteurs pour leur montrer le projet, faire venir des personnes originaires de zones relativement peu dynamiques dans des endroits où il se fait du bon travail, décerner des attestations, etc.: voilà le genre de récompenses auquel on pourra songer, le cas échéant.

Activités éducatives destinées à obtenir l'appui d'autres institutions gouvernementales et de divers groupes sociaux

En éducation sanitaire, la planification doit prévoir les moyens qui permettront de recueillir l'appui des organismes gouvernementaux ou autres appelés à préparer l'opinion publique à accepter les innovations. Il s'agit en général d'organismes de développement nationaux autres que ceux de la santé, tels que les départements de l'éducation, du développement communautaire, de l'agriculture, les institutions locales, etc. On a vu des cas où les services du ministère de l'agriculture s'opposaient dans certains endroits à l'introduction des cabinets d'aisances à chasse d'eau, pensant que ce type de latrines ferait perdre la valeur d'engrais que représentent les excréta. De nombreux conseillers agricoles pensent que la défécation en plein air, dans les champs, contribue à fertiliser le sol. L'entretien des installations d'approvisionnement en eau et d'assainissement dans les villages, les écoles, ainsi que la participation des maîtres au programme, etc., supposent la coopération des services

correspondants. Aussi les plans devraient-ils prévoir l'éducation des fonctionnaires de ces organismes et leur participation active aux activités d'hygiène du milieu.

Les groupes sociaux qui peuvent apporter leur appui au programme appartiennent aux milieux politiques, religieux, professionnels, industriels, au monde du travail, aux groupes estudiantins, à la presse, etc. Il conviendra de se renseigner à l'avance sur leur nombre, tandis que les plans devront prévoir les moyens de les former aux activités d'hygiène du milieu et d'obtenir leur coopération.

Activités concernant les établissements d'enseignement

Encore que ce point ait été traité séparément dans les recommandations principales, il faudrait que le plan d'éducation prévoie certaines activités liées aux établissements d'enseignement. Le plan d'éducation devrait prévoir: *a)* la liaison avec les autorités responsables de l'hygiène scolaire, *b)* la formation des enseignants, *c)* des démonstrations dans les écoles, et *d)* la collaboration des enseignants pour l'entretien et la bonne utilisation des installations construites.

Une difficulté à laquelle on se heurte souvent dans certains endroits est le fait que le public utilise les toilettes des écoles en dehors des heures de classe et pendant les vacances et qu'il les salit. Il faut absolument obtenir la coopération du public pour remédier à cet inconvénient. L'entretien régulier du bâtiment doit comporter la réparation des latrines et des robinets d'eau de l'école.

PERSONNEL A UTILISER POUR L'ÉDUCATION SANITAIRE — ATTRIBUTION DES TÂCHES

Comme on l'a indiqué ailleurs dans le présent ouvrage, le personnel qui pourrait être appelé à travailler à l'éducation sanitaire peut être rangé en deux catégories: *a)* le personnel employé par l'organisme d'hygiène du milieu qui met en œuvre le programme; *b)* le personnel de soutien prêté par les institutions de développement. Il conviendra de dresser la liste du personnel, en précisant le nombre et la catégorie, en accord avec les institutions intéressées.

On s'attachera spécialement à la définition des attributions de ces agents et des coordonnateurs. Les responsables du programme ont tendance à décider et à distribuer les rôles qui reviendront aux autres. Cependant, la plupart du temps, l'institution chargée de l'exécution des programmes d'hygiène du milieu n'aura pas autorité sur les autres institutions, et dans ce cas il est extrêmement souhaitable de faire participer les autres institutions à la définition des attributions de leurs propres agents. Par exemple, en une occasion particulière, on a demandé aux agents eux-mêmes de définir leurs attributions après qu'ils eurent participé à une session d'orientation

et de formation organisée pour les mettre au courant du programme. Les agents, répartis en petits groupes, ont élaboré en détail les possibilités d'action de chacun, puis les résultats ont été présentés au groupe élargi, après quoi l'on a dressé la liste des attributions. Cette méthode a permis de s'assurer que les attributions seraient effectivement remplies. Mais pour que cette méthode réussisse, il est essentiel que l'on puisse définir la plupart des activités d'ordre éducatif qu'il faudra mettre en œuvre dans le cadre du projet.

FORMATION DES AGENTS

Les techniques d'éducation sanitaire que l'on a décrites seront une nouveauté pour la plupart des agents. Nombre d'entre eux n'en auront jamais entendu parler au cours de leur formation professionnelle. Aussi le plan d'éducation doit-il prévoir la formation des agents aux techniques d'éducation sanitaire ainsi qu'aux principales caractéristiques techniques des ouvrages d'hygiène du milieu dont le programme envisage la construction.

Lorsque le projet comporte déjà un spécialiste de l'éducation sanitaire, celui-ci pourra se charger d'organiser et de donner le cours de formation. Sinon, le directeur du projet devra se mettre en rapport avec les services de santé ou d'éducation sanitaire de la région ou province du pays, pour leur demander de se charger du programme de formation professionnelle.

Le cours de formation destiné à ces agents doit être surtout pratique. Chaque fois que ce sera possible, on prévoira une démonstration de la construction des ouvrages prévus au titre du programme. Par exemple, dans le cas de projets de construction de latrines, les stagiaires devront assister à l'édification de latrines et en apprendre les caractéristiques essentielles. Dans le cas des pompes à main, on leur en apprendra le fonctionnement ainsi que la conduite à tenir en cas de panne. S'il s'agit d'un projet axé sur la lutte contre les mouches, les stagiaires devront pouvoir visiter des gîtes larvaires, recueillir des spécimens aux différents stades de développement, les identifier et s'exercer aux mesures de lutte.

La partie de la formation professionnelle qui sera consacrée à l'éducation sanitaire devra comprendre à la fois une initiation théorique et des travaux pratiques, les stages de brève durée devant être surtout pratiques. Les cours devront porter principalement sur les divers aspects sociaux, culturels et psychologiques du comportement humain, sur les modifications du comportement et sur les méthodes et moyens que l'on peut utiliser. Il faudra prévoir aussi un stage pratique de planification et de mise en œuvre des programmes d'éducation sanitaire dans une collectivité, pour aider les stagiaires à acquérir les techniques nécessaires. La durée du stage devra être suffisamment longue pour que l'on puisse traiter un programme d'études complet. L'expérience montre qu'il faut parfois prévoir de trois à quatre semaines de forma-

tion pour ceux qui ont la responsabilité directe de la planification et de la mise en œuvre de l'éducation sanitaire. Dans certains pays au moins, il est arrivé que des stages de formation en éducation sanitaire de durée plus brève (trois à sept jours) n'aient pas donné de bons résultats. On pourra prévoir des stages plus brefs pour le personnel de soutien chargé de l'éducation sanitaire.

