Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 91 (1965)

Heft: 13: Epuration des eaux usées - Sauvegarde des eaux naturelles - Incinération des ordures, fascicule no 1

Artikel: Principales mesures de prévention des pollutions industrielles et ménagères des eaux superficielles et souterraines

Autor: Bosset, Eric

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-67662

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

PRINCIPALES MESURES DE PRÉVENTION
DES POLLUTIONS INDUSTRIELLES ET MÉNAGÈRES DES EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES

par ERIC BOSSET, Dr ès sciences, inspecteur des eaux du canton de Vaud

Parmi les grands problèmes de notre civilisation, celui de la pollution des eaux revêt une acuité croissante. En modifiant, en perturbant de façon souvent profonde les caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques de l'eau, la pollution progressive tant des eaux superficielles que de celles souterraines, provoquée par la décharge de résidus liquides, solides ou gazeux, rend ces eaux dangereuses pour la santé publique, nuisibles pour l'abreuvage du bétail et la vie du poisson, impropres aux usages domestiques, agricoles et industriels.

Cela étant, comment remédier à une situation déjà critique, pour ne pas dire alarmante dans certaines régions fortement industrialisées ? Tout naturellement, on peut se demander si les procédés de traitement connus à l'heure actuelle sont suffisants pour lutter efficacement contre les pollutions dues aux eaux usées domestiques, industrielles et agricoles, aux dépôts d'ordures ménagères et de résidus industriels, au stockage et au transvasement des produits pétroliers, etc. D'emblée, il faut reconnaître qu'il n'existe pas de « procédés miracles », économiquement défendables.

Dans ces conditions, n'existe-t-il pas d'autres moyens susceptibles de prévenir la pollution des cours d'eau, des lacs et des nappes aquifères, ou mieux, de supprimer les causes de pollution ? Ceci nous amène à exposer les dispositions techniques permettant de résoudre de façon satisfaisante les principaux cas de pollutions tant chroniques qu'accidentelles. Souvent, il s'agit de mesures qui, prises individuellement, contribuent dans une large mesure à l'assainissement recherché.

La présente communication ne traite que les points essentiels ; elle n'a donc pas la prétention d'épuiser le vaste et complexe problème de la lutte contre la pollution des eaux. Par ailleurs, il ne sera pas question des mesures de défense prises par les distributeurs d'eau, visant la protection de leurs captages d'eaux souterraines.

Avant tout, il importe d'attirer l'attention sur le fait que la protection des eaux souterraines et lacustres doit s'appliquer non seulement aux eaux déjà captées ou pour lesquelles des captages sont à l'étude, mais aussi aux eaux susceptibles d'être captées dans un avenir plus ou moins éloigné. Sinon, le problème de l'approvisionnement en eau potable et en eau d'usage risque dans maintes régions de se heurter à des difficultés quasi insurmontables, en raison des besoins sans cesse accrus nécessitant des prélèvements d'eau toujours plus élevés. Protection contre la pollution et conservation des eaux sont étroitement liées !

Dans cet ordre d'idées, la législation vaudoise du 20 mai 1958 sur la protection des eaux, avec règlement d'application du 26 décembre 1958, vise à protéger toutes les eaux, sans exception, contre la pollution ou toute autre altération. Quelques dispositions méritent d'être soulignées. Sont interdits :

— le déversement de substances toxiques (notamment le purin, les eaux résiduaires de silos à fourrage, les résidus solides de distillation, etc.) dans les eaux publiques ou privées, ainsi que dans tout collecteur d'égout ou de drainage aboutissant directement ou indirectement dans ces dernières ;
— la décharge d'ordures, de résidus industriels et autres matières solides de nature à polluer l'eau, aussi bien sur les berges d'un cours d'eau ou sur les rives d'un lac que dans les excavations naturelles ou artificielles pouvant être en relation avec les eaux souterraines utilisées ou utilisables.

Les matières qui, par leur nature, leur température ou leur concentration, présentent un danger pour la conservation des canalisations d'égout et autres ouvrages, ou entravent le bon fonctionnement de l'installation d'épuration, doivent être préalablement soumises à un traitement approprié ; les ouvrages et mesures nécessaires sont à la charge du propriétaire.

Enfin, le déversement dans une eau publique ou privée, dans le sous-sol par l'intermédiaire de puits perdus ou de tranchées absorbantes, d'eaux usées ou autres résidus liquides ou gazeux, est soumis à l'autorisation du Département des travaux publics (Service des eaux), qui en fixe les conditions.

Ces dispositions générales impliquent, aussi bien pour les communes que pour les particuliers, l'obligation de respecter certaines conditions de décharge de leurs eaux usées. Plus exactement, aussi bien les eaux résiduaires déversées que les eaux réceptrices doivent satisfaire à certaines normes physiques, chimiques et bactériologiques.

En fait, malgré plusieurs essais de classification des eaux de surface, en fonction de leurs usages, il n'existe pas d'unité de doctrine dans ce domaine. Aussi, sur le plan suisse, l'Association des limnologues cantonaux pour la protection des eaux met actuellement au point des normes de base, plus exactement des directives standardisées concernant les conditions à fixer pour les eaux usées et les émissaires (cours d'eau, lacs, sous-sol). Pour l'instant, il est prépaturé d'indiquer les concentrations admissibles et les limites de pollution tolérables.

Il convient néanmoins de signaler que dans le canton de Vaud, eu égard à l'état pollutif du milieu récepteur, dans la plupart des cas les critères suivants sont fixés pour les eaux usées de toute nature, avant leur décharge :

— Demande biochimique d'oxygène en cinq jours, à 20°C : moins de 20 mg/l en moyenne, 30 mg/l en pleine charge.
— Matières sédimentables : moins de 20, respectivement 30 mg/l, dans les mêmes conditions que ci-dessus.
— pH compris entre 7,0 et 8,0 unités.
— Substances toxiques (recommandations de l'EAWAG, pour les produits les plus courants dans l'industrie des métaux) :

cyanures (en CN) :	0,1-0,5 mg/l	suivant les conditions de dilution dans l'émissaire ;
chromates (en Cr) :	0,2-0,5 mg/l	
cuivre (en Cu) :	0,1 mg/l ;	
zinc (en Zn) :	2,0 mg/l ;	
nickel (en Ni) :	2,0 mg/l.	

Examinons maintenant les conditions générales et particulières à appliquer pour la prévention des principales pollutions industrielles et ménagères (eaux usées urbaines exceptées, cette question étant traitée dans une autre communication).

I. Etablissements industriels

En raison de la grande variété des produits fabriqués de nos jours, à partir de matières premières très diverses et par des procédés plus ou moins complexes, la qualité des effluents industriels est éminemment variable ; elle dépend surtout de la nature des industries. Les eaux résiduaires provenant des industries alimentaires en général : laiteries, brasseries, distilleries, fabriques de conserves, etc., sont riches en matières organiques ; au contraire, les industries métallurgiques, notamment les tréfileries, laminoirs et ateliers de galvanoplastie, libèrent des eaux à caractère minéral dominant ; mais dans beaucoup de cas, en particulier dans les industries textiles, de la cellulose (papeterie et cartonnerie), du cuir, etc., les eaux usées sont chargées de produits fermentescibles et de matières minérales.

Les *différents types d'effluents industriels* peuvent être classés comme suit :

— Eaux de refroidissement n'ayant servi qu'une fois, dont les caractéristiques sont inchangées, à l'exception de la température. En général, elles ne donnent pas lieu à des inconvénients, sauf lorsque l'élévation de la température au point de déversement dépasse plusieurs degrés, influant alors défavorablement sur les conditions de vie du poisson.
— Condensats, eaux de purges de chaudières et de systèmes de refroidissement en circuit fermé, plus ou moins chauds, qui accusent en outre une notable concentration en sels dissous.
— Eaux de fabrication usées qui, entrant dans les processus de fabrication ou servant au lavage des appareils, récipients et locaux, renferment des quantités variables de produits résiduaires, dont certains sont économiquement récupérables. Ces impuretés peuvent être : des substances en solution (produits acides ou basiques, sels divers) ; des matières solides en suspension (éléments grossiers ou fins, produits colloïdaux) ; des émulsions diverses, des liquides non miscibles ; des produits organiques ou inorganiques à caractère oxydant ou réducteur (consommateur d'oxygène) ; des substances antiseptiques ou nocives pour le poisson et la vie aquatique.
— Eaux de surface qui, ruisselant sur les cours et voies de communication, sur les dépôts à ciel ouvert de matières premières et de déchets, peuvent être chargées de produits variés plus ou moins polluants, cas échéant toxiques, même à de faibles concentrations.
— Eaux usées provenant des installations sanitaires, buanderies et cantines.

De ce bref aperçu, il résulte que l'épuration des eaux résiduaires industrielles implique, du *point de vue technique et économique* :

— une implantation judicieuse des établissements industriels, permettant leur raccordement au réseau d'égouts d'une importante agglomération, en vue d'une épuration collective des eaux usées domestiques et des eaux résiduaires industrielles, après prétraitement physique ou chimique approprié de ces dernières, voire encore égalisation du débit et de la composition des effluents complexes. L'expérience montre qu'en général les effluents industriels mélangés aux eaux usées domestiques brutes peuvent être épurés plus efficacement et à meilleur compte dans de grandes stations que seuls à l'usine ;
— une collecte séparée des eaux propres (eaux de refroidissement en circuit ouvert, eaux des toitures) et des effluents pollués, cas échéant en vue d'une dilution ultérieure ;
— un emploi surveillé de la consommation d'eau dans tous les procédés et opérations annexes de lavage, de manière à diminuer le volume et la charge polluante des effluents.

