

Déjections animales – un bref aperçu de la situation au Portugal

José R. Bicudo, Ivo F. Svoboda et Adrian Jones

Au cours des quinze à vingt dernières années, le développement d'exploitations d'élevage intensives où la densité animale est forte a conduit à une production massive de déjections. Celles-ci doivent être gérées sans causer de dommages à l'environnement.

Même si les grosses unités de production établies sur des superficies limitées sont susceptibles de causer les plus grands dommages, beaucoup de petites exploitations hors-sol qui, dans le cas de la production porcine, représentent la moitié de la production nationale, ont contribué de manière significative à détériorer la qualité des eaux de surface et souterraines.

Afin de donner une idée générale des problèmes de pollution dus à la production animale au Portugal, il a été nécessaire de recenser la population animale et d'évaluer la quantité de déjections produites. Les reneurs en matière organique et en éléments nutritifs ont également été estimés. La plupart des problèmes de pollution sont causés par le déversement du lisier non traité ou partiellement traité dans les eaux de surface ainsi que par l'épandage de grandes quantités de fumier ou de lisier.

Il est prouvé que les lois qui réglementent les autorisations d'exploitation de porcheries intensives et le déversement des effluents dans l'environnement (article 810/90 de la loi 90.09.10) n'ont pas contribué à réduire les problèmes de pollution, particulièrement ceux liés à la qualité des eaux de surface. Elles sont en fait très vagues et irréalistes quand on les compare aux exigences des eaux de rivière en termes de qualité (article 74/90 de la loi 90.03.07).

Les besoins d'amélioration de la qualité de l'eau au sein de l'Union Européenne ont forcé les responsables à contrôler les effets des déchargements d'effluents

dans les cours d'eau utilisés pour l'alimentation en eau potable ou pour l'irrigation. Ces effluents doivent, à tout moment, respecter certaines normes. Même si certains éleveurs déversent encore le lisier directement dans les cours d'eau, des systèmes de prétraitement avec digestion anaérobie, séparation mécanique des solides et lagunage ont été installés dans la plupart des porcheries intensives. Quelques éleveurs ont choisi le traitement aérobie, traitement qui peut être très efficace s'il est correctement utilisé. L'efficacité de ces systèmes de traitement est brièvement discutée car il faut évaluer si, compte tenu de la législation portugaise, les stations de traitement peuvent du point de vue économique et écologique respecter les normes définies.

Un autre chapitre est consacré à une brève description des projets de recherche récemment menés par le Laboratoire national de génie civil et qui sont centrés sur le traitement des déjections animales, et plus particulièrement sur le développement d'une stratégie visant à réduire la pollution due aux porcheries.

Nombre d'animaux et quantité de déjections

Utilisant des données officielles (INE, 1991), Costa *et al.*, ont estimé le nombre d'animaux existant au Portugal et la quantité de fumier que ces différentes espèces produisent chaque année (tableau 1).

La quantité de déjections produites au Portugal par les principales espèces animales est estimée à environ 25 300 000 tonnes/an. La charge organique associée est d'environ 3 000 000 tonnes/an en termes de DCO et 678 000 tonnes/an en termes de DBO₅ (ce qui équivaut aux déchets produits par plus de 30 millions d'habitants). Les éléments minéraux

José R. Bicudo
Laboratório Nacional
de Engenharia Civil,
Département d'hydro-
mécanique
Division de Génie
sanitaire
1799 Lisbonne,
Portugal

Ivo F. Svoboda
Scottish Agricultural
College, Département
des Biotechnologies,
Auchincruive, Ayr KA6
5HW, Écosse,
Grande-Bretagne
Adrian Jones
Scottish Agricultural
College, Ecole
d'ingénieurs
Auchincruive, Ayr KA6
5HW, Écosse,
Grande-Bretagne

Animaux	Nombre approximatif	Poids vif moyen (kg)	Poids total (t)	Unités (1U = 0,454 t)	Total des déjections (10 ³ t)	Total des déjections solides (10 ³ t)	DCO (10 ³ t)	DBO ₅ (10 ³ t)	N total (10 ³ t)	P ₂ O ₅ (10 ³ t)	K ₂ O (10 ³ t)
Bovins total	1 416 000										
< 2 ans	638 032	300	191 410	421 607	6 279	804	764	185	39	30	35
> 2 ans	765 975										
vaches											
laitières	405 601	500	202 801	446 697	6 065	770	678	127	30	12	24
Autres	360 374	500	180 187	396 888	3 940	457	403	75	22	17	20
Moutons	2 924 396	25	73 111	161 037	1 064	266	314	24	12	4	10
Porcs total	2 723 624										
Verrats	304 782	150	45 717	100 698	834	77	73	25	6	4	5
Porcs à l'engraissement	2 418 842	100	241 884	532 785	5 737	493	444	148	37	28	29
Volailles total	29 323 257										
Poules											
pondeuses	10 942 518	2,2	24 074	53 025	465	117	105	32	6	6	4
Poulets	18 380 739	1,9	34 923	76 924	904	228	205	62	16	6	6
Total	-	-	-	2 189 661	25 288	3 212	2 986	678	168	107	133

Tableau 1. - Estimation de la quantité de déjections produites annuellement par différentes espèces animales au Portugal (adapté de Costa *et al.*, 1993).

nutritifs (N + P₂O₅ + K₂O) représentent environ 400 000 tonnes/an. Soveral Dias (1994) a estimé la valeur marchande de ces déjections à plus 270 millions de dollars, les porcheries représentant au moins 70 millions de dollars.

