

Assainissement intégré

Une nouvelle vision de la gestion des eaux usées domestiques



Conférence présentée aux 14^e Journées Information Eau (JIE) de Poitiers (France), du 13 au 15 septembre 2000, Comptes-rendus : tome 2, conférence n°49.

Par Joseph Országh, membre de la Commission des Eaux de la Région Wallonne, Université de Mons-Hainaut, Faculté des Sciences, et Pascal Lor, Université de Mons-Hainaut, Belgique

Résumé

La directive 91/271 «eaux usées urbaines» de l'U.E. définit les priorités et la finalité de l'assainissement: la meilleure protection de l'environnement au moindre coût. Les articles 1 et 3 introduisent la primauté de l'intérêt de l'environnement devant toute autre considération.

A partir de l'analyse des impacts des systèmes d'épuration sur les eaux souterraines et de surface, on évalue les performances environnementales. Grâce à cette analyse, on propose une nouvelle vision que l'on appelle «assainissement intégré». Lors du choix des techniques d'assainissement, on donnera donc la priorité aux performances environnementales devant les performances épuratoires. On montre que les deux ne vont pas toujours de pair. Pour illustrer cette nouvelle vision, le cas de l'assainissement d'une localité située en zone sensible est présenté.

I Introduction

Le présent travail ne constitue nullement une proposition pour le n + unième système d'épuration des eaux usées urbaines, mais plutôt une réflexion globale sur les activités de ce secteur en tenant compte du concept du développement durable.

On peut actuellement considérer que les techniques d'épuration des eaux usées domestiques sont arrivées à une maturité telle qu'il est peu probable de voir l'émergence d'une solution technique révolutionnaire dans le sens de la protection de l'environnement. Pour bien comprendre la nouvelle démarche que nous proposons, il n'est pas inutile de rappeler les principes de base qui guident encore actuellement les concepteurs des systèmes d'épuration.

- On admet comme préalable que la composition des eaux à traiter est une donnée sur laquelle le technicien n'a pas de prise. L'expression de ce principe est la notion d'équivalent-habitant qui se trouve inscrite dans les textes des lois.
- L'objectif de l'épuration est de rendre au milieu récepteur une eau bien épurée. Cette préoccupation se traduit par la notion de performances épuratoires. C'est le rapport entre la charge polluante qui sort et celle qui entre dans le système d'épuration. Les performances épuratoires sont mesurées surtout par rapport à la DCO et à la DBO₅. Ceci traduit le degré de minéralisation de la charge organique avec la formation des nitrates et des phosphates. Eu égard aux nuisances de ces deux substances, on s'efforce également de les éliminer des eaux épurées.
- Surtout dans le cas des systèmes collectifs, on donne la priorité aux rejets des eaux épurées dans les voies naturelles ou artificielles d'écoulement ¹. Autrement dit: le milieu récepteur est avant tout une eau de surface.

¹ Cette option est explicitée notamment dans l'Arrêté du Gouvernement Wallon du 15/10/98.



Ces principes de base ont été élaborés à une époque où l'on ne connaissait pas encore le concept du développement durable. Introduit officiellement en 1986 lors de la Conférence de Rio de Janeiro sur l'environnement, chacun en donne actuellement sa définition propre. Nous admettons par la suite la définition suivante: Une activité peut être considérée comme durable dans le cas où sa poursuite n'entame pas d'une façon notable les ressources naturelles surtout non renouvelables, ne perturbe pas les grands cycles naturels et n'altère pas la capacité de régénération des écosystèmes.

L'objectif du présent travail est d'examiner les impacts environnementaux de l'épuration des eaux usées domestiques à la lumière du concept du développement durable. Cet examen aboutira à de nouveaux critères d'évaluation dans le choix des techniques à mettre en place cas par cas. C'est la base d'une nouvelle approche que nous appelons assainissement intégré.

Dans cette nouvelle vision, on se place du côté du milieu récepteur et la préoccupation principale devient l'impact minimum sur l'environnement en amont et en aval de l'acte d'épuration. Les performances épuratoires ne constituent qu'un des critères d'évaluation et font partie d'un ensemble plus vaste: les performances environnementales.

A l'état d'avancement actuel des techniques, une précision s'impose quant au domaine d'application du concept d'assainissement intégré. Pour les centres urbains existants à habitat vertical, la collecte et l'épuration collectives des eaux est encore une solution incontournable. L'assainissement intégré devient par contre une alternative crédible en zone périurbaine et rural à habitat familial. Les nouvelles tendances urbanistiques de HQE (haute qualité environnementale) prévoient des villes dont le poids est négligeable sur l'environnement hydrique. Cette démarche est axée sur la valorisation intégrale de l'eau de pluie et le traitement décentralisé et sélectif des eaux usées ². La législation actuelle constitue l'obstacle majeur devant l'extension de ces nouvelles techniques.

II. LA POLLUTION DES RIVIÈRES ET DES EAUX SOUTERRAINES

II.1. La spécificité du milieu récepteur

Nous examinons ici la pertinence de donner la priorité aux rejets des eaux épurées en eau de surface.

