



16200

Valorisation agricole des boues d'épuration

et autres engrais de ferme : fumiers, lisiers, fientes

LES MATÉRIELS D'ÉPANDAGE

Performances de régularité de répartition au sol
Temps et coûts d'épandage
Tests de terrain de 24 matériels

étude réalisée avec
les Missions Valorisation Agricole des Déchets
le Bureau Commun du Machinisme Agricole
l'Institut National Agronomique Paris-Grignon

Sommaire

| | | |
|---|--|----|
| Introduction | | 1 |
| | 0.1 - Intérêt de l'étude | 3 |
| | 0.2 - Contenu de l'étude | 3 |
| | 0.3 - Méthode de travail | 4 |
| Chapitre I : Les différents matériels d'épandage | 1.1 - Les tonnes à lisier | 7 |
| | 1.2 - Les "épandeurs" | 9 |
| | 1.3 - Les matériels adaptés pour des siccités comprises entre 8 et 12 % | 9 |
| Chapitre II : La régularité de la répartition | II.1 - Méthode utilisée | 13 |
| | II.2 - Tonnes à lisier | 15 |
| | II.3 - Epandeurs | 17 |
| Chapitre III : Le temps et les coûts d'épandage | III.1 - Les tonnes à lisier | 25 |
| | III.2 - Les épandeurs | 29 |
| | III.3 - Les autres approches possibles | 30 |
| Chapitre IV : Conclusions | IV.1 - Etat actuel des performances des matériels d'épandage | 35 |
| | IV.2 - Nécessité d'un protocole national agréé de test des matériels d'épandage | 37 |
| | IV.3 - La bonne utilisation du matériel d'épandage | 37 |
| | IV.4 - Les critères de choix des matériels d'épandage | 39 |
| Bibliographie sommaire | | 41 |
| Annexes | N°1 Classement des matériels étudiés selon le type de produit à épandre et résumé des performances de régularité transversale et longitudinale | 45 |
| | N°2 Adresses des constructeurs dont un ou plusieurs matériels ont été suivis | 49 |

Introduction

Importance d'une bonne régularité d'épandage des fertilisants organiques

Les fumiers, lisiers, fientes et autres boues d'épuration sont des fertilisants à part entière et nécessitent d'être intégrés parfaitement dans le plan de fumure des exploitations agricoles.

Cet objectif est motivé par trois types de considérations :

1) Agronomique :

Risque d'accidents physiologiques, si la dose de fertilisants organiques combinée avec la fumure minérale de complément surestime les besoins exacts de la culture en place.

2) Economique :

La bonne intégration des fertilisants organiques dans le plan de fumure permet des économies substantielles sur les charges de fertilisation, donc optimise la marge brute à l'hectare sous réserve de chantiers d'épandage rationnellement mécanisés et organisés.