En général, les déjections bovines représentent près de 60 % de la charge totale, c'est-à-dire de la fraction solide, des éléments minéraux et de la charge organique. Les lisiers de porcs représentent 25 %. Viennent ensuite les déjections déchets de volailles et de moutons qui représentent 10 et 5 %, respectivement.

Comme le montre la figure 1, la plupart des animaux sont concentrés près de la côte Ouest : de l'estuaire du Sado à l'extrême Nord, près de la frontière espagnole (Melgaço).

Les exploitations bovines (particulièrement les exploitations de vaches laitières) sont essentiellement concentrées dans le nord, autour des districts d'Aveiro et d'Oporto. Bien que la densité animale soit habituellement de moins de cinq animaux/ha, la quantité d'azote potentiellement disponible chaque année peut s'élever à 300 kg N/ha dans certaines régions.

Les porcs sont produits dans plus de 10 000 exploitations d'élevage. Le pourcentage de petites exploitations (moins de vingt truies) reste élevé. Elles produisent au moins 50 % des porcs du pays. La population porcine est très élevée dans la région côtière

du Centre-Ouest, juste au-dessus du district de Lisbonne jusqu'à Leiria, et au Sud de Lisbonne entre les estuaires Tagus et Sado. La quantité d'azote potentiellement disponible chaque année dans ces régions est de plus de 300 kg N/ha dans certaines villes.

La production avicole se regroupe au centre du pays autour du district de Viseu avec plus de 150 têtes/ha de terres agricoles (ou plus de 300 kg de N/ha/an dans certains endroits) et aussi dans le Centre-Ouest, particulièrement dans le district de Santarém.

Les moutons sont généralement élevés loin des côtes, dans le centre et l'est du pays, et l'évacuation du fumier ne pose normalement pas de problèmes.

Problèmes de pollution et pratiques de gestion des déchets

Le déversement des effluents partiellement traités ou des effluents bruts provenant de porcheries a sans doute contribué à la pollution des cours d'eau et des eaux souterraines. Ceci est particulièrement le cas dans le Centre-Ouest où les densités d'animaux, d'industries et d'humains sont fortes.

La plupart des cours d'eau de cette région sont très pollués par une contamination à caractère organique et microbiologique. Ils sont également sujets à des variations extrêmes de flux, étant essentiellement secs presque tout l'été, ce qui complique le problème.

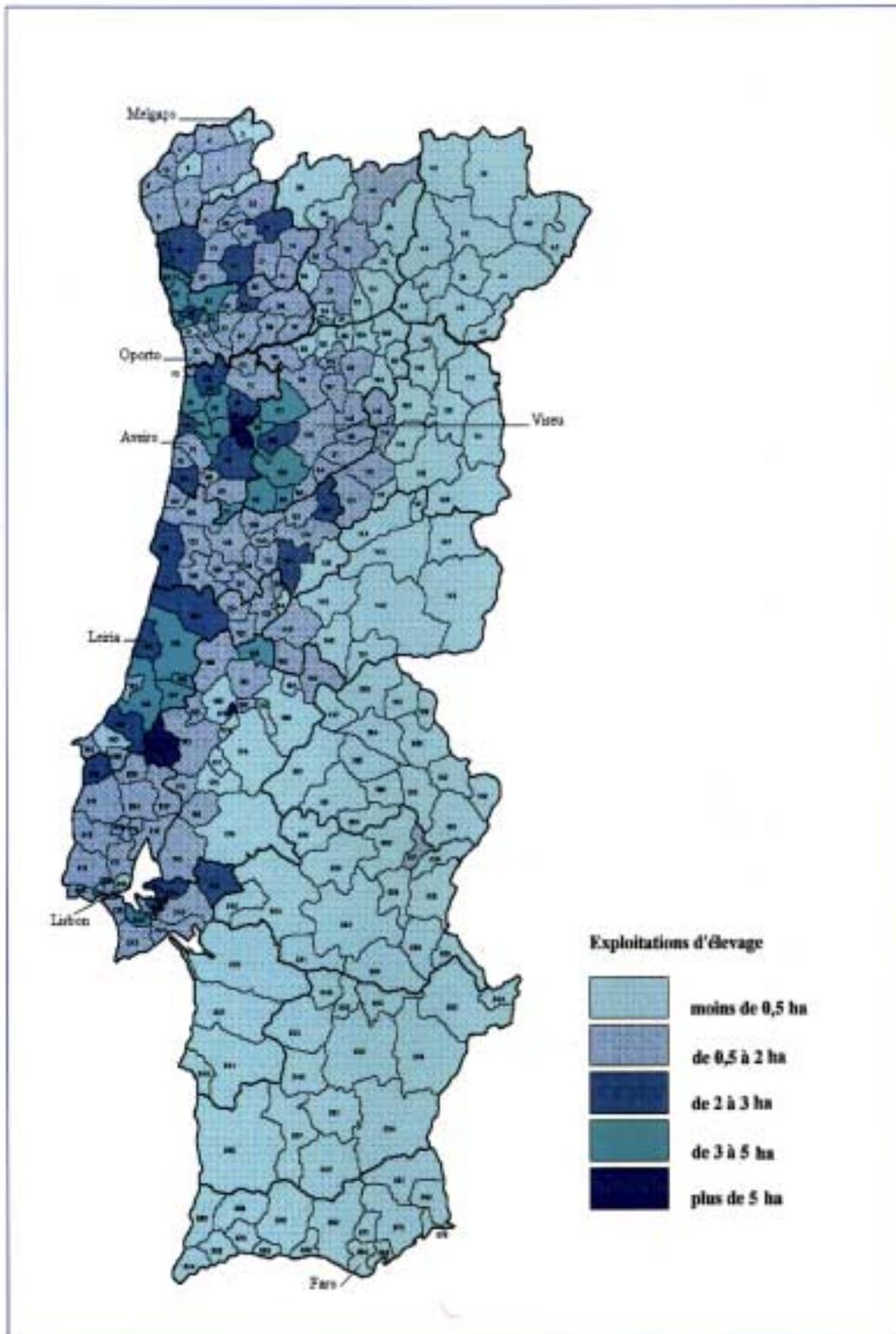


Figure 1. - Répartition spatiale des exploitations d'élevage par hectare de terre agricole utilisable.

