

IFREMER

Centre de Nantes

Département CSRU

LES LISIERS ET LEUR IMPACT SUR
L'ENVIRONNEMENT MARIN

- :-

NOTES DE SYNTHÈSE

M. LEON

Septembre 1986

Nantes, le 03 février 1987

n° 130/87 CSRU/CE

NOTE DE TRANSMISSION

O B J E T : Etude sur "les lisiers et leur impact sur l'environnement marin".


P. JOINTE : Rapport (1 exemplaire).

Veillez trouver ci-joint pour information un document de synthèse relatif aux problèmes posés par l'impact des rejets ou épandages de lisier sur le milieu environnant.

Ce rapport pourra être complété ultérieurement, en fonction des consultations entre départements concernés de l'IFREMER et des résultats des enquêtes entreprises sur le littoral par les équipes CSRU. Il s'agit par conséquent d'un document de travail, **réservé strictement à un usage interne.**

Vos remarques et suggestions seront très utiles pour la poursuite de cette étude.

Pour le chef du département CSRU et po,
Le Chargé d'Etudes,



M. LEON

DESTINATAIRES

Laboratoires locaux CSRU (11) *Sète*
M. ROUGERIE/HILLION
Bureaux centraux : BC (M. POGGI)
 BS (M. BERTHOME)
 Lab. C. (M. DUPONT)

Copies
DRV/D
DRV/CSRU

S O M M A I R E

	Pages -----
* <u>AVERTISSEMENT</u>	1
I - <u>INTRODUCTION</u>	2
. Le Lisier. Origine de cette production. Intérêt économique. Répartition géographique des exploitations d'élevage "hors-sol".	
II - <u>CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DES LISIERS</u>	7
. Composition. Influence du type d'élevage. Effets de la dilution. Notion de charge polluante.	
III - <u>STOCKAGE DU LISIER. MODALITES TECHNIQUES ET REGLEMENTAIRES. EVOLUTION DES MATIERES STOCKEES</u>	12
. Techniques d'évacuation et de séparation des déjections. Transformations du lisier durant le stockage. Composition moyenne d'un lisier de porc.	
IV - <u>TRAITEMENT DU LISIER. EPANDAGE. EPURATION</u>	16
A - Traitement par épandage sur les terres agricoles. B - Traitement des lisiers en stations d'épuration.	
V - <u>LES EPANDAGES DE LISIER ET DE L'ENVIRONNEMENT</u>	36
A - Contraintes et nuisances pour l'environnement immédiat. Prescriptions réglementaires en vue de leur limitation. B - Risques de pollution créés pour le milieu aquatique dulcicole. Evolution des eaux libres des sols. Modifications physico-chimiques des eaux superficielles. Etudes de l'impact des épandages sur la qualité des eaux douces. C - Conséquences des rejets polluants agricoles sur la biologie et la salubrité du milieu marin littoral. Rappel des études d'impact et de salubrité : estuaire de l'Aven, baie de Saint-Brieuc et zones littorales adjacentes, Mor-Bras (baie de Vilaine). D - Bilan sommaire des résultats des études précitées.	

	Pages

VI - <u>MESURES D'ORDRE TECHNIQUE ET ECONOMIQUE SUSCEPTIBLES DE REDUIRE L'IMPACT DES EPANDAGES D'EFFLUENTS D'ELEVAGE</u>	67
A - Techniques de transformation, désodorisation et valorisation du lisier.	
B - Les transferts de lisier. Pays-Bas - Bretagne.	
VII - <u>RECOMMANDATION DE MESURES DE REGLEMENTATION TECHNIQUE ET SANITAIRE APPLICABLE AUX ELEVAGES "HORS-SOL". DIRECTIVES D'UTILISATION RATIONNELLE DES ENGRAIS D'ORIGINE ANIMALE</u>	86
A - Propositions de réglementation élaborées au niveau de la Communauté Européenne.	
B - Propositions d'Action et d'Orientation élaborées par le Gouvernement français.	
C - Propositions de mesures techniques élaborées à l'échelon départemental et régional.	
D - Les associations de défense de l'environnement face au problème des rejets de porcheries industrielles.	
* <u>CONCLUSIONS GENERALES</u>	107
* <u>BIBLIOGRAPHIE</u>	108

AVERTISSEMENT

La présente étude bibliographique de synthèse a été réalisée en raison du besoin ressenti, par l'IFREMER, d'une documentation de base relative aux pollutions liées aux activités d'élevage intensif, principalement concentrées dans quelques régions, dont la Bretagne, et pouvant affecter plus ou moins directement certaines zones littorales à vocation conchylicole ou aquicole.

Cette étude bibliographique pourrait constituer une base de départ pour la définition d'études scientifiques et techniques susceptibles d'être entreprises ultérieurement par les équipes de l'IFREMER compétentes en matière de pollution et d'environnement, éventuellement en liaison avec les laboratoires de recherches de l'I.N.R.A. (unités de Sciences du sol et d'Halieutique, par exemple).

Elle peut être utilisée, comme source documentaire, par les agents des laboratoires côtiers du CSRU. Elle pourrait être complétée, en fonction des résultats obtenus, par les éléments d'enquêtes recueillis par ces derniers, en matière d'impact des effluents d'élevage sur la qualité des eaux aquacoles.

M. LEON

I - INTRODUCTION

Les lisiers sont constitués par le mélange des déjections solides et liquides de certains animaux d'élevage (bovins, porcs, volailles...), plus ou moins additionnées d'eaux d'origines diverses - eau de lavage notamment - et parfois de débris alimentaires non utilisés. Ces matières sont généralement stockées momentanément, dans l'attente de leur utilisation ou de leur transformation ultérieures.

1 - ORIGINE DE LA PRODUCTION DE LISIER

Depuis une quarantaine d'années, l'élevage a beaucoup évolué en France. Les modifications ont affecté ses structures, ses techniques et sa répartition géographiques. Elles n'ont pas été suffisamment rapides pour permettre d'affronter la concurrence existant à l'intérieur du Marché Commun européen, ce qui a entraîné une production déficitaire en viande porcine, mais cette évolution a pourtant accru les risques de nuisances et de pollution aquatique.

Jusqu'en 1960, l'exploitation traditionnelle de polyculture-élevage constituait encore le type le plus répandu.

Elle était caractérisée par un faible chargement animal par hectare de surface agricole utilisée (S.A.U.). Les terres d'élevage comprenaient pour partie des prairies permanentes, qui contribuaient à l'enrichissement des terres cultivées grâce aux apports des déjections. Les sols recevaient un apport modéré d'engrais organique (fumier) au printemps. Par contre, les engrais azotés, les aliments de bétail étaient peu utilisés dans ce type d'exploitation.

Par la suite, en raison de l'intensification de l'élevage, le nombre d'animaux par hectare s'est accru. De ce fait, notamment en élevage bovin, l'utilisation des tourteaux, farines, aliments concentrés s'est développée et le volume des déjections a augmenté. D'autre part, le développement des ateliers porcins et avicoles nécessitait l'emploi de compléments azotés ou d'aliments complets.

Des unités importantes de production se sont ainsi développées sur des surfaces héritées de l'élevage traditionnel, par conséquent insuffisantes. Aussi, les nouvelles techniques appliquées ont fait de plus en plus appel au mode d'élevage "hors-sol". Cette appellation signifie que l'exploitant alimente ses animaux avec des produits élaborés à l'extérieur de l'exploitation et n'utilise plus de litières. Il doit cependant faire face à des volumes de lisier très importants, qui devront être épandus sur des surfaces relativement faibles. Ceci explique l'acuité des problèmes posés par ce mode de rejet.

De fait, le lisier est considéré et traité avant tout comme un déchet. L'éleveur recherche son élimination au moindre coût et avec le plus de discrétion possible vis-à-vis du voisinage, en dépit de l'insuffisance des surfaces disponibles au sein de l'exploitation. Cela le conduit à effectuer des apports de lisier très élevés, pouvant atteindre près de 2.000 m³ par hectare et par an.

Cela peut entraîner des nuisances au regard du milieu environnant : odeurs fétides, pollution des sols des nappes phréatiques, des eaux superficielles... On peut observer également une modification de la qualité alimentaire et sanitaires des plantes et un gaspillage des éléments nutritifs.

Pourtant, le lisier possède une valeur fertilisante et un intérêt économique non négligeable, dont les éleveurs, au moins dans certaines régions, commenceraient à prendre conscience. Il représente aussi une source d'eau utilisable par les plantes en période de déficit hydrique.

La composition de ce fertilisant peut cependant varier en fonction de l'alimentation du bétail et du type de production. De plus, il s'agit d'un fertilisant déséquilibré, et des compléments variables selon les sols et les cultures sont nécessaires. Néanmoins, l'apport du lisier constitue une possibilité appréciable d'économie d'engrais, pouvant être prise en compte dans un plan de fertilisation des sols.

Enfin, l'évolution des techniques de traitement et de transformation intervenue au cours de ces dernières années permettrait d'envisager une valorisation relativement diversifiée de ce produit.

2 - REPARTITION REGIONALE DES ELEVAGES INTENSIFS

Le groupe de travail "Activité agricole et qualité des eaux" (sous-groupe "Effluents d'élevage", constitué à l'initiative des ministères de l'Agriculture et de l'Environnement, a, dans un rapport publié en 1980, inclus des cartes de répartition des élevages intensifs par région économique, au 1er décembre 1977.

a) Production porcine

La répartition régionale de cette production s'est considérablement modifiée depuis quelques années. Elle a presque disparu de certaines régions et serait à peu près stabilisée dans le reste du territoire, à l'exception de la Bretagne.

Les cartes de répartition d'activité mettent en évidence la prédominance très nette de deux régions productrices :

- la région "Nord-Pas de Calais", où la production porcine s'est développée jusque vers l'année 1970 et où la densité d'élevage se maintient à peu près à 1,2 porcs par hectare de S.A.U.

- la région "Bretagne" (4 départements) qui figure au tout premier rang de cette production avec 2,2 porcs par hectare de S.A.U.. Cela correspondrait, selon des évaluations faites ces dernières années, à près de 5 millions de porcs charcutiers, c'est-à-dire à 35 % de la production française, bien que la S.A.U. de cette région ne représente qu'un seizième de la S.A.U. totale.

Ces densités sont toutefois très inférieures à celles constatées en Belgique (Flandre Occidentale) et aux Pays-Bas (Nord Brabant), qui sont de l'ordre de 10 porcs par hectare de S.A.U.

- l'ensemble des autres régions françaises présente une densité porcine, allant de 0,08 à 0,50 porcs par hectare de S.A.U., la moyenne pour l'ensemble de l'hexagone étant de 0,40 environ.

Il convient d'observer que la répartition de la production porcine n'est pas homogène en Bretagne. Certains départements bretons ont en effet connu un développement remarquable de cette activité. Ainsi dans les Côtes du Nord et, plus particulièrement, la frange littorale, la densité de production porcine est très élevée. Dans certains secteurs tels que celui de Lamballe Matignon, la densité atteindrait même 10 porcs par hectare de S.A.U. (ce qui correspond au niveau observé dans certaines régions néerlandaises ou belges) dans quelques communes ou flots communaux.

Selon le rapport interministériel précité, la production porcine ne constituerait pas un danger, si l'on se rapporte à la seule densité de production régionale, mais la densité atteinte au niveau des exploitations est souvent importante, ce qui entraîne un risque non négligeable pour l'environnement, en particulier dans la frange littorale.

En 1979, on dénombrait 1.500 ateliers comptant 30 à 60 porcs par hectare de S.A.U.. Ces exploitations avaient fréquemment des excédents de lisiers et 60 % d'entre elles étaient situées en Bretagne. 2.000 ateliers avaient plus de 60 porcs par hectare de S.A.U. et fonctionnaient le plus souvent sur une très faible surface. Il s'agissait le plus souvent d'annexes d'industries agro-alimentaires (utilisation du lactosérum des laiteries, par exemple) ou d'activités complémentaires. Les autres exploitations, fonctionnant sur des superficies plus importantes, allant de 5 à 50 hectares, étaient situées principalement en Bretagne.

Toutes les autres exploitations porcines, de moins de 30 porcs par hectare de S.A.U., étaient probablement en mesure d'utiliser leur propre production de lisier.

b) Production avicole

L'évolution de cette activité est encore plus marquée que celle de l'élevage porcin. Selon le rapport HENIN, des densités de production importantes caractériseraient la Bretagne occidentale (Finistère, Morbihan, Côtes du Nord) ainsi que la Drôme.

La production avicole serait également élevée dans une région étendue, dont la limite irait de l'Ille et Vilaine aux Deux-Sèvres et au Loiret. Il en serait de même pour certains départements isolés (Nord, Landes, Bas-Rhin).

Elle ne présenterait pas de risques comparables à ceux de la production porcine, en raison de la forte teneur en matière sèche des fientes de volailles, facilitant le stockage et la commercialisation et réduisant les risques de pollution. Par contre, l'utilisation rationnelle du lisier par le producteur serait difficilement réalisable.

c) Production bovine

Cet élevage reste généralement pratiqué de façon extensive, car il est tributaire de la production fourragère nécessitant une surface importante. Les risques de pollution des eaux sont liés dans ce cas aux pertes de jus d'ensilage (susceptibles d'être limitées par pré-fanage), au stockage de fumier, purin ou lisier, aux ruissellements provenant des aires de stabulation et d'exercice et aux eaux de lavage des salles de traite.

3 - QUANTITES TOTALES DE DEJECTIONS ANIMALES ET RISQUES LIES A CES APPORTS

Le ministère de l'Agriculture a procédé en 1980 à une évaluation des quantités de déjection produites annuellement en France, par catégorie d'élevage. Les chiffres suivants ont été publiés :

* Pour un total de 400 millions de tonnes de déjections animales, la répartition s'effectuait ainsi :

- Bovins.....	360 millions de tonnes
- Porcins.....	20 millions de tonnes
- Ovins.....	16 millions de tonnes
- Volailles.....	3 millions de tonnes

* Les quantités de déjections animales épandues étaient de l'ordre de 200 à 250 millions de tonnes, dont la moitié était constituée de fumier.

* Les quantités de fertilisants ainsi apportées aux sols étaient évaluées comme suit :

- N total.....	0,3 à 0,7 million de tonnes
- P ₂ O ₅	0,2 à 0,4 million de tonnes
- K ₂ O.....	1,2 à 2,0 millions de tonnes.

Toutefois, les quantités de fertilisants disponibles seraient très variables selon les régions et les exploitations d'élevage considérées. Mais bien que la fraction azotée des déjections ne puisse être utilisée en totalité, leur utilisation comme apport d'engrais sur les cultures ou prairies conserverait un grand intérêt sur le plan économique.

4 - OBJECTIFS VISES PAR LE PRESENT RAPPORT DE SYNTHESE

Il serait utile de déterminer si les avantages liés à l'utilisation des produits fertilisants, d'origine animale, peuvent, dans une certaine mesure, contre-balancer les risques de nuisances et de pollution susceptibles d'affecter le milieu environnant (eaux douces superficielles, zones littorales à vocation aquicole, conchylicole ou halieutique...) et quels sont les moyens envisageables en pratique pour réduire ces effets néfastes ?

A cette fin, il a paru souhaitable de récapituler tout d'abord les principales caractéristiques physico-chimiques des lisiers et produits analogues, de définir leurs modalités habituelles de stockage, d'épandage, et de recenser les principaux procédés de transformation ou de valorisation, de transferts ou d'échanges permettant d'obtenir plus ou moins directement une réduction des risques de pollutions ou de nuisances liés aux élevages intensifs.

Dans une seconde partie du rapport, sont exposées les principales études réalisées ces dernières années par divers organismes scientifiques et certaines administrations, dans le domaine de la pollution des eaux. Certaines données, pouvant présenter un intérêt en matière d'impact des activités d'élevage sur le milieu environnant, ont été ainsi répertoriées. Les risques de pollution pouvant affecter le sol, les eaux douces superficielles et le milieu marin littoral seront ensuite successivement examinés.

La dernière partie du présent exposé rappelle les textes réglementaires existant en matière d'effluents d'élevage et de qualité des eaux, ainsi que les recommandations d'ordre technique et sanitaire élaborées depuis une dizaine d'années, tant au niveau de l'administration française qu'à celui de la Communauté Européenne.

II - CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DES LISIERS NOTION DE CHARGE POLLUANTE

Le lisier est un produit résultant du mélange dans la fosse de stockage des fécès et des urines d'animaux, avec un apport d'eaux de lavage, de débris d'aliments, de fuites d'abreuvoir et de soies (CHEVERRY).

Sa composition peut varier en fonction de l'espèce, de la race et de l'âge des animaux, de leur alimentation (granulé, soupe, maïs humide, lactosérum, etc.), de l'aménagement du bâtiment d'exploitation (dispositif d'évacuation des effluents, mode de stockage...) et de son entretien (fréquence des lavages). Ces facteurs, entre autres, influent sur la quantité et la qualité du lisier produit et sur sa charge polluante.

Le type d'élevage intensif, par exemple, influe sur cette composition. Ainsi le lisier de porc, non modifié, peut contenir plus de 90 % d'eau. Toutefois, la composition de divers lisiers de porc est aussi hétérogène.

La mise en oeuvre ou non d'une dilution permet de distinguer deux groupes de lisiers :

- * le lisier complet : dans ce cas, le mélange des déjections est effectué sans apport d'eau, mais avec incorporation des débris alimentaires non utilisés.
- * le lisier dilué : le mélange est pratiqué avec un apport d'eau. Un tel lisier peut renfermer 20 % d'eau supplémentaire, par rapport au lisier complet.

1 - Propriétés physiques du lisier

Le poids spécifique du lisier varie entre 1,07 et 1,03 kg/l.

La viscosité serait liée aux matières en suspension et aux sels dissous mais aucune relation particulière n'a pu être mise en évidence.

2 - Composition chimique du lisier

Certains facteurs (régime alimentaire et présentation de l'aliment notamment) influent nettement sur cette composition, tandis que le stade physiologique des animaux joue un rôle peu important.

a) les matières sèches

Un lisier complet titrera théoriquement 65 à 80 g/l de matières sèches selon les régions de production. La concentration peut aussi varier en fonction des mêmes facteurs qui modifient les volumes journaliers de lisier produit par animal.

b) les matières minérales

Dans un lisier frais, les matières minérales représentent 20 % de la matière sèche. Ce rapport augmente en cours de stockage, par suite de l'élimination des composés organiques fermentescibles. Toutefois, une fraction de la matière organique ne se décompose pas au cours du stockage. C'est le cas de la cellulose et de la lignine.

c) les composés azotés

L'azote excrété par un animal représente en moyenne 20 % de l'azote ingéré. Il se répartit à raison de 30 % dans les fécès et 70 % dans les urines.

- l'azote urinaire (N soluble, urée, NH_3) donne naissance à de l'ammoniaque,
- l'azote fécal, organique, se minéralise progressivement et partiellement.

Par ailleurs, il y aurait une corrélation entre la matière sèche et la teneur en azote total. Une proportion importante de cet azote, 70 % environ, serait sous forme ammoniacale. La valeur du rapport NNH_3/NTK serait assez constante et caractéristique du lisier propre à une espèce donnée. Enfin les 30 % d'azote demeurant sous forme organique ne seraient pas disponibles immédiatement pour le processus de nitrification-dénitrification. Cette fraction d'azote organique résiste à la minéralisation lors du stockage en anaérobiose et sa dégradation ne sera effectuée que très lentement dans le sol (CHEVERRY, MENETRIER et Al., "Epanchage de lisier de porc et fertilisation").

d) le potassium

Le métabolisme et l'excrétion de cet élément sont liés à la phase aqueuse. Son excrétion est assurée à 90 % par les urines sous forme de sels solubles. Finalement, le lisier contient 3 à 4 % de K_2O . Il y a une corrélation entre la teneur en potassium et celle de la matière sèche.

e) le phosphore

Chez le porc, il est surtout excrété par les fécès. Il provient du phosphore alimentaire, du phosphore cellulaire et de celui des microorganismes.

Une fraction importante (70 à 80 %) du phosphore du lisier serait formée de composés minéraux, peu solubles tels que le phosphate monocalcique.

Lorsque l'alimentation est à base de grains, la fraction organique est composée en majeure partie de phytine. Ce taux de phosphore organique diminuerait après une période de stockage du lisier. Ainsi, après 4 mois de stockage, cette diminution serait de l'ordre de 15 %. Il y a une corrélation entre les teneurs du

phosphore total et de la matière sèche.

f) les autres éléments minéraux

Le sodium est excrété aux 2/3 par les urines. Les autres éléments sont éliminés par les fécès et sont liés aux apports en compléments minéraux. Ceux-ci sont utilisés comme facteurs de croissance dans l'alimentation des porcs charcutiers. Ils renferment de faibles quantités de zinc, manganèse, cobalt. La teneur normale du cuivre est de 0,8 ‰ mais elle peut atteindre des valeurs plus élevées lorsque cet élément est utilisé, non seulement comme facteur de croissance, mais aussi en vue d'assurer une protection contre certains parasites.

Le pourcentage de rétention par l'animal est de 3 % seulement de la quantité ingérée. Les éléments introduits dans la ration se retrouvent donc en presque totalité dans les déjections.

3 - La flore microbiologique du lisier

Le stockage en fosse favorise la fermentation anaérobie. Il se produit de ce fait un dégagement de gaz plus ou moins malodorant (méthane, ammoniac, acide sulfureux, gaz carbonique). De plus, certains composés organiques volatils (acides, mercaptans, amines, esters, etc.) peuvent également être libérés. Certains de ces gaz sont toxiques, et peuvent provoquer l'apparition de troubles chez les animaux ou même entraîner leur mort.

L'utilisation du lisier crée un risque sanitaire non négligeable. Les matières fécales, en effet, elles renferment par gramme 10^7 à 10^{12} bactéries appartenant à de nombreuses espèces aéro-anaérobies ou anaérobies strictes. La présence de la plupart d'entre elles est normale. Des milliards de germes viennent ainsi chaque jour se disséminer dans l'espace.

a) la flore "normale"

Les matières fécales renferment des Bactéries "gram négatif" aérobies ou anaérobies.

- les Bactéries gram⁻ aérobies comprennent des Entérobactéries sprophytes, dont certaines peuvent devenir pathogènes.* (Escherichia coli*, Citrobacter, Klebsiella*, Enterobacter*, Hafnia, Serratia, Proteus* et Providencia*).
- les Bactéries gram⁻ anaérobies (Ristella, Capsularis, Zuberella et Sphoerophorus).

Elles renferment aussi des Bactéries "gram⁻ positif", aérobies ou anaérobies.

- les Bactéries gram⁺ aérobies comprennent les germes Staphylococcus et Micrococcus "coagulase négatif". Streptococcus dont de nombreuses variétés sont essentiellement saprophytes (Streptocoques lactiques) et d'autres pathogènes (Streptocoques fécaux du groupe de Lancefield ou Entérocoques : Str. fecalis, Str. durans) enfin des Lactobacillus fécaux (L. acidophilus, L. casei,

L. plantarum, L. fermenti).

Ces germes se retrouvent dans la flore dominante de l'intestin grêle humain.

- les Bactéries gram⁺ anaérobies comprennent des Cocci anaérobies (g. Sarcina notamment), des bactéries bifides du genre Bifidobacterium (B. bifidus) qui forment 90 % environ de la flore intestinale du nourrisson élevé au lait naturel.

Des Clostridiacées et notamment Welchia perfringens, dont certains sérotypes sont saprophytes ou faiblement pathogènes (type A, chez l'homme notamment). D'autres sont à l'origine d'entérotoxines parfois mortelles.

Des Corynebacterium anaérobies, etc.

b) La flore pathogène

De nombreuses espèces bactériennes peuvent se procurer dans le milieu extérieur (eaux, boues...) les éléments nutritifs nécessaires à leur vie et à leur multiplication. Certaines espèces ont néanmoins un pouvoir pathogène.

C'est le cas de Yersinia pestis, agent de la peste chez l'homme et les rongeurs, qui peut se multiplier dans le sol ou de Pseudomonas pseudomallei, agent de la Mélioïdose, qui peut se développer dans l'eau de ville, malgré une teneur en éléments nutritifs très faible.

La flore pathogène comprend aussi des germes responsables d'infections intestinales, appartenant surtout aux genres Streptococcus et Staphylococcus, Salmonella (agents d'entérites graves, d'intoxications alimentaires, de toxoinfections et de septicémies), Shigella (agent de dysenteries humaines) Vibrio (choléra humain, dysenterie du veau et du porc), Pseudomonas, Corynebacterium (septicémies, suppurations) Mycobactéries (tuberculose ou entérite para-tuberculeuse), Brucella (avortements, mammites) ainsi que de nombreux virus, peste porcine ou bovine, gastro-entérites ou hépatites virales, fièvre aphteuse, grippe, rage, sarcomes divers, etc.), des champignons provoquant des mycoses (aspergilloses, candidoses, coccidiose, sporotrichoses) des Protozoaires parasites provoquant des Protozooses diverses (Coccidiose, Leishmaniose, Piroplasmoses, Toxoplasmoses, Trichomonoses, Trypanosomoses, etc.).

Les germes des lisiers peuvent être transmis lors des épandages aux cours d'eau ou aux étangs proches soit directement soit par ruissellements ou aux puits par infiltration. Les vents, les oiseaux peuvent aussi disséminer les germes. La propagation de ceux-ci peut ensuite être faite par diverses espèces animales (vers de terre, rats, animaux sauvages...). Les zoonoses ainsi provoquées sont en constante augmentation.

La durée de survie d'un germe pathogène dans le milieu extérieur est variable. Elle est généralement inversement proportionnelle à sa virulence.

4 - La charge polluante du lisier

Les principaux constituants du lisier proviennent des éléments non digérés et de certains déchets des réactions métaboliques. Les urines sont essentiellement riches en azote, provenant de la dégradation des protéines ; les fécès sont constitués par des solides agglomérés par une substance colloïdale et renfermant surtout les produits non digérés et des minéraux (magnésium, cuivre, fer...).

Un porc de 45 kg rejetterait par jour, selon TRIGANIDES, 1,2 à 4,3 kg de déjection humide, avec 12 à 28 % de matière sèche totale.

La charge polluante unitaire de porcherie est souvent rapportée à l'équivalent/porc ou porc de 70 kg. Ainsi le nombre d'équivalents/porcs d'un élevage donné s'obtient en divisant le poids vif total par 70.

En réalité, la charge polluante du lisier de porc varie en fonction de la technique d'élevage (si on utilise de la paille comme litière, une partie des fécès et urines est retirée sous forme de fumier), de la nature de l'aliment (le lisier des truies gestantes contient généralement de nombreuses particules de son ; le lisier de porcs à l'engrais est plus colloïdal et plus verdâtre, tandis que le lisier de porcs alimentés en lactosérum ou aux eaux grasses est peu chargé en particules solides, avec un volume rejeté par équivalent/porc élevé, soit 10 à 15 l/jour) et de l'importance de la ration (pour un même poids d'animal, la charge polluante augmente si la ration alimentaire est abondante).

On peut cependant considérer (CHEVERRY, MENETRIER et Al.) que, grâce à la réduction de la durée d'engraissement liée aux meilleures performances des animaux et aux progrès du matériel, les volumes de lisier produit par un porc charcutier tendent à diminuer.

III - TECHNIQUES DE STOCKAGE DU LISIER

Les caractéristiques techniques des installations de recueil et de stockage des eaux résiduaires de porcheries ont été définies par la Circulaire du Ministère de la Qualité de la Vie en date du 12 août 1976 ; ce texte expose les modalités réglementaires d'évacuation et de stockage des eaux résiduaires, de stockage des déjections solides et de prévention de la pollution des eaux. Nous en retiendrons les principaux points d'ordre sanitaire et technique ayant trait aux lisiers.

1 - MODE D'EVACUATION

Le lisier, qui est, rappelons-le, un mélange de déjections liquides et solides, avec apport d'eau et parfois de résidus alimentaires, est évacué selon des modalités en rapport avec le type d'élevage pratiqué :

*** Elevage sur lisier**

Il y a collecte du lisier, brut ou plus ou moins dilué par des eaux de lavage, soit mécaniquement à l'aide d'un système à raclette, soit gravitairement dans un couloir à déjections situé sous la porcherie. Puis le lisier est généralement dirigé vers un ouvrage de stockage dit "fosse à lisier".

*** Elevage avec séparation des déjections solides et liquides**

Les déjections solides, additionnées ou non de paille, sont dirigées vers une aire de stockage étanche. Le transport des déjections peut avoir lieu mécaniquement ou non. Les déjections liquides sont recueillies dans une "fosse à purin".

- En se rapportant aux quantités de DCO, de DBO5 et de M.E.S. mesurées dans les seules déjections liquides de porcheries, l'élevage sans lisier (élevage traditionnel sur paille) serait beaucoup moins polluant que l'élevage sur lisier.

2 - STOCKAGE DES EAUX RESIDUAIRES

Ce stockage est nécessaire, en raison du caractère discontinu des opérations d'épandage. Les ouvrages de stockage peuvent être réalisés en béton ou être aménagés à même le sol. Dans ce deuxième cas, l'avis du géologue officiel peut être requis, sur demande de l'inspecteur des établissements classés à l'exploitant, en raison des risques de pollution des eaux souterraines.

Dans certains cas, la mise en place d'un revêtement d'étanchéité (butyl par exemple) peut être imposé. Le sol devra être bien préparé (enlèvement des cailloux notamment). Une solution de remplacement peut être constituée par la mise en place sur le fond de la fosse d'une couche d'argile compactée, qui limite les risques de fuite lors de la mise en service.

Une capacité minimale des ouvrages de stockage est requise. Leur volume doit permettre le recueil de la totalité des eaux résiduaires pendant la période la plus longue pouvant séparer deux vidanges successives dans l'année. Durant les jours de gel intense ou ceux où le sol est gorgé d'eau ou recouvert de neige, l'épandage est respectivement interdit ou impraticable. Ainsi la période de stockage réglementaire devra pouvoir être égale au moins à 45 jours successifs. En réalité, les services techniques relevant du ministère de l'Agriculture seraient favorables à une capacité de stockage correspondant au minimum à 4 mois, soit 1 m³ par animal en stabulation, compte-tenu des difficultés de pratiquer l'épandage en période hivernale.

L'installation de stockage peut être couverte ou à l'air libre. La couverture n'est pas obligatoire et un stockage à l'air libre peut, à dépense égale, comporter un volume plus important et faciliter le contrôle des risques de pollution accidentelle par débordement. De plus, sa transformation en stockage aéré est plus aisée que dans le cas d'une fosse fermée. Par contre, il nécessite un clôturage de sécurité sur son pourtour et la pullulation des mouches et autres insectes peut constituer un facteur défavorable à son installation dans certaines régions.

3 - STOCKAGE DES DEJECTIONS SOLIDES

Ce stockage s'effectue sous forme de fumier. L'aire de stockage sera calculée sur la base de 0,2 m² par 100 kg de poids vif et par mois de stockage. S'il n'y a pas de mélange préalable des déjections avec de la paille, cette base de calcul sera ramenée à 0,12 m². Le calcul devra tenir compte de la durée maximale pouvant séparer deux évacuations successives de ces déjections.

4 - CAPACITE DE STOCKAGE REELLEMENT DISPONIBLE

En réalité, on constate, selon les recensements effectués par certaines Chambres d'Agriculture des régions fortement productrices (Côtes du Nord par exemple), que la capacité de stockage des lisiers est actuellement inférieure aux capacités théoriques réglementaires ou conseillées.

Certaines exploitations disposeraient de 2 à 3 fois la capacité réglementaire, alors que d'autres disposent d'installations très insuffisantes. Un effort important de construction de fosses de stockage serait à entreprendre dans certains secteurs (bassin versant du Guessant notamment).

En outre, les difficultés d'épandage résultant des aléas climatiques supposeraient un accroissement supplémentaire des dispositifs de stockage dans les secteurs où les exploitations "hors-sol" sont fortement implantées.

5 - EFFETS DE LA DECANTATION ANAEROBIE ET EVOLUTION DES ELEMENTS DU LISIER EN COURS DE STOCKAGE

a - Conséquences de la décantation anaérobie sur la répartition des éléments du lisier

Au cours du stockage, en l'absence de brassage, de traitement ou d'aération, les matières en suspension vont se déposer au fond de la fosse. Là elles feront l'objet de fermentations anaérobies et les microbulles de gaz formées monteront en surface en entraînant des particules. Une croûte peut se former s'il reste des débris en surface et si la température est favorable. On peut ainsi distinguer trois zones :

- la "croûte superficielle" : sa formation n'est pas constante dans le lisier de porc.
- La "zone liquide intermédiaire".
- La "zone sédimentaire profonde".

Les éléments se répartissent au sein de ces diverses zones en fonction de leur solubilité relative :

L'azote ammoniacal, le potassium se retrouvent en concentrations égales dans les trois couches.

Le phosphore, au contraire, est renfermé presque entièrement dans le sédiment, étant donné qu'il est composé principalement de sels insolubles qui précipitent.

L'azote organique est présent dans le sédiment et dans la croûte, lorsque celle-ci se forme.

Cette répartition des éléments au sein du lisier stocké montre qu'il importe de procéder à un brassage énergique des lisiers avant leur reprise en vue de l'épandage. Le produit épandu doit en effet avoir une composition aussi homogène que possible.

Toutefois, le brassage est une opération difficile à réaliser avec le matériel disponible à présent, dans les fosses de grande longueur, très répandues en Bretagne.

