



EPANDABILITE DES EFFLUENTS D'ELEVAGE

Rapport de stage

Licence Professionnelle Agriculture Durable

Yohann Pocrain

3 mai 2010 – 20 août 2010

Remerciements

Je tiens à remercier Emilie Dieudé-Fauvel, Ingénieur de recherche en caractérisation, traitement et valorisation des effluents organiques, pour son immense sympathie et son énorme soutien sur le plan professionnel.

Par ailleurs, je félicite l'ensemble de l'équipe du Cemagref pour son sens de l'accueil. Au sein de cette équipe, je remercie tout particulièrement Monsieur Philippe Héritier, Assistant ingénieur en mesures physiques et instrumentation, pour la clarté et la précision de ses explications, Monsieur Jean-Christophe Roux, Assistant ingénieur en mesures physiques et expérimentations pour l'épandage des produits organiques, pour le temps qu'il m'a accordé et les explications qu'il m'a apportées, Monsieur Frédéric Chabot, Ingénieur d'étude et responsable de l'exploitation agricole du Cemagref, pour sa disponibilité et ses conseils en agronomie, et Monsieur Thomas Pacaud, Ingénieur d'étude, pour la précision de ses explications et ses méthodes de travail.

Puis surtout, un grand merci à Pierre-Dominique Mahé, Jean-Claude Mégnien, Sandra Tournebize, Amine Taïb, Mylène Escallier et Anne-Laure Reverdy qui ont contribué au bon déroulement de ce stage.

Résumé

Ce stage a été réalisé au Cemagref de Montoldre dans le département de l'Allier. Le thème abordé est : l'Épandabilité des Effluents d'Élevage. L'épandage est une opération qui demeure très empirique ; les recherches en cours, portant aussi bien sur le matériel que sur le matériau ont pour finalité d'améliorer la régularité de l'épandage et de qualifier le matériau.

Le stage se décline en trois phases principales. D'abord, la recherche d'une méthode de quantification des effluents d'élevage a conduit à une estimation des quantités produites dans chaque région de France. Son intérêt est de parvenir à classer les effluents par catégorie d'animaux et d'évaluer les quantités produites.

Par ailleurs, la caractérisation physique qui consiste à étudier les propriétés spécifiques du matériau (sa nature et sa forme) a été abordée par une analyse de données.

Ces données sont réparties en deux groupes, d'une part les informations générales relatives aux effluents (type d'effluent, mode de stockage, aspect général du fumier) et d'autre part, des mesures physiques effectuées au laboratoire ou sur le terrain. Le traitement de ces données contribue à établir un lien entre les caractéristiques des matériaux et leurs comportements lors de l'épandage. Aussi, l'analyse a abouti à la création d'une nouvelle grille de caractérisation du fumier, plus complète, à laquelle s'ajoutent les informations sur les pratiques d'élevage ainsi que sur le comportement du matériau à l'épandage (émiettement, tassement, ...).

La dernière tâche a été la réalisation d'une enquête de terrain. Celle-ci s'est déroulée dans le département de l'Allier auprès de six professionnels de l'épandage. Elle a permis d'identifier des problèmes liés au matériel et au matériau et à leur interaction à l'épandage.

Table des matières

| | |
|--|----|
| Remerciements | 1 |
| Résumé | 3 |
| Table des matières | 4 |
| Introduction..... | 6 |
| Chapitre 1 : Présentation du Cemagref | 7 |
| I Informations générales | 7 |
| 1) Ses missions..... | 7 |
| 2) Le personnel | 7 |
| 3) Son budget | 7 |
| II. Historique | 8 |
| III. Informations relatives au stage..... | 9 |
| 1) Implantation géographique | 9 |
| 2) Le lieu de stage | 11 |
| 3) Les objectifs de stage | 12 |
| Chapitre 2 : Quantification des effluents..... | 14 |
| I. Les engrais de ferme en France..... | 14 |
| 1) Zones productrices d'effluents | 14 |
| 2) Types de produits épandus | 15 |
| II. Production globale annuelle et réglementation..... | 15 |
| 1) Production globale en France | 15 |
| 2) Des réglementations différentes entre élevage ICPE et élevage RSD | 15 |
| III. Présentation de la méthode..... | 16 |
| 1) Méthode de calcul des Unité Gros Bétail maîtrisables (UGBm)..... | 16 |
| 2) Résultats..... | 17 |
| 2.1) Bovins..... | 17 |
| 2.2) Volailles..... | 17 |
| 2.3) Porcs | 18 |
| 2.4) Ovins..... | 18 |
| 2.5) Caprins..... | 19 |
| Chapitre 3 : Traitement de données | 20 |
| I. Les instruments de mesure | 21 |
| 1) Le scissomètre..... | 21 |
| 2) La boîte de Casagrande | 21 |
| 3) Le pénétromètre | 22 |
| 3.1) Le pénétromètre manuel | 22 |
| 3.2) Le pénétromètre automatique | 22 |
| 4) Quelques autres mesures..... | 23 |
| II. Analyse de données | 24 |
| 1) Les animaux concernés et les modes de stockage | 24 |
| 1.1) Bovins et Equidés | 25 |
| 1.2) Ovins et Caprins | 26 |
| 1.3) Volailles..... | 27 |
| 2) Présentation de la nouvelle grille de caractérisation du fumier | 27 |
| III. Analyse des mesures | 29 |
| 1) La pénétrométrie et la longueur des brins | 29 |
| 2) La matière sèche et la scissométrie..... | 30 |
| 3) La densité et l'angle de frottement | 31 |
| Chapitre 4 : Enquête de terrain..... | 33 |
| A/ Résultats de l'enquête | 33 |

| | |
|---|----|
| B/ Analyse des résultats..... | 37 |
| I. Les voies de valorisation de l'effluent..... | 37 |
| 1) L'épandage par voie de compostage..... | 38 |
| 2) L'épandage en bout de champ..... | 38 |
| 3) L'épandage direct..... | 38 |
| II. La mise en place des chantiers..... | 39 |
| 1) Les étapes du chargement..... | 39 |
| 2) L'épandage..... | 39 |
| III. Les problèmes..... | 40 |
| 1) Le matériel..... | 41 |
| 1.1) Le constat..... | 41 |
| 1.2) Perspectives..... | 41 |
| 2) Le matériau..... | 42 |
| 2.1) Constat..... | 42 |
| 2.2) Perspectives..... | 42 |
| Conclusion..... | 43 |
| Bibliographie..... | 44 |
| Annexes..... | 45 |

Introduction

Les fumiers et lisiers d'élevage sont riches en éléments fertilisants (surtout en azote) qui se présentent sous deux aspects différents : la forme minérale (directement assimilable par la plante) et la forme organique (devant être minéralisée avant d'être utilisée par la plante).

Dans la première moitié du 20^{ème} siècle, toutes les déjections d'animaux étaient rajoutées au tas de fumier, ou étaient simplement mélangées à de la paille. Ces tas subissaient une fermentation et se décomposaient. Le fumier était épandu manuellement (à la fourche) sur les terres. Comme dans tous les domaines, l'agriculteur recherchait avant tout l'autosuffisance, donc pas de dépendance aux intrants (engrais, produits phytosanitaires). Il en consommait peu, puisque les cultures de légumineuses permettaient l'enrichissement du sol en azote pour assurer la croissance des cultures suivantes. De plus, la rotation des cultures et les objectifs de productions beaucoup moins élevés qu'aujourd'hui permettaient un usage assez modéré des fertilisants.

Durant les dernières décennies, les objectifs de production se sont élevés. Ils ont triplé, voire quadruplé par rapport à ceux des années cinquante et ont nécessité des apports d'engrais beaucoup plus importants, ce qui est la principale cause de l'essor des engrais minéraux. L'utilisation abusive des engrais minéraux a provoqué au fil des années une pollution généralisée des sols, des cours d'eaux et des nappes phréatiques par les nitrates. Cette pollution a engendré un bouleversement des mentalités, qui se manifeste par le retour des engrais organiques dans le circuit agricole.

Maintenant, l'usage des engrais organiques est particulièrement renforcé : d'une part, pour son aspect économique (prix de l'unité d'azote indexé sur les cours pétroliers) et d'autre part pour son efficacité agronomique (apport de matière organique et minérale pour la plante).

Mon stage est intitulé : Epandabilité des Effluents d'Elevage. Il est inscrit dans le cadre d'un projet national portant sur l'amélioration de la caractérisation des effluents d'élevage. Ses objectifs s'articulent autour de trois axes, ils visent à :

→ Réaliser un état des lieux des pratiques d'épandage en France, par la mise en place d'une méthode d'estimation des effluents.

→ Améliorer la caractérisation physique des matériaux pour éventuellement aidé au choix du matériel.

→ Mettre en place une enquête auprès des professionnels du domaine pour identifier les principales difficultés rencontrées à l'épandage des effluents.

Il s'agit de comprendre la mise en œuvre des chantiers d'épandage et d'identifier les problèmes liés au matériel et au matériau.

D'abord je dresserai un état des lieux des pratiques d'épandage en France, ensuite je présenterai l'analyse réalisée à partir des données de caractérisation de fumier, puis à partir d'un tableau, je synthétiserai les problèmes identifiés lors de l'enquête et relatifs au matériel et au matériau.

Chapitre 1 : Présentation du Cemagref

I Informations générales

1) Ses missions

Le Cemagref est un Etablissement Public à caractère Scientifique et Technologique (EPST). Cet organisme est placé sous la double tutelle des ministères en charge de l'Agriculture et de la Recherche. Le Cemagref a pour mission de répondre à des questions concrètes de société dans le domaine de la gestion durable des eaux et des territoires en produisant des connaissances nouvelles et des innovations techniques utiles aux gestionnaires, aux décideurs et aux entreprises.

Ses enjeux sont traduits en questions scientifiques et en objets de recherche construits autour de plusieurs disciplines. La complexité des enjeux et des phénomènes impose l'excellence scientifique pour développer et intégrer les connaissances.

Trois grands axes d'enjeux environnementaux :

- ❖ La qualité environnementale « Coupler méthode et technologie pour agir ensemble »
- ❖ La gestion durable des eaux et des territoires « Généraliser les approches multisectorielles pour mieux intégrer 'eaux et territoires' »
- ❖ La gestion des risques naturels « Elargir l'approche des risques par l'étude de la viabilité des systèmes environnementaux »

Figure 1 : Les enjeux du Cemagref

2) Le personnel

Le Cemagref emploie environ 1350 personnes dont 950 permanents pour moitié chercheurs et ingénieurs. Par ailleurs, il accueille plus de 200 doctorants, 40 post-doctorants et chercheurs étrangers ainsi qu'environ 250 stagiaires de niveau master. Ces employés sont répartis en 20 unités de recherche propres, 5 unités mixtes de recherche et une équipe de recherche technologique sur 9 sites principaux en France.

3) Son budget

Le budget annuel du Cemagref est de 110 millions d'euros et les recettes provenant des contrats s'élèvent à 18,2 millions d'euros.

II. Historique

- En 1981 : Le Cemagref est fondé à partir d'équipes scientifiques et techniques constituées par l'État dans les années 1960-1970.
- De 1981 à 1993 : Les employés du Cemagref sont répartis en 43 divisions et une direction des programmes gère la cohésion entre les différentes activités.
- De 1994 à 1997 : Le premier plan stratégique permet de mettre en place quatre départements possédant chacun un plan quadriennal. Le Cemagref (originellement Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts) devient l'Institut de Recherche pour l'Ingénierie de l'Agriculture et de l'Environnement. La création du département "Gestion des territoires" témoigne du développement d'une nouvelle thématique majeure.
- En 1998 : Une direction scientifique et une direction du développement et de l'innovation sont mises en place. Cette distinction permet une amélioration en termes de qualification scientifique et de recherche de partenaires.
- De 1999 à 2003 : Un nouveau plan stratégique modifie la maille des thèmes de recherche, qui devient celle du pilotage stratégique et du suivi rapproché par les départements.
- De 2004 à 2008 : Un nouveau plan stratégique est mis en place. Ce dernier s'inscrit dans une vision sur dix ans et dans une optique d'insertion européenne. Le nombre de thèmes de recherche est réduit à 27 afin de resserrer les collectifs thématiques par implantations. Chaque collectif doit fixer ses objectifs à 4 ans. Un des quatre départements s'oriente résolument vers le développement des écotechnologies.
- En 2009 : Le Cemagref s'affiche comme travaillant sur les sciences pour l'ingénierie de la gestion durable des eaux et des territoires. La nouvelle dénomination de l'établissement, « Sciences, eaux et territoires », confirme cette orientation. De plus, un nouveau plan stratégique, surnommé "Cemagref 2020", puisqu'il permettra de structurer les activités de l'établissement jusqu'en 2020, est en cours de mise en place.

III. Informations relatives au stage

Comme représenté ci-dessous, les infrastructures du Cemagref sont réparties sur 10 sites en France.

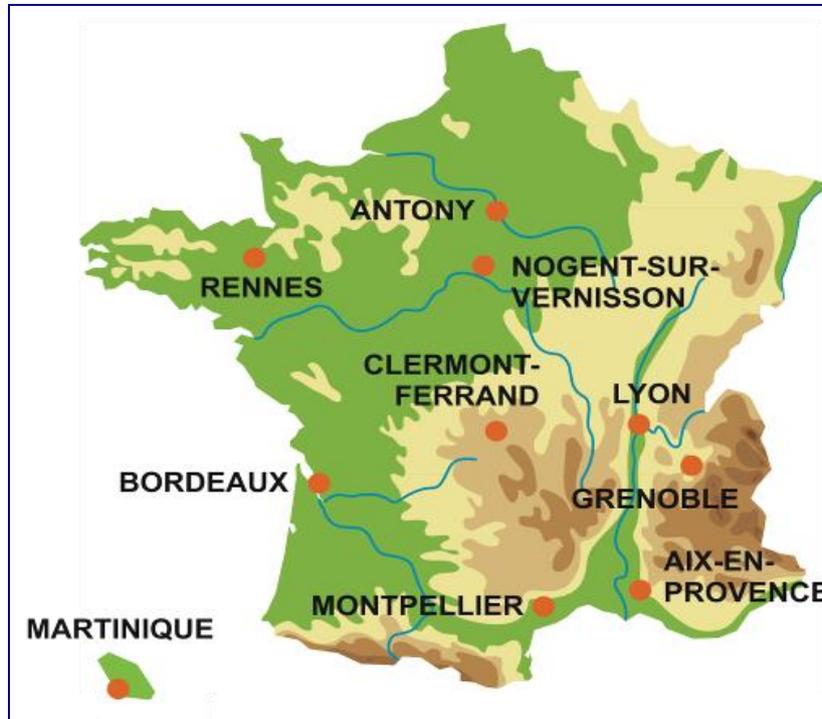


Figure 2 : Implantation des sites du Cemagref en France métropolitaine et DOM-TOM

1) Implantation géographique

A chaque site sont associées plusieurs unités de recherche.