Les plaines alluviales du bassin Tagus et d'Algarve, les dunes de la péninsule de Setúbal de même que les plaines calcaires de la Serra de Aire e Candeeiros, sont connues pour être très vulnérables aux risques de pollution des eaux souterraines (Lobo Ferreira *et al.*, 1994). La surveillance de plusieurs sources et captages dans ces régions a révélé des concentrations en nitrates atteignant 300 mg NO₃/l, comme le montrent les figures 2 et 3. La situation la plus critique est celle de l'Algarve où la contamination des eaux souterraines par les nitrates est généralisée du fait de l'agriculture intensive.

Figure 2 – Répartition de la concentration en nitrates (NO₃) dans les régions d'Estremadura et Baixo Tejo et de Sado (Lobo Ferreira *et al.*, 1994).

Des systèmes de traitement individuel ont été construits dans plusieurs porcheries ; les effluents traités sont, en général, déversés directement dans les cours d'eau. D'après un sondage réalisé auprès de 1 300 éleveurs de porcs (Bicudo et Albuquerque, 1995), près

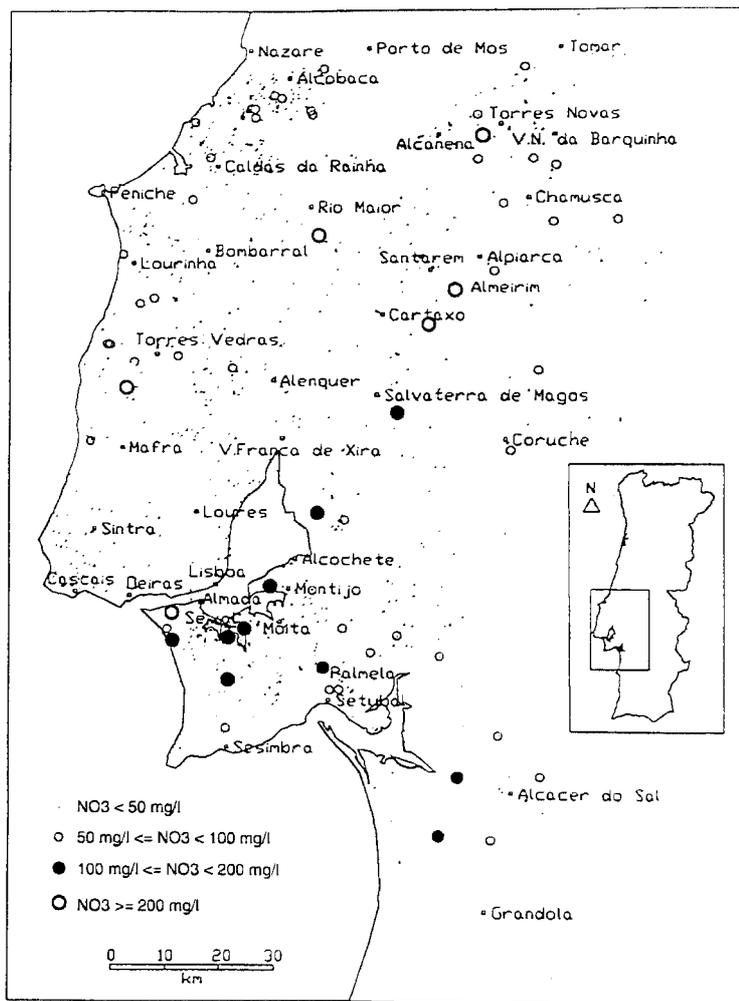
de 44 % d'entre eux ont installé un système de traitement. Un élément intéressant qui ressort de ce sondage est le fait que 67 % des sondés pensent que leur système de traitement fonctionne correctement. Ceci n'est toutefois pas l'impression que l'on a sur le terrain ou après avoir analysé des échantillons prélevés dans plusieurs de ces exploitations. Les systèmes diffèrent les uns des autres et leur efficacité laisse souvent à désirer. Le système le plus répandu est un séparateur mécanique suivi de trois à cinq étangs anaérobies connectés en série, comme le montre la figure 4.

