



n° 2430

CONTRIBUTION DES SOLS

A LA LUTTE CONTRE LA POLLUTION

D'ORIGINE ORGANIQUE

(par Yves HELLOT)

INTRODUCTION

Parmi les différentes techniques utilisées pour épurer les eaux résiduaires domestiques ou industrielles, la technique de l'épandage par aspersion ou irrigation, utilisant le pouvoir épurateur du sol, est connue depuis fort longtemps dans tous les pays du Monde, et en particulier en Europe Occidentale. Néanmoins, cette technique avait plus pour but d'apporter aux cultures l'eau et les sels nutritifs, dont elles avaient besoin, tout en contribuant, par les matières organiques qu'elles contiennent, à la reconstitution de l'humus, que de lutter contre la pollution.

L'épandage peut-être effectué aussi bien à partir d'eaux résiduaires, à condition qu'elles contiennent des matières organiques ce qui limite son application aux eaux domestiques (brutes ou pré-épurées biologiquement) et aux eaux industrielles des industries agricoles et alimentaires, qu'à partir de déchets semi-liquides (boues organiques domestiques, boues industrielles, lisier de porcherie, vinasses de distillerie, drêches de brasserie, etc...).

Il est certain qu'au niveau des principes, l'idée d'éliminer ces sources de pollution tout en contribuant à l'accroissement du rendement des cultures est extrêmement séduisante, d'autant plus si cette technique est réalisée aux moindres frais. Malheureusement sur le plan pratique l'utilisation de cette technique d'épuration rencontre quelques difficultés :

.../...

- les agriculteurs sont rarement demandeurs d'eaux résiduaires dont ils ne sont pas sûrs de la composition en éléments fertilisants et trouvent plus pratique d'utiliser tout simplement des engrais.
- l'épandage par aspersion ou par irrigation ne peut être réalisé douze mois sur douze, soit à cause du gel, soit à cause des périodes de récolte.
- l'épandage par aspersion ou par irrigation peut altérer les propriétés physico-chimiques du sol si une étude sérieuse n'est pas entreprise sur la composition des eaux et sur leur action sur le sol.
- il y a risque de pollution de nappes souterraines (phréatiques ou profondes) et même des eaux superficielles.
- en raison de son importance, la surface nécessaire est très difficile à trouver.
- l'épandage par aéro-aspersion d'eau résiduaire domestique peut créer des risques pour la santé publique, soit directement, (aérosols), soit indirectement par les récoltes (légumes ou fruits se mangeant crus).

Malgré ces inconvénients, qu'il est important de souligner, on peut dire que dans de nombreux pays, les techniques d'épandage ou d'irrigation sont encore utilisées comme moyen de lutte contre la pollution, mais il est certain qu'elles le sont d'autant moins que les pays sont froids, très escarpés, très peuplés et très pluvieux.

Nous examinerons successivement : le comportement des eaux résiduaires dans le sol, l'intérêt représenté par les eaux résiduaires pour l'agriculture et les règles de l'art pour pratiquer un épandage rationnel et satisfaisant, comme technique de lutte contre la pollution.

Nous nous limiterons à l'épandage par aspersion, car dans nos régions de l'Est, l'irrigation par des eaux résiduaires n'existe pratiquement pas.

## I - COMPORTEMENT DES EAUX RESIDUAIRES SUR UN SOL.

Le devenir des différents polluants et constituants : eau, matières en suspension minérales et organiques, matières organiques dissoutes et sels dissous (ions) ainsi que le mécanisme de leur interaction avec le sol et les plantes sont loin d'être bien connus en raison de la

.../...

diversité des eaux résiduaires, de la complexité du milieu vivant qu'est le sol et des facteurs comme les conditions climatiques (pluviosité, niviosité, ensoleillement, gel) les conditions géologiques ou les conditions agronomiques.

a) - Infiltration :

Le but principal de l'épandage est d'infiltrer l'eau dans le sol. Cette infiltration dépend de plusieurs facteurs :