Dans de nombreux cas, il faudra obtenir des autorités qu'elles accordent leur détachement à des membres de leur personnel pour leur permettre de recevoir une formation, et c'est là un point dont on devra tenir compte dans les plans. Parmi les questions qui devront retenir l'attention, il faut mentionner: a) la sélection des stagiaires, b) le lieu de leur formation, c) les instructeurs, d) le programme et la durée du stage, e) son financement, f) le cas échéant, l'utilité d'incorporer dans le cours une évaluation de la formation reçue.

COORDINATION

La coordination entre des organisations dont le contrôle administratif est déficient est une entreprise difficile qui doit se faire au moyen de comités de coordination, de contacts individuels et par une participation des cadres de ces institutions à des réunions régulières. Le directeur du projet et ceux de ses collaborateurs qui sont chargés de la coordination aux différents échelons devront savoir s'imposer dans ce domaine et être en outre convaincus de la valeur des efforts coordonnés pour la promotion du programme. Il n'est pas nécessaire de prévoir des comités séparés pour la coordination des aspects éducatifs et celle des autres aspects du programme. Etant donné que les conditions varient avec les différentes situations, il n'est pas toujours possible d'établir une règle générale à ce sujet, mais il reste cependant que les plans doivent prévoir un comité central de coordination qui réunira les responsables du projet, les représentants des institutions qui ont un rôle à jouer, des représentants des consommateurs ainsi que certains autres notables de la localité. On devra prévoir aussi la création de comités au niveau du village avec les dirigeants de la collectivité, les officiels, etc., ce qui facilitera beaucoup la participation du public à la mise en œuvre des projets. La constitution de comités à d'autres niveaux dépendra de la nature des circonscriptions administratives de la zone d'opérations, de l'ampleur et de la nature du projet, etc.

Chaque institution procède généralement à la planification de son programme au cours de réunions qu'elle convoque à intervalles réguliers. Les responsables du projet devront connaître la date et le lieu de ces réunions et, lorsqu'il s'agit d'une institution ayant reçu des attributions dans le cadre du projet, les représentants de ce dernier pourront participer à ces réunions et discuter de sa mise en œuvre.

MOYENS PÉDAGOGIQUES

On devra consacrer beaucoup de temps à prévoir les moyens pédagogiques auxquels devront recourir les agents. Il existe toutes sortes de moyens adaptés aux différentes situations, et il appartient aux planificateurs de prévoir:

a) du matériel pédagogique pour les stages de formation. Les films, les films fixes et les « *flashcards* » sont extrêmement utiles. Les films fixes se sont révélés très précieux lors des stages de formation de dirigeants, des sessions d'orientation destinées aux groupes sociaux, etc. En ce qui concerne le développement des latrines, le meilleur modèle pédagogique est encore une latrine hygiénique dont on pourra présenter le montage en la plaçant dans une situation réelle.

b) des contacts avec les familles et des réunions de groupes. On devrait prévoir des « *flashcards* », mais rares sont ceux qui les utilisent régulièrement. L'habileté technique et l'imagination des agents restent encore les meilleurs moyens éducatifs auxquels ils peuvent recourir.

On a utilisé avec succès la méthode éducative consistant à susciter des petites discussions de groupe lors de la construction de latrines. Alors qu'on était en train d'installer des latrines dans une maison, les voisins ont été invités à assister aux travaux, ce qui a automatiquement suscité la discussion. La méthode et la construction témoin ont contribué pour beaucoup à la diffusion des informations.

Dans un autre cas, on a organisé une petite exposition qui permettait de voir au microscope l'anatomie des insectes, etc., tandis que l'on avait installé à l'extérieur de la salle d'exposition des latrines déjà montées dont un technicien de l'assainissement expliquait les caractéristiques. Ces latrines témoins devinrent le centre d'intérêt et se révélèrent le plus utile de tous les objets exposés.

CONTRÔLE DES ACTIVITÉS ÉDUCATIVES

Le plan devra prévoir un système de contrôle des activités éducatives: qui devra être inspecté, par qui, et avec quelle fréquence? Le contrôle doit viser davantage à éduquer et à aider l'agent qu'à exercer une surveillance régulière sur ses activités. Le contrôle comme moyen d'éducation permanente des agents et comme service destiné à leur faciliter la tâche doit faire l'objet d'une préparation minutieuse.

ARCHIVES ET RELEVÉS

Les plans devront prévoir un système d'archives et de relevés qui permettra aux contrôleurs des différents échelons de connaître l'état d'avancement des travaux.

Etant donné que les archives ne montreront pas la qualité des travaux, le contrôle devra comporter des vérifications d'ordre qualitatif.

Chaque agent à qui l'on aura confié des responsabilités dans le domaine de l'éducation devra porter sur son livre-journal le détail de ses activités dans ce domaine.

EVALUATION DES ACTIVITÉS D'ÉDUCATION SANITAIRE

L'évaluation est le processus au moyen duquel on détermine, sur le plan qualitatif ou quantitatif, le degré de réussite que l'on a obtenu par rapport à un objectif déterminé à l'avance. Elle a essentiellement pour but d'améliorer le rendement des activités d'éducation sanitaire et, en tant que telle, l'évaluation doit constituer une activité continue incorporée au programme dès le stade de la prévision. Ce qui ne veut pas dire que l'évaluation n'a pas d'autre but: en effet, elle permettra aussi de vérifier les hypothèses que l'on a avancées lors de la conception du programme, etc.

Pour faciliter la compréhension et la collecte des données, on pourrait envisager l'évaluation sous trois rubriques: les structures, les méthodes et les résultats. Cette classification correspondra du reste à la structure hiérarchique à laquelle on a fait allusion plus haut (page 174). Les apports du premier degré pourront être rangés sous la rubrique des structures, les objectifs de second rang consacrés aux activités feront partie des « méthodes », tandis que les échelons suivants compteront parmi les résultats.

Les informations de base devront être envisagées comme partie intégrante de l'évaluation et les données recueillies pour la planification du programme y suffiront. Une fois que l'on aura établi les indices d'évaluation, on se reportera à nouveau aux données de base pour vérifier qu'elles donnent bien la juste mesure de la situation actuelle des indices et, dans la négative, on recueillera des informations supplémentaires.

Encore que ce ne soit pas ici le lieu d'examiner en détail les données à recueillir au titre des trois rubriques: structures, méthodes, résultats, le plan d'évaluation devrait viser à obtenir des réponses aux types de questions ci-après:

Structures

- 1) Qui sera chargé de l'éducation sanitaire?