Lorsque les conditions ci-dessus ne peuvent être réalisées, notamment en raison de la configuration des lieux, le déversement des effluents industriels doit être subordonné à un degré d'épuration ou de dilution suffisant et à une surveillance serrée de leur qualité. Dans ce cas aussi, il est avantageux, lorsque tout ou partie d'un effluent chimique est épuré par oxydation biologique, d'y incorporer une eau usée domestique, comme source de micro-organismes et de nourriture pour ces derniers.

Avant de recourir à des traitements spéciaux dans l'usine, il convient de rechercher si moyennant une *dilution avec des eaux propres*, dans des conditions déterminées, et un déversement progressif, les eaux résiduaires peuvent être rejetées sans présenter de toxicité pour le poisson ou engendrer de phénomènes de pollution secondaire. Cette pratique n'écarte cependant pas définitivement tous risques de pollution, en cas de vidange massive ou de nettoyage de cuves en fin d'opération. Par ailleurs, lorsque le débit des eaux de réfrigération est insuffisant pour atteindre le degré de dilution minimum, qu'il faut par conséquent faire appel à d'autres eaux propres (de puits, de distribution, etc.), elle ne présente plus d'intérêt.

Les prétraitements et traitements nécessaires, qui dépendent de la nature et de la charge polluante des effluents, peuvent être réalisés soit en continu, au moyen d'installations automatiques avec appareils d'enregistrement et de réglage, soit de manière discontinue, dans des cuves où les opérations sont réalisées manuellement, pour une quantité donnée d'eaux résiduaires. Ils se ramènent à des méthodes physiques, chimiques et biologiques.

Les *prétraitements courants*, qui ont pour but d'éliminer les substances nuisibles tant pour les égouts que pour les eaux usées domestiques dont elles compromettent l'épuration biologique, sont :

— refroidissement, par ruissellement ou évaporation sur tours ;
— enlèvement des matières flottantes : huiles minérales, goudrons, écumes, etc., par passage dans des séparateurs par gravité ou des bassins spéciaux ; flottation facilitée, suivant les cas, par une injection d'air sous pression, voire combinée à un écumage ;
— décantation en bassin, cas échéant filtration, des eaux très chargées de matières en suspension, avec ou sans addition de floculant ;
— neutralisation sur place des acides et des alcalis, dans un bassin « tampon » suffisant ; neutralisation de l'acidité au moyen de chaux éteinte, de chaux magnésienne, ou encore de pierraille calcaire, etc. ; neutralisation des eaux résiduaires alcalines avec des acides minéraux bon marché ; suivant les cas, neutralisation réciproque des effluents acides et des effluents alcalins détoxiqués ;
— élimination spéciale des substances toxiques (cyanures, chromates, hydrogène sulfuré, phénols, etc.).

Quant aux traitements assurant une *épuration générale des effluents* industriels et permettant, suivant les cas, d'utiliser les eaux en circuit fermé, il s'agit de procédés variés faisant appel aux techniques suivantes : floculation, décantation, filtration, absorption sur charbon actif ou sur résines échangeuses, extraction par la vapeur, stérilisation par le chlore ou l'ozone, épuration

biologique sur lits bactériens ou par boues activées, épandage, etc.

Quelles que soient les techniques mises en œuvre, les produits polluants doivent être éliminés aussi près que possible du lieu de production, en évitant le mélange avec d'autres eaux résiduaires et les complications qui en résulteraient. Par exemple, les eaux acides chromiques et celles alcalines cyanurées d'une industrie métallurgique, seront collectées séparément, les premières en vue d'une réduction chimique des chromates, par le bisulfite de soude ou le gaz sulfureux, à pH 2-2,5 au plus, les secondes aux fins d'une oxydation également chimique des cyanures, au moyen d'hypochlorite de soude ou de chlore gazeux, à pH d'au moins 11 ; l'élimination des métaux lourds sera ensuite réalisée par neutralisation et ajustage du pH, cas échéant moyennant une floculation.

Pour les *traitements discontinus*, les eaux résiduaires (eaux de fabrication et de rinçage) seront recueillies dans des fosses ou bassins d'une capacité égale à la consommation journalière d'eau d'usage ; fosses sans ouverture de trop-plein, mais pourvues d'une vidange près du fond, avec vanne à glissière maintenue normalement fermée. Les inconvénients d'une fausse manœuvre de vanne peuvent être évités en procédant à la vidange au moyen d'une pompe ou d'un giffard.

Les *bains usagés* (décapage acide, dégraissage alcalin, passivation, chromage, zingage, nickelage, cuivrage, etc.) seront déversés dans ces fosses, en vue de leur destruction sous contrôle. Par contre, leur déversement dans les cuves de neutralisation continue sera progressif, de manière à ne pas surcharger l'installation.

La condition préliminaire à la décharge d'effluents traités est le *contrôle de l'innocuité* de ces eaux résiduaires, par des déterminations analytiques spécifiques et sensibles aux faibles concentrations tolérées pour les produits toxiques rencontrés. Les boues fluides détoxiquées seront évacuées à la décharge, au moyen d'un camion-citerne.

Dans le cadre de la prévention des pollutions industrielles, les dispositions suivantes doivent être également prises :

— *Localisation et isolation des pertes et des fuites de produits polluants ou toxiques* par des murets de retenue, des bacs ou des fosses de sécurité, etc., aussi bien pour les installations intérieures que celles à ciel ouvert.
— *Canalisation de ces écoulements* dans les bassins de traitement.
— *Suppression des grilles de sol* dans les ateliers et dépôts où des débordements ou des fuites de produits particulièrement nocifs sont à craindre ; cas échéant, raccordement de ces locaux à une fosse de sécurité, voire de détoxication et de neutralisation.
Il n'est pas inutile de souligner l'intérêt de ces mesures, qui écartent définitivement toutes les difficultés que l'industriel pourrait redouter et permettent utilement de récupérer des matières premières ou des produits finis.
— *Collecte et destruction des produits non dégradables ou inflammables :* huiles de trempe et de coupe, solvants usagés, etc. qui, recueillis par atelier, dans des bidons et tonneaux en métal ou en matière plastique, seront incinérés avec la sciure d'imprégnation des fonds, les déchets d'étoupe, etc.
— *Utilisation de matériaux résistant à la corrosion et aux chocs*, pour les canalisations (PVC ou chlorure de polyvinyle, grès vernissé dans gaine de béton), les bacs et fosses de sécurité (PVC, béton avec revêtement à base de résines époxydes ou en briques spéciales), pour le stockage et la manutention des produits liquides toxiques (tonneaux, bonbonnes et bidons en matière plastique), etc.

II. Stockage et manutention des carburants et combustibles liquides

Les principales sources de pollution des eaux par les produits pétroliers sont :

— fuites des citernes et des tuyauteries (remplissage, aspiration, retour, aération, jauge, etc.) ;
— débordements au remplissage des réservoirs, pertes lors de manipulations ;
— écoulements de pipe-lines.

Nous nous limitons, dans ce qui suit, aux seuls risques de pollution provenant des citernes et des aires de transvasement. L'étanchéité des pipe-lines et leur surveillance constituent un autre problème majeur. Il en est de même des mesures à prendre lors d'accident survenant à des wagons et camions-citernes (fuite massive par renversement), problème qui, faute de temps, ne peut être examiné ici.

Dans la majeure partie des cas, les *fuites de réservoirs en acier* résultent de *corrosions* :

— *externes :* dues aux terrains agressifs, qu'il s'agisse de sols acides ou de sols salins (marne argileuse, glaise, tourbe, matériaux de démolition, etc.), aux courants vagabonds et aux courants galvaniques ; corrosions chimiques ou électrochimiques d'autant plus rapides que la citerne a été construite avec des tôles trop minces, que les soudures ont été mal faites, que l'isolation appliquée en fabrique a été détériorée au cours du transport ou lors de la mise en fosse du réservoir ;
— *internes :* dues à l'eau se trouvant dans la citerne (eau de mer ou eau douce introduite par inadvertance au cours du transport, eau météorique infiltrée par suite d'un manque d'étanchéité de la fermeture du réservoir, eau de condensation), aux « crasses » ou dépôts constitués notamment par des produits soufrés d'huiles de chauffage, à des micropiles prenant naissance par suite d'oxydations différentielles (corrosion électrochimique locale), enfin à l'action conjointe de l'oxygène de l'air et de l'eau de condensation (attaque en général à la partie supérieure de la citerne).
Parmi ces facteurs, l'eau est le pire ennemi ; des quantités minimes suffisent à corroder et perforer en peu de temps des tôles d'acier, surtout si celles-ci sont très minces.

Quant aux *fuites de réservoirs en béton armé*, elles sont imputables aux causes suivantes :

— erreur de calcul des charges ;
— construction défectueuse ;
— fissures dues au retrait, aux variations de température, à un tassement du sol, à un tremblement de terre, etc. ;
— porosité du revêtement intérieur ou résistance insuffisante à l'attaque chimique des hydrocarbures.

Les fuites peuvent aussi provenir d'une corrosion des conduites d'alimentation et de retour.

Enfin, les *débordements et pertes de manutention* résultent de fausses manipulations, de fautes de surveillance, voire même de négligences lors de transvasements, parfois de la rupture du tuyau flexible utilisé à cet effet. En général, il s'agit d'un débordement par l'orifice de ventilation, du fait que la capacité utile du réservoir n'a pas été déterminée auparavant.

Etant donné la durée des inconvénients de la pollution des eaux souterraines par les produits pétroliers et l'impuissance devant laquelle on se trouve pour y remédier, l'installation et l'exploitation des réservoirs de carburants et combustibles liquides impliquent des mesures rigoureuses, destinées à :

— éviter les pertes au maximum ;
— détecter les fuites possibles, obligatoirement dans les régions à terrains aquifères ;
— collecter les épanchements inévitables au cours des transvasements.

Les moyens à mettre en œuvre à cet effet ne manquent pas. Laissant de côté les prescriptions concernant la construction des réservoirs, examinons les dispositions techniques à prendre pour la protection des réservoirs, la détection des fuites et le contrôle périodique de l'étanchéité des réservoirs.

