

CENTRE D'INTERET

RAPPORT FINAL

**ETUDE DES PERTES PAR LIXIVIATION APPLIQUEE
AU FUMIER EQUIN**

**CARACTERISATION DU FUMIER BRUT ET DU
COMPOST**

RESUME

L'élimination du fumier de cheval est un problème d'actualité. Le volume devient trop important à cause du développement de la filière et les débouchés sont limités. Des techniques simples telles que l'épandage ou le compostage se sont développées. De plus en plus, les organismes professionnels incitent les propriétaires de chevaux à les utiliser.

Pour l'instant aucune comparaison entre le fumier brut et le fumier composté n'a été faite pour connaître leurs différentes caractéristiques. Y-a-t-il de fortes pertes en éléments nutritifs au moment du stockage ? Quelles quantités de lixiviats se retrouvent dans le sol ? Sont-ils très concentrés en éléments nutritifs ? Y-a-t-il des différences entre les deux types de fumier ?

Voilà les questions que nous nous sommes posées tout au long de cette étude. Et nous allons essayer grâce à une expérimentation d'y répondre.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la FIVAL et plus particulièrement Solenn Le Boudec qui nous a soutenues dans cette étude.

Merci pour la collaboration de Claire Beller de la Chambre d'Agriculture de l'Oise.

Merci également à M. Miclot et Mme Beller de nous avoir reçues lors de notre recherche de compost et merci à M. Baleux du Centre équestre de Beauvais de nous avoir donné son fumier.

Enfin nous tenons à remercier M. Vincent Hervé et M. Christian Brault pour leur aide dans l'installation de notre expérience ainsi que M. Bruno Martin pour ses conseils et M. Jean-Luc Vialle, professeur de chimie à Lasalle Beauvais et tuteur de ce centre d'intérêt.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	6
LISTE DES ABREVIATIONS, SYMBOLES ET UNITES.....	7
1. Introduction.....	8
2. Synthèse bibliographique.....	10
2.1. Le fumier de cheval.....	10
2.1.1. Types de fumiers.....	10
2.1.2. Caractéristiques du fumier.....	10
2.1.3. Stockage et épandage.....	11
2.2. Technique de valorisation : le compostage.....	12
2.2.1. Principe.....	12
2.2.2. Technique.....	12
2.2.3. Utilisation.....	13
2.2.4. Temps et coût.....	13
2.2.5. Saisonnalité.....	13
3. Présentation de notre démarche.....	14
3.1. Schéma méthodologique.....	14
3.2. Présentation de la problématique.....	16
3.2.1 Définition des pertes par lixiviation.....	16
3.2.2. Définition du fumier de cheval.....	16
3.2.3. Complémentation.....	17
3.3. Construction du modèle d'analyse.....	17
3.3.1. Choix et explication des hypothèses.....	17
3.3.2. Modalités de l'expérience.....	18
4. Déroulement de l'expérience.....	19
4.1. Echancier de l'expérimentation.....	19
4.2. Le fumier composté.....	19
4.3. Le fumier brut.....	20
4.4. Mise en place de l'expérience.....	20

4.5. Les prélèvements	21
5. Résultats et interprétations	22
5.1. La matière sèche	22
5.2. Le pH	22
5.3. Le Carbone	23
5.4. L'Azote.....	23
5.5. Le Phosphore.....	24
5.6. Le Potassium.....	24
5.7. Réponse aux hypothèses de départ.....	24
6. Conclusion	25
LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	26
ANNEXES.....	27

TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Figure 1: Fumier composté</i>	19
<i>Figure 2: Fumier brut</i>	20
<i>Figure 3: Mise en place de l'expérience</i>	20
<i>Figure 5: Minéralisateur</i>	33
<i>Figure 6: Machine Bucchi</i>	34
<i>Figure 7: Préparation des solutions au bain de sable</i>	34
<i>Figure 8: Etalons et solutions</i>	35
<i>Figure 9: Spectrophotomètre à absorption moléculaire</i>	35

LISTE DES ABREVIATIONS, SYMBOLES ET UNITES

Ca : symbole du calcium

FBC : fumier brut couvert

FBNC : fumier brut non couvert

FCC : fumier composté couvert

FCNC : fumier composté non couvert

FIVAL : Fédération Interprofessionnelle du cheval de travail, sport et loisir

ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

Interbev : Organisation Interprofessionnelle du Bétail et des Viandes du secteur chevalin

K : symbole du potassium

Mg : symbole du magnésium

N : symbole de l'azote

P : symbole du phosphore

P1 : prélèvement 1

1. Introduction

La filière du cheval est depuis quelques années en pleine croissance. Elle a subi à deux reprises des réformes qui ont changé son organisation et surtout son statut. En 1999, les Haras Nationaux sont devenus des établissements administratifs publics. En 2003, ces derniers ont signé un contrat avec l'Etat.

C'est à cette même période que les interprofessions se sont mises en place : Interbev équin pour le secteur de la viande et la FIVAL pour le secteur du cheval de sport, de loisir et de travail.

A l'intérieur de la filière, il existait différents régimes sociaux, fiscaux et économiques. L'insertion dans le monde économique agricole était difficile pour tous les acteurs du cheval.

Le 2 février 2005, le vote de la loi sur le développement des territoires ruraux a permis l'harmonisation en attribuant le statut agricole pour l'ensemble de la filière équine.

Le statut de la filière implique le respect de certaines normes au niveau de la gestion et de l'élimination des effluents d'élevage.

Aujourd'hui, en France, on recense environ 5400 centres équestres et un nombre d'équidés égal à 800 000. Les centres équestres sont les principaux producteurs de fumier. Ce sont donc, avec les éleveurs, les plus concernés par le problème de l'élimination de celui-ci.

De plus, la filière étant en pleine croissance, la quantité de fumier produite augmente et son évacuation est de plus en plus difficile.

D'après une enquête de la FIVAL, les fournisseurs de paille le récupèrent directement. Ils l'utilisent ensuite comme amendement en l'épandant sur leurs champs. Il permet un apport en matière organique et en azote.

Aujourd'hui, ils sont de moins en moins intéressés pour épandre du fumier brut. Cela a des coûts au niveau du transport et de l'épandage.

L'autre principal débouché du fumier de cheval est la production de champignons. Le fumier de cheval est considéré comme un produit noble et le compost issu de sa fermentation est le milieu de culture idéal pour les champignons. Cependant, la production de champignons a diminué de 25% entre 1990 et 2005 ([1] Luné, 2007)

Il faut alors trouver de nouveaux débouchés pour valoriser le fumier de cheval. Il existe différentes techniques de valorisation du fumier telles que la méthanisation, la combustion, la mise en granulés ou encore le compostage. Les trois premières techniques sont peu, ou pas du tout, développées en France. Quant au compostage, il est depuis longtemps utilisé et la technique est devenue accessible à tous.

Le compost de fumier de cheval est très apprécié à petit échelle pour les jardins de particuliers ou les horticulteurs. Cependant, aucune étude n'a été faite pour connaître la valeur agronomique réelle du fumier de cheval épandu dans les champs.

C'est pour cela que nous allons nous pencher sur :

« L'Etude des pertes observées par lixiviation lors du stockage du fumier équin en bout de champ »

Nous avons choisi ce centre d'intérêt pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, étant deux cavalières se destinant à la formation « productions animales », nous nous sommes tout de suite senties concernées par le problème de la gestion des effluents d'élevages.