- 2) A-t-on défini les attributions des responsables de l'éducation sanitaire?

- 3) Ces responsables ont-ils reçu une formation adaptée aux activités dont ils seront chargés?

- 4) Les besoins de la formation professionnelle sont-ils périodiquement analysés?

- 5) Sur quelle structure repose la coordination des membres du personnel aux différents niveaux?

- 6) A quoi reconnaît-on qu'il y a effectivement coordination?

- 7) Existe-t-il un système permettant d'assurer un apport régulier de matériel et de fournitures?

- 8) A combien se montent les crédits affectés à l'éducation sanitaire et comment sont-ils dépensés?

Méthodes

- 1) Existe-t-il un plan d'action pour les activités d'éducation sanitaire, et est-il conçu en fonction d'une collectivité ou d'un territoire donné?

- 2) Qui participe à ce processus de planification?

- 3) Les diverses activités prévues pour chaque territoire ou collectivité sont-elles effectivement exécutées?

- 4) Les dirigeants ont-ils été identifiés, formés, employés? Dans quelle mesure se comportent-ils en responsables du programme?

- 5) Quelles activités éducatives sont mises en œuvre pour assurer l'entretien des ouvrages terminés?

Résultats

- 1) Observe-t-on chez la population un progrès des connaissances à l'égard des problèmes sanitaires et des activités d'hygiène du milieu que l'on s'est proposé de résoudre?

- 2) Les gens ont-ils l'impression que les transformations du comportement que l'on essaie d'introduire sont approuvées par leurs amis, leurs employeurs, leurs chefs spirituels et les différents groupes sociaux auxquels ils appartiennent?

- 3) Quels changements d'attitude observe-t-on au sein de la population?

- 4) Dans quelle mesure les objectifs matériels prévus sont-ils réalisés?

- 5) Quel est le pourcentage d'utilisation, qui sont les usagers, et les non-usagers?

- 6) Les installations sont-elles correctement entretenues?

- 7) Quels autres signes permettent de dire que les installations construites remplissent leur objet, tant sur le plan des objectifs intermédiaires que des buts à long terme?

En ce qui concerne les variables touchant aux structures et aux méthodes, l'évaluation devra être pratiquée à intervalles réguliers et rapprochés. Le personnel attaché au projet pourra évaluer périodiquement, sans procéder à des enquêtes spéciales, les modifications accusées par les variables relatives aux connaissances et aux attitudes ainsi qu'aux autres résultats. Selon les crédits disponibles, le plan d'évaluation pourrait comporter également certaines enquêtes par sondage.

Organisation de la santé publique

MINISTÈRES, DÉPARTEMENTS OU ORGANISMES DE SANTÉ PUBLIQUE

L'organisation des services de santé publique varie d'un pays à l'autre, mais elle suppose toujours une hiérarchie des devoirs et responsabilités. La personne placée au sommet de cette hiérarchie porte, dans certains pays, le titre de Chef des services de santé, dans d'autres celui de Directeur, dans d'autres encore celui de Ministre. Ce chef, ou directeur, délègue ses responsabilités, partiellement ou intégralement, à d'autres personnes placées sous ses ordres. Mais, en toutes circonstances, c'est lui qui demeure responsable du développement et des activités de l'ensemble des services.

Ces services sont généralement divisés en deux branches : branche administrative et branche technique. La branche administrative comporte, dans beaucoup de cas, une section du personnel, une section du budget et des finances, et une section de législation, tandis que la branche technique, de son côté, comprend deux divisions : l'une s'occupant de la prévention et l'autre du traitement des maladies (section de médecine préventive et section de médecine curative). Dans certains pays, il existe également une section sociale.

La section de médecine préventive comporte généralement les subdivisions suivantes :

- 1) service de lutte contre les maladies transmissibles (tuberculose, maladies vénériennes, maladies quarantennaires, paludisme);
- 2) service de statistiques sanitaires (enregistrement, classification, contrôle et interprétation des statistiques sanitaires);
- 3) service de protection maternelle et infantile;
- 4) service de laboratoires (examens bactériologiques et chimiques);
- 5) service d'éducation sanitaire;
- 6) service d'assainissement.

La section de médecine curative est responsable du fonctionnement, de la gestion et des activités des hôpitaux généraux ou spécialisés ainsi que de certains services de traitement.

Les services centraux sont en outre chargés d'étudier les besoins, d'établir les programmes, de promouvoir la mise en œuvre des activités et d'évaluer les résultats obtenus.

Des services analogues aux services centraux sont placés aux différents échelons de la structure administrative du

pays. Leur personnel a pour tâche d'appliquer les programmes établis, tout en assurant le contrôle nécessaire, tant sur le plan technique que sur le plan administratif.

Une telle organisation a des obligations envers la population et celle-ci a le droit d'exiger que les services assurés par les différentes sections et divisions lui soient profitables. En échange, par l'intermédiaire des impôts qu'elle verse, la population contribue au financement des activités des services de santé; elle facilite également leur action en collaborant directement ou indirectement avec eux, selon les circonstances et les besoins.

Pour récapituler, dans toute organisation de la santé publique, les notions essentielles — responsabilités, droits, financement — dépendent des besoins de la population considérée et ce sont ces besoins qui déterminent la nature des activités des ministères, départements et organismes nationaux de santé publique. La mise en œuvre de ces activités, à son tour, dépendra des crédits et du personnel disponibles.

LE SERVICE DE LUTTE CONTRE LES MALADIES TRANSMISSIBLES

Ce service représente le centre nerveux de la médecine préventive. Il a pour tâche de dépister les maladies transmissibles, de vérifier les diagnostics médicaux par des contrôles au laboratoire, de signaler les cas et d'en tenir des dossiers. Tout le travail de l'épidémiologie se trouve concentré dans ce service, qui ainsi organise et entreprend des enquêtes sur tous les cas de maladies transmissibles.

L'investigation des sources d'infection terminée, le service met en marche les mesures préventives nécessaires telles que : isolement, quarantaine, désinfection, ou hospitalisation des cas. Il se préoccupe également de la vaccination.

Dans les cas d'épidémie et dans la lutte contre les grandes endémies, des cartes spéciales sont préparées qui permettent d'observer la distribution géographique des cas de maladie, leur progression ou leur régression, et leur prévalence.

LE SERVICE DE STATISTIQUES SANITAIRES

L'organe qui aide le plus à déterminer les besoins réels d'une population en matière de santé publique ou les activités sanitaires à mettre en œuvre pour assurer

le bien-être de cette population est le service de statistiques sanitaires. Les données statistiques sont donc nécessaires aussi bien pour planifier les activités que pour en évaluer l'efficacité.