Il conviendrait d'installer une fosse de forme compacte à l'extrémité de la porcherie ou en limite d'élevage. Le coût de ces ouvrages (fosses et caniveaux y aboutissant) ne serait pas plus élevé que pour l'autre type de fosse. De plus, l'étanchéité d'une fosse compacte est plus facile à maîtriser. Dans les élevages existants, la construction d'une fosse complémentaire accroîtrait la

capacité de stockage du lisier, les fosses construites antérieurement joueraient alors le rôle de préfosse.

b - Evolution des éléments du lisier au cours de stockage

Certains constituants du lisier évoluent au cours du temps.

La matière sèche varie d'un prélèvement à l'autre dans la préfosse car elle est fonction des facteurs de dilution, mais c'est aussi le cas dans la fosse principale. De même, les fortes variations des teneurs en phosphore suivent celle de la matière sèche en cas de dilution importante.

Par contre, les teneurs en potassium et en azote ammoniacal, éléments solubles répartis en concentrations égales dans la masse du lisier, sont relativement constantes au cours de la période de stockage. Cela confirme l'intérêt de mesurer ces éléments dans le lisier de porc, en cours et en fin de stockage.

Au cours du stockage anaérobie, la matière organique est en partie dégradée en composés volatils. Le pourcentage de matière minérale, par rapport à la matière sèche augmente. Il est de 50 % dans un lisier âgé alors qu'il n'était que de 20 % dans un lisier frais.

Une autre partie de la matière organique est transformée en ammoniacale. Cela entraîne une modification du rapport NNH_4/NTK , qui atteint environ 0,7 % au bout de 72 heures. Toutefois, ce rapport n'évolue plus par la suite, ce qui entraîne une stabilisation de la teneur en azote ammoniacal.

6 - COMPOSITION MOYENNE D'UN LISIER DE PORC

Elle est difficile à établir car les valeurs de composition varient en fonction du type d'alimentation. Toutefois, des valeurs moyennes correspondant au lisier "brut", après stockage traditionnel, peuvent être prises comme base d'appréciation pour un épandage ultérieur.

De plus, dans des conditions constantes de race, d'alimentation, de stabulation..., la détermination de la teneur en matière sèche du lisier peut être utile pour apprécier la valeur fertilisante du lisier utilisé pour l'épandage.

IV - TRAITEMENT DU LISIER - EPANDAGE TRADITIONNEL - EPURATION

A - TRAITEMENT PAR EPANDAGE SUR LES TERRES AGRICOLES

La technique de l'épandage des déjections animales sur les sols cultivés ou les prairies permet, sous certaines conditions, d'assurer le recyclage des éléments minéraux par les plantes, tout en favorisant l'épuration organique et microbienne. C'est le procédé le plus simple et le plus économique pour éliminer et valoriser les sous-produits de l'élevage, lisier et fumier notamment.

Cependant l'ensemble de la surface agricole n'est pas propice à cette opération. De nombreuses terres sont inaptes à recevoir ces matières en raison de leurs propriétés physiques, du climat, de la topographie. D'autres surfaces ne sont pas disponibles du fait des cultures en place ou de la réglementation relative à la protection des eaux et des tiers.

En fait, la pratique de l'épandage du lisier brut peut entraîner un certain nombre de conséquences fâcheuses pour l'environnement :

- risque de pollution des eaux superficielles (débordement des fosses de stockage et ruissellement sur les terrains d'épandage),
- risque d'altération des sols,
- risque de pollution des eaux souterraines,
- mauvaises odeurs (en cours de stockage, lors du transport et de l'épandage).

Certains risques sont facilement détectables, en raison des nuisances qui les accompagnent. Par contre, une lente dégradation de la qualité des sols ou des eaux souterraines ne sera perçue que tardivement. Un arrêt des épandages interviendra trop tard pour être efficace. Il convient, par conséquent, de rechercher les conditions d'un épandage rationnel.

Une étude préalable doit être effectuée pour déterminer les caractéristiques du sol (perméabilité, capacité de rétention) et fixer les doses d'épandage. L'objectif est d'assurer une bonne utilisation des éléments fertilisants des eaux résiduaires et déjections par les terres cultivées ou les prairies, en fixant un ordre de grandeur des doses de lisiers à appliquer par hectare et par an. En première approche, on pourra se baser sur les doses d'azote couramment apportées sous forme d'engrais minéraux.

Une aération des lisiers pendant leur stockage peut réduire la teneur en azote du produit à épandre de 25 à 50 %. La teneur en cet élément constituant le facteur limitant des doses d'épandage, celles-ci pourront dès lors être augmentées d'autant.

Dans le cas du lisier brut, on a vérifié les correspondances suivantes entre la surface d'épandage et le niveau d'exploitation :

- 1 hectare de terre cultivée pour 40 porcs produits par an,
- 1 hectare de prairie permanente ou temporaire pour 100 porcs produits par an.

Il faut donc tenir compte du type de culture pratiqué sur les diverses parcelles.

1 - Les mécanismes de l'épuration du lisier par épandage

L'épandage met en jeu les propriétés des sols et des cultures utilisées. Cela fait intervenir des mécanismes précis, mais dont les capacités sont limitées.

a) la filtration

Le sol peut retenir les particules de grande taille apportées par l'effluent. Les matières en suspension se déposent ainsi à la surface, tandis que l'eau et les composés solubles descendent plus profondément. Les possibilités de contamination des eaux souterraines par les microorganismes pathogènes sont donc limitées.

Les capacités de filtration varient d'un sol à l'autre, selon la granulométrie, la charge en pierres, la structure, le degré de porosité notamment. Les modifications du profil cultural peuvent aussi affecter les propriétés du sol. C'est le cas lorsqu'une croûte de battance se forme, par exemple.

Les pores peuvent toutefois être colmatés, en cas de filtration intensive. Dans certains cas, les matières déposées en surface peuvent être toxiques vis-à-vis des plantes ou des animaux. Aussi il convient d'exercer une surveillance attentive du milieu après épandage.

b) La décomposition de la matière organique

Elle est assurée par la microflore du sol quel que soit le substrat organique. Un sol sain, aéré, dispose ainsi d'un important pouvoir d'épuration par voie microbienne. Il peut ainsi oxyder des charges considérables, pouvant atteindre 20 à 30 tonnes de D.C.O. par hectare et par an.

Certains sols ont cependant une faible capacité d'oxydation. C'est le cas des sols hydromorphes, par exemple.

L'oxydation de la matière organique permet d'éviter une accumulation néfaste et la production d'odeurs. Elle contribue aussi au renouvellement de l'humus et à la fertilité des sols.

c) La rétention d'eau

Lorsqu'un sol est saturé d'eau, un nouvel apport d'eau provoque un déplacement hydrique avec ou sans mélange. Lorsque les eaux sont polluées, ces mouvements (percolations en profondeur ou circulations latérales superficielles) peuvent accroître les risques de contamination.

L'épandage doit donc être pratiqué lorsque la réserve d'eau du sol est en voie d'épuisement et en quantité juste suffisante pour assurer le complément de la capacité de rétention du sol. Une percolation localisée et rapide peut cependant s'effectuer en profondeur dans certains cas (fissures) avant que l'ensemble du sol n'ait atteint la capacité de rétention.

L'eau ainsi apportée permet l'alimentation des racines des plantes, le développement des microorganismes, la capture des éléments qu'elle renferme par les colloïdes du sol. Les épandages doivent être pratiqués de telle sorte que ces éléments soient utilisés en grande partie avant la période de drainage hivernal, afin d'assurer la protection du milieu situé en aval.

d) La fixation et les échanges d'éléments solubles

- * les cations peuvent être fixés par les colloïdes argileux et humiques du sol tout en demeurant en équilibre avec les cations présents dans la solution du sol. En cas d'apport modifiant la composition cationique de celle-ci, l'équilibre se déplace, ce qui entraîne un nouvel échange de cations entre solution et colloïdes. La fraction des cations restant fixée par les colloïdes après ces échanges est dite "fixée par le sol".

la quantité totale de cations, en milli-équivalents, pouvant être retenue par le sol, est relativement constante. Elle représente la capacité totale d'échange. Par contre, la proportion relative de chacun d'eux peut varier.

- * les anions peuvent également se fixer dans le sol. Les phosphates, principalement, s'y accumulent et forment des réserves parfois importantes. La plus grande partie des apports de phosphore reste dans la couche superficielle. Toutefois, le phosphore lié à la matière organique est plus mobile et, en cas d'apports répétés et massifs, peut être entraîné par les eaux de drainage.

Les anions NO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} sont très solubles. Ils ne sont donc retenus dans le sol que dans la mesure où l'eau elle-même y reste. Les plantes doivent prélever ces éléments dans la solution du sol avant le drainage hivernal.

- * les métaux lourds sont fixés par les sols, surtout ceux riches en humus et en argile. Il se produit une fixation de cations lourds sur les colloïdes et une précipitation d'autant plus intense que le pH est alcalin. L'enrichissement en métaux lourds des couches labourées peut perturber la nutrition des plantes et entraîner des phénomènes de toxicité par accumulation.

L'adsorption des métaux lourds sur les particules du sol peut être affectée par les variations du pH du sol. Cela limite les possibilités d'épuration.

Au total, une partie des éléments minéraux (phosphore, oligo-éléments) sera mise en réserve, une autre partie sera échangée sur les colloïdes, avec des cations, la dernière partie sera éventuellement retenue dans la solution du sol. L'épuration n'est possible que si ces mouvements ne rendent pas le sol "carencé, toxique ou peu fertile".

e) Les exportations par les cultures

Les plantes prélèvent dans la solution du sol une quantité variable d'éléments fertilisants dont certains ont été apportés par l'épandage. En récoltant les plantes, on exporte les éléments à l'extérieur du champ cultivé. Cela équivaut à une épuration, qui sera d'autant plus importante que la production sera élevée et sera aussi fonction du type de culture.

2 - Les limites de l'épuration du lisier par épandage

a) les concentrations excessives

L'épandage de fortes doses d'effluent sur des superficies trop faibles entraîne une accumulation trop élevée de matières organiques ou minérales. Des odeurs fétides peuvent apparaître lors de leur décomposition et le développement des plantes peut en souffrir. Cela peut donc réduire les potentialités d'épuration, notamment par exportation.

De plus, un déséquilibre minéral peut se répercuter sur la composition des plantes et provoquer des effets néfastes sur les animaux consommateurs de fourrage. Ainsi la tétanie d'herbage, maladie des bovins, peut apparaître si la valeur du rapport Mg/K dans le fourrage est trop faible.

Des apports trop élevés de métaux lourds créent un risque grave, leur adsorption pouvant entraîner une concentration lors de leur passage dans les chaînes alimentaires.

Les surfaces ainsi traitées peuvent aussi devenir dangereuses, en raison des risques de toxicité ou de contamination par des agents pathogènes. Elles créent aussi un risque pour les zones environnantes, en cas de ruissellement ou de percolation.

b) L'altération de la qualité du milieu aquatique

Si le sol vient à être saturé au cours de l'épandage, l'excédent d'effluent peut ruisseler. Une pollution des cultures avoisinantes, des fossés, des ruisseaux ou des points d'eau peut s'ensuivre. De même, après l'épandage, les éléments polluants déposés en surface peuvent être entraînés par de fortes pluies vers ces récepteurs.

Une percolation de l'effluent en profondeur peut aussi se produire en cas d'apport excédentaire. Une partie des eaux résiduaires peut ainsi rejoindre les nappes souterraines. Les fissures et autres structures particulières du sol peuvent faciliter ce processus.

Dans ces deux cas, percolation et ruissellement, les risques d'eutrophisation accélérée du milieu aquatique sont accrus. L'utilisation des eaux pour certains usages peut aussi être compromise.

3 - Les conditions requises pour pratiquer l'épandage

Les conditions nécessaires pour réaliser un bon épandage sont les suivantes (BUSON et AUROUSSEAU 1976) :

a) des sols favorables à l'épandage

Ces sols ne doivent pas être imperméables, ce qui occasionnerait une stagnation des matières en surface, avec fermentation et une possibilité de ruissellement. Ils ne doivent pas être trop filtrants non plus, ce qui entraînerait un risque de pollution des nappes, des puits, etc.

Par conséquent, il convient de choisir des sols sains, fertiles, profonds, ayant une bonne réserve en eau, une importante capacité d'échange et une bonne activité biologique. Ces sols peuvent ainsi conserver leur potentiel d'épuration et les eaux qui s'écoulent des surfaces traitées doivent rester de qualité satisfaisante. Les terrains présentant une forte pente doivent être exclus, ainsi que les secteurs situés à proximité des drains naturels et artificiels (cours d'eau, fossés, drains enterrés à faible profondeur...).

Une cartographie des sols établie en fonction de leur fragilité (facteurs limitants) facilitera le choix et la délimitation des zones d'épandage. La carte d'aptitude à l'épandage permet, après regroupement des divers éléments et caractéristiques des sols, d'établir trois classes principales :

- * Classe 0 : sols d'aptitude nulle à l'épandage (sols hydromorphe de 15 à 30 cm de profondeur, c'est-à-dire à engorgement presque permanent.
- * Classe 1 : sols d'aptitude médiocre et moyenne (sols peu profonds à hydromorphie déjà marquée, d'une profondeur de 40 cm.
- * Classe 2 : sols aptes (sols profonds et sains, où l'hydromorphie peut apparaître à une profondeur supérieure à 60 cm).

b) Une période favorable pour l'épandage

Les périodes humides d'octobre à avril ne conviennent pas pour l'épandage, car le sol est saturé en eau et il peut se produire des ruissellements. Les matières polluantes risquent aussi d'être entraînées vers la nappe par infiltration directe ou par "effet piston" dû à des pluies ultérieures, et

les éléments fertilisants du lisier quittent le niveau du sol correspondant aux racines des cultures.

Les épandages devraient être par conséquent pratiqués en période de déficit hydrique, notamment dans les régions du nord de la France, où cela n'est possible que de mai à octobre. Cela favorise la fixation de l'eau du lisier, avec les fertilisants minéraux et organiques qu'elle renferme dans la partie superficielle du sol. Dans ces conditions, les plantes peuvent utiliser cette eau pour leur alimentation.

De plus, le lisier de porc, qui est un engrais ternaire, doit être utilisé en dehors de la période hivernale. Les épandages d'hiver entraînent en effet un gaspillage d'azote. La capacité de stockage du lisier devrait être aménagée en conséquence.

c) Des types de culture adaptés à l'épandage

La prairie artificielle exploitée en fauche paraît être la plus adaptée à l'épandage. Le sol est occupé toute l'année, ce qui limite le ruissellement et l'érosion. Ce type de prairie présente un système racinaire très développé, en particulier dans le cas de la Fétuque élevée. Ceci permet d'exploiter la totalité de la réserve hydrique et minérale. Les infiltrations polluantes en profondeur sont ainsi très limitées.

Les céréales traditionnelles, par contre, sont peu adaptées au procédé de l'épandage. En effet, leur consommation en eau est limitée et se situe tôt en saison, lorsque la réserve d'eau du sol est encore importante. L'épandage peut être pratiqué en période de déficit hydrique, mais les besoins en éléments minéraux des plantes sont déjà satisfaits.

Le maïs toutefois présente des caractéristiques plus favorables. Les besoins en eau et en éléments minéraux sont plus tardifs en saison, mais la taille élevée des plantes rend difficile l'accès aux surfaces cultivées.

d) Les quantités maximales de lisier à épandre

Les doses d'engrais, quels qu'ils soient, doivent couvrir les besoins des cultures en tenant compte des réserves des sols et les pertes par lessivage.

Compte-tenu de la teneur en azote, élément le mieux représenté et le plus mobile, le calcul des doses à épandre a donné les résultats suivants :

- Maïs fourrage ou grain..... 50 m3/ha
- Choux fourrage..... 50 m3/ha
- Betterave..... 50 m3/ha
- Ray-grass d'Italie - Fétuque..... 20 m3/ha après chaque exploitation
- Les céréales à paille (orge, blé) ne peuvent recevoir que des doses modérées, en tous cas inférieures à 20 m3/ha, en raison de leur sensibilité à la verse.

Ainsi, dans le cas d'une Fétuque élevée, à forte productivité, un épandage de 20 m³ de lisier par hectare et par an peut être envisagé. Il faut néanmoins contrôler l'augmentation du taux de Phosphore dans les sols, bien que cet enrichissement soit souvent souhaitable.

Par contre à cette dose, les besoins des plantes en Potasse ne sont pas satisfaits (il faut apporter 200 kg de K₂O par ha et par an). Enfin, l'apport de Calcium est excédentaire par rapport aux besoins, sans que cela semble poser un problème particulier.

En fait, la dose de 20 m³ de lisier/ha/an ne doit pas être dépassée pour la Fétuque et le Ray-Grass, compte tenu des réserves du sol et de la minéralisation de la matière organique. Il est recommandé d'utiliser des doses plus faibles après quelques années d'application de la dose maximale.

e) La dispersion des activités d'épandage

Le regroupement des unités de production s'est avéré utile d'un point de vue économique. Ainsi la qualité et la rentabilité de la production ont notablement progressé. Mais l'évacuation des effluents est, de ce fait, concentrée sur des superficies très réduites. Un effort de répartition et de dispersion des effluents aurait pour conséquence de limiter les effets polluants consécutifs aux déversements de lisiers.

f) Le climat

Les sols ont été classés en ce qui concerne leur aptitude à recevoir des matières polluantes, en fonction de leurs conditions climatiques.

- * **Classe 0** : elle entraîne l'interdiction d'épandage toute l'année, quelles que soient les conditions météorologiques.
- * **Classe 1** : la notion de déficit hydrique est importante. Les sols correspondants, de faible profondeur et hydromorphes, sont utilisables pendant la période de végétation très active, et de façon variable en inter-saisons (automne, printemps).
- * **Classe 2** : elle correspond à des sols sains, utilisables toute l'année, en Bretagne notamment, sauf années très exceptionnelles. Des périodes de 2 à 4 semaines de déficit hydrique sont observées tous les ans en hiver. Elles favorisent le ressuyage des sols et permettent les épandages de durée et d'intensité limitées.

Mais il convient de tenir compte de périodes particulières : périodes de gel hivernal entraînant des ruissellements ; périodes de fortes pluies d'automne, favorisant les migrations des nitrates après une forte minéralisation en fin d'été.

g) La topographie et le relief

Les terrains en pentes créent des risques de ruissellement. De ce fait, l'entraînement de matière organique et de fertilisants est accru. Les épandages sur les terrains de pente supérieure à 7 % sont interdits en effet par la réglementation en vigueur en France.

En pratique, l'utilisation de tonnes à lisier rend impossible les épandages sur sols en pente, à moins de travailler dans le sens de la pente. Dans certains pays cependant, les épandages sont effectués à l'aide d'un système d'irrigation, la limite des pentes est alors fixée à 10 %.

h) Evolution de la structure et de la composition des sols

La pratique de l'épandage du lisier pose le problème de la stabilité de la structure des sols à long terme. Les rapports cationiques du lisier sont très éloignés de ceux considérés comme optimum pour le sol et les cultures. L'apport de lisier risque de déséquilibrer progressivement le complexe absorbant du sol par insuffisance relative de Calcium et par excès relatif de Potassium et de Sodium. L'excès de cations monovalents est défavorable à la stabilité structurale du sol. (BUSON et AUROUSSEAU). De plus, l'azote ammoniacal du lisier pourrait déplacer les cations bivalents du complexe absorbant, ce qui accentue le déséquilibre au profit des cations monovalents K^+ et Na^+ (BUSON et DOMMARGUES, 1975)

Les apports de lisiers doivent par conséquent être complétés par une fumure calcaro-magnésienne à adapter aux différents types de sols. Des analyses de contrôle doivent être pratiquées périodiquement.

En ce qui concerne la rétention des éléments du lisier par le sol, des essais pratiqués par l'I.N.R.A. à Mauron (Morbihan) ont permis de confirmer les données suivantes :

- le phosphore est fixé très efficacement par le sol et demeure en grande partie assimilable ;
- le potassium est aussi fixé par le sol. Dans le cas de forts épandages (300 m³/ha/an) le rapport K^+/Mg^{++} peut être déséquilibré ;
- le sodium, en raison de son faible coefficient d'adsorption, ne peut créer une forte alcalinisation du sol, ni un risque de dégradation de ses propriétés physiques ;
- les oligo-éléments, le cuivre, le zinc, sont fixés en majeure partie par le sol.

Il apparaît donc que les eaux de drainage ne renferment que des faibles teneurs de ces éléments. Mais les observations seraient encore incomplètes ;

- le carbone n'est pas retenu de façon significative par le sol. Lors des épandages de lisier, les valeurs de C/N deviennent légèrement inférieures à 10.

En définitive, les modalités de l'épandage devraient être définies par le pédologue. Ce dernier dresse un relevé cartographique en vue de la définition des périmètres d'épandage et effectue une étude des sols incluant les divers facteurs énumérés ci-dessus.

i) Les prescriptions réglementaires

Deux textes réglementaires prévoient pour l'essentiel les modalités d'épandage du lisier, dans le respect des impératifs techniques et sanitaires de l'élevage "hors sol" et de protection de la santé publique.

- Le Règlement sanitaire départemental type, en cours de révision (cf. circulaire interministérielle du 20 janvier 1983).
- La circulaire du ministère de la Qualité de la Vie en date du 12 août 1976, concernant une instruction technique relative aux porcheries.

Les modifications proposées en ce qui concerne le Règlement sanitaire départemental, actuellement en cours d'étude par les Conseils départementaux d'hygiène, tendent à combler certaines lacunes de la Circulaire du 9 août 1978 dans le domaine de la protection contre les effets polluants de certains dépôts agricoles (fumiers, purins, lisiers, eaux de lavage, etc.). Ce texte prévoyait des distances de protection insuffisantes, par exemple au sujet des dépôts de matières fermentescibles (article 93 ... 35 m des parcs à coquillages). Cette distance s'appliquera dorénavant aux rivages et aux berges de cours d'eau.

Le nouveau texte proposé, en dépit des précisions qu'il apporte sur plusieurs points, supprime néanmoins certaines dispositions qui favorisaient la protection des activités conchylicoles (article 92... une distance minimale de 500 m entre le point d'épandage et les parcs à coquillages. Il demeurerait toutefois possible, selon les nouveaux articles proposés "de définir des conditions spécifiques de protection des zones aquicoles après avis du Conseil départemental d'hygiène".

Quelle que soit la forme finale résultant de la révision du Règlement sanitaire départemental, il conviendrait de définir des normes minimales de protection des zones de cultures marines, en prenant comme référence, non plus la distance par rapport aux parcs conchylicoles ou aquicoles, mais la distance par rapport au rivage. En effet, les installations conchylicoles ont une implantation très variable par rapport à ce dernier. Cela s'applique aussi dans le cas des gisements naturels.

Dans tous les cas, une modulation pourrait être apportée dans la définition d'une distance de protection minimale (500 m par exemple), en fonction des caractéristiques topographiques, pédologiques et hydrologiques locales.

Le projet de réglementation prévoit par ailleurs un certain nombre de dispositions utiles, notamment l'interdiction d'épandage en périodes de fortes pluies, de gel ou en dehors de terres régulièrement exploitées. La capacité d'adsorption des sols ne devra pas être dépassée, afin d'écartier tout risque de stagnation prolongée des matières polluantes, voire de ruissellement en dehors du champ d'épandage ou de percolation vers les nappes souterraines.

Les dispositions réglementaires s'appliquant aux activités d'épandage seront différentes selon qu'un Plan d'épandage aura été préalablement établi ou non.

- Existence d'un plan d'épandage

Un tel plan, indiquant les parcelles retenues pour recevoir les effluents, doit être approuvé par l'autorité sanitaire. Ses dispositions (qualité et quantités d'effluents, modalités et périodicité de l'épandage...) sont dès lors seules applicables.

- Absence d'un plan d'épandage

Dans ce cas, les dispositions suivantes sont applicables : interdiction de l'épandage à moins de 200 mètres des cours d'eau, si la pente du terrain est supérieure à 7 % ou sur les terrains affectés aux cultures maraîchères. Les lisiers devront avoir subi un stockage préalable d'une durée minimale de 30 jours en saison chaude et de 60 jours en saison froide, ou avoir subi un traitement approprié (digestion, traitement par aération d'une durée minimale de trois semaines). L'usage des dispositifs d'aéro-aspersion générateurs de brouillards fins est également interdit.

L'épandage des fumiers et déjections solides sur les sols cultivés doit être suivi d'un labour dans les plus courts délais.

4 - Valeur fertilisante des lisiers

Les pertes d'éléments fertilisants occasionnés par la vente des produits végétaux ne peuvent être compensées que par un apport extérieur. Toutefois lorsque les animaux consomment les végétaux sur place, en élevage traditionnel, leurs déjections restituent la plus grande partie des éléments minéraux ingérés. Ainsi, les sols s'appauvrissent moins vite. Les apports d'aliments du bétail (farines, tourteaux, compléments minéraux...) contribuent aussi à l'enrichissement des terres. On peut évaluer la composition des déjections en fonction de la composition minérale des fourrages et établir des bilans théoriques selon le nombre et l'espèce des animaux.

L'apport de lisiers par épandage sur le sol peut également constituer un appoint précieux afin de lutter contre l'appauvrissement des sols cultivés. Toutefois, il est parfois difficile d'apprécier leur valeur fertilisante en raison de l'hétérogénéité de leur composition, notamment en ce qui concerne les lisiers de porcs.

Ceux-ci pourraient cependant satisfaire, dans certaines exploitations, la plus grande partie des besoins en fertilisants de culture, à condition de connaître de façon assez précise leur teneur en éléments majeurs (N, P, K...). Il serait particulièrement utile de connaître de façon assez précise leur teneur en certains éléments (N, matière sèche...) qui évoluent en cours de stockage.

La composition physico-chimique du lisier non dilué figurant sur le tableau suivant, établi par BUSON C. et AUROUSSEAU P, 1976, confirme cette possibilité d'enrichissement du sol en divers éléments :

Matière sèche	DBO	N	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Cu	Zn
10 %	40g/l	5kg/m ³	4kg/m ³	1kg/m ³	4kg/m ³	4kg/m ³	1kg/m ³	50g/m ³	50g/m ³

a) Méthodes d'évaluation de la valeur fertilisante

En fonction des relations existant d'une part entre la masse volumique (densité) et la teneur en matière sèche des lisiers, d'autre part entre la matière sèche et certains éléments minéraux, on a pu mettre au point des méthodes simples de détermination.

Ainsi, un densimètre et un thermomètre suffiraient, selon BERTRAND et ARROYO, pour estimer la valeur fertilisante des lisiers, de façon approximative et avec une bonne sécurité. On effectue une correction par la température, si celle-ci est différente de 15°.

Cette méthode, valable pour les lisiers de porcs charcutiers, est précise et fiable pour la matière sèche et assez fiable pour l'azote. Pour le phosphore, on obtient seulement un ordre de grandeur.

Par contre, la composition du lisier d'autres animaux étant soumise à des facteurs de variations difficilement maîtrisables, on ne peut utiliser cette méthode dans les autres cas.

Néanmoins, cela permet à l'agriculteur de mieux connaître la composition de son lisier et son effet probable sur les cultures, à l'aide d'une méthode rapide et simplifiée.

Pour les éléments fertilisants autres que l'azote, la recherche d'autres méthodes rapides et directes devrait conduire à une meilleure maîtrise de la fertilisation. En attendant, la méthode testée pourrait être utilisée dans les cessions de lisiers à des exploitations voisines, et pour contrôler les conditions de stockage ou la gestion des épandages.

b) Analyse chimique des sols

Celle-ci permet de suivre l'évolution des éléments fertilisants dans les terres cultivées. On a pu ainsi constater un enrichissement important en phosphore, résultant de l'emploi des engrais phosphatés et des aliments de complément.

Elle a aussi permis d'obtenir des renseignements sur la valeur fertilisante et la valeur humique des lisiers, sur les conséquences néfastes à redouter pour les sols et les cultures ayant reçu de tels apports, ainsi que sur la valeur alimentaire des produits obtenus.

Une enquête importante portant sur le bilan de dix années de suivi, dans une soixantaine d'exploitations intensives du Finistère, a été menée par la Chambre d'Agriculture du Finistère (S.U.A.D.) et par la station d'agronomie de l'I.N.R.A. à Quimper. Elle portait plus précisément sur les modifications des sols consécutives à des épandages de lisier de porcs. Les élevages ont été choisis parmi les plus intensifs et disposant par conséquent du plus grand volume de lisier. Une majorité des exploitations était située dans le Nord Finistère, mais le bassin de Chateaulin et le Sud Finistère étaient également représentés.

Les parcelles utilisées pour l'épandage comportaient en majorité des schistes et roches granitiques. Le suivi des parcelles fut pratiqué de 1973 à 1982. Les doses de lisier déclarées étaient comprises généralement entre 40 et 80 m³/ha/an, mais neuf exploitants déclaraient des doses supérieures à 100 m³/ha/an. Les cultures pratiquées comprenaient le maïs, les céréales, les légumes, les choux-fleurs et les artichauts, les fêtuques et des prairies permanentes.

Cette étude a permis de constater notamment :

- un enrichissement considérable en acide phosphorique assimilable (P₂O₅) : l'accroissement moyen était de 250 mg par kg de terre en 9 ans. La progression variait de 200 à 360 mg selon l'importance des doses de lisier.

Une carence en zinc pourrait intervenir du fait de l'antagonisme Phosphore-Zinc, mais sur les sols bretons par exemple, elle est surtout provoquée par des chaulages excessifs portant le pH à des valeurs supérieures à 6,5. L'élévation de la teneur en sels solubles peut aussi entraîner des brûlures aux racines des plantes ;

- une progression de la teneur en Potasse (K O) : l'enrichissement constaté était très inférieur à celui de P₂O₅, et à peine plus marqué pour les parcelles recevant les plus fortes doses de lisier. L'accroissement moyen était de 70 mg par kilo de terre en 9 ans.
- un enrichissement en Magnésie échangeable (MgO) : l'accroissement moyen était de 44 mg par kilo de terre en 9 ans (passage de 142 à 186 mg), le minimum souhaitable étant 90 mg. Le taux de 186 mg atteint permet de maintenir le rapport MgO échangeable dans le complexe absorbant au voisinage de 0,5, ce qui assure une teneur convenable en Magnésium dans les fourrages ;

- un enrichissement en Cuivre de la couche arable : l'accroissement moyen était de 2 mg environ par kilo de terre. Il est lié à l'addition de Sulfate de cuivre dans les aliments de complément porcins, au titre de facteur de croissance, bien que cette pratique ait moins d'importance actuellement. Les animaux ne conservent qu'une part infime de ce cuivre, le reste passe dans les déjections puis dans le sol.

Les teneurs en Cu-E.D.T.A. dans le sol sont régies par les normes suivantes, en Bretagne occidentale :

- * teneur inférieure à 1 mg/kg de terre..... carence très probable,
- * teneur comprise entre 1 et 2 mg/kg de terre.... carence possible (surveillance des cultures),
- * teneur supérieure à 120 mg/kg de terre..... apparition de la phytotoxicité sur diverses cultures.

Le seuil pourrait être atteint en 50 ou 100 ans, si on ne maintenait pas dans des limites raisonnables les apports de cuivre dans les aliments pour animaux et les quantités de lisiers épandues. Ce problème d'enrichissement est d'autant plus grave qu'il s'agit d'un phénomène irréversible.

- une progression importante de la teneur en Zinc : l'accroissement moyen était de 4,25 mg en 9 ans (passage de 3,19 à 7,49 mg/kg de terre). L'apparition d'une phytotoxicité est possible à long terme et elle est cumulable avec celle du cuivre.

Les teneurs en Zn-E.D.T.A. dans le sol sont régies par les normes suivantes, en Bretagne occidentale :

- * teneur inférieure à 1,5 mg/kg de terre et pH supérieur à 6,5 ... carence probable sur maïs,
- * teneur comprise entre 1,5 et 2 mg/kg de terre et pH supérieur à 6,5... carence possible sur maïs,
- * teneur supérieure à 120 mg/kg et pH voisin de 6,0 : apparition de la phytotoxicité sur diverses cultures.

Les phytotoxicités induites respectivement par le Zinc et le Cuivre étant cumulables, on pourrait constater l'apparition d'un tel phénomène dans des sols renfermant 60 mg de Cuivre-E.D.T.A. et 60 mg de Zinc-E.D.T.A.

Cela pourrait se produire de façon irréversible dans certaines exploitations, à l'échéance d'un siècle. Ce serait le cas d'un élevage de 70 porcs par hectare S.A.U. et par an (50 m³ de lisier épandus par hectare), avec un aliment contenant 125 mg de Cuivre et 150 mg de Zinc par kilo. Mais la complémentation cuprique tend heureusement à diminuer.

c) Conséquences de l'enrichissement des sols

En conclusion, l'enrichissement des sols en Acide phosphorique, semble avoir jusqu'à présent des conséquences bénéfiques, quelles que soient les doses appliquées. Le phosphore peut constituer des réserves dans le sol, surtout lorsque le niveau initial est faible. Mais, bien qu'il soit retenu par le complexe absorbant, il peut, en cas d'érosion, favoriser l'eutrophisation des cours d'eau. Les eaux pluviales peuvent, en effet, entraîner les phosphates adsorbés sur les particules d'argile.

On peut observer néanmoins que les sources principales du Phosphore rejeté dans le réseau hydrographique, sont par ordre d'importance : les rejets urbains, les rejets agricoles, les rejets industriels. Les déversements agricoles viennent donc seulement en seconde position.

En ce qui concerne l'Azote, on peut le retrouver dans les sols sous forme d'Azote minéral, ammoniacal puis nitrique. Cela correspond au phénomène de la nitrification.

Dans les exploitations "hors-sol", notamment celles soumises à l'enquête de la station I.N.R.A. de Quimper, en raison de l'abondance des lisiers épandus, on constatait une élévation de la teneur en azote. Celle-ci entraînait des conséquences diverses.