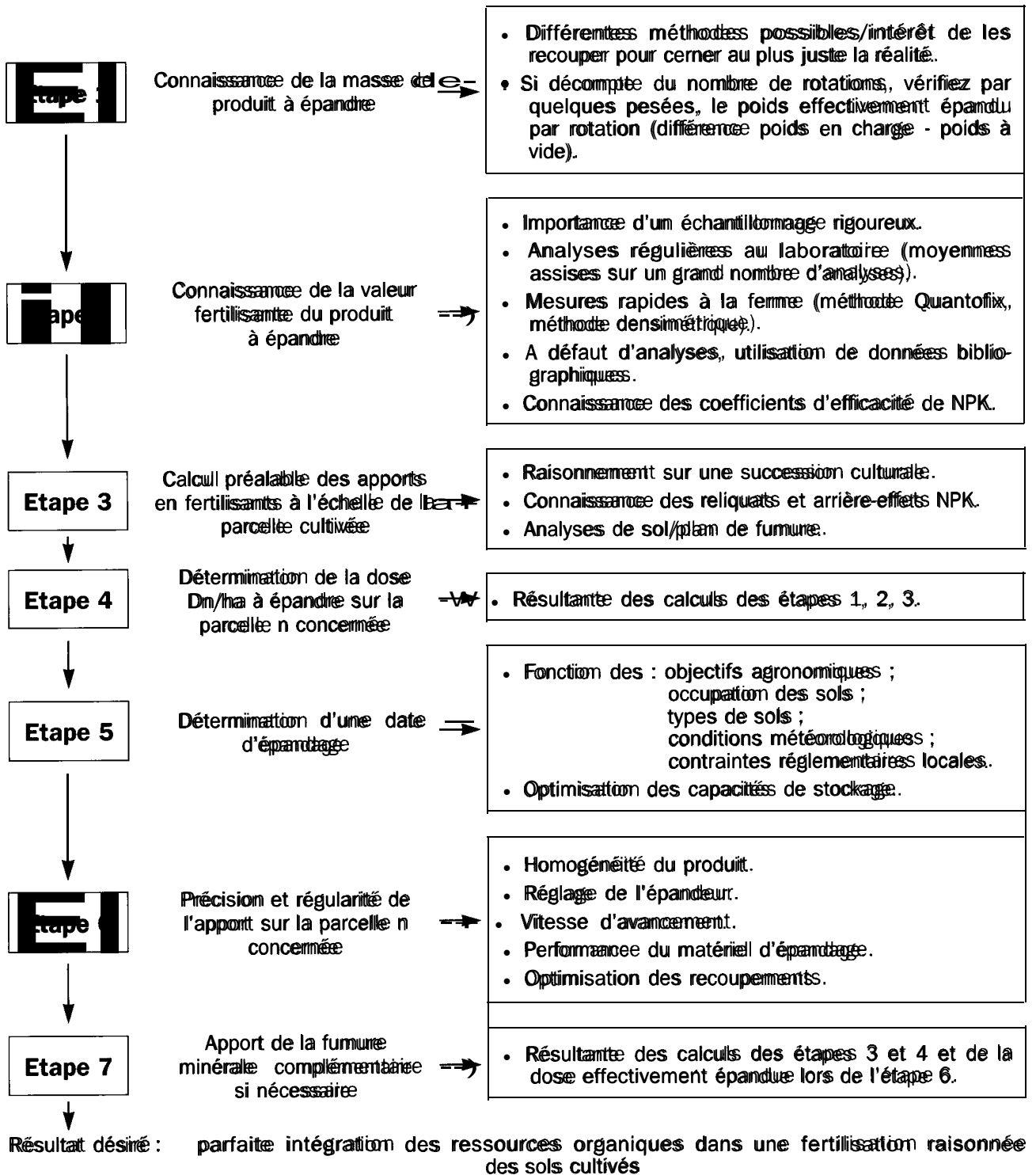
3) Environnemental :

L'excès de fertilisants, et en tout premier lieu l'azote, constitue une atteinte directe ou indirecte à la qualité de l'environnement. L'opinion publique juge désormais sévèrement ce genre d'atteinte, et il en va de l'image de marque des agriculteurs et autres producteurs de déchets organiques.

Figure n° 1

Valorisation raisonnée des engrais de ferme et boues d'épuration en fertilisation des sols cultivés

La qualité à chacune des étapes



Le raisonnement de valorisation des fertilisants organiques peut se décomposer en sept étapes (cf. figure n° 1) :

1. connaissance de la masse de produit à épandre ;
2. connaissance de la valeur fertilisante du produit ;
3. calculs préalables de fertilisation à l'échelle de la parcelle ;
4. détermination de la **dose/ha** à épandre sur la parcelle n concernée ;
5. détermination d'une date d'épandage ;
6. précision et régularité de l'apport sur la parcelle ;
7. apport de la fumure minérale de complément.

Le souci de précision et de qualité doit être présent à chacune de ces étapes pour le meilleur résultat final.

0.10 INTÉRÊT DE L'ÉTUDE

Des travaux importants et significatifs ont été réalisés sur la connaissance des produits, les calculs et prévisions de fertilisation (analyses de sols, normes locales d'interprétation, logiciels plan de fumure, méthode des bilans), la conception des plans d'épandage et des suivis des épandages, etc., même si des recherches complémentaires en tel ou tel domaine restent toujours d'actualité.