- la perméabilité du sol, perméabilité qui est variable suivant les différents horizons du sol. Le débit Q que l'on peut infiltrer sur une surface S est calculé par la formule :

$$Q = \frac{S H}{\frac{H1}{K1} + \frac{H2}{K2} + \dots + \frac{Hn}{Kn}}$$

avec : H : épaisseur totale du sol  
 Ki : vitesse de filtration/par unité de pente moyenne de l'horizon i d'épaisseur Hi

- la capacité de rétention du sol, c'est à dire la quantité d'eau susceptible d'être retenue par le sol. Cette capacité de rétention est liée à la granulométrie du sol, à sa teneur en matière organique et à la nature de la couverture végétale. Par exemple une prairie présente une capacité de rétention supérieure à un sol nu ; un sol argileux a une forte capacité de rétention mais une faible perméabilité ; un sol sableux a une faible capacité de rétention mais une forte perméabilité, etc...

Cette valeur peut être comparée aux besoins moyens en eau des cultures suivantes :

- les céréales demandent en moyenne 1.000 à 1.500 m<sup>3</sup>/An/ha (1.000 m<sup>3</sup> pour le blé et 2.500 m<sup>3</sup> pour le maïs)
- les cultures betteravières : 2.000 m<sup>3</sup>/an/ha,
- les cultures légumières de plein champ : 7.000 m<sup>3</sup>/an/ha (pluviométrie moyenne déduite),
- les cultures fourragères 12.000 m<sup>3</sup>/an/ha pour les prairies artificielles permanentes, et 2 à 3.000 m<sup>3</sup>/an/ha pour les prairies temporaires.

Le but de l'épandage avec des eaux résiduaires est donc de ne pas dépasser la capacité de rétention du sol, afin que l'eau soit retenue par capillarité et n'atteigne pas

.../...

le sous-sol, pour cela il faut tenir compte de la pluviosité et de l'humidité initiale.

Une partie de l'eau retenue est utilisée par les plantes : c'est la capacité utile (environ 54 % de la capacité de rétention) dont les 2/3 environ sont considérés comme "réserve facilement utilisable" par les plantes. En faisant le bilan de l'eau apportée par les pluies et celle qui est enlevée par évapotranspiration (évaporation physique du sol + transpiration physiologique de la plante), on peut déterminer le déficit en eau des cultures. Ce déficit, qui dépend du climat, de la nature des sols, des cultures et des saisons, est très variable suivant les régions. On cite néanmoins une valeur courante en France, de l'ordre de 200 mm par an, soit 2.000 m<sup>3</sup>/an/ha.

La capacité de rétention et la capacité utile sont très variables. On peut en donner les valeurs suivantes, suivant la nature du sol :

<u>Sol</u>	<u>Capacité de rétention %</u>	<u>Capacité utile %</u>
Argileux	35	17
Limoneux	18	9
Sableux	6	4

Donc si l'eau résiduaire est apportée aux périodes convenables, dans la limite de ce besoin en eau des cultures, elle restera dans le sol et les risques de pollution du sous-sol (nappes) seront pratiquement inexistantes. Par contre si on dépasse la dose, l'eau atteindra et polluera le sous-sol. Si le sous-sol est imperméable, l'eau ne pourra plus s'infiltrer et suivant la pente du terrain, soit stagnera en surface, soit se dirigera par ruissellement et percolation vers les terrains plus bas. Si le sous-sol est perméable, l'eau atteindra la nappe qu'elle polluera rapidement. Le gel du sol aura pratiquement le même effet qu'un sous-sol imperméable, il y aura soit stagnation (avec infiltration rapide lors du dégel), soit ruissellement suivant la pente du terrain.

b) - Elimination des matières en suspension.

Le sol se comportant comme un filtre, retient les matières en suspension contenues dans les eaux résiduaires, soit à sa surface, soit à son voisinage immédiat. Mais comme tout filtre il y a risque de colmatage, c'est pourquoi il est nécessaire de décanner les eaux résiduaires avant de les épandre, afin de les débarrasser des plus grosses particules.