Les conséquences favorables comprenaient un accroissement de la production, un enrichissement en Matières azotées totales, en Sodium, Zinc, Cuivre, Manganèse, Cobalt.

Les conséquences défavorables correspondaient à la présence possible de nitrates, en quantité élevée, à un léger accroissement du rapport Azote soluble/Azote protéique et une légère diminution du taux de Phosphore, Calcium, Magnésium.

L'azote nitrique (nitrates) est assimilable par les végétaux. Mais après une période pluvieuse, l'eau peut entraîner en profondeur, par lessivage, les nitrates. Ceux-ci rejoignent ainsi les rivières et nappes phréatiques. Les engrais organiques, dont le lisier, peuvent jouer un rôle dans ce processus car ils peuvent être transformés par action microbienne en azote nitrique, pouvant s'ajouter si les apports sont élevés, à celui déjà entraîné par lessivage.

Un phénomène microbien inverse permet à une partie de l'azote minéral de repasser sous forme organique et ainsi de ne pas être entraîné vers le milieu aquatique. Néanmoins, il faut utiliser à des doses convenables les apports azotés organiques ou minéraux, afin de limiter les quantités d'azote ainsi perdues par drainage.

Quoi qu'il en soit, les teneurs en nitrates dans les eaux de rivière n'ont pas cessé d'augmenter. Par exemple, elles ont passé de 10 mg/l (NO₃) en 1971 à des valeurs comprises entre 20 et 50 mg/l en 1976. Ceci pose un problème grave de maintien de la qualité des eaux de consommation et de protection de la santé des populations dans certaines régions ou départements. En effet, bien que la présence des nitrates en petites quantités (quelques milligrammes au litre)

soit normalement nécessaire à une bonne qualité gustative, leur concentration ne doit pas dépasser 44 mg/l.

En 1981, environ 2 % de la population de l'hexagone consommait une eau dont la teneur moyenne dépassait 50 mg/l. Pour 32.000 habitants, elle dépassait 100 mg/l. Plus des trois quarts des habitants concernés résidaient dans l'ouest, le nord et la région parisienne.

Les nappes phréatiques seraient aussi particulièrement atteintes dans les zones de cultures maraîchères - en Bretagne notamment - ou dans certaines régions de cultures intensives. De plus, les apports polluants liés aux épandages agricoles viennent souvent se combiner avec les apports domestiques ou industriels.

Des actions visant à réduire les quantités d'azote entraînées vers les eaux souterraines ou superficielles ont été proposées par la Section des Eaux et de l'Assainissement du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, au cours de sa séance du 25 avril 1983. Elles comprenaient des mesures préventives et des solutions immédiates :

- * Amélioration des connaissances sur le cycle de l'azote et les échanges entre l'eau, le sol et les plantes.
- * Réduction des rejets incontrôlés d'eaux usées et contrôle de l'utilisation des déchets des élevages.
- * Mise en place effective des périmètres de protection autour des captages.
- * Incitation des agriculteurs à une meilleure maîtrise de la fertilisation (élaboration de guides en concertation avec les organisations agricoles).

La connaissance de la richesse des lisiers et fumiers est en effet utile pour régler la dose d'épandage sur une parcelle, bien qu'au niveau de l'exploitation on puisse déjà prévoir les disponibilités en éléments fertilisants à partir du taux de chargement animal.

Les lisiers possèdent une valeur humique, moindre que celle des fumiers, qui est liée à la présence de paille, mais ils contiennent néanmoins 40 kg/m³ de matières organiques totales dans le cas du porc, 75 kg/m³ dans le cas des bovins.

La microflore des lisiers est différente de celle des fumiers. Cependant, aux doses de matières organiques en fermentation appliquées en agriculture, il est très difficile de modifier l'équilibre préexistant dans les sols.

D'autre part, les valeurs N, P, K des fumiers de ferme à dominante de bovins sont très voisines de celles des lisiers de vaches laitières. Par contre, le lisier de porc est plus riche que ceux-ci en acide phosphorique et moins riche en potasse.

Dans le lisier de bovin, l'azote est pour moitié sous forme organique et pour moitié sous forme ammoniacale. Dans le lisier de porc, l'azote est pour 60 à 70 % sous forme ammoniacale plus rapidement nitrifiable.

Les apports d'azote disponibles ont pu, en Bretagne par exemple, être évalués à 100 kg d'azote par hectare et par an pour les déjections bovines et à 30 kg pour celles des porcs et des volailles. Ces quantités sont susceptibles d'être absorbées par les cultures, dont les besoins peuvent s'élever dans certains cas à 250 kg d'azote par hectare et par an, sous réserve de maîtriser les problèmes de stockage, de répartition et d'épandage.

Il convient toutefois d'observer que si la teneur en Azote des déjections au moment de leur émission peut être mesurée, les pertes par volatilisation d'ammoniaque avant épandage sont très variables. Par contre, les quantités de Phosphore et de Potassium dans les déjections peuvent être évaluées de façon assez précise.

Les fumiers et lisiers ne sont pas les seuls à renfermer des éléments fertilisants, susceptibles par ailleurs de contribuer à la pollution aquatique. Les eaux résiduaires d'abattoirs en sont riches, tandis que les effluents de conserveries et de laiteries n'en renferment que très peu.

Quant aux effluents industriels, l'analyse est nécessaire pour définir leur valeur N.P.K. et leur teneur en sodium. Une teneur élevée de cet élément peut créer des effets défavorables. Comme les lisiers, certains de ces effluents peuvent subir un traitement par épandage et posent des problèmes similaires pour la protection du milieu.

Le pouvoir auto-épurateur des sols a ses limites. Il convient d'éviter une trop grande déperdition de l'azote et son entraînement dans l'eau des nappes et des rivières.

Dans les zones légumières intensives, fréquemment implantées sur le littoral en raison de conditions climatiques favorables, ces pertes d'azote pourraient être réduites grâce à un meilleur aménagement des fumures. Dans les régions telles que la Bretagne, cette prévention devrait s'exercer en priorité dans les secteurs de terres perméables (en particulier les arènes granitiques et les bassins tertiaires) afin d'écartier tout risque d'accumulation de nitrates dans les nappes sous-jacentes.

B - TRAITEMENT DES LISIERS EN STATION D'EPURATION

Ce traitement peut s'effectuer au moyen de filières diverses :

- en station d'épuration ne traitant que les effluents de porcherie,
- par déversement dans un réseau urbain relié à une station d'épuration,
- par traitement simultané avec un effluent industriel.

1 - Traitement en station d'épuration spécialisée

Ce type de traitement peut s'appliquer aux élevages importants ou qui ne disposent pas de superficies suffisantes pour procéder à un épandage.

Toutefois, la forte charge de l'effluent nécessite un rendement épuratoire élevé afin que l'effluent épuré puisse être rejeté au milieu récepteur. Le procédé par "épuration biologique totale" a une efficacité incertaine en raison des problèmes spécifiques que pose son adaptation au traitement des lisiers de porcs. De plus, il nécessite des investissements très lourds et des charges de fonctionnement élevées, ce qui le réserve à des unités de très grande taille. Les stations fonctionnant sur le principe du "lagunage aéré" seraient actuellement les mieux conçues pour assurer une élimination poussée de la matière polluante. On peut aussi utiliser le procédé d'épuration par "Boues activées en aération prolongée". On adjoint en général à ces deux types de traitement, un dispositif de tamisage préalable du lisier.

Le flux résiduel journalier de pollution rejeté par la station doit avoir une composition telle que l'"objectif de qualité" assigné au milieu récepteur soit respecté. L'arrêté d'autorisation de rejet comporte les valeurs limites de D.C.O., D.B.O.5 et M.E.S. et, le cas échéant, les taux d'Azote et de Phosphore à ne pas dépasser.

En cas de nécessité, l'inspection des établissements classés peut proposer des normes plus sévères que celles énoncées par l'arrêté d'autorisation, en liaison avec le service chargé de la police des eaux ou de la gestion du milieu naturel.

Enfin, le dispositif technique doit être aménagé de façon à permettre la réalisation des prélèvements et des mesures de débit.

Des inconvénients importants résultent néanmoins du traitement des lisiers par station d'épuration. Il conduit notamment à une production importante de boues résiduelles. Celles-ci peuvent être séchées sur place ou bien être épandues sous forme liquide sur les terres agricoles. En effet, ces boues renferment les éléments fertilisants suivants : Azote, Phosphore (P_2O_5) Potassium (K_2O).

De ce fait, en cas de rejet direct d'une partie des effluents dans le milieu, avec apport d'Azote, surtout nitrique, d'Acide phosphorique et de cations, il existe un risque d'eutrophisation des eaux. Un recyclage des effluents avec épandage des boues est par conséquent recommandé.

a) Epuration par "Boues activées en aération prolongée"

Ce procédé d'épuration biologique aérobie s'applique au lisier comme à la plupart des effluents chargés en matières organiques biodégradables. Il consiste à placer l'effluent à traiter en présence d'une culture microbienne floculée dans un bassin d'aération où "les boues activées" sont maintenues en suspension. Généralement, un même dispositif mécanique assure l'agitation nécessaire pour assurer ce maintien en suspension et la dissolution de l'oxygène utilisé par les microorganismes.

L'eau épurée est ensuite séparée par décantation de la masse des boues actives et rejetée au milieu naturel. La masse active est au contraire recyclée.

Lorsque le volume journalier à traiter est faible, les opérations d'aération et de décantation peuvent s'effectuer dans le même bassin. Le fonctionnement s'effectue alors selon les cycles suivants : aération, décantation, vidange partielle du surnageant.

Le bilan "entrées, sorties" établi pour ce procédé permet de constater qu'une partie des matières carbonées de l'effluent, est oxydée en produisant du gaz carbonique, qui se dégage. L'autre partie est assimilée par les microorganismes et permet la croissance de la culture.

Le rendement d'un tel système est essentiellement fonction de la "charge massique". C'est le rapport entre la quantité de nourriture (D.B.O.) apportée par jour et la masse de microorganismes (boues) présente dans le bassin.

Dans le cas du lisier, on recherche un rendement d'épuration supérieur à 95 %. Cela nécessite des conditions d'aération prolongée correspondant à une charge massique très faible.

Une station de ce type comprend :

- un poste de tamisage et un dispositif de stockage des refus (équipements facultatifs) ;
- un bassin fonctionnant alternativement en aération et en décantation ;
- un dispositif de stockage des boues liquides (fosse, silo...).

En absence de tamisage préalable, on introduit une plus grande quantité de matière organique difficilement biodégradable. De ce fait, la quantité de boues en excès à extraire est multipliée par trois environ.

Ces boues liquides seront stockées, puis épandues à une période favorable. Une grande partie de l'azote est passée dans l'atmosphère ou dans l'effluent épuré rejeté ensuite dans le milieu aquatique. Les boues sont donc peu malodorantes et les surfaces d'épandage nécessaires, relativement réduites.

On peut, en cas de besoin, recourir à la déshydratation mécanique des boues, en utilisant des filtres, des centrifugeuses. Mais le coût unitaire élevé de ces machines les réserve aux grands élevages.

b) Epuration par tamisage et lagunage aéré

En cas d'insuffisance des surfaces d'épandage, on peut aussi recourir à des procédés d'épuration permettant le rejet des effluents traités en rivière. La qualité des rejets est fixée par l'administration préfectorale en fonction du volume de l'effluent et des caractéristiques du milieu récepteur dans le secteur concerné. Ces données influenceront sur la nature et le coût du traitement à réaliser. Il est recommandé dans la plupart des cas d'éliminer la presque totalité

de la D.B.O. et des matières en suspension. Le "lagunage aéré" est le procédé le plus simple, qui permette d'obtenir de tels résultats. Le tamisage de l'effluent brut est pratiqué pour éviter une accumulation trop importante de dépôts dans la lagune.

Une installation de ce type comprend les équipements suivants :

- * un "poste de tamisage", à 400 ou 500 .. Il élimine en moyenne 30 % de la D.C.O. et 41 % des matières solides ;
- * une "lagune de traitement" : c'est un bassin en terre ou recouvert d'un film d'étanchéité.

Son volume doit permettre un temps de séjour de l'effluent de 100 jours au moins.

Il est équipé d'aérateurs fixes ou flottants.

- * un ou deux "bassins de décantation", de plus faible volume, qui retiennent les matières en suspension.

Les deux bassins peuvent être en parallèle. On peut aussi placer plusieurs lagunes en série, si une épuration plus poussée est nécessaire.

La construction des bassins peut être d'un coût très élevé, dans les cas nécessitant des terrassements très importants, en raison de la nature ou de la pente du sol. Le prix du terrain est aussi un élément important pour estimer si un projet est réalisable.

Le rendement moyen épuratoire est de 80 % pour l'Azote total, de 96 % pour les matières en suspension, de 93 % pour la D.C.O. et de 98 % pour la D.B.O. pour un temps de séjour de 100 jours (essais effectués par le C.T.GREF).

Ce rendement est peu sensible aux variations brusques de débit et de charge. Par temps de pluie, par exemple, le rendement en D.B.O. restait supérieur à 80 %. Cela permet le rejet de l'effluent traité en rivière.

Les bassins de décantation sont curés périodiquement, tous les deux ou trois ans par exemple.

2 - Déversement dans un réseau urbain relié à une station d'épuration

Il ne peut être envisagé que si la station d'épuration peut traiter simultanément les flux de pollution urbaine et d'exploitations "hors-sol" (porcheries...). De plus, il est subordonné à une autorisation du service des établissements classés, après avis du Conseil départemental d'hygiène.

Le niveau du flux de pollution admis dans le réseau est arrêté en accord avec l'autorité propriétaire et gestionnaire. Un prétraitement est le plus souvent exigé avant rejet dans le réseau, afin d'éliminer une partie des matières en suspension. On peut utiliser le procédé par tamis vibrant, par exemple. Un contrôle des effluents prétraités doit être mis en place.

3 - Traitement simultané avec un effluent industriel

Ce traitement peut être envisagé et donne de bons résultats dans le cas d'un élevage porcin et d'une fromagerie par exemple. Toutefois, l'effluent épuré doit satisfaire à la totalité des impératifs réglementaires imposés à chaque effluent.

4 - Conclusion

Ces stations nécessitent un investissement très important. Leur entretien est très coûteux.

Leur capacité d'épuration s'applique seulement à certains indicateurs de pollution :

- Matières en suspension (M.E.S.),
- Demande chimique en oxygène (D.C.O.),
- Demande biologique en oxygène (D.B.O.).

Les polluants minéraux du lisier ne sont pas éliminés, ce qui entraîne un risque d'eutrophisation du milieu récepteur.

La formation de boues résiduelles crée un problème, qui peut être résolu en faisant appel au recyclage, suivi d'un épandage sur les terres agricoles, en respectant les conditions réglementaires.

V - LES EPANDAGES DE LISIER ET L'ENVIRONNEMENT

A - LES CONTRAINTES ET NUISANCES POUR L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

1 - Importance des nuisances liées à la production du lisier

La production de lisier est à l'origine de pollutions ou de nuisances pouvant affecter l'environnement immédiat. De ce fait, les porcheries industrielles sont considérées comme des établissements dangereux, insalubres et incommodes.

Les nuisances provoquées par un élevage porcin sont :

- le bruit dû aux mouvements et aux cris des porcs lors des soins quotidiens, des interventions sanitaires ou des pesées ;
- les odeurs provenant de l'air extrait des bâtiments ou des déjections. Dans ce dernier cas, les nuisances peuvent apparaître au cours des opérations de reprise du lisier dans la fosse de stockage ou bien lors des épandages pratiqués ou en aérodispersion. Cette dernière technique est rapide et simple mais favorise au maximum le dégagement d'odeurs nauséabondes.

L'implantation récente d'unités d'habitation ou de loisirs (camping - caravanning et centres de vacances, notamment) a contribué au "mitage" de l'espace rural et, par voie de conséquence, à l'instauration de contraintes importantes pour l'Agriculture. La réglementation en vigueur impose des distances minimales de protection, qui limite l'espace disponible pour l'épandage et les possibilités d'extension ou de création de bâtiments d'élevage. Il en est résulté dans certaines régions une situation conflictuelle très complexe. C'est le cas, en Bretagne, du pays bigouden par exemple. Ce problème pourrait être pris en compte par la Loi n° 86-2 du 3 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral. Il est ainsi précisé à l'article L. 146-2, que les documents d'urbanisme devront tenir compte "de la protection des espaces nécessaires au maintien ou au développement des activités agricoles, pastorales, forestières et maritimes".

Les contraintes liées à l'environnement humain paraissent moins importantes dans les communes rurales à élevage très développé et à population dominée par les ruraux. Toutefois, du fait de la réglementation, qui réduit dans certains départements la durée des épandages à quelques jours, pendant l'été, élimine des terrains aptes à recevoir des effluents, les difficultés pour utiliser rationnellement les déjections animales sont accrues.

Il convient d'observer que l'interdiction ou la réduction de la durée de l'épandage en été, dans le but de permettre la cohabitation du tourisme et de l'agriculture, pose un problème. En effet, c'est au cours de cette période de l'année que cela présente le moins de risque pour l'environnement (absence de ruissellements) et que les matières épandues peuvent être le mieux utilisées par

les cultures. Certains conchyliculteurs ont pu s'étonner, à juste titre, de la pratique répandue jusqu'à présent de l'épandage en période pluvieuse, durant laquelle les risques de pollution des cours d'eau et de la mer sont importants.

Le lisier de porc est celui qui pose le plus de problèmes car, c'est le plus liquide et le plus nauséabond.

Le labourage pratiqué aussitôt après l'épandage permet d'obtenir une certaine amélioration. Mais il ne permet que de limiter dans le temps l'émission des odeurs. De plus, il n'est pas applicable toute l'année.

On peut également faire appel à la technique de l'enfouissement du lisier dans le sol. Il existe des outils qui s'adaptent sur les tonnes et qui permettent de déposer le lisier à 15 ou 20 cm de profondeur, au fond de sillons qui se referment derrière l'outil. Certains dispositifs à coutres et dents tranchantes permettent de travailler sur prairie. En ce qui concerne la dose à appliquer ; un seul apport correspondant à deux passages d'épandeurs, ne devrait pas dépasser 50 à 60 m³/hectare.

Le coût supplémentaire par rapport à l'épandage traditionnel correspond à l'achat de l'outil et à l'utilisation d'un tracteur plus puissant. De plus, un tamisage préalable permettant la séparation des matières en suspension les plus grossières peut être nécessaire, afin d'éviter l'obstruction du répartiteur et des tuyaux.

Par ailleurs, la vitesse d'avancement, à travail égal, est plus faible qu'avec une tonne non pourvue de ce dispositif, ce qui accroît encore le coût de l'opération d'épandage.

2 - Prescriptions réglementaires en vue de la limitation des nuisances

a) Circulaire du Ministère de la Qualité de la Vie du 12 août 1976

Les odeurs provenant de la porcherie ou des installations annexes (fosse de stockage, etc.) ne devront pas constituer une source de nuisances pour le voisinage.

En cas de traitement par épandage, les eaux résiduelles seront, selon le cas, épandues par enfouissement, épandues superficiellement et enfouies par un labour à exécuter au plus tard dans les trois heures après l'épandage, ou désodorisées avant épandage par un procédé chimique approprié, etc.

b) Règlement sanitaire départemental type, modifié par la circulaire du 9 août 1978

Ce texte prévoit une zone d'interdiction d'épandage des matières fermentescibles de 200 mètres autour de toute habitation existante.

c) **Circulaire du 20 janvier 1983 relative à la révision du Règlement sanitaire départemental**

Elle indique que "la conception et le fonctionnement des établissements d'élevage ne doivent pas constituer une nuisance excessive en présentant un caractère permanent pour le voisinage". Les distances minimales à respecter vis à vis des habitations pour l'implantation des bâtiments d'élevage, seraient modulées en fonction du type d'exploitation (100 mètres pour les élevages porcins, 50 mètres pour les autres élevages, à l'exception des élevages de volailles et lapins, qui sont soumis à une réglementation particulière).

Par contre, l'épandage des lisiers, purins et eaux résiduaires de lavage des bâtiments d'exploitation, serait interdit à moins de 100 mètres des immeubles habités. Cependant, si ces matières étaient désodorisées ou enfouies dans un délai très bref, cette distance pourrait être diminuée, sans toutefois être inférieure à 50 mètres.

B - LES RISQUES DE POLLUTION ENTRAINEES POUR LE MILIEU AQUATIQUE DULCICOLE

1 - Evolution des eaux libres des sols affectés par les épandages de lisiers

Des études expérimentales ont été menées par l'I.N.R.A. dans des régions d'élevage intensif, afin de déterminer la qualité physico-chimique des sols et des eaux, dans les secteurs soumis aux effets des rejets de matières organiques polluantes provenant des élevages "hors sol".

Elles ont permis de constater que certaines structures pédologiques influent sur les modalités de circulation verticale des effluents du lisier et des eaux de pluies. Ces structures favorisent des circulations latérales préférentielles, qui conduisent rapidement les eaux incomplètement épurées vers les cours d'eau situés en aval. Ce phénomène se produit fréquemment au cours de l'hiver ou au début du printemps.

Des ruissellements superficiels peuvent aussi se produire, en particulier sur les sols limoneux développés sur les schistes. Ce type de sol est fréquent dans le Massif armoricain, par exemple. Dans ce cas, le mode de travail appliqué précédemment au sol et l'état hydrique de celui-ci, au moment de l'épandage, influent sur l'importance du ruissellement.

La composition de ces eaux demeure marquée par leur contact avec le lisier épandu. Les matières organiques tendent à diffuser verticalement, du fait de leur accumulation initiale localisée dans des "niches d'épandage" et du déversement d'eaux de pluies dans les réceptacles, entraînant "par effet piston" la pénétration en profondeur des effluents du lisier.

La fonction épuratrice du sol peut être ainsi amoindrie en raison du rôle joué par les structures. Cela accroît les risques de pollution du réseau hydrographique. Par exemple, les épandages effectués en hiver, sur des sols labourés selon la pente peuvent être générateurs de nuisances.

Une étude menée par l'I.N.R.A. à Henanbihen (Côtes du Nord) a permis d'obtenir des données relatives aux caractéristiques chimiques des eaux libres. On observait dans ces eaux une chute de la D.C.O. de 1 500 à 80 mg d'O₂ /litre, à mesure que la profondeur augmentait. Les matières organiques du lisier sont donc retenues par le sol, lors du transit des eaux. Par contre, celles-ci s'enrichissent en éléments minéraux.

Ainsi les eaux superficielles, marquées par le contact du lisier, sont relativement plus riches en potassium et en bicarbonate, tandis que celles circulant en profondeur ont une teneur relativement plus riche en calcium.

Une autre étude effectuée par l'I.N.R.A. dans la région de Mauron (Morbihan) où de fréquents épandages sont pratiqués, toutefois à doses modérées, a donné des résultats relatifs à la qualité chimique des nappes peu profondes et des ruisseaux du secteur. Les conclusions sont les suivantes :

- le degré de minéralisation de ces eaux est 3 à 5 fois plus fort que celui des sources environnantes ;
- leur pH est voisin de la neutralité, tandis que le pH du sol s'élève par suite des modifications chimiques induites par les épandages ;
- le rapport K^+/Na^+ est très faible (le potassium du lisier est capté par le sol)
- l'alcalinité totale de ces eaux est assez forte. Par contre, le sol présente une faible tendance à l'alcalination.

Des teneurs en nitrates correspondant à 70 à 90 mg d'azote par litre ont été relevées localement dans ces eaux.

Les eaux libres du sol ont donc une composition chimique particulière dans ce secteur affecté par les épandages de lisiers, par rapport à des secteurs où seule l'altération est sensible. Cette étude n'a cependant pas permis de distinguer l'effet des engrais courants, par rapport à celui du lisier, sur l'élévation du degré de minéralisation.

De telles études ont leurs limites. Elles ne rendraient pas compte de la dynamique de l'eau et des produits solubles, en période de régime hydrique non saturé. On n'a pu chiffrer le débit des diverses circulations latérales d'eaux libres et leurs temps de contact avec le sol. Par ailleurs, l'aspect micro-biologique n'était pas directement pris en compte pour caractériser le milieu. Selon les auteurs du rapport, il conviendrait aussi de préciser les conditions physico-chimiques des équilibres.

Les données relatives aux eaux du sol ont cependant fait apparaître la possibilité d'un transfert rapide de certains éléments du lisier vers la profondeur du sol ou vers l'aval du versant et le risque de pollution des cours d'eau par ces eaux partiellement épurées.

En 1974, le C.T.G.R.E.F. de Rennes, avec le concours du laboratoire de l'E.N.S.P. de Rennes, a contrôlé la qualité chimique et bactériologique des eaux issues de réseaux de drainage installés dans cinq exploitations ayant un cheptel porcin important. L'étude était menée sur une dizaine de parcelles agricoles. Le

sol, dans la grande majorité d'entre elles, avait une structure de limon moyen sableux. Il était acide et hydromorphe, pauvre en potassium et bien pourvu en phosphore.

Les drains comportaient des fentes radiales, et leur implantation était peu profonde, inférieure à 70 cm. La période de fonctionnement s'étendait sur 3 à 5 mois (de novembre-décembre à mars-avril) selon l'importance de la pluviométrie.

Les parcelles étaient divisées en trois catégories :

- des parcelles avec culture de maïs et doses de lisiers de 50m³/ha/an ;
- des parcelles avec cultures de maïs, céréales à paille, prairies... et doses de lisier de 20 à 50 m³/ha/an ;
- une parcelle témoin sans lisier de porcs, mais ayant reçu du fumier de bovin.

Les résultats de l'étude ont été les suivants :

Il n'a pas été possible de mettre en évidence des germes pathogènes ou des virus bactériophages. Toutefois, on dénombrait dans les eaux de drainage des germes témoins de contamination fécale, ce qui les rendait non potables. Cela était vérifié aussi pour celles provenant de la parcelle témoin. Mais, il eut été utile de vérifier la présence éventuelle de germes dans l'eau, en l'absence d'apports fertilisants.

Une diminution de la vitesse de percolation de l'eau libre dans le sol pourrait expliquer la nette régression de nombre de germes observée en fin de période d'écoulement des drains. Les germes contaminants auraient également une durée de vie limitée dans le sol.

Les points de prélèvements les plus contaminés étaient situés en aval des zones recevant les plus fortes doses de lisiers.

On a constaté aussi que dans les sols faiblement perméables, les germes témoins sont éliminés progressivement pendant toute la période d'écoulement des drains, alors que dans un sol de type "sable limoneux", la contamination des eaux de drainage est intermittente, et intervient immédiatement après chaque épandage.

Par contre, sur le plan chimique, le pouvoir épurateur du sol paraît plus marqué. La qualité structurale du sol et l'importance des doses de lisiers appliquées semblent là encore déterminantes :

- les eaux s'écoulant des sols relativement lourds, mal aérés, présentaient une D.C.O. élevée, comprise entre 30 et 90 mg/l, une teneur non négligeable en phosphates (10 mg/l) et des traces d'ammoniaque et de nitrites. Les teneurs en nitrates étaient relativement faibles (inférieures à 10 mg/l) ;

- les eaux issues du sable limoneux présentaient des demandes en oxygène et des teneurs en ammoniacque et nitrites faibles ou nulles. Par contre, les teneurs en nitrates pouvaient atteindre 30 mg/l. Toutefois, ceci ne permet pas, selon le C.T.E.G.R.E.F. de préjuger de la qualité des eaux s'écoulant d'un tel sol, immédiatement après un épandage de lisier ;
- les eaux provenant d'une parcelle portant du colza présentaient des teneurs très faibles en éléments fertilisants, nitrates en particulier. Cela semble confirmer le rôle épurateur attribué aux cultures pratiquées sur les terres d'épandage.

2 - Modifications physico-chimiques induites par l'épandage du lisier dans les eaux douces superficielles

a) Distinction entre pollutions accidentelles et pollution diffuse

Dans certaines conditions, l'épandage des matières polluantes du lisier peut entraîner des conséquences néfastes pour le milieu aquatique.

Il peut se produire, d'une part, des pollutions accidentelles, d'origine locale, donnant fréquemment lieu à des effets dévastateurs au cours de leur propagation. C'est le cas, lors de ruptures de citernes à lisier sur des terrains situés en bordure de rivière. Mais il peut aussi s'agir parfois d'actes de malveillance ou liés à une mauvaise information, voire à une certaine inconscience. La fréquence de tels faits devrait régresser, en raison des campagnes d'information menées par les organisations professionnelles et les services techniques dépendant des Ministères de l'Agriculture et de l'Environnement.

En fait, un épandage bien conduit, sur des sols ayant les caractéristiques requises, ne devrait causer de pollution aux rivières qu'en cas de crue, lorsque le terrain d'épandage est riverain du cours d'eau.

la pollution diffuse, par contre exerce son effet de façon permanente sur l'ensemble du bassin hydrographique. Elle peut être détectée par analyse des eaux, mais son origine ne peut être identifiée le plus souvent.

Cette pollution peut être provoquée par exemple par l'entraînement d'éléments fertilisants solubles lors du lessivage des sols par les pluies. Cet entraînement peut s'effectuer directement ou avec transit par les nappes aquifères.

Elle peut aussi intervenir en cas d'érosion des sols renfermant une forte quantité d'acide phosphorique, provenant en partie des lisiers, en créant un risque d'eutrophisation des eaux réceptrices.

Les travaux d'aménagement de l'espace rural (arasement des haies et des talus, travaux de drainage...) en intensifiant le lessivage et l'érosion des sols, favorisent l'apport de quantités croissantes de substances polluantes ou toxiques utilisées en agriculture, dans le milieu aquatique.

Par ailleurs, ROUGER, en suivant l'évolution bactériologique de la rivière et de l'estuaire de l'Aven, a pu constater qu'après une période de pluie, les eaux présentaient un niveau élevé de contamination bactérienne, principalement aux débouchés des ruisseaux drainant des zones d'épandage de lisier ou d'élevage "hors sol".

Les substances dissoutes dans les eaux des rivières peuvent exercer une action défavorable à la préservation du milieu. Certaines peuvent provoquer un effet de répulsion pour certaines espèces aquatiques. D'autres peuvent s'avérer particulièrement toxiques, à des doses parfois extrêmement faibles.

Il convient de distinguer les principales modalités d'impact des pollutions diffuses sur le milieu aquatique.

b) Modification de l'aspect et de la composition physico-chimique de l'eau et des sédiments

On constate fréquemment une diminution de l'oxygénation des eaux, un accroissement des teneurs en azote ammoniacal et nitreux. Il peut se produire aussi un colmatage des fonds qui est dangereux dans les zones de frayères de rivières à Salmonidés, et généralement un appauvrissement de la flore et de la faune. En conséquence, les piscicultures d'aval, les prélèvements effectués en vue de la production d'eau potable sont menacés, du fait de l'élévation des teneurs en matières organiques et en azote ammoniacal. L'ammoniac non dissocié est toxique pour les potasses, mais sa concentration dans les eaux dépend de la température et du pH. Par ailleurs, le chlore utilisé pour oxyder l'ammoniac de l'eau provoque l'apparition de chloramines, substances responsables de mauvais goûts.

c) Eutrophisation du milieu aquatique, par suite de son enrichissement en certains éléments

L'apport d'azote, d'acide phosphorique et de cations dans le milieu peut entraîner d'importantes modifications au sein de celui-ci. L'ensemble de ces modifications caractérise le phénomène d'eutrophisation. Ce dernier peut entraîner notamment la prolifération d'espèces planctoniques, algues par exemple, surtout lorsqu'il s'agit d'eaux calmes. Les phénomènes de sédimentation peuvent ainsi devenir considérables.

Les effets constatés dans les lacs ou retenues sont d'autant plus marqués que ces plans d'eau se distinguent des rivières par une vitesse d'écoulement très lente et par une grande profondeur. De ce fait, le flux d'eau traversier présente un temps de séjour moyen très long.

Mais, dans de tels cas, la pollution organique ne peut se mesurer en D.B.O.5, ni en D.B.O. ultime. Celle-ci représente la consommation d'oxygène requise pour dégrader la seule composante carbonée de la matière organique. La consommation d'oxygène nécessaire pour dégrader la matière azotée doit s'y ajouter. Ainsi, une D.B.O.5 de 1 kg correspond à une consommation réelle d'oxygène de 2,75 kg. Par conséquent, dans le cas d'une retenue d'eau, à pollution égale, la consommation d'oxygène est supérieure à celle d'une rivière.

Les variations saisonnières prennent de l'importance lorsque le phénomène se poursuit durant plusieurs saisons. Ainsi, dans les régions tempérées, on constate l'existence de deux périodes de stratification des eaux : l'été et l'hiver. Elles sont séparées par deux périodes de circulation.

En été, par exemple, on observe :

- une couche superficielle relativement chaude , l'Epilimnion. L'énergie solaire facilitant l'assimilation chlorophyllienne, il se produit un développement planctonique important. La teneur en oxygène, très élevée, y dépasse la saturation pendant le jour ;
- une couche intermédiaire peu épaisse, le Métalimnion, présentant un gradient de température élevé ;
- une couche froide, l'Hypolimnion.

Les échanges entre ces différentes couches sont alors très réduites.

Le développement phytoplanctonique dans l'hypolimnion est limité par l'importance des apports fertilisants minéraux, tels que l'azote, le phosphore. Le plancton a une vie brève, les organismes morts se déposent au fond du lac et se décomposent. La teneur en oxygène des eaux diminue, parfois rapidement.

On peut ainsi distinguer la zone trophigène, où la production primaire est prédominante. (La production photosynthétique d'oxygène y est supérieure à la consommation) et la zone tropholytique où la décomposition l'emporte sur la consommation, la limite entre ces deux zones est délimitée par le degré de transparence de l'eau.

