

Gestion des déjections animales en Norvège

Odd Jarle Skjelhaugen

En Norvège, les terres agricoles représentent 1 million d'hectares parmi lesquels 500 000 sont situés dans la région qui est drainée vers la mer du Nord (figure 1). La production céréalière représente 35 % de cette superficie, la prairie 55 %, la production maraîchère 3 % et les autres cultures 7 %. Il y a 340 000 vaches laitières, 630 000 jeunes bovins et bœufs de boucherie, 1 030 moutons, 72 000 brebis, 720 000 porcs et 3,7 millions de volailles. Il existe 92 000 fermes de 11 hectares de terres agricoles en moyenne. Le nombre d'exploitations animales est estimé à 54 000. En moyenne, chaque ferme de vaches laitières en compte 12. Dans les régions où la production animale est importante, principalement les vallées et le long des fjords, 85 à 90 % des terres sont utilisés pour la production fourragère.

Les problèmes de pollution dus à l'élevage

En 1987, les pays qui bordent la mer du Nord ont accepté de réduire la pollution de cette mer en signant un accord, la Déclaration de la mer du Nord, dont l'objectif est de réduire les apports d'azote et de phosphore provenant de l'agriculture norvégienne de 40 % et 44 % entre 1985 et 1995 (ministère de l'Agriculture et ministère de l'Environnement, 1991). En 1995, les résultats obtenus étaient de 19 et 27 %, indiquant donc que la pollution due à l'azote demeurerait un problème alors que celle due au phosphore était un peu mieux maîtrisée. Mais au niveau national, la pollution des eaux douces par le phosphore cause encore des problèmes d'eutrophisation.

Afin d'obtenir les résultats annoncés dans la Déclaration de la mer du Nord et de réduire la pollution

en général, le ministère de l'Agriculture a lancé et partiellement subventionné plusieurs projets. Voici quelques-unes de leurs particularités.

■ Stockage des déjections

En 1988, le nombre de fosses de stockage de fumier et lisier devant être réparées à cause de fuites ou devant être agrandies était évalué à environ 23 700. En 1995, 7 000 à 8 000 fosses doivent encore être réparées ou agrandies. Comme prévu, ce projet a eu pour effet de réduire les risques de pollution causée par l'azote et le phosphore de 1,3 et 1,7 % entre 1985 et 1995 (Direction nationale du contrôle de la pollution, 1996). Quand on compare les effets de tous les projets, c'est-à-dire une réduction de 23 et 29 % des risques de pollution liés à l'azote et au phosphore, on comprend que les fuites en provenance des fosses ont plus d'impact au niveau local et régional que sur la mer du Nord.

■ Plans de fertilisation

Des aides ont été proposées aux agriculteurs pour leur permettre d'établir des plans de fertilisation. Les besoins en éléments minéraux sont calculés sur la base des résultats de l'analyse des échantillons de sol, et de l'analyse des conditions locales et des rendements estimés. Les terres agricoles utilisées dans le cadre de ce projet ont augmenté de 38 % à 52 % entre 1990 et 1994. Ces mesures ont permis de réduire de manière acceptable le ruissellement de phosphore dans les cours d'eau, sans toutefois diminuer autant que prévu le ruissellement d'azote, 4 % seulement contre 9 %. La raison réside dans la trop faible réduction des ventes d'engrais azotés. Par ailleurs, le rendement obtenu est plus important avec ce qu'on pourrait appeler l'apport adéquat de éléments minéraux qu'avec des plans de fertilisation.

Odd Jarle Skjelhaugen
Université d'agriculture de Norvège
Département d'ingénierie agricole
P.O. Box 5065
N - 1432 ÅS, Norway