La plupart de ces dispositions permettent de s'opposer efficacement aux effets désastreux de la pollution des eaux par les produits pétroliers. Elles sont cependant d'un coût parfois élevé. Aussi certains milieux contestent le bien-fondé des mesures de protection édictées par les services responsables de la qualité des eaux et de la conservation des réserves aquifères. Seuls ces services sont à même d'apprécier les conséquences de tout atermoiement et de prescrire en connaissance de cause les mesures appropriées.

Il n'est pas nécessaire que des volumes importants d'hydrocarbures soient répandus en une fois : des fuites répétées lors du remplissage des réservoirs ou des suintements des citernes sont de nature à imprégner le sol. La lente progression des produits infiltrés, même dans des terrains pratiquement imperméables à l'eau, permet que de cette façon la pollution atteigne à la longue un degré équivalent à celui d'une fuite massive.

Par ailleurs, toute citerne d'hydrocarbures, quelle que soit sa contenance, peut constituer, suivant les conditions locales, un sérieux risque de pollution pour les eaux souterraines ou pour les eaux superficielles.

Le stockage en sous-sol des produits pétroliers implique une connaissance approfondie des *conditions géologiques et hydrologiques locales* : nature du sol et du sous-sol, présence d'eau souterraine, profondeur du niveau d'eau maximum, proximité de sources ou de captages par puits filtrants, de drainages, d'un cours d'eau ou d'un lac. Il faut en outre tenir compte des facteurs suivants : dimensions et type de réservoir, situation du réservoir par rapport au sol et à l'eau souterraine, conditions topographiques locales, possibilités de captage des eaux souterraines, en fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques.

En bref, chaque cas présente des caractères particuliers, qui doivent être pris en considération lors de l'établissement des mesures de protection contre la pollution. Dans ce domaine, il n'existe pas de solutions standards qui, appliquées systématiquement, seraient suivant les cas, ou insuffisantes ou inutiles.

A l'heure actuelle, il existe plusieurs procédés de prévention des corrosions internes et externes, ainsi que divers dispositifs de sécurité et de détection des fuites, qui tiennent largement compte des connaissances techniques et mises au point les plus récentes.

Ces moyens sont :

Lutte contre la corrosion d'origine interne des réservoirs en acier : aussi bien pour les nouvelles citernes à enterrer que pour celles déjà enterrées et les citernes en cave ou à l'air libre, elle peut être réalisée de manière plus ou moins efficace par :

— emploi d'inhibiteurs, tels le chromate de sodium ou le nitrite de sodium (poudres anticorrosives Havistol K, Inhibitol 66, etc.), qui, utilisées en solution aqueuse et insolubles dans les hydrocarbures, n'en altèrent pas les propriétés. L'importance des additions dépend de la teneur en eau du produit stocké ;
— application de deux ou trois couches de vernis isolant à base de résines synthétiques (Oligol-1, etc.) ;
— revêtement intérieur en feuilles de matière plastique soudées par haute fréquence (PVC. Ironflex).

Lutte contre la corrosion d'origine externe des réservoirs en acier et des tuyauteries : divers procédés, plus ou moins efficaces, sont applicables :

— pour les réservoirs accessibles de tous côtés : application d'une peinture convenable, de préférence à base de brai de houille (Igol-T, etc.) ;
— pour les réservoirs enterrés (avant mise en fouille, la citerne étant soulevée par les œillets de levage) :
  application à froid ou à chaud de plusieurs couches de peinture à base de goudron de houille ou de produits bitumineux ;
  dans les terrains agressifs ou lorsqu'il s'agit de sols douteux, susceptibles de propriétés corrosives : application à chaud, sur les surfaces nettoyées du réservoir, d'un revêtement protecteur continu à base de brai de goudron de houille ou de bitume de pétrole (bitume asphaltique), en imprégnation dans un voile ou feutre de fibres de verre, qui constitue l'armature interne (procédés Indarco et Waberit).
  Actuellement, on emploie toujours plus des bitumes « soufflés », c'est-à-dire partiellement oxydés par insufflation d'air. Les qualités chimiques et mécaniques de ces produits sont nettement supérieures à celles du bitume ordinaire. Cependant, les émaux bitumineux dérivés de la houille offrent une meilleure résistance aux chocs, aux acides et aux bases, aux sels en solution plus ou moins concentrée, aux hydrocarbures, enfin à l'action des bactéries du sol, que ceux dérivés du pétrole. On se rappellera ici que les huiles minérales sont des solvants du bitume classique, oxydé ou non. Aussi, pour éviter toute détérioration du revêtement qui serait provoquée par un débordement au remplissage, il convient — suivant les conditions locales — de munir la citerne d'une vanne de fermeture automatique (full-stop) ;
  étanchement par une enveloppe extérieure en feuilles PVC, après application sur les surfaces soigneusement nettoyées, de feuilles antirouille spéciales et d'une gaine de caoutchouc mousse synthétique (système Ironflex).

De manière à exclure toute détérioration à la couche protectrice, les réservoirs doivent être placés dans 15-20 cm de sable fin, puis recouverts de matériaux sains débarrassés de tout corps coupant (couverture d'au moins 1 m pour les citernes à benzine et 0,50 m pour celles à mazout).

Enfin, lorsqu'un risque particulier de corrosion existe, du fait de l'agressivité élevée du sol ou de la présence de courants vagabonds, il est intéressant d'associer au revêtement une protection cathodique.

Quant aux systèmes d'*étanchement des réservoirs enterrés en béton armé*, qui en général résistent mieux à la corrosion que les citernes en acier, il s'agit de revêtements spéciaux, résistant chimiquement aux hydrocarbures :

La protection extérieure peut être réalisée par application d'une couche de mortier de ciment, puis d'une peinture d'un produit bitumineux ou, mieux, à base de brai de houille (Igol-T convient aussi pour les surfaces enterrées ou immergées).

Pour l'étanchement intérieur des surfaces, y compris de la couverture des réservoirs, divers procédés sont appliqués, l'étanchéité absolue et la durabilité du revêtement ne pouvant être garanties que si le travail est exécuté par une entreprise spécialisée :

— réservoirs à mazout à l'intérieur des bâtiments : application de deux ou trois couches de peinture de protection à base de résines synthétiques (Oligol-2, etc.), mieux de résines époxydes (Colma-Sol, etc.) ; ou revêtement continu à base de résines polyesters (Colmasyn,

qui convient aussi pour l'étanchement des réservoirs d'essence) ;

— réservoirs enterrés pour huiles minérales : chape imperméable spéciale (bojacca au plafond) au mortier gras de ciment (Oléoplast) ; ou étanchement par feuilles PVC soudées par haute fréquence (procédé Ironflex), les parois et le fond du réservoir étant préalablement munis d'une chape lissée au mortier de ciment. Ce second système n'assure l'étanchement ni de la couverture, ni d'une marge de 15-20 cm à la partie supérieure des parois (nécessaire pour le montage du revêtement) ; aussi convient-il de munir la citerne d'un full-stop et d'un trop-plein de sécurité raccordé à un sac extérieur étanche.

En ce qui concerne les *dispositifs de sécurité et de détection des fuites*, il existe, pour les *réservoirs enterrés en acier ou en béton*, différents systèmes :

— Dans les zones où une protection partielle suffit :

Sous le réservoir est placé un radier ou cunette concave en béton armé (I), avec chape étanche aux huiles (Sika ou produit équivalent) et conduite drainante en ciment canalisant les fuites éventuelles dans un sac ou regard de contrôle qui, pourvu d'une paroi plongeante, est raccordé à un puits perdu.

— Dans les zones de protection totale où le réservoir se trouve en permanence au-dessus du niveau maximum des eaux souterraines :

Le réservoir est placé au-dessus d'un bac ou cuvette en béton armé à bords latéraux bien relevés (II), avec chape imperméable et conduite de drainage aboutissant à un puits de contrôle situé latéralement à l'intérieur du bac ; au-dessus de la cuvette, dalle bétonnée ou tapis bitumineux avec enduit résistant aux solvants, empêchant toute infiltration d'eaux de surface.

Dans les zones de plus grands risques, la chape intérieure du bac de sécurité sera doublée par une feuille de PVC.

— Dans les zones de protection totale où le réservoir pourrait se trouver en contact avec les eaux souterraines :

Les citernes à huile doivent être placées dans une cave spéciale visitable, en béton armé (III), avec chape imperméable renforcée sur le radier et les parois (cuvette d'une capacité égale à celle du réservoir) ; les citernes à benzine seront placées dans un bac de sécurité type II, à l'intérieur d'un remblai de terre suffisamment surélevé.

Les dispositifs II et III, d'une efficacité souvent incertaine, peuvent avantageusement être remplacés par un revêtement extérieur complet en feuilles PVC (système Ironflex), avec tube de contrôle entre l'enveloppe et le réservoir, qui, aboutissant au point le plus bas du dispositif, permet la détection des fuites éventuelles et l'alarme immédiate, par l'intermédiaire d'une sonde spéciale reliée à un avertisseur optique ou acoustique.

Pour les citernes à mazout, la solution la plus sûre est leur installation à l'intérieur des bâtiments, dans un local parfaitement étanche situé au niveau le plus bas du bâtiment, sans aucune liaison avec les égouts. Un contrôle efficace et continu peut être exercé facilement. Cette cave doit être réservée au réservoir à huile. Le seuil de la porte sera surélevé, pour assurer en cas de fuite la retenue du contenu entier du réservoir. Les tuyaux de remplissage et d'aération doivent déboucher à l'extérieur du bâtiment.

Un dispositif de sécurité fort judicieux, qui devrait être rendu obligatoire pour les nouvelles citernes et celles existantes, est la vanne de fermeture automatique (full-stop), commandée dans la plupart des cas par un flotteur. Ce dispositif d'arrêt automatique du remplissage lorsque le réservoir est plein écarte pratiquement tout risque de débordement.

