

Transfert du fumier des cultures vers les prairies en Lorraine. Outils et méthode pour changer de pratiques

B. Le Houérou

Dans le contexte lorrain d'exploitations de polyculture-élevage, les déjections animales produites sont essentiellement des fumiers (TEILHARD DE CHARDIN, 1990). Le programme de recherches sur la protection des eaux, mené à la Station I.N.R.A.-S.A.D. de Mirecourt, comprend un volet spécifique consacré à la gestion des fumiers de bovins. L'objectif est de fournir les références et les méthodes nécessaires à la conception de nouvelles pratiques de gestion des fumiers, compatibles avec une production d'eau potable. Cette recherche, menée à l'échelle de différents bassins d'alimentation de sources en Lorraine, associe expérimentations en station d'une part, suivis et enquêtes dans les exploitations concernées d'autre part.

Le rétablissement de la qualité de l'eau à l'échelle de bassins d'alimentation peut nécessiter des changements plus ou moins importants des pratiques agricoles

MOTS CLÉS

Diagnostic, épandage, exploitation agricole, fertilisation azotée, fertilisation organique, fumier, Lorraine, pollution de l'eau, système d'exploitation.

KEY-WORDS

Diagnosis, farm, farm system, Lorraine, manure, nitrogen fertilization, organic fertilization, spreading, water pollution.

AUTEUR

I.N.R.A., Systèmes Agraires et Développement, Unité de Recherche Versailles-Dijon-Mirecourt, F-88500 Mirecourt.

(un bassin d'alimentation représente la zone d'infiltration et/ou de ruissellement préférentiel de l'eau ; SALOU, 1992). Compte tenu des références de lessivage de nitrate obtenues à la Station INRA (BENOIT, 1994) et suite à un diagnostic des pratiques agricoles établi à l'échelle d'un plateau de 811 ha (MUNIER, 1991 ; KÜNG-BENOIT, 1992), les pratiques d'épandage de fumier de 40 exploitations sont remises en cause. Dans le cadre d'une action Ferti-Mieux, les agriculteurs concernés ont décidé collectivement de changer leurs pratiques d'épandage de fumier en zones à risque.

Il s'agit ici de proposer une démarche permettant à la fois d'établir un diagnostic et de raisonner les changements dans la gestion des fumiers à l'échelle d'exploitations soumises à des contraintes environnementales. Cette démarche peut être appliquée directement ou suivre un diagnostic détaillé comme dans le cas de DEXEL (Diagnostic Environnement de l'Exploitation d'Élevage ; Institut de l'Élevage, 1993).

Après avoir précisé le contexte et les contraintes relatives à l'environnement, nous décrirons la démarche employée. En guise d'illustration, la démarche est appliquée à deux exploitations sous contraintes environnementales contrastées : l'une très fortement concernée avec 80% de la S.A.U. sur les bassins d'alimentation, l'autre faiblement avec 16% de la S.A.U. en zone à risque.

Des changements de pratiques agricoles motivés par des problèmes de qualité d'eau de source en Lorraine

1. A l'échelle du bassin d'alimentation, la relation entre systèmes de culture et qualité de l'eau

Les diagnostics réalisés suite à une dégradation de la qualité de l'eau potable montrent une relation entre l'occupation des sols, en situation karstique de Lorraine, et la qualité des eaux souterraines (GAURY, BENOIT, 1992). Les sites concernés sont des plateaux calcaires fissurés, aux sols très «portants» et très cultivés, surplombant de vastes étendues de prairies situées sur un substrat marneux. Une corrélation a été établie, à l'échelle des bassins d'alimentation, entre les teneurs en nitrate élevées des sources (SALOU, 1992) et un emblavement important en cultures : les principales rotations sont maïs fourrager-céréales d'hiver recevant des épandages massifs et localisés de fumier.

Le plateau de Vicherey-Beuvezin, dit du Haut-Xaintois, est caractéristique de ces situations. Ce plateau reçoit 63% du fumier produit par les 40 exploitations concernées, soit environ 15 000 tonnes concentrées sur 455 ha, à des doses de

40 t/ha de fumier de dépôt avant implantation des céréales d'hiver et de 50 à 80 t/ha de fumier frais avant maïs (KÜNG-BENOIT, 1992).

La «co-responsabilité du fumier» dans la dégradation de la qualité de l'eau, en situation de monoculture de maïs, est montrée dans un essai où des fumures minérales et organiques ont été comparées pendant 4 ans (BENOIT, même ouvrage).

Les possibilités d'épandage de fumier décomposé ou de compost, à faibles doses sur prairies, sans transfert de pollution, sont par ailleurs établies (LE HOUÉROU, 1993 ; BENOIT, même ouvrage).

2. Des exploitations différemment concernées

Le plateau du Haut-Xaintois regroupe 8 bassins d'alimentation et concerne 40 exploitations. Pour chacune des exploitations, une partie de la S.A.U. est située hors bassins, l'autre en zone à risque. Cette dernière représente le taux de «concerne-

