
Gestion et traitement des déjections animales en Italie : situation actuelle

Sergio Piccinini et Giuseppe Bonazzi

En Italie, la production animale est surtout concentrée dans le Nord du pays (ISTAT, recensement de l'agriculture en Italie, 1990) et plus particulièrement dans la vallée du Pô où les exploitations intensives regroupent près de 66 % de la population bovine totale (environ 7,8 millions de têtes), 75 % de la population porcine (environ 8,4 millions de têtes) et 72 % de la population avicole (environ 173 millions de têtes). Le tableau 1 et les figures 1, 2 et 3 décrivent bien le secteur de la production animale en Italie.

Au cours de ces dix dernières années, il n'y a pas eu d'augmentation importante du nombre d'animaux produits, mais plutôt une augmentation de la taille des unités de production, et principalement des exploitations porcines (tableau 2).

De ce fait, les terrains sont surchargés de déjections animales ce qui augmente les risques de pollution de l'eau potable due au lessivage des nitrates et à l'eutrophisation des eaux de surface par le ruissellement des éléments nutritifs.

La concentration des nitrates dans la nappe phréatique est contrôlée par les Agences régionales de protection de l'environnement (ARPA). Cette concentration est très élevée dans certaines régions de la vallée du Pô (régions sensibles), où la production animale est importante. La figure 4, par exemple, montre les taux de nitrates dans la nappe phréatique en Emilie-Romagne.

Les pertes de phosphore dues au ruissellement sont supposées contribuer de 9 à 14 % aux rejets de P dans la mer Adriatique du Nord (tableau 3).

Le CRPA et d'autres divisions des universités de Milan, Turin et Udine tentent de quantifier les pertes en ammoniac par volatilisation.

La législation actuelle

En Italie, l'épandage des déjections est réglementé par les Administrations régionales. Compte tenu des différences territoriales, ces dispositions changent considérablement d'une région à une autre.

En limitant cet article aux régions administratives de la vallée du Pô, qui représentent 70 % de la production animale italienne, voici quelques-unes de ces différences majeures.

■ La durée de stockage des déjections

Cent-vingt jours dans la région piémontaise ; en Lombardie : 120 jours pour les lisiers de porcs, de bœufs de boucherie et de volailles, 90 jours pour les déjections de vaches laitières ; en Emilie-Romagne : 180 jours pour les lisiers de porcs, bœufs de boucherie et volailles, et 120 jours pour les déjections de vaches laitières ; en Vénétie : 180 jours pour les lisiers de porcs et de volailles, 120 jours pour les déjections de bœufs de boucherie et de vaches laitières.

■ La charge d'azote

Dans la région piémontaise, la charge maximum d'azote pouvant être épandue sur un sol de texture fine est de 250 kg/ha/an et de 500 kg/ha pour un sol à texture grossière. En Emilie-Romagne, la quantité maximale est de 170 kg/ha par an sur un sol sensible (selon la Directive européenne sur les nitrates) et 340 kg/ha par an sur sol non sensible. En Lombardie, la charge annuelle maximale d'azote est déterminée en fonction des besoins des cultures et des caractéristiques du sol. En Vénétie, la charge est de 320 kg/ha par an.

Par exemple, le tableau 4 montre l'équivalence entre la charge d'azote et le poids utile de l'animal selon les dispositions régionales en Emilie-Romagne.