Pour les *réservoirs en acier ou en béton au-dessus du sol*, les *mesures de sécurité* suivantes sont applicables :

— Etanchement des socles de fondation par un revêtement continu à base de résines époxydes (Antrol, etc.), protégé par une couche bitumineuse appropriée.

— Détection des fuites :

si le socle est convexe : par des drains placés dans la fondation à la périphérie, tous les 2 m au moins, débouchant à l'air libre dans une goulotte ;

si le socle est concave : par une « marmite » centrale reliée par une tuyauterie étanche à un sac de contrôle extérieur.

Dans les deux cas, la pente de la dalle de support doit être de 2 % au moins.

— Dans les zones d'eaux souterraines non exploitables et sans relation directe avec le réseau hydrographique superficiel :

Aménagement de bassins de rétention au moyen de digues ou d'écrans de terres argileuses damées, destinés à réduire les risques de pollution massive. L'infiltration des fuites sera retardée par le bétonnage du fond et des talus.

— Dans les zones étroitement surveillées, en raison de la présence d'une nappe souterraine exploitable ou en relation directe avec le réseau hydrographique superficiel :

Construction d'un bassin de sécurité en béton armé autour des réservoirs verticaux, d'une cuvette au ras du sol sous les réservoirs accessibles de tous côtés ; bassin ou cuvette avec chape étanche aux huiles, d'une capacité suffisante pour retenir les débordements et autres fuites, jusqu'à concurrence de 25 %, 50 %, voire 100 % du contenu du réservoir, selon les conditions locales.

Cas échéant, les bassins en béton peuvent être remplacés par des bassins en terre damée dont le fond et les talus sont étanchés par des feuilles spéciales de PVC qui, logées entre deux couches de sable fin, offrent une très bonne résistance aux intempéries et à la pourriture.

La construction d'un mur de ceinture souterrain, en béton ou, mieux, en bentonite (argile colloïdale), jusqu'à une profondeur dépassant de deux à trois mètres le sommet de la nappe phréatique, peut être réalisée, pour autant qu'il soit possible, en cas de danger, d'élever le niveau de la nappe par un important apport d'eau.

N. B. : D'une manière générale, l'installation de grands réservoirs pour essence ou huile minérale, etc., qu'il s'agisse de tanks au-dessus du sol ou de réservoirs enfouis dans le sol, doit être proscrite dans les zones de captages d'eau souterraine, existants ou futurs.

A noter qu'une zone de protection étroitement surveillée du point de vue de l'hygiène n'est pas nécessairement identique à celle acquise en vue de la réalisation du ou des captages ; elle dépend des conditions géologiques et hydrologiques dans le secteur considéré.

— Evacuation contrôlée des eaux pluviales, par l'intermédiaire d'un séparateur d'essence et d'huile conforme aux normes de l'ASPEE (Association suisse des professionnels de l'épuration des eaux), pour un débit d'eau admissible de 0,02 l/s par mètre carré :

Les bassins de sécurité doivent être pourvus d'une vanne à glissière maintenue normalement fermée, qui sera manœuvrée suivant les besoins.

Quant aux *aires de dépotage pour les grands réservoirs*, où sont déchargés ou chargés les wagons et camions-citernes, et aux *emplacements des postes de distribution*, ils doivent être pourvus d'une dalle bétonnée étanche présentant une pente uniforme vers un simple sac avec grille de sol, c'est-à-dire un dépotoir sans coupe-vent destiné à retenir le sable et les autres déchets lourds. Ce sac sera raccordé à un séparateur d'essence et d'huile calculé pour un débit d'eau de 0,02 l/s par mètre carré.

Légèrement concave si le sac est placé au centre, la dalle sera de dimensions suffisantes pour récolter les fuites et débordements d'essence, d'huile, etc., lors des diverses manipulations. Suivant l'importance des transvasements et les risques de pollution tant pour les eaux souterraines que celles de surface, l'aire en question sera raccordée non à un simple dépotoir, mais à une fosse de sécurité pourvue d'une vanne de vidage du type prémentionné, puis à un séparateur comportant une série de parois plongeantes obliques, qui assurent efficacement l'élimination des hydrocarbures entraînés.

D'aucuns estimeront qu'il s'agit là d'exigences qui conduisent à des dépenses élevées. On ne peut toutefois oublier qu'il n'y a aucune commune mesure entre ces frais indispensables et ceux inestimables qu'entraînerait

pendant des années la pollution d'une nappe d'eau déjà utilisée ou exploitable. Quant aux cours d'eau et aux lacs, ils ne sauraient indéfiniment servir d'exutoires aux pertes combien importantes d'essence et de mazout qui se produisent au cours des transvasements.

Le remplissage des réservoirs de particuliers exige simplement un minimum de précautions :

— une surveillance permanente des opérations ;
— l'installation de bidons sous les vannes et raccords, pour recueillir les pertes, si minimes soient-elles.

Dernier point : les inhibiteurs de corrosion, les peintures et revêtements de protection à l'intérieur des citernes, ne dispensent pas de procéder tous les quatre ou cinq ans à une *revision des réservoirs* de carburants et combustibles liquides. Cette vérification périodique, qu'il convient de rendre obligatoire (comme cela est déjà le cas dans le canton de Soleure) et de confier à des entreprises spécialisées garantissant une revision impeccable, doit comprendre les opérations suivantes :

— Nettoyage complet de l'intérieur de la citerne (élimination des dépôts de fond, de la rouille, des résidus de vernis, etc.).
— Inspection minutieuse des parois et réparation des endroits corrodés.
— Application d'une double couche de peinture de protection.
— Contrôle et nettoyage des tuyauteries et vannes, de l'indicateur de niveau, de la fermeture du trou d'homme, etc.

Les résultats de la vérification et toute indication utile concernant les travaux exécutés doivent être consignés dans un rapport, à l'intention des services intéressés.

Tout réservoir dont les tôles sont fortement attaquées sera purement et simplement désaffecté, soit enlevé, soit rempli de chaille (trou d'homme bétonné ensuite).

Quant aux sondes de détection des fuites et les installations électriques d'alarme, elles doivent faire l'objet d'une revision annuelle au moins.

III. Exploitation des gravières

L'ouverture de chantiers de génie civil de plus en plus importants, ainsi que le développement constant de la construction, nécessitent la fourniture de quantités considérables de matériaux, notamment de sables et de graviers. Aussi de vastes projets d'exploitation de gravières se font jour toujours plus, trop souvent dans des zones de nappes aquifères, c'est-à-dire dans une plaine alluviale dont les dépôts recèlent des réserves d'eaux souterraines. Gisements de graviers et nappes d'eau sont, en effet, souvent étroitement liés.

Malgré l'intérêt économique que présentent les dépôts alluviaux constitués de sables et graviers, les nappes utilisées pour l'alimentation des collectivités et les ressources encore exploitables d'eaux de qualité présentent une importance économique considérable, telle que des mesures conservatoires sont indispensables pour sauvegarder aussi bien le débit que la qualité de ces eaux.

Il est clair que certaines eaux souterraines ne méritent pas d'être protégées, en raison de leur mauvaise qualité chimique (minéralisation élevée, caractère séléniteux ou ferrugineux, etc.), pour autant toutefois que l'exploitation des graviers aquifères ne perturbe pas les conditions hydrologiques, lorsque ces eaux sont en relation avec le réseau hydrographique superficiel par l'intermédiaire de canalisations et fossés de drainage.

Les risques créés par l'exploitation de graviers dans une nappe d'eau souterraine ne sont pas négligeables. Une extraction inconsidérée comporte de profondes perturbations dans les mécanismes naturels complexes d'épuration et d'emmagasinage des eaux infiltrées dans la masse graveleuse, enfin de régulation du régime hydrographique ; des dommages importants peuvent être causés tant à l'alimentation de la nappe qu'à ses caractères chimiques et bactériologiques.

On ne peut sans autre extraire des graviers immergés, puis remblayer les excavations avec des gadoues ou d'autres résidus polluants, y déverser des matériaux imperméables (glaise ou marne) qui modifieraient les conditions d'écoulement des courants d'eau souterrains, enfin y conduire des eaux usées, même décantées. Par ailleurs, l'extraction de graviers « au petit bonheur », en ordre dispersé, risque fatalement de conduire à la dévastation de belles terres cultivables, à une atteinte regrettable au paysage, par une multitude de trous plus ou moins béants.

En ce qui concerne les *caractères* et les *rôles des nappes de graviers aquifères*, il est bon de souligner les points suivants. On peut distinguer quatre zones, soit de haut en bas :

— une zone humide superficielle, le sol cultivé, dont la teneur en eau dépend essentiellement des conditions atmosphériques et de la végétation qui s'y alimente ;
— la zone aérée, caractérisée par une faible teneur en eau qui est fixée aux points de contact des galets et des sables (eau par conséquent peu mobile). Son rôle est double : c'est d'abord celui d'un filtre ; ensuite, du fait de la lenteur de percolation des infiltrations, elle atténue les fluctuations de la nappe souterraine ;
— la frange capillaire, qui présente une teneur en eau intermédiaire entre la zone aérée et celle saturée de la nappe sous-jacente. Lorsqu'elle atteint la surface du sol, elle aspire et évapore l'eau de la nappe. Cette frange fait office de réservoir potentiel immédiat de la nappe, fonction liée à la perméabilité du terrain ;
— enfin, la nappe proprement dite (phréatique lorsqu'elle est relativement proche de la surface), retenue par une couche de fond faite généralement de moraine argileuse.