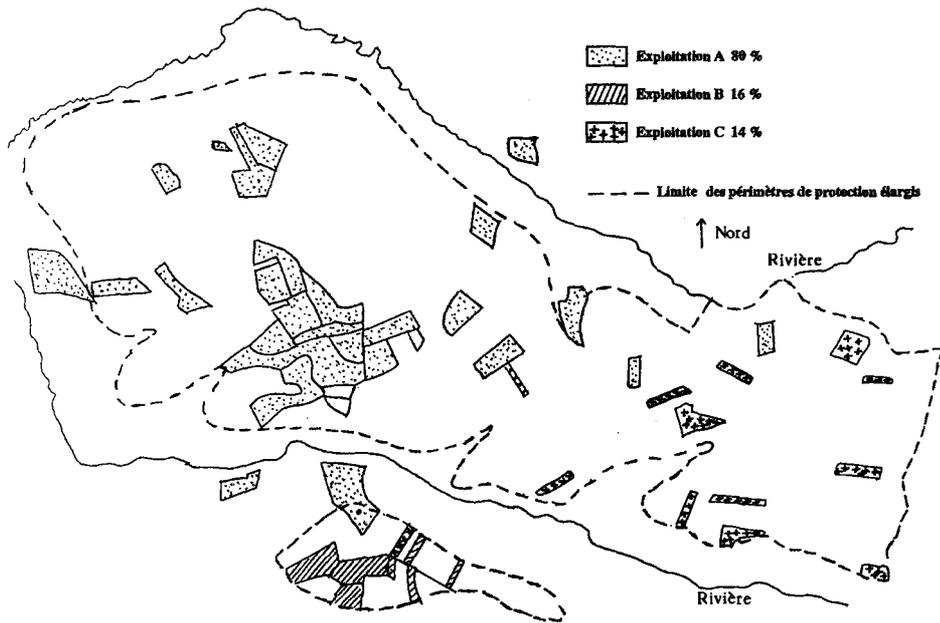


FIGURE 1 : Plan parcellaire des exploitations servant d'exemples : part de la Surface Agricole Utile en zone à risque (INRA-SAD Mirecourt).

FIGURE 1 : Plot maps of the farms given as examples : proportion of agricultural land in the zones with pollution risks (INRA-SAD Mirecourt).

ment» de l'exploitation (BENOIT et al., 1994). Ces taux peuvent être très différents d'une exploitation à une autre, soit pour les 3 exploitations représentées (figure 1) à titre d'exemple, respectivement : 80% pour l'exploitation A, 16% pour l'exploitation B et 14% pour l'exploitation C.

Le parcellaire d'une exploitation est souvent dispersé sur plusieurs bassins (exploitation B) ou parfois regroupé et fortement «impliqué» dans la qualité de l'eau d'un petit nombre de sources (exploitation A). C'est un point à considérer dans la conception d'actions de protection de l'environnement d'une manière plus générale.

Ces différences entre exploitations d'une part, et l'importance des systèmes de culture (surfaces, nature des couverts végétaux) dans l'élaboration de la qualité de l'eau des sources d'autre part, rendent **nécessaire la localisation des pratiques agricoles** pour établir un diagnostic et proposer des changements de pratiques adaptés aux différentes situations.

Du diagnostic à la conception de nouvelles gestions des fumiers

1. Outils

Deux outils servent de support à la fois au diagnostic et au raisonnement des changements :

- un plan de répartition des épandages qui localise les pratiques,
- un calendrier des «flux de fumiers» qui décrit les différentes phases de gestion au cours du temps.

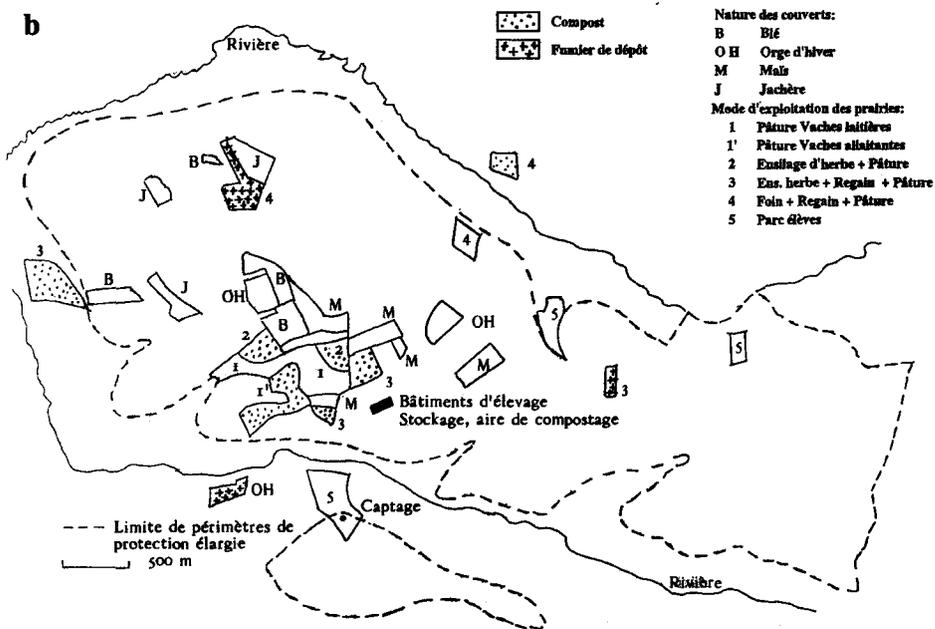
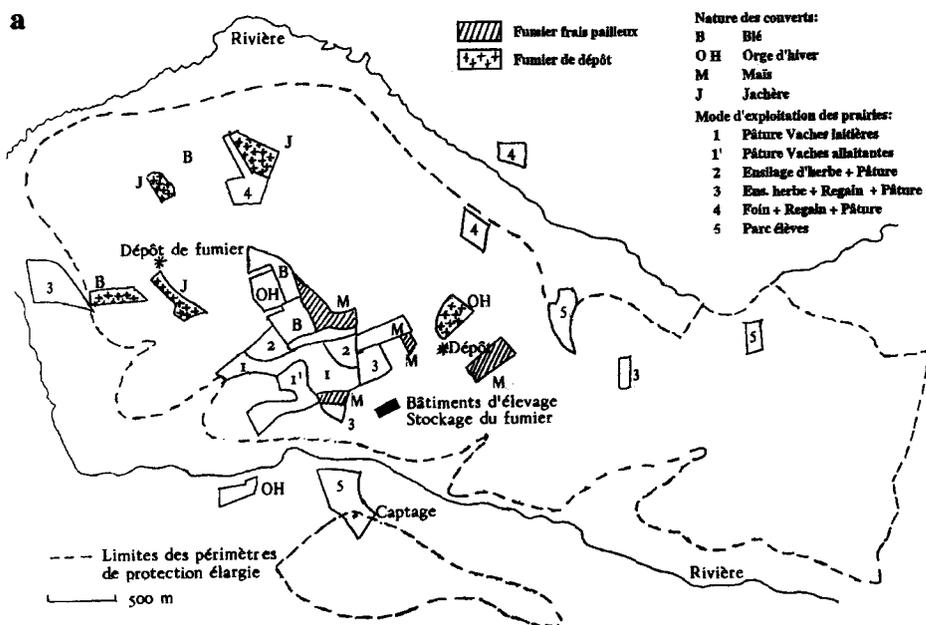
● Le plan de répartition des épandages