En revanche, quelques domaines restent à approfondir : l'optimisation du stockage (y compris le problème de la maîtrise des nuisances olfactives) et **la question de la régularité et de la précision des épandages en liaison avec le type et la qualité du matériel disponible.**

Le présent document rend compte du travail lancé en 1988 sur les performances des matériels d'épandage par l'Agence Nationale pour la Récupération et l'**Élimination** des Déchets (ANRED) en liaison avec le Syndicat National des Constructeurs de Véhicules Agricoles et Matériels Connexes (SNCVA), les Missions Valorisation Agricole des Déchets (MVAD) des Chambres Départementales d'Agriculture, le Bureau Commun du Machinisme Agricole (BCMA) et l'Institut National Agronomique Paris-Grignon (INA-PG). Le financement a été assuré conjointement par les Agences de **l'Eau**, le Ministère de l'Agriculture et l'ANRED.

0.2 - CONTENU DE L'ÉTUDE

Quatre points sont visés :

- Mieux connaître les performances des matériels d'épandage en terme de répartition des **matières** au sol.
- Préciser les temps d'épandage et les coûts au **m³** ou **à** la tonne.
- Mettre en évidence tant les acquis que les efforts restant **à** faire de la part des constructeurs pour remédier aux **problèmes** constatés.
- Réaliser une **synthèse** sur les **critères** de choix des matériels d'épandage.

0.3 - MÉTHODE DE TRAVAIL

Pour avoir une idée générale sur l'ensemble des équipements existants, il a été décidé de faire appel aux techniciens concernés des Chambres d'Agriculture de différentes régions dans quinze départements.

Un canevas unique d'observations (protocole) a été dressé et testé, afin de produire des données homogènes et comparables.

Le protocole comprenait :

1. Description des caractéristiques du matériel utilisé.
2. Description des conditions de l'observation.
3. Contrôle des performances selon deux critères :
 - régularité d'épandage (à la fois en largeur et en longueur) ;
 - temps de ~~travail~~/débit de chantier.

Le matériel fut testé sur le terrain en conditions habituelles de travail, avec la participation de l'agriculteur.

A la différence d'essais réalisés sous hangar en station d'expérimentation, les observations réalisées sur le terrain ont :

- un avantage : le test se déroule dans les situations habituelles rencontrées par les agriculteurs : pente, vent, type de boue ou de lisier,...
- = un inconvénient : les résultats d'essais ne sont pas exactement reproductibles d'un lieu à l'autre, même avec un équipement identique.

Les limites de l'étude sont les suivantes :

- peu de répétitions des essais en raison des difficultés pratiques de terrain ;
- généralisation délicate des résultats obtenus ;
- observations limitées à un seul réglage du matériel ;
- hétérogénéité dans les résultats obtenus.

IV.1 - ÉTAT ACTUEL DES PERFORMANCES DES MATÉRIELS D'ÉPANDAGE

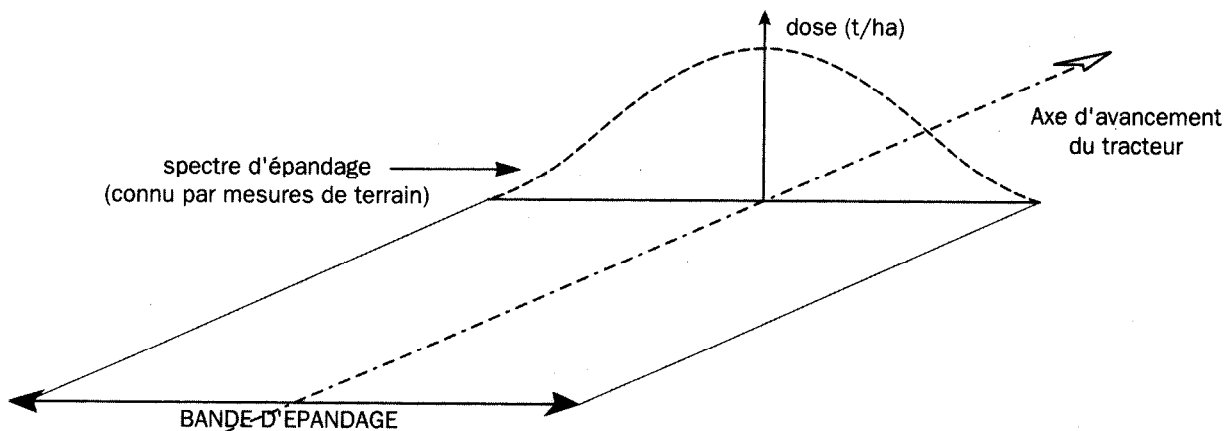
Pour l'ensemble des matériels testés, les résultats généraux sont les suivants :