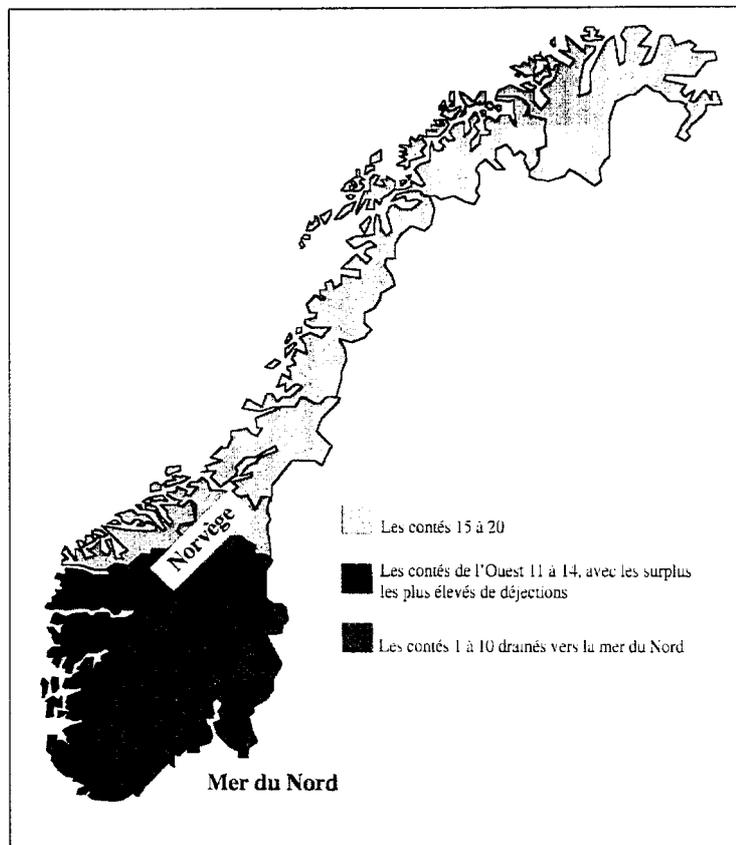


Figure 1. – Les comtés norvégiens. Les comtés 1 - 10 sont drainés vers la mer du Nord. Les comtés 11, 12 et 14 enregistrent les plus forts surplus de déjections animales.

■ *Épandage de déjections limité à la saison végétative*

La proportion de déjections épandues pendant la période végétative a augmenté de 80 à 87 % entre 1989 et 1994. Cette proportion est passée de 72 à 80 % dans les comtés 1 - 10 (figure 1) qui sont drainés vers la mer du Nord. Dans les comtés les plus importants de l'ouest du pays en termes de production animale, 92 à 95 % des déjections sont épandues pendant la saison végétative. La diminution de la concentration en éléments nutritifs dans les cours d'eau est moins importante que prévu, 3 % seulement contre 6 %. De trop grandes quantités de déjections sont encore appliquées en automne et en hiver et les quantités appliquées au printemps sont souvent trop élevées.

■ *Autres efforts*

La pollution des eaux souterraines due aux nitrates n'est pas considérée comme étant un problème majeur. Les émissions d'ammoniac sont par contre importantes. Il est recommandé aux agriculteurs de prendre des mesures afin de contrôler ces émissions. Jusqu'à présent, les

lois ne sont pas très sévères, mais le ministère de l'Agriculture accorde une grande priorité à ce problème.

Chaque année, la pollution liée à la volatilisation ammoniacale est estimée par Statistics Norway : 20 000 tonnes d'azote ont ainsi disparu dans l'atmosphère en 1994 : 7 000 tonnes proviennent de l'épandage du fumier, 6 000 tonnes des fosses de stockage et des bâtiments pour animaux, 500 tonnes des prairies, 1 500 tonnes des troupeaux de rennes, 2 000 tonnes du traitement à l'ammoniac de la paille et 3 000 tonnes des engrais minéraux (Morken, 1996). Les 7 000 tonnes qui proviennent de l'épandage peuvent être réduites de moitié grâce à l'utilisation de méthodes d'application plus performantes.

Charge en éléments minéraux dans les déjections animales et leur utilisation sur les terres cultivables

Le nombre d'animaux domestiques et, de ce fait, la quantité de déjections produites ont été constants de 1985 à 1995. 54 000 exploitations produisent 870 000 unités de déjections d'origine animale (une unité de déjections animales = la quantité d'éléments nutritifs contenus dans les excréments et l'urine d'une vache laitière). Ces exploitations cultivent en moyenne 0,72 hectare de terre par unité de déjections animales, y compris les prairies qui sont cultivées et fauchées. D'après la loi, la surface minimale est de 0,4 hectare. Ces valeurs varient d'un comté à un autre, de 0,36 à 1,34 hectare de terre par unité de déjections animales et n'est de moins de 0,4 hectare que dans un seul comté (Statistics Norway, 1996).