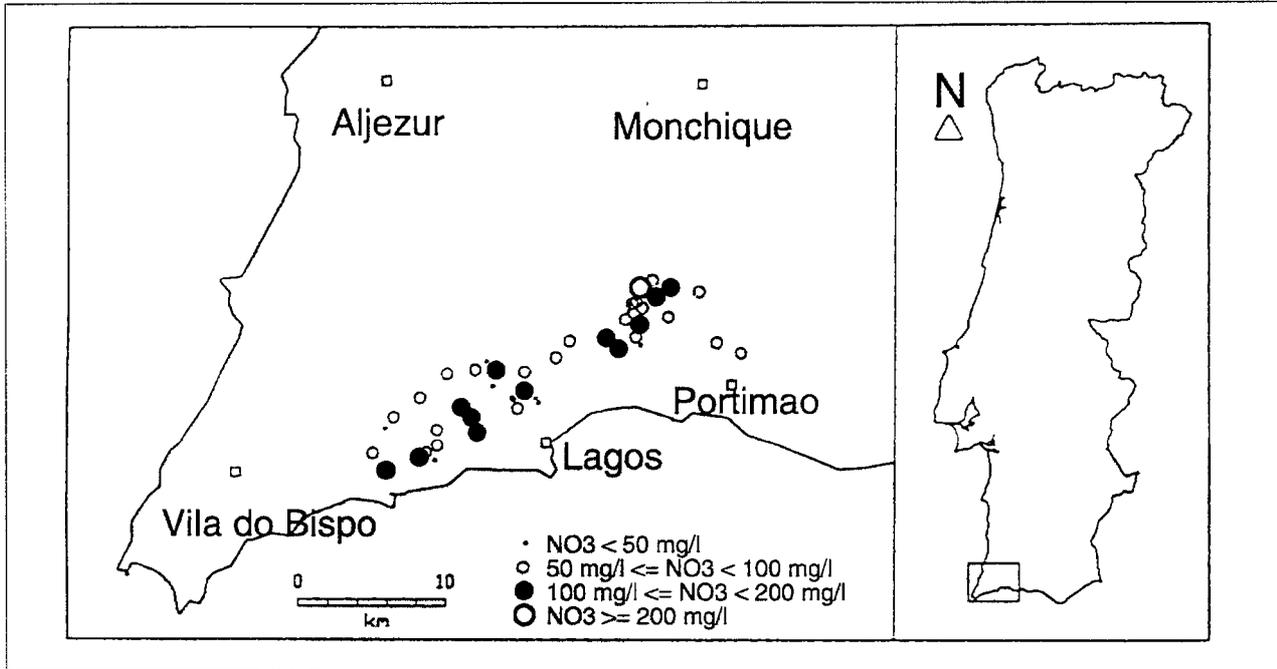
Quelques systèmes de traitement ont également été installés dans des exploitations d'élevage intensif de bovins et de volailles. Ces systèmes se composent essentiellement d'une digestion anaérobie des déchets. Le compostage est quelques fois pratiqué, mais sans grande efficacité.

Des stations de traitement centralisé des lisiers de porcs se développent sous forme de coopérative, et trois stations de ce genre fonctionnent déjà. Il est également question de construire au moins dix stations de traitement dans des régions où la densité animale est forte et le nombre de petites fermes élevé. Le système sélectionné est un digesteur anaérobie horizontal de bouchage/écoulement suivi d'un séparateur mécanique et de trois étangs connectés en série. La fraction solide est compostée et recyclée dans l'agriculture. La qualité des effluents produits par de tels systèmes ne permet pas leur déversement dans les cours d'eau.

Des stations de traitement centralisé, similaires à celles utilisées pour le traitement de la boue activée (capables de traiter entre 200 et 300 m³ de lisier par jour), ont également été construites en coopérative. Même s'il est possible de se plier aux exigences des dispositions actuelles en termes de DBO₅ et de MES, les coûts d'exploitation, y compris les coûts d'électricité et de main-d'œuvre d'ouvriers qualifiés, restent élevés. Une de ces stations a dû fermer car les éleveurs ne pouvaient plus faire face aux frais de maintenance et de fonctionnement. Une digestion anaérobie doit être installée pour produire de l'énergie à partir des biogaz, réduisant ainsi les coûts. Mais les fonds ne sont pas encore disponibles.

Il semble par ailleurs que, même si de nombreux éleveurs n'ont pas suffisamment de terrains pour épandre le lisier prétraité ou frais, ils ont accès à des champs de culture. De plus, la plupart des sols portugais sont pauvres ou extrêmement pauvres en azote et en matière organique. L'analyse de 120 000 échantillons entre 1980 et 1988 a prouvé que, dans 58 % des cas, les taux de matière organique étaient bas ou très bas,





et qu'ils étaient moyens dans 37 % des cas. Le nombre d'échantillons contenant des taux élevés de matière organique n'avait pas une importance significative (Soveral Dias *et al.*, 1989).

Beaucoup d'éleveurs épandent le lisier sur leurs terrains (s'ils en ont) ou le donnent à d'autres éleveurs. Cependant, ils ne sont généralement pas conscients de la valeur fertilisante du fumier et du lisier, pas plus qu'ils ne sont conscients des effets polluants de ce type de déjections sur l'air, l'eau et le sol. D'après le sondage réalisé par Bicudo et Albuquerque (1995) et déjà mentionné ci-dessus, seulement 14 % des éleveurs ont fait analyser leur sol et moins de 3 % ont fait analyser le lisier au moins une fois, alors que 77,4 % du lisier produit est déversé sur le sol. Il est clair qu'au Portugal, les éleveurs manquent d'informations techniques et que de telles informations sont essentielles à une bonne approche du problème des déjections animales.

Réglementation

■ En général

D'après l'article 46/94 de la loi 94.02.22, un permis est nécessaire pour tout épandage de déchets d'origine animale (traités ou pas) dans l'environnement (i.e. dans les cours d'eau ou sur le sol). Ces permis sont délivrés par les directions régionales pour l'En-

vironnement et sont valables pour une durée donnée après analyse et évaluation du système de traitement proposé. En cas d'épandage de fumier ou de lisier, le permis est accordé après l'avis du ministère de l'Agriculture sur le système de gestion des déjections proposé.

■ Qualité minimale des eaux de surface

Toute eau de surface doit satisfaire les normes minimales décrites dans l'annexe XXIV du décret 74/90 de la loi 90.03.07. Cette loi assimile en gros les dispositions et les normes définies par les Directives Européennes en matière de qualité de l'eau (75/440/CEE, 78/659/CEE, 80/778/CEE) et traitement des eaux usées (91/271/CEE). Les paramètres les plus importants qui doivent être pris en compte en cas de déversement du lisier traité dans les cours d'eau sont mentionnés dans le tableau 2.