Les cultures sont localisées sur le **plan parcellaire de l'exploitation** (figure 2) ; comme pour le calcul de la «BASCULE» (BENOIT, 1992), les systèmes de culture associés sont inventoriés. Les prairies sont différenciées selon leur nature (permanente ou temporaire...) et selon leur mode d'exploitation (pâturage par des boeufs de 1 à 2 ans, ensilage d'herbe en 1^{re} coupe puis pâturage par des vaches laitières...).

FIGURE 2 : **Plan de répartition des épandages de l'exploitation A, avant (a) et après (b) changement de pratiques** (INRA-SAD Mirecourt). 

FIGURE 2 : *Distribution of spreadings on farm A, before (a) and after (b) change of practices* (INRA-SAD Mirecourt).

Transfert du fumier des cultures vers les prairies, en Lorraine



Les bassins d'alimentation, et d'une manière générale les zones à risque (péri-mètres rapprochés de captage, le réseau hydrographique...), sont cartographiés.

Un zonage des principaux types de sol du territoire, réalisé selon une méthode simplifiée (LIMAUX, FLORENTIN, 1992), est un élément complémentaire d'information sur la dynamique de l'eau et sur certaines caractéristiques physiques du sol (perméabilité, portance) pouvant déterminer les pratiques d'épandage.

Les pratiques d'épandage sont figurées sur le parcellaire : des hachures sur la surface fumée renseignent sur la nature du produit ; le tonnage épandu est précisé par un chiffre.

Les bâtiments d'élevage, les lieux de stockage ou de dépôt au champ, sont positionnés sur le plan.

● Le calendrier des flux de fumier

La gestion des fumiers est décrite sur une période recouvrant à la fois le calendrier des vidanges des bâtiments et celui des épandages réalisés pour une campagne.

Les différentes phases de gestion des effluents sont visualisées sur le même schéma (figure 3) : production des déjections, stockage et/ou traitement, épandage. Ce point est particulièrement important car il permet une analyse globale de la gestion des fumiers par la mise en relation instantanée des différentes phases entre elles.

Les fumiers gérés de la même façon sont identifiés par un figuré qui permet de visualiser le «flux de fumier», c'est à dire le devenir des différents fumiers en qualité et en quantité, depuis la production dans les bâtiments jusqu'à l'épandage dans les parcelles (figure 3). Cette méthode fait donc ressortir les différents modes de gestion. Par exemple sur la figure 3 : 415 tonnes de fumier pailleux provenant de l'aire paillée des vaches laitières et des boxes des élèves sont mises en dépôt de mai à août puis épandues sur chaumes avant le blé et sur jachères.

Pour chacune des phases, les enregistrements et les calculs suivants sont réalisés :

– Production par bâtiment ou unité de logement : évaluation des pratiques de

FIGURE 3 : Calendrier des flux de fumier de l'exploitation A, a) avant changement de pratiques, b) après introduction du compostage et délocalisation des épandages (INRA-SAD Mirecourt). 

FIGURE 3 : Manure flow calendar on farm A, a) before change of practices, b) after introduction of composting and distribution of spreadings over a larger area (INRA-SAD Mirecourt).

Transfert du fumier des cultures vers les prairies, en Lorraine

a AVANT CHANGEMENT DE PRATIQUES

PRODUCTION

lieu	animaux	paillage	tonnage	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT
1 Stab. libre	30 VL	8 kg/VL/j	348			110	110	110		93					
2 Boxes	16 B+2ans	5 kg/UGB/j	100			30	30	30		30					
3 Boxes	16T1-2ans	5 kg/UGB/j	145			30	30	30		75					
4 Boxes	53 UGB	4 kg/UGB/j	365			200	200	200		165					75
5 Hangar	VA+veaux	6 kg/VA/j	165			50	50	50		65					
6 Entravée	15 élev+2ans	3-4 kg/élev/j	55							55					
Total			1170	Total/vidange: 190 200 245 476 75											

STOCKAGE

vidange	lieu	durée	fumier	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT
Fév. Mars	Plate-forme	2 mois	VL+Boxes				200	245							
Août	Fumière	12 mois	Entravée								415				
Avril	Dépôt 1	3 à 4 mois	Bâtiments												75
Août+Sept.	Dépôt 2	1 à 2 mois	Fum+Taur												

EPANDAGE

assolement	surf. totale	surf. fumée	dose/ha	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT
Zones à risques:															
Blé	16.6	3.5	30												75
Orge Hiver	7.5	2.5	30												75
Jachère	7.5	7.5	30												225
Mais	16.5	12.5	50												
Parc	26.5														
Ens.herb.+Pâture	8.5														
2 fauchés + Pâture	16.8														
Hors zones à risques:															
Orge Hiver	2.5														
Prairies	20														
TOTAL	122.4	26													