La masse des graviers joue ainsi un triple rôle dans l'hydrologie tant de surface que de profondeur :

— *mise en réserve des précipitations locales et des infiltrations des cours d'eau.* En raison de leur pouvoir d'absorption élevé, les graviers et sables peuvent emmagasiner des quantités d'eau considérables, qui assurent l'alimentation de la nappe ;
— *régularisation du débit de la nappe*, partant des puits filtrants et des cours d'eau, par l'effet de freinage régulateur des graviers ;
— *protection de la nappe contre les pollutions de surface*, grâce au pouvoir filtrant et auto-épurateur de la couche graveleuse-sableuse, voire encore sablo-limoneuse.

En bref, les graviers sont la roche-magasin, le régulateur et la couverture protectrice de la nappe, constituant par conséquent un réservoir naturel d'eau potable dont l'importance ne saurait être sous-estimée.

C'est dire que leur exploitation ne peut se faire qu'avec prudence, dans certains secteurs seulement et à des profondeurs limitées. Il importe donc de déterminer dans quelles conditions elle est compatible avec la sauvegarde des eaux souterraines, dans certains cas de la forêt, enfin du site.

A cet effet, une *étude hydrogéologique* est indispensable pour tout projet d'ouverture ou d'extension de gravières dans le périmètre d'alimentation de nappes aquifères. Elle comportera une série de *travaux de reconnaissance* :

— Sondages au trax et à la dragueline, forages sans apport d'eau (type « rotatif à sec »).
— Pose de tubes piézométriques assez longs, permettant de suivre les variations de niveau de la nappe. Les mesures piézométriques doivent être faites mensuellement, cas échéant même deux fois par mois, durant une année au moins.
— Jaugeage contradictoire, dans les mêmes conditions, du débit des sources captées à la périphérie de la zone d'exploitation sollicitée ; contrôle des variations de niveau d'eau dans les puits en exploitation.
— Dans tous les cas douteux, analyses chimiques et bactériologiques des eaux captées et de celles atteintes par les sondages.

L'étude portera sur les points suivants :
— nature du sol et du sous-sol ;
— teneur en eau des différentes couches rencontrées ;
— position de la frange capillaire ;
— position de la nappe souterraine ;
— variations de niveau de cette dernière, en fonction des conditions météorologiques ;
— exploitabilité du terrain.

Dans l'établissement des *conditions d'exploitation*, certains principes doivent être respectés, pour éviter toute atteinte fâcheuse à la qualité et au débit des eaux souterraines :

— La nappe doit être considérée comme intangible et doit continuer à jouer librement.
— A aucun moment, la surface de la nappe ou sa frange capillaire ne doit atteindre le sol.
— Une épaisseur suffisante de la zone aérée doit être maintenue, pour assurer une filtration adéquate des eaux d'infiltration.

Ce qui revient à dire que l'autorisation d'exploiter des graviers aquifères doit être subordonnée à des *mesures de sécurité* :

— Cote limite d'exploitation, fixée de manière à exclure toute extraction dans la zone de fluctuation de la nappe, en maintenant une couche régulatrice et protectrice non noyée, dont l'épaisseur dépend de la nature et de la perméabilité des matériaux.
Dans certains cantons, la couche de sécurité est fixée à 1,5-2 m au-dessus du plan d'eau maximum ; cette épaisseur n'est pas nécessairement suffisante dans tous les cas.
Règle générale : la profondeur exploitable doit être déterminée en fonction des conditions hydrogéologiques.
Enfin, pour éviter toute contestation ultérieure, une cote de référence sera donnée par une borne fixée par le géomètre.
— Pente des talus, fixée à 1 : 1, ou 2 : 3 (2 verticalement et 3 horizontalement), etc., suivant la hauteur de la butte d'exploitation et la stabilité du terrain, de manière à assurer la sécurité des fonds voisins, des routes, chemins et lignes ferroviaires, etc., permettre enfin un boisement ultérieur.
— Le long des cours d'eau et voies de communication, maintien d'une bande intacte large de 20 à 50 m, suivant les conditions locales.
— Zone de protection totale autour des sources et puits filtrants, dans un rayon minimum de 200 m, mieux
— 250 m.
— Surveillance piézométrique, le cas échéant analytique aussi, par des tubes placés à la périphérie du périmètre d'exploitation.
— Mise en réserve des terres de découverte, en dépôts d'une épaisseur maximum de 2,5 m, afin d'éviter une stérilisation (par échauffement) de la terre végétale.
— Remise en état des lieux par secteurs successifs, assurée par une garantie bancaire suffisante : dans les zones aquifères, remblayage intégral avec des matériaux poreux, sinon réétalement des terres de découverte, puis engazonnement ou épandage d'humus, de boues digérées de stations d'épuration, en vue du boisement de l'excavation.
Seront interdits : les gadoues, les résidus industriels polluants, les vieilles carrosseries et déchets ferreux, les déblais bitumineux de chaussées, les matériaux de démolition (dont le triage est exclu et qui contiennent presque toujours des plâtras), enfin les déblais d'excavations argileux ou marneux, ainsi que la tourbe.
Enfin, si l'excavation ne peut être intégralement remblayée, la zone de gravières sera déclarée inconstructible, vu que la nappe souterraine est devenue plus accessible aux pollutions.

L'autorisation d'exploiter ne sera délivrée qu'après présentation d'un plan de situation de la gravière et des installations annexes, de profils du terrain à la fin de l'exploitation et après remise en état, ainsi que d'un rapport technique sur les conditions d'exploitation et de remise en état des lieux, ceci de manière à en permettre le contrôle.

Quant au *lavage des matériaux* extraits, il ne doit pas être autorisé sans étude préalable, afin d'exclure tout risque de turbidité pour l'émissaire (cours d'eau, lac ou nappe souterraine).

D'une enquête effectuée en 1963 par l'Association des limnologues cantonaux pour la protection des eaux, il résulte qu'en raison de leur charge en matières minérales en suspension, les *eaux de lavage des graviers* présentent une série d'*inconvénients* :

— forte altération de la limpidité et de la coloration du milieu récepteur ; d'où aspect déplaisant, voire inesthétique de l'exutoire ;
— colmatage progressif du lit des cours d'eau, par envasement ;
— de ce fait, suppression des échanges (infiltrations) entre le cours d'eau et la nappe souterraine ;
— pour la même raison, destruction des couvertures biologiques nutritives du poisson (larves d'insectes, vers, mollusques, etc.) ; dégâts en général peu importants dans les secteurs de cours d'eau rapides ;
— intoxication du poisson, par fixation de fines particules de limon dans les branchies. Les cas de mortalité connus sont rares ;
— enfin, désagréments pour les baignades.

Il est clair que toutes les matières en suspension ne sauraient être considérées comme un critère de contamination d'une eau. Il faudrait alors condamner toutes les eaux, même celles de rivières qui, après une forte chute pluviale, sont temporairement troublées par des matières minérales. Toute crue provoque un balayage et empêche le colmatage du lit.

Par contre, l'évacuation d'eaux brutes de lavage des graviers, chargées de produits à décantation relativement rapide, doit être proscrite. Il s'agit là d'une cause permanente de pollution, dont l'importance peut être appréciée par décantation d'un échantillon d'eau dans un cône ou un cylindre gradué, ou mieux, par filtration sur un papier-filtre ou une membrane filtrante, en vue de peser le dépôt après dessiccation.

L'autorisation de déverser ces eaux dans un cours d'eau ou un lac doit être subordonnée aux conditions suivantes :

— décantation suffisante, de manière à exclure tout dépôt visible au point de déversement ;
— effluent pratiquement limpide ;
— absence d'huile, essence, etc., ainsi que d'eaux-vannes non épurées (cabinets d'aisance, etc.).

L'installation de décantation doit comporter deux grands bassins fonctionnant alternativement, vidangés

périodiquement, après repos durant une semaine au moins, plus le cas échéant un bassin de sécurité servant au recyclage des eaux décantées. Ces bassins seront aménagés de manière qu'en aucun cas, même lors de crues exceptionnelles ou de périodes fortement pluvieuses, le limon extrait ne puisse être entraîné et atteindre les eaux publiques.

Le déversement d'eaux de lavage des graviers dans les égouts doit être interdit.

Enfin, lorsqu'il s'agit de petites installations de lavage, l'infiltration souterraine des eaux décantées peut être exceptionnellement autorisée, bien entendu en dehors des zones de protection de captages d'eau potable.

Règle générale : le *lavage des matériaux* se fera *en circuit fermé*, par souci d'économie, en tenant compte des ressources disponibles. Un pompage à la nappe souterraine, pour compenser les pertes (rétention des produits lavés et évaporation), ne doit être autorisé que s'il n'est pas de nature à porter préjudice aux captages existants ou futurs d'eaux destinées à la collectivité.

En conclusion, l'exploitation des gravières implique des mesures strictes, tant pour la conservation des eaux souterraines que pour la protection contre la pollution des eaux en général. L'extraction de graviers immergés notamment, qui constitue une solution de facilité, ne saurait être admise partout.

Dans cet esprit, une revision partielle de la loi fédérale du 16 mars 1955 s'impose à bref délai, les dispositions de l'article 4 (al. 2 et 3) étant notoirement insuffisantes.

IV. Fosses à purin, fumières et silos à fourrage

Il n'est pas inutile de rappeler que les excreta animaux, purin et fiente, constituent des matières éminemment polluantes pour les eaux de surface, comme d'ailleurs pour les eaux souterraines, lorsqu'ils pénètrent profondément dans des terrains fissurés, leur décomposition libérant des produits intermédiaires nocifs, notamment de fortes quantités d'ammoniaque (1,0 à 4,5 g par litre de purin) et d'hydrogène sulfuré (100 mg/l en moyenne). De même, les jus d'écoulement des silos à fourrage présentent au début de la fermentation un danger pour l'équilibre biologique des lacs et cours d'eau, en raison de leur charge élevée en matières organiques en suspension et en putréfaction, et des substances toxiques, en particulier l'acide lactique, qu'ils contiennent. Ce danger n'est pas moins grand pour les eaux souterraines, utilisées ou susceptibles de l'être pour l'alimentation humaine.