.../...

c) - Elimination des matières organiques dissoutes.

Les matières organiques dissoutes pénètrent dans le sol avec l'eau où une partie est adsorbée et utilisée par les microorganismes pour leur croissance ; une autre partie est minéralisée, si le sol est bien aéré et le carbone oxydé en CO<sub>2</sub> ; enfin une partie reste en solution dans l'eau pour atteindre le sous-sol.

La détermination du rendement (le rendement est le pourcentage de matières organiques (DBO<sub>5</sub> et DCO) éliminées par le sol) de l'épuration par le sol a fait l'objet de nombreuses études, tant à l'étranger qu'en France. Le rendement est très variable, et les essais expérimentaux ont donné des efficacités <sup>de 50 à 90 %</sup> variant

Il faut ajouter que le sol possède un pouvoir épurateur vis à vis des bactéries et populations microbiennes contenues dans les eaux vannes. Les bactéries, qui sont au nombre de plusieurs dizaines de millions par centimètre cube, peuvent tomber à moins de un millier par centimètre cube à condition que les conditions bien adaptées soient respectées (sol filtrant, à structure fine, cultivé c'est à dire aéré, couvert d'une couche humifère à forte activité microbiologique). Néanmoins la technique de l'épandage, pour des raisons de salubrité, ne peut être utilisée sur des cultures de légumes destinés à être mangés crus (fraises, radis, salades, etc...) et est difficilement envisageable sur des eaux domestiques brutes en raison des odeurs.

Il est certain que pour obtenir une efficacité satisfaisante vis à vis de l'élimination des matières organiques, il faille observer les règles suivantes :

- une bonne épuration nécessite un temps de contact suffisant entre le sol et l'eau résiduaire. On a constaté expérimentalement par exemple, qu'on recueillait dans les drains une eau plus chargée pendant l'irrigation que hors période d'irrigation. En effet, pendant cette période le sol se ressuie. De même un sol à granulométrie assez fine augmente la surface et le temps de contact entre l'eau résiduaire et le sol, ce qui est favorable à une bonne épuration. A concentration égale en DBO<sub>5</sub> (Demande Biochimique en Oxygène en 5 jours) de l'eau résiduaire, le rendement de l'épuration par le sol décroît avec la charge appliquée. C'est un point important qu'il ne faut pas négliger lors de l'exploitation d'une installation d'épandage. Entre chaque application d'une dose donnée d'eau résiduaire, il faut ménager une période de repos suffisamment longue pour laisser le temps aux matières organiques retenues par le sol de se minéraliser. Enfin, on a constaté qu'il était préférable d'épandre de faibles doses fréquemment plutôt que des très

fortes doses très espacées.

- une bonne humidité du sol est favorable à l'activité bactérienne donc à l'efficacité de l'épuration. Il est mauvais de laisser le sol se dessécher trop entre deux apports d'eau, de même une humidité excessive joue un rôle néfaste car elle empêche le sol de "respirer", c'est à dire qu'elle ne permet pas les échanges gazeux et peut créer des conditions d'anaérobiose, ce qui doit être absolument évité. Quand l'eau en vient à stagner sur le sol, son pouvoir épurateur est très limité. En effet, il retient les matières en suspension, si la pente du terrain n'est pas trop forte, et à la rigueur adsorbe une faible partie de la matière organique. Il y a risque à la longue de réduire les sels ferriques en sels ferreux solubles, de dénitrifier les composés azotés, de réduire les sulfates, etc... Ces produits solubles peuvent donc être entraînés par l'eau et percolés jusqu'à la nappe ou vers l'exutoire dès qu'ils rencontrent un milieu imperméable. De même ils peuvent sur place contribuer à l'asphyxie de la végétation.

- la prolifération excessive des microorganismes, en surface comme en profondeur, modifie les caractéristiques hydrodynamiques du sol et, en colmatant les pores, réduit la vitesse de filtration ainsi que la possibilité d'aération du sol.