Dans un plan d'eau "eutrophe", c'est-à-dire fortement alimenté en éléments fertilisants, le développement estival des algues entraîne une surcharge de la zone tropholytique, et une raréfaction de son oxygène dissous. Celui-ci disparaît rapidement en profondeur, et les poissons et organismes aérobies meurent.

Le lac, bleu à l'état oligotrophe, peut devenir vert ou brun selon la couleur des algues qui ont proliféré. La couleur des eaux peut même passer au rouge, lors d'un développement d'Oscillatorra rubescens.

En Bretagne, lors de la mise en service en 1978 de la retenue de la Méaugon, implantée sur un cours d'eau "le Gouët", dans les Côtes du Nord, on vit se développer une algue cyanophycée, Aphanizomenon flos aquae.

Cette production végétale anarchique entraîna des fluctuations importantes de la teneur en oxygène et du pH des eaux, au niveau de la couche supérieure de la retenue. En profondeur, la quantité élevée de matière organique produite se décomposa en consommant de l'oxygène dissous et en libérant des éléments indésirables (ammoniac, fer, manganèse...).

L'aspect du lac était affecté ainsi que la transparence des eaux. On constata un développement de vases malodorantes et la régression des espèces nobles de poissons. Par ailleurs, le colmatage des filtres par les algues et la teneur élevée en azote ammoniacal, fer et manganèse, entraînèrent une gêne importante pour la production d'eau potable.

L'eutrophisation semble refléter une rupture d'équilibre du milieu due, en grande partie, aux rejets des agglomérations humaines à proximité des plans d'eau. En effet, seulement 30 % du Phosphore des effluents domestiques sont éliminés par les stations d'épuration biologique. Il est vrai aussi que les détergents modernes renferment tous des polyphosphates et que leur concentration a progressivement augmenté dans les cours d'eau. Mais, plus que les engrais et le fumier d'usage courant depuis longtemps, le développement des élevages industriels dans la mesure où les lisiers peuvent être mal épurés ou épandus dans de mauvaises conditions, est un risque de pollution notable pour le milieu aquatique.

d - Influence de la capacité d'acceptation du milieu récepteur

Le flux de pollution admissible en un site donné du réseau hydrographique est, selon les directives de la circulaire interministérielle du 14 janvier 1977, défini par l'expression suivante :

$$Q = (C1 - Co) Qo$$

C1..... concentration maximale limite d'un élément polluant donné dans la classe assignée à une rivière.

Co..... Concentration initiale des eaux en cet élément à l'amont du rejet.

Qo..... Débit de référence du cours d'eau récepteur.

La capacité d'acceptation du milieu dépend de la politique d'objectif de qualité imposée par les usages de l'eau (terme C1), de l'état initial des eaux (terme Co) lié au degré d'équipement des bassins, et du débit du cours d'eau récepteur (terme Qo), lui-même fonction de l'étendue de celui-ci au point considéré et du régime hydrologique.

Les flux de pollution admissibles dans les cours d'eau sont assez réduits, compte-tenu des conséquences des contraintes qui leur sont fréquemment appliquées, (sévérité des étiages, faible étendue des bassins versants, niveau de qualité élevé souvent requis, en particulier au voisinage des prises d'eau.

e) Rôle de l'auto-épuration

Elle assure une amélioration progressive de la qualité des eaux en aval des rejets. Toutefois, le pouvoir épurateur d'une section de cours d'eau est difficilement mesurable, compte-tenu des conséquences biologiques complexes d'un rejet sur un milieu très fluctuant.

L'auto-épuration, lorsqu'elle n'est pas prise en compte pour définir le flux de pollution admissible dans un cours d'eau, permet de réserver une marge de sécurité en matière de pollutions accidentelles d'origines diverses (agricole, urbaine, industrielle...).

3 - Etudes de l'impact des élevages intensifs sur la qualité des eaux douces

De nombreuses études ont été réalisées dans ce domaine, notamment par l'INRA, l'ENSA de Rennes, les directions départementales de l'Agriculture, le Service régional d'Aménagement des eaux de Bretagne (S.R.A.E.), l'Ecole Nationale de la Santé Publique de Rennes. La plupart de ces études ont porté sur le problème des pollutions agricoles dans plusieurs départements littoraux du nord de la Bretagne. Ceci leur confère un intérêt tout particulier, en raison de l'implantation extrêmement dense des exploitations d'élevage intensif dans cette région et du débouché de certains de ces cours d'eau dans des zones réservées aux activités conchylicoles ou aquicoles. Nous nous bornerons à une présentation résumée et comparative de quelques études généralement récentes, choisies parmi les plus significatives dans ce domaine.

a) Une étude intitulée "Impact de l'agriculture sur la qualité des eaux Bilan des études sur un bassin expérimental des Côtes du Nord (La Noé Sèche, affluent du Gouët)

a été publiée en mai 1985, en collaboration par le S.R.A.E. de Bretagne et la D.D.A. des Côtes du Nord. Les résultats de cette étude peuvent être résumés de la façon suivante :

La zone d'étude était constituée par le bassin versant du ruisseau de la Noé Sèche, dans la commune du Foeil, près de Quintin. Sa superficie est évaluée à 600 ha. Son sous-sol est essentiellement granitique. Son relief est accusé, avec des pentes supérieures à 7 % sur 40 % du bassin. Le climat est de type océanique breton, avec un maximum de précipitations en septembre et le minimum en juillet. En été, les arènes granitiques alimentent les débits du ruisseau lorsque l'évapo-transpiration consomme presque toutes les précipitations.

La nature du couvert végétal influe sur l'humidité du sol, en période sèche. Ainsi la prairie prélève précocément, et complètement les réserves du sol, tandis que l'orge laisse persister l'humidité. Le maïs prélève l'eau progressivement de juillet à septembre. Les sols limoneux lui conviennent mieux que les sables granitiques, qui se ressuient plus rapidement. En effet, dans ce type de sol, la circulation verticale des eaux prédomine et conduit à un stockage souterrain. L'eau et les nitrates échappent ainsi plus rapidement à l'emprise racinaire.

Les apports organiques et minéraux s'effectuent de la façon suivante :

- les apports organiques : le fumier est surtout épandu de janvier à juillet, sur maïs, betteraves et choux. Par contre, l'épandage du lisier est réparti tout au long de l'année. En hiver, il représente souvent le seul apport sur les pâtures, avec le purin. L'épandage du lisier de porc est pratiqué sur l'exploitation, tandis que les fientes de volailles sont plus fréquemment échangées ou vendues.
- les apports minéraux : l'épandage des matières azotées s'effectue surtout au printemps, sur les pâtures comme sur les céréales (80 % des épandages sont pratiqués de mars à juin). Il est nul d'octobre à décembre et très faible en janvier et février.

La qualité des eaux de la Noé Sèche a fait l'objet de contrôles suivis, au cours de cette étude, en 1981 tout d'abord, puis en 1983-1984 (cycle annuel).

Les analyses portaient sur l'azote nitrique, ammoniacal et organique, les phosphates libres et totaux.

- Pour l'azote ammoniacal, les concentrations maximales étaient relevées en fin septembre et vers le milieu du mois d'octobre. Des pointes moins importantes étaient relevées en période hivernale (fin janvier et début février) et aussi au printemps (de fin avril à début juin). L'azote ammoniacal et l'azote nitreux augmentent en période humide ; leurs teneurs maximales correspondent à la reprise des débits.
- L'azote organique a des concentrations variables, mais les causes de fluctuation ne sont pas connues.
- L'azote nitrique représente à lui seul 70 % de l'azote. La concentration en nitrates diminue généralement pendant les crues et se maintient à un niveau élevé pendant l'étiage. Les variations de débit l'emportant largement sur celles des concentrations, les flux de nitrates évoluent dans le sens des débits et les flux d'hiver dépassent les flux d'été.
- Le phosphore total augmente en période de précipitations et surtout lors de crues, en concentrations et en flux. Ainsi, quelques jours de crues peuvent faire apparaître des quantités de phosphore supérieures à celles apportées pendant plusieurs semaines de débit modéré. Les phosphates sont liés aux particules sédimentables, qui peuvent être libérées lors des crues.

Toutefois, les apports journaliers en Azote et en Phosphore ne permettent pas d'expliquer les concentrations observées à l'exutoire du bassin versant. Les épandages les plus massifs, allant de 3.000 à 5.000 unités azote, pratiqués en mai et juin, coïncidaient avec une légère élévation de la teneur en nitrates dans la Noé Sèche.

En période hivernale, les réserves d'eau des arènes granitiques sont renouvelées par des eaux chargées en nitrates. Celles-ci transitent par les sources, dont les eaux, par contre, sont pratiquement exemptes d'azote ammoniacal et de phosphates, qui sont fixés par les sols. En période estivale, la contribution plus importante des sources au débit entraîne une élévation de la teneur des nitrates en rivière. Inversement, en crue, le ruissellement hypodermique est peu chargé en nitrates, ce qui réduit leur concentration en rivière, bien que le flux total augmente.

Les épandages de lisier en bordure de ruisseau et les écoulements provenant des fermes (purins, eaux usées, écoulements de silo...) et rejoignant généralement des fossés, apportent au milieu de l'azote ammoniacal, de l'azote nitreux et des phosphates, en période de pluies et surtout après l'étiage, à la reprise des écoulements dans les fossés.

La Noé Sèche reçoit essentiellement de l'azote nitrique, son bassin versant assurant la nitrification de l'azote organique ou ammoniacal épandu. Toutefois, les faibles teneurs en azote ammoniacal ou nitreux entraînées par le cours d'eau peuvent influencer sur la qualité des eaux superficielles. De plus, les quantités relativement peu importantes de phosphore entraînées, peuvent favoriser l'eutrophisation des plans d'eaux situés en aval.

Les auteurs de ce rapport soulignent cependant que, bien que l'étude d'un petit bassin versant permette de déceler les origines précises des altérations des eaux et d'obtenir un bilan agronomique détaillé, les résultats obtenus dans le cas de la Noé Sèche ne peuvent être appliqués sans précaution aux bassins versants ayant des caractéristiques géologiques ou des activités agricoles très différentes.

Ainsi dans les bassins schisteux (Vilaine, Frémur), les concentrations en matières polluantes organiques sont maximales en période hivernale et chutent en été, au moment des basses eaux. Par ailleurs, les eaux du Frémur ou du ruisseau de Chiffrouët (bassin du Gouessant), qui drainent des terres fortement implantées en activités d'élevage porcin, ont un taux de pollution organique très supérieur à celui de la Noé Sèche. Le Frémur par exemple, présenterait en hiver des teneurs maximales comparables à celles relevées dans le secteur légumier du Nord Finistère.

L'étude de la Noé Sèche a pris en compte les épandages hivernaux de lisier. Toutefois, la quantité d'azote du lisier de porcs restait inférieure à celle de l'azote organique bovin, et à peine plus abondant dans ce secteur que l'azote des fientes de volailles.

b) Une étude intitulée "Essai de détermination des origines de la pollution reçue par une rivière. Etude de la Rance supérieure"

a été réalisée en 1977/1978 par Hangard G. et Riguidel P., en vue d'un mémoire d'ingénieur I.N.S.A.- E.N.S.P. à Rennes.

Elle avait pour but :

- * l'évaluation des pollutions multiples par un suivi quantitatif et qualitatif des caractéristiques physico-chimiques des eaux de la Rance ;
- * l'évaluation de la pollution d'origine agricole, en comparant un bassin comportant une zone d'élevage bovin et surtout porcin, mais sans agglomération, ni industrie, avec un bassin versant ne présentant aucune activité ;
- * la comparaison de l'importance de diverses sources de pollution du bassin versant et la détermination du rôle joué par la Rance dans l'eutrophisation du lac de Rophémel.

Pour évaluer les apports agricoles dans ce secteur ; on s'est appuyé sur les travaux menés par Mac EBROY sur le rôle joué par divers paramètres (sédiments nutriments, pesticides, rejets organiques, salinité, polluants microbiens, métaux lourds) dans la pollution diffuse.

Les sols jouant un rôle épuratoire, une faible proportion des éléments épandus parviennent dans les eaux. Les pourcentages enregistrés dans les cours d'eaux sont les suivants pour certains bassins versants :

- Bassin de la Somme.... azote 2 % des apports totaux ; phosphate 3 %.
- Bassin de l'Orgeval... azote 8,3 % ; phosphore 2,9 %.

Selon Mac EBROY, la moitié de l'azote serait transportée par les sédiments, ainsi que presque tout le phosphore.

Les pourcentages d'éléments solubles passés dans les eaux de drainage après une forte pluie seraient les suivants : 28 % du phosphore, 69 % du NTK et 100 % de NO_3 .

La pratique de l'épandage dépend des périodes d'interdiction en été et en automne, de la "portance" des sols au printemps et en hiver, et du type de culture, lorsque l'épandage estival est autorisé. En Bretagne, les épandages sont principalement pratiqués sur les prairies, les plantes racinaires, mais les apports importants sont concentrés principalement sur deux époques de l'année, printemps et hiver.

Les ruisseaux du Gué Raffray et de la Hardouinais ont été choisis pour leurs caractéristiques voisines de l'objectif fixé (un bassin versant agricole et un bassin témoin).

- Le ruisseau du Gué Raffray, affluent rive droite de la Rance, est long de 4,9 km et prend sa source à 120 m d'altitude. Avec ses affluents, la longueur totale du réseau hydrographique serait de 13 km. Le sous-sol est formé de schistes, grès, micaschistes et gneiss.

Les activités agricoles, prédominantes dans ce bassin, consistent en une polyculture liée à l'élevage porcin et bovin. Le cheptel porcin, concentré sur la partie Est du bassin, est évalué à 2.500 têtes. Les épandages sont pratiqués surtout sur le maïs et les céréales. Le bassin versant regroupe une vingtaine d'exploitations.

Cette étude n'a pu faire la part entre les épandages d'engrais et de lisier. Les apports agricoles ont donc été étudiés sans distinction d'origine. Toutefois, les apports d'engrais semblaient peu importants. La fréquence des épandages et les quantités épandues n'ont pas été non plus déterminées.

- Le ruisseau de la Hardouinais petit affluent du Meu, prend sa source et coule dans la forêt du même nom. Il reçoit les eaux d'un ruisseau provenant d'un élevage bovin. Il coule tantôt sur des schistes et grès, tantôt sur des argiles et sables. Son débit est faible, il est asséché en août. Ce bassin versant a été choisie comme témoin.

Les paramètres observés portaient essentiellement sur les nutriments : NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , NTK, PO_4^- , phosphates totaux. Certaines mesures n'ont pu être faites (pH, résistivité) ou poursuivies (matières en suspension).

La détection de traceurs du lisier (cuivre par exemple) a été aussi pratiquée. La présence de cet élément dans les eaux à des taux significatifs (<100 µg) et surtout des variations notables de ces taux peuvent être considérées comme des indices de pollution agricole. En effet, certaines études, notamment celles menées par l'I.N.R.A. de Quimper, ont mis en évidence une carence de cet élément dans les sols bretons. Par ailleurs, les variations des teneurs en Chlorures, dont les origines sont diverses (milieu naturel, écoulements urinaires, rejets industriels) ne sont pas significatives.

Après récapitulation des résultats, on a pu observer que, du fait de la pollution agricole provenant des fermes ou consécutive aux épandages, les teneurs de tous les éléments étudiés étaient plus élevées dans le ruisseau du Gué Raffray. Par exemple, l'azote minéral y était cinq fois plus important (les nitrates provenant des engrais ou de la minéralisation et de l'oxydation de l'azote des lisiers, notamment).

En période de pluies, le ruissellement hypodermique augmente et entraîne un accroissement du flux de NO_3^- dans le cours d'eau. Cet écoulement peut être favorisé par certains types de sol (schistes briovérien par exemple). Lorsque l'eau du sol dépasse sa capacité de rétention, la percolation s'installe. L'eau chemine jusqu'au premier horizon imperméable, qui induit alors une circulation latérale.

La teneur en ammoniacque croît en même temps que les précipitations par suite du lessivage du sol. Il en est de même pour les ortho-phosphates.

Les teneurs en azote organique suivent celles de l'azote minéral jusqu'à la période sèche, puis augmentent notablement. Plusieurs facteurs seraient mis en cause : les déversements directs ou presque de lisier (on ne constate pas de teneurs élevées en ammoniacque), développement algal important, lessivage des particules très fines du sol, riches en matières organiques azotées (toutefois les valeurs élevées du ruisseau de la Hardouinais sont difficilement explicables).

Si l'on étend les résultats de ce bassin à l'ensemble de la Rance, le flux d'azote exporté, d'origine agricole, représenterait 52 % du flux d'azote entrant dans la retenue de Rophémel. Par contre, les phénomènes ayant trait au phosphore sont plus complexes et le bilan était d'autant moins significatif.

La présence de cuivre était détectée à trois reprises dans les eaux, à des taux significatifs : 130, 150 et 50 microgrammes, corrélés à des teneurs en NH_4 élevées. L'hypothèse de déversements directs de substances renfermant cet élément peut être envisagée. L'origine de ces substances, probablement le lisier, pourrait être déterminée en mesurant également la teneur en Potassium. Celui-ci, présent en grande quantité dans le lisier, est adsorbé par le sol lors des épandages et peut-être utilisé comme traceur complémentaire.

Cette étude a confirmé, en dépit de la complexité du phénomène, les données de la littérature relatives aux mécanismes de la pollution agricole. Celle-ci se manifeste par une augmentation des teneurs en éléments fertilisants (azote minéral, nitrates...). L'état hydrique du sol influe, les flux exportés étant élevés en période de saturation. Il existe en outre des variations saisonnières de l'état du sol, de la pluviométrie, de la pratique de l'épandage.

L'absence de données économiques pour ce secteur n'a pas permis d'effectuer une comparaison avec d'autres bassins. La détermination de la part revenant à la pollution agricole a été de ce fait rendue plus difficile. Selon les auteurs, il eut également été utile de préciser aussi les rôles respectifs des engrais et des lisiers.

Néanmoins, la pollution azotée entrant dans la retenue de Rophémel, située en aval, était répartie comme suit :

- Pollution d'origine agricole..... 50 à 55 %.
- Pollution liée aux abattoirs..... 10 %
- Pollution liée aux agglomérations..... 15 à 20 %.

Dans ce secteur, la pollution d'origine agricole, imputable en partie aux épandages de lisiers, semble prépondérante bien que d'intensité variable au cours de l'année. Durant la période d'étude, elle a pu être surestimée, compte-tenu de l'importance des précipitations susceptibles de modifier la répartition des charges polluantes. Certains éléments n'étaient pas connus de façon suffisamment précise (nature, date et quantités des fertilisants épandus, charge émise par les agglomérations et importance des rejets dispersés - villages - variations des rejets d'abattoirs, suivi des apports arrivant à Rophémel...).

c) Une étude de la qualité bactériologique des eaux superficielles du bassin du Guessant

a été réalisée en 1982 par l'Ecole Nationale de la Santé Publique (section du génie sanitaire) avec le concours du Service d'hygiène de la D.D.A.S.S. des Côtes du Nord. Le rapport de synthèse, rédigé en collaboration par MM. BARBIER G. SAUVAGET G. et DEMILLAC R., prenait en compte les résultats obtenus par la Cellule départementale de lutte contre la pollution marine en 1980, au sujet de l'incidence des apports terrigènes sur la qualité bactériologique des eaux de la baie de Saint-Brieuc. L'étude de l'E.N.S.P. a donc tenté de déterminer la qualité des eaux sur l'ensemble du bassin versant du Guessant, cette rivière débouchant en mer, à proximité des parcs mytilicoles de l'anse de Morieux.

Les résultats de cette étude sont, en résumé, les suivants :

Ce cours d'eau, long de 60 km, a un bassin versant couvrant une superficie de 420 km². Une trentaine de communes sont implantées dans ce bassin, avec une population totale de 30.000 habitants environ. Lamballe compte plus de 6.000 habitants et Moncontour un millier. Les autres communes, principalement rurales, ont une population agglomérée relativement faible. Ce secteur accueille une importante activité d'élevage, notamment d'élevage porcin. On dénombrait ainsi, au moment de l'étude, plus de 370 exploitations porcines.

Au moment de l'étude, seules les communes de Lamballe, Moncontour, Quessoy, Andel et Landéhen étaient équipées de stations d'épuration. Certaines d'entre elles font appel aux procédés du lit bactérien ou des boues activées, les deux dernières utilisant le traitement par lagunage. Les stations classiques parviennent à réduire la pollution organique, mais n'ont pas d'action sur les coliformes. En effet, les teneurs courantes dans les effluents résiduels sont de l'ordre de 10.000.000 CF/100 ml. Par contre, le traitement par lagunage pourrait abaisser cette teneur à 1.000 CF/100 ml, selon une source SOGREAH-DDA.

La station de Lamballe traite aussi des effluents d'industries agro-alimentaires, ce qui nécessite une capacité de 36.000 habitants.

L'habitat dispersé utilise le plus souvent l'assainissement individuel par fosse septique avec rejet des effluents dans des puits filtrants. Mais en raison de la nature des sols et de la déficience des dispositifs d'infiltration, ces effluents aboutissent fréquemment dans les fossés ou les réseaux pluviaux.

L'activité agricole de ce secteur est orientée surtout vers des cultures fourragères et de prairies, en vue de l'alimentation du cheptel. On y pratique aussi quelques cultures de céréales. Les exploitations sont orientées vers l'élevage "hors-sol" des porcs et des volailles. Les densités d'élevage de ces animaux sont 5 à 6 fois supérieures à la moyenne de la région économique "Bretagne". Les recensements effectués par la Chambre d'Agriculture ont évalué le cheptel à l'élevage pour le seul bassin du Guessant à 56.000 bovins, 250.000 porcins, 2.000.000 de volailles. Les déjections correspondantes représentent une source de pollution potentielle équivalente à celle d'une

population de 1.600.000 habitants. Leur élimination se heurte aux aléas climatiques, qui limitent les possibilités d'épandage et les superficies disponibles pour assurer cet épandage.

Cette étude, menée de janvier à juin 1982, comportait des séries hebdomadaires de prélèvements d'eau, répartis en 18 points au minimum et 33 points au maximum, répartis dans le bassin versant.

Les analyses, exécutées par le laboratoire des Services vétérinaires des Côtes du Nord, comprenaient les déterminations suivantes : pH, matières organiques, ammoniacale, nitrates, coliformes fécaux et totaux, streptocoques fécaux, orthophosphates, matières en suspension.

Certaines données climatiques, (précipitations, évapo-transpiration potentielle), ainsi que des mesures du débit du Gouessant ont été prises en compte.

Le ruissellement serait plus fréquent dans les zones élevées du bassin versant, du fait de l'existence d'un gradient de précipitation. Il intervient surtout au cours de la période allant de janvier à mars, le sol étant saturé d'eau. Les périodes de fortes précipitations seraient les plus critiques pour la qualité bactériologique moyenne des eaux.

Le rapport d'étude indique que "les très fortes teneurs en germes (dans le Gouessant) semblent liées aux rejets des agglomérations importantes du bassin versant" et que l'impact du Gouessant sur le milieu marin doit être faible " en moyenne" étant donné que les prélèvements effectués en aval, au niveau de Pont Rolland, correspondent en moyenne, sur la période d'étude, à de faibles teneurs en germes.

Les retenues jouent effectivement un rôle de régulation et de décantation vis à vis de la charge polluante transportée par le Gouessant. En effet, en cas de fortes précipitations hivernales, "la qualité bactériologique des eaux est mauvaise en aval de Lamballe et ce, jusqu'à la retenue de Pont Rolland".

Il existe néanmoins, à notre avis, quelques possibilités de contamination accidentelle par des écoulements d'origine agricole ou par des eaux usées provenant de petits groupes d'habitation, situés en aval de Pont Rolland. Un ruisseau dit de la Granville rejoint par ailleurs le Gouessant dans sa partie terminale. Mais il est difficile de déterminer l'importance exacte de cette pollution plus ou moins diffuse. L'impact de tels rejets sur le milieu marin n'est cependant peut être pas tout à fait négligeable, en raison de la proximité du rivage et des faibles possibilités d'auto-épuration du flux pollué susceptible d'atteindre les "plans" de bouchots. De plus, les coquillages ont la capacité de concentrer les facteurs polluants et les charges microbiennes aquatiques et peuvent subir une contamination réelle à partir d'un flux de pollution relativement peu élevé. Enfin, des phénomènes d'eutrophisation ont été observés en été à proximité de l'embouchure du Gouessant (source ISTM Saint-Malo).

Selon la présente étude en période dépourvue de précipitations, l'impact des rejets ponctuels urbains sur la qualité bactériologique des eaux du bassin versant est très net, surtout en amont. Il en est de même en période de fortes précipitations estivales. Toutefois, en période de forts débits, un effet de chasse pourrait expliquer l'apparition d'importantes concentrations de germes au niveau de l'exutoire du bassin versant.

Dans la partie amont du bassin du Guessant, sur le Chiffrouët, une pollution bactériologique, probablement liée à une production animale assez intense, a été mise en évidence. Les épandages de lisiers étant pratiqués surtout en période hivernale, favorisent les ruissellements. De plus, des écoulements proviennent des parcs à bestiaux.

Selon les auteurs, le rapport Coliformes fécaux/Streptocoques fécaux, qui indique une origine humaine dans le cas où la valeur est supérieure à 3 ou une origine animale lorsque la valeur est inférieure à 1, n'a pas été utilisé pour cette étude en rivière, car il n'est pas applicable dans le cas d'un séjour des bactéries dans l'eau pendant plus de 24 heures. En effet, ces deux groupes de germes ont des vitesses de disparition différentes, en milieu aquatique.

L'étude de l'E.N.S.P. a conclu à la nécessité d'assainir des petites agglomérations situées à proximité de la section aval du Guessant, telles que Coëtmieux et Morieux, et d'améliorer la situation sanitaire au niveau de Lamballe. Cependant l'existence d'une pollution diffuse sur l'ensemble du bassin versant incite à penser que la maîtrise des diverses sources de pollution peut devenir nécessaire. L'intensification des productions animales pourrait en particulier poser, à terme, un grave problème. Des actions préventives d'information des exploitants agricoles seraient utiles.

C - CONSEQUENCES DES REJETS POLLUANTS AGRICOLES SUR LA BIOLOGIE ET LA SALUBRITE DU MILIEU MARIN LITTORAL

1 - Rappel des études ayant trait à ce problème

Quelques études ont permis de tester la sensibilité de quelques organismes marins vis-à-vis des substances rejetées par diverses activités agricoles.

a) ROUGER a mené une étude portant sur l'estuaire de l'Aven (Bretagne)

Il a testé l'activité de plusieurs substances : un fertilisant (l'ammonitrate), un désherbant du maïs (la propixine), des pesticides (Tirame et Méthylparathion) et le lisier de porc. Les résultats ont été les suivants :

En ce qui concerne le lisier de porc, les seuils de réponse du mulet (Chelon labrosus) et de la crevette (Palaemon serratus) sont très faibles, respectivement de 0,07 ppm et 0,04 ppm. Le jeune bar (Paracentrarchus labrax) réagit en manifestant une inhibition de l'activité locomotrice.

A titre de comparaison, en ce qui concerne les pesticides, pour le Tirame par exemple, le seuil de réponse comportemental est de 0,07 ppm.

La pollution diffuse apparaissant dans les eaux par suite du lessivage des terres agricoles, se traduit donc par une action à très faibles doses de certaines substances utilisées ou produites en agriculture, sur la physiologie des espèces aquatiques.

b) Une étude relative à l'influence des rivières Le Gouessant et le Frémur sur la qualité des eaux conchylicoles des baies de Morieux et de La Fresnaye, en Bretagne (Côtes du Nord)

a été réalisée de 1980 à 1983 par le laboratoire de l'ISTPM à Saint-Malo, sur convention passée avec la Direction des Affaires Maritimes de Bretagne/Vendée.

De nombreuses analyses réalisées antérieurement par ce laboratoire avaient mis en évidence l'existence d'une pollution des eaux et des gisements naturels coquilliers dans les anses d'Yffiniac et de Morieux. Cette pollution provenait notamment des rejets d'eaux usées provenant des communes bordant l'anse d'Yffiniac ou, en période estivale, des petits campings, situés parfois très près du rivage, de quelques industries agro-alimentaires implantées à proximité de Saint-Brieuc, et des rejets d'origine agricole (pacages d'animaux, écoulements divers..).

Il en est résulté une contamination des moules d'élevage, dont les bouchots sont implantés dans l'anse de Morieux. Ces installations sont plus ou moins atteintes, en fonction de leur situation respective, par des apports polluants transportés par des "filières" d'eau issues de l'anse d'Yffiniac ou provenant de l'embouchure du Gouessant.

Il convenait, par conséquent, de déterminer l'importance de ces apports transitant par le cours d'eau et affectant directement la qualité chimique et bactériologique des coquillages d'élevage, dont la production annuelle livrée à la consommation est évaluée à 4 ou 5.000 tonnes.

La première phase de l'étude a permis de confirmer le niveau d'insalubrité plus ou moins élevé des groupes de bouchots de cette baie, en fonction de leur implantation géographique. En effet, les normes de salubrité fixées par l'arrêté du 12 octobre 1976 n'étaient pas respectées, mais le groupe "Est" des bouchots était moins atteint par la pollution que les groupes ou "plans" situés plus à l'ouest, soumis, selon le jeu des marées, aux flux polluants issus de l'embouchure du Gouessant et de l'anse d'Yffiniac.

Des études de simulation de rejets en mer d'effluents, à l'aide d'un traceur radioactif, réalisées en 1978 par le Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement, ont permis d'observer que les eaux déversées par la rivière "Le Gouessant" stagnent dans cette zone durant toute la période de jusant. La détermination de la charge polluante véhiculée par ce cours d'eau s'avérait de ce fait très utile.

Les points de prélèvements fixés par le laboratoire de Saint-Malo ont permis de suivre les variations de la qualité des eaux du Gouessant depuis le niveau de la retenue des Ponts-Neufs jusqu'à son embouchure.

Les paramètres mesurés comprenaient la température, la salinité, l'oxygène dissous, la D.C.O., les sels nutritifs (ammoniaque, nitrates, nitrites, phosphates), les coliformes totaux, les coliformes fécaux, le cuivre, les détergents.

Les constatations faites lors de cette étude ont été les suivantes :

- * les valeurs dénombrées pour les Coliformes suivent les variations du débit, sauf en un point affecté par une source de pollution, près de la retenue des Ponts-Neufs.

En période d'étiage, les retenues, notamment celle de Pont-Rolland, situées plus en aval opèrent un effet de lagunage, abaissant la contamination bactérienne du Gouessant. Des recontaminations peuvent néanmoins se produire en aval de cette retenue, du fait des apports de certains ruisseaux recueillant les écoulements de certains villages (Morieux, par exemple).

- * les concentrations en Nitrates, durant la période d'étude, évoluent généralement selon les variations du débit du Gouessant. Elles diminuent durant la période d'étiage, sur l'ensemble de la section concernée.
- * par contre, les variations des teneurs en Nitrites sont faibles, et leurs valeurs maximales sont enregistrées en période estivale.
- * c'est au cours de la même période que les teneurs en Phosphates sont les plus élevées. Un phénomène d'eutrophisation a été observé à l'embouchure du Gouessant, avec chute de la teneur en oxygène dissous et dégagement d' H_2S .

Au cours de la seconde phase de l'étude, un protocole un peu analogue a été élaboré en élargissant toutefois la zone d'étude à la baie mytilicole de La Fresnaye, affectée par les rejets du Frémur. Certains paramètres tels que le cuivre, les détergents, l'oxygène dissous, la D.C.O., les coliformes fécaux ont été abandonnés. Par contre, le dénombrement des Streptocoques fécaux a été pratiqué.

Le comportement du Frémur est différent de celui du Gouessant, car son débit n'est pas affecté par des retenues d'eau. Les apports polluants se retrouvent donc directement à son embouchure et leur dilution est influencée par l'importance du débit. Le lessivage de son bassin versant, essentiellement agricole, à l'automne, provoque ainsi une forte contamination bactérienne des eaux lors du rejet en baie de La Fresnaye.

Les résultats d'analyses ont mis en évidence dans les moules de bouchots une concentration constamment élevée en Streptocoques fécaux. Les résultats relatifs aux Coliformes fécaux sont davantage sujets à interprétation, avec, cependant, une coïncidence entre les débits élevés du cours d'eau, l'accroissement des précipitations, la proximité du point de rejet et la teneur en germes

- c) Une étude d'impact relative au projet d'extension du port du Légué et à l'environnement de la baie de Saint-Brieuc a été menée en 1980 et 1981 par le département "Environnement Littoral" du centre océanologique de Bretagne (C.N.E.X.O.).

Elle portait sur l'hydrologie, le benthos, les polluants de l'eau, des sédiments et de la matière vivante, les nurseries de poissons plats de la baie de Saint-Brieuc, ainsi que sur l'intérêt et le devenir des marais d'Yffiniac. Le champ de l'étude comprenait l'estran de la baie de Saint-Brieuc soumis à la marée et s'étendait à l'anse de Morieux. Il comprenait aussi les cours d'eau s'y déversant.

Ces cours d'eau comprennent le Légué qui reçoit le Gouët et le Gouédic et rejoint la mer par l'intermédiaire d'un déversoir, puis l'Urne et les ruisseaux de Saint-Jean et Saint-René, lesquels se déversent au fond de l'anse d'Yffiniac, et enfin le Gouessant qui débouche dans le fond de l'anse de Morieux.

La plupart des bassins versants sont à vocation agricole, à l'exception de celui-ci du Gouédic, qui est urbain.