En 1995, 214 fermes produisant plus de 20 unités de déjections animales et plusieurs centaines d'exploitations produisant moins de 20 unités de déjections animales manquaient de terrains pour épandre les déjections (Naess, 1996). La plupart de ces fermes sont situées dans les comtés 11, 12 et 14. Dans ces régions, les ajustements nécessaires au respect des dispositions sont difficiles à obtenir à cause du manque de terrains. Plusieurs fermes ont pu faire ces ajustements en louant des terrains pour l'épandage ou pour la culture, ou en exportant les déjections dans d'autres exploitations de la même région. On peut également obtenir un permis pour épandre des déjections sur un terrain qui n'est pas cultivé. Jusqu'à présent, très peu d'exploitations ont solutionné le problème en réduisant le nombre de têtes d'animaux ou en cultivant de plus grands champs.

Puisque la production de déjections est constante, la consommation des engrais minéraux devrait diminuer

si l'on veut réduire le surplus d'éléments minéraux. Entre 1985 et 1995, les ventes de phosphore sous forme d'engrais ont diminué de 47 %. La concentration de phosphore a clairement diminué jusqu'à 50 % dans certains cours d'eau. Par contre, les ventes d'engrais azotés sont restées stables au cours de cette même période, expliquant le fait que les taux d'azote en provenance des engrais commerciaux et des déjections (calculées en termes d'azote réel) n'aient pas diminué.

Le ministère de l'Agriculture a introduit des taxes environnementales sur les engrais commerciaux afin d'en réduire les ventes. La taxe a augmenté de 0,006 à 0,15 ECU par kgN et de 0,03 à 0,29 ECU par kg P entre 1988 et 1994, ce qui n'a pas pour autant contribué à faire diminuer les ventes d'engrais azotés.

Travaux de recherche en matière de prévention de la pollution de l'environnement

Ces dernières années, les travaux de recherche sur les déjections animales sont centrés sur :

- la prévention des pertes en azote ammoniacal et une meilleure utilisation de l'azote épandu sur les prairies ;
- le contrôle des quantités de sels nutritifs appliquées par hectare ;
- l'épandage des déjections pendant la saison végétative ;
- l'élimination de toute surcharge sur les terrains labourés dans les régions où la production animale est importante ;
- la réduction des apports excédentaires de sels nutritifs provenant des engrais minéraux et organiques ;
- l'exportation des éléments nutritifs des fermes qui ne disposent pas de suffisamment de terrains d'épandage.

Direct ground Injection - un nouveau concept dans l'injection du lisier

Le concept DGI® dont le brevet est détenu par la société Moi AS, permet de réduire les émissions d'ammoniac lors de l'injection du lisier sur les prairies. Les émissions d'ammoniac sont faibles et ne sont pas affectées par les conditions climatiques (Sakshaug et Morken, 1996).

Le DGI® est une méthode qui permet d'injecter le lisier dans le sol. Elle comprend une pompe pour pressuriser le lisier qui est alors conduit à des tubulures le long d'un mât de charge. Les tubulures mesurent 12 mm de diamètre et sont distantes de 0,33 m entre elles. Elles produisent des pulsions suffisam-

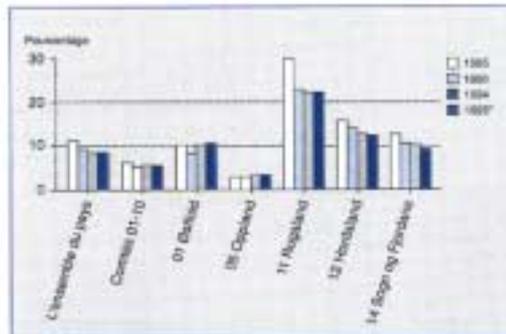


Figure 2. - Surplus d'unités de déjections animales par rapport au nombre total d'unités. Le pays et quelques comtés sont montrés.

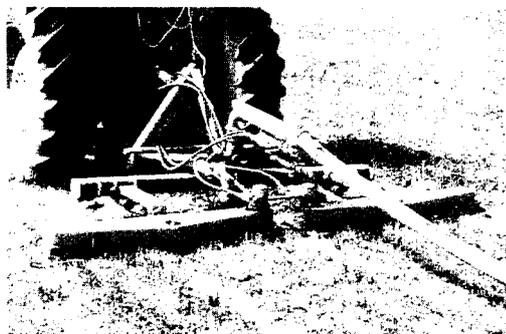


Figure 3. - Direct Ground Injection DGI® - un concept qui permet d'épandre le lisier sur les prairies et les terres arables.