Le but de l'épuration est la protection du milieu récepteur ³. Lorsque les eaux épurées sont déversées dans des eaux de surface, une «bonne épuration» protège en principe mieux l'environnement. Pendant le rabattement de la DCO, l'azote et le phosphore organiques se transforment en nitrates et phosphates que l'on s'efforcera d'enlever par la suite. Le rendement réel de cette dernière opération est variable ⁴, mais laisse dans tous les cas suffisamment d'azote et de phosphore dans les eaux épurées pour voir apparaître à des degrés divers le phénomène d'eutrophisation ⁵.

² ORSZÁGH J., PLUVALOR & TRAISELECT: introduction à la gestion écologique de l'eau dans la maison. Ed. Enviroways (Belgique); commercialisé par l'Université de Mons-Hainaut.

³ Article 1 de la Directive 271/91 de la C.E.

⁴ MATCHÉ N., Phosphate Removal from Wastewater, Journées Internationales d'Etudes de CEBEDEAU, Liège, 22-23 mai 1987.

⁵ BARROIN G., La Recherche, n°238, vol. 22. pp. 1414-1422

Une autre solution technique consiste à infiltrer les eaux épurées dans le sol. Dans ce cas, on admet que le milieu récepteur est la nappe phréatique. Suivant une troisième solution, on évapore les eaux épurées, notamment en utilisant l'évapotranspiration des plantes.

Tableau I – La pollution des eaux naturelles

	Eaux de surface	Eaux souterraines
Finalité, utilisations	Écosystème aquatique, navigation, loisirs énergie, réserve d'eau potabilisable, etc.	Réserve d'eau potabilisable, équilibre hydrique des nappes phréatiques.
Sensibilité à la pollution par :		
○ Nitrates	Très grande	Grande
○ Phosphates	Très grande	±nulle
○ Pesticides	Très grande	faible
○ Détergents, savons	Très grande	±nulle
○ Hydrocarbures	Très grande	moyenne
○ Matière fécale	Très grande	±nulle
○ Urine	Très grande	faible
Vitesse de réaction à la pollution et à la dépollution	Immédiate et très rapide	Très lente.
Possibilité de dépollution	Rapide, moyens simples et peu coûteux.	Très lente, même en supprimant les sources de pollution.
Problèmes principaux	Eutrophisation, asphyxie par les nitrates et les phosphates, pollution par les détergents et les micropolluants.	Teneur élevée en nitrates, traces de pesticides, pollutions ponctuelles par les hydrocarbures.
Sources principales de pollution	Eaux résiduaires urbaines (de loin prédominante) industrie, Agriculture.	Élevages (prédominante) fertilisation agricole, secteur domestique (négligeable).

Lorsqu'on déverse une eau usée épurée ou non dans une rivière ou on l'infiltré dans le sol, les impacts sont très différents. Le tableau I donne une vue synthétique de la situation des ces deux catégories d'eau en tant que milieu récepteur. Nous allons retenir trois points importants des données du tableau:

- En simplifiant à l'extrême, dans les zones à population dense, la pollution des eaux de surface provient surtout des habitations. Dans l'écrasante majorité des cas les eaux souterraines sont polluées par l'agriculture.
- Le déversement d'une eau usée, même épurée, dans un cours d'eau a des impacts totalement différents sur l'environnement que l'infiltration de la même eau dans le sol. C'est un élément capital pour dresser l'écobilan d'un système d'épuration ou d'assainissement.
- L'élément clef de la pollution domestique des eaux est l'azote. Lorsqu'on regarde les impacts environnementaux d'une technique d'assainissement, le bilan azoté est primordial.

II.2. Le pouvoir épurant du sol

Le déversement d'une eau, même bien épurée, dans une rivière ou dans un lac constitue toujours une perturbation de la vie aquatique. Très peu d'azote et de phosphore suffisent pour amorcer l'eutrophisation ⁵, surtout dans les eaux à écoulement lent. Il n'y a que vis-à-vis de la matière organique provenant directement du vivant qu'on peut parler d'une certaine efficacité de l'auto-



épuration. Les autres substances (détergents, savons, parfums, etc.) se trouvant normalement dans les eaux usées domestiques sont nettement moins bien «digérées» par les écosystèmes aquatiques de surface.

La situation change du tout au tout lorsqu'on infiltre ces eaux dans le sol. La charge des eaux domestiques est surtout composée de grosses molécules organiques azotées et phosphorées (eaux-vannes et, dans une moindre mesure, eaux de vaisselle) et des molécules «carbonées» ne contenant que des atomes de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et accessoirement du soufre (eaux grises). De plus, ces molécules sont polaires et de ce fait possèdent une grande affinité vis-à-vis de tous les composants (argile, silice et calcaire) du sol. Lorsqu'on infiltre des eaux usées, quelques centimètres de bonne terre suffisent pour retenir la presque totalité de la charge polluante. Celle-ci est prise en charge alors par la pédofaune qui prépare les nutriments pour les plantes. La charge polluante des eaux grises infiltrée dans le sol se transforme en CO₂, en CH₄ et en eau. Le peu d'azote contenu dans ces eaux sert à nourrir les bactéries qui dégradent le reste.