Les premiers renseignements que le service de statistiques sanitaires devra recueillir sont ceux qui ont trait aux naissances et aux décès.

Les statistiques de mortalité n'étant plus suffisantes actuellement pour nous renseigner sur l'état sanitaire d'un pays, on a également recours aux statistiques de morbidité.

Les statistiques de morbidité permettent d'étudier l'incidence et la distribution des maladies. Deux taux résumant la situation de la morbidité: le *taux d'incidence* et le *taux de prévalence*. Pour la définition de ces deux termes, on se référera au chapitre I (pages 13 et 14).

Les principales sources de renseignements sur la morbidité sont les déclarations faites par les médecins, institutions et autres organismes. La déclaration des cas est obligatoire dans certains pays et pour certaines maladies; elle est facultative dans d'autres. Dans la plupart des pays, des règlements précisent quelles sont les maladies à déclaration obligatoire.

Pour recueillir des informations sur la morbidité, une autre méthode consiste à effectuer des sondages. Les enquêtes par sondage présentent d'énormes avantages si elles sont employées à bon escient.

En résumé, on peut dire que l'étude statistique permet de connaître une situation et de suivre son évolution.

L'élaboration des statistiques sanitaires comporte plusieurs phases:

- 1) rédaction des documents médicaux (fiches et dossiers);
- 2) transcription éventuelle des informations sur des documents statistiques appropriés (fiches, listes) et envoi de ces documents au service central de statistiques sanitaires, directement ou par la voie hiérarchique normale;
- 3) manipulation de la documentation recueillie (classement, tri);
- 4) publication des résultats sous forme de tableaux statistiques de synthèse; étude et interprétation de ces tableaux.

LE SERVICE DE PROTECTION MATERNELLE ET INFANTILE

Ce service se préoccupe de la santé des mères, des bébés et des enfants. Il se divise en général en deux sections: une section d'hygiène infantile proprement dite, qui a pour tâche de préserver la santé des mères et de leurs enfants dès avant la naissance de ces derniers et jusqu'à la période préscolaire, et une section d'hygiène scolaire.

La première section entretient des cliniques prénatales où les femmes en état de grossesse reçoivent les

soins appropriés. Elle supervise également le travail et la formation des sages-femmes, prodigue des soins aux nouveau-nés et aux mères dans les cliniques post-natales, enseigne les éléments de nutrition. Des visites effectuées aux foyers par des infirmières visiteuses aident les mères à maintenir un environnement sain et permettent au service de contrôler l'état de santé des familles et de préserver la santé des enfants jusqu'à l'âge scolaire. Les activités effectuées par cette section sont essentielles pour réduire la mortalité infantile.

Les médecins et infirmières de la section d'hygiène scolaire ont pour tâche d'examiner les enfants à l'école afin de déterminer la présence de maladies transmissibles et les infirmités physiques dont ils pourraient souffrir. On profite aussi de ces examens pour appliquer les tests pour la tuberculose et vacciner les enfants. La section d'hygiène scolaire, par ailleurs, en collaboration avec le service d'éducation sanitaire, enseigne aux enfants les principes et la pratique de l'hygiène publique.

LE SERVICE DE LABORATOIRES

Il est impossible de faire fonctionner efficacement une organisation d'hygiène publique sans un service de laboratoires. C'est justement ce service qui identifie les types d'infection, permet de vérifier les diagnostics des médecins et se charge de fournir toutes les données scientifiques pour établir la salubrité ou l'insalubrité des substances diverses utilisées par l'homme.

Les laboratoires effectuent également les examens chimiques et bactériologiques de l'eau des approvisionnements publics ou privés, des eaux d'égout, du lait et d'autres aliments; ils font des analyses de produits pharmaceutiques, ainsi que des analyses bactériologiques et microscopiques permettant d'établir le diagnostic de la tuberculose, du paludisme, des maladies vénériennes et de toutes les affections parasitaires et intestinales.

Par ailleurs, les laboratoires effectuent des travaux de recherche.

LE SERVICE D'ÉDUCATION SANITAIRE

L'éducation sanitaire est une des activités essentielles de toute organisation de santé publique; elle revêt une importance particulière dans les pays en voie de développement, où l'éducation tout court n'a pas encore atteint un stade avancé et où le bénéfice des services publics ne s'est pas fait sentir dans la population entière. Un service d'éducation sanitaire doit pouvoir utiliser des moyens appropriés, accessibles aux populations selon leur niveau d'éducation, pour inculquer à celles-ci les principes qui régissent la préservation de la santé. Il doit préparer et réunir la documentation nécessaire sur les problèmes de santé des populations et les solutions que propose l'organisation de la santé publique. Il

doit s'adresser à toutes les couches de la population. Pour cela, il s'efforcera :

1) de préparer des campagnes d'information en instituant des journées ou des semaines de santé destinées à faire valoir l'importance de certaines mesures relatives au bien-être de la population;

2) d'instruire le public sur la valeur et l'efficacité des programmes d'hygiène;

3) d'instituer, pour les écoles et universités, des programmes spéciaux d'éducation capables de sensibiliser favorablement les jeunes vers la pratique de l'hygiène et une bonne compréhension des problèmes de santé publique;

4) d'organiser des séminaires pour les membres du personnel de l'organisation de santé, afin de leur permettre de se recycler régulièrement et de maintenir chez eux l'ambition de perfectionner leur travail;

5) de mettre à la disposition du personnel qui opère sur le terrain, des films, des photos, affiches, bulletins, conférences qui pourront aider ce personnel à instruire la population.

Sans appartenir au service d'éducation sanitaire, le technicien sanitaire y prend toutefois une part active par la diffusion des informations préparées par ce service, ce qui lui est d'autant plus facile qu'il est constamment en relation directe avec le public.

LE SERVICE D'ASSAINISSEMENT

Nous avons déjà mentionné, dans l'introduction de ce manuel, les diverses activités relatives à l'assainissement. Il n'est toutefois pas obligatoire que toutes ces activités soient à la charge du service d'assainissement de la section de médecine préventive. Les fonctions d'un département de santé publique dans le domaine de l'assainissement varient d'un pays à l'autre, et selon qu'il s'agit de milieu urbain ou de milieu rural.

Tandis que le service s'intéresse à l'approvisionnement en eau potable, il peut assumer pleine et entière responsabilité des approvisionnements en eau des zones rurales, mais ne fera que contrôler la potabilité de l'eau des agglomérations urbaines, où la purification, la distribution de l'eau et l'entretien des systèmes d'approvisionnement sont confiés à un autre service gouvernemental. Il en est de même de l'évacuation et du traitement des eaux usées, mais la construction de latrines fait automatiquement partie des fonctions du service d'assainissement.