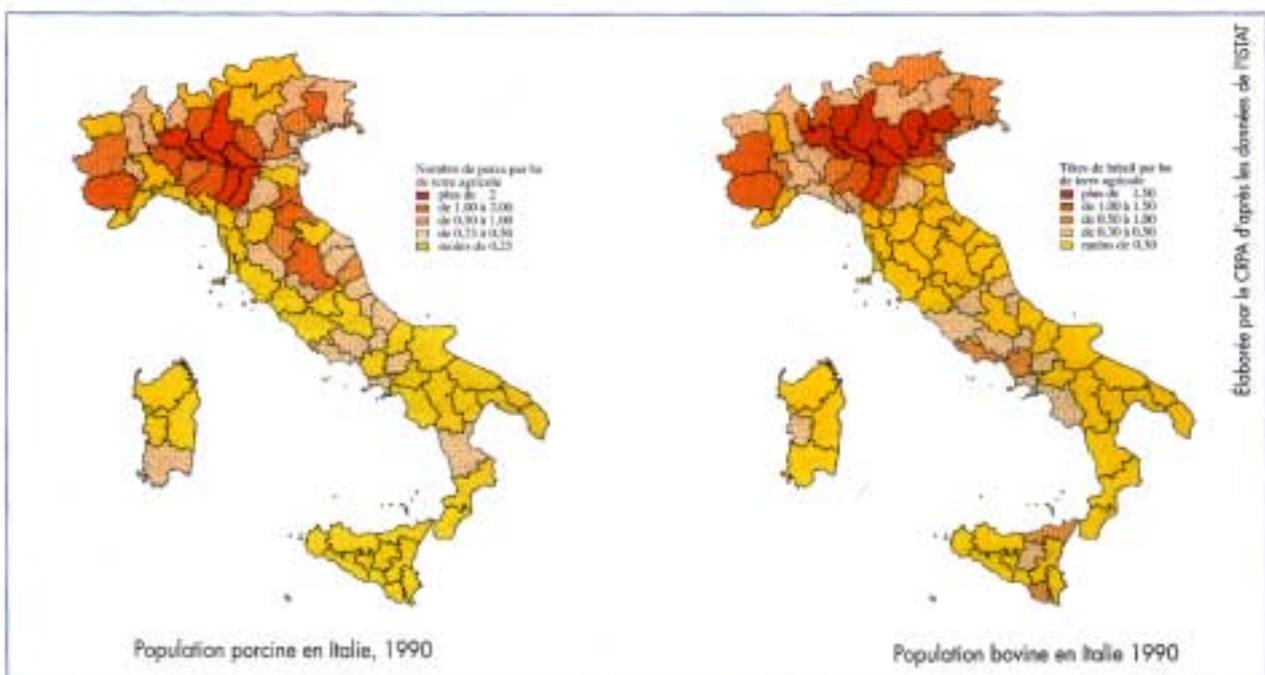
S. Piccinini et G. Bonazzi

Centre de Recherche sur la production animale (C.R.P.A.) - Division de l'environnement
Italie

Région	Porcs nb têtes	Bovins nb têtes	Volailles nb têtes	Terre cultivable hectares
Piémont (Vallée du Pô)	756 129	987 928	13 725 625	1 120 250
Lombardie (Vallée du Pô)	2 879 745	1 953 658	29 278 035	1 104 278
Vénétie (Vallée du Pô)	581 386	1 161 992	49 668 698	881 267
Frioul Vénétie Julienne (Vallée du Pô)	207 531	152 869	6 569 727	256 855
Emilie-Romagne (Vallée du Pô)	1 896 600	871 425	26 105 112	1 232 220
Total Vallée du Pô	6 321 391	5 127 872	125 347 197	4 594 870
Vallée d'Aoste	556	40 131	29 853	96 594
Trentin Haut Adige	33 054	205 140	1 574 413	422 373
Ligurie	3 690	22 187	577 061	92 483
Toscane	292 785	150 230	5 248 025	927 568
Ombrie	352 980	97 194	6 696 872	396 185
Les Marches	249 017	118 212	9 326 203	549 143
Le Latium	180 892	342 334	3 930 725	834 151
Les Abruzzes	133 590	116 265	4 072 645	521 093
La Molise	57 816	66 384	4 013 603	250 693
La Campanie	163 752	317 445	4 055 097	662 209
Les Pouilles	37 713	164 437	1 434 391	1 453 865
La Basilicate	75 528	86 756	662 197	624 134
La Calabre	145 547	144 323	1 509 400	663 418
La Sicile	100 108	466 402	2 809 004	1 598 901
La Sardaigne	258 102	286 840	2 084 729	1 358 229
Total Italie	8 406 521	7 752 152	173 371 415	15 045 909

Source: Istat census of Italian agriculture

Tableau 1. - Populations porcine, bovine et avicole en Italie - 1990



Périodes durant lesquelles l'épandage est interdit

- pas d'interdiction dans le Piémont et la Vénétie ;
- de décembre à février en Lombardie, quand les autorités régionales l'estiment nécessaire ;
- de décembre à février en Emilie-Romagne, dans tous les cas.

L'épandage est interdit dans toutes les régions si le sol est gelé, couvert de neige ou saturé d'eau.

Ces différences ont créé d'importantes distorsions de marché : les éleveurs de régions où la réglementation est plus sévère sont forcés de faire face à des coûts de production plus élevés.

Un effort est entrepris en vue d'éliminer ces différences qui ne semblent pas être justifiées par des différences territoriales (type de sol, climat) et de normaliser les dispositions au moins dans les cinq régions de la vallée du Pô.

Pour ce faire, les responsables du fleuve Pô ont récemment ratifié une directive, avec l'accord de toutes les régions de la vallée du Pô, dans laquelle sont définies certaines normes communes que doivent respecter toutes les régions. Ces dispositions concernent la durée de stockage 180 jours, (120 pour le fumier de vaches laitières), les interdictions d'épandage (du 15 décembre au 28 février) et les charges maximales d'azote à épandre (340 kg d'azote par hectare et par an).