- sur le marché français, il existe aujourd'hui des matériels spécialisés capables d'extraire et d'épandre toutes sortes de matières organiques, notamment les boues et fientes de volailles pâteuses ;
- la polyvalence des équipements, argument souvent utilisé par les constructeurs, demande à être reconsidérée. Il est préférable d'adopter un équipement spécifique à chaque type de matière organique ;
- **pour tous les équipements, la répartition des matières au sol est médiocre voire mauvaise, la quantité de matières organiques varie fréquemment de 1 à 3 entre le bac placé dans l'axe d'avancement du tracteur et celui distant de 3 à 5 mètres.**
- **Pour les tonnes à lisier**, le spectre de répartition a en général une forme de "M" (pics latéraux). Ce spectre d'épandage est très sensible à la forme de l'ensemble buse-palette. Par l'intermédiaire du S.N.C.V.A. (Syndicat National des Constructeurs de Véhicules Agricoles et Matériels Connexes) lors d'une table ronde au S.I.M.A. 1990, l'Agence a incité les constructeurs à se pencher particulièrement sur le dispositif "buse-palette", pour qu'il assure une répartition homogène (forme et robustesse). Les rampes d'épandage constituent une bonne alternative aux dispositifs classiques, sous réserve d'un contrôle des flux à la sortie de chaque tuyau d'éjection. L'adaptation de pendillards sur ces rampes facilite par ailleurs l'épandage sur cultures (maïs), et permet ainsi le fractionnement des apports, donc un meilleur ajustement de la fertilisation ;
- **pour les épandeurs de boues pâteuses et fumiers**, le spectre a une forme de "V" renversé, et les surdosages dans l'axe d'avancement sont difficiles à réduire avec les technologies classiques. Les turbines d'éjection latérale n'apportent hélas pas aujourd'hui une réponse vraiment convaincante. Les disques (ou assiettes) placés à la sortie des épandeurs traditionnels améliorent la répartition au sol, à condition de limiter le débit d'alimentation des hérissons et de bien diriger les matières sur ces disques (pose d'une hotte par exemple).

Optimisation des recouvrements connaissant le spectre d'épandage

Exemple

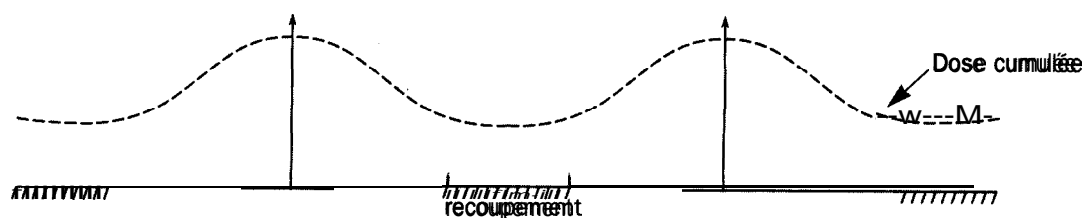
: cas d'un épandeur à boues pâteuses (15 % MS) avec table d'épandage



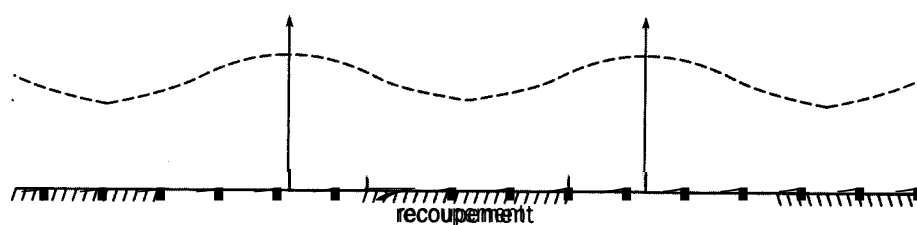
Pas de recouvrement : grande fluctuation - pratique inappropriée