De plus, ce sujet a été proposé à Emilie lors de son stage de fin de troisième année à la FIVAL (Fédération Interprofessionnelle du cheval de travail, sport et loisir). N'ayant pas eu le temps de réaliser ce travail au cours des deux mois de stage, nous nous sommes proposées pour l'étudier dans le cadre du CI de quatrième année.

En premier lieu, nous procéderons à une recherche documentaire, en établissant une synthèse des informations actuelles. Nous présenterons tout d'abord les enjeux de l'étude. Puis, nous exposerons le fumier de cheval et ses caractéristiques ainsi que la technique du compostage.

Tous ces éléments nous permettront d'acquérir les informations nécessaires à la compréhension du sujet.

Dans un second temps, nous réaliserons une phase quantitative en réalisant une expérimentation sur les pertes par lixiviation du fumier de cheval. Nous pourrions relever les données qui seront des éléments de réponses à la question initiale.

2. Synthèse bibliographique

Le fumier est plutôt considéré comme un produit encombrant voire comme un déchet. A ce titre, tout détenteur d'un équidé est responsable du fumier produit jusqu'à son élimination. Il doit prendre toutes les dispositions pour éviter la création de nuisances et la pollution des eaux de surface.

Cependant les réglementations sont souvent mal connues. Les propriétaires, les éleveurs ou les dirigeants de centre équestre ne savent plus comment stocker correctement leur fumier ni comment le gérer. De plus, l'enlèvement est le plus souvent payant. Ce qui augmente leurs charges. Il est également très peu valorisé car cela demande du temps et parfois de lourds investissements selon la technique employée.

Le compostage semble être la solution la plus intéressante pour transformer le fumier. De plus, pour répondre à nos objectifs, nous allons comparer les pertes par lixiviation entre le fumier brut et le fumier composté. C'est donc sur cette technique que nous allons principalement nous concentrer.

Nous décrirons les différents types de fumier qui peuvent exister, la réglementation du stockage et les caractéristiques de chaque type. Puis, nous expliquerons la technique du compostage.

2.1. Le fumier de cheval

Par définition, le fumier de cheval est une matière organique hétérogène constituée d'un mélange de litières (paille, copeaux...) et de déjections animales qui peut être plus ou moins décomposée.

2.1.1. Types de fumiers

Voici un rappel des définitions des deux types de fumier que nous allons étudier :

- Le fumier composté est un fumier qui a subi une dégradation des matériaux qu'il contient. Il a été brassé une à deux fois pendant la période de stockage.
- Le fumier traditionnel, au contraire, est un fumier qui reste en tas pendant cette période et ne subit aucun retournement. Il sera évidemment dégradé mais durant une période plus longue et de manière moins homogène que le compost.

Comme nous l'avons dit précédemment, le fumier est un produit très hétérogène. La composition du fumier est fonction de plusieurs facteurs :

- Nature de la litière ; paille, copeaux de bois, copeaux de lin...
- Quantité de litière
- Durée de stockage
- Type d'élevage : les poneys produisent moins de déjections que les chevaux.
- Type de conduite de l'exploitation : entretiens réguliers ou non de la litière
- Alimentation distribuée aux chevaux : celle-ci influe sur la composition des fèces et donc sur la composition du fumier

2.1.2. Caractéristiques du fumier

- Le fumier est un produit solide composé d'une matière organique et d'une certaine quantité d'eau. Il est constitué de nombreux éléments chimiques comme l'azote ou le carbone qui sont très intéressants en agriculture. En effet, l'épandage de ce matériau est autorisé, selon un certain tonnage, mais est facilement utilisé sur les parcelles agricoles ou sur les pâtures.

« Une tonne de fumier pailleux frais contient :

- 6 kg d'azote
- 2,5 kg de phosphore
- 6 kg de potasse

Environ la moitié de ces éléments sera disponible la première année après épandage et le reste sera libéré progressivement les années suivantes. »

([2] Luné, 2007)

Cependant, on trouve également d'autres chiffres pour la même quantité de fumier. Voici quelques chiffres présentés dans les tableaux ci-dessous :

COMPOSITION en Kg / tonne de produit brut				
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
8.2	3.2	9	6	2

([3] ITCF – ITAVI)

COMPOSITION en Kg/ tonne de produit brut		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O
5	2.4	12

([4] Jeanmaire, 1999)

Nous pouvons trouver des références sur le fumier de cheval mais les sources ne précisent jamais quel type de fumier a été utilisé pour les mesures. Quant au compost de fumier de cheval, aucune analyse n'a été faite.

- Le fumier de cheval chauffe dès qu'on le met en tas.

Cette propriété a longtemps fait son succès auprès des maraîchers et des horticulteurs qui s'en servaient pour réaliser des couches chaudes. La fabrication de compost pour la production de champignons de couche est le premier débouché du fumier de cheval. Cette activité a besoin d'un fumier de très bonne qualité, très pailleux et curé du jour avec des volumes importants et réguliers.

2.1.3. Stockage et épandage

« Un cheval adulte produit chaque jour : 10 à 14 kilos de crottin et 9 litres d'urine associés à 3 à 7 kilos de litière. Cela représente un volume annuel de plus de 40 m³ nécessitant 14 m² de surface de stockage. » ([5] FIVAL, 2006). Soit, pour un cheval en stabulation libre, cela représente une production en moyenne de 15 tonnes de fumier par an.

Le stockage du fumier de cheval se fait généralement dans une fumière ou en bout de champs. Il est ensuite soit épandu pour les cultures ou les pâtures, ce qui est le plus répandu, soit enlevé par une entreprise spécialisée.

Le détenteur d'équidé doit respecter certaines normes. Celles-ci sont décrites dans l'article 155 du règlement sanitaire départemental (RSD). Nous pouvons y trouver différentes règles sur les distances à respecter ainsi que sur la récupération des jus. Ce règlement concerne n'importe quel type de fumier.

Cependant certains points ne sont pas compatibles avec le fumier de cheval. C'est pourquoi la chambre d'agriculture de l'Oise a délibéré avec certains professionnels de la filière du cheval sur ces normes pour qu'elles correspondent d'avantage avec la gestion spécifique du fumier de cheval.

(Voir annexes)

Concernant la gestion des déchets, c'est-à-dire dans le cadre des épandages contrôlés, s'applique la Réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Dans ce cas, c'est la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 qui définit les règles.

Dans le cas des installations non ICPE, c'est la loi du 15 juillet 1975, modifiée par la loi du 13 juillet 1992, qui s'applique.

Dans une logique où le fumier est considéré comme un produit, c'est-à-dire qu'il est « soit homologué soit normalisé (norme NFU 44-051) et donc qu'il peut être vendu en garantissant sa valeur agronomique et son innocuité », c'est la loi de juillet 1979 qui doit être prise en compte.
([6] FIVAL, 2006).

2.2. Technique de valorisation : le compostage

Il existe aujourd'hui plusieurs techniques de valorisation du fumier de cheval. Certaines sont de plus en plus répandues notamment l'épandage, et d'autres émergent et sont encore à l'essai comme par exemple la méthanisation.

Longtemps considéré comme un déchet, le fumier de cheval a aujourd'hui une nouvelle image grâce à une politique actuelle axée sur l'environnement qui préconise des produits naturels pour les cultures.

L'épandage du fumier non transformé est peu intéressant car on amène essentiellement de la paille et peu d'éléments nutritifs pour les plantes. De plus, cela pose des problèmes sanitaires car on diffuse les graines d'adventices non digérées. L'épandage sur prairie cause des problèmes d'appétence et augmente les risques de contamination par des parasites.

Le compostage n'est pas une technique coûteuse. Cependant, elle demande du temps et un minimum de connaissances sur le mécanisme.