La collecte et l'évacuation des ordures ménagères et déchets relèvent en général des municipalités, qui entretiennent leurs propres services d'assainissement.

Par contre, la lutte contre les insectes vecteurs et les rongeurs, l'hygiène des denrées alimentaires, l'hygiène

de l'habitat, sont des activités essentielles du service d'assainissement ou de santé publique.

En résumé, le service exerce un droit de contrôle sur toutes les activités d'hygiène du milieu par ses inspections et ses conseils aux départements intéressés. Il collabore étroitement avec les autres services d'hygiène publique: dans les enquêtes épidémiologiques du service de lutte contre les maladies transmissibles, avec le service de laboratoires, le service d'éducation sanitaire et le service de statistiques sanitaires.

LES BESOINS ET LES TÂCHES OU FONCTIONS

Les fonctions ou tâches du technicien sanitaire varient selon les besoins sanitaires et en personnel des services, la nature et l'envergure des programmes, la structure des organismes au sein desquels il est appelé à les exercer, etc.

Les besoins sanitaires et en personnel

Très peu d'études ont été faites en matière de planification des personnels d'assainissement; par conséquent, des méthodes d'estimation des besoins dans cette catégorie de personnel attendent d'être formulées. Grâce cependant à de nombreuses études relatives aux personnels de santé, qui se sont multipliées au cours des dernières années, certaines techniques apparentées ont été mises en œuvre. Il ne fait aucun doute que ces techniques de planification des personnels de santé peuvent être appliquées à la détermination des besoins en personnel d'assainissement; elles sont connues sous les rubriques suivantes:

- a) rapport entre les effectifs du personnel de santé et ceux de la population;
- b) fixation d'objectifs sous forme de services à assurer;
- c) demande de services;
- d) besoins sanitaires.

La méthode la plus couramment utilisée, à cause de sa simplicité, consiste à déterminer le rapport qui doit exister entre les effectifs du personnel de santé et ceux de la population; ensuite, les projections sont faites en fonction d'un rapport idéal à atteindre. Cette méthode ne tient aucun compte des conditions et besoins sanitaires réels; dans le domaine particulier de l'assainissement, elle s'avérerait plus qu'imparfaite, étant donné qu'elle ignorerait les lacunes de services considérés comme des impératifs sociaux, tels que l'approvisionnement en eau potable, l'évacuation des eaux usées et déchets solides, le contrôle des vecteurs, etc.

La méthode dite de « fixation des objectifs » est basée sur des critères qui sont ou choisis arbitrairement ou appliqués dans des pays dits développés; dans le meilleur des cas, ces critères sont établis sur la base d'estimations

faites par des planificateurs et des administrateurs, mais en l'absence d'un plan national d'action sanitaire et de données précises relatives aux caractéristiques propres des populations dont, en plus, les besoins sanitaires réels n'ont pas été déterminés de façon rationnelle.

Au stade actuel de développement des pays dits « en voie de développement » et des méthodes d'analyse applicables à la planification des personnels de santé, l'utilisation conjointe de l'approche fondée sur la « demande de services » et de la méthode dite « des besoins sanitaires » permet d'aboutir à des conclusions plus rassurantes. Cette utilisation conjointe des deux méthodes permet de définir les lacunes existant dans les systèmes sanitaires et se prête en outre à une analyse de l'insuffisance des ressources humaines.

Les causes de l'insuffisance notoire de l'assainissement sont assez bien connues. Les déficiences qui subsistent dans les services sanitaires traduisent d'une part les besoins probables des populations en matière d'hygiène du milieu, et permettent d'autre part d'estimer les effectifs de personnel nécessaires pour répondre à ces besoins. Dans le cadre de l'assainissement de ces pays, les besoins se manifestent principalement dans les domaines suivants :

- aménagement des réseaux de distribution d'eau;
- évacuation et élimination des déchets liquides et solides;
- hygiène des aliments;
- contrôle des vecteurs de maladies et des rongeurs;
- hygiène du logement.

D'autre part, s'il est généralement admis que les conditions de milieu et le niveau de développement peuvent varier suivant les pays, il est aussi admis que les activités d'assainissement peuvent être réalisées par trois catégories de personnel, à savoir :

- l'ingénieur sanitaire,
- le technicien d'assainissement,
- le technicien adjoint d'assainissement,

le technicien d'assainissement étant l'agent intermédiaire entre l'ingénieur sanitaire et l'exécutant à l'échelle périphérique. Une quatrième catégorie de personnel comprend les ouvriers et manœuvres sans qualification particulière.

Les tâches ou fonctions

A ce sujet l'expérience montre que, lorsque ce personnel est appelé à remplir des fonctions de soins, de dépistage de maladies, d'enregistrement des décès et naissances — convenant mieux à des infirmières visiteuses d'hygiène ou autres agents moins qualifiés —, la plus grande partie de son temps est consacrée à ces activités au détriment de l'assainissement. L'assainissement n'est pas un « sous-produit » des services de protection et de promotion de la santé, ni l'agent qui le pratique une sorte de « bon-à-

rien » ou « bon-à-tout-faire ». Il convient par conséquent que les tâches confiées au technicien d'assainissement soient suffisamment précises, aussi bien sur le plan théorique que sur le plan de la pratique quotidienne, et qu'elles soient définies en fonction des besoins.

Les principales fonctions ou attributions incombant au technicien d'assainissement peuvent être groupées comme suit :

Fonctions techniques

Elles comprennent :

- l'évaluation des conditions de vie, et en particulier l'inventaire des conditions de l'hygiène du milieu dans la zone de travail. Cet inventaire s'établit grâce à des enquêtes qui permettent d'identifier les éléments, la nature et l'ampleur des problèmes de l'hygiène du milieu;
- la planification des programmes et activités d'assainissement en milieu rural;
- l'élaboration des plans et devis en vue de la construction et l'aménagement d'installations sanitaires simples et peu coûteuses, y compris la révision des plans préparés par d'autres services gouvernementaux, des organismes privés ou des particuliers;
- l'exécution et l'évaluation des projets élaborés en vue d'améliorer les conditions de l'hygiène du milieu en zone rurale.