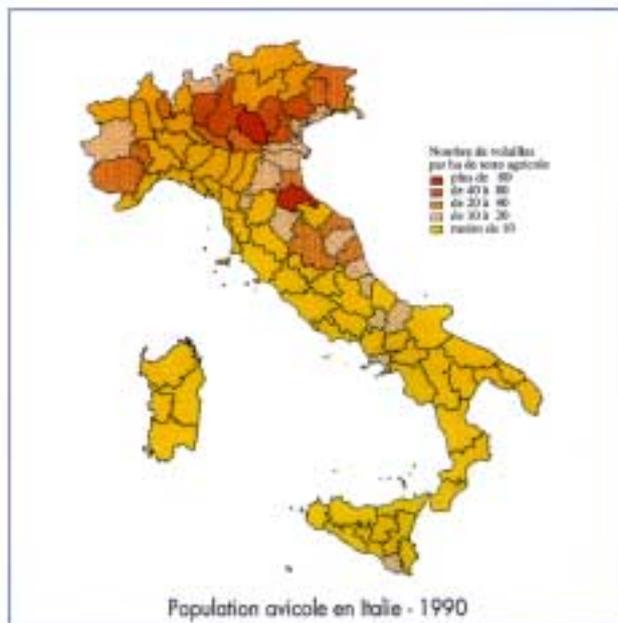
Les régions qualifiées de vulnérables ne peuvent, d'après la directive européenne 91/676, recevoir que 170 kg d'azote par an et par hectare. Cette valeur peut être portée jusqu'à 210 kg les quatre premières années d'utilisation.

Dans le cas particulier où une ou deux espèces cultivées sont très exigeantes en azote, ces valeurs peuvent aller jusqu'à 340 kg dans des régions vulnérables, si un « Plan de fertilisation » démontrant l'utilisation à bon escient des déjections est établi. Dans ce « Plan de fertilisation » des mesures visant à limiter les risques de pollution de l'eau doivent être explicitées.

Gestion et évacuation des déchets

■ Stockage

La dilution du lisier et la durée prolongée du stockage (180 jours selon certaines réglementations régionales) exigent de très grands bassins. Des fosses à lisier creusées dans la terre (étangs), très répandues en Italie, ont une profondeur de 2,5 m ou moins. De ce fait, pour un volume donné, une grande par-



Taille du troupeau	Élevage de porcs		Têtes	
	nombre	%	nombre	%
1 - 99 têtes	268 400	98,2	1 003 800	12,0
100 - 399 têtes	2 300	0,8	527 600	6,3
400 - 999 têtes	1 400	0,5	1 071 600	12,9
> 1,000 têtes	1 300	0,5	5 745 000	68,8
Total	273 400	100	8 348 000	100

Tableau 2. – Système italien de croisement des porcs (1993), source : étude Eurostat 1993 sur la structure des exploitants.

Source	P (t/y)	%
Déchets de ville	13 780	64
Agriculture	3 732	17
Cheptel	2 624	12
Industrie	992	5
Terres non cultivables	361	2
Total	21 489	100

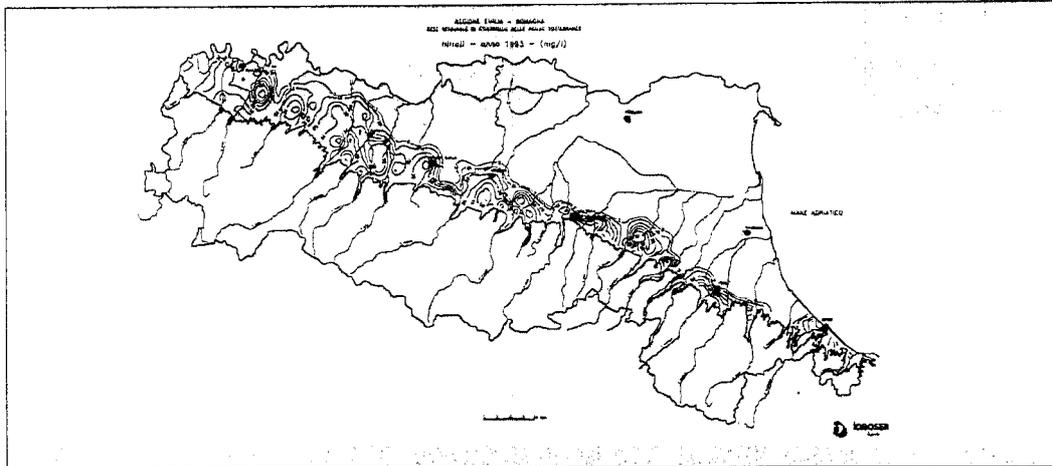
Tableau 3. – Source de phosphate contribuant à l'eutrophisation de la mer Adriatique. Élaboré par le CRPA d'après données de l'Institut italien de la recherche sur l'eau - 1988.