1025 tonnes épandues

 Exemple de Flux de fumiers

b APRES INTRODUCTION DU COMPOSTAGE ET DELOCALISATION DES EPANDAGES

PRODUCTION

lieu	animaux	paillage	tonnage	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT
1 Stab. libre	30 VL	8 kg/VL/j	340			130	110	110		100					
2 Boxes	16 B+2ans	6 kg/UGB/j	100			30	30	30		30					
3 Boxes	16T1-2ans	6 kg/UGB/j	145			30	30	30		75					
4 Boxes	53 UGB	6 kg/UGB/j	365			190	200	200		115					
5 Hangar	VA+veaux	8 kg/VA/j	165			30	50	65		50					
6 Entravée	15 élev+2ans	3-4 kg/élev/j	55							55					
Total			1170	Total/vidange: 395 315 385 75											

STOCKAGE ET COMPOSTAGE

vidange	lieu	durée	fumier	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT
Déc. Fév. Mai	Aire Compost.	2 à 3 mois	*VL+Boxes			395	315	315							
Mai Sept.	Plate-forme	3 à 5 mois	VL+Boxes								160	230		115	
Mai	Fumière	12 mois	Entravée										100	170	40

*Retourneur d'andains: 3 retournements espacés de 8 jours

EPANDAGE

assolement	surf. totale	surf. fumée	dose/ha	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT
Zones à risques:															
Blé	16.6														
Orge Hiver	7.5														
Jachère	7.5														
Mais	16.5														
Parc	26.5	7	10 à 15												
Ens.herb.+Pâture	8.5	8.5	10 à 15												115
2 fauchés + Pâture	16.8	6 + 5.5 + 2	10 à 20												40
Hors zones à risques:															
Orge Hiver	2.5	2.5	30												
Prairies	20	8	20												1170
TOTAL	122.4	39.5													

640 tonnes épandues dont 570 t (90%) sur prairies

 Exemple de Flux de fumiers

paillage en kg de paille/animal/jour et calcul des quantités de fumier produites :

- identification des qualités produites selon les caractéristiques physiques (TEILHARD DE CHARDIN, 1990), par exemple : fumier pailleux (aire paillée), ou mou (logettes faiblement paillées) ;

- relevé des catégories d'animaux présentes, de l'effectif et de son évolution (dates d'entrée et de sortie des animaux), des dates de vidange du bâtiment ainsi que la durée maximale séparant 2 vidanges. Les normes de quantités produites utilisées sont celles adoptées par les organismes de développement intervenant sur le site (KÜNG-BENOIT, 1993). Ces références sont complétées, pour certaines catégories d'animaux, par les mesures de production réalisées dans les bâtiments de la Station I.N.R.A. de Mirecourt.

- **Stockage et/ou traitement :**

- caractéristiques des lieux : nature, dimensions ; origine et/ou type de fumier concerné ; capacité (tonnage ou durée) maximale ;

- lieu et itinéraire technique de compostage : origine du fumier, équipement, nombre et intervalle de temps entre les retournements...

- destination : systèmes de culture et périodes d'épandage concernés.

- **Epandage :**

- distinction des parcelles selon leur position dans les bassins d'alimentation ou non (bas de la figure n°3) ;

- pour chaque parcelle et pour chacun des couverts des rotations pratiquées : fertilisations minérale et organique pratiquées, nature ou origine du fumier, estimation des doses épandues, surfaces fumées, dates ou périodes d'épandage, fréquence des apports, niveau de production ; étude des possibilités et/ou des contraintes d'épandage pour les parcelles non fumées, raisons invoquées.

Ces deux outils permettent une description synthétique et globale de la manière dont l'exploitant gère les fumiers dans le temps et sur le territoire.

2. Démarche

● Objectif et référentiel

Le diagnostic et le changement des pratiques se font par rapport à un objectif défini : l'objectif prioritaire est ici la diminution des risques de pollution. Un autre objectif, celui de la valorisation des déjections animales produites sur l'exploitation,

est aussi conservé mais devient, dans ce contexte, secondaire. Une hiérarchie différente des priorités est possible dans un contexte où les contraintes environnementales sont moins fortes.

L'évaluation des pratiques et la mise au point des changements nécessitent l'existence d'un référentiel adapté (ici, l'ensemble des normes et des références permettant de dire qu'une pratique présente ou non des risques de pollution). Le référentiel utilisé comprend :

- une classification régionale des systèmes de culture selon les risques de pollution des eaux souterraines (BENOIT, 1992). A défaut de mesures ou de références locales, le calcul d'un indicateur des risques de pollution azotée, comme «BASCULE» par exemple, permet un repérage rapide des systèmes de cultures à risque ;

- des références sur le stockage au champ, le compostage et le stockage en plate-forme : risque de pollution, itinéraires techniques, évolution des qualités et des masses (GODDEN, 1986 ; LE HOUÉROU, 1993) ;

- effets de différentes pratiques de fertilisations organiques et minérales sur les productions et les risques de lessivage de nitrate sous prairies et cultures (BENOIT, même ouvrage). Les possibilités d'épandage des fumiers et composts sur prairies de fauche sont testées à la station INRA de Mirecourt depuis 1991. Les résultats obtenus dans les traitements avec compost ou fumier de dépôt se caractérisent, sur prairies, par de faibles risques de lessivage hivernal de nitrate (LE HOUÉROU, 1993).

● **Mode d'emploi des outils**

Le mode d'emploi des deux outils précédemment décrits s'opère selon les étapes suivantes :

- **Etape n°1 : Analyse des pratiques d'épandage habituelles**

Il s'agit de caractériser les pratiques à changer en fonction de l'objectif recherché. Le repérage des pratiques présentant des risques de pollution s'établit directement :

- sur le **calendrier des flux de fumiers** : par **classification des couverts recevant les déjections** selon un ordre décroissant de risque (exemple : systèmes de culture avec maïs : sol nu avant maïs..., prairies extensives de fauche...), par **analyse des doses épandues** (pointage des doses élevées et/ou excessives), par **analyse des périodes d'épandage** ;

- sur le **plan de répartition des épandages** : par **dénombrement des parcelles** précédemment concernées et **situées dans les zones à risque** (bassins d'alimentation, présence d'un captage, proximité de cours d'eau...)