Les correspondances site/unités de recherche sont listées ci-dessous :

- Aix-en-Provence : Hydrobiologie, Écosystèmes méditerranéens et risques, Ouvrages hydrauliques et hydrologies.
- Antony : Génie industriel alimentaire, Génie des procédés frigorifiques, Technologies pour la sécurité et les performances des agroéquipements, Hydro-systèmes et bioprocédés.
- Bordeaux : Écosystèmes estuariens et poissons migrateurs amphihalins, Réseaux, épuration et qualité des eaux, Restauration de la continuité écologique des cours d'eau à poissons migrateurs, Aménités et dynamiques des espaces ruraux.
- Clermont-Ferrand : Technologies, systèmes d'information pour les agro systèmes, Laboratoire d'ingénierie pour les systèmes complexes, Mutations des activités, des espaces et des formes d'organisation dans les territoires ruraux.
- Grenoble : Érosion torrentielle, neige et avalanches, Développement des territoires montagnards, Écosystèmes montagnards.

- Lyon : Biologie des écosystèmes aquatiques, Qualité des eaux et prévention des pollutions, Hydrologie hydraulique et gestion des services publics.
- Montpellier : Information et technologie pour les agro-procédés, Territoires, environnement, télédétection et information spatiale, Gestion de l'eau, acteurs, usages.
- Nogent-sur-Vernisson : Écosystèmes forestiers.
- Rennes : Technologies des équipements agroalimentaires, Gestion environnementale et traitement biologique des déchets.

Par ailleurs, le Cemagref bénéficie également d'une antenne régionale en Martinique, incorporée au sein du Pôle de Recherche Agroenvironnemental de la Martinique (PRAM), travaillant sur le thème « Agriculture et espace insulaire ».

2) Le lieu de stage

Mon stage a été réalisé à l'unité de recherche «Technologies et systèmes d'information pour les agro-systèmes», implantée sur le site de Montoldre dans l'Allier, qui mène des études sur les méthodes et outils pour l'ingénierie des systèmes agro-environnementaux. Ce site constitue avec celui d'Aubière, le pôle de Clermont-Ferrand. Les recherches menées portent sur les technologies de la mobilité pour la sécurité et la qualité du travail des machines, sur les technologies d'épandage de matériaux organiques ou minéraux ainsi que sur la caractérisation et le traitement des effluents.

Les systèmes écologiques sont également abordés à travers les technologies pour la perception et la caractérisation de l'environnement.

Egalement, des travaux ont pour objectifs d'adapter les systèmes d'information aux besoins individuels et collectifs de gestion des entreprises agricoles et des milieux naturels, de garantir la qualité de conception, de réalisation et d'accroître la communication inter-systèmes.

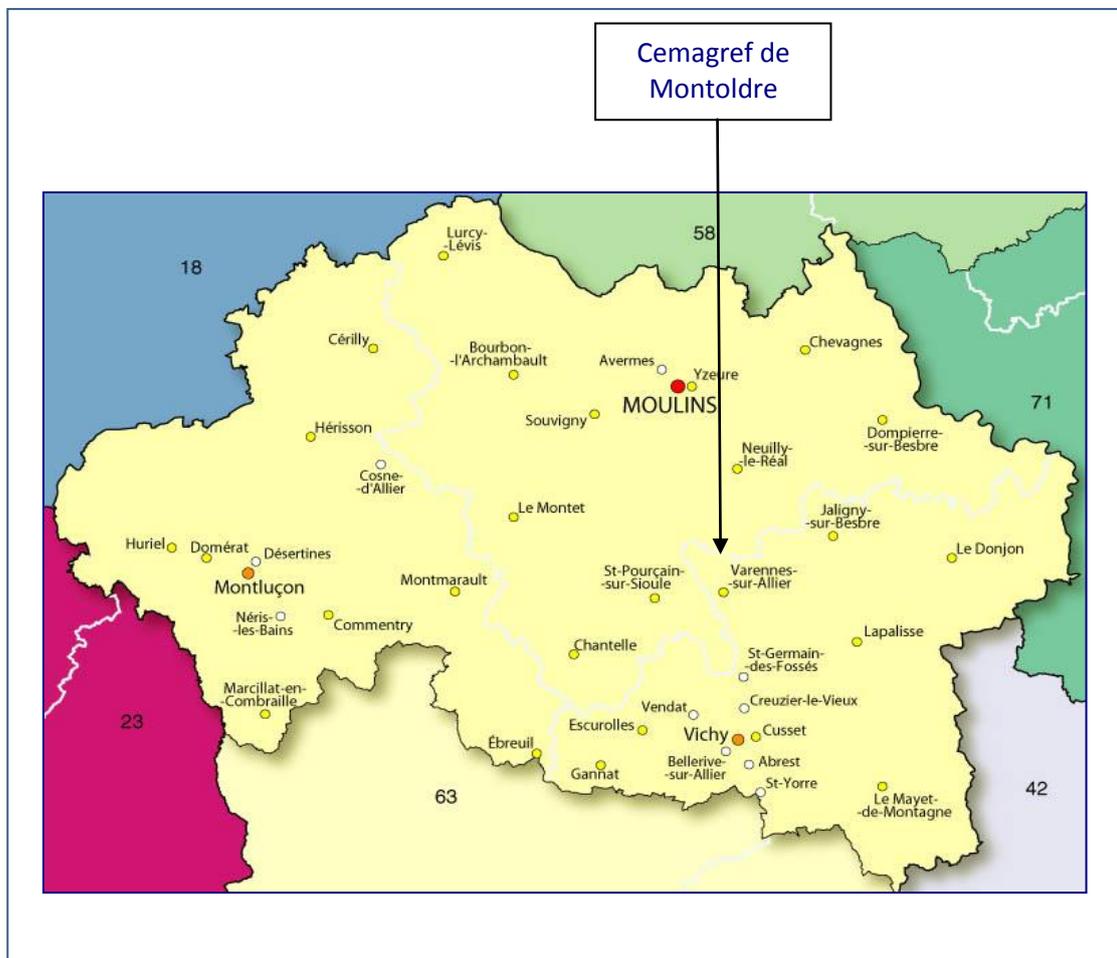


Figure 3 : Département de l'Allier (03) et localisation du Cemagref

Les activités de recherche et d'expérimentation s'appuient sur les infrastructures du site de Montoldre : le Pôle Epandage Environnement (plateau technique unique en Europe), regroupe une plate-forme expérimentale pour la robotique d'engins, des bancs d'essais pour l'épandage des engrais minéraux et organiques et une exploitation agricole de 140 ha.

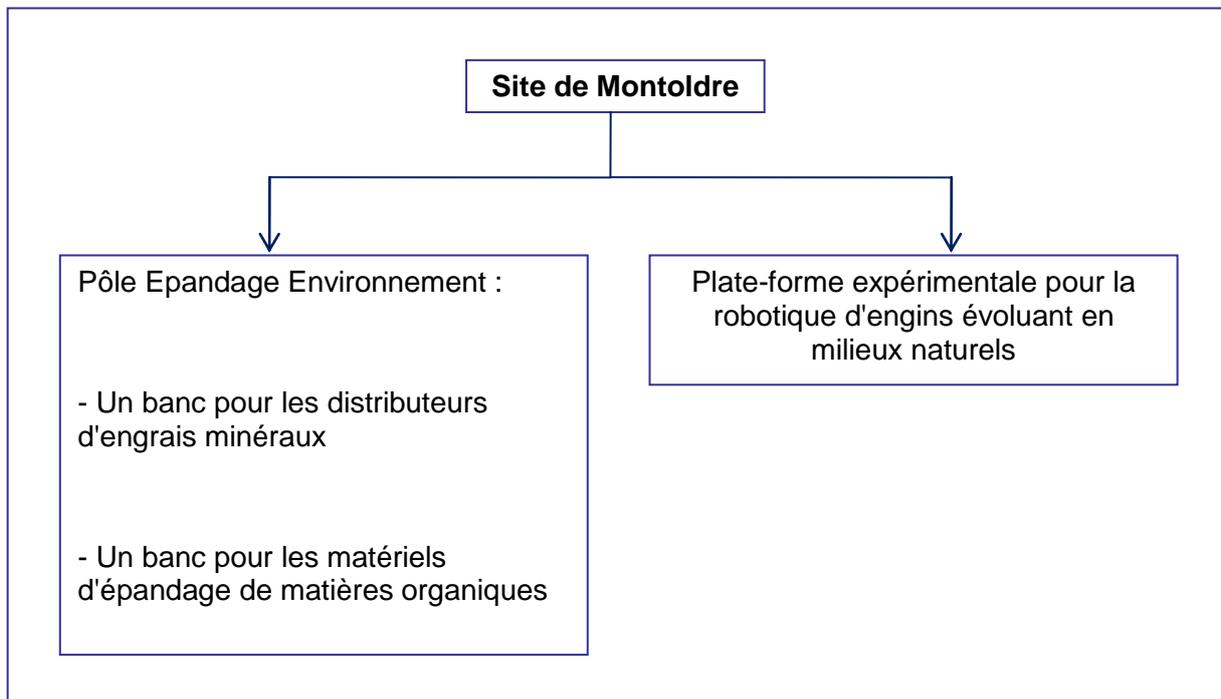


Figure 4 : Les activités du site de Montoldre

3) Le contexte du stage

Mon stage fait partie du projet « Effluents d'Élevage », financé par le Compte d'Affectation Spécifique pour le Développement Agricole et Rural (CASDAR). Il comporte quatre volets :

- Volet (1) → Définition des besoins de paramétrage de la caractérisation des effluents d'élevage et de la finesse de la typologie nécessaire pour les nouveaux outils de raisonnement de fertilisation ou d'évaluation d'impacts environnementaux : établissement d'un cahier des charges pour trois autres volets du projet.

- Volet (2) → Prédiction de la composition et de l'épandabilité des effluents d'élevage : modélisation de la caractérisation des produits et applications de la spectrométrie infrarouge.

- Volet (3) → Etude des produits issus de bâtiments innovants ou de nouveaux procédés de traitement.

- Volet (4) → Elaboration d'une typologie des effluents valorisée dans les outils de gestion des effluents

En ce qui concerne l'épandage, ces recherches ciblent deux principaux objectifs :

- Mieux considérer le matériau, par la mise en place d'une classification
- Mieux connaître le matériel et les problèmes liés à l'épandage

3) Les objectifs de stage

Durant ces quatre mois de stage, les démarches entreprises ont été les suivantes :

- Une étude bibliographique sur l'épandage pour m'immerger sur la thématique
- L'instauration d'une méthode d'estimation de la quantité d'effluents par catégorie d'animaux. Cette méthode est destinée à évaluer les quantités de

fèces produites par catégorie d'animaux à l'échelle de chaque région de France

- L'analyse de données traitant de la caractérisation physique des effluents menée sur plusieurs catégories d'animaux suivantes : Bovins, Ovins, Caprins, Volailles.
- Une rencontre à Rennes pendant deux jours, pour découvrir les équipements d'épandage et les outils de caractérisation pour les effluents liquides.
- La préparation d'une enquête consacrée à l'identification des problèmes rencontrés lors de l'épandage, notamment ceux liés aux effluents.
- La participation à un protocole expérimental dédié à l'étude du fumier bovin à la ferme de Montoldre.

Chapitre 2 : Quantification des effluents

I. Les engrais de ferme en France

1) Zones productrices d'effluents

Les engrais de ferme sont produits en France en grande quantité. Ces produits représentent un réel gain économique pour le poste engrais de l'exploitation, d'où l'intérêt de les valoriser à bon escient.

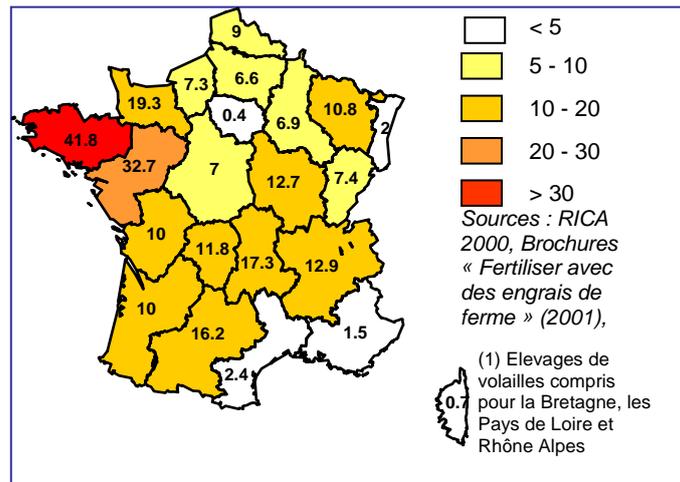


Figure 5 : Engrais de ferme de ruminants et de porcs par région (en Mt)

En France, plusieurs régions sont reconnues pour leur forte production d'effluents : la Bretagne (41.8 Mt), la Normandie (32.7 Mt). Les secteurs où se concentrent les régions d'élevage produisent davantage d'effluents que dans les régions orientées vers les productions végétales.

2) Types de produits épandus

On fait la distinction entre deux grandes catégories d'effluents :

- Les produits à effet azote rapide, ce sont en général des lisiers.
- Des produits à effet lent, ce sont des fumiers, des fumiers vieillis ou des composts.

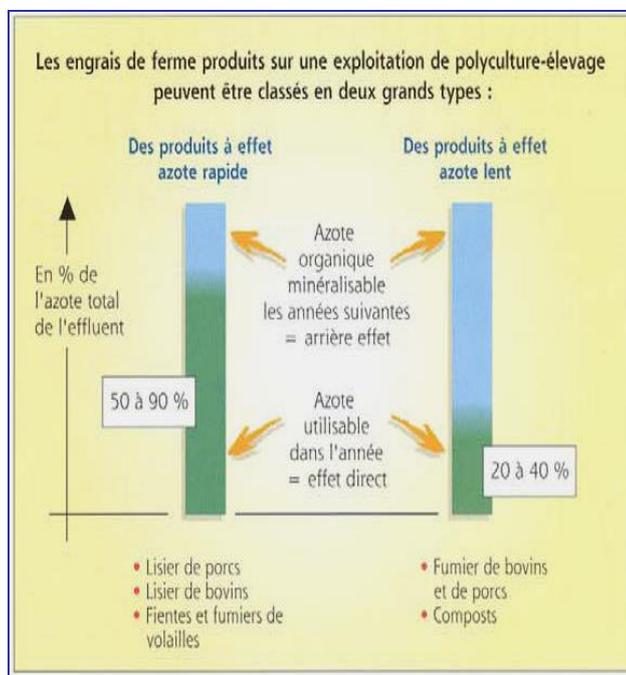


Figure 6 : Les types de produits utilisés en polyculture-élevage

Pour connaître le produit à épandre et évaluer la dose, l'agriculteur établit un bilan humique. Cela lui permet de comparer la différence entre les entrées et les sorties de matière organique sur une rotation. Ainsi, il apprécie l'impact de son système cultural et de ses pratiques agricoles sur les taux de matière organique des sols et peut décider du type d'effluent à apporter à la culture.