Animaux	Zone sensible :		Zone non sensible :
	Ttl pds ut./ha équivalent à 170 kg N/ha	à 210 kg N/ha*	Ttl pds ut./ha équivalent à 340 kg N/ha
Bovins	1,8	2,2	3,6
Porcs	1,5	1,9	3,0
Poules	0,9	1,0	1,8
Poulets	1	1,2	2

* Charge d'azote observée dans la zone sensible au cours des quatre premières années de l'application de la loi régionale.

Tableau 4. – Bilan entre la charge en azote et le poids utile de l'animal d'après la loi en Emilie-Romagne.

Figure 4. - Taux de nitrates (mg/l) dans la nappe phréatique en Emilie-Romagne (1993).



rie du lisier reste en contact avec l'atmosphère. De plus, les éleveurs sont forcés d'adopter un système de séparation mécanique de la fraction solide de manière à améliorer le stockage et le traitement du lisier. Les émissions à partir du lisier clarifié augmentent, puisque moins de croûte se forme. La perte en azote due à la volatilisation de l'ammoniac pendant les six mois de stockage est évaluée à 20-30 % selon les conditions climatiques dominantes en Italie (données du CRPA). A l'heure actuelle, les éleveurs italiens ne peuvent financièrement pas se permettre de recouvrir les fosses de lisier, façon la plus efficace d'empêcher des émissions gazeuses à partir du lisier.

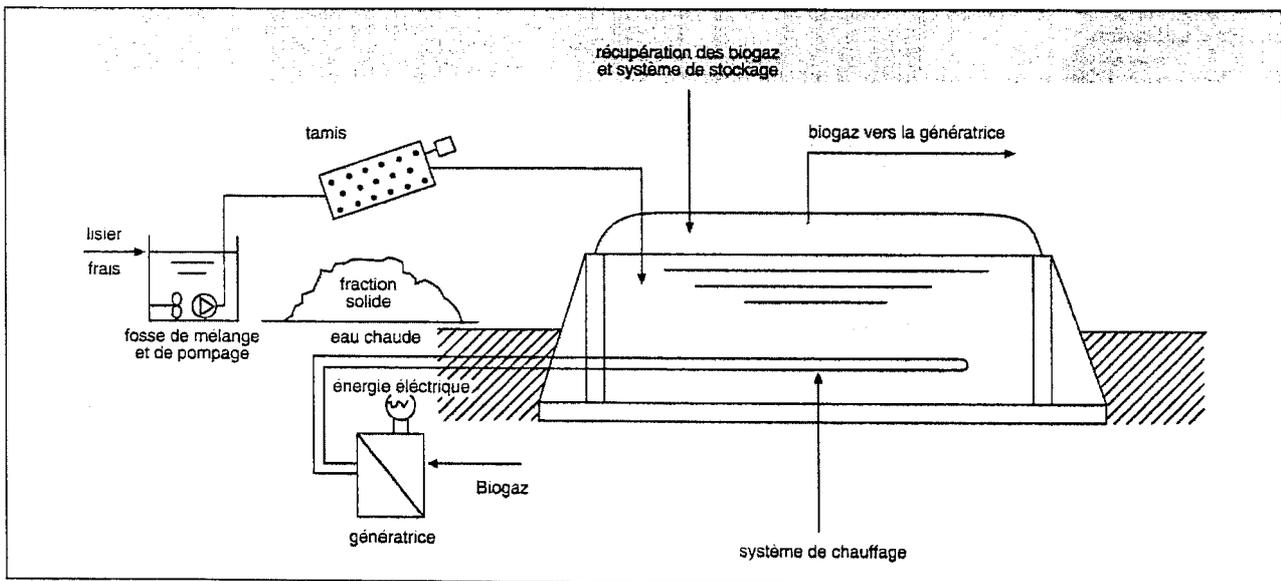
Pendant, il y a eu, au cours de ces dernières années, un intérêt accru pour les lagunes anaérobies ou

les systèmes de récupération des biogaz. Les premières expériences ont été concluantes. Près de 50 stations utilisant une technologie simple et économique (des couvertures flottantes) ont été construites en Emilie-Romagne et en Lombardie.