Pour les eaux souterraines, le seul problème provient de l'azote contenu dans les eaux-vannes, mais sous forme épurée, c'est-à-dire minéralisée en ions NO₃⁻ et NH₄⁺. Sous ces formes, l'azote traverse assez facilement toutes les formations géologiques pour rejoindre les nappes phréatiques, bien que dans de bonnes conditions, même par rapport aux ions nitrates, le pouvoir épurant du sol est remarquable ⁶.

Compte tenu des pertes d'azote après l'épandage des boues d'épuration, lorsque le milieu récepteur est le sol, une épuration secondaire efficace (oxydation de la charge) des eaux-vannes a un impact plus important sur les eaux souterraines que l'infiltration, dans de bonnes conditions, d'une eau non épurée.

Ceci ne signifie évidemment pas qu'il ne faut pas épurer, ne fût-ce que pour éviter le colmatage du système de dispersion. Des réserves doivent aussi être formulées pour les sous-sols composés de roches fissurées ou en zones inondables, mais l'écrasante majorité des sols convient pour une épuration très efficace.

Le pouvoir d'assimilation des plantes est un autre élément à prendre en considération. Lorsqu'on traite des eaux vannes, il est préférable de ne pas libérer l'azote organique par épuration afin de laisser ce soin aux bactéries du sol pour mettre ces éléments progressivement à la disposition des plantes ⁷. On limite ainsi les pertes d'azote vers la nappe phréatique. L'infiltration doit évidemment être faite dans la rhizosphère. Il existe des biotopes reconstitués d'une grande efficacité pour assimiler l'azote et le phosphore. L'autre avantage de ce type d'épuration est l'élimination de l'eau par évaporation, ce qui limite encore les infiltrations des nitrates. C'est le principe de fonctionnement d'une grande variété de plateaux végétaux filtrants dont l'usage s'étend dans les pays scandinaves et en Allemagne. Nous reviendrons encore sur ces systèmes.

III. LA PERTURBATION DES GRANDS CYCLES NATURELS

III.1. La pédogenèse et le cycle de l'azote

Toute matière organique détruite sous prétexte d'épuration ou de valorisation énergétique et non recyclée dans la pédogenèse est une perte pour la biosphère et une menace de pollution pour les

⁶ DEBBAUT V., Caractérisation du sol vis-à-vis de l'assainissement. Tribune de l'eau, 45, n°560, p. 64. (1992)

⁷ Des expériences sont en cours pour ajuster le rapport C/N juste avant l'infiltration.



eaux. De telles soustractions de biomasse diminuent la capacité de production et de régénération des écosystèmes. Elles ont comme conséquence le dérèglement du régime.

On peut aisément montrer que c'est la perturbation du cycle de l'azote qui est à l'origine de la plupart de nos problèmes liés à la pollution, sans parler de l'érosion, des inondations et des pénuries d'eau ⁸. L'azote est l'élément clef dont la maîtrise conditionne la gestion durable des eaux. Cette idée peut être formulée de la manière suivante:

En ce sens, la valeur biologique, en tant qu'humus potentiel, du contenu des eaux-vannes est supérieure au gain obtenu par la destruction pendant leur épuration. Ceci est valable également pour la valorisation énergétique y compris la biométhanisation. La description de la pédogenèse sort du cadre de ce travail, mais il faut préciser que pour la formation de l'humus, la matière organique ne doit pas passer par une phase aquatique. Pour cette synthèse, il est préférable d'éviter d'introduire la matière première dans l'eau. Même le stockage de l'urine ou du lisier provoquant la formation d'ions NH_4^+ soustrait en grande partie la matière organique du processus de la pédogenèse. Dans le cas des déjections humaines ou animales, celle-ci commence au moment de la production. Si le rapport C/N n'est pas directement ajusté à environ 60 par l'adjonction de la matière organique végétale, sous l'effet de l'action de l'uréase, en quelques heures la plus grande partie de l'azote est déjà sous forme ammoniacale, peu récupérable pour la pédogenèse. C'est le principe de fonctionnement de la toilette à litière biomaitrisée ou TLB, mise au point par un des auteurs de ce travail. Cette toilette constitue une alternative crédible au W.-C. à chasse d'eau.

Quand on sait que l'azote des déjections humaines dans le monde représente environ 40 % de celui utilisé en agriculture, on comprend que l'épuration des eaux vannes est une activité incompatible avec le concept du développement durable. La pléthore et le gaspillage de l'azote d'origine animale (lisier) dans les pays industrialisés est une anomalie qui hypothèque l'avenir alimentaire de l'humanité ⁹ ¹⁰. Cette fausse abondance qui est à l'origine de la pollution des eaux souterraines cache encore une autre réalité: notre alimentation vient de la terre et nos déjections doivent y retourner, mais pas n'importe comment. L'épuration constitue donc une rupture du cycle vital de l'azote. Dans un monde où la proportion de la biomasse humaine de la biosphère est en augmentation, cette rupture nous contraindra à revoir les bases de nos concepts sur l'assainissement.