Fonctions administratives

Les principales fonctions administratives du technicien d'assainissement sont :

- la préparation de fiches pour enquêtes sanitaires; de registres où seront inscrits ses activités journalières, les progrès réalisés et autres données et informations essentielles; de tableaux et graphiques montrant l'évolution de la situation en fonction du temps;
- l'élaboration d'un plan de travail pour lui-même et ses adjoints leur permettant de visiter à intervalles réguliers les différentes subdivisions administratives de sa zone de travail, d'y exécuter des travaux et d'évaluer les progrès réalisés;
- l'analyse et la compilation des données résultant des enquêtes sanitaires ou de celles recueillies à l'occasion de ses visites;
- la préparation de causeries et de séances de démonstrations à l'intention des professeurs et des élèves des écoles et d'autres groupes dynamiques de la population;
- la rédaction de rapports mensuels, trimestriels, annuels, et de rapports spéciaux couvrant certaines activités spécifiques, entreprises par exemple à l'occasion d'une épidémie d'une maladie transmissible ou d'un programme intensif de désinfection, de désinsectisation, de dératisation.

Fonctions d'inspection et de surveillance

Elles sont extrêmement importantes, car elles constituent la « raison d'être » du technicien qui est chargé de veiller à la mise en application de la législation et des règlements sanitaires. Ces fonctions s'exercent principalement dans les domaines de l'hygiène alimentaire, de la salubrité du logement et de l'évacuation des déchets liquides et solides, et comprennent :

- l'inspection des marchés publics, hôtels, restaurants, confiseries, pâtisseries, laiteries, magasins d'alimentation, etc., y compris la surveillance du personnel affecté à la préparation et à la manipulation des aliments;
- l'inspection des institutions publiques ou privées telles qu'hôpitaux, écoles, salles de spectacles; des installations de traitement de l'eau et d'évacuation des eaux usées; de la collecte des champs d'épandage des ordures ménagères; des installations industrielles, etc.

Fonctions éducatives

Elles comprennent :

- la formation des techniciens adjoints d'assainissement, et la participation aux programmes de formation d'autres membres de l'équipe de santé ou des personnels des services de développement communautaire, par exemple;
- l'éducation sanitaire à l'intention de la population et des groupes dynamiques de la communauté.

Fonctions de coordination

Elles visent à compléter l'action d'ensemble des différents membres de l'équipe de santé. Membre important de cette équipe, le technicien d'assainissement doit connaître les fonctions des autres agents de la santé et apprécier le caractère complémentaire de ses propres activités. Son travail doit être coordonné et intégré dans le programme sanitaire d'ensemble.

LES PROBLÈMES DE LA FORMATION DU TECHNICIEN SANITAIRE ET DE DÉVELOPPEMENT DU PERSONNEL

Dans le domaine particulier de la formation de personnel de l'assainissement, les programmes proposés ne tiennent pas toujours compte des besoins et des ressources des pays. D'autre part, les attributions et tâches de ce personnel ne sont pas bien définies, ou elles l'ont été indépendamment des besoins et de la demande de services sanitaires. Aussi convient-il de déplorer la disparité des programmes, de la durée de formation, des sujets d'études, dans les différents pays en voie de développement qui, s'ils diffèrent par la situation géographique, le relief, le climat, les ressources naturelles, etc., n'en ont pas moins

plusieurs points en commun, tels que l'organisation structurelle, l'administration de ces services, les besoins en personnel, etc.

L'approche la plus rationnelle susceptible d'obvier aux inconvénients et déficiences précités consiste à définir les objectifs éducationnels des programmes de formation en fonction des besoins et des tâches.

Définir les objectifs éducationnels consiste à indiquer ce que le diplômé d'un centre de formation sera capable de faire, une fois sa formation achevée. Ces objectifs s'expriment en termes de comportement et doivent préciser ce que l'individu en formation — et non pas l'enseignant — sera capable de faire à la fin de sa formation.

Les lignes qui suivent définissent les termes de comportement correspondant à l'une des tâches essentielles du technicien d'assainissement, à savoir: l'évaluation des conditions de vie et l'inventaire des conditions d'hygiène du milieu dans la zone de travail.

A la fin de sa période de formation, le technicien d'assainissement sera capable de recueillir, par voie d'enquêtes ou d'études spéciales, de compiler et d'analyser en vue de leur exploitation, les données principales suivantes: données démographiques, renseignements d'ordre socio-économique et culturel, caractéristiques médico-sanitaires et, enfin, les caractéristiques du milieu physique et des conditions d'hygiène du milieu; ce sont ces dernières qui présentent le plus d'intérêt pour le personnel d'assainissement, aussi sont-elles exposées un peu plus en détail.

DONNÉES DÉMOGRAPHIQUES

Population actuelle et taux d'accroissement
Densité démographique
Durée de vie
Mouvements migratoires

Renseignements d'ordre socio-économique et culturel

Potentiel économique (les industries agricoles)
Revenus personnels ou familiaux
Occupations de la population
Caractéristiques de l'emploi
Taux de scolarisation
Caractéristiques culturelles, loisirs

Caractéristiques médico-sanitaires

Organisation sanitaire
Établissements sanitaires et leur administration
Nombre et catégories des personnels de santé
Taux de natalité, de morbidité, de mortalité
Maladies les plus fréquemment rencontrées

Taux de mortalité infantile
Demande de soins médicaux
Etat nutritionnel

Caractéristiques du milieu physique et des conditions d'hygiène du milieu

Les enquêtes dans ce domaine permettront au technicien de l'assainissement de développer le sens d'observation des différents problèmes de l'hygiène du milieu et d'identifier, en même temps, les éléments, la nature et l'ampleur de ces problèmes. En outre, les données ainsi recueillies constitueront la base même à partir de laquelle le plan d'action futur pourra être formulé.

A la fin de sa formation, le technicien d'assainissement sera capable :

- d'établir un plan de travail pour mener à bien ses différentes enquêtes, y compris la préparation de fiches, questionnaires, tableaux, schémas, graphiques, dossiers, etc., où seront enregistrées les informations recueillies;
- de dessiner la carte de sa zone de travail montrant les frontières de cette zone et les limites de chacune des subdivisions administratives ou sanitaires qui y sont situées;
- de dresser une carte sanitaire de chaque district, sous-district et village, où seront relevés les terrains sujets à inondation ou susceptibles de retenir des eaux stagnantes;
- de recueillir et compiler graphiquement ou de toute autre façon les informations sur la pluviométrie (fréquence, intensité, durée des pluies), le degré hygrométrique, la température (maximale, moyenne, minimale).

