

L'épuration des eaux usées par les plantes

Tout le monde connaît les stations d'épuration classiques et les systèmes d'assainissement autonomes, type épandage souterrain (cf. Connaître pour agir n° 25). Mais il existe une troisième façon d'épurer les eaux usées, basée sur l'utilisation des végétaux aquatiques : la phytoépuration, connue naguère sous le vocable de « lagunage ». Il s'adresse autant aux particuliers qu'aux petites collectivités.



Le filtre à phragmites met en œuvre exclusivement des roseaux.

Ce système est assez répandu aux Pays-Bas ou en Belgique, depuis une trentaine d'années, et dans quelques régions françaises. Ce n'est pas le cas en Haute-Normandie, qui, pourtant, dès la fin des années 1970, fut, à travers le laboratoire d'écologie de l'Université de Rouen, une région pilote dans ce domaine. Des expériences menées sur le traitement des eaux usées d'un abattoir de volailles avaient démontré le parfait fonctionnement de cette filière. La fermeture de l'entreprise a malheureusement ruiné son développement.

Quel est le principe général de l'épuration par les plantes ?

Cette filière d'épuration s'appuie sur le pouvoir épurateur des végétaux aquatiques : algues, hydrophytes (plantes d'eau libre) et héliophytes (plantes du bord des eaux). Les eaux usées séjournent simplement dans une série de bassins à ciel ouvert peuplés de ces végétaux. Le roseau (ou phragmite) et autres plantes vigoureuses ont été largement utilisés à cet effet sous le nom de « macrophytes ». Ces dernières consomment les composés polluants dissous dans l'eau – azote et phosphore –, qui constituent pour eux des éléments nutritifs. Par ailleurs elles servent de supports à de nombreux organismes microscopiques – algues et bactéries – qui font le gros du travail.

Certains systèmes se bornent à mettre en œuvre l'épuration par « microphytes » ou algues unicellulaires. Quant aux hydrophytes, elles absorbent les nutriments en excès à travers les parois cellulaires de leurs tiges et feuilles très ramifiées et produisent de l'oxygène nécessaire à la décomposition des matières organiques et à l'oxydation de l'azote ammoniacal

préjudiciable au milieu aquatique. Leur rôle se cantonne plutôt au bassin de finition, souvent négligé.

Dans quels cas constituent-ils une bonne solution pour l'épuration des eaux usées ?

Les systèmes d'épuration d'eaux usées par les plantes ont démontré leurs performances pour les collectivités de moins de 2 000 habitants.

En Haute-Normandie, 1 299 des 1 420 communes sont dans ce cas. Pour les communes plus peuplées, le choix d'un de ces systèmes peut être judicieux pour desservir des hameaux éloignés. Le « lagunage » offre l'avantage d'une grande modularité qui permet une extension des systèmes existants au fur et à mesure du développement des communes. On constate, en effet, que quatre lagunes de 5 000 m² fonctionnent mieux qu'une seule de 20 000 m².

Comme les « lagunages » fonctionnent de manière optimale en été, ils se prêtent parfaitement au traitement des campings, centres de vacances, aires d'autoroutes et parcs de loisirs.

Exemple

Les eaux usées du parc de Samara, à La Chaussée-Thirancourt (Somme) sont épurées grâce aux plantes.

Ces systèmes s'adressent également au particulier notamment si son système d'assainissement autonome est obsolète – et à l'entreprise, en excluant les eaux de process. Sous certaines conditions, le lagunage permet de traiter les eaux de lavage des étables ou des salles de traite. L'acidité des « eaux blanches » et la présence de résidus d'antibiotiques peuvent com-



Lagunage dans l'Hérault : certains systèmes se bornent à mettre en œuvre l'épuration par algues unicellulaires.

promettre le bon fonctionnement de l'épuration biologique. Aussi est-il nécessaire de mélanger ces eaux spécifiques à des « eaux grises » (ménagères) ou des « eaux vannes » (WC).