II. Production globale annuelle et réglementation

1) Production globale en France

La production globale de fumier s'élève à deux cent quarante sept millions de tonnes et il y a autant de fumier que de lisier. La valorisation de l'effluent nécessite le respect d'une réglementation.

2) Des réglementations différentes entre élevage ICPE et élevage RSD

Les élevages hébergeant des animaux en nombre supérieur au seuil de déclaration sont concernés par la réglementation Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Deux régimes ICPE existent : déclaration et autorisation (étude d'impact soumise à enquête publique pour les ICPE autorisation).

Lorsque les effectifs animaux sont inférieurs au seuil de déclaration, c'est le Règlement Sanitaire Départemental (RSD) qui s'applique.

III. Présentation de la méthode

L'une des approches du stage consistait à mettre en place une méthode d'estimation des quantités d'effluents d'élevage produit dans les régions de France.

Pour cela, la première démarche a été de contacter les chambres d'agriculture régionales afin de savoir s'ils disposaient d'un cahier destiné à répertorier les quantités d'effluents épandues par année dans les régions de France. Cette information n'étant pas disponible, une autre approche a été envisagée : la méthode de calcul à partir des Unités Gros Bétail (UGB). Il s'agit d'une unité utilisée en statistiques pour unifier les différentes catégories d'animaux en se basant sur leurs besoins alimentaires.

Pour cela deux éléments ont été indispensables : les équivalents UGB pour chaque catégorie d'animaux ainsi que les quantités annuelles d'effluent produit par catégorie d'animaux.

Les principales difficultés ont été :

- De retrouver la grille d'équivalent UGB pour les catégories d'animaux concernées
- Déterminer les quantités produites selon l'animal et son mode de logement

1) Méthode de calcul des Unité Gros Bétail maîtrisables (UGBm)

Informations générales :

Afin de calculer la quantité d'effluent par élevage, il convient de convertir l'effectif des animaux en UGB (voir annexe).

Notre étude est limitée à de grandes catégories d'animaux (Bovins, Porcins, Ovins, Caprins, Volailles, Equidés), présentes sur l'exploitation sur une durée de 12 mois. On tiendra compte uniquement des déjections produites dans les bâtiments.

Etape 1 :

► On calcule les Unités Gros Bétail maîtrisables (UGBm) (total des animaux présents dans les bâtiments x le temps de présence).

Etape 2 :

► On multiplie le nombre d'UGB maîtrisables par la quantité de fumier produite / UGB / an selon le type de fumier, afin de retrouver la quantité globale de fumier.

$$\text{Quantité de fumier} = \text{UGB m} \times \text{quantités de fumier produite/ UGB/an}$$

| Effectif (1) | Equivalence UGB (2) | Type d'animaux | Total UGB (3) = (1) x (2) | Temps de présence estimé sur 12 mois (4) | UGB maîtrisables (5) = (3) x (4) |
|-----------------|---------------------------|----------------|------------------------------|---|-------------------------------------|
| | | Bovins | | | |
| | | Porcins | | | |
| | | Ovins | | | |
| | | Caprins | | | |
| | | Volailles | | | |
| | | Equidés | | | |

Exemple :

Prenons le cas de 15 vaches laitières (V.L) représentant chacune 1 UGB, donc l'effectif de départ est de 15. Elles sont présentes pour une durée de six mois.

1. Premier calcul : 15VL (1) x 1 UGB (2) = 15 UGB (3)

2. Second calcul : 15 UGB (3) x 6 mois/12 (4) = 7.5 UGB m/ (fumier ou lisier) (5)

2) Résultats

2.1) Bovins

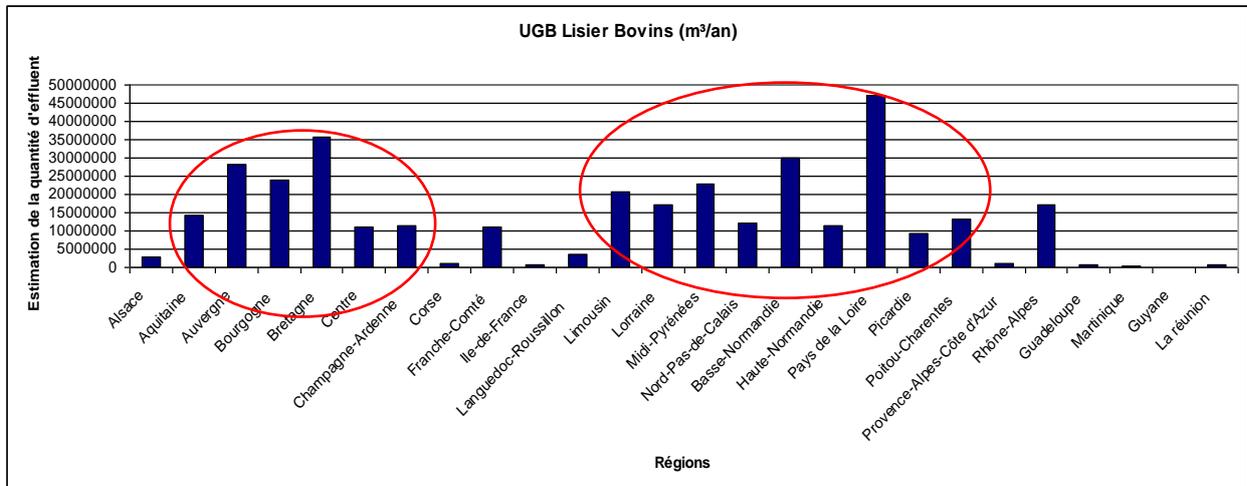


Figure 7 : Estimation UGB Bovins

Le graphique 1 laisse apparaître deux grands groupes de régions qui concentrent une forte partie de la production. D'un côté, "l'Aquitaine, l'Auvergne, la Bourgogne, le Centre, et la Champagne Ardenne" ont une production annuelle de lisier qui s'élève entre quinze millions de mètres cubes de lisier et quarante cinq millions. De l'autre côté, "Limousin, Lorraine, Midi-Pyrénées, Nord-Pas-de-Calais, Normandie, Pays de Loire, Picardie" produisent entre dix milles et quarante cinq millions de mètres cubes par an.

Remarque : Ne pas confondre le sens de la lecture et la représentation de la situation sur une carte de France.

2.2) Volailles

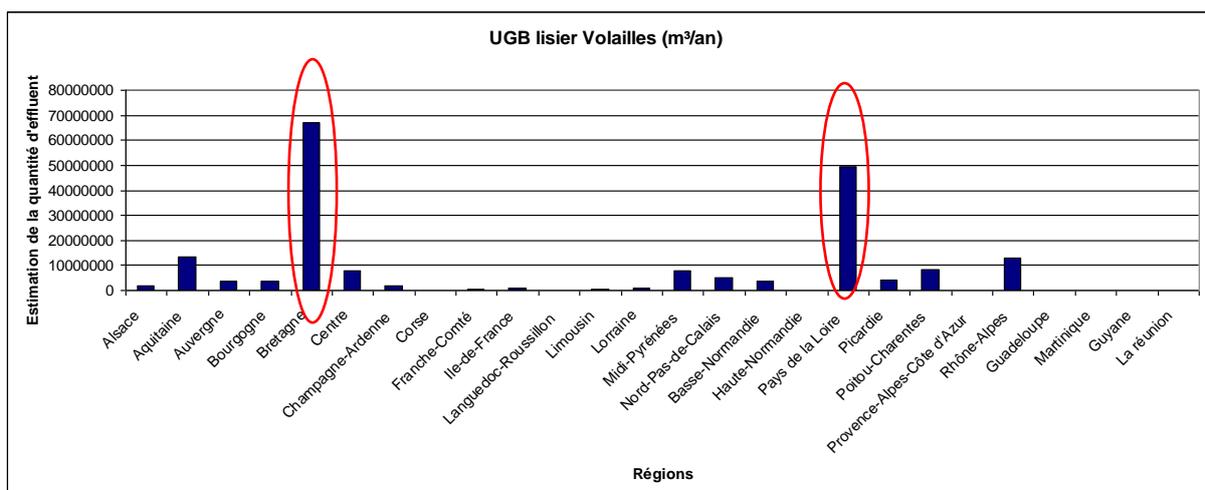


Figure 8 : Estimation UGB volailles

Le graphique 2 montre qu'en élevage de volailles, on identifie deux régions qui produisent une forte quantité d'effluent: la Bretagne et Les Pays de Loire. Les autres régions ont une faible production d'effluent.

2.3) Porcs

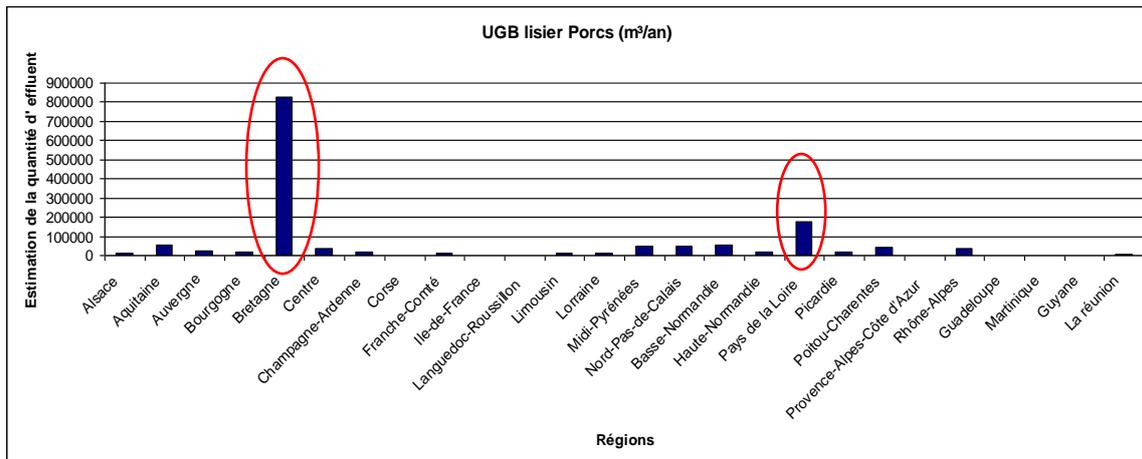


Figure 9 : Estimation UGB porcs

Le graphique 3 met en évidence deux régions majeures : Bretagne et Pays de la Loire avec une production qui s'étend entre deux millions et huit millions de mètres cubes par an.

2.4) Ovins

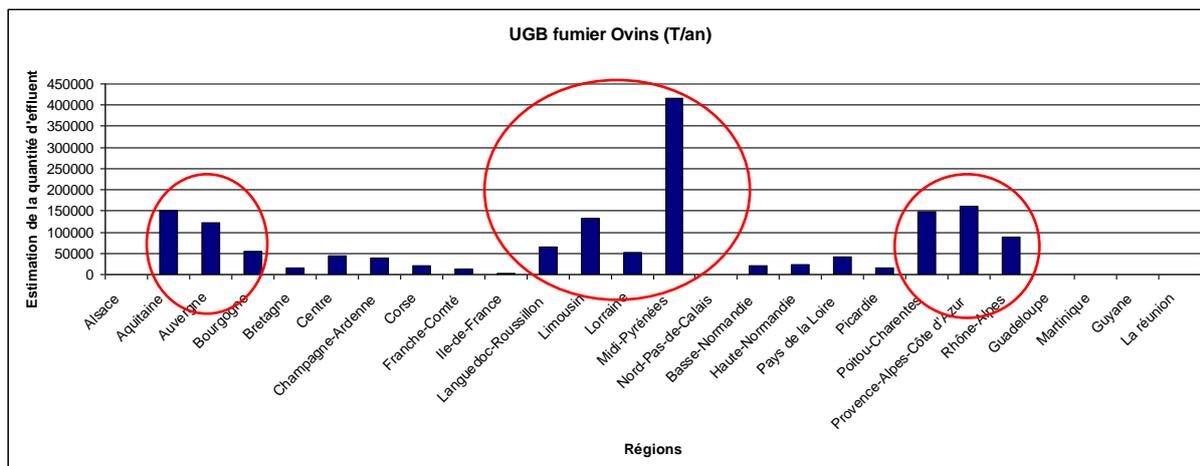


Figure 10 : Estimation UGB ovins

D'après le graphique 4, on identifie trois zones de productions d'effluent. D'abord, l'ensemble "Aquitaine, Auvergne, Bourgogne" avec une production d'effluent comprise entre cinquante mille et cent cinquante mille mètres cubes. Ensuite, le groupe "Languedoc-Roussillon, Limousin, Lorraine, Midi-Pyrénées" avec une zone de forte production qui s'élève à quarante mille tonnes par an puis le groupe "Poitou-Charentes, PACA, Rhône-Alpes" qui produit entre cinquante et cent mille mètres cubes.

Remarque : Ne pas confondre le sens de la lecture et la représentation de la situation sur une carte de France.

2.5) Caprins

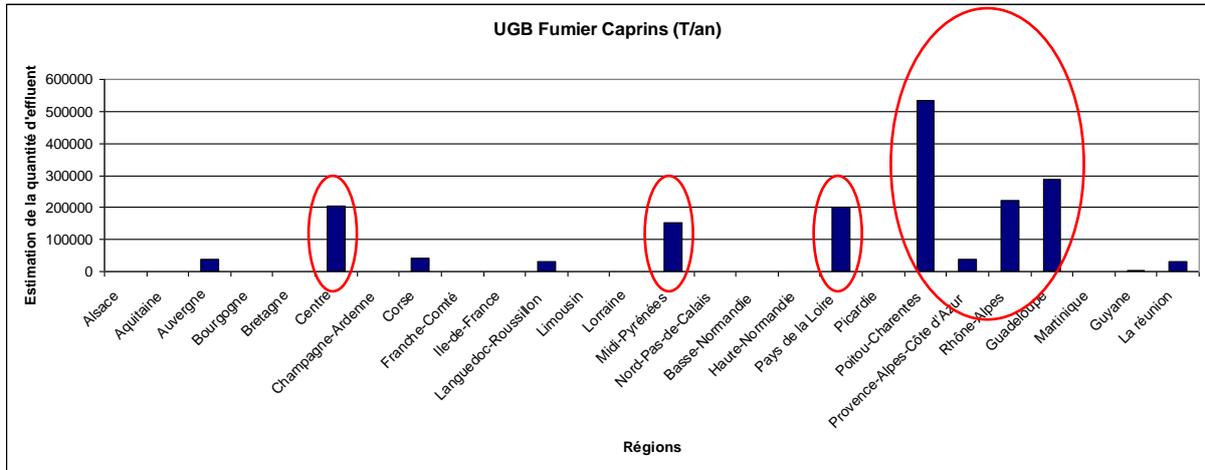


Figure 11 : Estimation UGB caprins

D'après le graphique 5, on constate la présence d'un groupe composé de quatre régions "Poitou-Charentes, PACA, Rhône-Alpes et la Guadeloupe" avec une production qui s'élève entre trois et cinq millions de tonnes par an. Par ailleurs, on note la présence de trois autres régions : le Centre, le Midi-Pyrénées et les Pays de la Loire, avec une production qui tourne autour de deux millions de tonnes par an.