Cette remise en cause des pratiques se traduit par une délocalisation obligatoire des épandages et un excédent de stocks, plus ou moins importants à gérer. Une compréhension des pratiques d'épandage permet d'évaluer l'ampleur et la nature des modifications à envisager : priorités de l'agriculteur (épandages préférentiels avant maïs, facilité d'épandage sur terres nues et en hiver), type de sol (portance), type de l'épandeur...

Un repérage direct, sur le calendrier, des flux concernés (en masses et qualités) permet de mesurer rapidement l'incidence de ces changements sur le stockage et la gestion dans les bâtiments :

- les possibilités ou les problèmes liés à la capacité de stockage existante,
- les structures des bâtiments et les contraintes liées aux qualités de fumier concernées.

Cette étape permet de chiffrer les tonnages et de repérer les types de fumiers à gérer différemment : fumier mou de raclage à stocker obligatoirement ou fumier paillieux d'une aire paillée autorisant un compostage ou une mise en dépôt. Elle met également en évidence la réduction des surfaces d'épandage à réaliser.

– Etape n°2 : Recherche de nouvelles surfaces d'épandage

Il s'agit d'inventorier de manière exhaustive les possibilités d'épandage :

- **recherche en priorité des possibilités d'épandage** sur les parcelles situées **hors zones à risque** : sur cultures d'une part, sur prairies d'autre part ;
- **étude des changements de couverts ou de mode d'exploitation** dans les zones présentant le plus de risque ;
- **inventaire des épandages possibles sur prairies situées sur le périmètre élargi** de protection.

Les prairies permanentes, par leur importance dans le contexte des exploitations lorraines, représentent à cet égard un potentiel important de surface supplémentaire d'épandage et constituent donc des perspectives de solutions simples et efficaces dans les situations à fortes contraintes.

Cet inventaire s'établit, notamment pour les prairies, selon les critères suivants : mode d'exploitation (pâturage, fauche), distance des lieux de stockage, portance, topographie (pente, présence d'arbres...), conditions d'accès (chemin carrossable).

– Etape n°3 : Mise au point d'un nouveau calendrier d'épandage

Il s'agit de déterminer les qualités, les doses et les dates, ainsi que les conditions de mise en oeuvre du nouveau calendrier d'épandage. La qualité du produit

et de l'épandage doit, dans le cas des prairies, remplir les exigences suivantes : produit homogène, à granulométrie fine, de maturité suffisante ou à biodégradabilité rapide, possibilité d'épandage à faibles doses, ce quel que soit le mode d'exploitation, sans diminuer l'appétence du fourrage pour les animaux et en évitant tout risque de contamination sur le plan sanitaire.

Le compostage sur un délai très court ou un stockage de longue durée (4 à 6 mois) entraînent un changement de qualité du fumier autorisant les épandages sur prairies. Les caractéristiques physiques, voire mécaniques, des composts facilitent le réglage des épandeurs et la réussite des épandages à faibles doses (LE HOUÉROU, 1993).

– Etape n°4 : Incidences du nouveau calendrier : mise en oeuvre de nouvelles techniques de stockage et/ou de compostage

C'est une phase charnière entre la production des flux de fumiers peu susceptible d'être modifiée et leur nouvelle répartition sur le parcellaire. Dans le cas d'une réduction importante des surfaces d'épandage initiales, c'est par l'introduction de nouvelles techniques, à ce niveau, que l'excédent de stock peut être résorbé.

Une réduction des stocks à gérer peut être obtenue par stockage et/ou compostage. Les pertes de poids obtenues par stockage sont peu variables et proches de 30%, indépendamment de la durée (LE HOUÉROU, 1993). Lorsque le compostage du fumier intervient dès la vidange du bâtiment, les pertes totales de poids varient selon les techniques employées (de 40 à 60%). La réduction de poids intervient principalement en début de compostage entre une semaine et un mois après la constitution des tas. Cette technique permet une réduction importante de stock dans un délai très court. Ainsi, 1 tonne (en matière sèche, MS) de fumier est transformée en 600 kg MS de compost jeune d'un mois, voire 400 kg MS au bout de 2,5 mois, après un à trois retournements.

Une étude des conditions de mise en oeuvre des nouvelles techniques est nécessaire : capacité de stockage supplémentaire, lieu et conditions d'un nouveau dépôt de fumier au champ en dehors des zones à risque, choix d'une aire de compostage et des équipements. Pour éviter des pertes directes par ruissellement et une volatilisation importante (TEILHARD DE CHARDIN, 1990 ; GODDEN et al., 1991), la mise en dépôt et le compostage au champ sont réservés à des fumiers pailleux. Si ces techniques ne suffisent pas à résorber l'excédent, la vente des stocks résiduels de fumier ou de compost est envisageable.

– Etape n°5 : Conséquences sur la gestion des fumiers dans les bâtiments

Les modifications envisagées au cours de la phase précédente doivent être compatibles avec les structures des bâtiments et les pratiques de paillage possibles.

- **Besoin de paille** : le compostage est spécialement adapté à des systèmes de bâtiments producteurs de fumier pailleux (aires paillées, stabulations entravées ou à logettes fortement paillées). Il ne résout pas les problèmes de gestion soulevés par le fumier de raclage des aires semi-paillées. L'ajout de paille à un fumier «mou» avant compostage pose des problèmes pratiques. C'est une opération exigeante en main-d'oeuvre et les qualités de compost obtenues sont moins satisfaisantes qu'en litière paillée (GODDEN et al., 1991). Pour envisager cette technique, il est nécessaire de réaliser des paillages minima de 6 à 8 kg/UGB/jour. Dans le contexte lorrain, ces besoins nécessitent souvent des achats complémentaires de paille.