L'intercalation d'une « lagune de finition » entre le dernier bassin d'une station d'épuration classique et le milieu récepteur – cours d'eau, sol – améliore sensiblement, et pour un faible investissement, la qualité du rejet, notamment en ce qui concerne les nitrates. L'application du même principe aux bassins de rétention d'eaux pluviales – de plus en plus polluées – est également possible.

Que dit la loi ?

Les collectivités de moins de 2 000 habitants sont tenues par une Directive européenne de 1991 de se doter d'un système d'épuration, pour les réseaux collectifs, et d'un système de contrôle pour les assainissements autonomes avant le 31 décembre 2005.

L'administration ne peut pas, en principe, s'opposer à la mise en œuvre d'une technique comme la phytoépuration, qui a fait ses preuves. Mais ce genre de solution dite « naturelle » est malheureusement encore soumis à des dérogations préfectorales, ce qui ne peut que contrarier son développement.

Est-ce une solution coûteuse ?

Les systèmes de phytoépuration offrent une solution économique et durable pour l'épuration des eaux usées. L'investissement n'est pas aussi élevé que pour une Step avec bassins en béton, des pompes, etc. Un filtre à phragmites à lits verticaux, système le plus coûteux, revient, pour 1 000 habitants, moitié moins cher qu'une station d'épuration classique.

Exemples

Pour 50 à 1 000 habitants, un filtre à phragmites coûte 60 % du prix d'un système classique. Pour une famille de 4-5 personnes, il revient à 4 000 à 5 000 €.

La simplicité des systèmes permet également de diminuer notablement les interventions de maintenance. Enfin, il ne faut pas négliger les autres avantages, matériels et immatériels : pas de bruit, ni d'odeurs, ni de consommation d'énergie, plus-value paysagère et écologique...

La phytoépuration a la réputation de consommer beaucoup d'espace...

Rappelons qu'une station d'épuration classique consomme une place non négligeable, avec toutes ses dépendances et son périmètre de nuisance olfactive. Les systèmes de phytoépuration les plus extensifs nécessitent 10 m² d'installations par habitant (soit 2 hectares pour 2 000 habitants). Il est bien rare qu'il n'existe pas ici ou là, dans une petite commune, des terrains délaissés offrant la superficie nécessaire. C'est aux Pays-Bas, où la densité de population est une des plus élevées au monde, que l'épuration par les plantes est la plus répandue !

Des systèmes plus sophistiqués et plus « intensifs » – les

filtres à macrophytes – permettent de diviser par deux les surfaces nécessaires à l'installation des équipements.

Ces bassins à ciel ouvert respectent-ils les principes de l'hygiène ?

Une lagune fonctionne de manière aérobie, et suppose donc l'oxygénation naturelle de l'eau. Si elle est bien dimensionnée, elle ne sent rien. L'observation du bassin de finition permet de se rendre compte qu'une vie aquatique diversifiée s'installe spontanément, ce qui traduit la bonne santé du système.

Exemple

A Saint-Jean-de-Daye (Manche), les bassins de lagunage sont devenus un lieu de promenade et de découverte pédagogique.

Est-ce que cela fonctionne aussi en hiver ?

Le rendement des systèmes augmente avec la température. Ils sont donc très intéressants pour une utilisation principalement en été. Cependant, les microorganismes, même moins nombreux, n'en restent pas moins actifs en hiver, même sous la glace. Dès que le dégel s'amorce, le rendement augmente de nouveau. Dans la lagune à macrophytes, la base des tiges reste un bon support pour les bactéries. Dans le bassin à hydrophytes, nombre de plantes immergées restent vivantes en hiver, même si leur activité est ralentie. Si les apports d'eaux usées sont moindres en hiver, on peut confiner le rejet jusqu'au printemps.