En outre, des enquêtes seront effectuées dans les domaines où les déficiences de l'assainissement se manifestent avec le plus d'urgence, c'est-à-dire en matière d'approvisionnement en eau potable, d'évacuation des excréta et déchets solides, d'hygiène des aliments, de lutte contre les vecteurs de maladie et d'hygiène du logement.

a) Approvisionnement en eau

- Faire l'inventaire des ressources en eau, c'est-à-dire identifier tous les points d'eau et les différents usages qu'on en fait; les localiser sur la carte de la zone de travail; indiquer les sources et la nature des pollutions; relever la topographie du terrain dans un rayon de 50 mètres autour de chaque point d'eau.
- Déterminer le nombre approximatif d'usagers par point d'eau et la distance entre chacun et les maisons les plus proches.
- Décrire les caractéristiques physiques et les conditions d'utilisation de chaque point d'eau; toutes les fois

que cela est possible, déterminer la capacité ou le débit des sources d'approvisionnement en eau.

b) Evacuation des excréta et déchets solides

- Décrire les différents types de cabinets les plus couramment utilisés et les conditions sanitaires et d'utilisation, y compris la capacité des fosses, les dimensions de la dalle, l'existence ou non de couvercle, la présence de mauvaises odeurs, de mouches ou autre vermine.
- Déterminer approximativement le nombre de personnes utilisant un cabinet et la fréquence d'utilisation.
- Indiquer la topographie du terrain à l'emplacement des cabinets, ainsi que la distance entre les cabinets et le puits le plus proche.
- Localiser les endroits où la défécation en plein air est pratiquée couramment, la situation de ces endroits par rapport aux points d'eau, habitations, marchés publics.
- Décrire les méthodes de vidange, de comblement et de désinfection des fosses.
- Déterminer la composition et le volume approximatif journalier des ordures ménagères.
- Décrire les méthodes d'évacuation et de traitement des ordures, les conditions sanitaires et la capacité des champs d'épandage, la distance de ceux-ci par rapport au village, aux points d'eau.

c) Hygiène des aliments

- Décrire les différents établissements où les aliments ou denrées alimentaires sont entreposés, préparés, vendus ou consommés, et en particulier les marchés publics, restaurants, cafés, débits de boisson; les modes de transport des denrées alimentaires; les méthodes de contrôle de la qualité de la viande, du lait et des produits laitiers, et en particulier les conditions sanitaires de l'aire d'abattage, des lieux de traite des vaches par rapport aux sources de contamination, la qualité des récipients de collecte et de transport du lait, ainsi que les moyens utilisés pour le conserver; les méthodes d'abattage et les modes d'évacuation des déchets liquides et solides résultant de l'abattage, et en particulier l'élimination des carcasses et des parties non consommables.

d) Contrôle des insectes, mollusques et rongeurs

- Identifier les insectes, mollusques et rongeurs, en particulier ceux qui sont incriminés dans la transmission des maladies transmissibles les plus courantes dans la zone de travail.
- Reconnaître matériellement les gîtes larvaires, les points d'eau où pullulent les mollusques et les repaires des rongeurs, en relever les caractéristiques physiques et les localiser sur les cartes sanitaires de la zone de travail.

e) Hygiène du logement

- Décrire les types de logement.
- Indiquer la situation des logements par rapport aux terrains sur lesquels ils sont bâtis; les matériaux de construction des planchers, toitures et murs de cloisonnement.
- Décrire les conditions sanitaires des logements relatives à l'aération et à la ventilation, au nombre et aux dimensions des chambres à coucher par rapport au nombre d'occupants.
- Indiquer les modes d'approvisionnement en eau, de transport et d'emmagasinage de l'eau de boisson; d'évacuation des excréta et déchets domestiques; décrire les aménagements pour la conservation et la cuisson des aliments, le bain et les ablutions.

CONCLUSION

Pour terminer ce chapitre, deux observations pertinentes s'imposent. La première est que les objectifs éducationnels définis ci-dessus s'adressent d'une part au technicien d'assainissement appelé à travailler en

zone rurale ou semi-urbaine, ou au niveau provincial, et d'autre part à son seul rôle d'enquêteur.

La seconde observation met l'accent sur deux notions importantes qui sont intimement liées au concept de « formation ». Considérée en tant que système, la « formation » est constituée d'un ensemble d'éléments coordonnés en vue d'obtenir un ensemble d'objectifs. Les objectifs ou « sorties » sont les objectifs éducationnels. Les « entrées » du système sont les élèves dont les attitudes (ou le comportement) et les aptitudes — avant leur participation à l'expérience de formation — doivent être également déterminées avec autant de précision que celles des « sorties ». En effet, puisque la formation implique des changements de comportement, il est indispensable de dresser avec exactitude le profil des élèves à l'entrée, une fois les objectifs (ou sorties) déterminés.

La deuxième notion résulte de l'interprétation actuelle attribuée au terme « formation ». De nos jours, former du personnel ne signifie plus seulement lui inculquer des connaissances techniques; former du personnel, c'est le façonner de façon qu'il puisse s'acquitter efficacement des tâches qui lui sont confiées et pour lesquelles il a été formé, mais c'est aussi et surtout lui offrir des possibilités de se développer, de s'épanouir dans son travail et au sein des organismes où il exerce ses activités.