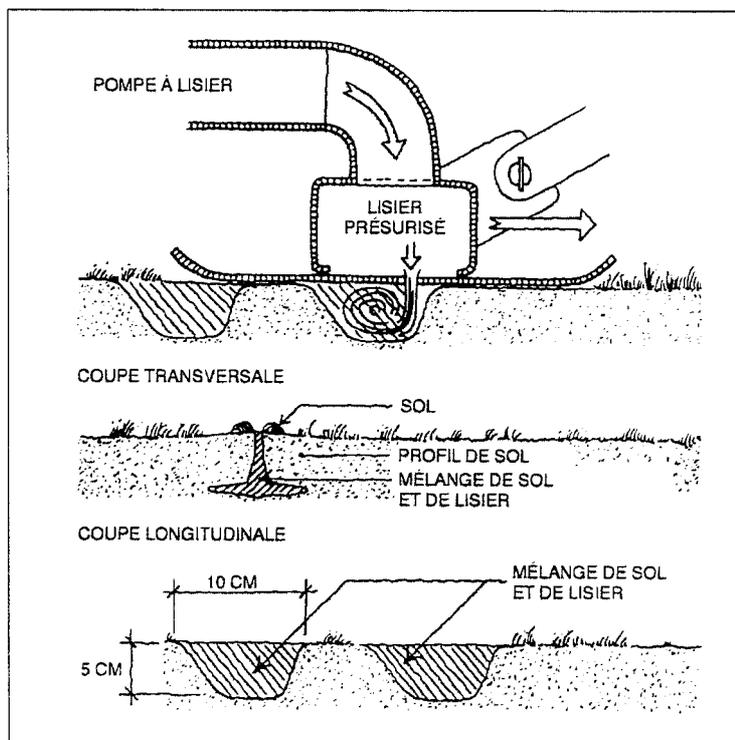


Figure 4. - La méthode DGI® est basée sur l'injection du lisier à partir d'une tubulure. Les problèmes causés par les branches d'un injecteur sont éliminés. Une cavité constituée d'un mélange de terre et de lisier est placée à 5-10 cm de la surface.

ment fortes pour injecter le lisier dans la terre par des cavités discontinues et allongées. Le lisier s'échappe des tubulures à la vitesse de 20-30 m/s, vitesse qui le propulse vers la terre. En pénétrant dans le sol, la vitesse du lisier diminue, entraînant la création d'une pression. Des cavités horizontales sont alors formées à une profondeur de 5 à 10 cm.

Puisque le lisier est placé dans des cavités situées dans la terre, il ne peut y avoir de problèmes de ruissellement. Ainsi, cette méthode peut être utilisée sur des terrains en pente. Les roches ne sont pas sources de problèmes car aucun engin mécanique ne pénètre le sol. L'équipement ne nécessite presque pas de force de traction puisque l'énergie d'injection est transférée du PTO au sol par le lisier pressurisé. La largeur d'action est de 3-6 m. La consommation électrique est de 10-15 kW par mètre de largeur, ce qui est faible si on compare ce système aux autres systèmes d'injection.

Les réductions d'émissions d'ammoniac sont importantes par rapport aux autres méthodes d'épandage. Des essais réalisés avec du lisier de bovins indiquent que près de 10 % d'azote ammoniacal sont perdus par la méthode DGI® (Sakshaug & Morken, 1996).

■ *Le lisier-mètre*

Un lisier-mètre pour une surveillance en ligne du débit de lisier au moment de l'épandage est en cours de développement et sera commercialisé par la compagnie Moi AS. Il est conçu pour une utilisation multiple et mesure le débit d'un tuyau à partir des différences de pression enregistrées dans un raccord coudé en équerre. La précision est de +/- 5 % ou meilleure si le débit excède 45 m³ de lisier/heure dans un tuyau de 75 mm, ou 60 m³ par heure dans un tuyau de 100 mm. Cet appareil peut être fixé aux fosses de lisier ou aux systèmes de conduite. A partir des données concernant le débit du lisier, sa vitesse d'évacuation et la largeur d'action d'épandage, une unité de contrôle affiche le volume de lisier épandu par hectare. En prenant en compte la teneur en éléments nutritifs du lisier homogénéisé, les quantités d'azote, de phosphore et de potassium utilisées par hectare peuvent être calculées. Le prix de cet appareil est estimé à environ 1 600 ECU.