Les filtres à phragmites à lits verticaux sont les moins sensibles au gel. Ce n'est qu'au-dessous de - 20 °C que le filtre doit être recouvert d'une couverture isolante faite du chaume des phragmites faucardés.

En été, en cas d'étiage poussé, il peut être nécessaire d'apporter un supplément d'eau pour que le système continue à bien fonctionner.

L'épuration par les plantes est-elle performante ?

Les performances des différents systèmes d'épuration sont généralement très bonnes, comparées à celles des Step classiques, du moins celles qui fonctionnent bien, ce qui n'est pas toujours le cas. Leur fiabilité n'a plus à être démontrée, compte tenu de leur mise en œuvre à plusieurs milliers d'exemplaires à travers l'Europe. De nouvelles expérimentations permettront, cependant, d'améliorer encore la qualité des systèmes.

Exemples

- On élève des poissons d'aquarium dans certains bassins de finition.
- On y relève souvent une qualité de l'eau épurée conforme aux normes des eaux de baignade.



Stations de phytoépuration en Alsace, en Savoie et dans le Vaucluse.

Qui est en mesure de réaliser des systèmes de phytoépuration ?

Les systèmes les plus sophistiqués – et plus particulièrement les filtres à hélophytes – doivent être réalisés par des sociétés spécialisées. Il en existe peu à ce jour, mais elles devraient se multiplier avec la reconnaissance du concept. Leurs réalisations découlent, entre autres, des travaux du Cemagref* et ont parfois été l'objet de brevets. Il n'existe pas, actuellement, de système de phytoépuration en fonctionnement en Haute-Normandie. Trois ont été récemment mis en place dans le Calvados.

* Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement.

Des plantes antipollution

- L'iris jaune des marais (ci-contre), en émettant des toxines par ses racines, réduit considérablement le nombre des coliformes fécaux et élimine des bactéries pathogènes.

- Le scirpe (à gauche) est capable d'absorber, puis de briser des composés chimiques polluants, comme les phénols ou les hydrocarbures, en molécules simples inoffensives.



Les différents systèmes de phytoépuration

Les systèmes décrits ci-dessous peuvent fonctionner de façon isolée, mais c'est leur association qui aboutit aux meilleures performances en allongeant le temps de séjour de l'eau dans l'installation. L'optimum est de 70 jours. On installe généralement deux à trois bassins en parallèle, qu'on remplit et vidange en alternance. Ceci permet également d'intervenir pour l'entretien d'un bassin sans stopper le fonctionnement de l'ensemble.

En Haute-Normandie, les sites les plus propices à l'installation d'un lagunage se situent sur les plateaux, du fait de la présence d'un substrat argilo-limoneux suffisamment imperméable et de la fréquence du vent, qui améliore le brassage de l'eau. Dans les vallées, pour se prémunir des contacts avec la nappe, il est nécessaire d'étancher les bassins à l'aide d'une « géomembrane ».

Le lagunage à microphytes

Description : c'est le système le plus simple. Un bassin de 2 m de profondeur – pour éviter l'installation de plantes autres que les algues unicellulaires – reçoit des eaux brutes chargées de matières organiques, après un « dégrillage » et un passage dans un bac dégraisseur. La présence d'une pellicule graisseuse compromettrait le bon fonctionnement du système.

Fonctionnement : repose sur l'action combinée des algues unicellulaires et des bactéries. Grâce au rayonnement lumineux, les algues produisent de l'oxygène qui permet la respiration et le développement des colonies bactériennes. Les bactéries – ainsi que certains champignons microscopiques – dégradent la matière organique en azote ammoniacal. Celui-ci, dans un milieu bien oxygéné, se transforme en nitrates assimilables par les algues, tout comme les phosphates qui proviennent en majeure partie des eaux de lessives. Les algues se multiplient alors dans le milieu et ainsi de suite.