Ces systèmes n'ont pas été construits uniquement dans le but de récupérer de l'énergie, mais aussi dans le but de contrôler les odeurs et de stabiliser les déjections. Ces systèmes fonctionnent à basses températures ou à températures contrôlées (figure 5).

Pour encourager le développement de ces systèmes, le gouvernement italien a adopté en 1992 une disposition offrant des avantages pour la production autonome d'énergie électrique à partir de la biomasse. Le gouvernement a donc payé 270 lire/kWh (0,135

Figure 5. - Schéma d'une fosse de digestion recouverte avec système de chauffage.



ÉCU/kWh) en avril 1996 pour un coût moyen de 160-180 lires/kWh (0,08-0,09 ÉCU/kWh). Cela pourrait donc accroître l'intérêt des éleveurs de porcs pour les systèmes de biogaz.

■ Épandage

En Italie, les éleveurs épandent le lisier sur le sol par irrigation ou à l'aide de tonnes à lisier équipées de différents systèmes d'épandage (rampes, ...). Une grande quantité d'ammoniac se dégage des gouttelettes de lisier et pendant le temps prolongé qui s'écoule entre l'épandage et le labour.

Les injecteurs ne sont pas plus utilisés que les épandeurs à faible trajectoire, car les premiers exigent une forte puissance de traction et les seconds une forte main-d'œuvre. De plus, l'injection ne convient pas aux sols argileux, très répandus en Italie.

Néanmoins, les plaintes de plus en plus nombreuses se rapportant à l'émanation d'odeurs désagréables pendant l'application du lisier obligent les éleveurs à prendre des mesures qui permettront de réduire ces émissions. Ces mesures sont :

- le travail du sol quelques jours après l'épandage du lisier sur les terres cultivables. C'est la seule façon d'empêcher la volatilisation de l'ammoniac puisque le labour immédiatement après l'épandage sur le sol n'est pas possible pour des questions d'organisation (le labour est réalisé par une main-d'œuvre sous contrat) ;
- l'épandage à faible pression près de la surface du sol sur les cultures telles que les céréales d'hiver et le maïs. Les épandeurs à rampes sont des appareils qui conviennent bien à ce genre d'opération ;

- une injection à faible profondeur dans les prairies, grâce à des équipements spéciaux adaptés à l'arrière des tonnes à lisier. Cette technique commence tout juste à être utilisée par les éleveurs.

La réduction d'au moins 60 % des émissions d'ammoniac est un but loin d'être atteint en Italie. Le manque de dispositions légiférant ce type particulier de dégagement signifie que les améliorations nécessaires à la protection de l'environnement sont difficiles à obtenir.

■ Traitement

Le tableau 5 montre la répartition du volume d'azote et de phosphore résultant du traitement du lisier de porcs.

Les tamis sont largement utilisés dans le traitement du lisier de porcs. Dans certains cas (plus particulièrement dans les grandes exploitations), des centrifugeuses sont également utilisées. Le tableau 6 montre l'efficacité en termes de taux de capture et la composition de la fraction solide recueillie pour certains types de séparateurs utilisés en Italie.

De grandes quantités de lisier de porcs doivent être acheminées pour purification dans des régions où le nombre d'élevages de porcs est élevé (dans les régions de la vallée du Pô), provoquant ainsi des surplus de lisier.

Au cours de ces dernières années, un certain nombre de stations d'épuration ont été construites sur certaines grandes exploitations d'élevage de porcs. Le but n'était pas de déverser le lisier traité dans les eaux de surface, mais d'obtenir un produit d'une qualité

Tableau 5. - Répartition du volume d'azote et de phosphore entre les fractions obtenues à partir des traitements de lisier de porcs (donnée CRPA).

Traitement	Fraction solide et épaisse			Fraction liquide		
	Volume (%)	N* (%)	P (%)	Volume (%)	N* (%)	P (%)
1 Stockage pendant 180 jours	—	—	—	100	70-80	100
2 Tamisage + stockage pendant 180 jours	3-5	4-7	8-12	95-97	65-73	88-92
3 Tamisage + sédimentation + stockage pendant 180 jours	20-25	25-35	50-65	75-80	40-55	35-50
4 Centrifugation + stockage pendant 180 jours	10-20	20-35	60-70	80-90	40-55	30-40
5 Centrifugation + aération + stockage pendant 180 jours	10-20	20-35	60-70	80-90	25-40	30-40
6 Tamisage + sédimentation + aération + stockage pendant 180 jours	20-25	25-35	50-65	75-80	25-40	30-40
7 Centrifugation + purification + stockage pendant 180 jours	10-20	20-35	70-80	80-90	10-15	20-30
8 Tamisage + sédimentation + purification + déversement dans les égouts	20-30	25-35	70-90	70-80	2-8	3-10