En revanche, la méthanisation ou bien encore la combustion nécessitent un équipement spécifique et très coûteux. De plus, en France, la méthanisation ne se développe que depuis peu et il existe très peu de spécialistes.

2.2.1. Principe

Le compostage est une dégradation biologique en milieu aéré et humide, dégageant de la chaleur. Cette transformation est réalisée par les micro-organismes. Elle aboutit à la formation d'un produit riche en matière organique, plus stable et correctement hygiénisé : le compost.

2.2.2. Technique

Le produit de départ doit être suffisamment pailleux pour permettre une bonne aération du tas et suffisamment humide, c'est-à-dire un taux de matière sèche inférieur à 50%.

La mise en andain se fait généralement à l'aide de remorques en respectant une largeur de 3 à 3.5 m de large et une hauteur d'homme.

Pour réussir son compost, le produit doit monter en température et se maintenir au minimum à 55°C pendant 15 jours ou de 50°C pendant 6 semaines. Le compost final doit s'émietter correctement. Il faudra donc contrôler la température avec un thermomètre.

Pour réaliser du compost, on effectue deux retournements minimum. Il faut respecter un délai de 10 jours à 3 semaines entre chaque retournement et attendre 3 semaines minimum après le dernier retournement pour l'épandage.

Une période de forte pluviométrie peut perturber le processus de compostage. La protection du tas peut s'avérer utile.

Le compostage est soumis à la réglementation principalement au niveau du lieu de réalisation du compost. Il peut se faire au champ sur un terrain peu filtrant et accessible au matériel de retournement (retourneur d'andain ou épandeur à poste fixe). Le terrain doit être portant pour que le passage de la machine puisse se faire indépendamment du climat.

Cependant, la réglementation rend obligatoire le compostage sur aire bétonnée s'il y a risque d'écoulement de jus ou incorporation de liquides tels que le purin et le lisier. La récupération des jus est alors obligatoire.

([7] Institut de l'élevage, FDCUMA et Chambres d'Agriculture des Pays de la Loire, 2003)

2.2.3. Utilisation

Le compost est intéressant pour sa valeur fertilisante. C'est une matière organique stable et qui a donc peu d'effets directs de l'azote les premières années. La minéralisation du compost (arrière effet) est très variable d'une année sur l'autre, notamment en fonction des conditions pédoclimatiques.

C'est également un amendement organique. Un compost mature pourra améliorer la structure et la qualité du sol, notamment pour les parcelles de cultures pauvres en matière organique.

Si l'apport de fumier est fait sur prairie, il n'y aura pas de problème d'appétence ni aucun risque sanitaire, contrairement au fumier brut. La structure du compost permet une bonne répartition lors de l'épandage. Cependant, il y a un risque important de lessivage de l'azote lors du retournement de la prairie.

2.2.4. Temps et coût

Le principal intérêt économique du compostage réside dans le temps de travail économisé lors de l'épandage et pendant le transport. En effet, le volume de fumier est divisé par deux après compostage.

2.2.5. Saisonnalité

La saisonnalité a une influence non négligeable sur les pertes du fumier stocké en andain.

Néanmoins, suite à des entretiens avec des personnes spécialisées dans ce domaine, nous nous sommes aperçues qu'il serait plus judicieux de comparer les pertes et la composition initiale du fumier traditionnel et du fumier composté. En effet, cette question revient beaucoup plus régulièrement dans les enquêtes et les professionnels sont beaucoup plus sensibles à ce point qu'à l'influence de la saisonnalité.

3. Présentation de notre démarche

3.1. Schéma méthodologique

Question de départ

« L'Etude des pertes observées par lixiviation lors du stockage du fumier équin en bout de champ »



Phase exploratoire

Recherche bibliographique

Objectifs recherchés

- Rechercher des connaissances sur la valorisation du fumier équin
- Rechercher des informations sur les différents types de fumiers équins et leur composition
- Rechercher des informations sur l'étude de la lixiviation des fumiers
- Rechercher des informations sur la saisonnalité des pertes par lixiviation pour décider de l'intérêt de mener une double expérience
- Rechercher des expériences similaires à celle que nous devons mettre en place pour connaître le meilleur dispositif à choisir
- Rechercher des éléments afin de confirmer ou infirmer notre choix d'éléments étudiés des lixiviats

Moyens mis en œuvre

- Recherche bibliographique à partir de livres, revues, sites Internet...
- Utilisation des données récoltées pendant un stage préalable, à la Fival
- Rencontre avec des personnes spécialisées dans la gestion des effluents d'élevage

Recentrage du sujet

Cette étude portera uniquement sur la période de stockage du fumier et ne prendra pas en compte les pertes liées à l'épandage.

Le fumier utilisé sera retourné deux fois pour obtenir le fumier composté.

Nous utiliserons du fumier équin brut, et comparerons les pertes à celles du fumier composté.

Faute de temps pour réaliser les expériences et traiter les résultats, nous ne traiterons pas de l'influence de la saisonnalité qui n'intéresse que secondairement les professionnels.



Problématique

« Quelle sont les caractéristiques du fumier traditionnel et du fumier composté de cheval stocké en andain en bout de champ pendant deux mois ? »