L'étude d'impact a tenu compte des résultats de travaux effectués de 1976 à 1987 par divers organismes : SAGETOM, Centre d'Etudes techniques de l'Equipement de Nantes, laboratoire régional d'Angers et Cellule d'Intervention contre la pollution marine de Saint-Brieuc.

Les résultats obtenus ont été, en résumé, les suivants :

- * L'étude bactériologique a permis de mettre en évidence une corrélation hautement significative entre les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux.

Le rapport des concentrations "Coliformes fécaux/Streptocoques fécaux" varie selon les affluents. Mais le Gouessant présente les rapports les plus bas (0,7 à 0,8), qui seraient l'indice d'une **pollution animale**. Cependant, compte tenu des flux moyens annuels de germes dans les cours d'eau, le Légué et l'Urne apportent plus de coliformes fécaux dans le milieu que le Gouessant, malgré le lagunage sommaire réalisé dans les bassins à flot du Légué.

Le flux total des coliformes fécaux augmentait depuis l'étiage (fin août) jusqu'à la crue de février, puis diminuait à nouveau. Le flux du Gouessant devenait prépondérant au moment de la crue, alors que son évolution était identique jusque là à celle des autres affluents.

Contrairement aux cours d'eau charriant essentiellement une pollution d'origine urbaine (le Légué, par exemple), les flux de germes sont corrélés avec les débits pour l'Urne et le Gouessant.

Les eaux de la baie de Saint-Brieuc sont contaminées en tout point, mais principalement près des trois embouchures de cours d'eau. L'anse de Morieux ne semble pas moins contaminée que l'anse d'Yffiniac, bien qu'elle reçoive une quantité de germes huit fois moindre que celle-ci.

Quelques points intéressants sont à relever : les germes arrivant dans l'anse de Morieux ont cinq fois plus de matières organiques à leur disposition dans l'eau douce que ceux déversés dans l'anse d'Yffiniac. Ceci peut favoriser leur survie en milieu marin. De plus, un déplacement résiduel des masses d'eau de l'anse d'Yffiniac vers l'anse de Morieux, a été observé par le L.C.H.F.. Enfin, on a constaté un mauvais renouvellement des eaux dans cette anse, qui ne bénéficie pas de l'effet de chasse de l'anse d'Yffiniac, ce qui ne facilite pas la dispersion.

La contamination bactérienne, dans ces deux anses, fluctue dans le temps, avec néanmoins une période de contamination très faible en été.

Des coefficients de corrélation entre les coliformes fécaux et les autres paramètres hydrologiques (salinité, ammoniac, nitrates, phosphates, turbidité, chlorophylle a) ont pu être établis. Une liaison significative a été mise en évidence entre ces bactéries et la salinité, l'ammoniac, les nitrates et la turbidité.

Les phosphates, par rapport aux autres sels nutritifs, peuvent maintenir leur concentration dans une gamme de valeurs relativement constante. Cela explique l'absence de corrélation constatée.

Les bactéries d'origine fécale sont transportées dans l'eau douce, qui renferme aussi des nitrates et de l'ammoniac. Leur diffusion serait assurée surtout grâce aux processus physiques de dispersion et d'advection. Toutefois, les phénomènes généraux réglant leur évolution en mer sont encore mal connus. La présence ou l'absence de sédimentation dans le secteur de rejet et la remise ou non en suspension des particules joue cependant un rôle important dans le niveau de contamination bactérienne littorale, comme l'ont montré les essais menés en rade de Brest par l'IFREMER.

En baie de Saint-Brieuc, le rôle des apports terrigènes vis-à-vis de la qualité des eaux a été étudié de manière approfondie. En particulier, les apports en sels nutritifs, fournis par le Légué et ses affluents, le Gouët et le Gouédic, puis par les ruisseaux débouchant dans l'anse d'Yffiniac et enfin par le Gouessant, ont été évalués. Les rejets du Légué ont un caractère mixte, en raison des apports urbains du Gouédic et des apports à prédominance agricole du Gouët. Les rejets du Gouessant sont, par contre, plus directement influencés par l'activité agricole, surtout l'élevage. L'épandage du lisier peut induire dans les eaux libres des sols, des teneurs en azote élevées et provoquer ainsi un enrichissement des eaux courantes en nitrates, en raison de leur mobilité dans le sol. Les flux de nitrates et d'ammonium sont donc relativement importants, compte-tenu des forts débits.

Le rapport nitrates/phosphates est élevé dans le Gouessant, et aussi dans le Gouët, lui aussi soumis aux influences agricoles. Cela était vérifié au débouché du Gouessant dans la baie de Morieux, en période de crue et de morte-eau en janvier 1981. En période de vive-eau, les mélanges d'eau sont plus importants et ne permettent pas de discerner l'influence respective des apports.

En période d'étiage, la faiblesse des débits entraînerait une limitation de l'influence du Gouessant sur les eaux de la baie. Dans ce cas, les rapports N/P sont faibles, en raison d'une diminution plus accentuée pour les nitrates que pour les phosphates dans les eaux côtières, et de l'influence des eaux du Légué caractérisées par de faibles rapports N/P. Durant cette période, l'influence relative des eaux urbaines s'exercerait sur l'anse de Morieux, dans des conditions de vents favorables. Cependant, le pourcentage d'eau douce dans les eaux de la baie de Saint-Brieuc chute rapidement à mesure que l'on s'éloigne des sources. L'influence des apports terrigènes devient très réduite et la limite entre les aires d'influence des eaux du Légué et de celles du Gouessant se situe alors au niveau de l'anse de Morieux.

Les résultats de cette étude indiquent en outre que le fond de la baie de Saint-Brieuc est, lui aussi, affecté par des rejets d'origine agricole. Mais, en raison des faibles débits, les flux de nitrates et de phosphates aboutissant dans l'anse d'Yffiniac paraissent avoir peu d'influence sur la qualité des eaux de la baie. Leurs effets seraient généralement limités au fond de l'anse, compte-tenu des variations de la salinité.

Néanmoins, sous l'influence des vents, des masses d'eaux contaminées provenant de ce secteur pourraient parvenir jusqu'à la zone mytilicole. Le Gouessant ne serait donc pas la seule source de pollution susceptible d'affecter la salubrité de l'anse de Morieux. Le problème se situerait à une échelle plus vaste.

d) Les phénomènes d'envahissement de plages de la côte nord de Bretagne par des algues ont fait l'objet d'une étude (KOPP 1977)

En effet, depuis 1968, on a constaté l'apparition, chaque été, de dépôts de masses importantes d'algues vertes appartenant aux espèces Ulva lactuca et Ulva rigida (laitues de mer) sur les plages des baies de Saint-Brieuc et de Lannion principalement.

Les épaves alguales, poussées par le flot, finissent par constituer un cordon littoral de plusieurs mètres de largeur. Elles fermentent ensuite en dégageant une odeur putride.

Le développement des Ulves s'effectue normalement au printemps. Cependant, dans les deux zones déjà mentionnées, leur prolifération était alors exceptionnellement importante, mais elles se rassemblaient dans des zones assez localisées.

On a pu ainsi procéder à une évaluation des tonnages d'algues accumulés qui, pour le fond de la baie de Saint-Brieuc, seraient de l'ordre de 17.000 tonnes, dont 9.000 tonnes environ pour l'anse de Morieux.

La zone de production de ces algues serait constituée par les roches de Saint-Quay et le secteur situé au nord de celles-ci. Le tonnage total produit était évalué à 56.000 tonnes. La durée du transfert vers la baie de Saint-Brieuc a été estimée à 14 jours et 40 % des épaves alguales seulement parviendraient à la côte, dont les 3/4 dans cette baie.

Par contre, les laminaires et herbiers tendraient à disparaître en raison de l'ensablement progressif des chaussées rocheuses de l'ouest de la baie de Saint-Brieuc et seraient progressivement remplacés par les Ulves, mieux adaptées aux conditions instables.

Le faible renouvellement des eaux observé localement favorise le maintien de concentrations importantes en sels nutritifs et donc le développement préférentiel des Ulves. La raréfaction des Littorines, espèce prédatrice des Ulves, par suite d'une pêche à pied intensive, a pu aussi contribuer à la prolifération de ces algues.

Cette étude a permis d'établir que la courantologie de la baie était seule à l'origine des dépôts d'Ulves constatés sur les plages des Côtes du Nord. Il n'y aurait pas de relation avec les apports terrigènes déversés par les cours d'eau littoraux. Néanmoins, l'apport de cette masse de matière organique dégradable combiné à la faible capacité de renouvellement des eaux déjà mentionnée, serait susceptible de favoriser la survie des populations bactériennes, et notamment celles d'origine terrigène (germes-test de contamination fécale, germes pathogènes, etc.).

e) Etude de la qualité des eaux du Mor-Bras (IFREMER - Association halieutique du Mor-Bras 1983).

Les résultats de cette étude, notamment en ce qui concerne l'influence des apports terrigènes en baie de Vilaine, peuvent être résumés comme suit :

Au mois de juin 1983, la présence d'un phytoplancton toxique était signalée dans les eaux de la baie de Vilaine, sur le littoral sud de la Bretagne. L'organisme toxique était un dinoflagellé : Dinophysis acuminata, responsable de troubles gastro-intestinaux chez les consommateurs de coquillages et pouvant entraîner une coloration des eaux marines.

Des mesures d'interdiction de la pêche et de la commercialisation des coquillages furent prises dans ce secteur par l'Administration des Affaires Maritimes, et ensuite étendues à l'ensemble du littoral sud de la Bretagne, puis à celui de la Mer du Nord (secteur allant de la baie des Veys à la baie de Somme exclue) en raison du développement dans ces eaux du même dinoflagellé toxique. Ces mesures furent progressivement rapportées à partir de la fin du mois de juillet 1983. La situation redevenait normale en tous points au début d'octobre.

Selon les observations faites par les chercheurs de l'ISTPM lors de l'apparition de ce phénomène, celui-ci pourrait résulter d'une conjonction de facteurs hydro-climatiques favorisant le développement du phytoplancton dans les eaux littorales (LASSUS, MARTIN, MAGGI et al. 1985). Toutefois, "il ne pouvait être totalement exclu ni prouvé, que les activités humaines entraînant des apports en éléments nutritifs (nitrates, matières organiques...) aient pu jouer un rôle déterminant dans le déclenchement du phénomène"

L'enrichissement du milieu consécutif aux pluies de printemps et l'élévation notable de la température dans des eaux peu agitées pourraient avoir néanmoins favorisé la multiplication de diatomées non-toxiques, remplacées ensuite par des espèces moins exigeantes sur le plan nutritionnel : les Dinoflagellés. Mais on ne pouvait expliquer le développement préférentiel de l'espèce toxique D. acuminata par rapport à d'autres espèces dépourvues de toxicité.

Il convenait par ailleurs de prendre en compte, non seulement les débits fluviaux de la Vilaine, mais aussi ceux de la Loire et des petits bassins versants côtiers, ainsi que des charges correspondantes en nutriments et matières organiques (J.C. CLEMENT - "Qualité des eaux du Mor-Bras - Synthèse des données acquises en 1983, Avril 1985).

Au printemps 1983, des crues importantes de la Vilaine venaient influencer l'évolution des débits de sortie quotidiens du barrage d'Arzal. L'effet de chasse ainsi créé devait décroître lors de l'apparition de l'étiage en juin, dans l'embouchure de la Vilaine et dans l'estuaire.

Durant cette année, l'évolution des débits de la Loire et de la Vilaine était comparable ; en particulier les crues des deux rivières étaient simultanées (avril-mai). Toutefois, les débits de la Loire seraient, en moyenne, environ dix fois supérieurs à ceux de la Vilaine. De ce fait, le panache estuarien de la Loire pourrait parfois interférer avec la zone d'influence de la Vilaine, elle-même prédominante par rapport à celles des divers bassins versants. Ce phénomène, en période de crue, peut atteindre le sud de la baie de Vilaine et les îles d'Houat et Hoëdic, puis cesserait en période d'étiage.

La connaissance de la qualité des eaux dans ce secteur présentait un intérêt tout particulier en raison des activités rassemblées dans ce secteur : pêche, conchyliculture, tourisme.

La qualité des eaux de Vilaine a fait l'objet d'études récentes (S.R.A.E. Bretagne 1983, SAUNIER - Eau et Environnement 1984). Elles ont permis d'effectuer les constatations suivantes :

- * La retenue d'Arzal et une partie des cours d'eau qui s'y déversent (Vilaine canalisée en particulier) subissent une eutrophisation plus ou moins intense selon l'année.
- * Les eaux de cette retenue tendent aussi à se stratifier en période d'étiage. La couche superficielle, riche en plancton, est sursaturée en oxygène et pauvre en ammoniac. La couche profonde, pauvre en oxygène et en nitrates, est riche en ammoniac et surtout en chlorures. La présence de ceux-ci est due à l'entrée d'eau salée dans la retenue, au cours de l'étiage.

L'eau brute, au niveau de cette section de la Vilaine, est riche en matières organiques et présente, depuis 1972, une élévation progressive de la teneur

moyenne annuelle en nitrates. L'évolution saisonnière de ce paramètre serait liée à celle des débits fluviaux, tandis que les teneurs en phosphates et en nitrites demeureraient stables. Le rapport N/P aurait ainsi augmenté progressivement au cours de la période 1972-1983.

La qualité des eaux de Loire a été étudiée au titre de l'"Inventaire permanent du degré de pollution des eaux superficielles".

Les charges de ces eaux en nutriments et matières organiques ont été mesurées en amont de l'agglomération nantaise. Elles seraient dans l'ensemble moins élevées que pour les eaux de Vilaine, mais il faut tenir compte des débits respectifs des deux rivières et des flux de pollution correspondants, pour être en mesure d'évaluer l'importance de leurs impacts sur la qualité des eaux dans l'ensemble du Mor-Bras.

La Loire pourrait, en période de crue, influencer le degré de dessalure des eaux de surface sur une partie du Mor-Bras, mais sans y apporter de nutriments. La rencontre des panaches estuariens pourrait créer des fronts hydrologiques favorables au développement de floraisons planctoniques et d'eaux colorées, à Dinoflagellés notamment.

La qualité des eaux dans le Mor-Bras

L'étude coordonnée, menée par l'IFREMER, l'Association halieutique du Mor-Bras, les Cellules de lutte contre la pollution marine du Morbihan et de Loire-Atlantique, avec le concours des Affaires Maritimes, a mis en évidence plusieurs problèmes liés aux apports des deux cours d'eau :

- * Un déficit en oxygène des eaux profondes, existe à l'état chronique, en baie de Vilaine. Il est lié à la stratification haline, très forte en 1983, en raison des crues importantes de printemps, et des apports de matières organiques provenant du bassin versant et qui sédimentent dans cette baie en hiver et au printemps.

Les zones affectées par ce phénomène sont les suivantes :

"Une zone extérieure à l'embouchure de la Vilaine" (de la pointe de Pénerf au trait de Mesquer). Le déficit en O_2 y est prononcé, les teneurs minimales étant comprises entre 2 et 3 ml/l. Cette zone est vulnérable surtout en fin de "saison critique" (août).

"Une zone comprenant le reste de la baie de Vilaine". Le déficit en O_2 y est moins prononcé, surtout près de la baie de Quiberon, peu marquée par les rejets fluviaux.

"Une zone située aux abords du Croisic", et probablement influencée par la Loire.

La consommation d'oxygène est liée à la dégradation de matières oxydables, en surface des sédiments, dans les matières en suspension et dans les colonnes d'eau. Or, les apports correspondants sédimentent presque entièrement en baie de Vilaine, ce qui a accru la désoxygénation des eaux du fond dans la zone de l'estuaire externe. Toutefois, la part de matière oxydable d'origine fluviale et celle liée aux floraisons planctoniques n'ont pu être déterminées.

- * Une disparition du "bouchon vaseux", dont l'emplacement dans la Vilaine oscillait entre Redon et l'embouchure, en fonction du débit fluvial, est intervenue lors de l'implantation du barrage d'Arzal. Les travaux des chercheurs de l'IFREMER ont mis en évidence un déplacement de l'ancien estuaire vers l'aval, ayant entraîné à son tour un report du bouchon vaseux en baie de Vilaine, où la dégradation de la matière organique s'effectue au fond (MERCERON 1985).

Ce phénomène, ajouté à la faiblesse des courants en baie de Vilaine, qui réduit sa capacité d'échange avec l'extérieur, a fragilisé celle-ci et l'a rendue plus sensible à l'eutrophisation, en raison également d'une élévation des apports.

- * Un accroissement de la stratification des eaux de l'estuaire est lié au fonctionnement du barrage d'Arzal. Une relation directe et négative s'établit entre la stratification de densité et le taux d'oxygène dissous (ROMANA 1984). Cette stratification limite la réaération des eaux par la surface, et favorise ainsi la tendance à la désoxygénation constatée en baie de Vilaine.
- * Un enrichissement excessif du milieu, lié à la production primaire phyto-planctonique

Les teneurs en chlorophylle a et en phéopigments étaient relativement élevées lors d'une floraison planctonique survenue au printemps. Les teneurs en chlorophylle a décroissaient en été, tandis que celles des phéopigments s'accroissaient du fait de la sénescence des populations phytoplanctoniques. La charge moyenne en chlorophylle, faible pour les stations considérées, n'était pas sensible à l'influence estuarienne.

Le niveau d'eutrophisation observé était faible, ce qui est confirmé par la relation entre les phosphates et la chlorophylle (Diagramme de KETCHUM). L'eutrophisation serait circonscrite à la baie de Vilaine proprement dite, bien que le lien entre ce phénomène et les apports fluviaux n'ait pas été encore établi.

Selon CLEMENT, la teneur en nutriments du milieu marin est directement liée aux charges provenant du bassin versant, au moins pour les formes azotées et la silice. La présence de phosphore soluble en baie de Vilaine est liée aux apports fluviaux en période de crue. En juin 1983, le phosphore aurait joué le rôle de "facteur limitant" au cours du "bloom planctonique". Mais les faibles teneurs en azote ont empêché de nouveaux développements de diatomées durant l'été. La silice ne jouait pas le rôle de "facteur limitant" cette année-là.

En conclusion, cette étude a montré les conséquences des apports en matières organiques, nitrates, nitrites, phosphates... sur le déficit en oxygène des eaux profondes de la baie de Vilaine et l'enrichissement excessif du milieu ayant pour conséquence l'apparition de floraisons planctoniques et d'eaux colorées à dinoflagellés, parfois toxiques.

Parmi les charges du bassin versant, la part des apports dus aux activités d'élevage n'a pas été déterminée. D'autres apports ont pu contribuer à créer cette situation critique en baie de Vilaine, les rejets urbains liés à l'activité touristique notamment, ainsi que certains rejets d'origine industrielle ou agro-alimentaire.

Par conséquent, si la connaissance des caractéristiques du milieu perturbé semble avoir progressé, l'origine précise des rejets de matières organiques polluantes dans le bassin versant de la Vilaine n'est, jusqu'à présent, pas éclaircie. L'acquisition de connaissances plus précises des apports de phosphates en amont de la Vilaine, au niveau de Redon notamment, et de nitrates et autres substances polluantes sur l'ensemble de ce bassin versant, serait utile.

D - BILAN SOMMAIRE DES RESULTATS DES ETUDES PRECITEES

1 - En eau douce

Les études portant sur les effets produits par les rejets d'élevage sur la qualité des eaux du sol et des eaux superficielles ont permis d'obtenir des précisions sur :

- . le trajet suivi par les effluents d'élevage dans le sol ou à sa surface, et la diffusion des matières organiques,
- . les caractéristiques chimiques des eaux libres du sol,
- . la qualité physico-chimique des eaux de drainage et des eaux superficielles proches des élevages,
- . les modifications induites dans les eaux et sédiments par l'épandage de lisier les phénomènes d'eutrophisation,
- . la capacité du milieu récepteur et le rôle de l'auto-épuration...

Mais certains points n'ont pu être entièrement explicités, selon les auteurs eux-mêmes :

- le débit respectif des circulations latérales d'eaux libres, leur temps de contact avec le sol,

- la dynamique de l'eau et des produits solubles, en régime hydrique non saturé, n'était pas prise en compte,
- L'effet des engrais courants et celui du lisier n'ont pas pu être distingués.

Les études portant plus particulièrement sur la qualité des eaux de Bassins-versants (Noé Sèche, Gouessant, Rance supérieure) ont porté sur les problèmes suivants :

- . le bilan qualitatif et quantitatif de la qualité physico-chimique des eaux superficielles ; les variations de concentration des formes azotées et phosphatées apportées par ruissellement ; l'altération de la qualité des eaux par les formes azotées subsistant après nitrification ; l'accroissement des teneurs en Azote organique consécutif aux déversements de lisier pratiqués à proximité immédiate des cours d'eau, et ses effets sur la flore (algues notamment),
- . les modalités de détection et d'utilisation des traceurs de lisier (Cuivre, Potassium...),
- . la détermination de la part de flux azoté correspondant à l'activité agricole en regard des rejets urbains, agro-alimentaires,
- . l'impact des rejets urbains sur la qualité des eaux et la nécessité de parfaire l'assainissement des bassins-versants,
- . la pollution bactériologique occasionnée par l'activité d'élevage et les épandages hivernaux et le rôle de régulation joué par les retenues implantées sur certains cours d'eau.

Cependant les données acquises comportaient parfois des imprécisions:

- la pollution agricole, prépondérante dans certains secteurs du fait des épandages de lisier, n'a pas toujours été correctement évaluée, "en raison des lacunes se rapportant aux données relatives aux fertilisants épandus, à la charge apportée par les rejets urbains et ruraux, aux variations des rejets d'abattoirs et aux apports globaux".

2 - En eau de mer

Les études ayant trait aux influences des apports terrigènes sur la qualité des eaux de baies ou d'estuaires, ont permis d'obtenir un certain nombre de données complémentaires, par exemple :

- . les modifications d'activités provoquées par le lisier de porc chez certains animaux marins (mulet, crevette...). Le seuil de réponse était souvent très faible,

- . l'évaluation des charges polluantes de certains cours d'eau, se déversant à proximité de zones de cultures marines,
- . la corrélation existant entre des germes test de contamination fécale et certains paramètres hydrologiques,
- . le rapport Coliformes fécaux/Streptocoques fécaux, utilisé en vue de déterminer l'origine des pollutions affectant les eaux superficielles . (Son application n'a pas toujours été possible en raison des durées de survie des différentes catégories de germes-test),
- . le flux de germes dans les eaux superficielles (il suivrait les variations du débit des cours d'eau, sauf en cas de réception d'une charge urbaine ou mixte),
- . les mécanismes de diffusion des germes-test en mer,
- . l'influence des apports de matière organique sur la survie des germes,
- . l'effet du niveau du débit d'eau douce, combiné avec celui du cycle des marées. (Les rejets de nitrates et d'ammoniac, liés aux apports agricoles s'effectuent surtout en période de crue et de morte-eau),
- . le développement du phytoplancton dans certains secteurs (Mor-bras). Il serait principalement lié à des facteurs hydroclimatiques ; le rôle exact des apports nutritifs n'a pu être apprécié,
- . le déficit en oxygène en eau profonde (Mor-bras). Il serait lié, au moins en partie, aux apports en nutriments, mais la part des rejets liés aux activités d'élevage dans les bassins-versants n'a pu être déterminée..

Des progrès ont été obtenus dans la connaissance des milieux perturbés (eaux superficielles, zones marines littorales). Toutefois, dans certains secteurs, des données restent à préciser :

- l'origine exacte et l'impact relatif des rejets polluants (en baie de Vilaine notamment),
- la part des apports nutritifs et polluants liés aux activités d'élevage dans les bassins-versants,
- l'influence exercée par les apports fluviaux sur l'apparition et le développement du phénomène d'eutrophisation (baie de Vilaine, Gouessant, par exemple).

3 - Coordination et orientation des études

On constate que des études menées avec des objectifs souvent très voisins par divers organismes scientifiques, techniques ou économiques, aussi bien en mer qu'en eau douce, ont été réalisées au cours de périodes identiques ou relativement proches.

Une coordination des moyens techniques et financiers engagés à cet effet, une répartition des travaux entre les divers participants et une orientation concertée, en particulier dans le cas d'actions de contrôle et de recherches menées à la demande d'administrations, de collectivités locales ou départementales, auraient sans doute permis de renforcer la portée des résultats obtenus et d'améliorer le suivi ultérieur.

De plus, il n'est pas très aisé de faire le lien entre les divers niveaux ou type d'activités et milieux-récepteurs étudiés : élevages terrestres, conchyliculture, pêche ; milieu dulcaquicole, milieu marin, amont ou aval des cours d'eau...).

Ainsi les essais réalisés au niveau des exploitations d'élevage (I.N.R.A., C.T.G.R.E.F. ...) se situaient fréquemment en des points relativement éloignés du littoral, tout au moins en amont de certains cours d'eau. D'autres (S.R.A.E., D.D.A., E.N.S.A....) portaient sur l'ensemble d'un bassin versant, sur un cours d'eau ou une section de cours d'eau. Certaines études enfin, ont été menées en aval de certains cours d'eau littoraux (Gouessant, Légué, Frémur, etc.) et dans les estuaires et baies correspondants, principalement par l'IFREMER (C.N.E.X.O., I.S.T.P.M.) sur conventions passées avec l'administration des Affaires Maritimes, des collectivités territoriales, etc.

L'orientation très diversifiée des études recensées semble due à la spécialisation et aux domaines d'intérêt respectif des organismes impliqués, à la répartition géographique de leurs champs d'investigation, mais aussi aux besoins formulés par les administrations ou collectivités qui financent tout ou partie des travaux engagés.

Néanmoins, le bilan global de ces études paraît très positif et devrait inciter à promouvoir des actions complémentaires visant à accroître la protection du milieu aquatique fluvial et littoral, et les activités économiques qui s'y rattachent.

VI - MESURES D'ORDRE TECHNIQUE ET ECONOMIQUE SUSCEPTIBLES DE REDUIRE

L'IMPACT DES EPANDAGES D'EFFLUENTS D'ELEVAGE

A - TECHNIQUES DE TRANSFORMATION, DESODORISATION ET VALORISATION DU LISIER

Lorsque le nombre d'animaux placés en élevage "hors sol" n'est pas localement proportionné aux surfaces cultivées pouvant être utilisées aux fins d'épandage, on peut constater un excès important d'effluents de lisier. Certains traitements peuvent alors être envisagés, dans le but de concentrer, transformer, désodoriser, et rendre les effluents plus adaptés à une utilisation ultérieure.

Divers traitements, physico-chimiques, chimiques ou biologiques, peuvent être actuellement mis en oeuvre :

1 - Traitements physiques et physico-chimiques

a) Séparation des matières en suspension

*** Décantation**

Ce procédé permet de séparer une fraction importante des M.E.S. On obtient d'une part un liquide partiellement épuré, mais aussi des boues liquides très fermentescibles. Celles-ci sont traitées aussi difficilement que le lisier total. En outre, elles sèchent mal à l'air libre et sont très malodorantes.

La décantation est améliorée par l'ajout de chaux et, le cas échéant, de flocculants organiques. Les boues obtenues sont plus stables. Par exemple, dans le cas d'un lisier de porcs alimenté par des eaux grasses, on a pu obtenir une réduction de la D.B.O. (-40 %) de la D.C.O. (-45 %) et des Matières en suspension (-85 %) par addition de 6 g de chaux par litre, suivie d'une décantation.

Toutefois, le coût des réactifs est élevé, leur dosage et l'évacuation du résidu pelletable entraîne une dépense de main-d'oeuvre non négligeable. Le liquide restant, très alcalin et contenant encore beaucoup de matières organiques, doit subir un traitement complémentaire.

*** Flottation**

De fines bulles de gaz sont produites par électrolyse, insufflation d'air ou plus fréquemment par détente du liquide saturé d'air sous pression et se fixent sur les particules en suspension, puis les entraînent vers la surface. L'écume formée est souvent plus concentrée que la boue extraite d'un décanteur. L'ajout de flocculants accroît encore l'efficacité du traitement.

Néanmoins, le procédé n'a pas dépassé le stade des expérimentations sur lisier, en laboratoire.

* Tamisage

Ce procédé permet de séparer une grande quantité de Matières en suspension, qui sont recueillies sous la forme d'un produit pouvant être pelleté. Ce dernier peut, après un égouttage sommaire, être stocké en tas, sans fermentations malodorantes.

Il existe plusieurs types de tamis :

- les tamis statiques raclés ou brossés : ce sont des tôles perforées, les orifices ayant quelques millimètres de diamètre. Ils retiennent les particules les plus grossières et assurent ainsi une protection efficace des installations de pompage. Par contre, ils modifient peu les teneurs en D.B.O. D.C.O., Matières en suspension. Ils permettent cependant de faire passer le lisier tamisé dans des canalisations de faible section.

- les tamis vibrants : ils sont formés par une tôle métallique fixée sur un cadre circulaire ou rectangulaire. L'ensemble est installé au-dessus du sol et alimenté par pompage. Un mécanisme à balourds met le dispositif en état vibratoire. Le lisier tamisé est recueilli sous la toile, tandis que les matières retenues progressent sur celle-ci en s'égouttant. Plus la maille est fine, plus les "refus" sont humides, ce qui accroît le risque de colmatage. Les refus sont dirigés vers la fumière ou déposés sur une aire cimentée située sous le tamis. Ils sont peu odorants et peuvent être épandus aisément.

Il existe différents modèles de tamis vibrants, selon la forme de la toile et le mode d'alimentation et d'évacuation (central ou périphérique) de l'appareil.

Le pourcentage de D.B.O. éliminé est très faible, car les matières en suspension retenues sont surtout formées de cellulose peu biodégradable. Celui de la D.C.O. varie de 25 % à 40 % selon le type d'appareil (tamis circulaire, tamis contiscrén, filtrotecnica...)

Les refus recueillis à la sortie du tamis renferment 12 ou 14 % de matière sèche. Leur égouttage permet d'obtenir en quelques heures un produit pelletable renfermant 25 % de matière sèche.

Le rendement d'élimination des matières en suspension est plus élevé pour les lisiers les plus concentrés ou riches en matières cellulosiques. Il varie au cours d'une même journée, en fonction de l'activité (heures de lavage) ou de l'élimination d'urines par les animaux (nuit).

- Les grilles fixes auto-nettoyantes : elles sont alimentées par pompage. Leurs barreaux profilés en acier inoxydable sont espacés de 0,5 mm.

* Centrifugation et filtration

- La centrifugation permettrait de séparer 75 à 80 %, voire 90 % des matières en suspension d'un lisier frais. Le rendement croît avec la concentration du lisier et sa charge en particules grossières. La phase solide est extraite sous forme pulvérulente. La D.B.O. du liquide est réduite de 35 à 40 % et la D.C.O. de 50 à 60 %. Les résultats sont moins bons si le lisier a subi un stockage prolongé.

L'ajout de flocculants organiques avant centrifugation permet encore d'améliorer ces performances (extraction de 90 à 99 % des M.E.S., réduction de la D.B.O. de 50 à 60 % et de la D.C.O. à raison de 70 à 80 %.

- La filtration des résultats comparables a été obtenue en passant le lisier, préalablement flocculé à l'aide de polyélectrolytes, sur une presse à bande filtrante continue.

Les centrifugeuses et presses sont d'un prix élevé. On ne peut par conséquent les utiliser que dans des élevages industriels importants ou en installations mobiles desservant plusieurs élevages. Dans ce dernier cas, le lisier est stocké avant traitement, ce qui entraîne un rendement d'élimination plus faible que pour le lisier frais ou une plus grande consommation de flocculant.

b) Déshydratation

Ce procédé, appliqué aux déjections animales, permet l'obtention d'un produit sec, pouvant être stocké facilement. Il peut aussi être employé comme engrais ou être incorporé à des aliments du bétail. Cette dernière solution est déjà appliquée avec succès dans les élevages avicoles. Cependant, la teneur en matières sèches du lisier de porc étant plus faible, le coût d'un tel traitement devient dans ce cas très élevé. Un porc à l'engrais, par exemple, rejette chaque jour 400 à 500 g de matières sèches correspondant à 4 litres de lisier au moins. Il faut ainsi évaporer 3 à 4 l. par animal et par jour pour obtenir un produit renfermant seulement 15 % d'humidité.

L'appareil utilisé est un sécheur rotatif à trois passages. A sa sortie le produit sec, pulvérulent, est séparé des gaz dans un cyclone. Une partie importante est recyclée afin de réduire l'humidité du lisier introduit dans la chambre de séchage et limiter l'encrassement de l'appareil. Les gaz chauds sont injectés dans la fosse de stockage, afin de piéger les poussières et d'assurer une concentration primaire par évaporation.

L'investissement et les frais d'exploitation sont très élevés et la vente du produit déshydraté ne peut suffire pour rentabiliser le traitement. Le problème de la suppression des odeurs subsiste également.

2 - Traitements biologiques

a) Procédés d'épuration des lisiers

"Boues actives", "Tamisage et lagunage aéré" : se reporter au traitement du lisier".

b) Procédés de stabilisation et désodorisation des lisiers par oxygénation

La fermentation anaérobie du lisier dans les fosses provoque le dégagement de mauvaises odeurs. Il est possible de les éliminer en oxygénant les effluents afin d'obtenir une évolution plutôt aérobie. Ces procédés utilisent l'insufflation d'air dans la masse du lisier. Du fait de la décomposition aérobie de ces matières, il s'ensuit une perte sous forme gazeuse d'une grande partie de l'ammoniaque et une destruction des produits malodorants.

*** Le stockage aéré ou stabilisation aérobie**

Il s'agit dans ce cas d'une épuration biologique partielle, au cours de laquelle les boues ne sont pas séparées de la phase liquide. Ce procédé permet aussi de régler le niveau de dégradation des matières organiques et d'agir sur la teneur en Azote.