■ *Fosse de lisier fermé*

Une fosse fermée a été conçue pour contrôler les odeurs et les émissions d'ammoniac lors du stockage et pour éviter les problèmes de capacité de stockage lors des pluies. La paroi cylindrique est faite d'acier et est placée sur du sable. Le béton n'est pas néces-

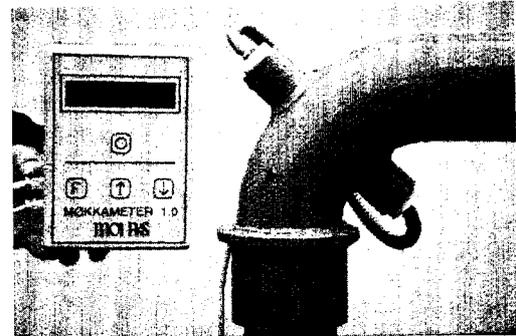


Figure 5. – Un lisier-mètre pour mesurer le volume de lisier débité.

saire. A l'intérieur de la fosse se trouve un sac étanche à l'air avec système d'arrivée et de sortie du lisier. Le sac est fait avec un tissu spécial développé pour le stockage du lisier. Cette fosse fermée peut être facilement montée et démontée ; elle peut être transportée et reconstruite ailleurs. C'est la seule fosse vendue sur le marché qui reste complètement étanche pendant le remplissage, le brassage et l'évacuation. Il est possible de l'utiliser comme simple réacteur de biogaz, mais des essais n'ont jamais été effectués en ce sens. Son prix est inférieur à celui des fosses en béton. Elle est appréciée des éleveurs qui doivent augmenter leur capacité de stockage afin de se mettre en conformité avec les lois. Elle est produite par la société Helly Hansen AS.

■ *Dilution*

La dilution du lisier améliore l'utilisation de l'azote. Différents systèmes permettant l'addition d'eau au lisier sont utilisés. Une méthode consiste à mélanger le lisier avec de l'eau pendant l'épandage. Cette méthode nécessite une bonne alimentation en eau. Un équipement de surveillance et une unité de contrôle pour une dilution en ligne dans des systèmes de conduite sont en cours de développement.

■ *Utilisation de déjections dans la fabrication d'engrais organiques minéraux*

Un système permettant l'addition d'éléments manquants aux déchets organiques et aux déjections qui sont alors traités dans des usines industrielles est en cours de développement. Une petite usine pilote est en fonctionnement. La société Agronova AS détient le brevet de cette technique de production. Le produit est appelé engrais organique minéral. Il contient 50 à 60 % de matières organiques, est stable et hygiénique, et est présenté sous forme de granulés pouvant être dispensés par les épandeurs traditionnels.

La concentration des éléments nutritifs est environ le tiers de celle des engrais minéraux et son prix de vente par kg d'azote sera équivalent à celui des engrais minéraux. Le produit peut être exporté des régions productrices d'excédents de déjections vers les régions manquant de matières organiques et d'éléments nutritifs. Sa rentabilité réside essentiellement dans la transformation de la boue provenant des stations d'épuration urbaines en engrais. Les déjections doivent être considérées comme élément secondaire dans cette fabrication.

Cet engrais est essentiellement conçu pour la production céréalière. L'apport d'autres sels nutritifs n'est pas nécessaire. Des expériences menées sur le terrain indiquent que les plantes utilisent 80 à 90 % de l'azote total. Les rendements sont élevés. La forte assimilation d'azote peut être due à l'hydrolyse qui a lieu quand de l'azote organique est converti en azote minéral ou à la combinaison des propriétés de diffusion rapide et lente du produit.

L'utilisation de cet engrais peut résoudre le problème de surcharge d'azote causée par l'épandage de déjections dont l'efficacité nutritive n'est pas connue et auquel on ajoute des engrais minéraux utilisés pour compenser cette incertitude. Il aura une teneur garantie en éléments minéraux, ce qui facilite, pour l'agriculteur, le dosage en fonction des besoins réels des plantes.

■ Compostage et séchage des solides

Dans les régions où les surfaces d'épandage sont limitées, quelques usines transforment le fumier en produits à utilisation non agricole, c'est-à-dire en engrais pour les jardins privés. Les fientes de volailles sont expédiées de plusieurs îles vers une grande usine de compostage des fractions solides. Le fumier, riche en sels nutritifs et à haute teneur en matière sèche, est mélangé aux déchets alimentaires et à des matériaux structurants, et est composté dans des réacteurs rotatifs fermés. Il est difficile de maintenir le coût de production à un niveau moins élevé que le prix de vente. Le réacteur est fabriqué par la compagnie Vaa Biomiljø AS.