III.2. La toilette à litière biomaitrisée ¹¹

Nous ne faisons pas ici le procès du W.-C. à chasse, symbole de notre insouciance vis-à-vis de l'environnement, d'autres l'ont déjà fait ¹¹ ¹² ¹³. Si l'on insiste généralement sur le gaspillage d'eau potable et la pollution, la littérature n'attire pas l'attention sur la rupture du cycle de l'azote ¹⁴ mentionnée plus haut lorsqu'on utilise un «water-closet». Dans les pays pauvres en ressources hydriques, l'usage généralisé du W.-C. à chasse est une option particulièrement irrationnelle, voire criminelle.

⁸ ORSZÁGH J., Dimension 3. Revue de l'AGCD (Bruxelles), n°4, juillet-août 1995 pp.16-19.

⁹ GEVAERT Pierre, L'avenir sera rural ou... ne sera pas. Ed. Terre Vivante

¹⁰ BIRRE André, L'humus, richesse et santé de la terre. Ed. La Maison Rustique

¹¹ Une des premières descriptions de ce type de toilette a été donnée par Pierre Lehmann, in Traitement des eaux usées des petites collectivités. 35ème Journées Internationales du CEBEDEAU, Liège, 24-26 mai 1992. pp. 273-285.

¹² François TANGUAY, Petit manuel d'autoconstruction, Ed. Mortaigne, Canada.

¹³ Béatrice TRELAÛN, Water sans eau, Ed. Alternatives.

¹⁴ ORSZÁGH J., Le traitement sélectif des eaux usées et le cycle de l'azote. Nouvelles de la Science et des Technologies (Bruxelles), 13, n°1 (1995) pp. 271-274

En dépit du fait que l'élimination des eaux-vannes par la suppression des W.-C. simplifie d'une façon spectaculaire les problèmes d'assainissement ¹⁵, les techniciens en génie sanitaire ne se sont pas intéressés aux toilettes sèches pour toute une série de raisons qu'il serait trop long d'analyser ici. Si l'on avait investi des moyens adéquats pour la mise au point des toilettes sèches, nous pourrions actuellement «évacuer» la majeure partie de nos problèmes d'assainissement et de pollution par le secteur domestique. Les toilettes sèches développées dans les pays nordiques et commercialisées un peu partout sont très chères. De plus, compte tenu des conditions biologiques et physico-chimiques de la formation de l'humus, on peut dire que leur écobilan est contestable ¹⁶. Il y a également un problème de confort lié à leur utilisation.

Lors de la mise au point de la toilette à litière biomaitrisée ou TLB, l'objectif n'était pas l'élimination d'un déchet qui nous gêne, mais la réalisation des conditions idéales pour le recyclage des déjections dans le processus de la pédogenèse. Le blocage de l'action de l'uréase ¹⁷ et l'ajustement du rapport C/N élimine les problèmes d'odeurs. On propose ainsi une toilette sèche dont l'usage offre presque autant de confort que celui d'un W.-C.. Le problème de l'acheminement des effluents vers le lieu de compostage en limite actuellement l'usage aux maisons familiales, bien que des solutions techniques sont envisageables pour les habitations à étage aussi. Les versions actuelles sont commercialisées pour un prix qui ne dépasse guère celui d'une bonne cuvette avec chasse. Une étude épidémiologique ¹⁸ menée par l'École de Santé Publique de l'Université de Louvain arrive à la conclusion que l'usage de ce type de toilette ne présente aucun risque sanitaire supplémentaire par rapport à celui d'un W.-C. classique.

Il ne faut évidemment pas en conclure que l'application du concept d'assainissement intégré est conditionnée par l'usage des toilettes sèches. Des solutions techniques existent pour éliminer la charge fécale avec moins de dégâts pour l'environnement que ceux liés à l'épuration collective.

IV. LE BILAN GLOBAL DE L'ÉPURATION COLLECTIVE

IV.1. Bilan azoté

Pour satisfaire les recommandations de la directive 91/271 de la C.E. les états membres doivent faire des sacrifices budgétaires importants. On justifie ces dépenses par la protection des eaux de surface et souterraines. Quelle est la portée réelle du programme européen d'épuration des eaux urbaines?

Pour répondre à cette question, voici une donnée importante: contrairement à ce qui se passe dans les pays en voie de développement, chez nous la quantité d'azote rejetée par le secteur domestique dans les eaux ne représente qu'une fraction faible ($\pm 10\%$ dans la plupart des régions) de l'azote utilisé pour la fertilisation des terres agricoles. L'épuration collective ne concerne donc qu'une proportion faible de la pollution azotée. La moindre mesure de réduction (souvent peu coûteuse) de la pollution agricole aurait plus d'impact sur la qualité des eaux souterraines que tout le programme d'épuration. Si l'objectif est la protection des eaux potabilisables souterraines, avec

¹⁵ ORSZÁGH J., Approche systémique du problème de traitement sélectif des eaux usées domestiques. Tribune de l'eau, 45, n°6, pp.89-94 (1992)

¹⁶ ORSZÁGH J., Utiliser une toilette sèche: une question de cohérence. Humus News, vol.13. n°2, pp.4-8 (1997) et La pollution de nos W.-C. Silence, n°242, mars 1999 pp.4-11.