Chapitre 3 : Traitement de données

Une partie du stage a porté sur de l'analyse de données acquises au Cemagref à propos de la caractérisation des fumiers. Ces données étant sur format papier, il s'agissait de les informatiser et de les analyser.

Au total, il y a eu dix-huit dossiers à analyser. Tous portaient sur des mesures de caractérisation réalisées sur les fumiers d'élevage de divers catégories d'animaux du département de l'Allier.

Globalement chaque dossier se composait de trois parties bien distinctes :

- Feuillet 1 : le numéro d'essai pour identifier l'exploitation, la date et le lieu d'intervention et les informations générales sur le fumier en question
- Feuillet 2 : mesures réalisées avec les outils de caractérisation
- Feuillet 3 : diagramme retraçant la consistance du fumier.

Principe de caractérisation fumier :

La caractérisation du fumier permet d'obtenir deux catégories d'informations :

- les informations relatives au tas de fumier (lieu de prélèvement, mode de stockage, type d'animaux....)
- les mesures de caractérisation (pénétrométrie, scissométrie, densité...)

Ces données ont été relevées sur les fiches suivantes :

Cemagref
Méthode Opt. Classement F3

CARACTERISATION DES FUMIERS

Date et lieu de l'intervention : 24/06/97 Exploitation de Mr Genopin N° d'essai: 9713
 Température ambiante :
 Température dans le tas :
 Origine du fumier : Étable entrecroisée sur ciment
 Type d'animal : V.L. Holstein
 Apparence : Vert / Pas paillard / sec
 Mode de stockage : P a pelage en Foin
 Diamètre de stockage : Extension Bivins 97
 Positionnement de la pelle dans le tas : Surface
 Répartition de la pelle dans le tas : Homogène

Mesures réalisées : 4 pour chaque type de mesures

* Pénétration Cemagref (dB)
 Tracez à l'aide d'un crayon sur la même feuille
 Diamètre de pointe utilisée : 50mm/2,3mm

| | 33 cm | 45 cm | 55 cm | 65 cm |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| Zone 1 | 32 | | | |
| Zone 2 | 5 | 5 | | |
| Zone 3 | 4 | 42 | | |
| Zone 4 | 3 | 4 | | |

Moyenne : 10,9
 Écart type : 10,5

* Scissométrie (Kg) dans tous les cas, noter la valeur la plus

- Scissométrie diamètre de 116 mm avec levier de 30 cm
- Scissométrie diamètre de 57 mm avec levier de 100 cm
- Scissométrie diamètre de 116 mm avec levier de 30 cm
- Scissométrie diamètre de 57 mm avec levier de 100 cm

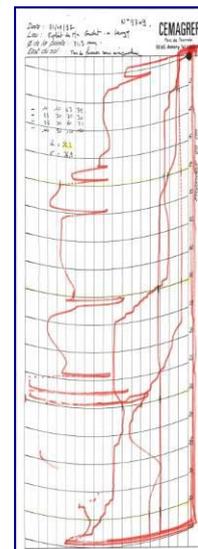
| | Zone 1 | Zone 2 | Zone 3 | Zone 4 |
|------|--------|--------|--------|--------|
| 4 Kg | | 2 Kg | 2 Kg | 2 Kg |

Moyenne : 3,8 kg

Feuille 1

| | Essai 97-11 -01 | 97-11 -02 | 97-11 -03 | 97-11 -04 |
|------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| ème série | | | | |
| m 1 | 90 | 39 | 90 | 48 |
| m 2 | 90 | 79 | 103 | 70 |
| m 3 | 77 | 69 | 87 | 65 |
| m 4 | 59 | 109 | 85 | 70 |
| m 5 | 78 | 86 | 94 | 79 |
| m 6 | 63 | 38 | 84 | 123 |
| m 7 | 56 | 49 | 89 | 75 |
| m 8 | 74 | 38 | 61 | 125 |
| m 9 | 70 | 70 | 65 | 66 |
| m 10 | 53 | 47 | 200 | 96 |
| Moyenne partielle (mm) | | | | |
| | 71 | 62,4 | 95,8 | 81,7 |
| Moyenne totale (mm) | | | | |
| | 77,7 | | | |
| Ecart partiel | | | | |
| | 24,8 | 29,7 | 46,7 | 34,4 |
| Ecart type total | | | | |
| | 28,4 | | | |

Feuille 2



Feuille 3

Figure 12 : Feuilles pour la caractérisation du fumier

I. Les instruments de mesure

1) Le scissomètre

Cet équipement ne justifie pas de faire un prélèvement pour réaliser la mesure. L'instrument est enfoncé dans le tas de fumier, soit à la main (fumier plutôt humide) ou à l'aide d'un marteau (fumier plutôt sec en surface). La rotation de l'instrument génère un cisaillement autour de la surface découpée par les pales. Le couple (*force appliquée x distance parcourue*) nécessaire pour faire tourner l'appareil est mesuré à l'aide d'une clef dynamométrique dont la lecture s'exprime par des Newton par mètre (N/m).

On en déduit la contrainte de cisaillement : $\tau = \frac{M}{2\pi r^2 h}$

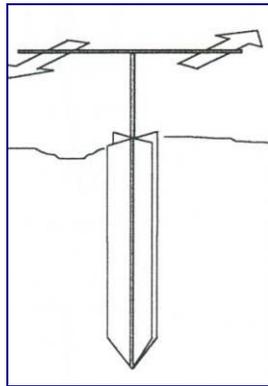


Figure 13 : Le scissomètre

2) La boîte de Casagrande

Il s'agit d'une autre méthode de mesure de la contrainte de cisaillement développée pour cette expérimentation. Le principe est de sectionner un échantillon de produit en deux parties en le plaçant dans un bloc cylindrique situé sur deux plaques métalliques coulissant l'une sur l'autre. Lors de cette manipulation, l'enregistrement en continu des données d'effort et de déplacement permet de tracer une courbe d'effort = $f\left(\frac{\Delta L}{L}\right)$



Figure 14 : La boîte de Casagrande

3) Le pénétromètre

Comme le pénétromètre, le scissomètre peut être utilisé sans faire de prélèvements. Les mesures permettent d'estimer l'homogénéité du produit.

3.1) Le pénétromètre manuel

La pointe est enfoncée dans le tas de fumier, l'effort mesuré est enregistré et une courbe est tracée. Quatre niveaux de profondeur sont étudiés (10-20-30-40 cm) ou (30-40-50-60 cm) pour les mesures sur le tas.

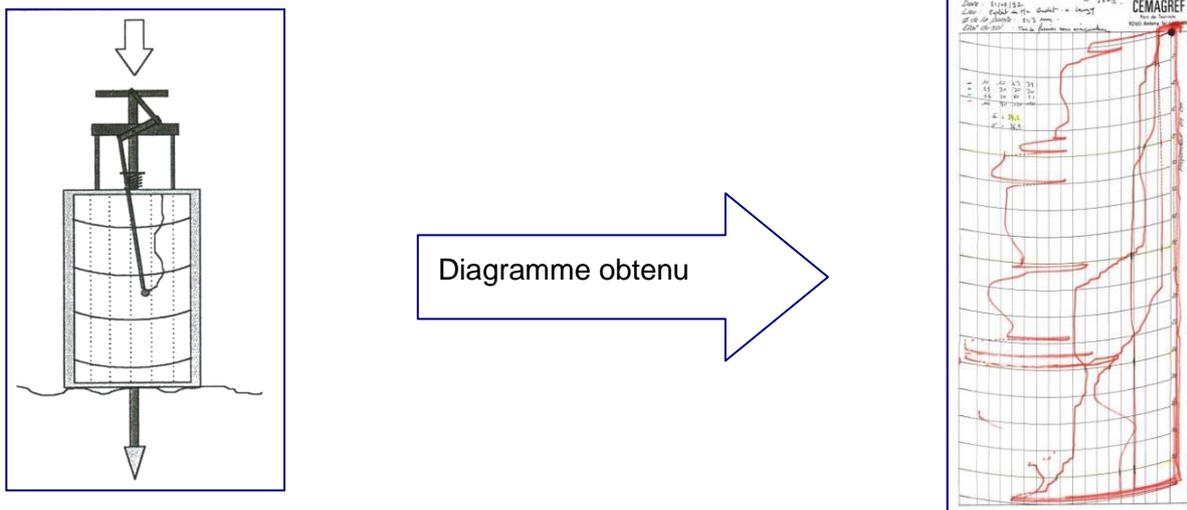


Figure 15 : Le pénétromètre manuel

3.2) Le pénétromètre automatique

Une tige munie d'une pointe à son extrémité se déplace sur un rail. La tige est reliée à un capteur d'effort. Une centrale d'acquisition permet d'enregistrer les valeurs d'effort de chaque descente de la pointe dans le tas de fumier. L'étude de ces données fournit une cartographie montrant l'hétérogénéité du produit étudié.

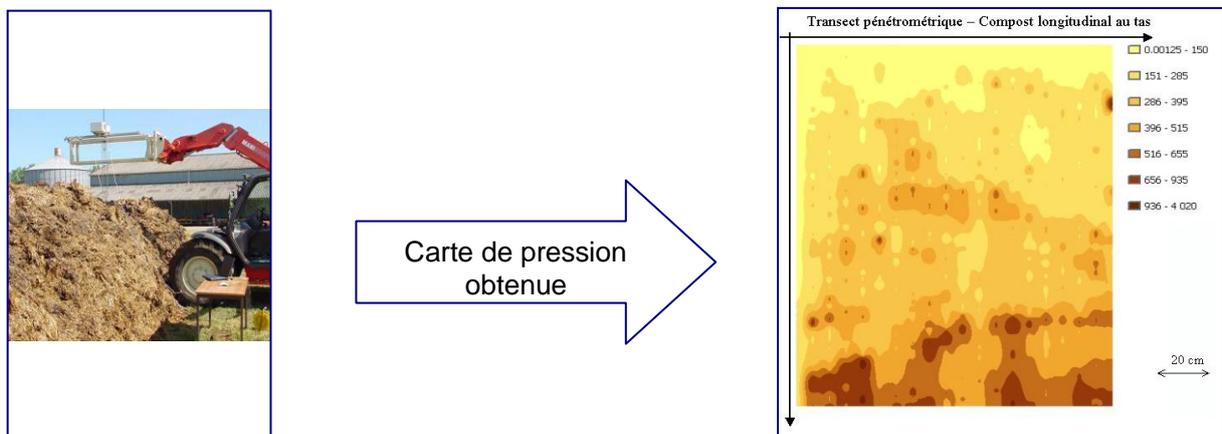


Figure 16 : Le pénétromètre automatique

4) Quelques autres mesures

- Méthode de mesure du coefficient de frottement

Un échantillon de fumier est placé sur une surface plane inclinée lentement vers le bas. Quand le fumier commence à glisser, l'angle d'inclinaison est mesuré. Ce paramètre reflète la puissance de déplacement du fumier dans la caisse de l'épandeur.

- Méthode d'évaluation de la longueur des brins

Dix brins sont prélevés quatre fois par profil et mesurés. Cette mesure permet d'apprécier la proportion de la paille dans le fumier grâce à la longueur moyenne des brins de paille présents, mesurée en millimètre. Cette mesure renseigne sur le niveau de dégradation et de décomposition de la paille dans le fumier.

- Méthode d'évaluation de la densité du fumier chargé dans l'épandeur

La méthode sélectionnée pour la représentativité de ces valeurs consiste à choisir quatre seaux et de les remplir à l'aide d'une fourche à main jusqu'au niveau supérieur.

Ensuite, on laisse tomber trois fois chaque seau pour assurer la compaction similaire, puis on complète le remplissage jusqu'au niveau supérieur. Les seaux qui ont un volume de 10 litres sont ensuite pesés.

- Nouvelle méthode d'évaluation de la densité du fumier dans un tas

Un cylindre est enfoncé dans le fumier à une trentaine de centimètres de profondeur à l'aide d'une masse coulissant le long de tube en métal et disposé sur le cylindre par un support. La portion de la litière contenue dans le cylindre est prélevée et pesée. Le poids obtenu permet d'obtenir la densité du produit. L'avantage de cette méthode est que la litière est réellement découpée par le bloc cylindrique qui a été totalement enfoncé dans la litière et permet d'avoir un échantillon plus précis et non destructif, alors que dans l'autre méthode est aussi représentative mais le seul inconvénient était la manipulation, puisqu'on prélève un volume de litière aléatoirement.

Tableau 1 : Avantages et inconvénients du nouvel instrument

| Avantages de la méthode | Limites de la méthode |
|--|---|
| Prélèvement d'une "portion réelle" de la litière | Outil à renforcer puisque certaines parties sont sensibles et se déforment sous l'effet des coups de masse. |
| Obtention d'une densité réelle avant altération du produit | Utilisation limitée sur une litière très pailleuse et sèche |

Tableau 2 : Récapitulatif des outils utilisés et de leurs liens avec le matériel et le matériau

| Mesures | Pénétrométrie (daN) | Scissométrie (N/m) | Coefficient de frottement (°) | Longueur des brins (mm) | Densité |
|-----------------------|---|--|--|---|---|
| Outils | Pénétromètre | Scissomètre | Plan incliné | Instrument de mesure | Cylindre ou Seaux |
| Lien avec le matériel | Refléter le mouvement des hérissons de l'épandeur | Evaluer la force à appliquer aux hérissons pour que le matériau soit projeté | - | Constater l'aptitude du matériel à glisser dans la caisse de l'épandeur | Estimer la quantité de fumier à charger |
| Lien avec le matériau | Evaluer la consistance du fumier | - | Prédire le comportement du fumier dans la caisse de l'épandeur | Permettre de connaître le type de fumier | Identifier le produit |

II. Analyse de données

1) Les animaux concernés et les modes de stockage

D'après le diagramme ci-dessous, obtenu à partir des données analysées, les animaux concernés par l'étude sont pour la grande majorité issue de la famille des bovins, tout particulièrement des vaches laitières (24%) et des vaches allaitantes (28%). Elle s'est également étendue à d'autres catégories d'animaux comme les ovins, les volailles ou les caprins, qui sont moins nombreux. Cette répartition s'explique par les caractéristiques de l'enquête. Elle s'est limitée au département de l'Allier et à peu d'exploitations.