■ Déversement du lisier de porcs dans les cours d'eau

L'article n° 810/90 de la loi 90.09.10 fixe les normes que doit satisfaire le lisier de porcs avant tout déversement dans un cours d'eau. Les paramètres du cours d'eau destinataire ainsi que les fluctuations de l'effluent ne sont pas pris en compte. Environ douze litres de lisier par animal et par jour doivent être utilisés afin de calculer les charges de DBO₅ et de MES.

Figure 3. - Répartition de la concentration en nitrates (NO₃) dans les plaines jurassiques du Sud-Ouest de l'Algarve (Lobo Ferreira *et al.*, 1994).

Paramètre	1995	1997	2000
pH	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0
Température (°C)	30	30	30
Oxygène dissoute (% saturation)	30	30	50
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	10	10	5
NH ₄ -N (mg N/l)	5	5	2
Phosphore total (mg P/l)	-	-	1
Chlorure (mg Cl/l)	250	250	250
Sulfates (mg SO ₄ /l)	250	250	250
Cuivre total (mg Cu/l)	0,5	0,5	0,1
Zinc total (mg Zn/l)	1,0	1,0	0,5

Tableau 2. - Qualité minimale des eaux de surface. Quelques paramètres choisis (adapté de l'article 74/90 de la loi portugaise 90.03.07).

En prenant en compte uniquement les exploitations d'élevage de plus de 200 animaux, on peut estimer qu'une réduction de l'ordre de 95 à 97 % est nécessaire afin de respecter les normes actuelles (concentrations de DBO₅ et de TSS de l'ordre de 500 mg/l). Mais, comme le montre le tableau 3, les dispositions qui réglementent le déversement du lisier de porcs dans les cours d'eau sont très vagues et même peu réalistes quand on les compare aux besoins des eaux de rivière en termes de qualité.

D'autres paramètres, tels que l'azote ammoniacal (NH₄⁺-N), l'azote total Kjeldahl (NTK), les phosphates (PO₄-P), les indicateurs à caractère bactériologique, etc., sont fixés par les autorités régionales compétentes qui prennent en compte l'emplacement de l'exploitation d'élevage et les caractéristiques des cours d'eau.

■ Épandage des déjections animales

Il n'existe pas de dispositions spécifiques à l'épandage des déjections animales. La plupart des exigences définies dans la Directive sur les Nitrates (91/676/CEE), telles que l'identification des zones sensibles, la préparation d'un code de bonnes pratiques agricoles, et l'établissement de Programmes d'Actions, sont lentement en cours d'élaboration.

L'article 446/91 de la loi 91.11.22 fixe les conditions selon lesquelles la boue, celle produite par les systèmes individuels, de même que celle produite par les stations de traitement, peut être déversée sur le sol. La loi spécifique récemment proposée sur ce sujet définit des charges maximales de métaux lourds présents dans la boue et le sol. Ces valeurs sont mentionnées dans le tableau 4.

Le lisier de porcs contient parfois d'importantes quantités de cuivre et de zinc, utilisés comme additifs alimentaires. On retrouve environ 75 % du cuivre et 95 % du zinc ingérés dans les déjections des porcs. Ces métaux peuvent donc certainement s'accumuler dans le lisier frais, et particulièrement dans la boue produite lors du traitement biologique et/ou physique et chimique du lisier.

Cependant, comme l'a remarqué Petruzzelli (1986), la quantité totale de métaux lourds contenus dans le sol et dans les déjections a peu d'impact sur l'environnement. Des travaux à l'échelle internationale sont menés sur ces éléments afin de déterminer la disponibilité réelle des métaux lourds par rapport à leurs formes chimiques dans le sol.

Recherche sur la prévention de la pollution causée par les déjections animales

Au Portugal, les recherches sur les déjections animales sont principalement menées par quatre organisations : le Laboratoire national de génie civil par l'intermédiaire de la Division du génie sanitaire, l'Institut national de génie industriel et technologique, l'université nationale d'agriculture et l'université nouvelle de Lisbonne.

L'Institut national de génie industriel et technologique a été impliqué dans le développement d'une technique de digestion anaérobie pour le traitement des déchets industriels et autres, y compris les déchets d'origine animale.

Tableau 3. - Déversement du lisier de porcs dans les cours d'eau (adapté de Svoboda, 1996).

Paramètre	Eaux de rivières norme	Lisier de porcs	Valeurs atteintes avec le prétraitement ^(a)	Dilution nécessaire
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	10	500	1 580	50 à 158
NH ₄ -N (mg N/l)	5	-	1 550	310
TSS (mg/l)	-	500	1 300	-
Sulfates (mg SO ₄ /l)	250	-	596	2,4
Cu (mg/l)	0,5	-	70	140

(a) - Ce sont des moyennes obtenues grâce à la caractérisation du lisier traité produit dans 25 différentes exploitations d'élevage au Portugal.

Paramètre	Terre			Boue
	pH ≤ 5,5	5,5 < pH ≤ 7,0	pH > 7,0	
Cadmium	1	3	4	20
Cuivre	50	100	200	1 000
Nickel	30	75	110	300
Plomb	50	300	450	750
Zinc	150	300	450	2 500
Mercurure	1	1,5	2	16
Chromium	50	200	300	1 000

Tableau 4.- Taux de métaux lourds dans le sol et le lisier (mg/kg de matières sèches) (d'après Soveral Dias, 1995)

Les travaux menés à l'université nationale d'agriculture sont centrés autour de l'épandage du fumier et du lisier. Il y a quelques années, des travaux sur la digestion anaérobie et sur l'utilisation de panneaux pour l'évaporation naturelle du lisier de porcs ont été menés.