¹⁷ L'inhibition de l'action de l'uréase par la biomasse carbonée est bien mise en évidence par NIMENYA H. et coll., Ann. Méd. Vét., 143, pp. 409-414 (1999).

¹⁸ D'HOORE W. et coll., Etude du risque sanitaire du système de toilettes à litière biomaitrisée. Ecole de Santé Publique, Université Catholique de Louvain (Belgique) mars 2000.



l'épuration collective on se trompe de cible. Il est probable que l'impact de l'épuration ne sera pas mesurable en termes d'amélioration de la qualité des eaux souterraines.

Quant aux eaux de surface, on observera une amélioration de la qualité partout où l'on remplacera les rejets directs par des rejets d'eau épurée. En contrepartie, par la concentration de la pollution suite à l'extension du système de collecte augmentera la charge résiduaire rejetée par les stations. Une grande partie de la charge polluante actuellement confiée au pouvoir épurant remarquable du sol sera canalisée vers les rivières, dont on risque de maintenir un certain caractère eutrophe.

Il est également intéressant d'analyser le bilan azoté de l'épuration collective. De par de ses déjections, chaque individu rejette annuellement de 4 à 9 kg d'azote et environ 0,9 kg de phosphore. Pour l'azote, nous admettons une valeur moyenne de 5,6 kg de N/an.EH ¹⁹. Rien ne se perd dans la nature, il est donc primordial de s'intéresser au devenir de cet azote pendant et après l'épuration. La figure 1 illustre schématiquement ce bilan.

C'est dans les eaux vannes que se trouvent 98 % de l'azote des eaux usées domestiques. L'acheminement de cet élément peut être suivi par la fosse septique, l'égout, la station d'épuration jusqu'au rejet des eaux épurées et l'élimination des boues. Dans ce schéma, l'azote contenu dans les eaux-vannes brutes constitue 100 %. Afin d'éviter une bataille des chiffres concernant la proportion de l'azote dans chaque flux de la figure 1, avant toute discussion, nous invitons le lecteur à mettre dans les cases vides ses propres chiffres de pourcentage.

Dans les limites des valeurs généralement admises par tous, on arrive aux constats suivants :

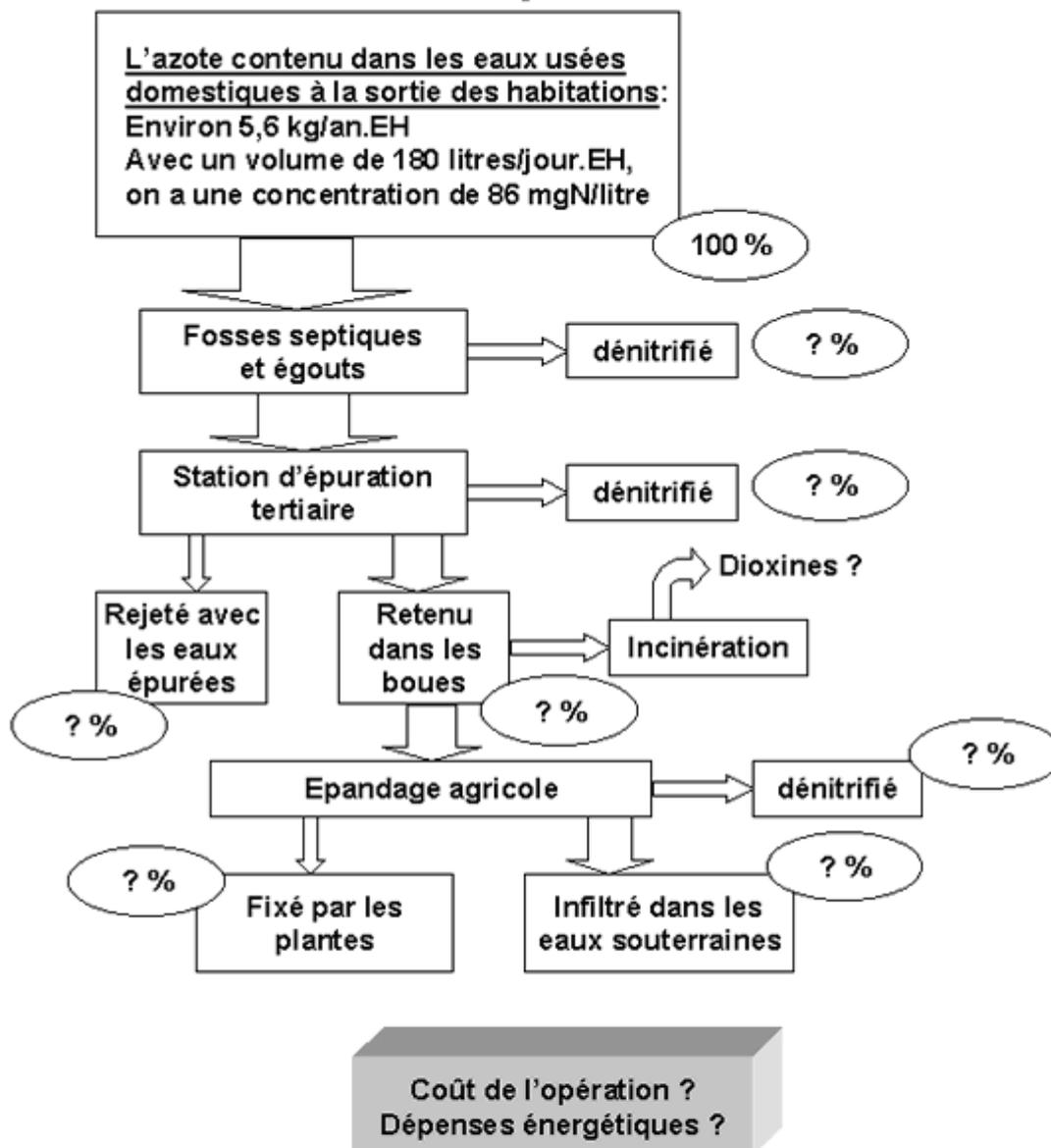
- Une proportion faible, 2 à 10 %, de l'azote quitte la station d'épuration avec les eaux épurées. Cette quantité est largement suffisante pour induire l'eutrophisation du milieu récepteur.
- La majorité de l'azote se trouve concentrée dans les boues. Une grande partie de cet azote est déjà minéralisée et se trouve sous forme adsorbée sur des particules solides et n'attend que l'éluion par les eaux pluviales.