Le second diagramme met en évidence la répartition des modes de stockage rencontrés. Trois modes de stockage sont fréquemment identifiés : en tas de fumier (56%), sous-évacuateur avec plate-forme de stockage (33%) et directement en couche dans la stabulation (11%).

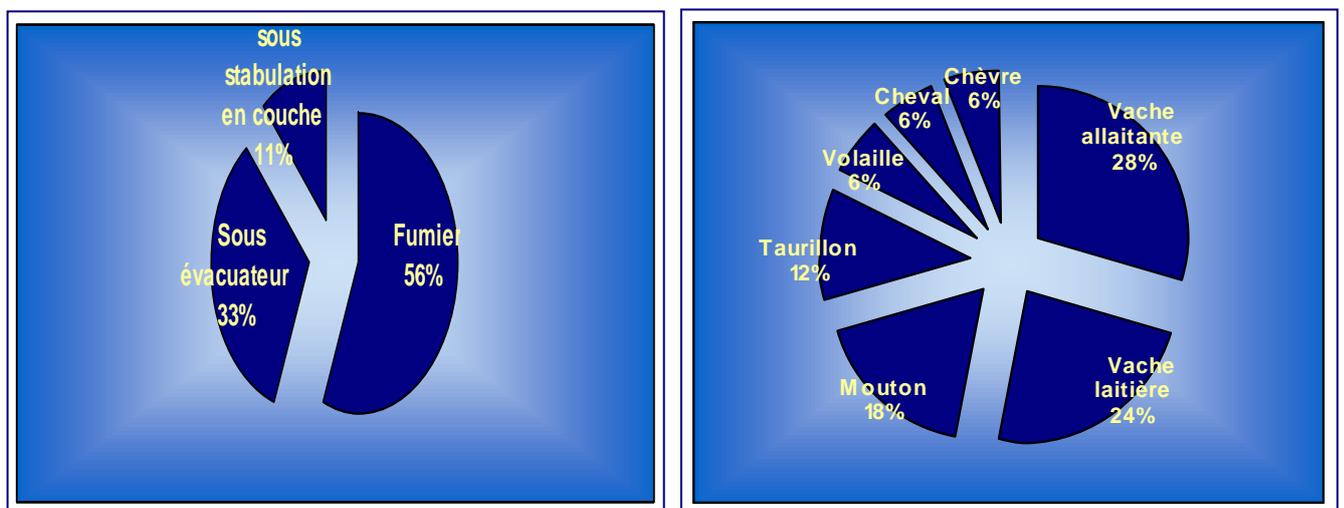


Figure 17 : Animaux et mode de stockage

Deux catégories de fumiers sont principalement recensées :

Les fumiers pailleux : Ils sont produits par les aires de couchage paillé.

Il s'agit dans ce cas de fumier très compact, dont la proportion de paille par rapport aux matières fécales est plus importante.

Les fumiers de raclage : Ce sont des fumiers de consistance très variable obtenus lors du raclage des couloirs des stabulations libres, qu'il s'agisse de l'aire d'exercice d'un système avec un couchage sur aire paillée accumulée ou des divers couloirs d'une stabulation libre à logette. On peut ainsi avoir plusieurs types de "fumier" allant du fumier très mou au fumier compact.

Tableau 3: Estimation de la quantité de fumier par UGB et par an

| Type de fumier | Tonne/UGB/an |
|----------------------------------|--------------|
| Fumier très compact | 13.5 |
| Fumier compact | 15 |
| Fumier compact d'étable entravée | 15 |
| Fumier mou à compact | 16 |
| Fumier mou | 16.75 |
| Fumier très mou | 17.5 |

Source : Enquête scees 2001

L'analyse des données a permis de mettre en évidence à partir des tableaux, sept critères : l'origine du fumier, le type d'animal, l'apparence du fumier, le mode de stockage, la durée de stockage, la position des prélèvements dans le tas et la répartition de la paille dans le fumier.

1.1) Bovins et Equidés

Tableau 4 : Observations faites sur fumier de vaches allaitantes (V.A)

| Numéro d'essai | Origine du fumier | Type d'animal | Apparence | Mode de stockage | Durée de stockage | Position dans le tas | Répartition de la paille dans le tas |
|----------------|---------------------------------|----------------|------------------------------|---|-------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 9607 | Stabulation en travée sur béton | V.A charolaise | Très pailleux / Marron clair | En tas évacuateur sous plateforme béton | 6 mois | 1,5 m sur périphérie | Homogène |
| 9712 | Stabulation libre sur terre | V.A charolaise | Marron / pailleux | Sous stabulation en couche | Environ 1 an | Au milieu | Assez homogène |
| 9716 | Compost | V.A charolaise | Marron / foncé | En tas sur terre | - | Mi hauteur 60cm | Hétérogène |
| 9717 | Stabulation en travée sur béton | V.A charolaise | Boueuse / couleur / jaunâtre | En tas évacuateur sous plateforme béton | 11 mois | 1,7 m | Hétérogène |

Tableau 5 : Observations faites sur fumier de vaches laitières (V.L)

| Numéro d'essai | Origine du fumier | Type animal | Apparence | Mode de stockage | Durée de stockage | Position dans le tas | Répartition de la paille dans le tas |
|----------------|-----------------------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------------------------|
| 9711 | Stabulation libre sur terre | V.L Holstein | Marron / pailleux / tassé | En tas sur la terre | 8 mois | Surface après grattage | Hétérogène |
| 9713 | Etable en travée sur béton | V.L Holstein | Marron / peu pailleux / mou | Raclage en fosse | 4 mois | Surface | Homogène |
| 9723 | Stabulation libre sur béton | V.L Holstein | Pailleux / vert / gras | En tas sur la terre | Raclage journalier | Surface après grattage | Assez homogène |
| 9724 | Stabulation libre sur sable | V.L Normande | Très pailleux / marron et vert | En tas sur plate forme béton | Litière accumulée | Surface après grattage | Assez homogène |

Tableau 6 : Observations faites sur fumier de taurillons

| Numéro d'essai | Origine du fumier | Type animal | Apparence | Mode de stockage | Durée de stockage | Position dans le tas | Répartition de la paille dans le tas |
|----------------|-----------------------------|---------------------|------------------|---|-------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 9708 | Stabulation libre sur béton | Taurillon charolais | Compact en motte | Stockage au champ en tas de 2,5 m | 1 mois | Sommet | Homogène |
| 9710 | Etable en travée sur béton | Taurillon charolais | Marron aéré | En tas évacuateur sous plateforme béton | 1,5 an | Mi hauteur | Homogène |

Tableau 7 : Observations faites sur fumier de cheval

| Numéro essai | Origine du fumier | Type animal | Apparence | Mode de stockage | Durée de stockage | Position dans le tas | Répartition de la paille dans le tas |
|--------------|-------------------|-------------|-----------------------|--------------------|-------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 9714 | Box sur béton | Cheval | Marron/pailleux/tassé | Tracteur sur terre | 3 mois | Surface pyramide | Homogène |

A partir des informations relevées, on constate que pour les catégories Bovins et Equidés :

→Le fumier a une couleur plutôt marron et selon les systèmes d'élevage, il est plus ou moins pailleux.

→Avec une répartition homogène de la paille dans le tas on obtient un fumier plutôt pailleux.

→Divers modes de stockage existent, mais le plus répandu demeure le stockage en « tas » sur terre battue ou plate-forme de stockage.

→La durée de stockage du fumier dépend de chaque éleveur, cependant, on observe d'importantes variations dans l'amplitude de cette durée de stockage qui varie entre 6 mois et un an.

1.2) Ovins et Caprins

Tableau 8 : Observations faites sur fumier d'ovins

| Numéro d'essai | Origine du fumier | Type animal | Apparence | Mode de stockage | Durée de stockage | Position dans le tas | Répartition de la paille dans le tas |
|----------------|--------------------|-------------|--|------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| 9722 | Bergerie sur béton | Mouton | Noir / sec au dessus et humide en profondeur | Au chargeur | 2 ans | Surface après grattage | Assez hétérogène |
| 9719 | Bergerie sur terre | Mouton | Marron / pailleux | Tas multiples | 3 mois | Surface après grattage | Assez homogène |
| 9715 | Bergerie sur terre | Mouton | Marron-vert / pailleux | - | 1 an | Sur l'épaisseur de la litière | Homogène sur l'épaisseur |

Tableau 9 : Observations faites sur fumier de caprins

| Numéro d'essai | Origine du fumier | Type animal | Apparence | Mode de stockage | Durée de stockage | Position dans le tas | Répartition de la paille dans le tas |
|----------------|-------------------|---------------|------------------------------------|------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| 9718 | Bergerie hors sol | Chèvre alpine | Marron / très pailleux / peu tassé | En petit tas | 2 mois | Surface après grattage | Homogène |

- Le fumier provient de systèmes traditionnels (bergeries sur sol) ou de systèmes innovants (sur béton).
- L'apparence du fumier et la durée de stockage varient énormément.
- De très fortes variations dans la durée de stockage qui s'étale de deux mois à deux ans.
- Avec une répartition homogène de la paille dans le tas on obtient un fumier plutôt pailleux.

1.3) Volailles

Tableau 10 : Observations faites sur fumier de volailles

| Numéro d'essai | Origine du fumier | Type animal | Apparence | Mode de stockage | Durée de stockage | Position dans le tas | Répartition de la paille dans le tas |
|----------------|----------------------|----------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------------|
| 9720 | Poulailler sur terre | Dinde | Très pailleux/jaune/marron | En tas par épandeur | 4 mois | Surface après grattage | Homogène |
| 9721 | Poulailler batterie | Poule pondeuse | Vert/boueux/sans paille | Plate forme béton sous hangar | 1 mois | Surface après grattage | Sans |

Deux types d'élevages différents sont concernés : l'élevage en batterie et l'élevage en traditionnel. Selon le type d'élevage on obtient un fumier avec paille (élevage traditionnel) et un fumier sans paille (élevage en batterie). On peut constater que le principal paramètre qui varie est la couleur du fumier.

Commentaire général sur l'ensemble des données :

- ▶ Ces essais ont été réalisés dans le département de l'Allier, l'expérience qui est composée de dix-huit essais réalisés sur cinq catégories d'animaux.
- ▶ Ces investigations ont permis de constater l'existence d'une grande diversité de produits qui présentent des comportements différents dépendant de l'âge, du type d'élevage, ou du type de conduite de l'exploitation.
- ▶ Aussi, cette étude a révélé l'absence de certaines informations concernant le système d'exploitation, d'où la réalisation d'une nouvelle fiche de caractérisation du fumier.

2) Présentation de la nouvelle grille de caractérisation du fumier

Cette nouvelle grille de caractérisation du fumier a été mise en place pour élargir les informations qui seront relevées lors des prochains essais.

Les informations ajoutées permettront de mieux analyser les données de l'exploitation (type d'exploitation, système d'élevage et mode de conduite) afin de pouvoir dresser un bilan des pratiques de l'exploitant et examiner certaines données associées à la caractérisation du fumier.

Exemple :

→Le cas du "tassement", les éléments de caractérisation sont les suivants : " tassé, tassé en bloc, tassé en feuillet".

→Le cas du "comportement du matériau à l'épandage", on a : l'émiettement, la formation de zone de voutage ou encore le compactage du matériau dans la caisse de l'épandeur.

L'ensemble de ces données a été regroupé dans un tableau scindé en trois grandes rubriques qui sont citées et représentées ci-dessous :

→Les informations générales concernant l'exploitation et son responsable (type d'exploitation, système d'élevage, mode de conduite).

→ La catégorie d'animaux concernée par l'étude (bovin, ovin), ainsi que leur effectif et une estimation de la production de fumier.

→ La caractérisation du fumier, qui inclut quatre sous-rubriques : l'origine du fumier, l'apparence et le mode de stockage, ainsi que le comportement envisagé à l'épandage.

Figure 18 : Nouvelle grille d'analyse

| L'exploitation | | | | | | | | | | |
|--|--|--|---------------------------------------|--|---|--|--|--|-----------------------------------|--|
| Date et lieu : | | | | | Numéro d'essai : | | | | | |
| Type d'exploitation Agriculture Biologique (AB) <input type="checkbox"/> Agriculture Conventiennelle (AC) <input type="checkbox"/> Agriculture Raisonnée (AR) <input type="checkbox"/> Agriculture Paysanne (AP) <input type="checkbox"/> | | | | | Nom de l'exploitant : | | | | | |
| | | | | | Système d'élevage: Naaisseur <input type="checkbox"/> Engraisseur <input type="checkbox"/> Reproducteur <input type="checkbox"/> | | | Mode de conduite : Intensif <input type="checkbox"/> Extensif <input type="checkbox"/> | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Animaux concernés | | | | | | | | | | |
| Bovins Vaches allaitantes (V.A) <input type="checkbox"/> Vaches laitières (V.L) <input type="checkbox"/> Taurillons/Génisses (T)/(G) <input type="checkbox"/> | | | Effectif | | Porcs Porcs charcutier (PCP) <input type="checkbox"/> | | | <input type="checkbox"/> | | |
| Volailles Poules pondeuses (PP) <input type="checkbox"/> Poulets de chair (PC) <input type="checkbox"/> | | | Production de fumier (estimée) | | Ovins <input type="checkbox"/> Caprins <input type="checkbox"/> Equidés <input type="checkbox"/> | | | <input type="checkbox"/> | | |
| Caractérisation du fumier | | | | | | | | | | |
| Origine du fumier | | Etable <input type="checkbox"/> Poulailler <input type="checkbox"/> Porcherie <input type="checkbox"/> Bergerie <input type="checkbox"/> Box <input type="checkbox"/> Stabulation <input type="checkbox"/> Compostage <input type="checkbox"/> | | | Sur béton <input type="checkbox"/> | | Sur terre <input type="checkbox"/> | | Hors-sol <input type="checkbox"/> | |
| | | | | | Avec aire de repos <input type="checkbox"/> | | Sans aire de repos <input type="checkbox"/> | | | |
| Apparence | | Couleur : | | | Aspect: Sec <input type="checkbox"/> Tassé <input type="checkbox"/> Tassé en bloc <input type="checkbox"/> Tassé en feuillet <input type="checkbox"/> Superposé <input type="checkbox"/> Tas hétérogène <input type="checkbox"/> Tas homogène <input type="checkbox"/> Aéré <input type="checkbox"/> Humide <input type="checkbox"/> Mou <input type="checkbox"/> Pâteux <input type="checkbox"/> Pulvérulent <input type="checkbox"/> | | | Etat de la paille: <u>Caractérisation</u> Brin broyé <input type="checkbox"/> Brin court <input type="checkbox"/> Brin long <input type="checkbox"/> Densité: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <u>En surface:</u> Faible <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Forte <input type="checkbox"/> <u>Dans le tas:</u> Faible <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Forte <input type="checkbox"/> | | |
| Mode de stockage | | En tas sur terre <input type="checkbox"/> En tas sur plate-forme en béton <input type="checkbox"/> Stabulation en couche <input type="checkbox"/> En tas sous évacuateur <input type="checkbox"/> Raclage en fosse <input type="checkbox"/> | | | Durée de stockage | | Age du fumier : Date de sortie du bâtiment : Durée du stockage : | | | |
| Comportement envisagé à l'épandage : | | Emiettement | | | Voutage | | Compactage | | | |

III. Analyse des mesures

Après dépouillement des données, les valeurs ont été présentées sous la forme d'un graphique qui met en évidence les valeurs obtenues par mesure et pour chaque catégorie d'animaux.