Parmi les empoisonnements de poissons enregistrés ces dernières années, ceux résultant d'un déversement de purin ont été les plus fréquents ; de 1957 à 1961, 435 cas (27,5 %) furent signalés à l'Inspection fédérale de la pêche. Durant la même période, les empoisonnements provoqués par des écoulements résiduaires de silos à fourrage ont été au nombre de 86 (5,5 %).

Aucun système d'épuration ne permettant de les neutraliser, hormis l'action épuratrice du sol, les purins et jus d'ensilage ne doivent en aucun cas être déversés dans les réseaux d'égouts (cette prescription est aussi valable si l'on construit une installation collective d'épuration, car la présence de purin en perturberait le fonctionnement) et, bien entendu, dans les eaux publiques ou privées, même indirectement par l'intermédiaire d'un collecteur de drainage. Quant à l'évacuation de ces résidus dans des puits perdus, elle peut — suivant les conditions hydrogéologiques locales — présenter des risques de contamination pour les eaux souterraines. A noter que les puits perdus recevant des jus d'ensilage se colmatent en général très rapidement.

La seule solution compatible avec les exigences de l'hygiène et de la salubrité publiques est l'*épuration biologique naturelle* de ces eaux résiduaires, *combinée à une utilisation agricole.*

Le *purin* doit être *recueilli dans des fosses étanches*, de préférence en béton armé et d'une capacité suffisante pour éviter de trop fréquentes vidanges ; il sera utilisé comme engrais, par épandage. De manière à exclure tout débordement accidentel, les *trop-pleins* qui pourraient exister (raccordés ou non à l'égout ou toute autre canalisation) doivent être *cancellés par une obturation définitive* (bouchon de ciment) et les *eaux de toiture dérivées à l'égout* ; enfin, toutes mesures utiles seront prises pour empêcher qu'un écoulement de purin à la surface du sol ne puisse rejoindre les bouches d'égout.

A cet effet, les *fumières* doivent être placées, soit sur la dalle de couverture de la fosse à purin, soit sur une dalle bétonnée indépendante, bordée dans l'un et l'autre cas par un muret étanche haut de 50 cm au moins. Les écoulements de purin seront canalisés dans la fosse par des tuyaux en ciment avec joints soigneusement bétonnés.

En ce qui concerne les *porcheries industrielles*, où les quantités d'eau utilisées pour le lavage des stalles sont en général élevées, la solution à adopter reste la même : fosse étanche, dont les dimensions doivent être fixées en fonction des possibilités de vidange.

Quant aux eaux résiduaires résultant de la mise en *silos de fourrages verts*, le problème de leur évacuation doit être réglé de la manière suivante : ces *jus* seront *canalisés dans une fosse à purin* et utilisés comme engrais, par épandage. Par ce mélange, en effet, le purin est enrichi notablement en matières fertilisantes. Il convient toutefois de ne pas diriger les écoulements de silos dans une fosse vide ou à peu près, car ils ne se dilueraient pas d'une manière suffisante et risqueraient d'attaquer les parois de la fosse.

Sur le plan vaudois, cette solution a été arrêtée en janvier 1955, d'entente avec la Centrale cantonale d'ensilage et le Service de l'agriculture, et recommandée à tous les possesseurs de silos.

Dans plusieurs cas cependant, faute de pente suffisante, il n'est pas possible de conduire les jus de silos dans une fosse à purin. Aussi, lorsqu'il s'agit de protéger des eaux souterraines ou superficielles menacées, la construction d'une fosse bétonnée étanche avec revêtement anti-acide, pour recueillir ces résidus, doit être prescrite.

Il est difficile de formuler des normes quant à la contenance de la fosse, le volume des écoulements résiduaires dépendant du mode d'ensilage et surtout du genre de fourrage ensilé.

D'une enquête faite en 1962 par l'Association des limnologues cantonaux pour la protection des eaux, il ressort que la quantité de jus évacué peut varier, en moyenne, de 7 à 43 l par 100 kg de fourrage vert (10 à 30 % de substance sèche), alors que le pH peut osciller entre 3,0 et 5,6 unités. Plus exactement, pendant et après remplissage d'un silo de 30 m³, par exemple, le

volume de jus acide écoulé peut varier de 4 à 12 m³, selon les conditions ci-dessus.

Pour éviter tout accident par débordement, la contenance de la fosse en question devrait correspondre à 20 % au moins de celle du silo. Sinon il faudra procéder à des vidanges répétées pendant la période critique d'écoulement, de courte durée il est vrai. Enfin, les jus bruts doivent être neutralisés avant épandage, au moyen de chaux éteinte.

Il est clair que les intérêts de l'économie agricole et de l'élevage doivent être sauvegardés dans toute la mesure du possible, déjà en tirant parti des installations existantes. Cependant, la lutte contre la pollution des eaux due au déversement de purin et de jus d'ensilage implique, comme pour les autres causes, des mesures efficaces. Sinon la situation empirera rapidement. Malgré maints appels à la prudence, trop de grossières négligences sont à déplorer.

V. Abattoirs, cidreries et distilleries

Les débits d'eaux résiduaires de ces exploitations peuvent être très variables au cours du travail, surtout dans les abattoirs et cidreries, selon les soins apportés au lavage. Pour les abattoirs, la consommation d'eau est de l'ordre de 600 l en moyenne, par tête de gros bétail abattu.

En raison de l'abondance de matières organiques putrescibles (sang, déchets de graisse, matières fécales, urine, etc.), les eaux résiduaires d'*abattoirs* sont caractérisées par une charge polluante considérablement plus élevée que celle des eaux usées ordinaires ; elles peuvent en outre être porteuses de micro-organismes pathogènes. Aussi une simple décantation est insuffisante ; seule une *épuration biologique* permet de supprimer toute nuisance dans l'exutoire.

Pour les cas d'importance restreinte, lorsqu'un raccordement à un réseau d'égouts avec centrale d'épuration n'est pas possible, le traitement peut être réalisé par une fosse digestive à trois compartiments au moins, avec une rétention des eaux durant 12-15 jours.

L'addition d'un floculant approprié (sel de fer plus éventuellement chaux), combinée à une décantation ou une filtration, permet d'éliminer une partie des matières putrescibles. Par conséquent, dans ce cas aussi un traitement biologique de l'effluent, voire son épandage sur des prés, est encore nécessaire.

Sauf circonstances spéciales, l'épuration de ces eaux résiduaires dans une installation collective, avec des eaux usées domestiques, demeure la solution la plus intéressante du point de vue économique et la plus sûre sur le plan de l'hygiène.

En tout état de cause, les locaux d'abattage, comme d'ailleurs les laboratoires de boucheries, doivent être munis d'installations permettant la *rétention des gros déchets et des graisses*. Il faut veiller à ce que le séparateur de graisse, construit selon les directives de l'ASPEE, ne fonctionne pas simplement comme dépotoir. A cet effet, les sacs pour l'écoulement des eaux de lavage seront pourvus d'une grille scellée. Un système efficace, c'est le sac de retenue avec siphon spécial pour abattoir, type Riniker (Rupperswil), suivi d'un séparateur avec regard inodore, dont l'orifice de sortie est muni d'une grille scellée.

Le séparateur de graisse se justifie surtout pour les eaux de la boyauderie, à moins qu'une fosse digestive ne soit utilisée. Dans ce cas et pour autant qu'il s'agisse d'une petite exploitation, il est admissible de conduire les eaux de la boyauderie directement dans le deuxième compartiment de la fosse.

Alors que les gros déchets doivent être incinérés ou enfouis (clos d'équarrissage ou décharge contrôlée), les graisses peuvent être récupérées, par exemple pour la fabrication de savons.

Bien que toute évacuation d'eaux résiduaires d'abattoirs dans les eaux publiques exige une épuration biologique par fosse digestive ou autre procédé, un déversement en rivière, après séparation des gros déchets et des graisses, peut à la rigueur être toléré pour une exploitation de peu d'importance, pour autant qu'une dilution d'au moins 1 : 50 soit possible en tout temps. Cette pratique ne saurait toutefois être admise si, le pouvoir auto-épurateur de l'exutoire s'avérant insuffisant, elle risquait d'engendrer des phénomènes de pollution secondaire.

Les eaux résiduaires de *cidreries et distilleries*, qui renferment une forte proportion de matières organiques putrescibles, sont susceptibles, suivant les conditions locales (débit, état pollutif, pouvoir auto-épurateur du cours d'eau récepteur), de donner lieu à de graves inconvénients pour l'économie piscicole, déjà en raison de la présence d'acides organiques. En outre, elles favorisent un développement massif de bactéries filamenteuses du genre Sphaerotilus, micro-organismes des plus fréquents dans les eaux d'égout, et, partant, contribuent à renforcer la pollution locale. Les jus de distillation notamment, par suite de leur fermentation, ainsi que les résidus de rectification, sont très nocifs.

En ce qui concerne l'épuration de ces eaux, une distinction s'impose entre les exploitations industrielles fixes et les installations mobiles. Si pour les premières, qu'il s'agisse de cidreries ou de distilleries, il existe des solutions techniquement réalisables, on ne peut guère, par contre, exiger un traitement compliqué pour les eaux résiduaires provenant de distilleries ambulantes ou d'exploitations agricoles, c'est-à-dire de cidreries et de distilleries particulières. Il n'en demeure pas moins que certaines mesures doivent être prises afin d'exclure des perturbations dans le milieu récepteur.

Les *procédés généraux de traitement* consistent en une séparation des résidus solides (drèches, tourteaux, pulpes et noyaux) et, pour l'effluent, en une légère neutralisation au moyen de chaux, réalisée le cas échéant par une installation automatique avec contrôle du pH, puis une épuration biologique naturelle (épandage par irrigation ou arrosage, dans des conditions dûment définies). Une épuration par boues activées est possible, moyennant dilution d'au moins 1 : 100 avec des eaux d'égout. Sur lit bactérien, le traitement ne serait pas toujours satisfaisant.