- **Modification du rythme des vidanges** : la nouvelle répartition des épandages peut entraîner des changements dans la pratique de vidange des bâtiments : par exemple (figure 3b), des épandages de compost sur prairies avant première coupe nécessitent la réalisation d'un compost «bon à épandre» en mars ; ceci entraîne une vidange de fumier pailleux, en quantité suffisante, 2 à 3 mois avant, soit fin décembre.

3. Applications

La démarche est développée à partir d'un cas concret sous contraintes environnementales élevées : l'exploitation A, qui est très concernée par l'élaboration de la qualité de l'eau de trois sources. Elle est présentée de façon plus synthétique dans le cas de l'exploitation B, faiblement concernée. Pour privilégier l'illustration des différentes étapes de la démarche, les arguments relatifs au diagnostic et aux modifications de pratiques proposées ne sont pas ici détaillés (cf. références bibliographiques).

● Cas de l'exploitation A : introduction du compostage

- **Etape n°1** : Analyse des pratiques d'épandage initiales pour cette exploitation comportant 80% de sa S.A.U. en zone à risque : 625 t de fumier frais, épandues sur sol nu avant maïs ; 400 t de fumier de dépôt sur jachère et avant céréales d'hiver. L'épandage de fumier sur l'ensemble de ces parcelles cultivées, situées sur le périmètre (figure 2a), contribue à la dégradation de la qualité de l'eau des sources (MUNIER, 1991). Des épandages en frais sur sol nu avant maïs, à des doses relativement faibles (40 t/ha), entraînent un lessivage de nitrate important correspondant à une augmentation des teneurs en nitrate de la solution du sol à 90 cm de profondeur de 60 à 110 mg/l de NO₃ (BENOIT, même ouvrage). L'arrêt de ces épandages signifie, pour cette exploitation, une réduction du potentiel des surfaces d'épandage de 48 ha, correspondant à 50% de la S.A.U. Au total, 1 025 t de fumier, soit 100% du fumier produit, sont à gérer différemment. Dans ce cas, l'introduction du com-

postage peut réduire notablement cet excédent de stock et permettre une autre répartition. Ces pratiques sont caractéristiques de celles observées sur l'ensemble du plateau. A l'exception des doses excessives, ces pratiques répondent à une logique agronomique : épandage sur sol portant, amendement organique en sol sableux, apport prioritaire sur les parcelles cultivées à fort potentiel de production et en tête de rotation (maïs), nécessité d'épandre avant labour. Des contraintes de situation (topographie, bâtiment d'élevage dans les villages) et de structure (faibles capacités de stockage) ont entraîné un développement de la pratique du dépôt à proximité des lieux d'épandage prévus.

– **Etape n°2** : Recherche de nouvelles surfaces d'épandage. La recherche des surfaces supplémentaires d'épandage est illustrée dans le tableau 1.

– **Etape n°3** : Mise au point d'un nouveau calendrier d'épandage (figures 2b et 3b) : une délocalisation des épandages de fumier de dépôt sur cultures, hors périmètre, est possible sur 2,5 ha seulement. De faibles doses (10 à 20 t/ha) de compost ou de fumier décomposé sont prévues pour les prairies. Un épandeur adapté est investi en CUMA (18 adhérents). Au total 640 t sont épandues : 475 t de compost sur prairies en 3 chantiers d'épandage de 200, 160 et 115 t ; 165 tonnes de fumier de stockage décomposé.

– **Etape n°4** : Incidences du nouveau calendrier sur la phase antérieure de stockage : mise en oeuvre du compostage et des modifications des pratiques de stockage. Les périodes d'épandage prévues conditionnent les dates de vidange des bâtiments : les tonnages de compost épandus nécessitent des vidanges successives de fumier frais pailleux de 400 t en décembre, 320 t en février, 230 t en mai (figure 3b). L'aire de compostage est conçue pour un traitement de 500 t ; la composteuse est investie en CUMA. La technique de compostage consiste en 3 retournements réalisés à la composteuse et espacés de 8 jours environ. Cet itinéraire est un compromis pratique

	Possibilités			Impossibilités			
	parcelle	nb	surface	parcelle	nb	contraintes	surface*
Parcelles hors zone à risque	Céréales	1	2,5	Parcs élèves	3*	Captage et pente Pente et distance Arbres et accès	14
	Prairie de fauche	2	8				
Parcelles en zone à risque	Prairie de fauche	5	22	Parcs vaches laitières	2	Refus de l'agriculteur Accès et pente	12,5
	Parc vaches allaitantes	1	7				
	Total		9	39,5 ha		6	

* Une exploitation en fauche, en remplacement du pâturage, est prévue sur 2 ha pour une parcelle située à proximité d'un captage

TABLEAU 1 : Inventaire des possibilités d'épandage de l'exploitation A.

TABLE 1 : Inventory of spreading possibilities on farm A.

assurant de manière simple la gestion de différentes qualités de fumiers, comme par exemple dans cette exploitation, lors de la vidange simultanée de plusieurs bâtiments. La plate-forme et la fumière sont utilisées pour du stockage de plus longue durée et remplacent les dépôts au champ. Du fait des pertes de masse obtenues lors des processus de stockage et de compostage, les 1 170 t de fumier vidangées sont transformées en 640 t de compost et fumier décomposé à épandre.

– **Etape n°5** : Etude des conséquences sur la gestion des fumiers dans les bâtiments. Le rythme des vidanges de certains bâtiments est modifié : vidange supplémentaire de l'ensemble des boxes des élèves en décembre pour disposer de suffisamment de fumier frais à composter. Le paillage des boxes des élèves et de l'aire paillée des vaches allaitantes est augmenté : +1 à 2 kg/UGB/jour. La gestion des fumiers dans les bâtiments est, dans ce cas, peu modifiée.