Des recouplements ont été faits entre les caractéristiques des produits et leur comportement. Exemples de recouplements : " la pénétrométrie et la longueur des brins", "la matière sèche et la scissométrie", "la densité et l'angle de frottement".

1) La pénétrométrie et la longueur des brins

Les graphes situés ci-dessous présentent l'évolution de la pénétrométrie et de la longueur des brins observés pour les catégories d'animaux.

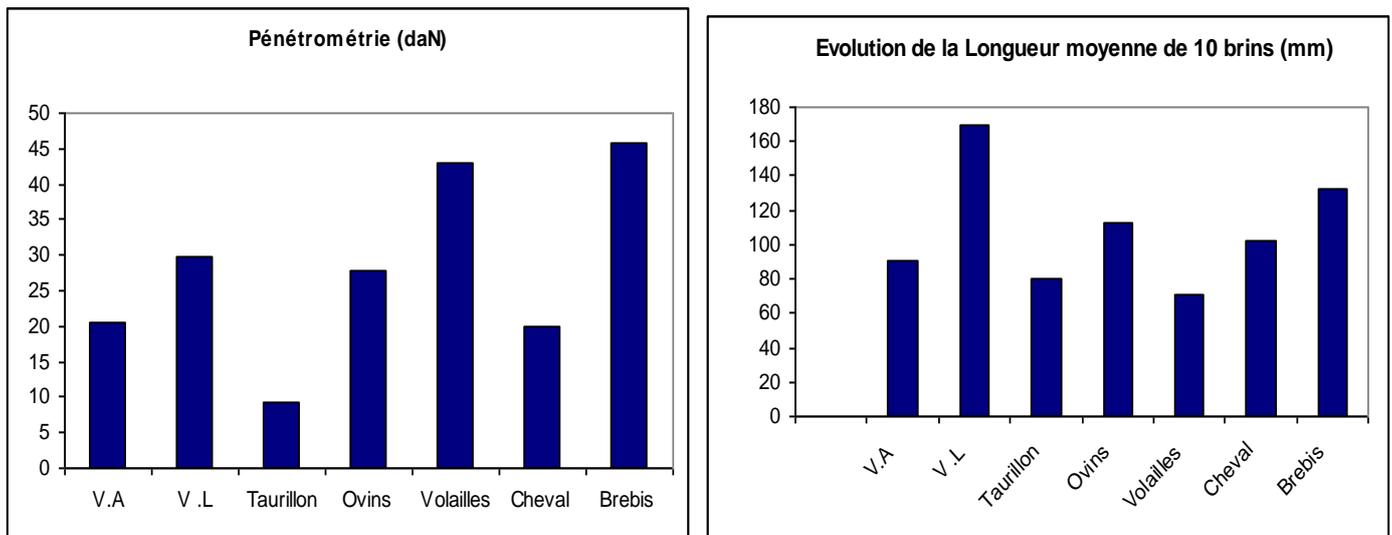


Figure 19 : Evolution de la pénétrométrie et de la longueur des brins

Observation :

En réalisant les essais, les observations montrent : sur litière pailleuse, la force à appliquer au pénétromètre est plus importante que sur litière non pailleuse.

Méthode :

Pour justifier cette hypothèse, traçons la courbe de pénétrométrie en fonction de la longueur des brins.

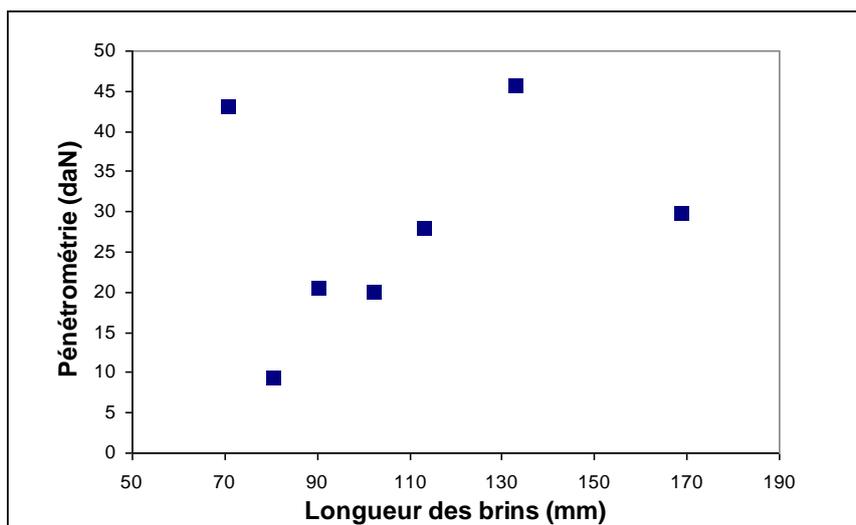


Figure 20 : Pénétration en fonction de la longueur des brins

Analyse générale :

Le tracé de la courbe de pénétration en fonction de la longueur des brins ne permet pas de remarquer de relation de proportionnalité entre ces deux paramètres.

Cependant, en excluant les deux points extrêmes qui représentent les vaches allaitantes et les brebis, on constate que la force mesurée par pénétration augmente avec la longueur des brins. Pour confirmer cette hypothèse, il conviendrait d'augmenter le nombre d'essais pour chaque catégorie d'animaux afin d'avoir davantage de résultats.

Conséquence à l'épandage :

Le matériau aura une consistance hétérogène et ne se tassera pas convenablement dans la caisse de l'épandeur.

On peut envisager les problèmes suivants : un embourbement des hérissons ou la formation d'une ou plusieurs zones de voutage dans la caisse de l'épandeur.

2) La matière sèche et la scissométrie

Ces deux graphes représentent l'évolution de la matière sèche et de la scissométrie pour les catégories d'animaux concernées par l'étude.

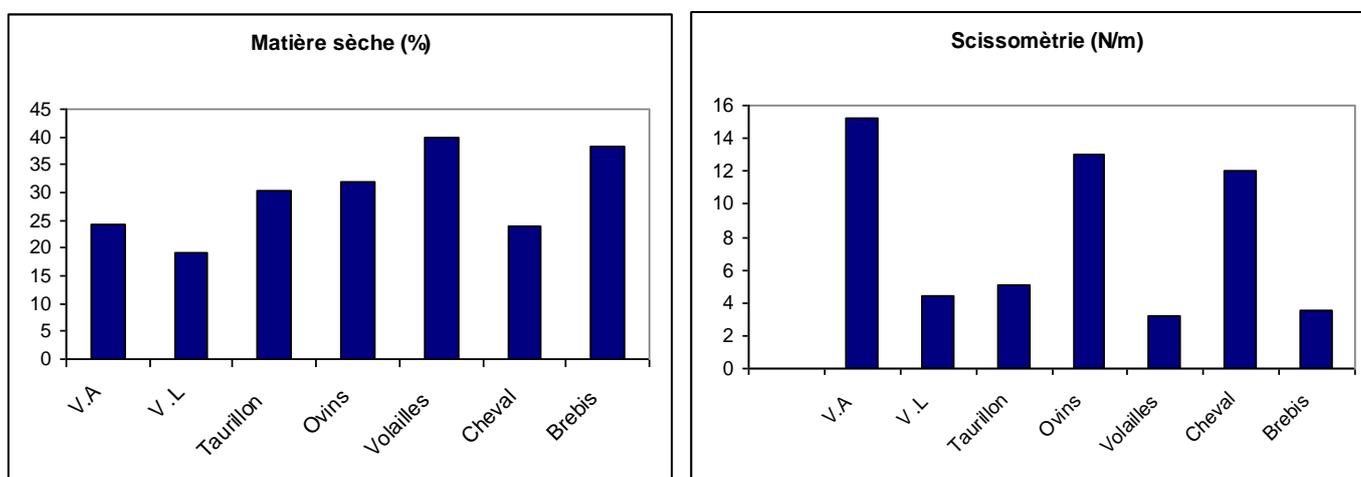


Figure 21 : Evolution de la matière sèche et de la scissométrie

Observation :

La scissométrie permet de mesurer la contrainte de cisaillement du matériau. Ici, on a cherché à évaluer l'influence de la quantité de matière sèche sur la force de cisaillement.

Méthode :

Pour justifier cette hypothèse, traçons la courbe montrant l'évolution de la scissométrie en fonction de la matière sèche.

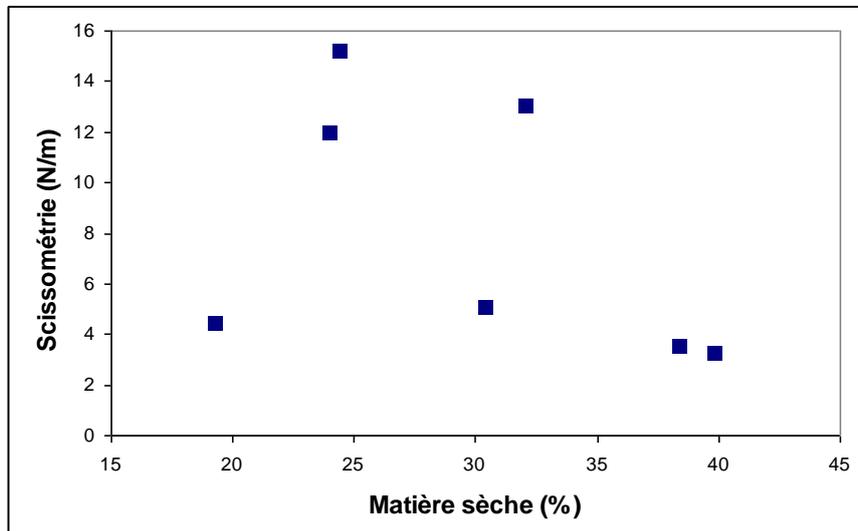


Figure 22 : Scissométrie en fonction de la matière sèche

Analyse générale :

Le tracé de la courbe de scissométrie en fonction de la matière sèche montre qu'il n'y a pas de lien entre ces deux paramètres.

Conséquence à l'épandage :

Un matériau sec s'épandrait aussi bien qu'un matériau humide.

3) La densité et l'angle de frottement

Ces deux graphes représentent l'évolution de la densité en fonction de l'angle de frottement pour les catégories d'animaux concernées par l'étude

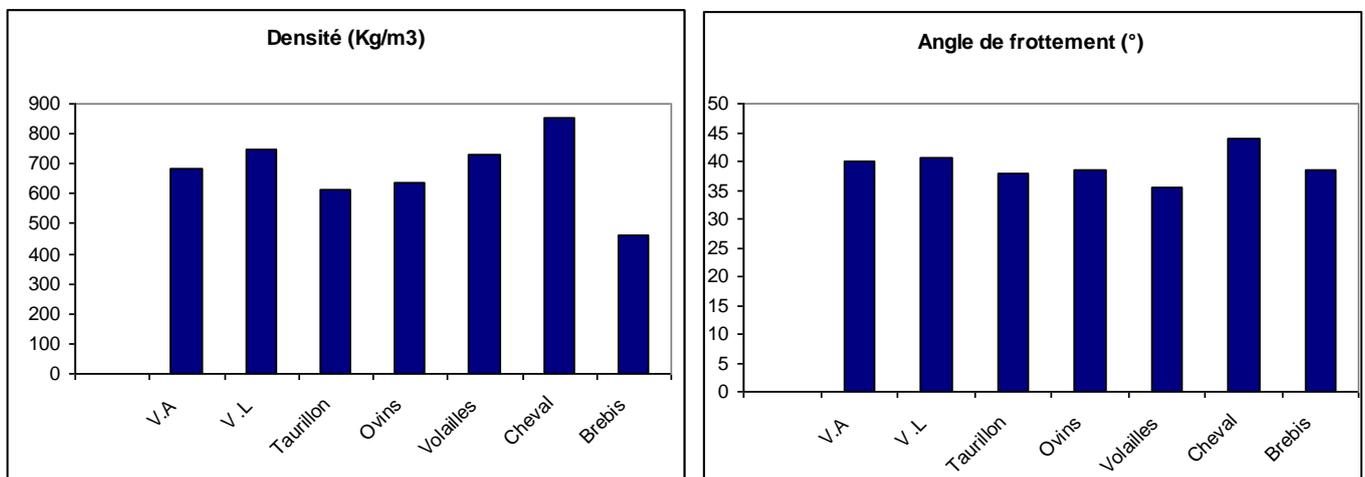


Figure 23 : Evolution de la densité et de l'angle de frottement

Observation :

Dans le cas de l'angle de frottement et de la densité, on constate un lien de proportionnalité entre les deux paramètres.

Méthode :

Pour justifier cette hypothèse, traçons la courbe d'évolution de l'angle de frottement en fonction de la densité

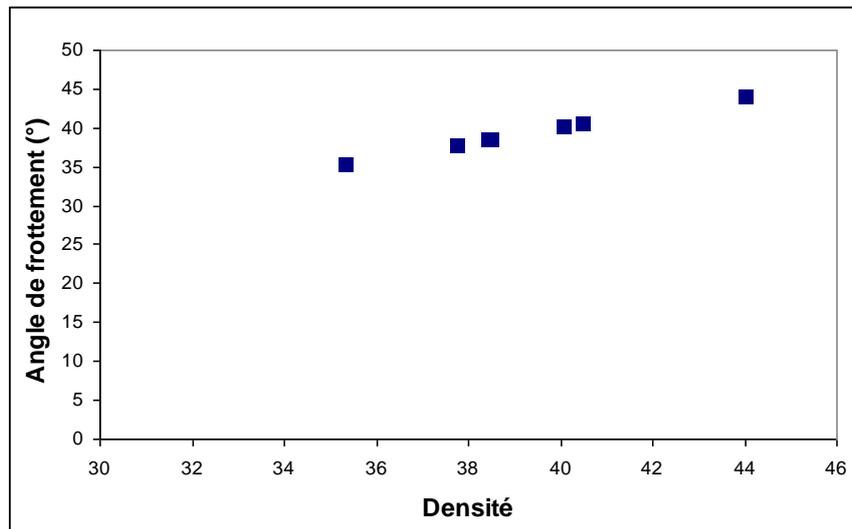


Figure 24 : Angle de frottement en fonction de la densité

Analyse générale :

La densité du produit influe sur l'angle de frottement. Plus le produit est dense, plus l'angle de frottement est élevé.