Quant aux eaux usées provenant de *cidreries et distilleries particulières*, elles doivent être récoltées dans des fosses étanches sans trop-plein et utilisées en mélange avec le purin.

Enfin, pour les *distilleries ambulantes*, les dispositions suivantes sont pour l'instant prescrites dans le canton de Vaud : les résidus liquides de distillation et les eaux de lavage des appareils peuvent être déversés dans les

eaux publiques ou dans le réseau d'égouts, moyennant qu'ils soient au préalable fortement dilués avec de l'eau claire (trop-plein de fontaine, écoulement de borne-hydrante, etc.) ; une dilution d'au moins 1 : 100 est indispensable. Les résidus solides (pulpes et noyaux), par contre, doivent être retenus dans un dépotoir ad hoc, puis évacués à la décharge ou brûlés ; leur déversement dans le réseau d'égouts, dans un cours d'eau ou un lac, est formellement interdit.

Ces dispositions ne sont malheureusement souvent guère satisfaisantes, il faut le reconnaître. Aussi une étude est en cours pour trouver avec les intéressés un système permettant d'exclure les désagréments constatés.

De toute façon, la solution ci-dessus ne saurait être appliquée aux distilleries dont les eaux résiduaires se déversent constamment au même endroit. Par ailleurs, lorsque le réseau d'égouts est déjà raccordé à une centrale d'épuration, elle n'est pas de nature à compromettre le fonctionnement de cette station.

Le système consistant à épandre sur un pré les eaux usées de distilleries, par irrigation ou aspersion, n'est pas toujours heureux. La distillation des fruits à noyaux et à pépins s'effectue non seulement à l'arrière-été, mais aussi en automne et au début de l'hiver, c'est-à-dire durant une période de végétation ralentie.

Enfin, il faut veiller en temps utile à éviter la contamination d'une zone sourcière. Les intéressés ne sont pas toujours conscients des risques de pollution, pour un captage d'eau potable, que comporte le rejet sur le sol d'eaux résiduaires de distilleries ambulantes. On s'assurera donc, pratiquement par un essai de coloration au moyen de fluorescéine, qu'il n'y a pas d'inconvénients à redouter pour les eaux souterraines qui s'écoulent dans le voisinage.

VI. Décharges d'ordures ménagères et de déchets industriels

Comme déjà signalé, le déversement sur les berges des lacs et cours d'eau, tant d'ordures ménagères (gadoues) que de déchets de l'industrie et du bâtiment, est à rejeter formellement. L'évacuation par jet dans un torrent ou une rivière à courant rapide doit, elle aussi, être interdite.

La mise en décharge de ces résidus divers et leur utilisation pour combler les excavations du sol, là où des terrains sont encore disponibles, impliquent certaines précautions.

Tout d'abord, tenant compte des *conditions géologiques, hydrologiques et topographiques locales*, il faut s'assurer que les eaux d'infiltration ne puissent pas polluer une nappe d'eau souterraine exploitée ou exploitable, voire encore un cours d'eau ou un lac voisin. A cet effet, une *enquête hydrogéologique* comportant toute prospection utile est indispensable. Elle portera sur les points suivants : nature et pouvoir filtrant du sol, constitution du sous-sol, présence d'eau souterraine, caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de cette eau, profondeur du plan d'eau maximum de la nappe, proximité de captages d'eau potable, de drainages ou de fossés en relation avec le réseau hydrographique superficiel.

Règle générale : le déversement de gadoues et de résidus industriels dans les excavations naturelles ou artificielles ne doit être autorisé que si tout risque de contamination est exclu. En outre, seule une mise en *décharge contrôlée*, c'est-à-dire effectuée selon des règles strictes, permettra d'éviter ou tout au moins d'atténuer certains inconvénients, tels que mauvaises odeurs, prolifération de mouches et de rats, risques d'incendie, etc.

En tout état de cause, l'aménagement de décharges d'ordures doit être proscrit dans les zones de prises d'eau souterraine, existantes ou futures. Le critère déterminant en l'occurrence, c'est le périmètre de protection défini en fonction des conditions prémentionnées.

Dans les zones d'eaux souterraines non exploitables, les décharges doivent être aménagées de manière qu'en aucun cas, même lors de crues exceptionnelles, les gadoues et autres déchets ne puissent être entraînés par les eaux.

Les *mesures de sécurité* suivantes seront prises :

— A l'intérieur et à la périphérie de la place de décharge, mise hors service, ou, mieux, démontage des canalisations de drainage aboutissant à un cours d'eau ou un lac.
— Remblayage par secteur de l'excavation ou de la dépression, premièrement avec des déblais marneux ou argileux, des limons provenant du lavage de graviers, voire encore des matériaux de démolition, jusqu'à 1,5 m au moins au-dessus du plan d'eau maximum.
— Au bord de la plate-forme ainsi créée, érection avec les mêmes matériaux d'une digue destinée à retenir les ordures.
— Surélévation de cette digue au fur et à mesure du déversement des gadoues et autres matières solides.
— Mise en décharge de ces dernières par couches successives, d'une épaisseur de 1,5 à 2 m au plus.
Une nouvelle couche de gadoues ne doit être déposée que lorsque la température de la couche précédente s'est abaissée pratiquement à la température du sol. Ces deux conditions, comme d'ailleurs les suivantes, sont valables pour toute décharge d'ordures ménagères.
— Nivellement et tassement mécanique des dépôts, de préférence avec un engin sur chenilles, afin de supprimer les vides formant cheminées entre les bouteilles, boîtes et autres récipients.
— Recouvrement de chaque couche avec 20-30 cm de terre, limon, déblais d'excavations ou matériaux de démolition.
Cette couverture doit être étalée dans le plus bref délai après compactage, aussi bien sur le dépôt, au cours de l'avancement, que sur les talus, de manière que les ordures ne soient pas envahies par des rats ou délavées par les pluies.

Les *matières* suivantes seront *prohibées sur le front de la décharge* :

— Produits inflammables provenant tant de l'industrie (huiles de trempe ou de coupe, solvants, etc.) que de séparateurs ou de citernes (huiles moteur, mazout, benzine, pétrole, etc.).
Ces résidus peuvent être brûlés sous surveillance sur le remblai, dans un vieux tonneau ou autre récipient, le cas échéant mélangés à de la sciure, des copeaux, etc.
— Effluents industriels difficilement ou non dégradables (eaux d'épuration du circuit d'air des cabines de peinture au pistolet, eaux de purges à forte charge saline, ainsi que boues fluides détoxiquées d'installations industrielles d'épuration, etc.).
Ces résidus, en quantités limitées toutefois, peuvent être déversés dans le remblai, par l'intermédiaire d'un trou profond de 50 cm au moins pratiqué à distance convenable du front de décharge ; ils seront fixés par l'« éponge » que constitue la masse plus ou moins compacte de gadoues.
— Déchets d'abattoirs, à enfouir également dans le remblai.

Il est clair, pour des raisons d'hygiène et de salubrité, qu'une décharge d'ordures doit être placée loin

des lieux habités, en outre à une distance suffisante des forêts, eu égard aux risques d'incendie.

Solution souvent critiquée, la mise en décharge des gadoues et autres résidus solides est néanmoins possible pour de petites agglomérations, à condition de prendre les précautions mentionnées plus haut.

VII. Installations particulières d'épuration

Nécessaires pour les immeubles dont les eaux usées ne peuvent être dirigées sur la centrale d'épuration, ainsi que pour ceux par trop éloignés pour permettre une concentration, les installations individuelles sont de plusieurs types :

Fosse fixe à vidange ordinaire

Aménagée pratiquement sous les cabinets, la conduite de chute de ces derniers devant être aussi directe que possible, cette simple fosse n'est admissible que là où les lieux d'aisance n'ont pas de chasse d'eau. D'une contenance de quelques mètres cubes, elle doit être parfaitement étanche et *sans trop-plein*, munie par contre d'un tuyau d'évent débouchant sur le toit, pour donner issue aux gaz de fermentation.

Comme tous les procédés de conservation à long délai, cette fosse présente des inconvénients, dus notamment à de mauvaises odeurs. Aussi l'addition très régulière de sulfate de fer, dont l'action désodorisante est non négligeable, ainsi que de lait de chaux, voire encore de matières absorbantes (poudre de tourbe, poussière de foin, etc.) est recommandable.

Fosse septique

Fosse septique ou à deux compartiments, *sans chambre spéciale de digestion des boues* : de forme normalement rectangulaire, les compartiments communiquant par une fente pratiquée au tiers de la profondeur de l'eau, à partir de la surface, cette fosse est à la rigueur admissible en tête d'un puits perdu, pour autant que le terrain possède un pouvoir d'absorption convenable et qu'il n'y ait pas de danger pour les eaux souterraines.

Ce système présente lui aussi des inconvénients. Les boues qui s'accumulent au fond se décomposent et contaminent l'eau traversant la fosse. Aussi l'effluent, chargé de matières en putréfaction, accuse une charge polluante considérable, interdisant tout déversement dans de petits cours d'eau. En outre, beaucoup de puits perdus recevant l'effluent d'une fosse septique tendent à se colmater à la longue, par suite de la remise en suspension et de l'entraînement de matières déposées, résultant d'un fort déversement d'eau.

Pour ces raisons, la fosse septique n'est plus admise dans le canton de Vaud, même comme solution toute provisoire.

Fosse de décantation

Fosse de décantation à deux étages, comprenant une chambre de décantation ouverte vers le haut (décanteur) et une chambre de digestion des boues placée au-dessous (digesteur). La chambre supérieure est cloisonnée par des parois plongeantes, du côté de l'entrée et de la sortie. Dans ces conditions, les matières lourdes tombent automatiquement dans la chambre de digestion, les matières flottantes sont retenues et les boues en décomposition n'entrent pas directement en contact avec l'eau traversant la fosse.