Les travaux entrepris à l'université nouvelle de Lisbonne ont pour objet le traitement du lisier de porcs dans des lagunes d'algues à fort régime, mais ces travaux sont uniquement menés en laboratoire.

Depuis 1991, le Laboratoire national de génie civil est directement impliqué dans la recherche sur la prévention de la pollution due à l'élevage des animaux. Depuis, plusieurs documents ont été publiés sur la gestion et le traitement du lisier de porcs. Ce labora-

toire est peut-être en ce moment le premier laboratoire traitant de ce domaine au Portugal. Les plus récents projets qui ont été ou sont encore menés par sa Division de génie sanitaire concernent l'épuration du carbone et de l'azote du lisier de porcs grâce au traitement aérobie, le devenir et/ou l'effet de la bactérie sulfureuse pourpre dans les étangs anaérobies et le développement, au niveau national, d'une stratégie visant à prévenir la pollution due aux porcheries.

Cette stratégie a été développée en collaboration avec la faculté d'agriculture d'Ecosse et doit être mise en œuvre dans les trois prochaines années.

Le plan a été développé après étude de la situation actuelle en termes de gestion et d'efficacité des sta-



Figure 4. - Traitement du lisier de porcs dans les étangs anaérobies en série.

Tableau 5 - Gestion des déchets porcins dans le but de les réutiliser ou de les évacuer - avantages et inconvénients.

Options	Avantages	Inconvénients
Épandage du lisier brut	Coût de traitement minimal Perte minimale de sels nutritifs	Odeur désagréable Charge organique élevée
Épandage du lisier prétraité	Odeur minimum Réduction de la charge organique	Coût de traitement élevé Faibles pertes d'azote
Déversement du lisier prétraité dans les égouts publics pour traitement avec les effluents d'origine industrielle et urbaine	Gestion simplifiée pour l'éleveur en comparaison avec le traitement complet	Perte de sels nutritifs Augmentation des coûts de traitement et de manutention
Épandage de lisier traité	Odeur minimum Charge organique minimale Séparation et manipulation de N et P	Coût de manutention élevé
Déversement du lisier traité dans les cours d'eau	Gestion simple pour l'éleveur	Coût élevé Perte de sels nutritifs Pollution possible des eaux de surface et des eaux souterraines

tions de traitement existantes, des terrains disponibles et de la législation. Les systèmes qui comporteraient le déversement du lisier dans les cours d'eau ou des risques d'infiltration des déjections dans les eaux souterraines n'ont pas été jugés acceptables. Il n'a pas paru pratique d'un point de vue économique de satisfaire les normes de qualité requises pour tout déversement dans les cours d'eau. Même si plusieurs éleveurs de porcs n'ont pas les terrains nécessaires à l'épandage du lisier frais ou prétraité, il est prouvé qu'ils ont accès aux terres arables. Les principales options considérées dans le cadre de l'utilisation et de l'évacuation des effluents sont brièvement résumées dans le paragraphe suivant.

Options considérées dans le cadre de l'utilisation et de l'évacuation du lisier de porcs

Le déversement des effluents non traités conduit sans doute à des problèmes de pollution des cours d'eau et de l'aquifère. D'après des travaux menés dans d'autres pays (Brown, 1993 ; Farrel, 1996, etc.), il n'est pas nécessaire d'énoncer tous les effets qui conduisent inévitablement à un système inacceptable.

Au Portugal, les principales options en termes d'utilisation et de gestion des effluents porcins sont mentionnées dans le tableau 5, à commencer par la moins chère. Mais seules des études approfondies sur les conditions locales permettront de concevoir des systèmes de gestion du lisier de porcs et des déchets de

tout autre animal, y compris des systèmes d'épandage du lisier frais et prétraité ainsi que des systèmes de prétraitement ou de traitement pour petites ou grandes exploitations en fonction des terrains disponibles et de la qualité du cours d'eau destinataire.

Le déversement des effluents traités dans les cours d'eau devrait être minimisé afin de réduire les risques de pollution et d'améliorer l'environnement.

Il ne faut pas oublier que le prix de tout système doit être recouvrable par l'entreprise en termes d'investissement et de gestion ainsi qu'en termes de frais de maintenance. Des fonds supplémentaires peuvent permettre l'installation de systèmes fonctionnels, mais l'exploitation du système de manière satisfaisante dépendra des coûts de maintenance et d'exploitation. L'attention devrait être portée sur le fait qu'alors que des subventions sont parfois accordées pour l'investissement initial, les coûts d'entretien et de maintenance sont à la charge des producteurs.

Le traitement des déchets agricoles avec les effluents d'origine industrielle et urbaine doit être considéré dans les régions où des grandes stations d'épuration seront construites ou sont déjà en opération. Le lisier de porcs contient des éléments minéraux qui sont absents de la plupart des effluents industriels et qui doivent y être ajoutés (cellulose, ...). En revanche, le lisier de porcs contient d'importantes quantités de matières réfractaires (principalement des matières lignocellulosiques, la cellulose incorporée, l'hémi-

cellulose et des pigments biliaires), difficiles à éliminer. Les ingénieurs et les techniciens doivent être conscients que la fraction non biodégradable de la DCO est une source de problème puisqu'elle n'est pas affectée par le traitement et reste le composant majeur de cette DCO.

Les valeurs de DCO soluble obtenues par des données expérimentales (Bicudo et Svoboda, 1995) étaient proches de 600 mg/l. Même si aucune tentative n'a été faite pour identifier les éléments de cette DCO, il paraît raisonnable de penser qu'elle correspond à de la matière réfractaire. D'autres études menées en laboratoire semblent indiquer qu'il n'est pas possible de les réduire en-dessous de 250 mg/l (Bortone *et al.*, 1992 ; Germirli *et al.*, 1993).