Un aérateur flottant (turbine) est installé sur une fosse ou un silo non couvert, à l'extérieur de la porcherie, de profondeur suffisante et de forme régulière.

Le volume à traiter est déterminé en fonction du temps de stockage, en tenant compte du fait que le bassin ne doit jamais être entièrement vidé afin d'assurer la continuité de fonctionnement de l'aérateur.

Une capacité d'oxygénation de 10 g/heure par porc logé permet d'assurer un traitement convenable du produit. Elle correspond à une puissance installée de 7 à 10 W. par animal. Mais il faut aussi tenir compte de la nécessité d'un brassage suffisant pour empêcher la formation de dépôts ou de conditions supplémentaires (dilution du lisier, stockage de longue durée...). Une puissance supplémentaire sera alors requise pour obtenir une agitation plus intense des effluents. Un tamisage du lisier frais pourra être indiqué pour éliminer les particules les plus importantes (tamis de 400 à 500 microns) et limiter ainsi cette augmentation de puissance.

Une installation comportant une cuve circulaire de 280 m³ et une turbine flottante d'aération de 7,5 KW pourrait ainsi traiter les déjections non diluées de 500 à 600 porcs (chiffres cités par l'ouvrage "Porcherie et Environnement" édité par l'I.T.P. - 1978).

Les résultats varient selon le régime de fonctionnement de l'aérateur.

- après un fonctionnement journalier prolongé, on obtient un liquide brun clair clair, désodorisé, comparable à une "boue activée". Ce liquide a perdu au moins la moitié de son azote initial par élimination vers l'atmosphère et une grande partie de sa matière organique (forte réduction de la D.B.O. et de la D.C.O.). Son pH est de 8. Il a, par contre, conservé ses éléments minéraux et peut être épandu sur les sols ;
- après une période de fonctionnement trois fois plus faible, on obtient un liquide noirâtre présentant une légère odeur d'ammoniac et d'hydrogène sulfuré, mais qui n'est pas perceptible à l'épandage. La perte d'Azote et la réduction de la matière organique sont dans ce cas plus réduites.

Grâce à ce traitement, les surfaces d'épandage pourront être réduites par rapport à celles nécessaires dans le cas du lisier brut. Les distances de protection requise entre le point d'épandage et des habitations seront également moindres.

* La stabilisation thermophile (procédé LICOM)

Ce procédé comporte aussi une stabilisation et une désodorisation du lisier. L'oxygénation est assurée par un aérateur de 3,2 KW et est réalisée dans deux cuves de 26 à 33 m³ isolées thermiquement. Ces cuves sont régulièrement alimentées en lisier brut. Le procédé convient surtout à des lisiers concentrés.

Le développement microbien entraîne une élévation de la température de l'effluent stocké. Elle peut ainsi atteindre 35 à 40° environ. Ce réchauffement peut à son tour entraîner une évaporation partielle au sein du lisier. Il contribuerait aussi à la destruction des microorganismes pathogènes.

On obtient, après ce traitement, un liquide stabilisé, inodore, et ayant perdu la moitié, parfois jusqu'au deux tiers de l'azote initial.

Une installation LICOM II, pouvant traiter les déjections correspondant à 1.000 équivalents-porcs environ, permet de réduire efficacement la charge polluante organique du lisier (perte des 2/3 de la D.B.O. et du 1/3 de la D.C.O. initiale). Les matières en suspension sont diminuées seulement de 1/4 de leur concentration initiale. Le pH final s'établit aux environs de 8,2.

Le traitement serait possible en utilisant une seule cuve, la seconde cuve n'ayant qu'un rôle très faible. Le rendement peut être accru en séparant les phases liquides et solides du lisier brut au moyen d'un tamis vibrant.

3 - Traitements chimiques

a) Procédés de désodorisation par addition de produits chimiques

Des techniques d'élimination d'odeurs ont déjà été utilisées dans l'industrie. Ces solutions ont été adaptées avec plus ou moins de succès dans les élevages industriels. Les procédés mis en oeuvre doivent être avant tout efficaces et peu coûteux. Les produits utilisés doivent par conséquent avoir un faible prix de revient et permettre la réutilisation du lisier comme engrais.

Le traitement des effluents selon des procédés de traitement des eaux usées est efficace mais trop coûteux en ce qui concerne l'exploitation et l'entretien. On a donc mis au point des procédés faisant intervenir l'addition de produits déodorants ou masquants. Leur coût est généralement peu élevé, d'autant que certains peuvent être appliqués au moment de la reprise du lisier stocké. Leur efficacité constante n'est pas toujours certaine. Enfin, ils ne modifient pas sensiblement la valeur fertilisante du lisier.

- Les odeurs de déjections animales

Elles sont suffisamment fortes pour masquer toute autre odeur. Les matières fécales évoluent spontanément vers une fermentation anaérobie, qui comporte les stades suivants :

- . **fermentation acide** : les enzymes extra-cellulaires hydrolysent les produits carbonés en sucres simples, les protéines en peptides et acides aminés, les graisses en glycérol et acide gras.
- . **régression acide** : il se forme de l'ammoniac, des amines, de l'acide et gaz carbonique, de l'azote, du méthane, de l'hydrogène par suite de la décomposition des acides organiques et composés nitrogènes solubles.
- . **fermentation alcaline** : la dégradation des acides organiques entraîne la formation de gaz carbonique et de méthane.

Les études effectuées par le CERTIA de Lille ont permis de mettre en évidence et d'identifier 27 composés gazeux, comprenant des amines, amides, alcools, carbonyles, disulfides, sulfides, mercaptans, en plus des gaz courants (méthane, ammoniac, hydrogène sulfuré, gaz carbonique).

Les amines et les composés volatils sulfurés sont en partie à l'origine des odeurs dégagées par les lisiers, mais ce sont surtout les indols et les scatols, provenant de la décomposition du tryptophane et certains gaz provenant de la décomposition des sucres, qui sont responsables de ces nuisances.

L'alimentation des animaux omnivores est plus riche en protéines, donc en tryptophane, que celle des herbivores. L'odeur des fécès des omnivores serait de ce fait plus agressive. Or, on aurait noté peu de différence entre les microflores fécales des porcs et des bovins. Cette microflore aurait par conséquent peu d'influence sur la différenciation des odeurs dans les diverses espèces. Le CERTIA a aussi montré, en inoculant des germes microbiens sur un substrat de lisier stérilisé et en incubant les échantillons ensemencés pendant

8 jours, que l'odeur résultant de la multiplication des Coliformes et Clostridium est beaucoup plus désagréable que celle produite par les Lactobacillus, par exemple.

Un point intéressant de ces études est qu'il n'a pas été constaté de modifications notables de la microflore du lisier stocké par rapport à celle du rectum. Le lisier est cependant un milieu de fermentation intense.

- Les techniques de neutralisation de l'odeur

On a cherché tout d'abord, à l'aide de substances chimiques, à désodoriser le lisier dispersé dans les bâtiments d'exploitation, sous les caillebotis. Des produits d'usage courant (eau de javel, chaux...) ont été utilisés en premier lieu, lors des essais menés par le CERTIA. Les résultats ont été les suivants :

- . L'eau de javel est particulièrement efficace et fait disparaître les odeurs pendant un temps assez long. Son application entraîne une diminution sensible du nombre des aérobies et des anaérobies et une disparition des Entérobactéries. Par contre, les Streptocoques fécaux et les Lactobacillus ne paraissent pas affectés par ce traitement.
- . La chaux, en élevant l'alcalinité du milieu traité, inhibe l'activité des bactéries. Le pH obtenu, maintenu entre 9 et 11, empêcherait la formation de produits malodorants.

Ces produits, efficaces pour désinfecter et désodoriser les bâtiments d'élevage, pourraient présenter un risque pour la végétation et la microflore du sol, en cas d'usage sur les champs d'épandage.

- . le G.A.P. : c'est un produit composé de Chlorure de potassium (54 %), Sulfate de fer (35 %), Chlorure de sodium (10 %), complexe catalyseur (1 %). Il est déposé dans la fosse avant son remplissage. Le résultat serait obtenu au bout d'une quinzaine de jours, les effets suivants seraient ainsi observés : modifications biochimiques du lisier, neutralisation des fermentations putrides, maintien de la teneur en azote. En laboratoire, le CERTIA, n'a pu mettre en évidence aucune action, aussi bien sur la flore du lisier que sur les odeurs.
- . l'A.M.B. 14 : ce produit renferme un composant nutritif devant rendre le milieu apte au développement accéléré des bactéries assurant la digestion. Ces bactéries, du type Genus subtilis, sont résistantes aux antibiotiques et non pathogènes. La durée d'efficacité serait très longue. Il y aurait liquéfaction du lisier avec fixation des produits malodorants. Les nuisances seraient supprimées en cas d'épandage.
- . le ZILIOX : c'est un produit désodorisant véritable. Il permet de neutraliser l'odeur et non pas d'empêcher son apparition à la source. Il est liquide, renferme de l'acide phosphorique et son pH est voisin de 1. Il agit en fixant l'ammoniac. De plus, il apporte des oligo-éléments nutritifs sur sols cultivés. Le mélange de ce produit avec le lisier est effectué au moment de

l'épandage ou un jour auparavant. On peut aussi l'ajouter dans la tonne à lisier avant pompage dans la fosse de stockage. Les essais de ce produit réalisés par le CERTIA ont été satisfaisants.

D'autres produits de ce type sont disponibles sur le marché.

- La méthode de masquage des odeurs

Elle consiste en lui superposant une autre odeur, plus acceptable. Elle utilise des composés chimiques aromatiques et leurs dérivés. Ces produits ne détruisent pas l'odeur initiale, mais sont sélectionnés par l'appareil olfactif, qui ne perçoit plus les émanations malodorantes. Ils ont une action très puissante, les quantités utilisées sont par conséquent très faibles (par exemple, pour ALAMAC, on utilise 1 g de produit pour 2 à 4 m³ de lisier).

Leur emploi peut se faire de diverses façons ; en "goutte à goutte" dans le lisier stocké, pulvérisé sur le sol et les parois, en aérosols localisés ou ambiants, etc. Il s'agit cependant plutôt d'un palliatif que d'un traitement réel.

- L'utilisation de l'ozone

L'ozone mis au contact de l'atmosphère provoque un appauvrissement en bactéries et en molécules organiques, une destruction des odeurs. L'état sanitaire du lisier est amélioré.

Toutefois, les émetteurs d'ozone à U.V. présentent des risques importants pour le personnel (cécité, stérilisation...).

- Autres méthodes testées

- . Le CERTIA a successivement testé l'action du pH, l'addition d'une source de Carbone ou d'une source d'Azote. Un pH légèrement alcalin (8,5) a peu d'action sur la microflore du lisier, par contre un pH acide (5,5) provoque une nette décroissance de la flore aérobique mésophile, une diminution temporaire du nombre de bactéries sporulées, la disparition complète des coliformes, une régression des bactéries anaérobies. Toutefois, on ne note aucune modification importante de l'odeur dans les conditions expérimentales. L'addition du lisier d'une source de carbone (glucose) ou d'une source d'azote (sulfate d'ammonium) a été testée. Aux doses appliquées (1 %), on ne constate aucune modification de la flore ou de l'odeur.
- . Inversement, des procédés utilisant une forte élévation du pH peuvent être utilisés au niveau des exploitations agricoles. On réalise une stérilisation chimique des lisiers en y additionnant de la chaux de façon à porter le pH à 11 ou 12. L'élévation importante du pH provoque la mort des germes microbiens.

Cette technique ne nécessite pas des investissements importants, mais elle implique une formation et une motivation importantes des éleveurs. De plus, elle accroît la quantité de boues stockées en fosse, mais permet d'élaborer un élément fertilisant adapté aux sols cultivables de certaines régions, en particulier la Bretagne.

Elle représente une dépense d'exploitation importante, qui n'exclut pas toutefois un investissement pour le développement de la capacité de stockage.

Un des principaux avantages de la stérilisation partielle ou totale des lisiers est de résoudre simultanément les problèmes d'odeurs. Cela pourrait permettre d'alléger la réglementation relative aux épandages et d'accroître par conséquent la surface disponible pour effectuer ceux-ci, en réduisant par ailleurs les distances de transport.

- . Certains éleveurs utilisent le sulfate de fer en application sur les litières ou dans les fosses de stockage. La diminution des odeurs, obtenue grâce à ce produit, résulte de la formation de sulfures, qui empêche le dégagement de sulfure d'hydrogène (SH^2), dont l'odeur est nauséabonde.

b) La méthanisation thermophile

- Principe

Cette technique fait intervenir la production d'un gaz combustible à partir d'un mélange de déjections animales avec une certaine proportion de paille. Toutefois, une partie du gaz ainsi produit devrait être brûlé afin de maintenir la température dans le digesteur.

Les déjections perdent, par suite de la fermentation, une partie de leur carbone, qui est utilisé pour la formation du gaz. Celui-ci est un mélange de gaz carbonique et de méthane. Le traitement abaisse par conséquent leur valeur humique.

Par contre l'azote se retrouve dans le résidu, à une concentration, supérieure à la concentration initiale. Cet élément risque d'être en excès dans le sol, après épandage des boues résiduelles.

Cette technique a été aussi testée en aviculture, avec des résultats satisfaisants. Toutefois, selon certains techniciens, l'insuffisance de carbone organique limite, dans ce cas, l'évolution spontanée du produit. De plus, ce traitement nécessite un contrôle très strict et un investissement important.

En élevage porcin, la méthanisation peut convenir à une exploitation présentant des besoins énergétiques importants, répartis régulièrement dans l'année, et pouvant être satisfaits directement par combustion du "Biogaz" produit. De plus, en cas de problème par les nuisances ou par la pollution, ce procédé peut être utilisé pour assurer le traitement et la désodorisation des effluents. Une réalisation conçue à deux fins pourra être amortie plus rapidement. Mais ce cas ne se présente que dans certains élevages de porcs,

de veaux ou de poules pondeuses.

Il convient aussi de tenir compte de la taille de l'élevage ; les élevages de quelques milliers de porcs logés peuvent devenir intéressants. Il est toutefois préférable de maintenir constant l'effectif des animaux de l'exploitation et de prévoir une collecte automatique de tous les lisiers à traiter.

- Choix d'un procédé de digestion anaérobie

Les procédés suivants peuvent être appliqués aux lisiers de porcs :

- . Le procédé "infiniment mélangé", qui permet de traiter le lisier complet (non tamisé). Il est adapté aux effluents concentrés et difficilement dégradables du type "lisier de farine". On obtient une production d'énergie et une dépollution partielle. Il est possible aussi de parvenir à une désodorisation.

Ce procédé a fait l'objet d'essais en taille réelle, réalisés notamment par le CEMAGREF à Roissy, avec un élevage de 2.400 porcs.

- . Le procédé "Filtre bactérien anaérobie", qui ne permet de traiter que le lisier tamisé, ayant subi une rétention de la matière en suspension grossière. Il convient davantage aux effluents plus facilement dégradables (lisier de lactosérum), avec possibilité de production d'énergie et d'une épuration totale. Dans ce dernier cas, il faut prévoir un traitement aérobie final. En effet, la fermentation méthanique ne peut à elle seule assurer la dépollution du lisier.

Quelques installations utilisant ce procédé ont été réalisées. Mais des conditions techniques précises doivent être remplies (garnissage en éléments, puissance de recyclage, purge régulière des boues décantées...).

- . Le procédé "contact", qui permet le traitement de tous les lisiers, complets ou tamisés. Il était en cours d'essais en 1984.

- Aspect économique

Le coût de ces installations constitue un frein au développement de ce type de traitement. L'investissement est en effet de 15.000 à 20.000 F par TEP nette produite annuellement.

Le procédé par "filtre bactérien" permet, à performances équivalentes, de comporter des volumes de cuverie trois fois plus faibles que pour le procédé "infiniment mélangé". Par contre, des frais supplémentaires sont requis pour installer un poste de tamisage et l'achat de matériaux de garnissage.

Ce procédé est assez onéreux et nécessite une certaine technicité de conduite des installations, mais il fournit de l'énergie en sous-produit.

4 - Méthodes expérimentales diverses

a) Valorisation du lisier par développement de larves de diptères

Une couche de déjections fraîches estensemencée avec des oeufs de diptères. Ceux-ci se développent et donnent des larves en utilisant les substances nutritives et énergétiques renfermées dans ces matières. Celles-ci sont ainsi transformées en un composé granuleux et inodore, ayant 50 % de matières sèches, qui peut être utilisé comme engrais. De plus, la production de larves correspond à la synthèse de protéines, qui peuvent être utilisées en alimentation animale (LAPIERRE, BERTHEAS et BRETTE, CEREOPA 1976).

Les résultats les plus satisfaisants sont obtenus en employant la mouche domestique, bien que de nombreuses autres espèces de diptères puissent convenir.

Les oeufs sont déposés sur les déjections, à raison de 1,5 à 3 par gramme de substrat. L'oeuf de mouche domestique donne une pupe après un séjour de 5 à 6 jours à 37° C.

La récolte des larves est réalisée en utilisant le phototropisme négatif de celles-ci. On peut aussi récupérer les larves par flottation. On obtient 25 à 30 g de larves par kilo de déjections.

Cette technique utilisée jusqu'à présent, seulement en laboratoire, serait susceptible d'être adoptée ultérieurement au niveau des unités de production.

b) Transformation des déjections en huile lourde combustible

Ce procédé utiliserait la combinaison de la lignine et de la cellulose avec de l'oxyde de carbone.

c) Culture des bactéries sur "substrat lisier"

Des études portant sur ces questions sont en cours, notamment au CERTIA (Institut Pasteur de Lille).

B - LES TRANSFERTS DE LISIER

Une situation préoccupante est créée dans certaines régions et plus particulièrement en Bretagne, en raison de l'existence d'excédents localisés de déjections animales produites par les élevages "hors-sols", susceptibles d'occasionner la pollution du milieu aquatique.

Le lisier présente pourtant un intérêt économique non négligeable. Il permet de réduire l'utilisation des engrais de commerce, qui sont très onéreux, et de limiter ainsi les pertes d'exploitation. Il représente une source d'azote et de phosphore, pouvant contribuer, en cas de nécessité, à la fertilisation de sols des zones parfois distantes de la zone productive.

Dans quelques régions de forte production, telles que la Bretagne, le lisier est susceptible de couvrir les besoins des sols en éléments nutritifs. Il convient cependant de tenir compte des pertes d'azote s'effectuant sous forme d'ammoniac volatil et de celles consécutives aux fuites de réservoirs.

En fait, il existe des zones déficitaires et des zones excédentaires en lisier. Ainsi, les zones disposant de 200 kg de lisier par S.A.U. sont considérées comme excédentaires. Il serait dès lors possible d'envisager, à l'exemple des Néerlandais, d'effectuer des transferts de lisier vers les zones moins favorisées.

1 - L'expérience néerlandaise

Les essais pratiqués depuis plusieurs années aux Pays-Bas ont donné en effet des résultats très intéressants. Il convient cependant d'observer que le niveau des productions animales dans ce pays n'est pas comparable à celui de la Bretagne, à fortiori à celui de la France. En effet, dans cinq provinces du Sud-Ouest des Pays-Bas, l'élevage, pratiqué sur 40 % de la superficie totale, représente 62 % des bovins, 90 % des porcs et la majeure partie des volailles.

Les Néerlandais ont organisé le transfert des lisiers en excédent dans le sud, vers d'autres régions à faible activité d'élevage. Ils ont créé à cet effet des organismes appelés "banques de lisier". De 1972 à 1974, trois provinces (Gueldre, Brabant du Nord, Limbourg) ont créé chacune leur propre banque.

Ces banques n'assuraient pas elles-mêmes le transport du lisier, celui-ci étant laissé à l'initiative des agriculteurs. Mais elles avaient pour mission de faciliter les échanges intra-régionaux entre les exploitations d'élevage intensif disposant d'excédents de lisiers et les autres exploitations agricoles, et de développer les échanges entre les provinces concernées.

Elles auraient ainsi permis de transporter 500.000 m³ de lisier par an, au cours de ces dernières années. Mais, ces volumes ne progresseraient plus présentement, bien que les distances de transport soient en accroissement constant. Déjà, en 1979, 40 % des transports de lisier néerlandais s'effectuaient à plus de 100 km, la distance maximale étant de 150 km. Le coût très élevé de ces opérations a rendu nécessaire une aide financière de l'état néerlandais.

Il s'agissait principalement de lisier liquide, les expériences en matière de lisier solide (fiente de volailles) étant plus limitées, que ce soit en Hollande ou en Bretagne. Dans ce dernier cas, il faut prévoir des chargeurs, des fosses adaptées, de la main-d'oeuvre pour le chargement, des tracteurs routiers avec bennes semi-remorques.

2 - Les essais effectués en Bretagne

En Bretagne, la densité du cheptel et le niveau de production d'engrais organiques correspondant ne sont pas comparables à ceux des Pays-Bas, bien que dans certaines communes ou cantons le niveau des productions animales s'en rapprochent. La prédominance des départements du Finistère et des Côtes du Nord est très nette dans ce domaine. Dans ce dernier département, la production animale représenterait 92 % de la production agricole finale, y compris les productions légumières.

Globalement, la région économique "Bretagne" disposerait d'un potentiel de 130 unités d'azote, 80 unités d'acide phosphorique et 135 unités de potasse par hectare et par an (M. JEHANNO, 1980). Toutefois, dans sept cantons du Finistère et des Côtes du Nord, les quantités totales d'azote seraient comprises entre 200 et 250 unités.

Les engrais organiques d'origine animale ont été régulièrement utilisés pour la fertilisation. Certaines terres ont été enrichies ainsi, grâce à des apports importants de lisier ou de fumier. Cependant, les problèmes de pollution pourrait s'aggraver à terme, en cas de nouvel accroissement de la densité des élevages "hors-sol".

L'augmentation constante des prix des engrais industriels a, par ailleurs, incité les organisations professionnelles à s'orienter vers un emploi plus rationnel des engrais organiques d'origine animale.

- a) Une étude a été entreprise en 1979-1980, dans la région de Matignon-Lamballe par la Chambre régionale d'Agriculture de Bretagne, avec l'appui du Centre Technique du Génie Rural et des Eaux et Forêts et le concours financier de l'Etablissement public régional.

Ce secteur des Côtes du Nord est caractérisé par un développement important de sa production porcine. Par rapport à l'ensemble de la Bretagne, il se distingue par une faible densité en vaches laitières, une forte concentration de volailles et de porcs.

Cette étude a montré que les déjections animales pouvaient représenter un apport moyen par hectare de S.A.U. de 165 unités d'azote, 125 unités d'acide phosphorique et 120 de potasse. En réalité, ces valeurs peuvent varier de façon très importante selon les communes, et surtout selon les exploitations. Sur près de 3.000 exploitations, seulement 12 % produisaient plus de 250 unités d'azote dans les mêmes communes ou dans des communes voisines. Les déjections de volailles, par contre, peuvent être cédées à des exploitations plus éloignées, ce qui présente un grand intérêt en raison de la part importante qu'elles représentent au niveau de la masse globale des excédents.

Par ailleurs, 45 % des exploitations disposaient de 150 unités d'acide phosphorique au moins par hectare de S.A.U. En ce qui concerne la potasse, liée surtout aux élevages bovins et porcins, on enregistrait des valeurs supérieures à 100 unités par hectare de S.A.U. dans toutes les exploitations. Pour 30 % d'entre elles, ce taux était compris entre 200 et 300 unités.

Dans le cadre de cette étude, une enquête particulière a porté sur environ 130 exploitations porcines, ayant en moyenne 93 truies et 550 porcs à l'engrais. Leur surface moyenne (25,8 ha) était supérieure à celle de la région (15,6 ha). On a tenté d'évaluer leurs ressources en fertilisants d'origine animale, leurs approvisionnements en engrais et les besoins de leurs cultures. En fait, la plupart de ces exploitations ont des excédents dans les trois éléments majeurs : N, P, K, produits par leur propre cheptel.

Des analyses de terre ont montré que des terres pauvres en de tels aliments, il y a quelques décennies, et ayant reçu régulièrement du lisier depuis au moins cinq ans, se sont enrichies surtout en acide phosphorique, et dans une moindre mesure, en potasse.

Les épandages de lisier, à des doses élevées ou massives, ont pu ainsi contribuer à l'enrichissement des terres de culture. Toutefois, celles-ci reçoivent souvent, par surcroît, des fumures minérales trop importantes, alors qu'une fumure d'entretien suffirait. Mais, on ne peut généraliser ce cas, car d'autres terres demeurent très pauvres et nécessitent des apports élevés. En réalité, des différences importantes seraient observées d'une exploitation à l'autre et même au sein d'une exploitation.

L'enquête précitée ne s'appliquait qu'aux apports provenant d'exploitations intensives porcines, ce qui limite sa portée. Cependant, il conviendrait de limiter, aux stricts besoins des exploitations, les achats d'engrais minéraux, en particulier les composés phosphatés. On assurerait ainsi une meilleure valorisation des lisiers.

- b) Une étude a été réalisée en 1985 par la SOGREAH, avec le concours du CEMAGREF, pour le compte du ministère de l'Agriculture (Direction de l'Aménagement). Elle traite de l'élaboration d'un modèle de référence applicable à la création de "banques de lisiers".

Après avoir rassemblé des données de base sur la valeur fertilisante des déjections et établi un programme de bilan communal sur l'équilibre entre production d'azote provenant des déjections animales et son utilisation au niveau des cultures, cette étude a pris en compte les principales données techniques et économiques relatives au stockage, au transport, aux contraintes et la structure d'organisation des banques projetées. Cela a conduit à établir un modèle spécifique de simulation d'une banque de lisier comportant un fichier renfermant toutes les données de base nécessaires et actualisables.

Un guide méthodologique fait la synthèse des données de base et expose la méthode d'utilisation des programmes nécessaires au diagnostic de chaque banque.

* le programme de bilan communal a été établi à partir des données du Recensement Général de l'Agriculture. En fonction de ce bilan, les communes ont été classées en trois catégories :

- Communes excédentaires en azote.
- Communes globalement équilibrées.
- Communes déficitaires pouvant recevoir des excédents.

Le report de cette classification sur des cartes permet de déterminer par le calcul l'aire d'extension exacte de chaque banque à créer. On introduit alors dans ce schéma les pourcentages d'adhésion des agriculteurs dans les communes donneuses ou receveuses.

Ce procédé peut être utilisé dans deux cas précis :

- mise en rapport d'une commune excédentaire isolée avec une ou plusieurs communes déficitaires limitrophes (cas le plus fréquent en France) ;
- mise en relation des communes excédentaires avec un groupe de communes déficitaires, parfois distantes des premières.

* La phase de simulation comporte la mise en jeu d'un second programme spécifique. On rassemble dans un fichier l'ensemble des données de base, augmentées des renseignements obtenus en phase d'identification.

- Numéros RGA des communes donneuses et receveuses de lisiers.
- Distances directes entre les centres de gravité des zones donneuses et receveuses.
- Taux d'adhésion des agriculteurs donneurs et receveurs.
- Coefficient de sinuosité des routes dans les secteurs concernés.

* Le modèle de référence permet ensuite d'effectuer les calculs en évaluations suivantes :

- Calcul des capacités de stockage nécessaires dans le cas de déjections liquides ou solides.
- Choix du matériel de transport le plus économique, prenant en compte trois alternatives pour les lisiers et deux alternatives pour les fumiers.
- Evaluation de l'intérêt de l'achat de ce matériel ou de sa location.
- Calcul du nombre de véhicules nécessaires, du montant de l'investissement correspondant et du personnel à affecter aux opérations de transport.

L'évaluation de l'intérêt économique d'une banque intègre le calcul du revenu brut annuel et le bilan, y compris les amortissements. Lorsque l'auto-financement d'une banque n'est pas possible à moyen terme, il faut envisager des subventions compensatoires.

Si la banque dessert un groupe important de communes excédentaires, il est possible d'envisager le traitement d'une partie du lisier de porc excédentaire, afin de réduire la charge polluante. Mais il faut des apports réguliers et la source de lisier doit être proche de la station de traitement.

Le modèle permettrait de comparer les solutions comportant une banque seulement ou une banque complétée par une unité de traitement. Le programme de simulation permettrait de conclure à la possibilité ou non de création de la banque.

En cas de conclusion positive, il convient d'informer les agriculteurs intéressés par ce projet et d'étudier avec eux le montage financier de l'opération. Celui-ci peut être réalisé par une Chambre d'Agriculture, une administration ou une collectivité territoriale.

La gestion de la banque de lisier peut être ensuite gérée par une Association Syndicale autorisée (A.S.A.) ou une Coopérative d'Utilisation en commun du matériel agricole (C.U.M.A.). Un organisme technique (C.E.M.A.G.R.E.F., I.N.R.A.) peut aussi participer à cette gestion et assurer le suivi technique de l'opération (analyses des lisiers, bilans de fertilisation...).

Cette méthodologie a été expérimentée dans la commune excédentaire de Plovan (Sud Finistère) et dans un groupe de 32 communes excédentaires de la région de Lamballe-Matignon (Côtes du Nord). Dans le premier cas, compte tenu de la faible importance de la banque, la location du matériel permettrait d'obtenir un bilan annuel positif. Dans le second cas, où le rayon d'action par route est d'une trentaine de kilomètres, l'achat du matériel est recommandé, bien que la gestion globale demeure déficitaire.

Dans certaines zones d'élevage intensif de Bretagne, la mise en place d'organismes d'une telle importance serait problématique, en raison de la lourdeur de leur gestion. Le niveau d'échange communal serait le plus approprié, en raison des distances de transport plus courtes.

Les régions caractérisées par une implantation dense en élevages "hors sols" sont la Bretagne et le Nord-Pas de Calais. Les départements de Bretagne occidentale sont principalement concernés par les transferts de lisier, étant donné qu'il n'existe pas de zone prédominante dans le "Nord-Pas de Calais". Dans les autres départements, il existe quelques secteurs où le besoin en banques de lisier s'est fait sentir.

En Bretagne, la répartition des secteurs les plus concernés par ce problème serait la suivante :

Finistère : le secteur nord du département (Ploudaniel, Plouvorn, etc.) conviendrait pour l'implantation de tels groupements.

Côtes du Nord : une zone est fortement marquée par l'élevage intensif (Lamballe, Matignon, Hénanbihen, Hénansal...), de même que le secteur de Loudéac. Une infrastructure serait nécessaire.

Morbihan : une zone centrale est affectée par ce problème, dans le reste du département l'élevage avicole prédomine.

3 - Résultats attendus des transferts de lisiers

Les épandages seraient pratiqués plus uniformément et sur une partie plus étendue des terres agricoles si les transferts de lisiers tendaient à se développer, au moins dans les régions d'élevage intensif. En conséquence, les risques de pollution des eaux par les nitrates notamment, seraient limités à quelques communes ou à des zones restreintes de ces régions. Un épandage sur 60 % de la S.A.U. serait l'hypothèse la plus couramment admise par les techniciens compétents, mais ce pourcentage serait variable selon les régions. Cette estimation tient compte des contraintes réglementaires imposées à cette activité, par exemple l'interdiction d'épandage sur des pentes supérieures à 7 % et les distances réglementaires à respecter autour des maisons d'habitation.

Dans un certain nombre de cas, tout en utilisant de façon optimale les lisiers et fumiers à l'intérieur de l'exploitation d'origine, il serait souhaitable de rétablir un certain équilibre par cession aux exploitations voisines de celle-ci. Ceci permettrait de limiter, dans une large mesure, les frais de transports.

En pratique, il serait tout à fait possible d'effectuer un tel transfert d'une commune à une autre localité voisine. A plus grande distance, son intérêt deviendrait douteux, surtout dans le cas de lisiers insuffisamment riches ou épandus sur des cultures n'assurant pas leur valorisation maximale. L'organisation du transport de lisiers devrait par conséquent faire l'objet d'études préalables, prenant en compte la demande de lisier autour des élevages intensifs.

Il est apparu toutefois que les lisiers de volailles, à teneur en matière sèche plus importante, pouvaient supporter des distances de transport plus importantes. De plus, ces fientes pourraient être éventuellement utilisées à d'autres fins que la fertilisation des terres. La transformation en aliments pour animaux, bovins notamment, serait une filière envisageable.

4 - Limites techniques et économiques des banques de lisiers

- Un problème de nuisance et d'hygiène est créé par le dégagement d'odeurs au cours du pompage du lisier dans les fosses de stockage, mais aussi durant le transport et l'épandage. On peut craindre aussi des risques de contamination interrégions. A cet égard, la maladie d'Aujeski, qui frappe surtout les populations porcines, peut aussi tuer les bovins, ce qui entraîne un risque grave pour les élevages des zones receveuses. Il convient par conséquent de vérifier au préalable que l'élevage donneur est indemne de toute maladie.

La réception du lisier dans une fosse de stockage éloignée de l'exploitation, avec obligation de stockage pendant au moins trois semaines, limiterait seulement ces risques. En effet, la durée de vie du virus d'Aujeski dans de telles conditions pourrait être estimée à un an, voire un an et demi. De même, le virus de la fièvre aphteuse pourrait résister pendant un an à plus de six mois, selon la période de l'année.

L'épandage ultérieur peut être pratiqué au moyen de tonnes à lisiers comportant une base dont l'orifice est située au ras du sol. Mais, même en écartant des techniques d'épandage telles que l'aérodispersion, un risque sanitaire subsiste. Les agriculteurs seraient sensibilisés à ce problème en raison des épidémies de fièvre aphteuse survenues antérieurement. Toutefois, lors des essais de Lamballe-Matignon, la maladie d'Aujeski ne se serait pas manifestée. Le risque serait en effet plus important en cas de cohabitation de plusieurs espèces à l'intérieur d'un même élevage. Dans ce cas, la pratique d'une autodiscipline de la part des éleveurs, serait, selon les services techniques du ministre de l'Agriculture, préférable à l'application d'une réglementation trop stricte.