Recouvrement insuffisant : fluctuation importante autour de la dose moyenne épandue



Recouvrement optimum : faible fluctuation autour de la dose moyenne épandue



A titre d'exemple, il a été calculé, dans le cas du GILBERT avec table d'épandage, qu'un espacement d'axe en axe de 8 mètres assurait une faible fluctuation autour de la dose moyenne épandue :
14 t/ha \pm 2 t/ha

IV.2 - NÉCESSITÉ D'UN PROTOCOLE NATIONAL AGRÉÉ DE TEST DES MATÉRIELS D'ÉPANDAGE

Le protocole mis au point pour cette étude demande à être amélioré, voire modifié (surtout pour le cas des produits pâteux ou solides) par les organismes compétents (S.N.C.V.A., B.C.M.A., CEMAGREF), puis d'être homologué au plan national.

Le banc d'essai mis au point à **MONTOLDRE-sur-ALLIER** par le CEMAGREF pour les engrais solides peut servir de référence. L'idée serait que chaque type d'épandeur vendu en France puisse être homologué après passage au banc d'essai avec une édition officielle des résultats des tests. Ces résultats seraient joints au guide d'utilisation du matériel remis à l'agriculteur lors de l'achat.

IV.3 - LA BONNE UTILISATION DU MATÉRIEL D'ÉPANDAGE

Aussi performant soit-il, chaque matériel d'épandage a des caractéristiques et particularités qu'il convient d'apprécier avant son acquisition, dans la mesure du possible, ou lors de sa mise en service, pour l'utiliser au mieux :

IV.3.1 - Le poids utile épanché

Il est nécessaire de vérifier à la mise en service le poids réel épanché sur plusieurs rotations (pesée à plein - pesée à vide).

IV.3.2 - Le chargement des épandeurs à fumier

L'épandeur doit être chargé de façon homogène, sans tassement ponctuel, afin d'assurer une alimentation régulière des hérissons. Le chargement latéral avec un godet d'un seul côté conduit à des irrégularités ; on préconisera plutôt un chargement soit des deux côtés, soit avec un bras télescopique.

IV.3.3 - L'optimisation des recouvrements

De judicieux recouvrements permettent, en fonction du spectre de répartition (d'où l'importance de le connaître précisément), d'améliorer très sensiblement la qualité des épandages (*cf. ci-contre*).

Pour les tonnes à lisier, le spectre en forme de "M" rend difficile l'optimisation des recouvrements. Néanmoins, le coefficient de variation est plus faible après recouvrement (**0,25** au lieu de **0,50**).

Pour les épandeurs à spectre de répartition en "V" inversé, les recouvrements sont spectaculaires avec les épandeurs équipés d'une table d'épandage. Le coefficient tombe à **0,10** ou **0,15**, considéré comme acceptable pour l'épandage des engrais minéraux.

Il faut préciser que les chronométrages réalisés dans le cadre de cette étude se sont faits en situation réelle de terrain, donc avec recouvrements. Si des recouvrements plus serrés sont nécessaires, le **surcoût** peut être de 10 % à 20 % maximum.

IV.3.4 - La maîtrise de la dose d'épandage

Quatre paramètres sont à prendre en compte :

- choix de la dose théorique → • décision motivée de l'agriculteur
- largeur utile de travail (compte tenu des recouvrements) → • spécificité et qualité du matériel proposé par le constructeur
• information de l'agriculteur
- = réglage de l'épandeur → • conseils du constructeur
• vérification par l'agriculteur
- = réglage du tracteur (vitesse d'avancement/régime moteur) → • conseils du constructeur
• adaptation de l'agriculteur

Le jour de l'épandage, les conditions climatiques (vent, pluviosité) et de **portance** des sols vont influencer sur la qualité de l'épandage. Il est conseillé en conséquence de réaliser un premier épandage pour observer le travail réalisé et modifier en conséquence les réglages.