Construction du modèle d'analyse

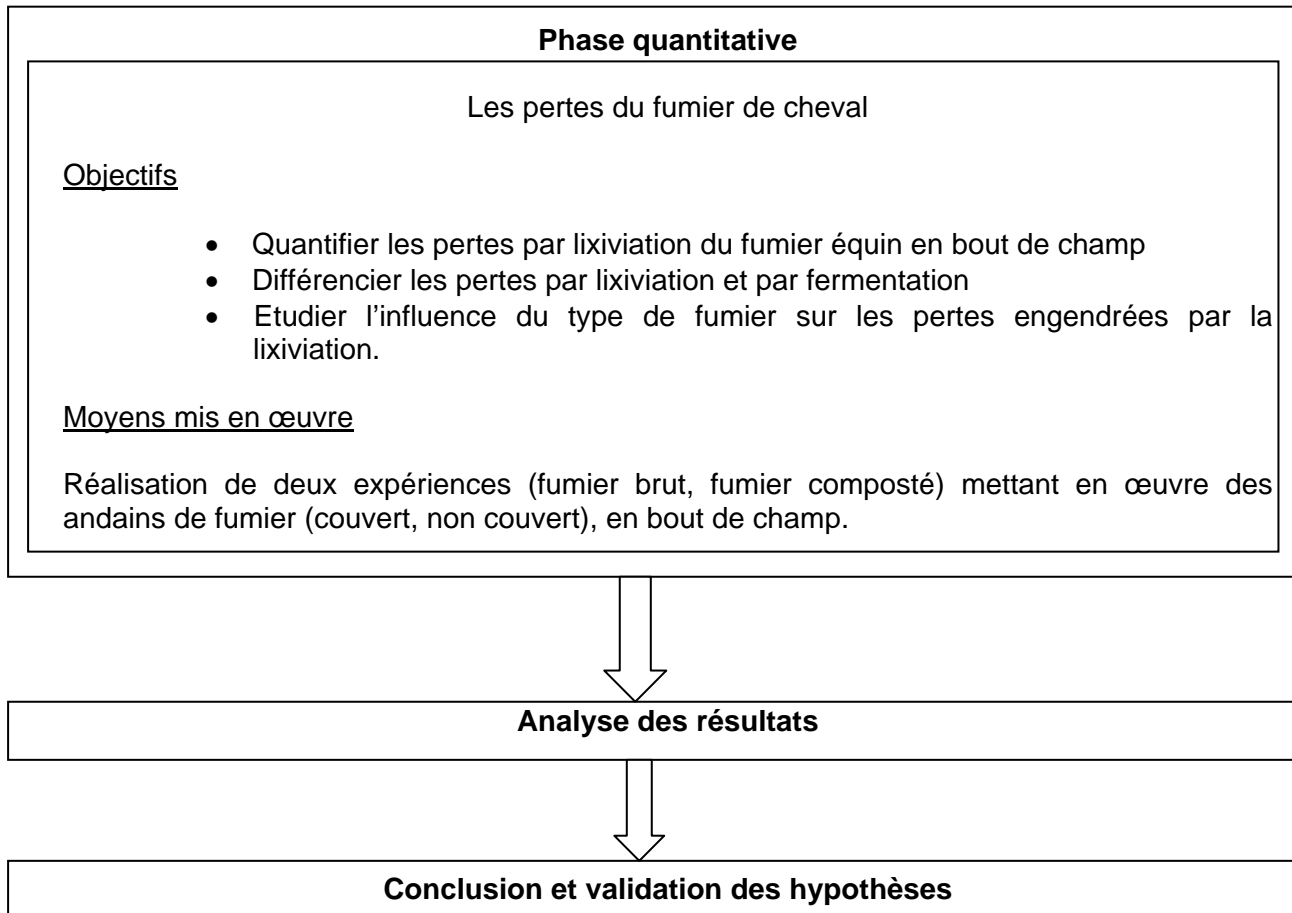
Les hypothèses

H1 : Les pertes en éléments nutritifs du fumier sont différentes selon les types de fumiers

H2 : Une grande quantité de lixiviat chargé en éléments nutritifs se retrouve dans le sol

H3 : Lors du stockage en bout de champ, le fumier perd une grande quantité d'azote





3.2. Présentation de la problématique

La question de départ que nous nous sommes posés était :

« Quelles sont les pertes par lixiviation lors du stockage du fumier de cheval en andain en bout de champ ? »

L'étude bibliographique nous a permis de mieux cerner le contexte de l'étude. De plus, les différentes discussions que nous avons pu avoir avec Claire Beller de la Chambre d'Agriculture de l'Oise ainsi que Solenn Le Boudec, responsable de la connaissance de la filière cheval à la FIVAL, nous ont permis de mieux comprendre ce que désirent les professionnels.

Pour aboutir à la problématique, nous allons expliciter chaque terme de la question de départ tout en prenant en compte les attentes des professionnels pour la compléter.

3.2.1 Définition des pertes par lixiviation

Le premier terme de la question, à savoir « les pertes par lixiviation » est relativement vaste. Il faut savoir que lors de précipitations, l'eau se charge en constituants solubles en traversant le fumier. Ces constituants chimiques sont nombreux. Nous ne cherchons donc pas à étudier chaque constituant possible présent dans le lixiviat.

Les pertes sont donc tous les éléments chimiques sortant du fumier et se retrouvant dans le lixiviat mais seuls les principaux constituants, tels que l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K) et le carbone (C), nous intéressent. En effet, ce sont les éléments qui ont un intérêt, particulièrement pour la fertilisation du sol.

En effet le fumier de cheval est utilisé comme amendement organique. Cette fertilisation permet d'améliorer la structure du sol, d'augmenter la capacité du complexe argilo-humique à stocker les éléments nutritifs. La matière organique apportée sur les plantes ou cultures se minéralise progressivement et libère petit à petit les éléments nutritifs qui la composent. Ce type de fertilisation a la capacité de ne générer aucune pollution.

Nous étudierons les pertes pendant la période de stockage et uniquement pendant celle-ci. Nous ne considérerons pas les pertes liées à l'épandage.

Nous n'étudierons pas l'effet de la saisonnalité sur les pertes par lixiviation du fumier car nous avons vu que cette question était actuellement moins primordiale que celle de la comparaison des deux fumiers choisis.

3.2.2. Définition du fumier de cheval

Le terme fumier équin regroupe un large panel de types de fumier. En effet, celui-ci peut être dit composté ou traditionnel.

Le **fumier composté** est un fumier qui a subi une dégradation des matériaux qu'il contient. Il a été brassé une à deux fois pendant la période de stockage.

Le **fumier traditionnel**, au contraire, est un fumier qui reste en tas pendant cette période et ne subit aucun retournement.

Nous allons utiliser un fumier que l'on peut trouver en grande quantité partout en France, c'est-à-dire le fumier de cheval de centre équestre. Il est un peu pailleux et constitué d'une quantité importante en déjections animales. Attention, dans les élevages de chevaux de course, le fumier est beaucoup plus pailleux du fait du renouvellement quotidien en litière. La constitution du compost ne sera donc pas la même.

De plus, nous utiliserons du fumier brut et du fumier composté. Ce dernier n'aura reçu aucun produit chimique accélérant sa dégradation, afin de ne pas fausser sa composition, et aura été retourné deux fois au cours de sa décomposition.

3.2.3. Complémentation

Nous étudierons aussi les compositions des fumiers : la composition initiale du fumier brut avant le compostage, les compositions initiales au début de l'expérience pour le compost et le fumier brut ainsi que leurs compositions finales.

Nous avons donc décidé de nous concentrer sur la comparaison des pertes et de la composition des fumiers brut et composté. En effet, ce sujet n'a jamais été traité et cela est ressenti comme un lourd écueil par la filière.

Reformulation de la problématique

Toutes ces précisions nous amènent à reformuler notre problématique. Nous la définirons comme suit :

« Quelles sont les caractéristiques du fumier traditionnel et du fumier composté de cheval stocké en andain en bout de champ pendant deux mois ? »

3.3. Construction du modèle d'analyse

3.3.1. Choix et explication des hypothèses

Nous considérons trois hypothèses :

- H1 : Les pertes en éléments nutritifs du fumier sont différentes selon les types de fumiers.
- H2 : Une grande quantité de lixiviat chargé en éléments nutritifs se retrouve dans le sol.
- H3 : Lors du stockage en bout de champ, le fumier perd une grande quantité d'azote.

3.3.1.1. Hypothèse H1

Dans notre première hypothèse, dans le cas où les deux types de fumier ont la même origine, nous considérerons que la transformation biologique subie par le fumier composté aura pour conséquence des pertes en éléments nutritifs différents. En effet, du fait de la dégradation de la matière organique lors du compostage, les éléments nutritifs seraient plus vite disponibles et donc pourraient être plus facilement lixiviés. Nous considérons donc à travers cette hypothèse que les pertes seraient plus importantes pour le fumier composté que pour le fumier brut.

3.3.1.2. Hypothèse H2

Dans notre deuxième hypothèse, nous considérons uniquement la quantité de lixiviat qui se retrouve dans le sol. D'après sa définition il sera chargé en éléments nutritifs mais la quantité de chaque élément n'est pas prise en compte dans cette hypothèse. Nous considérons donc que la quantité de lixiviat sera plus importante pour les fumiers couverts comparés aux fumiers non couverts et cela quel que soit le type de fumier.

3.3.1.3. Hypothèse H3

Dans le cadre de notre troisième hypothèse, nous nous intéressons uniquement à l'azote, élément capital pour la fertilisation du sol. Nous considérons donc que, suite à la dégradation subie par le fumier brut puis, la lixiviation des éléments nutritifs pour les deux types de fumier, une grande quantité d'azote sera perdue. Le problème se pose alors de savoir si le fumier stocké en bout de champ est encore intéressant en termes de quantité d'azote et donc, est-il toujours intéressant de l'épandre ?