- L'aménagement de dispositifs de stockage intermédiaire est indispensable pour assurer le bon fonctionnement d'une banque de lisier. Les fosses de stockage doivent être implantées de préférence dans la zone utilisatrice afin de répartir les opérations de transport dans le temps.

Les procédés de stockage ont été étudiés principalement pour les lisiers liquides (Hollande, Côtes du Nord). Les dispositifs ainsi testés sont les suivants :

- fosse en béton avec agitateur,
- fosse creusée en terre, avec revêtement des parois par un film plastique assurant l'étanchéité de l'ouvrage,
- structure gonflable pouvant être déplacée, et d'un prix comparable à celui du béton.

Le choix d'un dispositif requiert une étude technique au coup par coup, mais les fosses de stockage doivent être situées si possible à proximité des champs d'épandage.

Dans le cas des déjections solides, il faut disposer de fosses adaptées, d'un chargeur et de main-d'oeuvre pour faire fonctionner celui-ci.

- Les moyens de transport doivent être adaptés aux volumes des déjections animales disponibles et aux distances séparant les zones donneuses et receveuses. Une tonne à lisier de 15 m³ peut se révéler insuffisante à l'usage. En Hollande, les transports de lisiers sont assurés généralement par camion citerne de 21 m³ ou de 21 plus 15 m³ (remorque).

Dans le cas des déjections solides, le matériel le mieux adapté serait un tracteur routier avec semi-remorque. Les contraintes de manutention sont alors plus grandes.

- Le traitement du lisier par épuration peut être utilisé dans les zones fortement excédentaires en déjections porcines. Il permet de réduire l'importance de la banque, ainsi que les distances de transport. La qualité de l'effluent traité n'est cependant pas suffisante pour permettre un rejet direct en rivière, mais un pourcentage élevé d'azote et de phosphore est éliminé. L'effluent ainsi obtenu peut être épandu selon le principe de l'"irrigation fertilisante", car il renferme encore de la potasse.

Ce procédé pourrait être couplé dans certains cas avec un traitement par méthanisation. En fait, ce dernier ne peut être appliqué qu'au lisier de porc et comporte trois phases : la méthanisation, la centrifugation et un ajout de chaux et d'ammoniaque ("Stripping").

Le "biogaz" produit pourrait servir ensuite à déshydrater des fientes fraîches de volailles provenant d'élevages locaux. Le produit desséché serait cédé à des maraîchers, par exemple. Une usine de Bégard (Côtes du Nord) vend ainsi ce produit dans l'ensemble de l'hexagone, ce qui représente un avantage économique appréciable, par rapport aux banques pratiquant seulement la cession du lisier en vue de l'épandage.

Une étude relative à un procédé combinant l'épuration sur place du lisier de porc et la commercialisation des fientes de volailles uniquement est menée par l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes (Professeur MARTIN), pour le compte de l'Agence de Bassin Loire-Bretagne.

5 - Conclusion

Le fonctionnement et la gestion des banques de lisiers comportent de multiples contraintes dans le domaine de l'environnement :

- nuisances susceptibles de perturber l'activité touristique en période estivale, notamment dans les départements littoraux ;
- risques pour la salubrité des eaux douces superficielles, en particulier des cours d'eau, et des eaux marines littorales, notamment dans les zones aquicoles, bien que le transfert du lisier éloigne dans certains cas les points d'épandage de la côte ;
- inconvénients d'ordre sanitaire vis-à-vis des populations humaines et animales des secteurs concernés par cette activité.

Ils nécessitent en outre l'implantation d'ouvrages de stockage, l'achat ou la location d'un matériel de transport et de manutention adaptée, l'intervention d'une main-d'oeuvre spécialisée, et la mise en oeuvre de traitements complémentaires (épuration, méthanisation, etc.). L'économie des frais de transport et d'épandage entraînée par l'emploi de ces dispositifs ne pourrait, semble-t-il, compenser le coût élevé de gestion des importantes banques de lisier.

VII - RECOMMANDATION DE MESURES DE REGLEMENTATION TECHNIQUE ET SANITAIRE
APPLICABLES AUX ELEVAGES "HORS SOL" - DIRECTIVES POUVANT ETRE PRECONISEES AUX
ELEVEURS, EN VUE D'UNE UTILISATION RATIONNELLE DES ENGRAIS D'ORIGINE ANIMALE

On a tenté, au niveau de la Communauté européenne et des états la composant, d'élaborer une réglementation prenant en compte les aspects technique, économique, juridique et administratif et ayant pour objectif de prévenir une utilisation excessive ou non appropriée des engrais d'origine animale.

A - PROPOSITIONS DE REGLEMENTATION ELABOREES AU NIVEAU DE LA COMMUNAUTE EUROPEENNE

Au niveau des instances communautaires, un document intitulé "Epanchage des effluents d'élevage sur les sols agricoles de la Communauté européenne - Bases scientifiques pour une limitation des épandages et critères pour des dispositions réglementaires" a été publié en 1978.

Nous tenterons de résumer ses conclusions principales, basées sur une approche technique et expérimentale des problèmes liés à l'élevage intensif. Ses sources documentaires sont non seulement européennes - néerlandaises et belges principalement, semble-t-il, mais font aussi appel aux techniques et réglementations en usage en Amérique du Nord (Etats-Unis et Canada).

1 - Bases techniques utilisées pour l'élaboration de normes réglementaires

a) Pollution du sol

L'emploi d'aliments porcins contenant du cuivre, pose le problème de l'accumulation de cet élément dans le sol, par suite de l'épandage du lisier. Ainsi, des porcs alimentés à l'aide d'une ration renfermant 125 mg de cuivre par kilo, produisent un lisier contenant 50 mg de cuivre par kilo. On a donc tenté de déterminer la quantité de lisier de porc pouvant être épandue sur les cultures ou les herbages, tout en leur apportant la quantité d'Azote nécessaire.

Pour les terres de culture, compte tenu de la faible quantité de cuivre absorbée par les plantes et du déplacement vertical très limité de cet élément, le seuil critique pourrait être atteint, dans certains cas, au bout de 75 ans.

Pour les herbages, le seuil critique varierait selon l'espèce mise en pâturage et la charge animale. La valeur critique de 100 ppm de Cu-HN_3 pourrait être atteint, sous certaines conditions, en 73 ans environ pour l'élevage bovin. Par contre, les ovins présentent une faible tolérance au cuivre, et le seuil

critique peut-être atteint au bout de quelques années seulement. Une réglementation devrait donc tenir compte des conditions d'utilisation des herbages (occupation permanente ou temporaire, dans le cas des ovins).

b) Pollution des eaux de surface

Les phosphates représentent le principal facteur d'eutrophisation des eaux de surface, en particulier du fait du ruissellement. Les critères utilisés pour élaborer une réglementation pourraient comprendre la sensibilité du sol au ruissellement, les données climatiques, la charge de bétail, ainsi qu'une détermination de la teneur en phosphates dans la couche arable.

Actuellement, les critères définissant les risques de pollution varient selon les Etats d'Europe ou bien d'Amérique du Nord.

Par exemple, les directives appliquées en Suisse, prennent en compte les données suivantes : intensité des précipitations, perméabilité du sol, topographie... Elles distinguent aussi diverses capacités d'absorption, exprimées en m^3 par hectare (capacités : normale, faible ou très faible). Le pourcentage de pente est pris en compte pour cette détermination.

Aux Etats-Unis, (Etat de New-York), les directives prennent en compte les critères suivants : épaisseur de la couche de terre jusqu'à la roche-mère, perméabilité du sol et pente. Des pourcentages en rapport avec ces facteurs, sont appliqués aux volumes à épandre en période hivernale. Par contre, en été, lors d'un enfouissement ou d'une injection dans le sol, la pente ne constitue pas un facteur limitatif. Inversement, lors d'un épandage en surface, les volumes usuels sont réduits en fonction de la pente. Dans cet état, les sols trop perméables et ceux présentant une épaisseur de la couche superficielle inférieure à 50 cm sont considérés comme très sensibles. Une épaisseur de cet ordre (50 à 60 cm) correspond effectivement à la profondeur de pénétration des phosphates.

Dans ces deux Etats, ce sont les risques inhérents au lessivage superficiel qui ont été surtout pris en considération. Une perméabilité de 6 mm par heure pourrait constituer la norme en-dessous de laquelle il convient de recommander ou d'imposer une diminution des doses de lisier.

Toutefois, les positions divergent au sujet de l'importance attribuée à la pente des terrains. Les directives américaines font état des risques subsistant en cas de faible pente, celles prises en Suisse admettent des pentes relativement fortes (10 à 25 %), à condition qu'il y ait une couverture végétale suffisante.

Les conditions climatiques influent aussi sur l'intensité du ruissellement. Mais, au niveau de la C.E.E., les différences régionales ne nécessiteraient pas une réglementation différenciée.

Une réduction de la charge de bétail pourrait être envisagée dans les Etats de la C.E.E., si la pollution des eaux de surface devenait trop élevée. Mais il serait préférable de fixer une teneur maximale des Phosphates du sol, étant donné que l'enrichissement pourrait être moins important dans les hauteurs, en terrain accidenté. De plus, selon OWENS (1970), les terres agricoles ne

produiraient, dans une région à faible densité de population, que 10 % de la charge en phosphates des eaux de surface, le reste étant apporté par les égouts, compte tenu du niveau d'épuration actuel.

Selon le rapport communautaire, il serait impossible de définir des normes simples relatives à l'épandage des déjections animales, en raison du nombre de facteurs à prendre en compte. Néanmoins, des normes approximatives pourraient être fixées en vue de prévenir ou de limiter les risques de ruissellement.

2 - Propositions réglementaires

Selon le document publié par la C.E.E. en 1978, des mesures réglementaires ne pourraient être appliquées que parallèlement à une action intensive d'information menée auprès des éleveurs et ayant pour objectif la prévention de la formation d'excédents ou leur élimination, s'il en existe déjà.

a) Réglementation de la quantité d'engrais à épandre

La quantité d'engrais épandue doit être limitée à ce qui est nécessaire à l'obtention d'une production végétale maximum, de qualité acceptable, sans entraîner toutefois de pollution excessive du milieu environnant. Ce risque n'existerait, à court terme, qu'en cas de surcharge de certaines parcelles en Phosphates, par suite du risque de ruissellement, et lorsque l'épandage de lisier de porcs à l'engraissement entraîne un fort apport de cuivre.

Il conviendrait, par conséquent, d'adapter les doses d'engrais aux superficies utilisées, en élaborant des normes définies en fonction du type et de l'importance numérique du cheptel. En cas de nécessité, celui-ci peut être limité numériquement, mais le contrôle de l'observation des normes maximales poserait des problèmes importants.

Par exemple, des opérations de dénombrement du cheptel pourraient être pratiquées au niveau local (exploitations d'élevage) ou régional. Cependant, les estimations pourraient être faussées par la prise en compte d'étables momentanément vides. En outre, cela nécessiterait un nombre élevé d'enquêteurs. Enfin, il conviendrait d'établir le rapport "terres arables/herbages" et l'importance relative des cultures de pleine terre.

- Cas du transfert de l'excédent de lisier

Dans le cas où l'on imposerait l'évacuation de l'excédent de déjections hors de l'exploitation ou de la région, les possibilités de contrôle seraient également réduites. Ainsi, le maintien de l'épandage des excédents sur les terres appartenant, à une exploitation, peut entraîner un enrichissement excessif de celles-ci. L'interprétation des résultats d'analyses du sol serait cependant délicate, en raison des apports d'engrais pratiqués antérieurement, mais il n'existerait pas dans ce cas d'autre possibilité de contrôle. Ce dernier serait par contre possible, lorsque la gestion des excédents est assurée par un organisme central unique, indépendant des divers intérêts en cause.

* Le contrôle peut être exercé au niveau des exportations : cela peut nécessiter un personnel nombreux.

* Mais on peut aussi concevoir une réglementation appliquée à la région où se concentre le cheptel.

Une information sur les modalités de calcul des excédents serait donnée aux éleveurs. Ceux-ci seraient incités à livrer leurs excédents à l'organisme central, une fois celui-ci doté d'installations de stockage suffisantes. Des aides de départ leur seraient offertes, mais des mesures contraignantes pourraient être édictées en cas d'apports extérieurs à la région, non autorisés.

Le transfert des excédents d'une région donnée vers d'autres régions déficitaires serait contrôlé par l'organisme central. De plus, les zones excédentaires ne devraient pas utiliser d'autres engrais organiques (boues de stations d'épuration ou compost d'ordures ménagères). L'usage des engrais chimiques devrait aussi être limité.

Dans certaines régions, en raison de caractéristiques pédologiques hydrologiques, topographiques et climatiques, les parcelles peuvent présenter une faible capacité d'absorption vis-à-vis des matières d'épandage. En cas de vérification analytique d'une charge excessive en Phosphates des eaux de surface de ces parcelles, il conviendrait de définir une "charge animale moyenne admissible", en tenant compte toutefois des limites de cette technique. Des contrôles de la teneur en Phosphates pourraient, sous cette réserve, être effectués plus fréquemment dans de tels secteurs.

On a pu observer que, d'une manière générale, les régions à vocation culturale dominantes permettent une meilleure utilisation du lisier que les régions herbagères.

L'analyse du sol permet aussi de contrôler l'accumulation du Cuivre, consécutive à l'épandage de lisier de porc. L'application de la "norme communautaire" relative à l'addition de cet élément aux aliments destinés aux porcs de boucherie devrait aboutir, à court terme, à la suppression du risque de teneur excessive en Cuivre (ce risque subsisterait cependant pour l'élevage ovin). Toutefois, l'usage de cet engrais pourrait faire l'objet d'une interdiction, en cas de dépassement de certaines teneurs (50 ppm pour les terres de culture et 100 ppm pour les herbages).

Le labour profond de la couche supérieure du sol, riche en cuivre, aurait une efficacité suffisante pour réduire cette accumulation, en raison de la faible mobilité du cuivre, mais pourrait présenter certains inconvénients. Le rapport de la Communauté européenne recommande donc aux utilisateurs de lisier de porc de faire pratiquer un contrôle périodique de la teneur en cuivre, et d'évacuer une partie de leur production à l'extérieur de l'exploitation. Ce contrôle pourrait devenir obligatoire pour les exploitations où l'on épand annuellement plus de 40 tonnes de lisier de porcs par hectare de terres de culture ou plus de 20 tonnes par hectare d'herbages.

b) Réglementation du mode et de la période d'épandage

C'est surtout pendant la période de végétation que l'azote du lisier est utilisé le plus efficacement et que les risques de pollution aquatique sont les plus limités. Plusieurs dispositions réglementaires ou techniques permettraient de favoriser la pratique de l'épandage au cours de la période favorable.

- Encouragement de l'augmentation de la capacité de stockage au niveau requis, dans chaque exploitation ou région d'élevage.
- Interdiction de l'épandage de lisier en automne et en hiver : une interdiction générale risquerait d'être lourde de conséquences pour les éleveurs et les acquéreurs d'engrais animal. Les installations de stockage devraient être agrandies sans délai, avec un coût considérable. Par ailleurs, cela poserait le problème de certaines terres de culture (argiles notamment), ne pouvant être labourées qu'avant l'hiver et où il n'est pas possible d'enfouir le lisier au printemps, sans dommage pour la structure du sol.

En conséquence, cette interdiction pourrait être limitée aux terres pouvant subir sans problème un labour de printemps (sols sableux par exemple). Néanmoins, une information des éleveurs sur les inconvénients résultant d'un épandage d'automne ou d'hiver serait vraisemblablement préférable à une mesure d'interdiction formelle. Il faudrait, dans ce cas, renoncer à un contrôle ultérieur.

- Interdiction de l'épandage de lisier en période de gel et sur les rives des cours d'eau

L'interdiction en période de gel est par contre facilement applicable, en vue de limiter le risque de ruissellements, susceptibles d'entraîner la pollution des eaux superficielles. Toutefois, ce risque n'est pas seulement lié au gel. La pente, l'absence de végétation, la neige peuvent aussi être à l'origine de semblables écoulements.

Cependant, dans certains cas, la capacité d'absorption du sol peut être réduite temporairement sans que cela justifie une interdiction générale d'épandage.

c) Proposition d'organisation technique et administrative en rapport avec la réglementation

- Principe

Afin de simplifier cette organisation, les organismes centraux de gestion ne seraient tenus d'évaluer les excédents et d'en contrôler le transfert que dans les régions où les exploitations où la charge de bétail dépasse un certain seuil. Ce dernier serait fixé à un niveau inférieur ou au plus égal à celui de la "charge maximum admissible".

- * Compte-tenu du rôle de facteur limitatif joué par l'Azote pour les terres de culture à tolérance normale (une quantité de 100 kg d'Azote minéral ou son équivalent en Azote organique par hectare est acceptable), on peut considérer que cette quantité correspond à la production annuelle d'Azote contenu dans le lisier de deux bovins adultes. Le seuil est donc fixé à deux U.G.B. ("unités gros bétail") dans ce cas.

Pour les terres de culture à faible ou très faible tolérance, l'apport de Phosphates doit être limité à 60 kg environ, par hectare et par an. Le seuil de charge animale est, de ce fait, abaissé à 1,5 U.G.B. par hectare.

Lorsqu'il s'agit d'animaux autres que les bovins adultes, la conversion en U.G.B. est effectuée sur la base de l'équivalence en P_2O_5 , et non pas en N ou K_2O .

- * En ce qui concerne les prairies, le facteur limitatif est le Potassium. Le seuil est dans ce cas fixé à 3 U.G.B. (bovins sur pré) par hectare d'herbages, ce qui laisse encore place pour 0,4 U.G.B. (équivalent - K_2O) sous forme de lisier de porc et de volaille (élevages "hors-sol"). Les seuils fixés devront être strictement appliqués.

- Mode de calcul dans le cas d'une région (ou exploitation) excédentaire

- * La charge de Bovins liés au sol est rapportée à la superficie des herbages. En cas de dépassement du seuil précédemment défini (0,4 U.G.B., équ. K_2O) le cheptel excédentaire "hors-sol", est affecté aux terres à tolérance normale, jusqu'à ce que la limite de 2 U.G.B. (équivalent Azote) soit atteint.
- * Le nombre d'animaux encore affectés est alors mis en correspondance avec la capacité des terres à tolérance faible ou très faible, correspondant à 1,5 U.G.B. (équivalence P_2O_5) par hectare.
- * S'il reste des animaux en surnombre, cela signifie que la charge de bétail de cette région (ou exploitation) est supérieure au seuil préconisé et doit être soumise au contrôle de l'organisme central d'enregistrement et de gestion.

- Eléments d'information nécessaires aux organismes chargés de la réglementation relative aux engrais d'origine animale.

En fonction de ce qui précède, ces organismes devraient disposer des données suivantes :

- * Importance et nature du cheptel dans la région.
- * Superficies cultivables.
- * Superficies comparées des diverses cultures.
- * Rapport "Terres cultivables/Herbages".
- * Superficies comparées des sols ayant une capacité d'épandage normale, faible ou très faible.

Ils devraient être habilités à exercer un contrôle permanent dans ce domaine et à assurer le suivi de la teneur en cuivre des sols et de la teneur en phosphate des sols et eaux de surface des parcelles.

3 - Mesures techniques proposées aux Agriculteurs de la C.E.E. en vue d'une utilisation rationnelle des engrais animaux

Le recyclage des effluents d'élevage par le sol constituant la principale modalité d'utilisation pratiquée, les éleveurs doivent chercher à réduire le plus possible les conséquences pour l'environnement.

Certaines mesures peuvent présenter un intérêt économique direct pour l'exploitation et faciliter notamment l'amélioration des conditions de vie et de travail. D'autres peuvent se révéler plus coûteuses, mais une aide des pouvoirs publics pourrait être accordée, dans certains cas, compte-tenu de l'intérêt collectif en jeu.

En vu d'éviter certaines distorsions, une harmonisation internationale de ces dispositions serait souhaitable.

Les recommandations communautaires ont trait aux domaines suivants :

a) Choix du mode d'obtention et de stockage de l'engrais d'origine animale

On distingue trois modalités principales :

- production et stockage séparés des déjections solides et liquides,
- stockage indifférencié, sous forme solide, avec ou sans litière (déjections avicoles),
- stockage indifférencié sous forme liquide (lisier).

Le stockage séparé des déjections solides ou liquides ou leur recueil simultané avec de la litière (système "étable profonde") présente quelques avantages : stockage du fumier plus aisé, transport économique et séchage des déjections plus rentable (taux d'humidité plus faible).

Le lisier proprement dit, en raison de son volume et de sa teneur élevée en eau, n'est pas adapté aux transports à longue distance. De plus, son séchage serait d'un coût prohibitif. Enfin, les exploitations achetant du lisier doivent aménager leur propre capacité de stockage.

Le fumier courant, renfermant au moins 25 % de matière sèche, peut-être directement stocké sur la parcelle destinataire.

En règle générale, les exploitations utilisant la totalité de leurs déjections animales peuvent pratiquer le stockage indifférencié, sous réserve de disposer d'une capacité de stockage suffisante.

b) Aménagement des dispositifs de stockage du fumier

Ce stockage nécessite une plateforme étanche, de dimensions correspondant à l'importance de la production, et qui doit être relié à une fosse à purin. Ces installations ne doivent pas être implantées à proximité de points d'eau.

c) Aménagement des dispositifs de stockage des lisiers

Les apports d'eau de lavage des étables et d'eaux pluviales dans les fosses doivent être limités.

Les caractéristiques techniques des fosses (forme, présence ou non d'une couverture...) tiendront compte des conditions climatiques locales. En effet, une précipitation d'un millimètre d'eau par mètre carré de fosse correspond à un litre d'eau. Cet apport contribue à réduire la concentration du lisier et, par conséquent, sa valeur fertilisante. Par contre, les pertes par évaporation sont très faibles, surtout en hiver, d'où la nécessité d'agrandir la fosse ou de la vidanger plus fréquemment. Cela entraîne, dans l'un et l'autre cas, un coût supplémentaire.

Les vidanges doivent être effectuées régulièrement, aux périodes appropriées. En effet, l'épandage pratiqué dans des conditions défavorables ou pour des raisons de force majeure, présente un risque grave pour l'environnement.

Les directives de la C.E.E. admettent cependant la possibilité de fosses ou silos à fond bien étanche, sous certaines conditions (éloignement suffisant de la nappe phréatique et des points d'eau, absence de fissures dans les formations rocheuses...).

d) Détermination des quantités de lisiers à épandre

L'excès d'apports fertilisants est à éviter, tant pour des raisons agronomiques que pour des considérations écologiques.

- En cas d'épandage sur des cultures de "lisier aéré", dont la teneur en azote assimilable par les plantes est diminuée, il faut calculer la dose appliquée comme pour le lisier non aéré, de façon à éviter un apport excessif d'autres éléments. La perte d'azote (de l'ordre de 50 %) sera compensée par un apport d'engrais chimique.
- Les doses d'épandage sur herbage seront évaluées en tenant compte des besoins en Potasse. Les apports d'azote sous forme d'engrais d'origine animale, pourront dans ce cas être évacués hors de l'exploitation, mais en augmentant le rapport "terres de culture/herbages", les besoins en lisiers peuvent être acrus dans une certaine mesure.
- L'application d'engrais d'origine animale doit être prudente dans les zones de

captage d'eau potable, en raison des risques de pollution de la nappe phréatique, sur les sols légers en particulier.

e) Amélioration de la répartition des effluents d'élevage sur les parcelles exploitables

Une structure parcellaire inadaptée ou de mauvaises conditions d'accès aux terres, en particulier par temps humide, peuvent favoriser une mauvaise répartition des matières épandues. Les effluents d'élevage sont déposés sur les parcelles plus accessibles ou plus proches, tandis que le reste des terres de l'exploitation reçoivent des engrais chimiques. De ce fait, au total, les apports d'engrais peuvent être supérieurs aux besoins et risquent de provoquer une accumulation indésirable.

Les conséquences peuvent être graves pour le cheptel (risque d'hypomagnésémie, d'intoxication cuivrique, d'excès de nitrates...) et pour les cultures (pertes par lessivage des sols, abaissement de la qualité des plantes obtenues...).

L'engrais biologique ou chimique doit donc être répandu de façon optimale sur l'ensemble des terres de l'exploitation.

f) Epoque optimale d'épandage

La période la plus favorable est le printemps, et, pour les herbages, toute la période de végétation. L'engrais est alors mieux utilisé, les pertes d'azote sont minimales et les risques de surdosage sont alors limités.

Cependant, la fumure de printemps est susceptible d'entraîner des altérations de la structure du sol, dans les terres lourdes cultivables. Dans ce cas, l'épandage doit être reporté à l'automne.

Les périodes de gel ou de saturation des sols ne conviennent pas non plus, même en terrain plat, en raison des risques de ruissellement. Une capacité de stockage suffisante doit donc être prévue pour entreposer les engrais liquides (lisiers, purins).

g) Mesures de prévention des odeurs lors du transport et de l'épandage

Ces mesures ont déjà été passées en revue dans un chapitre de ce rapport. Nous citerons donc les propositions faites au niveau communautaire, pour mémoire :

- tenir compte de la direction et de l'intensité des vents par rapport aux zones sensibles (habitations, lieux de vacances, etc) ;
- transporter le lisier de préférence par temps calme et frais ;

- sur les terres de culture, enfouir le lisier rapidement à l'aide d'une herse, d'un cultivateur, ou par injection directe dans le sol ;
- sur les herbages, épandre le lisier par temps légèrement pluvieux, mais sur sol non saturé d'eau (l'enfouissement ou l'injection intégrale ne sont pas praticables sur les prairies).

Par ailleurs, la désodorisation du lisier par aération, provoque une perte de la moitié de l'azote du lisier. L'estimation du dosage sur la teneur d'Azote maintenue dans l'engrais n'est pas souhaitable, en raison du risque de surdosage pour d'autres éléments de la fumure.

B - PROPOSITIONS D'ACTION ET D'ORIENTATION ELABOREES AU NIVEAU DU GOUVERNEMENT FRANCAIS

En France également, un essai de synthèse a été réalisé à l'initiative des ministères de l'Agriculture et de l'Environnement, au sein d'un Groupe de travail intitulé "Activités agricoles et Qualité des Eaux" (sous-groupe "Effluents d'élevage"). Les documents afférents et recommandations principales ont été présentés sous forme de rapport par S. HENIN en 1980.

Ce constat présente des points communs avec celui élaboré au niveau de la Communauté économique européenne. Toutefois, il manifeste une prudence assez marquée au sujet de certains dispositifs technico-économiques, tels que les "banques de lisier" notamment, en limitant leur application à des secteurs bien définis.

Il considère aussi que la contribution spécifique des effluents d'élevage à la dégradation de la qualité des eaux est difficile à évaluer. Leur nature et leur localisation diffuses constitueraient en effet un obstacle à leur identification au sein de l'ensemble des rejets polluants agricoles et des apports liés aux engrais divers. Ce caractère diffus les distingue aussi des effluents urbains et industriels, rejetés ponctuellement et en grandes quantités. Dans quelques cas, cependant, on a pu mettre en cause les effets des rejets d'effluents d'élevage sur la dégradation des eaux superficielles ou souterraines.

En fait, la densité de l'élevage français n'atteint un niveau équivalent à celui de certaines régions belge ou néerlandaise que dans quelques secteurs géographiques. En Bretagne, notamment, la concentration de cette activité est plus marquée dans la région occidentale, et tout particulièrement dans le secteur littoral des Côtes-du-Nord, où la densité moyenne porcine peut atteindre environ 10 porcs par hectare de S.A.U.

En réalité, dans l'ensemble de l'hexagone, le nombre d'exploitations dépassant 30 porcs par hectare de S.A.U. serait seulement de quelques milliers. Le rapport précité considère donc que le problème des excédents de lisier peut donc se poser localement, voire en certains secteurs géographiques. Mais les excédents de lisier bovin, porcin ou avicole seraient le plus souvent résorbés par épandage sur des terres agricoles voisines.

D'autre part, l'importance des élevages de gros bovins est liée à la surface des cultures fourragères. Il peut ainsi se produire des pertes de jus d'ensilage et des ruissellements à partir des aires de stabulation. Un progrès pourrait être attendu d'une amélioration de la teneur en matière sèche de ces produits.

1 - Effets des effluents d'élevage sur la qualité des eaux

- Les pollutions des "sources repérables" peuvent avoir un effet immédiat, de courte durée, ou différé dans le temps et l'espace. Et, compte-tenu du caractère diffus de la plupart des rejets d'élevage, il est difficile de réaliser des modèles descriptifs, qui situeraient les sources de pollution et évalueraient leurs effets respectifs.
- L'évaluation de la dégradation d'un cours d'eau, liée à l'existence d'un ou plusieurs rejets, nécessite l'acquisition de données par prise de mesures du flux de pollution correspondant à un rejet donné, ainsi que dans le milieu récepteur, en amont et en aval du point de rejet.

* La principale difficulté réside dans le fait que la plupart des rejets n'ont pas un flux susceptible de modifier de façon constante ou au moins durable les caractéristiques physico-chimiques et biologiques d'un cours d'eau. Ainsi, les rejets d'effluents d'élevage sont généralement discontinus, car ils sont souvent consécutifs à des événements ponctuels (épanchages excessifs ou situés trop près des points d'eau, ruissellements faisant suite à un orage...).

Dans de telles conditions, des mesures de contrôle pratiquées au hasard dans le milieu récepteur ne permettront pas, dans la plupart des cas, de détecter un rejet polluant. En général, les mesures de qualité d'eau sont effectuées lorsque le rejet a cessé ou bien que l'origine de la pollution soit inconnue.

* Il est souhaitable, par ailleurs, que les composés rejetés présentent des caractéristiques particulières, permettant de distinguer les flux polluants les uns des autres. Cela est possible dans le cas des industries chimiques. Mais de telles conditions d'identification ne sont pas réunies en ce qui concerne les effluents d'élevage, qu'il s'agisse de lisiers ou de jus d'ensilage.

* En pratique, ce ne sont pas les mêmes organismes qui contrôlent les établissements polluants et les cours d'eau. Cela pose un problème de coordination des mesures et de synthèse des résultats.

En dépit de ces incertitudes en matière de stratégie des prélèvements et d'interprétation des données, l'Inventaire national du degré de pollution des eaux superficielles a pu constater qu'il existait, au moins pour le bassin Loire-Bretagne, une tendance à l'élévation des teneurs en nitrate, phosphate et ammonium. Les rejets agricoles contribueraient vraisemblablement à cette

évolution du milieu récepteur, sans que leur part exacte de responsabilité puisse être déterminée.

Il serait, de plus, pratiquement impossible de distinguer les impacts respectifs des activités d'élevage et des autres activités agricoles ou même d'autres phénomènes naturels. Des études comparatives de zones présentant des activités (agriculture, industrie, agglomérations) diversement associées ou de zones à activité agricole (de type "élevage" ou "cultural") prédominante, seraient susceptibles d'apporter des renseignements dans ce domaine.

2 - La réglementation applicable en France en matière d'effluents d'élevage et de qualité des eaux.

a) Textes réglementaires de base

Outre les textes réglementaires déjà cités au chapitre V du présent rapport de synthèse, directement applicables dans l'exercice du contrôle des établissements d'élevage intensif :

- Circulaire du Ministère de la Qualité de la Vie du 12 AOUT 1976
- Règlement sanitaire départemental type, modifié par la Circulaire du 9 août 1978, et circulaire du 20 janvier 1983 relative à la réunion du R.S.P.

Le rapport du Sous-Groupe de Travail "Effluents d'élevage" cite plusieurs lois ou règlements ayant trait de façon plus générale au contrôle, à la répression et à la prévention des pollutions :

- Code rural, chapitre II, article 434-1 relatif à la police de la pêche

Cet article s'applique en cas de constatations de mortalités de poissons pouvant être attribuées à un déversement de substances polluantes. Mais il est difficile d'établir une relation entre le dégât constaté et une source de pollution présumée.

- Loi du 16 décembre 1964, relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre les pollutions.

Elle régit les "déversements, écoulements, jets et dépôts, directs ou indirects, d'eaux ou de matières susceptibles d'altérer la qualité de l'eau superficielle ou souterraine".

- Décret du 23 FEVRIER 1973

Il porte application des articles 2 et 6-1° de la loi du 16.12.64 et a trait à l'obligation d'obtenir une autorisation de déversements d'effluents dans le milieu naturel.

- Décret et arrêté du 28 octobre 1975

Ces textes définissent la charge polluante théorique d'un porc et les coefficients réducteurs applicables en fonction du mode de traitement des effluents d'élevage porcin.

(Des textes comparables seraient en préparation pour d'autres catégories d'élevage).

Par ailleurs, les textes ci-dessus autorisent les Agences financières de bassin à percevoir des redevances auprès des établissements d'élevage. Certaines agences (Bassin Seine-Normandie, par exemple) auraient déjà passé des accords avec la profession agricole, fixant les redevances des élevages de porcs et les primes attribuées en cas d'épuration des effluents. Un avantage important serait ainsi consenti aux exploitations pratiquant l'épandage sur des surfaces adaptées ou cédant leur lisier à des exploitants voisins.

- Loi sur les installations classées du 19 juillet 1976

Elle a remplacé la loi du 19 décembre 1917 sur les établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

Sa rédaction ne permet plus d'exclure les activités d'élevage de son domaine d'application. Contrairement aux textes précédents, elle vise à prévenir les causes de pollution au lieu d'organiser leur répression.