La question primordiale est de savoir quelle est la proportion de l'azote qui sera dénitrifié ou assimilé par les plantes après épandage des boues d'épuration. Il est peu probable que cette proportion constitue la majorité. Or, l'azote qui n'est pas rejeté avec les eaux, dénitrifié (en aérobiose il n'y a pas de dénitrification) ou assimilé par les plantes, rejoint les eaux souterraines ou les eaux de surface.

Suite à la destruction par épuration, l'azote de la matière organique se retrouve donc en grande partie dans la nature sous forme de pollution par les nitrates.

¹⁹ RODALE, Cité par la réf. 12.

Bilan azoté de l'épuration collective



Résultats probables :

- Augmentation du volume des eaux usées rejetées dans les eaux de surface avec une charge résiduaire non négligeable;
- Maintien du caractère eutrophe des rivières;
- Impacts négligeables sur la qualité des eaux souterraines;



Il est donc assez intéressant de comparer ce bilan à celui des filières d'assainissement qui utilisent directement la dénitrification dans le sol et la phytoassimilation.

IV.2. Autres bilans

Pendant le fonctionnement d'une station d'épuration, il faut de 1 à 2,5 KWh d'énergie électrique pour éliminer 1 kg de DBO₅ des eaux usées. A cela il faut ajouter les dépenses d'énergie pour la fabrication et l'entretien des équipements, la production et le transport des réactifs et des boues, le séchage et l'élimination de ces dernières.

Un fait important: les conséquences environnementales de la présence des métaux lourds dans les boues pour les filières de production alimentaire. Avec le système du «tout-à-l'égout» la présence des métaux lourds est inévitable. On peut, dès à présent, faire un calcul simple pour prédire le moment de saturation en métaux lourds de nos terres agricoles qui seront appelées à absorber les montagnes de boues produites par les stations d'épuration.

V. UNE SOLUTION ALTERNATIVE: LE TRAITEMENT SÉLECTIF DES EAUX

Il y a à peine 10 ans, l'idée de traiter d'une manière sélective les eaux vannes et les eaux grises ¹⁹ n'a pas été prise au sérieux par les techniciens en génie sanitaire. Pourtant, tout mélange produit de l'entropie et toute épuration en détruit – au prix d'une dépense d'énergie. Au point de vue de la biologie de l'épuration, le mélange des eaux grises et eaux vannes crée plus de problèmes qu'il n'en résout. La présence des ions NH₄⁺ provenant des eaux vannes rend plus difficile la dégradation des détergents, tandis que ceux-ci inhibent la bioassimilation des protéines. Les deux types d'eau étant produits séparément, leur traitement sélectif est techniquement facile et biologiquement plus simple.

Le système de traitement sélectif mis au point à l'Université de Mons-Hainaut est actuellement commercialisé sous le nom de TRAISELECT. La description technique de ce système sort du cadre de cet exposé. Le principe est d'épurer les eaux grises dans un réacteur anaérobie, suivi d'une aération. À ce stade, l'eau épurée a encore une DCO de l'ordre de (250 ±170) mg O₂/l et une teneur en azote Kjeldahl de (12 ±5) mgN/l dont (8 ±4) sous forme ammoniacale. La teneur en azote nitrique est inférieure à 0,1 mgN/l. La teneur en phosphore est 2,7 ±2 mgP/l. Il est évidemment hors de question de déverser cette eau dans une rivière, mais infiltrée dans le sol, en raison de sa faible teneur en azote, elle ne présente pas de danger pour la nappe phréatique. Pour achever l'épuration, l'eau séjourne une semaine dans un bassin exposé à l'air et à la lumière du jour et la DCO descend à (19 ±17) mgO₂/l et la teneur en azote Kjeldahl à (1,5 ±1,4) mgN/l. Ce bassin d'une superficie de 1,5 m²/EH est un élément décoratif du jardin.