- les effluents sont en général soit trop riches, soit carencés en éléments nutritifs. En particulier, un effluent ou une boue trop riche en matières carbonées mais pauvre en sels minéraux ou matières azotées oblige les bactéries, pour assurer leur croissance, à utiliser les réserves du sol en éléments nutritifs. Ceci a pour conséquence de priver les cultures d'une part importante de l'azote directement assimilable. A terme l'agriculteur refusera alors d'utiliser des eaux résiduaires dont l'effet sera plutôt négatif pour ses cultures.

A titre d'exemples, nous pouvons indiquer les résultats concernant les principaux éléments fertilisants apportés par les eaux résiduaires de différentes fabrications :

.../...

Type de produit	Azote en N :gramme par Kg de produit	Phosphore en P :gramme par Kg de produit	Potassium K :gramme par Kg de produit
Petits pois	0,6	0,15	1,0
Haricots verts	0,1	0,03	0,6
Flageolets verts	0,38	0,28	1,8
Champignons de Paris	0,88	0,39	2,32
Laiterie Fromagerie	0,25	0,06	0,20
Distillerie par m3 de vinasse non dilué	0,1 à 0,5Kg	0,1 à 0,6 : P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg	1 à 1,8 Kg : (K <sub>2</sub> O)

d) - Elimination des sels dissous (ions)

Les eaux résiduelles domestiques ou industrielles (industries agricoles et alimentaires) peuvent contenir des ions, en nature et quantité très variables, tels que sodium, potassium, calcium, chlore, ammoniacque, sulfate, nitrate, nitrite, phosphore, etc...

Au contact de ces eaux le sol se comporte comme un échangeur d'ions. La capacité du sol pour échanger des ions dépend de :

- la nature et la quantité des cations hydratés, non échangeables et fixés sur les argiles ;
- la proportion de matières humiques ;
- la proportion d'argiles présentes dans le sol, de leur nature minéralogique et de leur granulométrie.

.../...

Expérimentalement, en laboratoire, peut être mesurée la capacité d'échange d'ions d'un sol. Elle est élevée pour un sol argileux riche en humus et faible pour un sol sableux.

La quantité d'un ion déterminé, qui est susceptible d'être retenue par le sol, dépend de la concentration de cet ion dans l'eau mais aussi de la nature et de la concentration des autres ions présents. De même la capacité d'échange d'ions dépend du pH de l'eau et à pH voisin de la neutralité, le sol agit essentiellement comme un échangeur de cations. On peut suivre expérimentalement la capacité d'échange d'ions d'un sol en un cation, et on s'aperçoit qu'on peut très vite le saturer, mais une variation de la composition de l'eau résiduaire épandue peut très rapidement remplacer par d'autres ions, l'ion précédemment fixé.

Il est intéressant d'examiner les principaux ions présents dans les eaux résiduaires et de connaître leur comportement dans le sol :

- tout d'abord les anions tels que  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_3^-$ , et  $\text{Cl}^-$  ne sont pratiquement pas retenus par le sol ;
- l'ion ammonium  $\text{NH}_4$  est fixé par le milieu absorbant, oxydé en  $\text{NO}_2^-$  puis  $\text{NO}_3^-$  par les bactéries présentes dans le sol à condition que le sol soit suffisamment aéré. L'excès d'anions non fixés, qui ne sera pas utilisé par les plantes, sera drainé par l'eau et aboutira dans le sous-sol;
- l'ion potassium est fixé sur le complexe absorbant, la fixation s'effectuant par échange avec l'ion calcium. Il est d'ailleurs à noter qu'un apport trop important en potassium peut entraîner une décalcification du sol;
- l'anion phosphorique n'est pas échangé par le milieu absorbant argilo-humique, mais fixé par l'intermédiaire des ions calcium;
- le sodium est fixé sur les argiles ;
- l'application d'eaux acides peut à la longue acidifier le sol, et si celui-ci est naturellement acide, il y a risque de solubilisation du Fe, Al ou Mn. Il faut noter que la nitrification des matières azotées organiques et ammoniacales contribue aussi à l'acidification du sol. On peut y remédier par des amendements calcaires ou par mélange de chaux aux eaux résiduaires avant épandage.