- Le décret d'application du 24 octobre 1978

Il s'applique aux élevages soumis à autorisation et à ceux soumis à déclaration. (les autres élevages, dont les élevages de vaches laitières) sont soumis au Règlement sanitaire départemental, en voie de modification.

b) Application des textes réglementaires - Répression

Les infractions constatées sont les suivantes :

- Infractions à la police de la pêche

Les cas relevés le plus fréquemment correspondent à des effondrements de fosses à lisiers ou à des débordements permanents. Il s'agit seulement des causes de pollution les plus visibles. La procédure, dans ce cas, aboutit le plus souvent à une transaction. L'exploitant fautif supprime la cause de pollution, verse, le cas échéant, une indemnité pour les dégâts, est astreint à une amende. Dans le cas contraire, les tribunaux sont saisis ou l'affaire est abandonnée.

La prescription intervient au bout de trois ans.

- Infraction à la police des eaux

Des sanctions sont prévues, mais seraient très peu appliquées.

- Infraction à la législation sur les installations classées

Quelques sanctions sont prévues, mais cette législation est orientée avant tout vers la prévention.

- Infraction au Règlement sanitaire départemental

Des sanctions sont aussi prévues, en cas de répercussions sensibles sur le plan sanitaire.

Il semble, par conséquent, que beaucoup d'infractions ne sont pas sanctionnées. Dans le meilleur des cas, elles donnent lieu à des transactions ou bien à des arrangements préalables, faisant intervenir les mutuelles agricoles. Les cas de pollution provoqués par des élevages et effectivement constatés seraient de ce fait très peu nombreux.

Le rapport du sous-groupe "effluents d'élevage" préconise une application des textes "très pragmatique et très prudente". Il insiste aussi sur la nécessité de formation et d'information des agents de l'administration chargés d'appliquer cette réglementation. Les agriculteurs eux-mêmes devraient être documentés sur les possibilités de valorisation des lisiers et de limitation des nuisances permettant de limiter les cas d'interdiction totale d'épandage, par exemple.

3 - Mesures techniques et réglementaires préconisées par le sous-groupe de travail "Effluents d'Élevage"

Les travaux de ce comité ont permis de dégager les conclusions suivantes

a) Information des éleveurs et agriculteurs.

- "Le problème principal est posé par les lisiers de porcs". La lutte contre la pollution des eaux devrait comporter, en premier lieu, une incitation à l'emploi rationnel des fumures. Les éleveurs et agriculteurs devraient être informés de la valeur fertilisante de déjections animales et de leur intérêt économique. Les effluents d'élevage devraient être traités comme des sous-produits utiles et non comme des déchets nuisibles. Le Groupement Inter-institut des Déjections animales (G.I.D.A.) dispose d'une documentation de base sur ce sujet.
- Cette action devrait être renforcée dans les régions à forte densité d'élevage, en mettant l'accent sur les besoins réels des sols et des cultures et la nécessité de sauvegarder l'environnement.

b) Amélioration des techniques de stockage et d'épandage

- En vue de favoriser cette valorisation du lisier, il convient de lutter contre les facteurs de dilution, d'accroître la capacité des fosses de stockage, jusqu'à 4 à 5 mois par exemple, pour permettre le report des excédents d'hiver jusqu'au printemps et une meilleure répartition des épandages en fonction des besoins agronomiques, d'informer les professionnels de l'intérêt des cessions de lisier directement à des exploitations voisines ou par l'intermédiaire d'organismes collectifs (banques de lisier) dans des secteurs délimités.
- Une adaptation des assolements permettrait aussi de mieux utiliser l'azote des lisiers épandus en fin d'été ou en début d'automne. Enfin, la tenue d'un carnet d'épandage permettrait de mieux établir un programme pluriennal de fumure des terres.

c) Développement de nouvelles techniques d'évaluation de la qualité des lisiers

- Des travaux de recherche devraient être poursuivis sur les techniques rapides d'appréciation de la valeur fertilisante du lisier, directement utilisables en exploitation, et sur le devenir de l'azote des déjections dans le sol, donc sur la valeur réelle des lisiers.

d) Réduction des nuisances et utilisation optimale des surfaces disponibles

- La réduction des nuisances pourrait être obtenue, en particulier dans les zones dites sensibles, en faisant appel à quelques procédés simples (épandage par aspersion au ras du sol, enfouissement rapide des matières épandues, désodorisation du lisier, choix des périodes d'épandage...).

- Les surfaces d'épandage devraient être utilisées de façon optimale, en vue de réduire le risque de pollution des eaux. A cette fin, les interdictions d'épandre en été ou à proximité de maisons isolées seraient limitées à des cas justifiés, sous réserve que des mesures efficaces soient prises contre les nuisances. Les interdictions totales d'épandage pourraient être supprimées, à l'exception de zones très limitées.

Certains règlements en vigueur (législation des Installations classées, Règlements sanitaires départementaux) ont prescrit un éloignement des zones d'épandage, soit des immeubles habités, soit des voies de circulation. Ces distances peuvent être réduites en cas de limitation des nuisances.

En conclusion, le sous-groupe de travail "Effluents d'élevage" a estimé que "ni la densité, ni la taille des élevages ne constituent en elles-mêmes des dangers pour le milieu naturel, notamment pour la qualité des eaux... Une attitude plus ouverte envers la création d'élevages, ou leur extension, peut fort bien être conciliée avec la préservation de la qualité des eaux. Les moyens à mettre en oeuvre pour cela sont connus... (collecte de lisier non dilué, aires et caniveaux de collecte étanches, fosses de stockage étanches, volume suffisant de ces fosses)".

Cette prise de position a surtout trait à l'élevage porcin. Le rapport recommande d'autre part que, pour les élevages bovins, les installations soient correctement aménagées et équipées et que toutes précautions soient prises afin d'éviter un retour des jus d'ensilage vers les cours d'eau. Enfin, "en ce qui concerne les élevages avicoles, aucun problème majeur n'existe".

Par ailleurs, ce comité semble considérer qu'un risque d'aggravation de la situation paraît exclu à court terme. En effet, selon lui, il y aurait une faible probabilité de création d'un grand nombre d'élevages "hors-sol", étant donné qu'il est plus intéressant pour une exploitation agricole de valoriser complètement ses effluents d'élevage que de devoir céder son lisier à des exploitations voisines ou épurer ses effluents.

Néanmoins, il rappelle que la réduction des nuisances provoquées par les épandages de lisier doit être une préoccupation constante des éleveurs. L'épuration du lisier ne peut constituer une solution que pour les élevages déjà en place. Elle pourrait être aussi envisagée dans des cas exceptionnels, notamment lorsque l'élevage porcin est destiné avant tout à la consommation de sous-produits polluants d'une industrie agro-alimentaire (lactosérum de fromagerie par exemple).

C - PROPOSITIONS DE MESURES TECHNIQUES ELABOREES A L'ECHELON DEPARTEMENTAL ET REGIONAL, EN VUE DE REDUIRE LA POLLUTION LIEE AUX EFFLUENTS D'ELEVAGE

1 - Mesures proposées par les Chambres départementales d'Agriculture

En Bretagne, et plus particulièrement sur le littoral nord, la production de lisier crée un problème de protection du milieu naturel, près des estuaires par exemple.

L'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes (devenu IFREMER) a dû fréquemment intervenir auprès des pouvoirs publics du département des Côtes-du-Nord, afin d'attirer leur attention sur le niveau élevé de contamination bactérienne des zones conchylicoles de la baie de Saint-Brieuc.

A cette occasion, la mauvaise qualité des eaux superficielles de certains bassins versants a pu être incriminée. Le déversement des eaux du Guessant, dans la baie de Saint-Brieuc, en période de crue principalement, a été ainsi mis en cause. Les résultats des études portant sur la contamination chimique et bactériologique des eaux de ce bassin versant ont été présentés dans un chapitre précédent.

Les conclusions des études effectuées de 1982 à 1985 pour le compte de la Chambre départementale des Côtes-du-Nord ou avec son concours, ont été les suivantes :

- La pluviométrie du bassin du Guessant rend insuffisantes les installations de stockage du lisier. Une capacité supplémentaire de 15 % serait nécessaire.
- De plus, 25 à 30 % des surfaces agricoles sont inutilisables pour l'épandage du lisier. De ce fait, 29 à 30 % des effluents seraient en excédent et devraient être résorbés à l'extérieur du bassin versant.
- L'abattement bactérien, lors des opérations de stockage et d'épandage, est de l'ordre de 5.000 à 6.000, c'est-à-dire proche de celui observé pour les eaux domestiques. La pollution bactérienne résiduelle serait donc "faible mais permanente".

La comparaison des deux sous-bassins, l'un à dominante agricole, l'autre à dominance urbaine, ne fait d'ailleurs pas apparaître de différence significative.

- Compte-tenu d'un excédent de lisier s'élevant pour le seul bassin du Guessant à 200.000 m³ environ, la Chambre d'Agriculture préconise "une action à plus long terme de collecte et de transformation industrielle des lisiers, plutôt que de transporter et stocker le lisier brut hors de la zone excédentaire". Le coût respectif des opérations serait, en effet, de 3,3 à 9,5 MF contre 50 à 80 MF (transfert de lisier).

- Enfin, cet organisme a préconisé, afin de résoudre le problème de la pollution des élevages mytilicoles, deux mesures transitoires :

a) le traitement des excédents de lisier dans une station d'épuration, proche des stations urbaines et l'élimination des résidus par un émissaire en mer ;

b) la création d'une vaste "claire d'affinage" des produits mytilicoles.

Il conviendrait d'étudier plus complètement les solutions proposées. Néanmoins, un projet d'évacuation des boues résiduaires par un émissaire, qui ne tiendrait pas compte des données courantologiques de cette zone d'estuaire, serait compromis. D'autant que l'"effet de fosse" utilisée parfois en Méditerranée, pour le rejet d'effluents urbains, ne peut être pris en compte en Manche.

2 - Mesures d'incitation proposées par certaines Agences financières de Bassin

Dans le cadre de la préparation de son Vème Programme (1987-1991), l'Agence de Bassin "Loire Bretagne" a envisagé un certain nombre d'incitations financières spécifiques au littoral, en matière d'assainissement collectif ou autonome.

Ainsi, les pollutions d'origine diffuse ou ponctuelle (celles liées aux élevages notamment) pourraient être traitées par l'Agence de bassin au niveau des bassins hydrologiques. L'étude de "schémas de bassins" permettrait de définir des programmes d'action et de réaliser des opérations contractuelles avec les collectivités et organismes intéressés.

Une telle démarche présente un intérêt particulier dans les départements à forte implantation d'élevage intensif, surtout sur le littoral. Les organisations professionnelles agricoles pourraient être, de ce fait, incitées à mieux évaluer les risques de pollution du milieu environnant et à renforcer les mesures préventives au sein des exploitations.

Sur le littoral nord de la Bretagne, le bassin versant du Gouessant, qui a déjà fait l'objet d'études portant sur la pollution des eaux, ou celui du Frémur, seraient tout indiqués pour l'élaboration de tels "schémas de bassin".

La participation financière et technique de l'Agence à de tels programmes, serait toutefois liée à la création d'une redevance spécifique. Cette nouvelle ressource permettrait, ce serait en tout cas souhaitable, de financer des études technologiques complémentaires ayant trait à la réduction des pollutions et nuisances engendrées par les élevages intensifs.

Compte-tenu de la parution de la loi n° 82-6 du 3 janvier 1986, relative à l'aménagement, à la protection et à la mise en valeur du littoral, et introduisant le principe d'une plus grande participation des organisations professionnelles des pêches et cultures marines, il serait également souhaitable que les Sections régionales de la conchyliculture, les Comités locaux des Pêches puissent faire l'objet de consultations dans le cadre de l'élaboration des programmes d'Agences de bassin.

D - LES ASSOCIATIONS DE DEFENSE DE L'ENVIRONNEMENT, FACE AU PROBLEME DES REJETS DE PORCHERIES INDUSTRIELLES

La position prudente, "non alarmiste", des administrations compétentes en matière de contrôle et de réglementation des activités d'élevage, ne semble pas partagée par certaines associations régionales de défense de l'environnement.

C'est le cas pour l'une des plus importantes d'entre elles, la Société pour l'Etude et la Protection de la Nature en Bretagne (S.E.P.N.B.) qui mène une action permanente en faveur de la protection de l'environnement. Elle met notamment en question, le risque lié à l'implantation de porcheries industrielles, la réglementation qui leur est appliquée et le caractère jugé insuffisant des études d'impact réalisées lors des demandes d'autorisation.

Les points principaux soumis à la critique sont les suivants :

1 - Les pollutions et nuisances provoquées par les élevages intensifs

Le risque potentiel créé par ces activités, en Bretagne tout particulièrement, serait très important. En effet, un porc produit une quantité de pollution correspondant à 3,5 équivalents-habitant, soit environ 340 g de matières en suspension, 200 g de matières oxydables, 53 g d'azote organique et ammoniacal et 3,5 g de phosphore total.

La qualité des eaux peut se dégrader par suite d'apports de phosphates et nitrates, mais aussi d'antibiotiques et de métaux (cuivre et zinc) issus de l'alimentation porcine. Ainsi la nappe phréatique, les eaux superficielles et la mer peuvent subir des atteintes plus ou moins importantes du fait des ruissellements d'effluents excédentaires intervenant en cas de saturation en eau des sols.

2 - La réglementation appliquée aux porcheries industrielles

Les porcheries sont classées en fonction du nombre de porcs de plus de 30 kg, présents simultanément dans l'exploitation.

Leur régime administratif dépend de l'importance du cheptel élevé :

- * Régime de déclaration, lorsque le nombre de porcs est compris entre 50 et 450.
- * Régime de l'autorisation, si ce nombre est supérieur à 450.

Ces établissements dépendent, au niveau de chaque département, de l'Inspection des Etablissements classés. En outre, les projets de création ou d'extension d'élevages "hors-sol" sont généralement soumis à l'avis des Conseils départementaux d'hygiène.

Par ailleurs, en cas de demande soumise au régime de l'autorisation, une "étude d'impact" est requise. Elle doit présenter les éléments suivants :

- une analyse de l'état initial du site et de son environnement,
- un constat des effets probables sur l'environnement, l'hygiène et la salubrité publique,
- les raisons pour lesquelles, le projet a été retenu,
- les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet.

Mais la S.E.P.N.B. estime que cette condition est très rarement respectée et que les dossiers correspondants ne renferment le plus souvent qu'une fiche de renseignements. De ce fait, les prescriptions réglementaires (Directive de la Communauté européenne du 28 septembre 1984, notamment) ne seraient pas respectées.

De même, l'obligation d'obtenir une autorisation de déversement d'effluents dans le milieu naturel - conformément au Décret du 23 février 1973, portant application des articles 2 et 6-1° de la loi du 16 décembre 1964 - ne serait pas toujours exigée. L'intervention de la S.E.P.A.N.S.O., association de défense de l'environnement du Sud-ouest, aurait permis d'obtenir, du fait de l'application de ce texte, des contraintes supplémentaires en matière de protection du milieu récepteur, dans certains cas d'implantation de porcheries industrielles.

3 - Les moyens d'application de la réglementation

Dans certains départements à forte implantation des activités d'élevage, en particulier dans les Côtes-du-Nord, les associations de défense de l'environnement (S.E.P.N.B., A.P.P.S.B.) considèrent que les moyens mis à la disposition des services chargés de l'inspection des installations classées (abattoirs, porcheries...) ont été jusqu'à présent insuffisants. Il serait apparu, en effet, d'après le rapport d'une mission d'inspection interministérielle, menée dans ce département tout particulièrement confronté à ces problèmes, que le Conseil départemental d'Hygiène, compte-tenu du nombre

élevé de projets d'élevage qui lui sont soumis, devrait réviser ses méthodes d'approche, en même temps que les moyens du service des Installations classées devraient être renforcés. Mais cette situation ne serait pas, semble-t-il, propre au seul département précité.

CONCLUSIONS GENERALES

L'épandage des lisiers, bien que représentant un atout économique pour l'Agriculture, en raison de la valeur fertilisante de ceux-ci, entraîne des nuisances pour l'environnement immédiat, mais surtout occasionne des apports polluants affectant les eaux douces superficielles, puis les eaux marines littorales.

Les données relatives aux flux de pollution liés à l'élevage et à l'ensemble des activités agricoles sont encore relativement limitées, tant au plan physico-chimique que microbiologique. Le problème est encore compliqué, particulièrement en aval des cours d'eau et dans les zones estuariennes, par l'intrication de multiples apports d'origine diverse (rejets agricoles, urbaines, agro-alimentaire, industriels). L'accroissement des moyens d'information dans ce domaine est par conséquent très souhaitable. La mise en oeuvre d'études coordonnées sur les pollutions d'origine agricole devrait y contribuer.

La mise au point d'une réglementation technique et sanitaire mieux adaptée est actuellement en cours, tant au niveau des ministères français de l'Agriculture et de l'Environnement qu'au niveau de la Communauté Européenne. Cela a permis, jusqu'à présent, d'élaborer des propositions d'action et d'orientation, tendant notamment à créer des modalités d'application plus satisfaisantes des réglementations existantes (mais cela impliquerait un renforcement des moyens de contrôle mis à la disposition des services chargés de l'Inspection des Etablissements classés), à favoriser la valorisation des effluents d'origine animale et à améliorer notablement l'information des agriculteurs. L'emploi judicieux des lisiers peut en effet contribuer à réduire notablement l'importance des apports polluants.

Ceci n'exclut pas un effort technique et financier pour favoriser l'accroissement des dispositifs de stockage et le transfert, sous certaines conditions, du lisier des zones excédentaires vers d'autres secteurs. Ce procédé ne pourra, semble-t-il, être généralisé en France, compte tenu des conditions économiques, de la topographie, et de l'infrastructure routière, très différentes de celles des Pays-Bas. Il devra être réservé à des zones de fortes productions mais assez peu étendues. Il faudra donc, par ailleurs, développer les techniques d'épuration et de transformation du lisier.

B I B L I O G R A P H I E

- 1 - Agence financière de Bassin "Seine-Normandie", 1978. - L'Épandage des eaux résiduelles sur terrain agricole. - Cahiers techniques n° 8, Avril 1978.
- 2 - AUDET (G.), 1982. - Etude de la pollution bactérienne des eaux de rivières sur le bassin versant du Gouessant (Côtes-du-Nord). - Ecole Nationale de la Santé Publique. - Section Ingénieurs. Rennes : 63 p. et annexes.
- 3 - BALLAY, COLSON, GRIPERAY, LANDRIEU, MARTINOT, STAMBOULI, VEILLAUD, 1974. - Porcherie et environnement. - Ed. par Institut technique du Porc - M.N.E. Paris : 85 p.
- 4 - BARBIER (G.), SAUVAGET (G.), DEMILLAC (R.), 1983. - Etude de la qualité bactériologique des eaux superficielles du bassin du Gouessant. - Ecole Nationale de la Santé Publique, Département des Côtes-du-Nord.- Rennes, Mai 1983 : 50 p. et annexes.
- 5 - BERTRAND (M.), 1985. - Méthode d'estimation de la valeur fertilisante des lisiers de porcs. - Ed. R.N.E.D. - M.N.E. Paris : 19 p.
- 6 - BERTRAND (M.), SMAGGHE (D.), 1985. - Mise au point de Méthodes rapides d'appréciation de la valeur fertilisante azotée et potassique des lisiers de porcs - Evolution en fosse de Stockage. - C.E.M.A.G.R.E.F. Rennes. - Communication présentée aux Journées de la Recherche porcine en France, 1985 : pp. 327-338.
- 7 - BUSON (C.) et AUROUSSEAU (P.), 1976. - Lisiers et protection de l'environnement Extrait de la revue "Agriculture" n° 402, novembre 1976 : 4 p.
- 8 - BUSON (C.), 1980. - L'épandage d'effluent d'élevage sans ruissellement. - Communication présentée au groupe de travail N-Losses and water-pollution caused by run off of animal manure. - C.E.C., Weaford, Ireland, Mars 1980 : 7 p.
- 9 - Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et Forêts, 1976. - Les lisiers de veaux de boucherie, volumes produits, charge polluante et valeur fertilisante. - C.T.G.R.E.F., Informations techniques, cahier 24, n° 6, décembre 1976 : 4 p.
- 10 - Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et Forêts, 1974. - procédés de traitement et d'utilisation des lisiers de porcs comme fertilisants. - C.T.G.R.E.F., Informations techniques, cahier 14, n° 7 - Rennes, mars 1974 : 4 p.

- 11 - Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et Forêts, 1975. - Effets des épandages de lisier de porcs sur la qualité des eaux de drainage. - C.T.G.R.E.F, Informations techniques, cahier 18, n° 3, juin 1975 : 4 p.
- 12 - Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et Forêts, 1978. - L'utilisation rationnelle des lisiers de porcs en fertilisation. - C.T.G.R.E.F., Informations techniques, cahier 29, n° 5, Rennes, mars 1978 : 4 p.
- 13 - Centre d'Etude du Machinisme Agricole du Génie Rural, des Eaux et Forêts, 1982. - Disponibilités en éléments fertilisants d'origine animale et évaluation des exportations des cultures en Bretagne. - C.E.M.A.G.R.E.F. Informations techniques, cahier 45, n° 3, Rennes, mars 1982 : 6 p.
- 14 - Centre d'Etude du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêts, 1983. Evaluation des surfaces agricoles disponibles pour les épandages de déjections animales. - C.E.M.A.G.R.E.F. Informations techniques, cahier 51 n° 1, Rennes, septembre 1983 : 4 p.
- 15 - Chambre régionale d'Agriculture de Bretagne et Centre technique du Génie Rural, des Eaux et Forêts, 1980.- Etude de faisabilité d'une banque de lisier dans la région de Lamballe-Matignon (Côtes-du-Nord), Décembre 1980 : 24 p. et annexes.
- 16 - Chambre régionale d'Agriculture de Bretagne. - Colloque sur l'Agriculture littorale. - 25 septembre 1984. - Rapport de synthèse.
- 17 - Chambre d'Agriculture des Côtes-du-Nord, 1986. - Mise en place d'une banque de lisier expérimentale. - Communication présentée à la Journée "Banques de lisier" organisée par le Ministère de l'Agriculture (Direction de l'Aménagement). - Paris, 30 janvier 1986 : 7 p.
- 18 - Chambre d'Agriculture des Côtes-du-Nord. - Ecole Nationale de la Santé Publique de Rennes, 1984. - Protection des zones mytilicoles de la baie de Morieux. - Etude du Gouessant. - Résumé sommaire de l'étude - Décembre 1984 : 8 p.
- 19 - CHEVERRY (C.), MENETRIER (Y.), BARLOY (J.), HEDUIT (M.), 1978.- Epandage du lisier de porc et fertilisation. Synthèse, revue Bâtiment et environnement. - Ed. par Techniporc, Paris.
- 20 - CHEVERRY (C.), 1976. - Relations between pedological organisation of the soil and pig slurry landspreadings in Brittany. - Actes du "Seminar on landspreading of manure". - Modène (Italie), septembre 1976 : pp. 197-203.
- 21 - CHEVERRY (C.) et BUSON (C.), 1978. - Remarques pédologiques sur le problème des épandages de lisiers de porcs en Bretagne. - Note présentée par M. AUBERT à l'Académie d'Agriculture de France. - Séance du 25 octobre 1978 pp. 1183-1194.

- 22 - CHEVERRY (C.), MENETRIER (Y.), BUSON (C.), BOUILLE (S.), PLET (P.), AMIET (Y.), TANGUY (H.), TICO (S.), 1977.- Utilisation en Bretagne des lisiers de porcherie par épandage sur les sols : étude de l'évolution des sols et des eaux. Rapport scientifique final. - Convention de recherche n° 75-50 passée avec le ministère de l'Environnement et de la Qualité de la Vie. S.D.S. 107. E.N.S.A. Rennes : 9 p. (Communication personnelle).
- 23 - CHEVERRY (C.), 1981. - Rôle du sol en tant que système épurateur. Communication présentée au Comité Scientifique sur les problèmes de l'environnement, Paris, 2 au 4 mars 1981.- (Transcription de l'exposé) : 6 p.
- 24 - CHEVERRY (C.), avec la collaboration technique de BOUILLE (S.) et BEDIER (J.) 1982. - Une conséquence des épandages de lisier de porcs sur les sols bretons : l'enrichissement en nitrates et en calcium des solutions du sol. - (communication présentée aux XVIIèmes journées de l'Hydraulique, organisées par la Société Hydrotechnique de France à Nantes du 14 au 16 septembre 1982, question II, rapport n° 11 : 7 p.
- 25 - CHEVERRY (C.) avec la collaboration technique de BEDIER (J.), BOUILLE (S.) et QUIDU (O.), 1982. - Analyse pédologique de l'évolution chimique des sols soumis à des épandages de lisier de porc. - E.N.S.A. et I.N.R.A., laboratoire de Sciences du sol, Rennes.
- 26 - CLEMENT (J.C.), 1985. - Etude de la qualité des eaux du Mor-Bras. Synthèse des données acquises en 1983. - Bulletin Association halieutique du Mor-Bras 56 Vannes. Avril 1985 : 106 p. et annexes.
- 27 - CLERC (P.), 1981. - Etude de la pollution diffuse dans les Côtes-du-Nord ; les activités agricoles sur le bassin de la Noé Sèche, affluent du Gouët. - D.A.A. "Protection et aménagement des milieux naturels". - E.N.S.A., Rennes : 35 p. et annexes.
- 28 - COILLARD (J.), 1984. - Eléments de réflexion pour la mise en place d'une installation de méthanisation dans un élevage de porcs. - Revue du Génie rural, mai-juin 1984 : pp. 13-18.
- 29 - Colloque régional. - Production agricole et gestion de l'eau. - Rennes, 20 janvier 1981. - Rapport de synthèse réalisé avec le concours de MM. COPPENET, SEUX, DAVID, JEHANNO, CHEVERRY et EDELINE.
- 30 - Commission des Communautés européennes, 1978. - L'épandage des effluents d'élevage sur les sols agricoles dans la Communauté européenne. - (I-bases scientifiques pour une limitation des épandages et critères pour des dispositions réglementaires). - Informations sur l'agriculture n° 47, Bruxelles - Luxembourg : 168 p. et annexes.
- 31 - COPPENET (M.) et GOLVEN (J.), 1984.- Etude lisier - sol - plante, bilan de dix années de Suivi dans une soixantaine d'exploitations intensives du Finistère.- I.N.R.A. et Chambre départementale d'Agriculture, Quimper, Septembre 1984 : 33 p. et annexes.

- 32 - Département des Côtes-du-Nord - D.D.A.F., 1985. - Programme d'utilisation rationnelle des déjections animales. Communication présentée à la Journée "Banques de lisier organisée par le Ministère de l'Agriculture (direction de l'Aménagement), Paris, 30 janvier 1986.- 21 p. et annexes.
- 33 - "Eaux et Rivières de Bretagne", revue de l'Association pour la Protection des Salmonidés en Bretagne (A.P.P.S.B.). - n° 55, 1er trimestre 1986, "Lisier : menace sur nos estuaires" : 4 p.
- 34 - Ecole Nationale de la Santé Publique, Rennes et Ecole Nationale du Génie rural, des Eaux et Forêts, Paris, 1973. - Séminaire sur la réduction des nuisances des porcheries, 18 au 22 juin 1973. - Recueil des exposés.
- 35 - FAUST (M.A.), 1976. - Coliform bacteria from diffuse sources as a factor in estuarine pollution. - Water Research, vol. 13 : 619-627 p.
- 36 - GARNIER (E.), 1984. - Evolution des activités humaines en relation avec le milieu dulçaquicole sur les bassins versants du Scorff et du Trieux de 1950 à 1984. - Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'Agronomie approfondie. - E.N.S.A.-I.N.R.A., Rennes.- Octobre 1984 : 41 p. et annexes.
- 37 - HANGARD (G.) et RIGUIDEL (Ph.), 1978. - Essai de détermination des origines de la pollution reçue par une rivière. - Etude de la Rance supérieure. - I.N.S.A.-E.N.S.P., Rennes : 49 p. et annexes.
- 38 - Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes (laboratoire de contrôle sanitaire de Saint-Malo), 1984. - Influence des rivières Le Gouessant et Le Frémur sur la qualité des eaux conchylicoles de la baie de Morieux et de la baie de la Fresnaye. - Etude sur convention passée avec la Direction des Affaires Maritimes de Bretagne-Vendée.- Novembre 1984 : 25 p. et annexes.
- 39 - JEHANNO (M.), 1981. - Les Banques de lisier ont-elles un intérêt en Bretagne ? Résultats de l'étude du secteur Lamballe-Matignon, Côtes-du-Nord. - C.E.M.A.G.R.E.F., Rennes. - Communication présentée au colloque régional Production agricole et gestion de l'eau, Rennes 20 janvier 1981 : 12 p.
- 40 - LAPIERRE (O.), BERTHEAS (M.P.), BRETTE (C.), 1976. - Valorisation et traitements rationnels des déjections de poules pondeuses. - Ed. par CEREOPA, Paris.- Février 1976 : 116 p.
- 41 - MAGGI (P.), SOULARD (L.), TRUQUET (I.) et CHAUVIN (J.), 1984. - Facteurs hydro climatiques et apparition d'eaux colorées en baie de Vilaine durant l'année 1983.- Rapport technique I.S.T.P.M. n° 8., novembre 1984 : 45 p.
- 42 - MANSOUX (N.), 1984. - Le Règlement Sanitaire Départemental. - Nouvelles prescriptions applicables aux activités d'élevage. - Revue du Génie rural, juillet 1984 : pp. 21-23.

- 43 - MARCAILLOU-LE BAUT (C.) et LASSUS (P.), 1985. - Dinoflagellés toxiques sur les côtes françaises. - Synthèse des connaissances sur les efflorescences estivales de *Dinophysis* et *Gyrodinium*. - Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes, tome XI VII, fascicules 3 et 4, décembre 1983 (1985) : 119.
- 44 - MENETRIER (Y.) et BUSON (C.). - Communication personnelle : "Bilan de trois années d'études sur des sols limoneux bretons recevant du lisier de porcs". - Laboratoire E.N.S.A.-I.N.R.A. de Rennes.
- 45 - MERCERON (M.), MANAUD (F.), GUILLAUD (J.F.), MONBET (Y.), 1981-1983. - Extension du port du Légué, Saint-Brieuc. - Etude d'impact sur l'environnement marin et Complément méthodologique. - C.N.E.X.O. (Centre Océanologique de Bretagne). - Etude réalisée sur convention passée avec la Chambre de Commerce et d'Industrie des Côtes-du-Nord) : 115 + 33 p. et annexes.
- 46 - Ministère de l'Agriculture. - (Centre Technique du Génie rural des Eaux et Forêts). - Division Production porcine et élevages industriels, 1979. - Recommandations concernant les équipements spécifiques des porcheries à sérum, novembre 1979 : 3 p.
- 47 - Ministère de l'Agriculture et Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie. Groupe de travail : Activités agricoles et qualité des eaux. - sous-groupe : Effluents d'élevage. - Rapport de synthèse rédigé par HENIN (S.), octobre 1980, Paris.
- 48 - Ministère de l'Agriculture (direction de l'Aménagement), 1985. - Activités agricoles et qualité des eaux/dossier Nitrates. - Ensemble de textes comprenant le rapport HENIN et d'autres publications parues de 1980 à 1984.
- 49 - Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie. - (direction de la Prévention des Pollutions), 1981. - Les effluents des élevages de porcs dans une zone à forte densité de production porcine, synthèse. - Ed. par CEREOPA, Paris, février 1981 : 28 p.
- 50 - Ministère de l'Agriculture (direction de l'Aménagement) avec le concours de la SOGREAH), 1985. - Etude d'un modèle de référence applicable à la création de banques de lisiers, guide méthodologique, Grenoble, octobre 1985 8 p.
- 51 - OLLIVIER (P.), 1974. - Qualité de l'eau de mer en baie de Morieux. Mémoire présenté à l'Ecole Nationale de la Santé Publique de Rennes (section urbanisme et génie sanitaire) : 74 p.
- 52 - "Penn ar Bed", revue de la Société d'Etude et de Protection de la nature en Bretagne, supplément n° 120, mars 1986. - Les porcheries industrielles et leur réglementation : 2 p.

- 53 - PERIGAUD (S.), 1984. - Pollution chimique des eaux par les activités agricoles. Bulletin des G.T.V. n° 4, 1984 : 12 p.
- 54 - PLET (P.) et TANGUY (H.), 1978. - L'enfouissement du lisier : conséquences sur la structure du sol et sur la diffusion des produits du lisier. - Expérimentation de Saint-Nicolas du Pélem, Côtes-du-Nord. - Laboratoire de recherches "Sciences du sol", I.N.R.A., Rennes, S.D.S. 105, avril 1978 : 101 p.
- 55 - PUTKA (B.J.) et KWAN (K.K.), 1980. - Bacterial Die-off and stream transport studies. - Water Research, vol. 14 : 909-915 pp.
- 56 - RAKSANYI (I.) et ETESSE (Y.), 1981. - Les effluents d'élevage dans la région de Lamballe-Matignon. - Communication présentée aux Journées de la Recherche porcine en France, 1981 : 47-58 pp.
- 57 - ROUGER (Y.), 1981. - Pollution diffuse et effets subléthaux de certaines pollutions. - Communication présentée à un colloque régional sur la production agricole et la gestion de l'eau. Rennes, 20 janvier 1981 : 1 p.
- 58 - Service Régional d'Aménagement des Eaux de Bretagne. D.D.A.F. des Côtes-du-Nord 1985. - Impact de l'Agriculture sur la qualité des eaux. - Bilan des études sur un bassin expérimental des Côtes-du-Nord (La Noé Sèche, affluent du Gouët), mai 1985 : 51 p.