Conséquence à l'épandage :

L'angle de frottement retrace la puissance de déplacement du matériau dans la caisse de l'épandeur. Plus cet angle est faible, plus le matériau va se déplacer rapidement. L'augmentation de la densité ralentit la vitesse de déplacement du matériau dans la caisse de l'épandeur.

Conclusion générale sur l'analyse des mesures:

- ▶ Le lien établi entre les différents paramètres provient constats révélés par les outils de terrain et les mesures effectuées au laboratoire. D'autres croisements entre les paramètres auraient pu être effectués.
- ▶ Si l'on s'en tient à ceux étudiés précédemment, on observe que même s'il existe quelques similitudes dans l'allure des histogrammes qui sont assemblés par groupe de deux, cela ne justifie pas l'existence d'une corrélation entre eux.

Chapitre 4 : Enquête de terrain

L'enquête a été menée sur une période de deux semaines environ. Elle est axée sur l'épandage des produits organiques.

Les objectifs de l'enquête ont été de comprendre le fonctionnement des chantiers d'épandage et d'identifier les problématiques liées au matériau ainsi qu'au matériel.

D'abord il a fallu les contacter afin de convenir d'un rendez-vous, puis réaliser une grille d'évaluation pour mener à bien les échanges.

Cette grille se compose de quatre rubriques : les informations concernant l'exploitation, les finalités pour l'épandage, les mises en place des chantiers, les difficultés qui relèvent de l'épandage.

Ce troisième chapitre du rapport s'articule autour de trois grandes parties : d'abord, la présentation des résultats de l'enquête, ensuite l'analyse des résultats, puis un tableau qui met en avant les problèmes d'épandage identifiés sur le terrain.

A/ Résultats de l'enquête

Chaque grille permet de rassembler les informations relevées par exploitation et par agriculteur.

Tableau 11 : Informations obtenues chez Jean-Christophe TEUIL

| Exploitation | |
|---|---|
| Nom de l'exploitant : Mr Jean-Christophe TEUIL | Date et lieu d'intervention : le 09/08/10 |
| Type d'exploitation : Polyculture/ Elevage | Effectif : 120 vaches charolaises / 80 taurillons |
| Production de fumier (estimée) : 700 à 800 T/an | |
| Finalité pour l'épandage | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Effluent valorisé sous forme d'engrais • Avoir une bonne répartition • Apporter la bonne dose | |
| Mise en place du chantier | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fumier stocké en tas en bout de champ sur une durée de trois à quatre mois • Matériel utilisé : Un épandeur à hérissons verticaux sans table/ 2 tracteurs • Unité de Travail Humain : un chauffeur • Epandage effectué par un mouvement rectiligne d'un bout à l'autre de la parcelle (va et vient) • Dose apportée : 20 à 40 tonnes par hectare • Fréquence des apports : Tous les trois ans • Mode de chargement : Chargement en motte • Durée du chantier (intervalle entre deux chargements) : 1h30 minutes pour les chantiers éloignés et 45 minutes pour les chantiers proches | |
| Principales difficultés | |
| Difficultés liées au matériau | Difficultés liées au matériel |
| ► Difficulté à épandre des matériaux contenant de la paille non décomposée | ► Usage du tapis lié à l'épandage d'un matériau de faible densité |

Tableau 12 : Informations obtenues chez Thierry LAFARGE

| Exploitation | |
|---|---|
| Nom de l'exploitant : Mr Thierry LAFARGE | Date et lieu d'intervention : le 10/08/10 |
| Type d'exploitation : Elevage | Effectif : 70 vaches allaitantes |
| Production de fumier (estimée) : 1000 T/an | |
| Finalité pour l'épandage | |
| Les effluents d'élevage sont valorisables sous forme d'engrais pour le colza, le maïs, les prairies | |
| Mise en place du chantier | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Epandage direct à la sortie de la stabulation • Matériel utilisé : Un épandeur à hérissons verticaux sans table/ 2 tracteurs • Unité de Travail Humain : un chauffeur • Epandage effectué par un mouvement rectiligne d'un bout à l'autre de la parcelle (va et vient) ou en mouvement circulaire en fonction des caractéristiques physiques de la parcelle • Dose apportée : 20 à 40 tonnes par hectare • Fréquence des apports : Tous les deux ans • Mode de chargement : Nivelé jusqu'aux épandeurs • Durée du chantier (intervalle entre deux chargements) : 45 minutes puisque les chantiers sont proches de l'exploitation | |
| Principales difficultés | |
| Difficultés liées au matériau | Difficultés liées au matériel |
| ► Difficulté à charger régulièrement le matériau dans la caisse de l'épandeur | ► Tapis tournant dans le vide avec des fumiers de faible densité |
| ► Difficulté à identifier le matériau | ► Problème lié à la régularité du débit épandu lors de passage dans des terrains pentus |

Tableau 13 : Informations obtenues Pascal LAFOREST

| Exploitation | |
|---|---|
| Nom de l'exploitant : Mr LAFOREST Pascal | Date et lieu d'intervention : le 12/08/10 |
| Type d'exploitation : Elevage | Effectif : 120 vaches et 250 brebis |
| Production de fumier (estimée) : 800 T/an | |
| Finalité pour l'épandage | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Curer la stabulation et valoriser le fumier de l'étable • Valoriser le fumier sous forme d'engrais • Avoir un épandage régulier | |
| Mise en place du chantier | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fumier stocké sur plate-forme en béton/ composter/ Epandage direct • Matériel utilisé: Un épandeur à hérissons verticaux sans table/ 2 tracteurs/un chauffeur • Epandage effectué par un mouvement rectiligne d'un bout à l'autre de la parcelle (va et vient) • Dose apportée: 30 à 40 tonnes • Fréquence des apports: tous les deux ans • Mode de Chargement de l'épandeur: chargement effectué par petite prise et nivelé jusqu'au niveau des hérissons • Durée du chantier (intervalle entre deux chargements) : 30 minutes | |
| Principales difficultés | |
| Difficultés liées au matériau | Difficultés liées au matériel |
| ► Ecartement faible avec les fientes de volailles | - |

Tableau 14 : Informations obtenues au Cemagref

| Exploitation | |
|--|--|
| Nom de l'exploitant : Cemagref | Date et lieu d'intervention : le 11/08/09 |
| Type d'exploitation : Polyculture/ Elevage | Effectif : |
| Production de fumier (estimée) : | |
| Finalité pour l'épandage | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Curer la stabulation • Valoriser le fumier sous forme d'engrais • Avoir un épandage régulier | |
| Mise en place du chantier | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fumier stocké sur une plate forme en béton réservée à l'expérimentation • Matériel utilisé : Un épandeur à hérissons verticaux sans table/ 2 tracteurs • Unité de Travail Humain : un chauffeur • Epandage effectué par un mouvement rectiligne d'un bout à l'autre de la parcelle (va et vient) • Dose apportée : Moins de 20 T/ha • Fréquence des apports : Tous les ans • Mode de chargement : nivelé jusqu'aux épandeurs • Durée du chantier (intervalle entre deux chargements) : 45 minutes à 1 heure | |
| Principales difficultés | |
| Difficultés liées au matériau | Difficultés liées au matériel |
| - | ▶ Blocage de la porte de l'épandeur dans le cas ou le fumier épandu est collant |
| - | ▶ Ouverture de la table de l'épandeur rendu difficile à cause du tassement du matériau dans l'épandeur |
| - | ▶ Usure accentuée avec certains matériaux |

Tableau 15 : Informations obtenues chez François RAY

| Exploitation | |
|---|---|
| Nom de l'exploitant : Mr RAY François | Date et lieu d'intervention : le 11/08/10 |
| Type d'exploitation : Elevage | Effectif : 60 Vaches allaitantes |
| Production de fumier (estimée) : 540 T/an | |
| Finalité pour l'épandage | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Curer la stabulation • Valoriser le fumier sous forme d'engrais • Avoir un épandage régulier | |
| Mise en place du chantier | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fumier stocké en tas en bout de champ sur une durée de sept mois • Matériel utilisé: Un épandeur à hérissons verticaux sans table/ 2 tracteurs/un chauffeur • Unité de Travail Humain : un chauffeur • Epandage effectué par un mouvement rectiligne d'un bout à l'autre de la parcelle (va et vient) • Dose apportée: 15 à 20 tonne • Fréquence des apports: tous les trois ans • Mode de Chargement de l'épandeur: nivelé jusqu'au niveau des hérissons • Durée du chantier (intervalle entre deux chargements) : 15 minutes | |
| Principales difficultés | |
| Difficultés liées au matériau | Difficultés liées au matériel |
| ▶ Problème de voutage du matériau | ▶ Patinage du tapis |
| - | ▶ Séchage des chaînes qui entraine le tapis le long de l'épandeur |

Tableau 16 : Informations obtenues chez Romain BRY

| Exploitation | |
|---|--|
| Nom de l'exploitant : Mr BRY Romain | Date et lieu d'intervention : le 09/08/10 |
| Type d'exploitation : Polyculture/ Elevage | Effectif : Vaches allaitantes (250 à 300 animaux par an) |
| Production de fumier (estimée) : 1000 T/an et 4000 T/an en prestation chez d'autres agriculteurs. | |
| Finalité pour l'épandage | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Curage de la stabulation • Valorisation du fumier sous forme d'engrais • Obtenir un épandage régulier | |
| Mise en place du chantier | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fumier stocké en tas en bout de champ sur une durée de un mois à un an. • Matériel utilisé : Un épandeur à hérissons verticaux sans table/ 2 tracteurs • Unité de Travail Humain : un chauffeur • Epandage effectué par un mouvement rectiligne d'un bout à l'autre de la parcelle (va et vient) • Dose apportée : 12 à 18 tonnes par hectare • Fréquence des apports : Tous les deux ans • Mode de chargement : Nivelé jusqu'aux épandeurs • Durée du chantier (intervalle entre deux chargements) : 1h30 minutes pour les chantiers éloignés et 45 minutes pour les chantiers proches. | |
| Principales difficultés | |
| Difficultés liées au matériau | Difficultés liées au matériel |
| ▶ Ecartement limité à l'épandage des fientes de poulets | ▶ Usure des couteaux des hérissons accentués vers le bas |
| ▶ Avec un fumier pailleux, bourrage de la machine à la sortie des hérissons | - |

B/ Analyse des résultats

I. Les voies de valorisation de l'effluent

Cette investigation est focalisée sur six exploitations du département de l'Allier, orientées essentiellement vers l'élevage de bovins allaitants, race charolaise. Les bâtiments rencontrés sont pour la majorité des stabulations libres paillées mais aussi des étables entravées avec chaîne de curage accompagnée d'un système d'évacuation du fumier sur une plate forme de stockage. La quantité de produit épandu à l'année varie d'une exploitation à l'autre et dépend surtout de l'importance du cheptel.

Les résultats de l'enquête montrent que les principaux intérêts pour l'épandage sont les suivants:

- En premier lieu l'agriculteur cherche à curer la stabulation, celles-ci contiennent des déjections, accompagnées d'une quantité plus ou moins importante de paille.
- Après, il valorise l'effluent sous la forme d'un engrais utilisable sur les prairies ou les cultures. Il réalise des bénéfices en achetant moins, ou pas du tout d'engrais minéraux.
- L'enquête a montré aussi que l'une des intérêts secondaires lors de l'épandage est l'amélioration de la régularité.

L'ensemble des données relevées a permis de définir trois grandes parties :

→ Les voies de valorisation des effluents. Il s'agit d'une approche du mode de gestion de l'effluent à la sortie de la stabulation (compostage, stockage en bout de champ et épandage direct)

→ La mise en place des chantiers (Etude du matériel utilisé, du nombre d'UTH, du mode de répartition de l'effluent)

→ Les problèmes d'épandage, principalement ceux qui sont liés au matériau et au matériel.

D'après les résultats, après curage de ses stabulations, l'agriculteur peut procéder de trois façons différentes pour réaliser son épandage.

1) L'épandage par voie de compostage

Très réputé chez les agriculteurs qui disposent de temps et de moyens financiers. Le principe est qu'à la sortie de la stabulation, le fumier est stocké en tas en forme d'andains sur une plate-forme en terre-battue. Quelques mois plus tard, il subit un brassage par l'intervention d'une composteuse permettant d'assurer le retournement de l'ensemble de la masse. Après plusieurs retournements du produit, on obtient un matériau hygiénisé, inodore contenant des éléments essentiels pour la croissance des cultures et l'amélioration de la structure du sol. Dans l'épandeur, le fumier se tasse davantage et s'épand régulièrement. L'usure des couteaux fixés sur les hérissons est moins marquée. A l'épandage, le matériau est très dense, la paille contenue à l'origine a été dégradée, les blocs d'effluents formant des voûtes dans la caisse de l'épandeur se sont émiettés.



2) L'épandage en bout de champ

L'autre procédé fréquemment rencontré est le stockage en bout de champ. Selon les agriculteurs, c'est la technique la plus avantageuse puisque l'on stocke simplement le tas dans le champ pour une durée plus ou moins définie. Le fumier se minéralise alors naturellement et on observe un début de dégradation de la paille.



3) L'épandage direct

L'épandage direct est la dernière voie de valorisation. Le but est de curer et d'épandre la stabulation simultanément. Aucun effluent n'est stocké, ce qui peut s'avérer pratique quand on ne dispose pas de surface destinée à cet usage. Cependant la principale difficulté reste la composition du fumier qui est plutôt pailleux puisqu'il n'a pas le temps de se dégrader.



Tableau 17 : Avantages et inconvénients des méthodes

| | Epandage par voie de compostage | Stockage du produit en bout de champ | Epandage direct après curage |
|----------------------|--|--|---|
| Avantages | | | |
| | Produit hygiénisé qui renforce la structure du sol | Peu de main d'œuvre | Pas de stockage du matériau |
| | Dans l'épandeur produit facile à charger | Epandage rapide puisque le tas est situé sur la parcelle | |
| | Epandage régulier | | |
| Inconvénients | | | |
| | Nécessite de la main-d'œuvre et de l'équipement | Produit plutôt pailleux | Produit très pailleux |
| | | Difficile à charger selon la durée de stockage | Difficile à charger |
| | | Epandage plutôt irrégulier | Difficile à charger |
| | | Possibilité de repousse des adventices sur les prairies | Possibilité de repousse des adventices sur les prairies |

II. La mise en place des chantiers

1) Les étapes du chargement

Le matériel utilisé pour réaliser les chantiers est composé d'un épandeur équipé de deux hérissons verticaux, d'un tracteur attelé à l'épandeur puis d'un tracteur ou télescopique réservé au curage de la stabulation et au chargement de l'épandeur.

Le matériau qui provient de la stabulation, du compostage ou qui est stocké en bout de champ est prélevé à l'aide d'un chargeur. Ce fumier est introduit dans la caisse d'épandage qui est attelée au tracteur. Après remplissage de la caisse, le chauffeur de l'épandeur se dirige vers la parcelle pour épandre ce produit.