De modèle cylindrique (avec décanteur circulaire), tel qu'on en trouve dans le commerce en divers types préfabriqués, ou de forme rectangulaire (décanteur rectiligne), à construire sur place, la fosse de décantation est le système le plus courant, où les boues subissent déjà un début d'épuration biologique. Elle est admissible dans les cas suivants : avant un puits perdu ; déversement dans un réseau communal où une épuration centrale est envisagée dans un avenir assez éloigné ; déversement dans un cours d'eau à débit minimum suffisant, où des chutes et remous assurent une bonne oxygénation, par conséquent une auto-épuration suffisante.

Les normes appliquées dans le canton de Vaud sont celles de l'ASPEE : contenance minimum de 1,65 m³, pour 10 habitants (décanteur : 0,4 m³ ; digesteur : 1,0 m³ ; chambre des boues flottantes : 0,25 m³ ; soit, respectivement 40, 100 et 25 l par habitant). Le nombre d'habitants est égal au nombre de pièces habitables (chambres, salons et halls, à l'exception des cuisines, salles de bains et W.-C.), plus une unité par appartement.

Pour les maisons locatives, écoles, bâtiments administratifs et commerciaux, hôtels et fabriques (sans eaux résiduaires industrielles), l'installation doit être étudiée de cas en cas, en tenant compte des normes ci-dessus.

Fosse digestive

Fosse digestive ou à trois compartiments, dans laquelle l'eau usée séjourne assez longtemps pour que le processus de digestion soit pratiquement terminé. Construite de façon analogue à la fosse septique, mais de plus grandes dimensions et subdivisée en trois compartiments au moins (dont le premier est pourvu d'un tuyau d'aération débouchant au-dessus de la toiture), cette installation doit être exigée dans tous les cas non mentionnés plus haut, notamment pour : déversement dans des cours d'eau à faible pouvoir auto-épurateur (écoulement tranquille, faible débit, etc.) ; déversement direct dans un lac ou un étang.

Les prescriptions vaudoises sont les suivantes : volume de la fosse : 1,0 m³ par habitant, minimum 4,0 m³ (dont 2 m³ pour le premier compartiment et 1 m³ pour les suivants, selon normes ASPEE). De caractère définitif, la fosse digestive doit être utilisée en permanence ; elle ne convient donc pas pour des chalets de vacances. Au-delà de 20 m³, son fonctionnement est souvent aléatoire. Enfin, avant décharge dans les eaux publiques, l'effluent doit satisfaire aux exigences indiquées au début de la présente communication (demande biochimique d'oxygène et matières sédimentables).

Dépotoir

Sac destiné à clarifier séparément les eaux de buanderies et de cuisines. De forme généralement circulaire (volume minimum : 0,2 m³ pour une buanderie, avec une profondeur d'eau d'au moins 70 cm ; 0,7 m³ pour une cuisine, avec une profondeur utile de 90 cm, selon normes ASPEE), il doit être muni, à l'entrée et à la sortie, de parois et de coudes plongeants de 20 cm au moins.

Dans les buanderies, l'entrée de l'eau se fera par une grille siphoïde placée latéralement.

Séparateur d'huile ou de graisse, et d'essence

Au contraire des installations de décantation usuelles, il réalise la séparation des matières légères, par l'intermédiaire d'une ou plusieurs parois plongeantes ayant pour effet de couper le courant et de répartir les filets d'eau d'une manière uniforme.

Tout garage privé muni d'une grille d'évacuation des eaux de lavage doit être pourvu d'un séparateur de graisse et d'essence, d'un modèle correspondant aux directives de l'ASPEE. La capacité de cette installation sera calculée en tenant compte du nombre moyen de véhicules lavés par jour.

Pour les garages industriels, il faut aussi prendre en considération le nombre de robinets de lavage et la surface de parc à ciel ouvert (débit d'eau pluviale : 0,02 l/s par mètre carré).

Le passage des eaux à épurer par un dépotoir préliminaire sans coupe-vent, pour les débarrasser du sable et des autres déchets lourds, est indispensable chaque fois qu'un lavage régulier de véhicules est prévu ou que l'apport de boue par les eaux de pluie risque de provoquer un engorgement du séparateur. Les dimensions de ce sac seront déterminées en fonction des conditions locales.

Pour assurer le fonctionnement normal d'une installation particulière d'épuration, il est nécessaire de séparer les eaux usées d'un immeuble selon leur nature. Les dispositions suivantes doivent être prises pour les *raccordements* :

— Eaux de toiture et de drainage canalisées en aval de la fosse de décantation ou digestive.
— Eaux de lavage des garages branchées sur le même circuit, après passage dans un séparateur de graisse et d'essence.
— Fosse de décantation : eaux usées ménagères passant en totalité par l'installation.
— Fosse digestive : eaux des W.-C. et de cuisine canalisées dans le premier compartiment, celles de la salle de bains dans le second, enfin les eaux de buanderie dans le troisième.

Au point de vue exploitation, les installations particulières d'épuration doivent être placées en un endroit permettant une *vidange* facile et être pourvues de regards de contrôle (avec couvercle métallique étanche) accessibles en tout temps. La réglementation vaudoise interdit de recouvrir de terre lesdits regards.

A moins de prescriptions spéciales, les fosses digestives et de décantation doivent être vidangées *au moins une fois par an*, jusqu'à concurrence des quatre-cinquièmes du volume décanté, le solde servant à ensemencer les boues fraîches. Elles sont ensuite remplies d'eau claire, avant leur remise en service. Une fosse qui n'est jamais vidée a une efficacité nulle.

Quant aux dépotoirs et séparateurs, ainsi que les fosses sans eau, ils seront vidangés suivant les besoins.

Les boues extraites doivent être enfouies ou utilisées comme engrais, sous forme liquide ou de poudre. En aucun cas, elles seront déversées dans un cours d'eau ou un lac, ou déposées sur les berges, ou encore épandues à proximité d'une prise d'eau potable.

L'infiltration souterraine de l'effluent d'une installation d'épuration, par l'intermédiaire d'un *puits perdu* ou d'une *tranchée absorbante*, doit être interdite :

— quand le raccordement à un égout public peut être exécuté sans frais excessifs ;
— quand une source ou une nappe souterraine utilisée ou utilisable risque d'être souillée ;
— quand le terrain n'est pas suffisamment absorbant ou que sa stabilité est menacée.

Lorsque ce mode d'évacuation paraît de nature à présenter un danger pour des installations d'alimentation en eau potable, une *expertise géologique* s'impose, pour déterminer si et dans quelles conditions le déversement envisagé peut être effectué.

Inversement, si les circonstances locales le justifient, notamment pour les constructions sises au bord d'un lac, le déversement de l'effluent d'une installation d'épuration dans un puits perdu ou une tranchée absorbante peut être exigé, sous réserve que tout risque de pollution pour les eaux souterraines soit exclu.

Excavation verticale à parois et fond perméables, remplie de grosses pierres, le puits perdu est admissible surtout pour l'évacuation d'eaux de surface et de refroidissement. Lorsque le sous-sol est plus ou moins perméable, il convient de remplacer ce système par la tranchée absorbante.

Longue de x m, selon la quantité d'eau à évacuer, large de 1 m, profonde de 1,5 m environ, remplie de boules ou galets de 4-5 cm de diamètre jusqu'à 30 cm de la surface, puis remblayée jusqu'au niveau du sol, la tranchée absorbante fonctionne comme un « drainage à rebours ». L'effluent est distribué par des tuyaux de ciment perforés et non jointoyés, posés sur au moins 30 cm de boules, avec une pente de 1 % environ.

Dans les terrains sablo-limoneux, à faible perméabilité, le système absorbant sera réalisé en forme de V, mieux au moyen de deux tranchées, avec en tête un sac pourvu d'un dispositif de partage (jeu de vannes à glissière, par exemple) permettant d'envoyer l'eau usée décantée alternativement sur chaque tranchée. En période de forte utilisation des installations sanitaires (camping, etc.), l'écoulement de l'eau sera changé chaque semaine.

Enfin, à la *traversée de zones sourcières*, l'effluent des installations d'épuration doit être canalisé par des tuyaux parfaitement étanches (éternit, avec joints Triplex, ou béton centrifugé, avec emboîtements à cloche, etc.), de manière à exclure tout danger de contamination.

Il est évident que si dans des zones d'eaux souterraines exploitées ou exploitables, le problème de l'évacuation des eaux résiduaires ne peut être résolu de manière satisfaisante, une interdiction de bâtir doit être appliquée.

STATION D'ÉPURATION DES EAUX USÉES DE LA VILLE DE LAUSANNE

Avant-propos

La station d'épuration des eaux usées de Lausanne intéresse, dans son stade définitif, 440 000 habitants, soit la saturation du bassin géographique qui peut être concentré économiquement sur les terrains de Vidy. Dès que les communes concernées se seront raccordées à la station, elles représenteront, selon le recensement actuel, le 41 % de la population du canton. C'est assez dire l'importance de cette construction qui assainira, dans une notable proportion, les rives du Léman, entre Pully et Morges.

Au moment où les besoins en eau potable posent aux communautés des problèmes difficiles à résoudre, les lacs qui sont nos plus sûres réserves doivent être protégés. Si le principe de la protection des eaux contre la pollution n'est plus contesté, le montant des capitaux nécessaires à cette réalisation effraie quelque peu les responsables du trésor public, mais nous pensons que la protection de nos réserves d'eaux douces n'a pas de prix.

L'économie doit être recherchée dans la construction d'aménagements collectifs, de grandes concentrations, qui permettront en outre de mieux résoudre les problèmes techniques. La destruction intégrale des boues, la récupération de l'énergie ne peuvent être judicieusement réalisées que dans de grands ensembles.

E. Dutoit, municipal
Directeur des Travaux
de la ville de Lausanne