* L'azote qui manque est perdu dans l'atmosphère sous forme d'ammoniac ou de N₂, N₂O, NO₃

Type de séparateur	Type de lisier		Efficacité de la séparation			Fraction solide			kg/m ³ lisier (a)
	Bovins	Porcs	DM (%)	N (%)	P (%)	DM (%)	N (kg/t)	P (kg/t)	
Tamis rotatifs à secousses	Non	Oui	20-25	4-7	8-12	12-15	3,0-4,6	1.2-2.3	30-50
Séparateur centrifugeuse verticale (Alfa-Laval)		Oui	20-25	4-7	8-12	15-19	3,0-4,5	1.0-2.3	20-40
Séparateur rotatif (Sudetech)	Oui (b)	Oui	25-30	10-12	20-25	20-22	5,0-6,0	3.0-3.4	110-120
Séparateur à vis de réglage (FAN)	Oui (c)	Oui (d)	45-55	25-35	25-35	18-20	3,5-4,5	0.8-1.2	150-300
Sédimentation	Non	Oui	50-70	25-35	50-65	8-12	4,0-6,0	3,6-5,5	170-200
Centrifugeuse horizontale	Oui	50-75	20-35	60-70	20-28	7-11	6,0-10,0	100-200	

(a) Quantité(kg) de fraction solide séparée par m³ de lisier traité.
 (b) Tests menés avec du lisier de bœufs de boucherie pompé sur un caillebotis à lames.
 (c) Tests menés avec du lisier de vaches laitières (6-8 % DM).
 (d) Données non disponibles.

Tableau 6 – Efficacité de l'enlèvement et composition de la fraction solide pour quelques séparateurs (données CRPA).

Figure 6. – Station de traitement du lisier de porcs - Diagramme lisier frais.

relle qu'il puisse subir un traitement secondaire dans les stations d'épuration municipales ou être utilisé pour l'irrigation.

Un des exemples est une grande exploitation d'élevage et de sélection de porcs dans la province de Modène en Emilie-Romagne. Cette exploitation peut contenir 610 truies et le poids vif moyen est d'environ 750 tonnes.

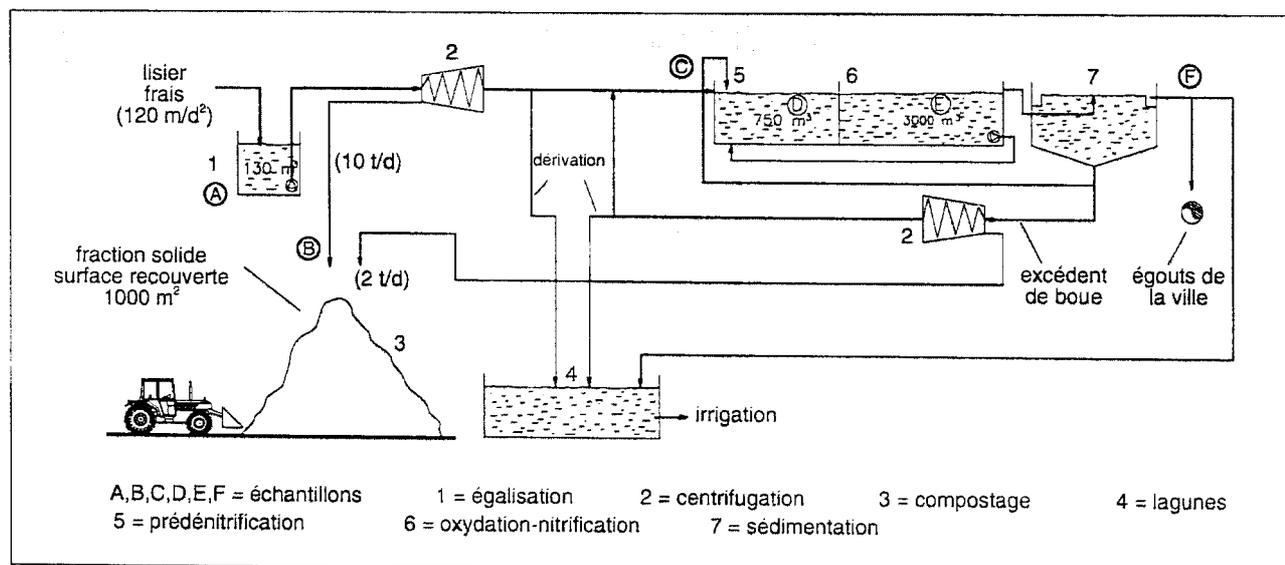
L'unité de traitement de lisier (figure 6) fonctionne depuis 1991 et comprend :

– une étape de séparation corps solides/liquides avec deux centrifugeuses, une pour la boue fraîche et une pour le surplus de lisier ;

– une section de traitement aérobie avec pré-dénitrification, oxydation et nitrification, sédimentation et évacuation dans les égouts municipaux ;

– une plate-forme couverte pour le stockage et le compostage de la fraction solide.