3.3.2. Modalités de l'expérience

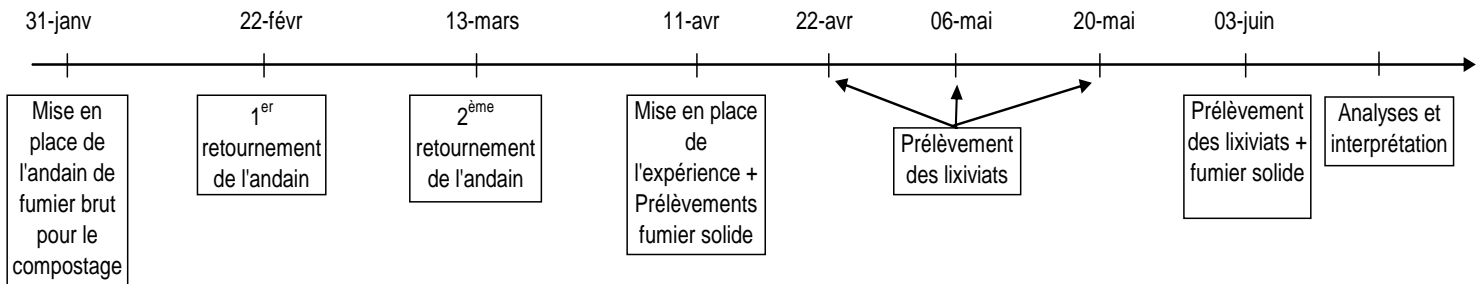
La réalisation de cette expérience est essentielle à la réussite de notre étude.

Les analyses ont été réalisées dans le laboratoire de chimie de l'école. Les protocoles expérimentaux sont joints en annexe.

Dans la partie suivante, nous allons décrire le déroulement de l'expérience ainsi que la mise en place. Seront présentés ensuite les résultats des analyses ainsi que nos conclusions.

4. Déroulement de l'expérience

4.1. Echancier de l'expérimentation



4.2. Le fumier composté

Afin de réaliser notre expérience, nous avons recherché du fumier de cheval composté.

Il nous fallait une quantité minimale de 5m³ de fumier une fois celui-ci composté.

Les personnes que nous avons contactées, ne possédaient pas de fumier convenant à notre étude.

En effet, soit le fumier nous était inaccessible (distance ou état du terrain), soit les quantités étaient trop faibles, ou encore le fumier trop pailleux ou mélangé à du fumier non équin. Certains avaient aussi été traités par des produits accélérant la décomposition et donc ayant une influence importante sur les pertes.

Suite à cela, nous avons donc choisit de composter nous même notre fumier. Nous sommes donc allées chercher du fumier brut, de cheval, n'ayant pas encore été composté et n'ayant reçu aucun produit. Nous avons formé un andain en bout de champ le 31 janvier 2008. Ce fumier a reçu 2 retournements à 3 semaines d'intervalle comme il en est coutume lors du compostage (référence de la littérature et des expériences menées au préalable). Ceci nous amène donc au premier retournement le 22 février 2008 et le second le 13 mars 2008.

Nous avons fait le choix de ne pas étudier la phase de compostage puisque cela apportait peu à l'expérimentation que nous menons et que beaucoup d'études ont déjà été réalisées sur ce sujet.



Figure 1: Fumier composté

4.3. Le fumier brut

Le deuxième andain, fumier brut, a été mis en place le 11 avril. Nous avons débuté les prélèvements pour la comparaison des deux andains à ce moment.

Le fumier provient du même endroit que le premier, que nous avons apporté pour le compostage. Cela permet d'avoir des fumiers ayant globalement la même histoire et nous évite d'éventuels biais dus à des conditions environnementales différentes, ou à une alimentation des animaux favorisant plus ou moins leur excrétion, ou encore à une fréquence de curage différente. Nous pourrions le vérifier grâce au prélèvement que nous avons effectué lors de la mise en place de l'andain de fumier brut avant compostage le 31 janvier et lors de la mise en place du deuxième andain de fumier brut le 11 avril.



Figure 2: Fumier brut

4.4. Mise en place de l'expérience

Les fumiers furent déposés dans des bacs à culture d'endives, inclinés, dans lesquels nous avons fait des trous pour récupérer les jus. Nous avons réalisé 2 bacs par type de fumier afin de pouvoir couvrir une partie des fumiers. Ceci fut dans le but de différencier les pertes dues à la lixiviation de celles dues à la simple fermentation du fumier.



Figure 3: Mise en place de l'expérience

4.5. Les prélèvements

Comme précisé ci-dessus, ils ont débuté le 11 avril, lors de la mise en place de l'andain de fumier brut. Le premier prélèvement nous donne donc la composition de départ de nos fumiers.

Ils consistaient à la récupération des jus libérés par l'andain et un prélèvement de matière au sein même du fumier. Ils ont eu lieu tous les 15 jours à différents endroits sur les andains afin d'obtenir un échantillon représentatif de la situation.

Ils ont ensuite été identifiés puis congelés, pour des raisons pratiques de regroupement d'analyses.

Les dates de prélèvements furent donc :

- Vendredi 11 avril 2008 (Prélèvements de fumier solide)
- Mardi 22 avril 2008 (Prélèvement des lixiviats)
- Mardi 6 mai 2008 (Prélèvement des lixiviats)
- Mardi 20 mai 2008 (Prélèvement des lixiviats)
- Mardi 3 juin 2008 (Prélèvement de fumier solide et des lixiviats)

5. Résultats et interprétations

Dans cette partie, nous allons vous présenter nos différents résultats suite aux analyses en laboratoire. Nous terminerons par la validation ou non de nos hypothèses.

Les quantités de lixiviats récoltées lors de notre expérimentation sont les suivantes.

Quantité de lixiviat récolté en litre

	P1	P2	P3	P4
FBC	0,95	0,7	1,4	1,8
FBNC	0,65	1,6	1,65	2,4
FCC	0,8	3,5	1,9	2,5
FCNC	0,1	1,45	2,25	4,5
date	22/04/2008	06/05/2008	20/05/2008	03/06/2008

Les bacs que nous avons utilisés possédaient un volume de 2 m³.

Les quantités de jus récoltées varient d'un prélèvement à l'autre. Cela est lié à la pluviométrie variable que nous avons rencontrée lors de notre expérimentation (83,4mm au mois de mai, influençant le prélèvement 4, contre 46,4mm reçus par le prélèvement 1).

Nous pouvons remarquer qu'il n'existe aucune différence importante sur ce point entre les deux types de fumier ni entre les fumiers couverts ou non couverts.

5.1. La matière sèche

fumier %MS

	initial
FBC	48,79
FBNC	27,1
FCC	29,68
FCNC	20,1
andain	26,61

La matière sèche du fumier non couvert quel qu'il soit, est toujours inférieure à celle du fumier couvert. Les pertes dues à la lixiviation entraînent donc une perte de matière non négligeable. C'est pourquoi il est conseillé d'enfuir le fumier après un épandage, afin de profiter au maximum des quantités épandues.

5.2. Le pH

Mesures pH

lixiviats

	P1	P2	P3	P4
FBC	8,1	7,95	8,37	7,78
FBNC	7,86	8,63	7,86	8,11
FCC	8,16	8,44	8,38	7,87
FCNC	6,83	8,72	7,99	7,92

Le pH du fumier de cheval reste stable dans le temps, et ce qu'il soit composté ou non et qu'il soit couvert ou non.