Avantage : rapidité de la mise en route du processus. C'est pourquoi les lagunes à microphytes sont indispensables dans tous les systèmes de lagunage. Pour compléter l'épuration, il est bon de les faire suivre de bassins dédiés aux macrophytes.

Entretien : pompage des boues résiduelles quand elles occupent 30 % du volume du bassin, soit tous les 5 à 10 ans. On peut obtenir un compost de bonne qualité en les mélangeant avec les roseaux fauchés lors de l'entretien annuel des bassins à macrophytes (voir ci-dessous). En cas de surcharge organique, il est nécessaire de pomper de l'eau du bassin de finition pour diluer l'effluent.

Le lagunage à macrophytes

Description : plantation de végétaux (scirpes lacustres, phragmites, massettes, iris, joncs) dans 0,60 m d'eau sur un substrat sablo-graveleux de 0,40 m d'épaisseur.

Fonctionnement : les végétaux fixent les colonies de bactéries sur la base de leurs tiges et leurs rhizomes (tiges souterraines), ce qui améliore les performances des organismes épurateurs. Par ailleurs, ils absorbent par leurs racines une partie (10 % environ) des sels minéraux – nitrates et phosphates – issus de la décomposition de la matière organique présente dans les eaux usées.

Avantage : la plupart des macrophytes est capable d'assimiler les métaux lourds, toujours présents dans les eaux usées et nocifs pour l'environnement.

Entretien : faucardage annuel – en octobre – et enlèvement des parties aériennes des macrophytes afin qu'elles ne se décomposent pas sur place, ce qui aurait pour conséquences de consommer de l'oxygène dissous, au préjudice de l'épuration, de former de la vase,

et de remettre en circulation finalement les sels minéraux absorbés. Par ailleurs, le faucardage a pour effet de rajeunir la communauté végétale et d'entretenir sa vigueur. Il peut être nécessaire, tous les vingt ans, de pomper les boues accumulées.

Variantes : Les **filtres à phragmites** mettent en œuvre exclusivement des roseaux plantés dans des bassins disposés en série et étanchés par des géomembranes. Sur un substrat de gravier et de sable, régulièrement aéré par des événements, les effluents circulent verticalement ou horizontalement selon le type d'installation, mettant en œuvre différentes techniques qui sont du ressort de sociétés spécialisées.

Les phragmites ne servent pas que de supports pour les colonies bactériennes : elles empêchent le colmatage du substrat, qui doit rester filtrant, et contribuent à l'oxygéner. L'entretien se limite à un faucardage annuel et à l'exploitation, tous les dix ans, d'un terreau riche issu de l'accumulation des boues.

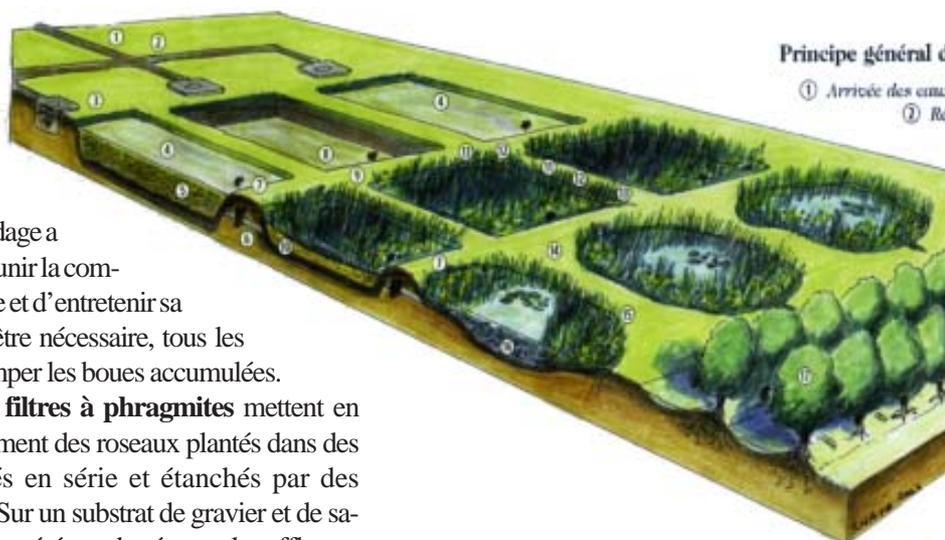
Les systèmes à lits horizontaux sont plus délicats à mettre en œuvre et entretenir que les systèmes à lits verticaux.