La meilleure méthode de gestion des déjections animales pour minimiser les risques de pollution de l'environnement

■ Régions où l'apport en éléments minéraux est équilibré

Une bonne méthode d'épandage est plus importante qu'un traitement pour prévenir les risques de pollution vis-à-vis de l'environnement. La méthode



Figure 6. – Une fosse fermée constituée d'un conteneur cylindrique en acier placé sur du sable. Elle contient un sac fermé. Un système de remplissage, de brassage et d'évacuation a spécialement été conçu pour cette fosse.



Figure 7. – Système de dilution en ligne pour épandre le lisier sur les prairies. Une unité de contrôle pour mélanger le lisier et l'eau est en cours de développement.

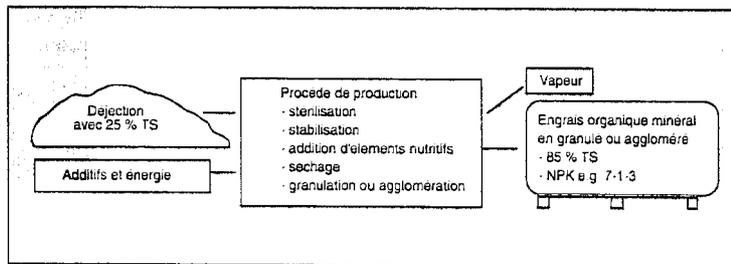


Figure 8. – Production industrielle de l'engrais organique minéral. Les déjections sont un des composants. L'engrais a une forte valeur économique et sera exporté vers des régions manquant de matières organiques et d'éléments nutritifs.

DGI® décrite plus haut (chapitre 3) représente une avancée importante dans le contrôle des émissions d'ammoniac et rend l'épandage du lisier sur les prairies plus intéressant. Puisque les émissions ne sont pratiquement pas affectées par les conditions climatiques, il est possible de calculer l'assimilation d'azote et de ce fait, d'éviter de surcharger les terres qui ont déjà reçu des déjections avec des engrais minéraux. Avec le lisier-mètre également décrit plus haut (chapitre 3), une maîtrise parfaite des éléments minéraux est obtenue et les pertes d'azote dans l'atmosphère, les rivières et les eaux souterraines sont minimisées.

■ Régions productrices de surplus d'azote

Environ 1 000 exploitations, soit 2 à 3 % des exploitations d'élevage, manquent de surfaces d'épandage. La plupart de ces fermes ont moins de 20 unités de déjections animales. Pour éviter d'avoir à réduire le nombre d'animaux, ces déjections doivent être exportées.

Un marché local des produits à base de fumier existe traditionnellement dans la région. D'après la loi, seul le fumier stabilisé, dont la qualité sanitaire est définie, peut être utilisé à cette fin. Un traitement, qui permet de fournir aux usagers un produit attrayant et de qualité, est donc nécessaire. Le problème essentiel reste les coûts élevés de production et les prix de vente bas. Le traitement permettant d'atteindre un équilibre économique est la production d'engrais organique minéral qui, comme mentionné au chapitre 3, doit contenir de la boue de station d'épuration. Ce produit a une valeur marchande élevée et est très demandé.

Conclusions

1. La concentration d'azote dans certains cours d'eau illustre le fait que le problème de pollution des eaux par l'azote et le phosphore est encore sérieux. L'azote des déjections peut également polluer l'air. Les principales causes de pollution sont :

- l'ignorance de l'agriculteur qui ne connaît pas les besoins exacts des plantes pas plus qu'il ne connaît l'effet des éléments nutritifs contenus dans les déjections;
- le fait que 7 000 à 8 000 fosses de stockage des déjections ont besoin d'être réparées ou sont trop petites ;
- le fait que 2 à 3 % des fermes d'élevage manquent de terrains d'épandage ;
- la fréquente surcharge d'engrais minéraux et particulièrement d'engrais azotés.

2. Puisque 97 % des fermes parviennent à un apport équilibré de déjections, l'amélioration des techniques d'épandage est plus importante que les traitements visant à prévenir les risques de pollution de l'environnement. Le système DGI® est un progrès important car il permet de calculer l'assimilation d'azote et de réduire les émissions d'ammoniac ; il rend l'application du lisier sur les prairies plus attrayante.