.../...



Malgré tout, la capacité de stockage du sol est assez limitée et l'application prolongée d'eaux résiduaires fortement minéralisées équivaut à envoyer la totalité des sels dissous vers la nappe phréatique ou le milieu naturel.

Certains des ions cités ci-dessus sont des éléments indispensables pour les plantes et on peut ainsi chercher à maintenir l'équilibre entre les quantités apportées par les eaux résiduaires et celles qui sont utilisées par les cultures. Lorsque la composition de l'effluent n'est pas trop déséquilibrée en éléments nutritifs, comme les éléments N, P et K, on peut réaliser un épandage rationnel par le calcul. Dans certains cas la quantité d'eau ainsi obtenue sera trop élevée pour les besoins de la culture, il sera alors nécessaire de réduire la quantité appliquée et d'apporter des compléments d'engrais minéraux.

Ceci montre qu'il est possible de réaliser un épandage satisfaisant, à la fois comme moyen de lutte contre la pollution et comme moyen de remplacement d'engrais pour l'agriculture. On peut citer l'exemple suivant en prenant une fromagerie qui est celle qui utilise encore la technique de l'épandage dans l'Est de la France :

- une fromagerie traite 100.000 litres de lait par jour, rejette en moyenne 300 m<sup>3</sup>/jour d'eaux usées ayant les caractéristiques ci-dessous :

- DBO <sub>5</sub>	:	2.000 mg/l	
- DCO	:	3.400 mg/l	
- K <sup>+</sup>	:	70 mg/l	soit :
		0,07 x 300 x 365	= 7.660 Kg/an
- P	:	20 mg/l	soit :
		0,02 x 300 x 365	= 2.190 Kg/an
- N total	:	80 mg/l	soit :
		0,08 x 300 x 365	= 8.760 Kg/an

Comme on considère qu'une bonne fumure est celle qui correspond à l'apport de 160 Kg N, 60 Kg P et 140 Kg K, la surface à consacrer à l'épandage doit être égale à :

$\frac{7.660}{140}$  (N) ou  $\frac{2.190}{60}$  (P) ou  $\frac{8.760}{160}$  (N), soit 55 ha et on devra apporter un complément de phosphore.

La charge hydraulique sera alors de  $\frac{300 \text{ m}^3 \times 365}{55 \text{ ha}}$   
2.000 m<sup>3</sup>/an/ha, ce qui est satisfaisant en moyenne pour une prairie. La charge en DBO<sub>5</sub> par ha et par an s'élèverait à 4.000 Kg.

.../...

## II - REALISATION PRATIQUE DE L'EPANDAGE.

L'épandage étant une technique de lutte contre la pollution comme une autre, certaines règles préalables doivent être observées si on veut avoir une chance que la technique utilisée donne des résultats satisfaisants.

### a) - Caractéristiques de l'effluent.

Une connaissance précise du volume de la concentration et des charges des eaux résiduaires est indispensable. Pour cela une étude préalable dans l'usine ou dans la collectivité est nécessaire, elle doit porter sur au moins 24 heures de mesures et autant que possible être réalisée pendant la période de plus forte activité (cas par exemple des activités comme la laiterie-fromagerie, la conserverie de fruits ou de légumes, etc... dont les variations saisonnières sont importantes. Pour les conserveries de légumes, non seulement la variation saisonnière est importante mais aussi la nature des légumes traités varie suivant les mois de l'année, ce qui peut avoir une conséquence importante sur la qualité des effluents, dans ce cas-là plusieurs mesures de 24 heures devront être réalisées).

Même dans le cas de l'épandage, l'industriel a intérêt à réduire le volume d'eau à épurer donc à réaliser des économies d'eau, ou à séparer les circuits d'eau propre (circuit de refroidissement) des circuits d'eaux usées, et ne pas rejeter certains sous-produits de fabrication tels que sérum de fromagerie, drêches de brasserie, etc...