● **Cas de l'exploitation B : une simple délocalisation des épandages suffit**

L'exploitation B produit 1 900 t de «fumier mou» provenant d'une stabulation libre à logettes et de boxes d'élèves ainsi que 415 t de fumier pailleux d'une aire paillée et de boxes à bovins viande. Les parcelles situées sur le périmètre de protection représentent une surface en culture de 18,4 ha, soit 16% de la S.A.U. Les possibilités d'épandage en dehors du périmètre totalisent 32 ha de terres labourables et 65 ha de prairies. Le tonnage initialement épandu en zone à risque peut être facilement délocalisé ; il est principalement réparti sur des cultures hors périmètre. Ceci se traduit par des distances d'épandage légèrement plus importantes. Ces nouvelles pratiques entraînent par ailleurs la réalisation d'un stockage complémentaire (plate-forme ou dépôt) de fumier pailleux sur une durée de 6 mois pour permettre des épandages sur prairies.

Discussion

● **Evaluation des nouvelles gestions**

Elle est réalisée selon les critères utilisés pour évaluer les pratiques initiales. Par exemple le calcul de la «BASCULE», avant et après changement des pratiques, permet d'apprécier la diminution du risque de pollution pour les parcelles situées en zone à risque. La fertilisation minérale doit être adaptée et prendre en compte les nouvelles pratiques de fumure organique.

● Conséquences générales

Dans ce contexte, les solutions proposées, délocalisation et/ou compostage, entraînent un transfert du fumier des cultures «largement» fertilisées vers des prairies rarement fumées.

L'arrêt des épandages sur le plateau cultivé soulève la question de l'évolution à terme de la fertilité et de la stabilité structurale des sols sableux concernés. Des épandages de compost sont actuellement expérimentés sur le périmètre pour déterminer les doses d'apport compatibles avec la protection des sources.

La nouvelle répartition des épandages de matière organique a des effets sur les productions et la flore des prairies ; des expérimentations de longue durée mesurent ces effets (LE HOUÉROU, 1993).

Les transformations en cours de stockage et de compostage s'accompagnent de **pertes par dégagements gazeux et par jus d'écoulement**. Les bilans établis dans les différentes situations suivies permettent de comparer les pertes totales entre la vidange et l'épandage. Les pertes en azote se font essentiellement par voie gazeuse (volatilisation à la constitution du tas). Des mesures de ce processus sont prévues en collaboration avec le département INRA de bioclimatologie.

Le travail est un aspect important de la gestion des déjections animales. Seules des mesures en situation et sur l'ensemble des phases permettront de comparer les pratiques. Le compostage et la délocalisation des épandages modifient la répartition des charges de travail sur l'année et l'organisation des chantiers d'épandage. L'opération de compostage nécessite un surcroît de travail mais cette technique induit par ailleurs une diminution importante des volumes à gérer et réduit le nombre de charrois de 40% environ.

Quelle que soit l'option, **les investissements collectifs** en CUMA sont intéressants (TISSOT et al., 1994). Les modalités de fonctionnement sont multiples : déplacement de la composteuse ou de l'épandeur d'une exploitation à l'autre, aire de compostage collective comme c'est le cas sur un des sites étudiés. Les possibilités de choix d'équipements d'une part et des modalités d'investissement individuel ou collectif d'autre part, se traduisent par une fourchette très étalée du montant des investissements.

● Intérêt et limites de la méthode

La démarche est basée sur les principes suivants : d'une part celui, nécessaire, de localiser les pratiques de gestion des fumiers en considérant l'ensemble des exploitations sur le territoire concerné, d'autre part celui, déterminant, de concevoir

un calendrier et une répartition des épandages réalistes pour l'agriculteur et compatibles avec la protection de l'environnement. Les deux outils permettent une analyse des pratiques globale, combinée dans le temps et l'espace. La pertinence des modifications envisagées à une étape donnée, la faisabilité technique et l'évaluation des conséquences sur les autres phases de gestion en sont facilitées.

Cette représentation synthétique permet également d'établir des priorités dans les changements et surtout de préserver une cohérence générale de fonctionnement dans la gestion des fumiers à l'échelle de l'exploitation. Cette démarche est principalement axée sur le raisonnement des changements de pratique. Elle complète donc les outils existants comme le DEXEL, limité au diagnostic.

Les deux exemples choisis sont extrêmes et présentent quelques solutions. Dans un contexte d'élevages producteurs de fumiers, l'application de la méthode à des situations présentant des niveaux intermédiaires de contrainte environnementale peut s'en déduire par combinaison des solutions proposées. Son application dans un contexte d'élevage essentiellement producteur de lisier est à tester ; une adaptation des outils tout en conservant la démarche est nécessaire ; la nature des solutions sera différente.

Dans un contexte de pollution superficielle, le référentiel change et l'évaluation des risques s'effectue sur d'autres critères. L'utilisation de la démarche pour évaluer la valorisation des fumiers mettra en oeuvre des calculs complémentaires de bilans de fumure.

Conclusion

En vue de réduire les risques de pollution, le raisonnement des changements de pratiques de gestion des fumiers :

- privilégie d'abord une recherche de solutions pour l'épandage avant de changer les structures de stockage et des bâtiments,
- met en évidence une interdépendance des pratiques d'épandage des éleveurs à l'échelle d'un territoire (exemple : les bassins d'alimentation),
- soulève la question de la mise en oeuvre de solutions collectives pour le traitement des fumiers, tout en préservant un fonctionnement cohérent à l'échelle de l'exploitation.

L'objectif est de présenter un ensemble méthodologique permettant aux différents acteurs de s'informer et de discuter : les agriculteurs, les gestionnaires de l'eau et les conseillers. Cette approche contribue également à fournir des outils pour aider

les agriculteurs à développer collectivement de nouvelles gestions de leur fumier. La CUMA «L'eau vive» du Haut Xaintois en est un des premiers exemples en France.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.,
«Valorisation des engrais de ferme par les prairies»,
les 29 et 30 mars 1994.