En utilisant une toilette à litière biomaitrisée, l'assainissement se réduit au placement d'un système d'épuration des eaux grises et la gestion d'un compost au niveau du jardin. Ce compost absorbe également la partie fermentescible des ordures ménagères qui, de ce fait, subissent une «cure d'amaigrissement» de 40 à 50%. Ce système est bien adapté aux habitats familiaux périurbains. Son coût ²⁰ varie entre 50 et 200 €/EH. Le coût des investissements pour l'épuration collective (égouts + collecteur + STEP) est évalué en Wallonie à 1162 €/EH ²⁰.

²⁰ BERTAGLIA M., Séminaire en pollution de l'environnement 1998-99. Université Catholique de Louvain (Belgique), Unité de Génie Biologique.



Une autre version (encore au stade expérimental) du traitement sélectif (système CREAQUA) comporte l'épuration séparée des effluents d'un W.-C. à volume d'eau réduit dans un plateau végétal étanche d'une superficie de 3 à 4 m²/EH. Les eaux vannes (environ 15 litres/jour.EH) sont conduites sous terre dans la rhizosphère du plateau végétal où elles sont dénitrifiées en anaérobiose. Le restant de l'azote et du phosphore est assimilé par les plantes, tandis que l'eau est évaporée. La vitesse d'évaporation est de l'ordre de 4 à 5 mm/jour. Ce plateau végétal, dans lequel l'eau à épurer est sous terre, est aussi un élément décoratif du jardin. D'après les premières observations, le trop-plein du plateau végétal est à sec; la totalité des eaux vannes produite est évaporée.

VI. LES PRINCIPES DE BASE DE L'ASSAINISSEMENT INTÉGRÉ

VI.1. La position du législateur européen

L'assainissement intégré est une approche du problème de gestion des eaux usées où l'objectif n'est pas l'épuration la plus performante, mais l'impact minimum sur l'environnement en amont et en aval du traitement pour le moindre coût. C'est l'expression du principe d'utilisation de la meilleure technologie disponible clairement exprimé dans le dernier alinéa de l'article 3 de la directive 91/271, en tenant compte de la priorité définie dans l'article 1. A l'époque de la rédaction de cette loi, le législateur était convaincu que l'épuration collective était la meilleure technologie disponible, ce qui explique la recommandation du calendrier de réalisation de la collecte et l'épuration des eaux. Cependant, en suivant le dernier alinéa de l'article 3 à la lettre, toute décision concernant l'assainissement devrait être précédée d'une étude comparative des impacts environnementaux de toutes les solutions techniques envisageables. Avec une telle étude, le domaine d'application de l'épuration collective se réduirait aux grands centres urbains.

Des normes différentes devraient être fixées pour les rejets en eau de surface et pour l'infiltration dans le sol. Les normes devraient également différer lors du rejet d'eaux vannes, contenant beaucoup d'azote et d'eaux grises qui en contiennent très peu.

VI.2. Options de base

- a) Éviter, autant que se peut, le rejet des eaux usées – même bien épurées – en eau de surface.
- b) Étudier cas par cas, d'une manière comparative, les impacts environnementaux, y compris ceux du traitement des boues, énergétiques et économiques de toutes les solutions techniques disponibles pour l'assainissement.
- c) Tenir compte des objectifs de qualité fixés pour le milieu récepteur.
- d) Donner la priorité aux solutions techniques les plus simples et les moins coûteuses qui assurent une protection satisfaisante.

Dans le choix des techniques, on favorisera évidemment celles qui sont basées sur le principe de prévention de la pollution à la source. C'est le cas des systèmes utilisant les toilettes sèches dont l'usage devrait être encouragé par tous les moyens fiscaux, en attendant d'appliquer rigoureusement le principe du pollueur-payeur aux usagers des W.-C. à chasse. Devant l'ampleur des dégâts environnementaux résultant du rejet des déjections dans l'eau, on ne peut que s'étonner du peu d'intérêt accordé aux recherches sur les toilettes sèches.

Il est évident, que grâce au plateau végétal filtrant, en attendant l'adaptation de la législation, les eaux vannes peuvent être éliminées sans trop de dégâts, sans oublier toutefois que la destruction



des déjections est seulement une solution de secours en attendant le changement des mentalités. Pendant cette phase d'adaptation aux réalités de la gestion durable de l'eau, on peut même envisager l'utilisation des systèmes d'épuration individuels aérobie classiques, tout en sachant que

- leur bilan énergétique est peu favorable (consommation d'énergie électrique);
- ils détruisent une biomasse de grande valeur biologique;
- leur bilan azoté n'est guère mieux que celui de l'épuration collective;
- ils produisent toutefois des boues contenant moins de métaux lourds que celles de l'épuration collective;
- en cas d'infiltration dans le sol des eaux épurées, les rivières sont bien protégées.

C'est la combinaison de plusieurs techniques qui constitue à l'heure actuelle la solution la plus satisfaisante pour l'assainissement rural et périurbain.

VII. UN EXEMPLE TYPE D'ASSAINISSEMENT INTÉGRÉ

Prenons le cas d'un village ou d'un quartier périurbain équipé d'égouts, sans station d'épuration ou avec une qui ne fonctionne pas très bien. La rivière la plus proche est surtout polluée par des rejets sauvages et/ou par le déversement de la station d'épuration. Les égouts, de construction ancienne ne sont pas étanches.