Nous pouvons remarquer que le pH est globalement neutre. Le fumier de cheval peut donc être utilisé comme apport de nutriments mais pas comme correcteur de pH du sol.

Les références bibliographiques oscillent entre 7,4 et 8,5 en ce qui concerne le fumier de cheval. Nos fumiers respectent ces références et peuvent donc être considérés comme des fumiers courants.

5.3. Le Carbone

Nous ne possédons pas de résultats expérimentaux des teneurs réelles en carbone du fumier de cheval. En effet, nous n'avons trouvé aucun protocole expérimental permettant de quantifier le carbone présent. Les teneurs étant très élevées, l'analyse était soit saturée avant dosage, soit le volume d'échantillon prélevé était trop faible pour être représentatif des jus de fumier récoltés.

5.4. L'Azote

Azote total

	P1	P2	P3	P4
FBC	0,14	0,03	0,125	0,08
FBNC	0,35	0,05	0,1	0,22
FCC	0,16	-0,01	0,125	0,24
FCNC	0,45	0,04	0,15	-0,48
témoin	0,02	0,00	0,05	0,04

	initial	final
FBC	1,35	1,72
FBNC	1,12	0,88
FCC	1,16	0,18
FCNC	0,96	0,2
andain	0,85	
témoin	0,01	0,04

Les mesures présentées sont en milliéquivalents. Le tableau 1 représente les lixiviats et le tableau 2 les fumiers (solides).

La valeur témoin du tableau est la valeur de notre blanc qui ne possède aucun azote initial. Elle permet d'apprécier l'erreur due aux conditions de manipulations variables selon les dates d'analyses.

La valeur verte est incohérente. Cela est dû à des imprécisions de mesures lors des dosages successifs. Elle ne sera donc pas exploitée pour l'interprétation de nos résultats.

D'après nos expériences, nous pouvons conclure que les lixiviats de fumier brut possèdent des teneurs en azote similaires à celles des lixiviats de fumier composté depuis moins de 4 mois. De plus, nous pouvons avancer que les lixiviats des fumiers non couverts possèdent plus d'azote que les lixiviats des fumiers couverts. De même, le fumier couvert, qu'il soit composté ou non possède des teneurs en azote élevées que le fumier non couvert, sur le long terme. Un abri ou une bâche permet donc de limiter la lixiviation de l'élément azote et donc de limiter les pertes dans le sol.

Nous pouvons tout de même constater que la quantité d'azote perdue est faible par rapport à la teneur en azote du fumier solide.

Au bout de 4 mois de compostage, les jus du fumier composté ont des teneurs plus importantes en azote que les jus du fumier brut. Cela signifie que le fumier perd plus d'azote pendant le stockage. Ces fumiers ont donc des utilisations différentes selon ce que cherche l'agriculteur.

Les références bibliographiques indiquent des teneurs en azotes avoisinant les 15%, nos lixiviats ont des teneurs légèrement supérieures à cela, mais la différence reste acceptable.

5.5. Le Phosphore

Les analyses du phosphore ont été faites mais les étalons ne sont pas différents et sont donc faux. Nous sommes en attente des nouvelles données des étalons.

Les résultats seront présentés dans un avenant, remis le jour de notre soutenance orale.

5.6. Le Potassium

Nous sommes en attente des mesures du potassium.

Les résultats seront présentés dans un avenant, remis le jour de notre soutenance orale.

5.7. Réponse aux hypothèses de départ

H1 : Les pertes en éléments nutritifs du fumier sont différentes selon les types de fumiers

Cette hypothèse est validée en ce qui concerne l'azote si le fumier composté a plus de 4 mois d'âge. Les pertes en azote sont plus importantes pour ce fumier qu'un fumier brut non retourné. Elle l'est aussi si l'on compare un fumier couvert à un fumier non couvert. Le lixiviat de ce dernier aura une teneur en azote supérieure. Sinon elle est infirmée.

H2 : Une grande quantité de lixiviat chargé en éléments nutritifs se retrouve dans le sol

Cette hypothèse est confirmée puisque nous avons récolté une quantité importante de jus de fumier lors de notre expérience. De plus, ces jus étaient chargés en azote et carbone. Cependant, il n'existe aucune différence importante entre les deux types de fumier ni entre les fumiers couverts ou non couverts.

H3 : Lors du stockage en bout de champ, le fumier perd une grande quantité d'azote

Cette hypothèse est confirmée sur le long terme. En effet, en deçà de 4 mois de stockage, le fumier perd une quantité d'azote négligeable par rapport à sa teneur initiale.

Si le stockage est plus long, les quantités perdues augmentent et la teneur en azote du fumier solide s'en ressent.

6. Conclusion

Suite à notre expérience comparative entre le fumier brut et le fumier composté, nous avons pu répondre à notre problématique et valider ou non nos différentes hypothèses de départ.

Nous avons pu conclure que les pertes en éléments nutritifs sont différentes selon les types de fumiers et selon l'entreposage du tas de fumier, c'est-à-dire couvert ou non couvert.

De même, quelque soit le type de fumier, nous retrouvons dans le sol une certaine quantité de lixiviat chargé en éléments nutritifs.

En revanche, quelque soit le fumier, celui-ci perd une grande quantité d'azote.

Malheureusement le point négatif de cette expérience concerne le carbone, élément qui nous était indispensable pour le calcul du rapport C/N. Il avait un intérêt majeur mais les problèmes lors des analyses ne nous ont pas permis de le quantifier. Malgré les différents protocoles essayés, nous avons décidé de ne pas continuer du fait des coûts des analyses qui devenaient trop importants.

De plus, nous n'avons pas pu traiter les autres éléments nutritifs tels que le calcium et le magnésium ainsi que les métaux lourds car cela augmente énormément les coûts d'analyse. Nous ne pourrions donc pas compléter la fiche de la chambre d'agriculture de l'Oise mais nous espérons que ce rapport permet de mieux comprendre les caractéristiques du fumier brut et du fumier composté.

Cela a été une véritable expérience pour nous. Nous avons pu apprendre à mener une étude avec suivis analytiques. Cela a été enrichissant tant du point de vue du contact avec les professionnels qu'au niveau de la méthode et de la rédaction du rapport.

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] et [2] LUNE Emilie, *Valorisation du fumier de cheval*, Rapport de stage, Beauvais : Institut Polytechnique Lasalle Beauvais, 2007
- [3] ITCF – ITAVI, *Valeurs moyennes des effluents d'élevage*, Disponible sur : <<http://www.agro-systemes.com/engrais-organiques.php>> (date de consultation : 15/11/2007)
- [4] JEANMAIRE Myriam, Resp : DERONT Marc, *La digestion anaérobie solide discontinuée du fumier*, Travail semestriel interdisciplinaire, 1999
Disponible sur : < http://lbewww.epfl.ch/DA/JEANMAIRE_1999/1fumiers.htm> (date de consultation : 15/11/2007)
- [5] et [6] FIVAL, *Guide pratique Pour mieux gérer son fumier de cheval*, Edition FIVAL, France, 2006, 40 pages.
- [7] Institut de l'élevage, FDCUMA et les chambres d'agriculture des pays de la Loire, *Compostage et valorisation agronomique*, Edition août 2003.
- Chambre d'agriculture de la Marne, *Règlement sanitaire départemental hygiène en milieu rural, Dispositions officialisées Par Arrêté préfectoral du 9 janvier 1987, Prescriptions applicables aux activités d'élevage et autres activités agricoles*,
Disponible sur : <<http://www.haute-marne.chambagri.fr/agrais/p1005001.htm#%stockagesolide>> (date de consultation : 16/11/2007)
- GALAIS Jean-Louis, *Suivi technique Compostage de fumier de cheval et bovin, Campagne 2007*,
Chambre d'Agriculture de l'Orne, Janvier 2008