Sur les prélèvements effectués doivent être déterminés les paramètres classiques en épuration tels que ph, conductivité, demande biochimique en oxygène 5 jours (DBO<sub>5</sub>), demande chimique en oxygène (DCO), matières en suspension totales, matières en suspension décantables. A ces paramètres doivent être ajoutés les dosages des éléments nutritifs : azote (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et azote total), phosphore et potassium ainsi que les déterminations d'éléments susceptibles de nuire aux cultures ou au sol : sodium, chlorures, détergents.

Cette connaissance des caractéristiques des effluents à traiter orientera les pré-traitements à réaliser à l'intérieur de l'usine tels que dégrillage, dessablage, tamisage fin, deshuilage ou dégraissage, correction de ph (à la chaux), stockage pour régulariser le débit horaire à épandre (le temps de stockage ne doit pas être trop grand, ceci afin d'éviter le dégagement de mauvaises odeurs) et la décantation.

.../...

b) - Détermination des caractéristiques de l'épandage.

L'épandage par aéro-aspersion ne peut être pratiqué qu'avec des eaux usées provenant des industries agricoles et alimentaires puisque comme nous l'avons vu précédemment pour des questions sanitaires, il n'est pas possible d'utiliser cette méthode pour des eaux domestiques brutes ou pré-traitées. Par contre la méthode d'irrigation se prête bien à l'utilisation d'eaux usées domestiques et malgré qu'elle fut utilisée dans l'Est de la France, par les villes de Mulhouse et Reims en particulier, on peut dire qu'elle est maintenant abandonnée aussi bien par les collectivités locales que par les industries, certainement à cause de sa moins grande souplesse que l'aspersion, et en raison des terrassements importants qu'elle exige.

On peut dire que pratiquement tous les effluents des industries agricoles et alimentaires peuvent être théoriquement épurés en continu par le sol puisque parmi les références et réalisations connues on peut citer l'industrie laitière, l'industrie brassicole, les conserveries de légumes, fruits, viandes ou plats cuisinés, les abattoirs.

De même sont épandus, mais de manière intermittente les résidus liquides ou semi-liquides provenant de l'élevage (porcherie et volailles) ou de certaines activités très saisonnières telles que la choucrouterie, la distillerie, la vinification, la sucrerie.

Avant de réaliser le réseau d'épandage il est nécessaire de déterminer la surface d'épandage qui sera nécessaire pour traiter le volume annuel d'eaux résiduaires. Il ne faut pas oublier que l'épandage a pour buts :

- infiltrer rapidement l'eau appliquée sans ruissellement, ni stagnation en surface,
- permettre une dégradation aérobie de la matière organique, ce qui implique que le sol ne soit pas saturé pendant des périodes trop longues,
- éviter la dégradation du sol et des cultures,
- empêcher l'entraînement vers le sous-sol, la nappe ou la rivière, d'un trop grand excès d'éléments minéraux et organiques.

Pour cela, il faudra connaître, outre les renseignements concernant les rejets, les paramètres suivants pour effectuer le bilan besoins et possibilités du sol :

.../...

- ressources apportées par l'eau résiduaire,
- les caractéristiques physico-chimiques et hydrodynamiques du sol, en particulier sa perméabilité et sa capacité de rétention,
- la pluviométrie, les températures, avec le nombre de jours successifs et possibles de gel, la nivosité,
- la nature géologique du sous-sol, la pente des terrains en surface et en profondeur,
- la présence ou non de nappe phréatique ou de nappe profonde, avec leurs caractéristiques (variations de niveau) et la position des divers puits de captage servant à l'alimentation en eau potable,
- l'utilisation agricole des sols.

Pour déterminer tous ces paramètres, il faudra faire appel à des techniciens très divers tels que : ingénieurs agronomes, hydrogéologues, hydrologues et chimistes. Une fois tous les renseignements recueillis, il pourra être répondu à la première question fondamentale : l'épandage est-il possible ?

Il peut paraître étonnant de se poser cette question, mais je pense que pour la plus part des réalisations qui existaient ou qui existent encore dans nos régions, cette démarche n'avait pas été suivie ou partiellement suivie seulement.