Il y a également quelques étangs utilisés pour le stockage des effluents de la station pendant la saison



	Entrée (point A)			Sortie (point F)			Enlèvement %		
	x	s	n	x	s	n	x	s	n
TS (g/kg)	20,71	7,20	23	-	-	-	-	-	-
TSS (g/kg)	15,73	7,49	23	0,12	0,10	23	99	1	23
DCO(mg/l)	22 089	8 257	23	467	124	23	98	1	23
TKN (mg/l)	1 990	623	23	34	43	23	98	2	23
NH ₄ -N(mg/l)	1 420	419	23	15	32	23	99	2	23
NO ₃ -N(mg/l)	-	-	-	48	33	23	-	-	-
P (mg/l)	656	239	23	31	10	23	95	4	23
DBO ₅ (mg/l)	-	-	-	132	83	23	-	-	-

x = moyenne ; s = déviation moyenne ; n = nombre d'échantillons.

Tableau 7. – Composition moyenne des lisiers (point A dans la figure 6) et des effluents de la station (point F dans la figure 6) ; enlèvement moyen (données CRPA).

d'irrigation et le stockage tampon d'urgence du lisier frais ou du surplus de lisier.

Le CRPA surveille cette station depuis environ deux ans. La composition moyenne du lisier et de l'effluent de la station est illustrée dans le tableau 7.

Le coût total de la station de traitement était d'environ 1260 millions de liras italiennes (près de 630 000 ÉCU). Les coûts de fonctionnement, qui s'élèvent à plus 300 millions de liras par an (soit 150 000 ÉCU), comprennent l'énergie électrique (environ 2 400 kWh par jour), la maintenance, la gestion de la fraction solide, les additifs chimiques, le déversement dans les égouts municipaux et la main-d'œuvre. Les coûts de fonctionnement (sans dépréciation) s'élèvent à 6 500-7 000 liras/m³ de lisier traité (près de 3,2 - 3,5 ÉCU/m³), ou 160 liras/kg de viande produite (0,08 ÉCU/kg).

L'utilisation du compostage dans le secteur de la production animale semble être conseillée pour plusieurs raisons. Premièrement, le transfert de la matière organique des zones de surplus vers des zones en manque est faisable seulement si le produit contient une quantité adéquate de matière sèche, le compost par exemple. Le transport de produits contenant moins de 4-5 % de matière sèche comme par exemple le lisier, et particulièrement le lisier de porcs, n'est pas possible sur de longues distances. Deuxièmement, les déjections animales, quelle que soit leur origine (bœufs, porcs ou volailles) et leur consistance (solide, semi-solide ou liquide) ont les qualités requises pour le compostage, elles ne contiennent pas de substances indésirables et ont une composition chimique relativement stable. Les seuls problèmes restent la haute teneur en eau et les émissions d'ammoniac. Ces émissions sont plus particulièrement observées pour les déjections à haute teneur en azote (volaille).

Quelques usines simples de compostage de la fraction solide du lisier de porcs sont en cours de construction.

Conclusions

En 1995, la réglementation de deux des régions les plus importantes d'Italie en terme de production animale, la Lombardie et la Emilie-Romagne, a été revue et adoptée. Au printemps 1996, les responsables du fleuve Pô, en accord avec les responsables de toutes les régions de la vallée du Pô, ont établi une directive qui définit des normes communes à toutes ces régions. Ces dispositions assimilent essentiellement la directive européenne sur les nitrates. Actuellement, beaucoup de gens en Italie se posent des questions sur l'impact de ces dispositions sur les prix de la production animale, particulièrement en ce qui concerne les élevages de porcs, très fortement pénalisés par le coût élevé de l'alimentation.

Parmi les diverses techniques de gestion du lisier, l'épandage après simple stockage reste la meilleure méthode et la plus facile à mettre en œuvre.

Cependant, dans les cas où il s'avère difficile, voire impossible, de trouver d'autres terrains pour épandre les déjections produites, les éleveurs doivent avoir recours à des techniques pour traiter le lisier afin de diminuer sa charge en éléments nutritifs.