Figure 25 : Chargement et vidange de l'épandeur

2) L'épandage

Deux types d'épandage sont fréquemment employés : l'épandage en ligne (succession de va et vient) ou l'épandage en circulaire (mouvement de rotation sur la parcelle).

On constate que le type d'épandage dépend des caractéristiques physiques de la parcelle. Toutefois, les agriculteurs préfèrent le type "va et vient" pour obtenir une meilleure régularité du matériau sur la parcelle et réservent le type "circulaire" pour épandre sur les fournières (zones permettant au chauffeur de tourner et de repartir dans l'autre sens dans le cas du type "va et vient")

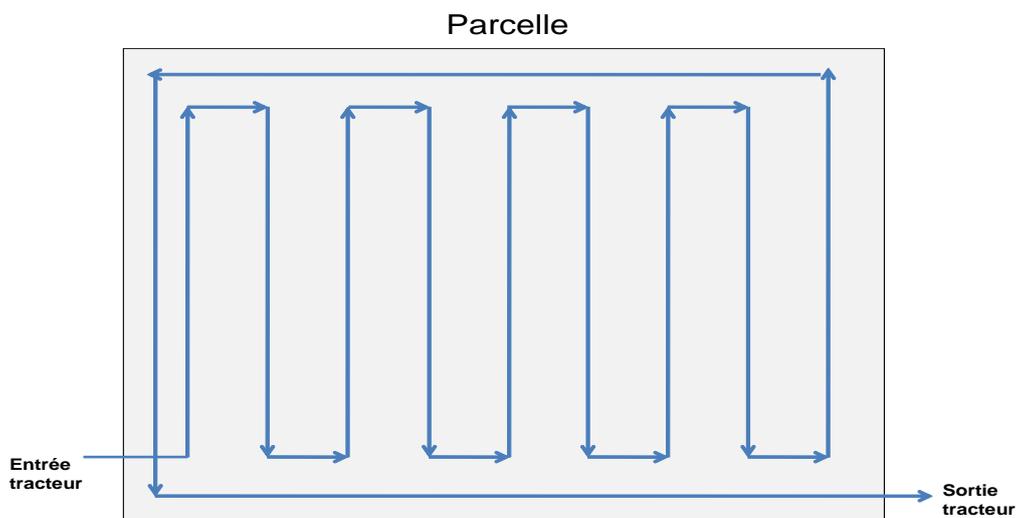


Figure 26 : Circuit du tracteur à l'épandage (va et vient)

III. Les problèmes

L'ensemble des problèmes liés à la fois au matériel et au matériau a été classé dans le tableau suivant :

Tableau 18 : Problèmes rencontrés à l'épandage (la couleur orange correspond aux problèmes les plus fréquents)

| Matériel | | |
|--|--|---|
| Problèmes | Causes | Conséquences |
| ► Difficulté à identifier du matériau | - Pas de classification disponible | - L'agriculteur juge à l'œil nu et identifie deux catégories de fumier: le pailleux et le compost |
| ► Patinage du tapis | - Fumier de très faible densité (d'ovin et de volaille) | - Variation du débit épandu |
| ► Usure des couteaux des hérissons accentués vers le bas | - Matériau s'éboulant dans la caisse de l'épandeur | - Forte quantité de fumier à la base de l'épandeur |
| ► Blocage de la porte de l'épandeur | - Fumier collant | - Mauvaise synchronisation de l'épandage |
| ► Ouverture difficile de la table de l'épandeur | - Tassement important du matériau dans la caisse de l'épandeur | - Mauvaise synchronisation de l'épandage |
| ► Séchage des chaînes qui entraîne le tapis le long de l'épandeur | - Fumier de faible densité qui ne pèse pas dans l'épandeur et qui est plutôt sec | - Variation du débit épandu |
| ► Régularité de l'épandage en terrain pentu | - Absence de porte dans l'épandeur | - Variation du débit épandu |
| Matériau | | |
| Problèmes | Causes | Conséquences |
| ► Chargement irrégulier de l'épandeur | - Fumier trop pailleux - Fumier peu dégradé | - Formation de voute dans la caisse d'épandage - Bourrage du matériau au niveau des hérissons |
| ► Difficulté à épandre des matériaux contenant de la paille non décomposée | - Durée de stockage trop courte | - Bourrage de la machine à la sortie des hérissons |
| ► Ecartement limité à l'épandage des fientes de poulets | - Faible densité du matériau | - Epandage inefficace |

L'enquête met en évidence des problèmes qui sont liés à la fois au matériel et au matériau.

1) Le matériel

1.1) Le constat

La plupart des problèmes mécaniques provient du matériel et concerne en particulier trois organes de l'épandeur :

► **Organe 1 :**

On considère l'ensemble "tapis de l'épandeur, la porte de l'épandeur et la table de l'épandeur".

► **Origine du problème lié à l'organe 1 :**

Mauvais chargement (fumier trop tassé dans l'épandeur lors du chargement)

► **Solution envisageable :**

Niveler le chargement juste au dessus des hérissons.

► **Organe 2 :**

L'organe 2 correspond aux couteaux fixés sur les hérissons. L'usure des couteaux des hérissons est accentuée vers les ceux fixés au bas des hérissons.

► **Origine du problème lié à l'organe 2 :**

→ Fréquence d'utilisation du matériau

→ Mauvaise répartition du débit (débit de fumier plus important vers le bas des hérissons)

► **Solutions envisageables :**

→ Inverser les couteaux du bas et du haut ou remplacer par de nouveaux couteaux

→ Régler la vitesse du tapis ou placer une porte coulissante chargée de ramener le fumier jusqu'aux hérissons.

► **Organe 3 :**

Il s'agit ici du tapis (en fond de cuve).

► **Origine du problème lié à l'organe 3 :**

Régularité de l'épandage en terrain pentu (en montant la pente le fumier se tasse au niveau des hérissons et la dose apportées augmente et en redescendant, le fumier se tasse dans le fond de la caisse de l'épandeur et la dose apportée diminue fortement)

► **L'origine du problème lié à l'organe 3 :**

→ Vitesse du tapis (réglage inadapté)

► **Solution envisageable :**

→ Réglage adapté du tapis pour les terrains présentant des spécificités physiques des parcelles (pente, crevasse)

1.2) Perspectives

Les problèmes concernant le matériel sont liés à un manque d'équipement, mauvais réglage et ainsi qu'à la manière de charger l'épandeur. Ces problèmes influent sur la régularité de l'épandage. C'est la raison pour laquelle, le pôle épandage de Montoldre travaille avec divers partenaires (agriculteurs, constructeurs, épandeurs) dans le but d'améliorer la régularité longitudinale (variation du débit) et transversale (largeur de travail) des épandeurs.

Par exemple, l'épandeur de marque "BUCHET" mis en place par un particulier de l'épandage permet d'épandre maintenant en terrain pentu grâce à la mise en place d'une porte d'épandage, et d'avoir un épandage régulier par un réglage automatique du tapis de l'épandeur.

2) Le matériau

2.1) Constat

Deux difficultés sont fréquemment rencontrées, liées à la densité du fumier et à sa consistance.

► **Problème 1** : Fumier trop pailleux

► **Origine du problème 1** :

→ Fumier épandu trop tôt (épandage direct après curage de la stabulation)

→ Durée de stockage trop courte

► **Solutions envisageables** :

→ Augmenter la durée de stockage

→ Composter le fumier

► **Problème 2** : Fumier de faible densité

► **Origine du problème 1** :

→ Métabolisme des animaux concernés

► **Solutions envisageables** :

→ Mélanger le fumier à un autre fumier plus consistant

Exemple : fumier d'ovins et fumier de bovins

→ Créer un nouvel épandeur adapté au fumier de faible densité

2.2) Perspectives

Dans le cas du fumier, l'une des premières étapes serait d'inciter les agriculteurs à pratiquer l'épandage par voie de compostage pour ceux qui rencontrent des problèmes liés à la consistance du fumier.

Pour les autres qui se retrouvent surtout avec des problèmes de densité, il faudrait modifier les pratiques d'élevages en augmentant par exemple la fréquence de paillage, ou envisager de mélanger le fumier de faible densité à un fumier plus consistant.

Par ailleurs, l'aboutissement des investigations sur la caractérisation physique du fumier pourraient conduire à l'instauration d'une classification permettant aux éleveurs, aux techniciens et aux scientifiques de pouvoir qualifier les matériaux actuels.

Cette classification guiderait l'agriculteur pour valoriser au mieux ses effluents d'élevage.

Conclusion

Ce stage a été une opportunité de découvrir et de se confronter au monde de la recherche. Si auparavant, ma vivacité dominait sur l'action, maintenant j'ai appris à réfléchir avant d'agir et à donner un sens réel à mes idées.

Ces quatre mois dans l'Allier m'ont aidé à davantage me connaître aussi bien sur le plan professionnel que personnel.

Sur le plan professionnel, j'ai eu de la chance d'avoir un maître de stage particulièrement consciencieux et appliqué, qui a su m'encadrer en m'apprenant à davantage organiser et structurer mes idées.

Les objectifs de stage représentaient un véritable défi à mes yeux et je dois tout de même avouer que certains se sont avérés beaucoup plus contraignants que d'autres :

- La partie "analyse de données" a été la plus délicate, puisqu'il m'a fallu m'immerger complètement sur le thème de la caractérisation physique et en comprendre les tenants et les aboutissants.

- Pour la mise en place de la méthode d'estimation des effluents, la difficulté pour franchir cette étape résidait principalement dans la démarche à adopter. Au départ, il fallait contacter les chambres d'agriculture régionales de France en espérant obtenir les quantités d'effluents épandues par an et par région. Cette information n'était pas disponible.

Je me suis alors rabattu sur une autre démarche qui vise à convertir les effectifs d'animaux recensés à l'aide d'une grille d'équivalence UGB pour déterminer la quantité d'effluent maîtrisable sur l'exploitation (UGBm).

- L'enquête de terrain a été l'une des étapes qui s'est réalisée avec aisance.

Les principaux inconvénients étaient de pouvoir fixer les rendez-vous en fonction des disponibilités de chacun et de ne pas être dérangé par les aléas climatiques lors de la mise en œuvre des chantiers d'épandage.

En ce qui me concerne, j'ai été en contact avec des personnes qui ont posé un regard neutre sur moi. Cela m'a permis d'exprimer certaines ressources qui sommeillaient en moi et dont j'ignorais complètement l'existence.

Par la même occasion, j'ai pris confiance en moi :

La journée stagiaire qui s'est déroulée le 1^{er} juin 2010, organisée chaque année par le Cemagref et qui réunit l'unité de Clermont-Ferrand et de Montoldre a été l'opportunité de présenter le travail que j'avais réalisé au chef d'unité, aux membres du personnels et aux autres stagiaires. Les applaudissements ainsi que les félicitations faites par le chef d'unité et les autres membres de l'équipe ont représenté une des mes sources de motivation.

Aussi, lors des enquêtes effectuées auprès des professionnels de l'épandage, les échanges avec les agriculteurs ont été l'occasion de confronter mes connaissances sur le terrain. Les retours que j'ai pu entendre (étudiant intéressé, motivé,...) ont été les raisons qui m'ont incité à aller toujours plus loin.

Bibliographie

Bassez J *al.* 1997. Bien choisir et mieux fertiliser son matériel d'épandage, de lisier ou de fumiers. Comité d'Orientation pour la Réduction de la Pollution des Eaux par les Nitrates. 55 pages.

Bertone N. 1997. Matières organiques utilisées en agriculture en Languedoc-Roussillon. Chambre d'agriculture du Languedoc-Roussillon. 119 pages.

Capdeville J. 2005. Etat des lieux des bâtiments, des capacités de stockage des déjections, des types d'effluents produits et des pratiques d'épandage dans les exploitations bovines françaises. De la page 1 à la page 22.

Chabot F., François T. 2001. Epandage des boues résiduelles et effluents organiques. Cemagref. 190 pages.

Chabot F. 2000. Expérimentation et suivi des caractéristiques physiques sur l'évolution d'un fumier selon deux méthodes de compostage en rapport avec l'aptitude à l'épandage. 18 pages.

Piron. E. 2005. Ecoulement des produits dans les épandeurs à fond mouvant. Cemagref. 100 pages.

Thirion F *al.* 1998 Determination of physical characteristics of animal manure Actes du colloque RAMIRAN 98, p.457-469.

Sitographie

[http:// www.cemagref.fr](http://www.cemagref.fr)

Annexes

Annexe 1 : Présentation du Cemagref de Montoldre et de ses activités



Annexe 2 : Protocole expérimental réalisé sur fumier de stabulation



Annexe 3 : Andains de fumier composté



Annexe 4 : Fumier de stabulation



Annexe 5 : Valeur agronomique de boues de station d'épuration

| | | |
|--|----------------------|---|
| FORMULAIRE Réf. : FO/Q/DG/76 Version : 4 Date d'approbation : 24/07/2008 | FICHE PRODUIT |   |
|--|----------------------|---|

RESULTATS ANALYTIQUES - COMPOSITION

Période du 01/01/2010 au : 29/06/2010

Valeur agronomique

moyenne de 1 analyses

| | | |
|-----------------------------|-----------------|--------------------------|
| Matière sèche (M.S.) | 1,12 % | |
| | en % de la M.S. | en kg/m3 de produit brut |
| Matière organique | 77,5 | 8,7 |
| Azote total | 8,59 | 1,0 |
| Phosphore total (P2O5) | 4,39 | 0,5 |
| Potassium total (K2O) | 1,27 | 0,1 |
| Calcium (CaO) | 2,25 | 0,3 |
| Magnésie (MgO) | 0,86 | 0,1 |
| C/N | 4,5 | |
| pH | 6,4 | |

Eléments traces métalliques (par rapport à la matière sèche)

moyenne de 1 analyses

| Elément | Concentration (mg/kg de MS) | |
|-------------|-----------------------------|-------------|
| | Val. mesurée | Val. limite |
| Cadmium | 0,66 | 10 |
| Chrome | 32,40 | 1000 |
| Cuivre | 442,73 | 1000 |
| Mercurure | 2,46 | 10 |
| Nickel | 26,11 | 200 |
| Plomb | 22,66 | 800 |
| Zinc | 1 309,42 | 3000 |
| Cr+Cu+Ni+Zn | 1 810,66 | 4000 |
| Sélénium | < 8,76 | |

Valeur agronomique moyenne : pour un apport de 80 m3 de matières fertilisantes par hectare :

| | |
|---------------------------------|-----|
| Matière organique | 696 |
| Azote total | 77 |
| Dont dispo 1ère année (60 %) | 46 |
| Phosphore - P2O5 | 39 |
| Dont phos. biodisponible (70 %) | 28 |
| Potassium - K2O | 11 |
| Magnesium - MgO | 8 |
| Calcium - Cao | 20 |

valeurs en kg / ha