BIBLIOGRAPHIE

A. Ouvrages utilisés lors de la première édition en 1965

- Albertsen, V. E. et al. (1958). *L'hygiène des viandes*, Genève (*Organisation mondiale de la Santé : Série de Monographies*, N° 33).
- American Public Health Association, Inc. (1965). *Control of communicable diseases in man*, 10th ed. (J. E. Gordon, ed.), New York.
- Besson, A. (1947). *Hygiène de l'habitation*, Paris, Baillière.
- Carrié, R. *Cours élémentaire d'assainissement*, Maroc, Ministère de la Santé publique (document photocopié, s.d.).
- Charlent, H. (1963). *Traité de plomberie et d'installation sanitaire*, 8^e éd., chap. V et XIII, Paris, Garnier.
- Degrémont — France (1963). *Mémento technique de l'eau. Technique et documentation*, Paris.
- Gotaas, H. B. (1959). *Compostage et assainissement*, Genève (*Organisation mondiale de la Santé : Série de Monographies*, N° 31).
- Organisation européenne de Coopération économique (1953). *Collecte et évacuation des ordures ménagères; nettoyage des voies publiques*, Rapport d'un groupe d'experts, Paris (Epuisé).
- Organisation mondiale de la Santé, Comité mixte FAO/OMS d'experts de l'Hygiène du Lait (1957). *Premier rapport*, Genève (*Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn.*, N° 124).
- Organisation mondiale de la Santé, Comité d'experts des Insecticides (1958). *Résistance des insectes et lutte contre les vecteurs*, Genève (*Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn.*, N° 153).
- Organisation mondiale de la Santé, Comité mixte FAO/OMS d'experts de l'Hygiène du Lait (1960). *Deuxième rapport*, Genève (*Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn.*, N° 197).
- Organisation mondiale de la Santé (1965). *Normes internationales pour l'eau de boisson*, 2^e éd., Genève.
- Rochaix, A., Sédallian, P. et Sohier, R. (1964). *Traité d'hygiène*, chap. XII, XXXII, XXXIII, XXXVII et XXXVIII, Paris, Masson.
- Salvato, J. A. (1958). *Environmental sanitation*, New York, Wiley & Sons.
- Verdun, P. et Mandoul, H. (1951). *Précis de parasitologie humaine*, 5^e éd., Paris, Doin.
- Wagner, E. G. & Lanoix, J. N. (1960). *Evacuation des excreta dans les zones rurales et les petites agglomérations*, Genève (*Organisation mondiale de la Santé : Série de Monographies*, N° 39).
- Wagner, E. G. & Lanoix, J. N. (1961). *Approvisionnement en eau des zones rurales et des petites agglomérations*, Genève (*Organisation mondiale de la Santé : Série de Monographies*, N° 42).
4. Organisation mondiale de la Santé (1974) *Règlement sanitaire international* (1969), 2^e éd. annotée, Genève
5. Organisation mondiale de la Santé (1972). *Normes internationales pour l'eau de boisson*, 3^e éd., Genève
6. Wagner, E. G. & Lanoix, J. N. (1961) *Approvisionnement en eau des zones rurales et des petites agglomérations*, Genève (*Organisation mondiale de la Santé : Série de Monographies*, N° 42)
7. Gotaas, H. B. (1959) *Compostage et assainissement*, Genève (*Organisation mondiale de la Santé : Série de Monographies*, N° 31)
8. Gloyna, E. F. (1972) *Bassins de stabilisation des eaux usées*, Genève (*Organisation mondiale de la Santé : Série de Monographies*, N° 60)
9. Organisation mondiale de la Santé (1974) *Manuel pratique de lutte antilarvaire dans les programmes antipaludiques*, Genève (OMS, Publication offset N° 1)
10. Organisation mondiale de la Santé (1973) *Schéma du traitement des intoxications dues aux produits anticholinestérasiques (carbamates, composés organophosphorés et organochlorés)* (Tirage à part de: *Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn.*, N° 513, pp. 58-60)
11. Organisation mondiale de la Santé, Comité mixte FAO/OMS d'experts de l'Hygiène du Lait (1957) *Premier rapport*, Genève (*Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn.*, N° 124)
12. Organisation mondiale de la Santé, Comité d'experts de l'Habitat dans ses Rapports avec la Santé publique (1962) *Premier rapport*, Genève (*Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn.*, N° 225)
13. Andrzejewski, A. et al. (1967) *Le rôle des services de santé publique dans les programmes de construction de logements*, Genève (*Cah. Santé publ.*, N° 25)
14. Organisation mondiale de la Santé (1967) *Mode d'appréciation de l'hygiène de l'habitat*, Genève (*Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn.*, N° 353)
15. Assar, M. (1971) *Guide d'assainissement en cas de catastrophe naturelle*, Genève
16. Organisation mondiale de la Santé (1970) *Planification, organisation et administration des programmes nationaux d'hygiène du milieu*, Genève (*Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn.*, N° 439)

Ouvrages non cités

- Abdussalam, M. et al. (1966) *Hygiène du lait*, Genève (*Organisation mondiale de la Santé : Série de Monographies*, N° 48)
- Araoz, J. de et al. (1970) *Principes et méthodes de la lutte contre le choléra*, Genève (*Cah. Santé publ.*, N° 40)
- Cox, C. R. (1967) *Techniques et contrôle du traitement des eaux*, Genève (*Organisation mondiale de la Santé : Série de Monographies*, N° 49)
- Ellis, H. M. et al. (1970) *Les collectivités aux prises avec les problèmes des matières usées*, Genève (*Cah. Santé publ.*, N° 38)
- Huisman, L. & Wood, W. E. (1975) *La filtration lente sur sable*, Genève
- Okun, D. A. & Ponghis, Co. *Collecte et évacuation des eaux usées des collectivités*, Genève (sous presse)

B. Publications de l'Organisation mondiale de la Santé

Ouvrages cités dans le texte

1. Organisation mondiale de la Santé, Comité d'experts de l'Assainissement (1952) *Deuxième rapport*, Genève (*Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn.*, N° 47)
2. Organisation mondiale de la Santé (1967) *L'enseignement de l'hygiène du milieu aux ingénieurs*, Genève (*Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn.*, N° 376)
3. Cassel, J. et al. (1971) *Enseignement et formation des ingénieurs en hygiène du milieu*, Genève

- Organisation mondiale de la Santé (1960) *Guide d'hygiène et de salubrité dans les transports aériens*, Genève
- Organisation mondiale de la Santé (1965) *L'urbanisme et l'aménagement urbain dans leurs rapports avec l'hygiène du milieu*, Genève (Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn., N° 297)
- Organisation mondiale de la Santé (1967) *Lutte contre les mollusques et prévention de la bilharziose*, Genève (Organisation mondiale de la Santé: Série de Monographies, N° 50)
- Organisation mondiale de la Santé (1973) *Approvisionnement public en eau: méthodes de collecte et de présentation des données*, Genève (Org. mond. Santé Sér. Rapp. techn., N° 490)
- Organisation mondiale de la Santé (1973) *Lutte antivectorielle en santé internationale*, Genève
- Lamoureux, V. B. (1968) *Guide d'hygiène et de salubrité à bord des navires*, Genève
- Rajagopalan, S. & Shiffman, M. A. (1975) *Mesures d'hygiène simples contre les maladies intestinales*, Genève
- Salvato, J. A. *Guide to sanitation in tourist establishments*, Genève (A paraître)

C. Autres publications

- Chanlett, E. T. (1973). *Environmental protection*, New York, N.Y., McGraw-Hill.
- Clay, H. H. (1972). *Clay's Public health inspector's handbook*, revised by F. G. Davies, 13th ed. London, Lewis.
- Freedman, B. (1957). *Sanitarian's handbook; theory and administrative practice*, New Orleans, La., Peerless Publishing Co.
- Hanlon, J. J. (1969). *Principles of public health administration*, 5th ed., St. Louis, Mo., Mosby. 658 pages.
- Hatlen, J. B. (1970). *Basic academic preparation for a professional sanitarian. J. environm. Hth*, 33, N° 1, p. 33-36.
- Lapeyssonnie, L. (1970). *Eléments de médecine préventive et sociale sous les tropiques*, 2 vol., Marseille, Ecole de spécialisation du Service de Santé pour l'Armée de Terre.
- Pierre-Noël, L. (1970). *Manuel de santé publique*, Paris, Maloine.
- Salvato, J. A. (1972). *Environmental engineering and sanitation*, 2nd ed., New York, N. Y., John Wiley & Sons, Inc.