IV.35 - Le choix des pneumatiques : rechercher les pneus "basse-pression"

Le tonnage moyen des épandeurs vendus est en **aug**mentation constante. Pour éviter de tasser et **compacter** le sol ces épandeurs doivent être bien équipés en **pneuma**tiques. Comme la pression exercée sur le sol par les pneumatiques est directement liée à la pression de gonflage des pneus, il faut choisir, dans les gammes proposées par les manufacturiers, les pneumatiques conçus pour supporter un maximum de charge à une pression minimale.

En règle générale, pour limiter le tassement par les remorques il ne faut pas dépasser huit tonnes de charge par essieu et choisir les pneus qui peuvent supporter cette charge maxi sous une pression inférieure à **2,5** bars.

Les pneumatiques routiers ou avion qui demandent une forte pression de gonflage sont à réserver aux appareils qui se déplacent presque uniquement sur route.

Il est certain que l'équipement basse pression augmente l'investissement de 4 à 5.000 F par roue, mais en contrepartie on constate une économie sur la puissance de traction nécessaire pour tirer les remorques ou épandeurs et un moins grand "matraquage" des sols, surtout en période de ressuyage après un épisode pluvieux.

NOKIA - MICHELIN - TRELLEBORG - VREDESTEIN notamment proposent des pneus basse pression pour matériel de transport.

IV.4 LES CRITÈRES DE CHOIX DES MATÉRIELS D'ÉPANDAGE

Un cahier des charges le plus précis possible doit être soumis aux constructeurs pour pouvoir répondre au mieux aux objectifs poursuivis lors de l'acquisition d'un matériel. Il repose sur plusieurs critères :

Six critères principaux :

① La nature des produits à épandre

On distinguera trois catégories de produits organiques :

a) Les déjections animales qui se décomposent en deux grandes familles :

- produits pompables (lisiers liquides à épais), inférieurs à 12-13 % de matière sèche → tonne à lisier ;
- produits pelletables (fumier et fientes de volaille) → épandeurs.

b) Les boues de stations d'épuration, pour lesquelles on attachera une attention particulière pour les catégories "fluides" et "épaisses" citées ci-dessous :

- boues liquides → tonne à lisier (inférieur à 7 - 8 % de M.S.) (remarque : pour les petites stations, la location d'un matériel existant est souvent préférable à l'achat d'un matériel qui ne servirait que quelques jours par an)
- boues pâteuses "fluides" (comprises entre 8 et 12 % de M.S.) → turbine d'épandage arrière ou latérale
- boues pâteuses "épaisses" (entre 12 et 16 - 18 % de M.S.) → épandeur équipé d'une table d'épandage ou turbine d'épandage arrière ou latérale
- boues solides → épandeurs à fumier (de 18 à 45 % de M.S. selon les types de boues).

c) Les amendements organiques criblés ou granulés, de granulométrie assez régulière

→ épandeurs de précision (non testés).

② La régularité d'épandage

Sur ces deux critères (nature du produit à épandre, régularité d'épandage), un tableau récapitulatif des matériels étudiés est présenté en annexe 1.

⑤ La capacité à épandre de faibles doses

(pour les épandeurs : 5 t à 15 t/ha ; pour les tonnes à lisier : 15 à 25 m³/ha).

⑥ Le volume de la tonne ou de l'épandeur

A dimensionner avec la puissance de traction disponible (cf. tableaux n°2 et 4).

⑦ Le choix des essieux et des pneumatiques pour limiter les tassements

⑧ L'existence d'un service après-vente efficace, capable de suivre un matériel spécialisé

Autres critères :

⑨ La souplesse d'utilisation du matériel, pour les accrochages, décrochages, facilité de remplissage à partir de fosses ou silos (pour les tonnes à lisier, il faut souligner l'intérêt des bras latéraux de pompage à branchement automatique qui améliorent les temps de chantier, le confort de travail et la propreté des opérations)

⑩ La précision des réglages (réglage de l'alimentation des hérissons, réglage de l'ensemble buse-palette)

⑪ Les nuisances occasionnées

Le choix du matériel doit prendre en compte :
– l'étanchéité du matériel en cours de transport ;
– les projections en cas de vent (épandage latéral).

⑫ Divers

– homogénéisation continue en cours de transport et d'épandage
– possibilité d'adaptation d'une rampe, d'un pendillard (apports fractionnés sur cultures au printemps) ou d'un enfouisseur.