Dans ce sens, en Italie, la recherche concernant l'impact de la production animale sur l'environnement est menée dans trois secteurs :

- réduction de la teneur en azote et en phosphore des déjections en intervenant sur le régime alimentaire ;
- diminution de l'infiltration des nitrates grâce à des pratiques agricoles appropriées ;
- diminution des émissions d'odeurs déplaisantes, d'ammoniac, et autres gaz toxiques ;
- développement de traitements (purification, évaporation, déshydratation, compostage, etc.) des fractions liquides et solides des déjections animales. □

Résumé

En Italie, la production animale est plutôt concentrée dans le Nord du pays, et plus particulièrement dans la vallée du Pô, où les exploitations intensives regroupent environ 70 % de la population animale.

Au cours de ces dix dernières années, il n'y a pas eu de nette augmentation du nombre d'animaux produits même si la taille des cheptels a augmenté, et plus particulièrement la taille des cheptels de porcs.

De ce fait, les terrains sont surchargés de déjections animales, ce qui augmente les risques de pollution potentielle de l'eau potable due au lessivage des nitrates et à l'eutrophisation des eaux de surface par le ruissellement des sels nutritifs.

En 1995, la réglementation de deux des régions les plus importantes d'Italie en terme de production animale, la Lombardie et l'Emilie-Romagne, a été revue et approuvée. Au printemps 1996, l'Administration du fleuve Pô, en accord avec les responsables de toutes les régions de la vallée de celui-ci, a établi une directive dans laquelle sont définies un certain nombre de règles communes. Celles-ci doivent être respectées dans toutes les régions. Ces dispositions assimilent en substance la Directive européenne sur les nitrates.

Parmi les diverses techniques de traitement du lisier, l'épandage après simple stockage reste la meilleure méthode et la plus facile à mettre en œuvre.

Cependant, dans les cas où il est difficile, voire parfois impossible, de trouver les surfaces suffisantes pour épandre le lisier, les éleveurs doivent faire appel aux méthodes de traitement afin de réduire la charge du lisier en éléments minéraux notamment.

Sergio Piccinini est depuis 1983 responsable de la Division environnement au Centre de recherche sur la production animale (CRPA) en Emilie. Il est à la tête du laboratoire de chimie du CRPA dans lequel le lisier, la boue, le compost, les eaux usées et les polluants de l'air sont analysés. Il a une grande expérience des sujets suivants : l'expérimentation de nouvelles usines technologiques pour la purification aérobie et anaérobie ; la supervision d'usines pilotes de production de biogaz, la purification et le compostage des déjections animales et des déchets agro-industriels ; l'analyse de l'énergie dans les fermes d'élevage et l'industrie alimentaire ; la caractérisation qualitative et quantitative des déchets agricoles et agro-industriels, la réduction de ces déchets et leur traitement dans le but d'améliorer la qualité agricole ; les études sur la protection de l'environnement et l'assainissement de régions où la production agricole et animale est intensive. Il est membre de l'ITABIA (l'Association italienne de la biomasse) et de l'IAWQ (Association internationale sur la qualité de l'eau). Il est l'auteur et le co-auteur de 69 articles techniques et scientifiques.

Giuseppe Bonazzi, de 1972 à 1979, a enseigné dans une école d'État et à l'Institut de zoologie de l'université de Parme. Depuis 1980, il travaille au CRPA où il est en charge du Département environnement. Il a été responsable de nombreux projets financés par la région Emilie-Romagne et les Corporations nationales sur l'Énergie. Parmi ces projets, on peut citer : « La production et l'utilisation d'énergies alternatives dans les exploitations animales », « Recensement des dérivés agricoles et agro-industriels en Emilie-Romagne » ; « Caractérisation qualitative et quantitative du fumier » ; « Utilisation des déchets des fermes, de la boue d'origine urbaine et du compost d'origine animale et urbaine dans l'agriculture ». Il a rempli entre 1991 et 1992 le rôle de co-rapporteur à la Conférence européenne sur « l'environnement, l'agriculture et l'élevage en Europe ». De 1990 à 1993, il a été responsable d'une usine pilote de compostage de déjections animales et des déchets agro-industriels, projet financé par le ministère de l'environnement. Il est expert scientifique dans les domaines suivants : technologie propre dans les fermes d'élevage, dégagements d'odeurs et d'ammoniac des bâtiments pour animaux, traitement biologique des déjections animales, assainissement de l'environnement. Il est membre du groupe de la FA.O. travaillant sur l'utilisation des déjections animales.