La mise en œuvre d'une stratégie visant à prévenir la pollution dans les porcheries est primordiale afin de minimiser les problèmes de pollution et, dans la mesure du possible, recycler dans la terre les éléments fertilisants contenus dans le lisier. Il est important de réaliser que tout frais sera un frein au développement de systèmes efficaces et sûrs. L'acceptation du principe de traitement et/ou d'épandage dépendra de l'échange d'informations entre directions régionales, éleveurs, inspecteurs et hommes de loi, éducateurs et surveillants.

Conclusion

Même si le déversement des effluents bruts ou partiellement traités en provenance des exploitations d'élevage a sans doute contribué à polluer les cours d'eau et les eaux souterraines au Portugal, les problèmes causés par ce genre de pratique restent encore localisés et, dans la plupart des cas, n'ont pas atteint des proportions alarmantes.

Des systèmes de traitement individuels ont été construits dans plusieurs exploitations et les effluents traités sont, en général, déversés dans les cours d'eau. Les systèmes varient les uns des autres et les résultats sont souvent inefficaces et peu constants. Le système le plus fréquent est constitué d'un séparateur mécanique suivi de trois à cinq étangs anaérobies connectés en série. Quelques systèmes individuels ont également été installés dans les exploitations d'élevage intensif de bovins et de volailles et consistent essentiellement en une digestion anaérobie des déchets. Le compostage est parfois utilisé, mais sans grande efficacité.

Le traitement du lisier de porcs en unités collectives se développe sous forme de coopératives et trois

stations de ce genre fonctionnent déjà. Il est question d'en construire dix autres dans des régions où la densité animale est forte et le nombre de petites fermes élevé. Les expériences faites dans d'autres pays montrent que les normes de déversement sont rarement respectées, même si des techniques sophistiquées sont utilisées et une énergie considérable dépensée. Une étude technique et économique des stations de traitement semble manquer. Une telle étude devrait inclure les facteurs suivants : coût d'investissement, coût de transport, remplacement des tracteurs et des tonnes, coût de maintenance et d'exploitation de l'usine de traitement, formation du personnel, redistribution des boues stabilisées, contrôle de l'efficacité du procédé de traitement et qualité de l'effluent.

Les dispositions spécifiques qui réglementent le déversement du lisier de porcs dans les cours d'eau restent très vagues et même irréalistes quand on les compare aux exigences des eaux de rivière en termes de qualité. Il faut donc considérer s'il est économiquement faisable et environnementalement judicieux de satisfaire ces normes. La loi doit être telle qu'elle doit être accessible tout en remplissant ses objectifs. En n'étant pas accessible, elle conduit à une forme de démotivation et les objectifs réels et nécessaires ne pourront être atteints.

Aucune disposition particulière ne réglemente l'épandage des déjections animales et la plupart des exigences définies dans la Directive sur les nitrates (91/676/CEE) telles que l'élaboration d'un code de bonnes pratiques agricoles se mettent lentement en place.

Au Portugal, la recherche sur les déjections d'origine animale est centrée sur les systèmes de traitement du lisier et est menée essentiellement par quatre organisations. Récemment, le Laboratoire national de génie civil a été impliqué dans le développement d'une stratégie permettant, au niveau national, de prévenir la pollution due aux porcheries. Ce plan devrait être mis en œuvre dans les trois prochaines années.

Après examen de la situation au Portugal et comparaison de cette situation avec celle des autres pays à forte production animale (Angleterre, Hollande, Bretagne en France, pays de l'Est de l'Europe), il apparaît clairement que les systèmes d'évacuation qui consistent à déverser les effluents directement dans les cours d'eau ou qui impliquent des risques d'infiltration des déjections dans les eaux souterraines ne sont pas acceptables. Il ne paraît cepen-

dant pas possible d'un point de vue économique de traiter les effluents de manière à satisfaire les normes de rejet.

Il semble que les éleveurs ont accès à des terrains d'épandage même s'ils n'en sont pas forcément les propriétaires. L'épandage du fumier et du lisier paraît être la solution la plus acceptable pour les éleveurs portugais. Une étude plus détaillée de la situation au niveau local est nécessaire afin de confirmer ce potentiel. Une telle étude établirait ainsi les fondements d'une gestion appropriée du lisier qui comprendra par ordre de préférence l'épandage du lisier brut et prétraité, le traitement partiel du lisier pour évacuation dans les égouts et traitement complémen-

taire dans les stations d'épuration des eaux usées d'origine industrielle et urbaine, et traitement complet du lisier en utilisant plutôt des techniques alternatives à faible coût. Le choix de ces options sera basé sur la disponibilité des terrains, les caractéristiques des eaux douces et souterraines et autres contraintes liées à l'environnement, telles que la volatilisation de l'ammoniac, l'émanation des odeurs et la contamination par les pathogènes.

La mise en œuvre d'un plan sera essentiellement basée sur l'adoption d'un système de gestion individuel ou collectif des déchets ou des éléments minéraux d'origine animale, comme cela est fait dans d'autres pays européens. □

Résumé

Plusieurs problèmes environnementaux liés à la production animale au Portugal sont identifiés en termes de charge de matière organique et d'éléments fertilisants. Leurs effets se répercutent sur la qualité des eaux souterraines et des eaux de surface et, d'une certaine façon, sur les caractéristiques des sols. Plusieurs approches ont été adoptées et utilisées ces dernières années, suite à la mise en application de dispositions générales et spécifiques sur l'environnement, afin de résoudre ces problèmes. Cependant, les dispositions actuelles définissant, par exemple, les normes que doivent satisfaire les lisiers de porcs avant tout déversement dans les cours d'eau ne sont pas réalistes quand on les compare aux exigences de qualité des eaux de rivière. Les travaux de recherche menés récemment sur la prévention de la pollution causée par la production animale montrent qu'au Portugal, la solution la plus acceptable est l'épandage du lisier et du fumier sur la terre. Une étude plus détaillée au niveau local est nécessaire afin de confirmer ce potentiel.