Le bassin de finition à hydrophytes

Description : lagune hébergeant des plantes poussant sous l'eau (hydrophytes) et servant de bassin de finition. Parmi les espèces utilisables, citons les fougères aquatiques du genre *Azolla*, assez difficiles à maintenir toutefois, la jacinthe d'eau, particulièrement efficace mais peu adaptée à nos climats, les renouées aquatiques, les myriophylles, les cornifles, certains potamots, les élodées.

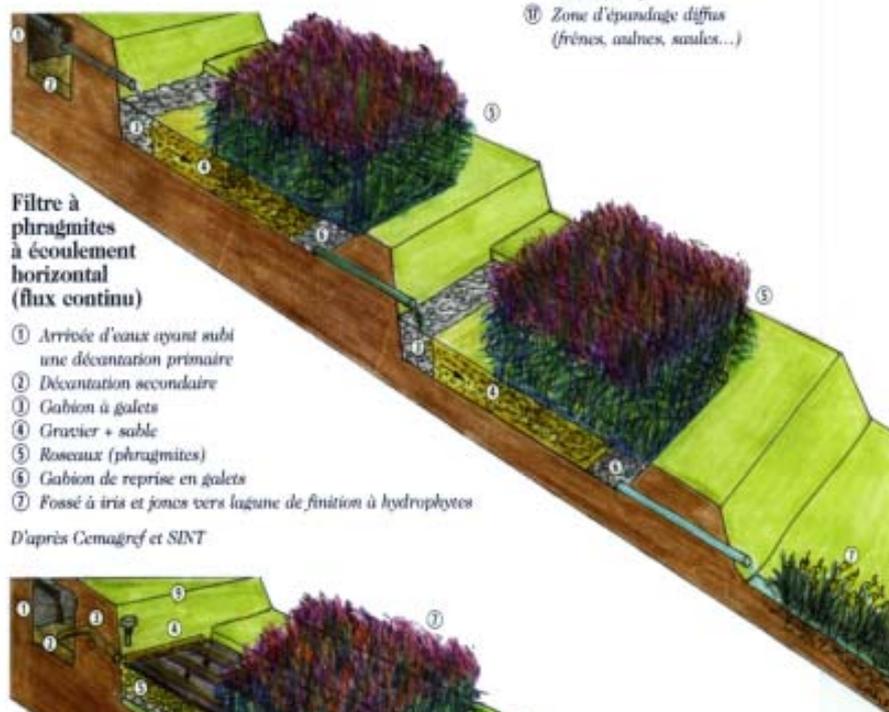
Fonctionnement : le séjour prolongé de l'eau au contact des hydrophytes permet une absorption importante de sels minéraux, ce qui évite l'eutrophisation du milieu naturel récepteur. L'oxygène émis par les plantes favorise l'oxydation des ions ammonium résiduels. Là où il n'existe pas d'exutoires satisfaisants, les eaux du bassin de finition peuvent être épanchées de façon diffuse dans un système boisé qui servira de piège pour les nitrates résiduels.

Entretien : il convient d'« écrémer » la surface de l'eau si les colonies de lentilles deviennent envahissantes. Ces plantes flottantes n'ont pas un rendement épurateur intéressant, sauf pour le phosphore, et elles privent de lumière les végétaux épurateurs subaquatiques.