Remerciements

L'auteur remercie les agriculteurs qui, par les discussions et l'étude de leurs pratiques, ont permis la réalisation de ce travail, spécialement ceux de la CUMA «L'eau vive» du Haut Xaintois (Vosges et Meurthe-et-Moselle) et ceux du Plan de Développement Durable de la petite Woëvre (Meuse) ; les conseillers des Chambres d'Agriculture pour leurs questions, leurs remarques et le test de la démarche, particulièrement Annie KÜNG-BENOIT, Corinne REVEST et Anne-Catherine NICORA (Chambres d'Agriculture des Vosges, de la Meurthe-et-Moselle et de la Meuse (P.D.D.)) ; les collègues de la Station INRA-SAD de Mirecourt, spécialement M. BENOIT pour son appui méthodologique ainsi que MM. J. BARLIER, G. ROUYER, D. FOISSY, C. BAZARD et les techniciens de la Station SAD pour la saisie des données et leurs critiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BENOIT M. (1992) : « Un indicateur des risques de pollution azotée nommé «BASCULE» (balance azotée spatialisée des systèmes de culture de l'exploitation) », *Fourrages*, 129, 95-110.
- BENOIT M., DEFFONTAINES J. P., GRAS F. (1994) : «Le bassin d'alimentation : une leçon d'interdisciplinarité», *Nature Sciences et Société* (en lecture).
- Institut de l'Elevage (1993) : *DEXEL (diagnostic environnement de l'exploitation d'Elevage). Evaluation des risques de pollution de l'eau.*
- GAURY F., BENOIT M. (1992) : «Modélisation de la qualité des eaux souterraines ; influence de l'occupation du sol en situations karstiques de Lorraine», *Les dossiers de la cellule environnement de l'INRA*, n°4 : *Séminaire altération et restauration de la qualité des eaux continentales*, Port-Leucate, 1 et 2 octobre, p 77-80.
- GODDEN B. (1986) : *Etude du processus de compostage de fumier de bovin*, thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de microbiologie, 136 pages + annexes.
- GODDEN B., DEWERCHIN F., PENNINGCKX M. (1991) : *Projet de recherche et Développement en agriculture biologique*, Groupe Agriculture Biologique, Rapport final (janvier 1989 - février 1991); Université Libre de Bruxelles.
- KÜNG-BENOIT A. (1992) : «Réduction de la pollution nitrique : exemple d'un diagnostic en Lorraine», *Fourrages*, 131, 235-250.
- KÜNG-BENOIT A. (1993) : *Engrais de ferme. Les quantités produites*, EDE - SUAER - Chambre d'agriculture des Vosges, 5 octobre 1993.

B. Le Houérou

- LE HOUÉROU B. (1993) : «Le compostage des fumiers, une des pratiques pour protéger l'eau. Intérêts et limites de cette technique pour l'éleveur», *Congrès du GEMAS COMIFER : Matières organiques et agriculture*, atelier n°2 : systèmes de culture avec élevage, Blois 16-18 novembre 1993.
- LIMAUX F., FLORENTIN L. (1992) : «La connaissance des potentialités parcellaires, premier maillon d'une agronomie appliquée. Potentialités agronomiques des sols», *Journée agronomique Alsace-Lorraine*, Sarrebourg, 19 mars 1992.
- MUNIER V. (1991) : *Plateau de Vicherey-Beuvezin : maîtrise de la pollution des eaux d'alimentation des communes par les nitrates d'origine agricole*, mémoire de fin d'étude, Université de Nancy, INRA Mirecourt.
- SALOU M.C. (1992) : *Maîtrise de la qualité des eaux en milieu agricole. Exemple des plateaux calcaires de Vicherey et d'Aboncourt*, mémoire de DEA de Géographie physique; Université de Metz; INRA-SAD Mirecourt, 126 pages + annexes.
- TEILHARD DE CHARDIN B. (1990) : «Gestion des déjections de bovins et pollution par les nitrates Diversité des pratiques dans les élevages laitiers du Plateau Lorrain», *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, n°18, INRA-SAD, 46 pages.
- TISSOT S., QUENON G., BRUART J. (1994) : «Evaluation des techniques et du coût du compostage à la ferme», Station de Génie rural, Centre de Recherches agronomiques, Gembloux (Belgique), *UGET 15, dossier RED, Le compostage des déchets organiques* (à paraître), rencontre transfrontalière de l'environnement; Luxembourg, 2 décembre 1994.

RÉSUMÉ

Les problèmes de pollution de l'eau ont entraîné une remise en cause des pratiques d'épandage des fumiers dans les exploitations situées sur les bassins d'alimentation de sources en Lorraine. Au delà du diagnostic, la démarche proposée est centrée sur le raisonnement des changements à réaliser dans la gestion des fumiers des exploitations soumises à des contraintes environnementales plus ou moins élevées. Deux outils (un plan de répartition des épandages et un calendrier des «flux de fumier») servent de support à une analyse combinée des pratiques dans l'espace et le temps. La méthode privilégie d'abord une recherche de solutions au niveau de l'épandage et étudie ensuite les incidences et les modifications à envisager pour les phases de stockage et traitement, puis de production de fumier dans les bâtiments.

SUMMARY

Transfer of manure from arable crops to pastures in Lorraine. Tools and methods to alter practices

On those farms situated in the catchment basins in Lorraine, the manure spreading practices had to be questioned because of the problems of water pollution. The approach proposed goes beyond a diagnosis ; it is mainly based on the rational changes to implement in the management of manures when there are more or less severe environmental constraints. Practices are analysed both in space and in time thanks to two tools : a plan for the distribution of spreadings, and a calendar of «manure flows». The method emphasizes first the quest for solutions to the spreading problems, and investigates next the consequences and possible changes in storage and in handling ; finally, it deals with the production of manure in the sheds.