Bibliographie

- BICUDO, J. R., and ALBUQUERQUE, A., 1995. Caracterização do sector da suinicultura relativamente ao estado de adequação à legislação ambiental. Laboratório Nacional de Engenharia Civil e Federação Portuguesa de Associações de Suinicultores, Relatório nº 195 - NHS, 172 p.
- BICUDO, J. R., and SVOBODA, I. F., 1995a. Effect of intermittent cycle extended aeration treatment on the fate of carbonaceous material in pig slurry. *Bioresource Technology*, Vol. 54, pp. 53-62.
- BORTONE, G., GEMELLI, S., RAMBALDI, A. and TILCHE, A., 1992. Nitrification, denitrification and biological phosphate removal in sequencing batch reactors treating piggery wastewater. *Water Science and Technology*, Vol. 26, No. 5/6, pp. 977-985.
- COSTA, A. S. V., SOVERAL DIAS, J. C., SEMPITERNO, C. M. L., and DIAS, R. M. S., 1993. Protecção das águas doces, costeiras e estuarinas contra a poluição causada por nitratos - contribuição para o estudo das fontes poluidoras de origem agro-pecuária. Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, Laboratório Nacional de Engenharia Civil e Direcção-Geral do Ambiente, Relatório nº 41/94-NHS, 59 p.
- GERMIRLI, F., BORTONE, G., ORHON, D., TILCHE, A., 1993. Fate of residuals in nitrification-denitrification treatment of piggery wastewaters. *Bioresource Technology*, no. 45, pp.205-211.
- INE, 1989. Recenseamento Geral da Agricultura.
- INE, 1991. Estatísticas Agrícolas.
- INE, 1994. Estatísticas Agrícolas.
- IPPAA, 1994. Declarações de existências de suínos.

LOBO FERREIRA, J. P., OLIVEIRA, M., and MOINANTE, M. J., 1994. Caracterização do estado das águas subterrâneas em relação à poluição causada por nitratos. Laboratório Nacional de Engenharia Civil e Direcção-Geral do Ambiente, Relatório nº 43/94 - GIAS.

PETRUZZELLI, G., 1989. Recycling wastes in agriculture: heavy metal bioavailability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 27, pp. 493-503.

SOVERAL DIAS, J. C., FERNANDES, R., SANTOS, A. D., and GONÇALVES, M. S., 1989. Estado geral da fertilidade dos solos da Beira Litoral, Beira Interior, Ribatejo e Oeste e Alentejo. *I Encontro sobre fertilidade do solo e fertilização*, LQARS, Lisboa, pp. 1 - 13.

SOVERAL DIAS, J. C., 1994. Os efluentes das suiniculturas e a sua utilização agrícola. *II Congresso Nacional de Suinicultura*, 22-23 Setembro, Montijo.

SOVERAL DIAS, J. C., 1995. Comunicação pessoal.

SVOBODA, I. F., 1996. Identification of environmental problems and objectives of a strategic plan for pollution prevention from pig farms in Portugal. Paper presented in *Seminário para a apresentação e discussão do Plano de Adaptação à legislação ambiental pelo sector da suinicultura*, LNEC, FPAS, 22-23 Janeiro, Lisboa.

José R. Bicudo a étudié le Génie Sanitaire au Brésil. En 1988, il a obtenu un Ph.D de l'université de Newcastle en Angleterre. Le sujet de sa thèse est « Mesurer la ré-aération dans les cours d'eau ». Pendant un an, il a été chercheur et conférencier à l'Université de Sao Paulo, Brésil, où il a travaillé sur un projet lié au processus de transfert des masses air-eau. Il a rejoint le Laboratoire national de génie civil en tant que chercheur en 1990. Une de ses premières tâches a été de développer un projet sur l'élaboration des grandes lignes de traitement du lisier de porcs. Dès lors, il s'est beaucoup intéressé à ce sujet et est devenu responsable du développement et de la mise en œuvre d'un plan visant à prévenir la pollution dans les porcheries au Portugal.

Ivo F. Svoboda a obtenu un Master en Chimie de l'Institut de technologie chimique de Prague puis un Ph.D sur « Le traitement du lisier » de l'université de Glasgow. Il a travaillé dans différentes organisations à Prague sur les techniques d'échanges des ions et également sur le traitement des déchets agricoles et industriels. Il a rejoint la Faculté d'agriculture d'Ecosse en 1978 où il travaille en tant qu'ingénieur chargé de la recherche et du développement, et expert sur le traitement des déchets agricoles et industriels. Il donne aussi des cours en biotechnologie et sur la pollution de l'environnement. Il a publié plus de vingt articles scientifiques et chapitres de livres.

Adrian Jones a obtenu sa maîtrise de la faculté nationale de génie agricole de Silsoe, Angleterre. Il a rejoint la faculté d'agriculture d'Ecosse en 1977 et est devenu spécialiste de la gestion des déchets agricoles, de la conception et spécification des systèmes de traitement des déchets. Il a activement contribué à l'élaboration des grandes lignes du stockage de l'épandage des déjections animales en Ecosse. Son expérience et sa compréhension des problèmes et des besoins des éleveurs viennent de son étroite collaboration sur le terrain avec ces derniers.