Principe général du lagunage naturel

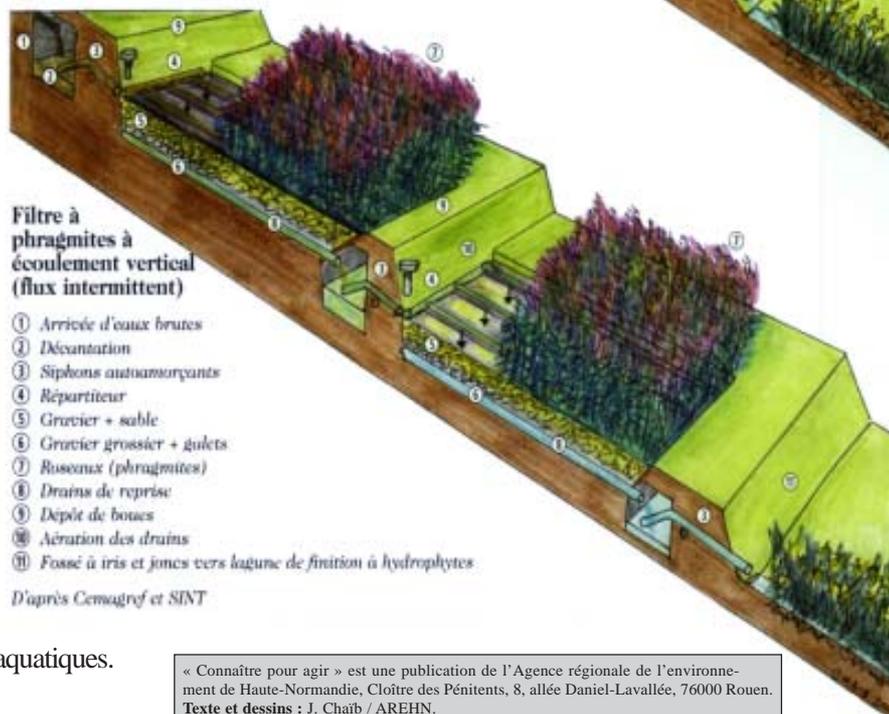
- ① Arrivée des eaux brutes
- ② Répartition dans les bassins
- ③ Bac dégraisseur et siphon autoamorçant
- ④ Lagune à microphytes (décantation, digestion des matières organiques)
- ⑤ Botes
- ⑥ Géomembrane
- ⑦ Vannes de vidange
- ⑧ Bassin vidangé en cours de remplissage
- ⑨ Lagunes à macrophytes
- ⑩ Substrat (gravier + sable)
- ⑪ Scirpe lacustre
- ⑫ Roseau
- ⑬ Iris des marais et jonc
- ⑭ Lagunes de finition à hydrophyte
- ⑮ Macrophytes
- ⑯ Hydrophytes (cératophylle, élodée, etc.)
- ⑰ Zone d'épandage diffus (frênes, aulnes, saules...)



Filtre à phragmites à écoulement horizontal (flux continu)

- ① Arrivée d'eaux ayant subi une décantation primaire
- ② Décantation secondaire
- ③ Gabion à galets
- ④ Gravier + sable
- ⑤ Roseaux (phragmites)
- ⑥ Gabion de reprise en galets
- ⑦ Fossé à iris et joncs vers lagune de finition à hydrophytes

D'après Cemagref et SINT



Filtre à phragmites à écoulement vertical (flux intermittent)

- ① Arrivée d'eaux brutes
- ② Décantation
- ③ Siphons autoamorçants
- ④ Répartiteur
- ⑤ Gravier + sable
- ⑥ Gravier grossier + galets
- ⑦ Roseaux (phragmites)
- ⑧ Drains de reprise
- ⑨ Dépôt de boues
- ⑩ Aération des drains
- ⑪ Fossé à iris et joncs vers lagune de finition à hydrophytes

D'après Cemagref et SINT