ANNEXES

- **Annexe 1** : Directive sur le stockage intermédiaire du fumier de cheval
- **Annexe 2** : Article 155 du règlement sanitaire départemental
- **Annexe 3** : Les possibilités de gestion du fumier de cheval dans l'Oise
- **Annexe 4** : Fiche de caractérisation du fumier équin
- **Annexe 5** : Protocole expérimental des expériences menées pendant notre centre d'intérêt sur le fumier de cheval

Annexe 1 : Directive sur le stockage intermédiaire du fumier de cheval



Département de l'intérieur, de l'agriculture et de l'environnement
DIVISION EXPLOITATIONS ET INTERVENTION
Service des contrôles de l'assainissement

DIRECTIVE POUR LE STOCKAGE INTERMEDIAIRE DU FUMIER DE CHEVAL

1. Principe

Le stockage intermédiaire du fumier de cheval en plein champ est toléré pour une durée égale ou inférieure à 1 an, pour autant que ce stockage ne provoque pas de pollution des eaux souterraines ou de surface et qu'il n'occasionne pas de nuisances olfactives et/ou visuelles.

Le stockage intermédiaire du fumier de cheval doit répondre aux conditions fixées dans la présente directive.

2. Conditions

2.1. Conditions générales

1. Les stockages ont un caractère temporaire et mobile. Leur emplacement doit changer d'année en année.
2. Les tas ne dépasseront pas un volume de 200 m³ et la quantité de fumier stockée n'excédera pas ce qui est nécessaire à la fertilisation des cultures voisines.
3. Les lieux de stockage doivent être laissés à l'état naturel, aucune construction n'est autorisée.
4. Le stockage intermédiaire peut rester sur la même surface au maximum une année. Ensuite, le sol doit être ameubli et une culture recouvrant rapidement le sol doit être installée (engrais vert, mélange fourrager, etc...), pendant deux ans, aucun nouveau stockage ne peut être installé à cet endroit. Ces mesures sont destinées à limiter l'enrichissement du sol en potassium et le lessivage des nitrates.
5. En cas de stockage intermédiaire au-delà de 3 mois ou en cas de besoin, lors de très fortes pluies, les tas devront être recouverts.
6. En cas de pollution ou autres dommages, la personne qui a créé un dépôt intermédiaire de fumier, demeure responsable en matière pénale, civile et administrative.



1

17, chemin de la Verseuse - case postale 53 - 1219 Aire
Téléphone : 022 / 795 82 00 - Télécopie : 022 / 795 83 00

2.2. Conditions particulières

Les lieux de stockage doivent remplir les conditions suivantes :

- se situer à proximité d'un chemin carrossable,
- sur un sol de préférence moyen (ni trop sableux, ni trop lourd),
- à plus de 10 mètres des eaux de surface,
- à plus de 3 mètres des haies, lisières et bosquets
- ne pas se situer au bas d'un chemin ou d'une pente (éviter que le tas se détrempe),
- en zone S de protection des eaux
- en zone naturelle protégée,
- en surface de compensation écologique ou en surface extensive,
- au-dessus du passage de drains,
- en zone inondable.



2

17, chemin de la Verseuse - case postale 53 - 1219 Aire
Téléphone : 022 / 795 82 00 - Télécopie : 022 / 795 83 00

Annexe 2 : Article 155 du règlement sanitaire départemental

ARTICLE 155 : Evacuation et stockage des fumiers et autres déjections solides.

Les litières provenant des logements d'animaux sont évacuées aussi souvent qu'il est nécessaire. Les dépôts permanents ou temporaires de ces matières ne doivent pas entraîner une pollution des ressources en eau.

155.1 IMPLANTATION DES DEPOTS A CARACTERE PERMANENT

Sans préjudice des dispositions relatives à la Police des Eaux (1), leur implantation devra satisfaire aux prescriptions générales ou particulières relatives aux périmètres de protection des sources, puits, captages ou prises d'eau.

Elle est, en outre, interdite à moins de 100 mètres des points de captage d'eau destinée à l'adduction publique en eau potable et à moins de 35 mètres des autres puits forages et sources.

- Des aqueducs transitant gravitairement de l'eau potable en écoulement libre,
- de toute installation souterraine ou semi enterrée utilisée pour le stockage des eaux qu'elles soient destinées à l'alimentation en eau potable ou l'arrosage des cultures maraîchères,
- des rivages,
- des berges des cours d'eau.

Des conditions spécifiques de protection des zones d'aquiculture pourront être définies par l'autorité sanitaire après avis du Conseil Départemental d'Hygiène. L'ensemble de l'installation devra être conçue de manière à éviter tout écoulement, même accidentel, vers les points d'eau et les fossés des routes.

Ces dépôts doivent être également établis à une distance d'au moins 50 mètres des immeubles habités ou habituellement occupés par des tiers, des zones de loisirs ou de tout établissement recevant du public. Tout dépôt sur ou à moins de 5 mètres des voies de communication est interdit.

- Décret -73-21 du 23 février 1973
- Arrête ministériel du 13 mai 1975
- Arrêté ministériel du 20 novembre 1979

155.2 AMÉNAGEMENT

Les fumiers sont déposés sur une aire étanche, munie au moins d'un point bas, où sont collectés des liquides d'égouttage et les eaux pluviales qui doivent être dirigés, à l'aide de canalisations étanches et régulièrement entretenues, vers des installations de stockage étanches ou de traitement des effluents de l'élevage.

La superficie de l'aire de stockage sera fonction de la plus longue période pouvant séparer deux évacuations successives des déjections solides.

Des mesures appropriées sont prises pour empêcher la pullulation des insectes. S'il est reconnu nuisible à la santé publique, le dépôt, quelle qu'en soit l'importance, sera remis en état, reconstruit ou supprimé.

155.3 DISPOSITIONS APPLICABLES AUX EXTENSIONS DE DEPOTS EXISTANTS ET A CARACTERE PERMANENT

Dans le cas d'une extension mesurée d'un dépôt existant et à caractère permanent ou de la création d'un tel dépôt, opérées conjointement à une extension d'un élevage existant, il peut être admis des distances d'éloignement inférieures aux prescriptions générales fixées à l'article 155.1, sous réserve du respect des règles d'aménagement et d'exploitation prévues à l'article 155.2.

Afin de garantir la salubrité et la santé publiques et de protéger la ressource en eau, des aménagements spécifiques supplémentaires peuvent être exigés par l'autorité sanitaire après avis du Conseil Départemental d'Hygiène.