3. La pollution due à l'ammoniac provenant de l'agriculture représente 20 000 tonnes d'azote par an : 7 000 tonnes proviennent de l'épandage et 6 000 tonnes de stockage et des bâtiments pour animaux. Les pertes d'ammoniac provenant de l'épandage peuvent être diminuées de moitié grâce à l'utilisation des méthodes de dilution et du système.

Résumé

Du fait de la concentration actuelle en éléments nutritifs dans les cours d'eau en Norvège, les problèmes liés à la présence de l'azote dans les eaux salées et du phosphore dans les eaux douces sont considérables. De plus, les émissions d'ammoniac constituent un problème non négligeable. Dans les régions où l'élevage est intensif, 85-90 % des terres agricoles sont utilisées pour la production fourragère. Tout cela représente un défi vis-à-vis de la gestion des déjections animales.

Les principales causes de pollution dues aux déjections animales sont :

- le manque d'information des éleveurs qui ne connaissent pas les besoins réels des plantes ou l'effet des éléments nutritifs contenus dans les déjections ;
- une fréquente surcharge d'engrais chimiques et particulièrement d'engrais azotés ;
- le fait que 7 000 à 8 000 fosses de stockage de fumier et lisiers ont besoin d'être réparées ou sont sous-dimensionnées ;
- le fait que 2 à 3 % des exploitations d'élevage manquent de surfaces pour épandre leurs déjections.

La majorité des exploitations parvenant toutefois à un apport équilibré de leurs déjections, l'amélioration des techniques d'épandage est plus tangible que les traitements visant à prévenir les risques de pollution de l'environnement. Une nouvelle méthode, appelée DGI® (Direct Ground Injection), qui permet d'injecter le lisier dans les prairies, représente une avancée importante car elle permet de prévoir l'effet de l'azote, de minimiser les émissions d'ammoniac et rend l'épandage sur les prairies plus attrayant. Un lisier-mètre permettant la surveillance en ligne des quantités de lisier épandues par hectare facilite le dosage des apports en éléments minéraux en fonction des besoins de la prairie ou des cultures.

Bibliographie

- MINISTRY OF AGRICULTURE, 1989. *Guidelines for storing and spreading of livestock manure* M 0582B. With revision of 11. October 1991. Oslo, Norway.
- MINISTRY OF ENVIRONMENT, 1989. *Regulations for livestock manure* ISBN 82-7243-102-5. Oslo, Norway.
- MINISTRY OF AGRICULTURE & MINISTRY OF ENVIRONMENT, 1991. *Protection of the North Sea, Progress report on measures to reduce inputs of nutrients from agriculture* Oslo, Norway.
- MORKEN, J., 1996. *Personal information* Agricultural University of Norway, Ås, Norway.
- NÆSS, B.G., 1996. *Personal information* Ministry of Agriculture, Oslo, Norway.
- SAKSHAUG, S., MORKEN, J., 1996. *Direct ground injection - a new concept of slurry injection* Paper presented at NJF, seminar n° 257, Ammonia emissions from agriculture. Uppsala, Sweden.
- SKJELHAUGEN, O. J., FJELLDAL, E., LYNGSTAD, I., 1996. *New organic based fertilizer with high nutrient content* ITF-trykk no 3/1996. Agricultural University of Norway, Ås, Norway.
- STATE POLLUTION, Control Authority 1996. *Result Control Agriculture 1996, effects of the efforts to reduce pollution from agriculture* Oslo, Norway.
- STATISTICS NORWAY, 1996. *Result Control Agriculture 1996, efforts to reduce pollution from agriculture* Report 96/3. ISBN 82-537-4244-4. Statistics Norway, Oslo, Norway.

Odd Jarle Skjelhaugen est ingénieur agronome. Après avoir travaillé pendant 8 ans en tant que responsable de produits à Alfa Laval Agri, il a rejoint l'Université d'agriculture de Norvège en tant que chercheur. En 1986, il a obtenu un doctorat sur la gestion des déjections animales. Il a été en charge de plusieurs projets de recherche dont l'un a abouti à un dépôt de brevet et à la commercialisation d'un réacteur aérobie pour le traitement des déchets organiques. Depuis janvier 1996, il est responsable de recherche au Département de génie agricole.