Je pense que tout de suite on peut répondre que, si on n'a pas la certitude que l'épandage pourra être praticué tous les jours de l'année, il faut abandonner le projet immédiatement. Les causes de cette décision peuvent être les suivantes (elles sont avant tout dictées par le bon sens)

- gel du sol et du sous-sol dépassant plusieurs jours successifs (par exemple, si le produit volume journalier x nombre de jours de gel ou de neige est supérieur à la capacité de stockage de l'établissement. Pour cette raison, il paraît exclu d'utiliser l'épandage dans les régions montagneuses ou (et) très froides, car pendant ces périodes, l'industriel déversera ses eaux usées directement dans le cours d'eau le plus proche.

.../...

- proximité d'une nappe phréatique ou profonde exploitée pour l'alimentation en eau potable. Cette condition exclut par exemple l'utilisation de l'épandage intensif sur la plus grande partie de la plaine d'Alsace, en raison de la faible distance séparant le toit de cette nappe du niveau du sol.

- si l'agriculteur ou les agriculteurs (en cas de morcellement de terrains) ne sont pas coopératifs et prêts à accepter certaines contraintes entraînées par la nature des effluents à épandre.

- pente des terrains trop forte qui entraînera un risque de ruissellement (la limite à ne pas dépasser est de l'ordre de 5 %).

- superficie insuffisante. Dans ce cas-là il peut être envisagé un système mixte épandage (à débits variables suivant les saisons) et station d'épuration biologique, mais malgré tout l'adoption de cette méthode paraît plutôt à proscrire.

Si le projet résiste à toutes ces contraintes, il faut néanmoins, pour que le terrain choisi puisse être qualifié d'idéal, qu'il remplisse les conditions suivantes :

- prix d'achat ou de location le plus bas possible (si l'achat est rendu nécessaire).

- terrain d'un seul tenant si possible, ce qui facilitera grandement l'exploitation et diminuera les frais d'investissement.

- terrain le plus proche possible de l'usine (il n'est pas rare de voir des industriels utilisés des terrains situés à plusieurs kilomètres de l'usine, ou à plusieurs dizaines de mètres plus haut que l'usine, ce qui augmente alors sensiblement les frais d'énergie).

- perméabilité satisfaisante, et capacité de stockage suffisante.

- enfin éloignement suffisant (plusieurs centaines de mètres) de toute habitation. Il n'est pas rare, que pour cette seule condition, il faille abandonner un projet d'épandage ou qu'il soit remis en cause à la suite de plaintes déposées par le voisinage.

.../...

Si toutes ces conditions sont satisfaites (ce qui n'est pas souvent le cas) on peut réaliser le réseau d'épandage par aéro-aspersion qui sera alors constitué de :

- un poste de pompage (ou de relevage) aspirant l'eau pré-traitée dans le bassin tampon,

- une ou plusieurs canalisations (suivant le nombre de terrains). Ces canalisations seront de préférence enterrées pour les protéger contre le gel.

- un réseau de canalisations mobiles, en général en plastique, munies de raccords rapides. En période de gel ces canalisations doivent être vidangées dès qu'il y a arrêt de l'aspersion sous peine de mettre l'installation hors d'état de fonctionnement.

- un ensemble de rampes d'arrosage ou de canons d'aspersion. Les canons ou rampes sont en général de forte portée et de forte pression.

c) - Exploitation.

Pour que l'exploitation d'un système d'épandage par aéro-aspersion donne entière satisfaction, il faut réunir les conditions suivantes :

- un plan d'épandage doit absolument être établi, plan précisant la cadence de rotation des canons, cadence qui sera variable suivant les saisons, la nature des cultures ou des herbages. Cette condition représente une contrainte importante pour l'industriel qui doit désigner pour cette tâche un responsable chargé d'adapter les plans en fonction des modifications de conditions climatiques. Par exemple pour une dose de 2.000 m<sup>3</sup>/an/ha à épandre (une fois par mois) il ne faut pas dépasser plus de 4 heures sans déplacer les asperseurs donnant une pluviométrie de 4 mm/heure (40 m<sup>3</sup>/heure).