Annexe 3 :

LES POSSIBILITES DE GESTION DU FUMIER DE CHEVAL DANS L'OISE

APPLICATION DU REGLEMENT SANITAIRE DEPARTEMENTAL AU DELA DE TROIS EQUIDES DE PLUS DE 6 MOIS

• 100% paille couverte

de type : stabulation libre , boxes , stalles

☞ SOLUTIONS DE TYPE DEPOTS AUX CHAMPS :

- Fumier 2 mois sous les animaux puis dépôt aux champs
- Dépôt aux champs temporaire de 4 mois maximum
- Dépôt sur fumier mûré >2 mois (fumier de litière accumulée de bovins ou d'ovins par exemple)

☞ SOLUTIONS DE TYPE STOCKAGE :

- stockage sur sol étanche, à l'abri des eaux de pluie et de ruissellement (couverture ou bâche)
- stockage sur sol étanche, avec pente arrière et stockage des « jus »
- stockage sur sol étanche, avec stockage ou traitement des « jus »

NB : un sol étanche est un sol bétonné, avec des pentes maîtrisées

• Plein air hiver avec abris en libre accès

PRECONISATIONS :

- abri fermé sur 3 côtés
- alimentation distribuée en fond d'abri
- fumier non souillé par les eaux pluviales et de ruissellement
- maintien d'un couvert végétal non dégradé

• Plein air hiver sans abri

PRECONISATIONS :

- chargement maximum de 1 cheval/ha/an,
- chargement de plus de 1 cheval/ha/an, avec ramassage des crottins et respect des règles de stockages
- maintien d'un couvert végétal non dégradé

• Les paddocks sont autorisés

REMARQUE :

Définition du paddock : accès limité à quelques heures par jour en complément d'un logement paillé

RQ : les aires paillées extérieures non couvertes, attenante à un bâtiment couvert ou au milieu d'une pâture (appelés paillot) ne sont pas conforme à la réglementation (RSD)

Renseignements : Claire BELLER, Chambre d'Agriculture de l'Oise

Tél : 03 44 11 45 04 ou 06 73 74 34 36

Annexe 4 :

Déjections animales

FUMIER et COMPOST de FUMIER de CHEVAL

Caractéristiques générales

Réglementation applicable :

Origine :

Producteur, Activité :

Process d'obtention du produit :

Aspect visuel :

Etat physique :

Composition :

Matière sèche (%) :

pH :

C/N :

Eléments fertilisants	en kg/t produit brut	
	fumier traditionnel	compost de fumier de cheval de centre équestre
Matière Organique (MO)		
Azote total Kjeldhal (NTK)		
Phosphore total (P2O5)		
Potassium total (K2O)		
Magnésium total (MgO)		
Calcium total (CaO)		
Eléments traces métalliques	en mg/kg MS	
	valeurs fumiers	
cadmium (Cd)		
Chrome (Cr)		
Cuivre (Cu)		
Nickel (Ni)		
Plomb (Pb)		
Zinc (Zn)		
Mercure (Hg)		

Préconisation d'emploi :

Exemple : Fumier de cheval

Dose d'apport:	
Eléments fertilisants totaux	kg/ha
Matière Organique (MO)	
Azote total Kjeldhal (NTK)	
Phosphore total (P ₂ O ₅)	
Potassium total (K ₂ O)	
Magnésium total (MgO)	
Calcium total (CaO)	

Valorisation agronomique et pratiques culturales :

Observations :

Quantité de fumier produit par type d'animal en tonnes/place/an :

Contacts utiles :

Annexe 5 :

PROTOCOLE EXPERIMENTAL DES EXPERIENCES MENEES PENDANT NOTRE CENTRE D'INTERET SUR LE FUMIER DE CHEVAL

- Analyse de la **matière sèche** dans le fumier de cheval et le compost

Introduire 5,0g de fumier finement coupé dans un creuset en porcelaine.

Mettre les creusets à l'étuve, à 105°C, pendant 3 jours.

Peser la matière sèche.

- Détermination du **pH** des lixiviats

Etalonner le pH-mètre en trempant l'électrode dans la solution pH=4, puis dans celle à pH=7.

Tremper l'électrode dans la solution et lire la mesure après stabilisation. Bien rincer l'électrode entre chaque mesure. Une fois fini, remettre l'électrode dans son bouchon remplis d'eau et éteindre le pH-mètre.

- Analyse de l'**azote** dans le fumier et les lixiviats

Prélever 2,0 mL de lixiviat, ou 2,0 g de fumier finement coupé.

- Les introduire dans un grand tube allant dans le minéralisateur.
Ajouter 15,0 mL d'acide sulfurique à 98%, et un demi-comprimé de catalyseur à base de mercure.
Mettre au minéralisateur pendant 2 h.
Une fois ce temps écoulé, arrêter le minéralisateur et laisser refroidir.



Figure 4: Minéralisateur

- Doser à l'aide du programme B* de la machine Bucchi. Pour cela, introduire l'échantillon dans le tube, fixer correctement ce dernier dans son emplacement. Introduire 20,0 mL de H₂SO₄ 0,01 N+ rouge de méthyl dans un erlenmeyer de 250 mL et le disposer sous le tuyau.

Ne pas oublier de faire un échantillon témoin. Pour cela, on introduira de l'eau dans le tube à fixer, puis on suivra la même procédure que pour les échantillons à analyser.

Si la solution devient jaune, ajouter de H₂SO₄ par doses de 20 mL jusqu'à ce qu'elle redevienne rose.



Figure 5: Machine Bucchi

- c. Ensuite, doser précisément le contenu de l'erlenmeyer par de la soude à 0,1 N (le virage est le passage du rose au jaune persistant).

* Détails du programme B que nous utilisons : 50 mL d'eau distillée, 50mL de NaOH, durée de l'analyse 5minutes, deplay 0''05.

- Analyse du **phosphore** et du **potassium** dans le fumier et les lixiviats

❖ Analyse sur les lixiviats

a. *Préparation des solutions*

Prélever 5 mL de lixiviats.

Les introduire dans un bécher 100 mL. Ajouter 10 mL d'acide chloridrique à 0,1N , et 5 mL d'acide nitrique à 60%.

Mettre au bain de sable jusqu'à ce que toutes les fumées nitriques aient disparu. Laisser 5 minutes.



Figure 6: Préparation des solutions au bain de sable

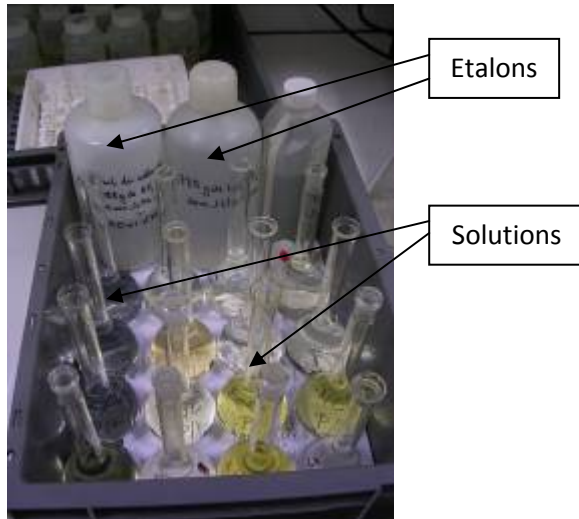
Filtrer la solution dans une fiole jaugée 100 mL et compléter avec de l'eau jusqu'au trait de jauge. Agiter par retournement afin d'homogénéiser la solution.

b. *Analyses*

Phosphore

Préparer la gamme d'étalons pour le phosphore

Passer les étalons et les solutions au spectrophotomètre à absorption moléculaire et lire les résultats.



**Figure 7: Etalons et solutions
Pour l'analyse du phosphore**



Figure 8: Spectrophotomètre à absorption moléculaire

Potassium

Passer les étalons et les solutions au spectrophotomètre à absorption atomique en émission et lire les résultats.

❖ Analyses sur le fumier

a. *Réduction du fumier en cendres*

Prélever 5,0 g de fumier finement coupé et les introduire dans un creuset en porcelaine.

Mettre les creusets à 500°C pendant au moins 2 heures (attention : utiliser de l'encre résistante aux fortes chaleurs pour l'identification des creusets).

b. *Analyses*

Récupérer les cendres, les remettre en solution en suivant le protocole utilisé pour les lixiviats.