L'étude préalable révèle qu'on ne se trouve pas sur roche fissurée, que la nappe phréatique n'est pas près de la surface. L'ensemble des habitats est composé de maisons familiales avec jardins de quelques ares. Dans le centre du village, une dizaine de maisons n'ont pas de jardin pour disperser les eaux. Une série d'habitations se trouve au bord de la rivière et la perméabilité du sol est telle que la dispersion est impossible sans polluer la rivière. Toutes les maisons sont équipées d'une fosse septique et sont raccordées aux égouts.

Après une campagne d'information, l'enquête relève aussi que 5 % de la population concernée est disposé à utiliser une toilette sèche, 25% souhaiterait réutiliser les eaux grises épurées.

De toute évidence, il n'y a que le centre du village qui aura besoin d'une épuration collective. On prévoit donc une station d'épuration de 30 à 50 EH dont les eaux épurées seront conduites dans un bassin de finissage garni de plantes pour achever l'épuration. Si le relief le permet, au lieu de rejeter ces eaux dans la rivière, on crée une zone humide pour l'évaporation et l'infiltration.

On identifie les rejets sauvages dans la rivière dont certains proviennent des fermes. Ces rejets sont supprimés et dans chaque cas, on met en place un système d'assainissement ou d'une mini-station d'épuration autonome avec système de dispersion.

Les égouts ne seront pas rendus étanches (économie considérable), car à terme ils ne recevront que les eaux de la voirie, les eaux pluviales et celles venant de quelques sources.

Les maisons situées en-dehors du centre seront déconnectées de l'égout après avoir été équipées d'un système d'assainissement. On ne placera de bac dégraisseur qu'à la sortie des eaux grises d'un restaurant. Pour l'épuration sélective, ce dispositif n'est pas nécessaire. Dans tous les cas, on récupère les fosses septiques déjà placées soit pour la décantation des eaux vannes, soit pour l'épuration anaérobie des eaux grises. On traitera séparément les deux types d'eau. Ceci ne demandera que des travaux à l'extérieur des habitations. A ce niveau, les habitants auront le choix entre plusieurs solutions.



Ceux qui conservent leur W.-C. à chasse auront le choix entre la mini-station d'épuration avec système de dispersion dans le sol, ou le traitement séparé. Dans ce dernier cas, ils installeront un W.-C. à volume d'eau réduit qui alimentera une fosse septique raccordée à un plateau filtrant végétal. Les eaux grises seront traitées suivant le système TRAISELECT. Elles pourront être dispersées dans le sol, réutilisées pour arroser le jardin ou alimenter un petit plan d'eau décoratif. La municipalité organise la vidange annuelle des fosses septiques eaux vannes qui serviront à imprégner les branches broyées provenant de l'élagage et de l'entretien des espaces verts. Le broyat imprégné est composté. On peut même envisager le compostage conjoint de la partie fermentescible des ordures ménagères et à l'instar des certaines villes norvégiennes, les effluents des toilettes sèches collectés d'une manière sélective. Le coût de ce type d'assainissement est de moitié inférieur à celui de l'épuration collective, tout en rejetant dix fois moins d'azote et de phosphore dans le milieu récepteur hydrique ²¹.

Ceux qui optent pour une toilette à litière biomaitrisée auront très peu de dépenses pour l'assainissement. Après la suppression du W.-C., on conduit les eaux grises dans la fosse septique ainsi récupérée en tant que fosse de digestion. Ces fosses ne seront pas vidangées: le peu de boue qui s'y forme est digéré en anaérobiose. Les eaux grises sortant de la fosse de digestion peuvent être dispersées dans le sol, sans aucune nuisance et sans risque de colmatage.

Afin de les récupérer pour un usage ultérieur, les eaux grises sortant de la fosse de digestion sont conduites dans une fosse d'aération. Un aérateur d'aquarium suffit pour atténuer les odeurs désagréables et diminuer l'anaérobiose. Au départ de cette fosse, on peut déjà pomper l'eau pour arroser le jardin et pour les nettoyages extérieurs.

Le système d'épuration des eaux grises des maisons situées en zone sensible près de la rivière sera complété d'un filtre végétal eaux grises (0,5 m²/EH) qui alimente un petit plan d'eau décoratif (min. 1 m²/EH).

VIII. CONCLUSIONS

En examinant le bilan azoté complet des systèmes classiques d'épuration, on peut se poser des questions sur le caractère durable de l'option pour l'épuration centralisée des eaux usées domestiques. En zone rurale et périurbaine le concept de l'assainissement intégré, en utilisant le traitement sélectif des eaux vannes et des eaux grises protège mieux l'environnement à moindre coût.

Joseph Országh et Pascal Lor

Université de Mons-Hainaut, Faculté des Sciences, Belgique, 13-15 septembre 2000

²¹ ETNIER C. et coll., Pricing ecological engineering systems for wastewater treatment. Conference Ecology, Society, Economy, Université de Versailles, 23-25 mai 1996.