- un contrôle régulier des eaux rejetées, surtout lorsqu'il y a des modifications de fabrication.

- une analyse régulière des sols afin de déterminer les quantités complémentaires de fertilisants à épandre sur les terrains et de prévoir la réaération du sol en le retournant assez profondément si nécessaire.

.../...

- CONCLUSION.

A condition de réaliser toutes les études préalables, absolument nécessaires, telles que celles portant sur la pédologie, la pluviométrie, l'agronomie, l'hydrogéologie, la topographie, le bilan de pollution de l'usine faisant apparaître les variations saisonnières, etc..., la technique de l'épandage par aspersion, comme moyen de lutte contre la pollution de l'eau, peut donner des résultats satisfaisants. De nombreuses installations réalisées en France ou à l'Etranger en témoignent (aux Etats Unis et au Canada, l'épandage est même réalisé en forêts).

Néanmoins, en raison de toutes les contraintes que l'utilisation de l'aspersion suppose, elle ne peut être considérée comme la panacée universelle. D'autant plus, comme nous avons pu le voir, qu'elle doit concilier non seulement l'objectif de lutte contre la pollution de l'eau (non seulement superficielle mais aussi souterraine, ce que l'on a oublié semble-t-il presque toujours dans les années passées) mais l'objectif minimum de préservation du sol et des cultures. En effet, si on perd de vue le second objectif, très vite le sol ne pourra plus être utilisé à des fins agricoles, et à terme perdra aussi son pouvoir épurateur. En outre, dans l'Est de la France, région qui nous intéresse, les conditions climatiques sont telles, qu'elles ne peuvent qu'à quelques exceptions près, donner satisfaction.

L'aspersion, comme moyen d'épurer une eau résiduaire, a incontestablement connu une vogue certaine il y a encore quelques années, surtout dans l'industrie fromagère et laitière. Mais à la suite de la restructuration de cette industrie, et donc de la croissance des usines, il fut de plus en plus difficile aux industriels de trouver des terrains de surface suffisante ou des agriculteurs de bonne volonté. Il s'ensuivit des difficultés d'exploitation telles que petit à petit cette technique a été abandonnée pour être remplacée par des stations d'épuration biologique à boues activées. Il faut ajouter que la pression d'associations de pêche et de pisciculture ne fut pas négligeable car celles-ci déposèrent de nombreuses plaintes. On peut citer dans l'industrie fromagère les usines suivantes : d'Illond (en Haute-Marne), de Sarrebourg (en Moselle), de Vatimont (en Moselle), de Beleycourt (en Meuse), du Tholy, de Corcieux (dans les Vosges) qui ont délaissé l'aspersion pour construire des stations d'épuration.

.../...

Je pense que la raison principale de cet échec provient du fait que les études nécessaires, avant de réaliser l'épandage, n'ont été effectuées que très rarement ou que très partiellement. La technique de l'épandage a pu paraître incontestablement comme une solution de facilité (à court terme) en raison de sa simplicité apparente, de son efficacité plus grande vis à vis de la protection du cours d'eau, et de son coût plus faible en investissement et sans doute en exploitation. Mais très vite, on a pu se rendre compte que non seulement l'objectif de préservation du sol n'était pas toujours rempli, mais surtout celui de préservation de la qualité des eaux souterraines, à long terme, ne l'était que très rarement.

Par contre, l'épandage est encore utilisé par une activité telle que la choucrouterie en Alsace. Il faut dire que cette activité traditionnelle en Alsace est encore au stade artisanal et de caractère familial. En raison de la faible taille des entreprises, les jus de choucroutes sont encore épandus sur les champs, mais comme cette technique est pratiquée sans précaution particulière, on peut dire qu'elle n'est pas satisfaisante et dans certaines régions à forte densité de production, comme dans la vallée de l'Ehn il suffit d'en juger par l'état du cours d'eau.