

CVBY

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

ET

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION

VALORISATION AGRICOLE DES BOUES DE STATIONS D'ÉPURATION

DES EAUX USÉES MUNICIPALES

Guide de bonnes pratiques

JUILLET 1991

EN 910412
EX. n

Centre de Documentation
Reçu le
NOV 7 1991
Environnement - Québec

Dépôt légal - 3e trimestre 1991
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN 2-550-22515-5

Envirodoq EN910412
QEN/QE/AE/55/1

Le présent document a été rédigé par la Direction du milieu agricole et du contrôle des pesticides du ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ) en collaboration avec le Service de recherche en sols du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ).

Les organismes suivants ont été consultés lors de la préparation de ce guide:

La Commission des sols du Conseil des productions végétales du Québec (CPVQ), l'Ordre des agronomes du Québec (OAQ) et l'Union des producteurs agricoles (UPA).

Nous tenons à remercier les personnes suivantes pour leur contribution au document: Richard Beaulieu, agr. (MENVIQ), Francis Flynn, ing. (MENVIQ), Marcel Giroux, agr., M. Sc. (MAPAQ), Jean-Marc Jalbert, ing., M. Sc. A. (MENVIQ), Roberte Robert, ing. (MENVIQ), Marie-Andrée Rousseau, agr. (MENVIQ), Angèle St-Yves, ing. et agr., M. Sc. (MENVIQ), Marton Tabi, agr., Ph. D. (MAPAQ), Arthur Terreault, ing., M. Ing. (MENVIQ) et Gaston Trudel, ing., M. Sc. A. (MENVIQ).

AVANT-PROPOS

Ce document s'adresse à toute personne désirant connaître les différents éléments contenus dans un programme de valorisation agricole. Il traite plus précisément de la valorisation agricole des boues* de stations d'épuration des eaux usées municipales à des fins de fertilisation et d'amendement calcaire. Pour d'autres formes de valorisation (boues compostées, valorisation sylvicole, etc.), des critères de bonnes pratiques seront élaborés dans des guides subséquents selon les besoins du secteur, les usages préconisés et les particularités des produits utilisés.

Ce guide répond d'abord à des objectifs d'élaboration de critères environnementaux et agronomiques sur lesquels repose ce mode de gestion des boues. Il a pour but premier de sensibiliser et de fournir l'information technique nécessaire à la pratique de la valorisation agricole des boues de station d'épuration des eaux usées municipales. Cet ouvrage s'adresse donc particulièrement aux gestionnaires et opérateurs des stations d'épuration des eaux usées municipales, aux utilisateurs des boues (producteurs agricoles), aux entrepreneurs réalisant la gestion de ces boues et aux professionnels ayant à réaliser cette activité mais aussi à toute personne désireuse d'en connaître plus sur le sujet. Enfin, il vise à uniformiser la démarche à suivre dans un programme de valorisation.

Tout en nous appuyant sur les connaissances actuelles des particularités de notre milieu sol et eau (climat, topographie, conditions agronomiques et environnementales propres au Québec), les critères retenus dans ce document reposent, d'une part, sur les éléments environnementaux et agronomiques retenus dans différents guides canadiens, américains ou européens et, d'autre part, sur certaines connaissances acquises par la voie de la recherche québécoise dans ce secteur.

Les principes environnementaux et agronomiques sur lesquels reposent ces modes de gestion des boues provenant de l'épuration des eaux usées municipales sont les suivants:

A) Pour les boues valorisées à des fins de fertilisation:

- i) En tout temps, la limite maximale de boues à apporter sur une période de cinq ans est de 135 kg d'azote disponible par hectare en une ou plusieurs applications. Cette mesure a pour principal objectif d'éviter toute accumulation de phosphore et de métaux lourds dans les sols récepteurs et/ou prélèvements excessifs par les cultures pratiquées sur les parcelles réceptrices. Les apports sont aussi limités par les besoins azotés de la culture pratiquée. Ces besoins sont précisés dans les grilles de fertilisation établies par le Conseil des productions végétales du Québec (CPVQ);

* Les mots soulignés dans le texte sont définis au glossaire.

- ii) un sol dont le niveau de fertilité en phosphore dépasse 250 kg P assimilable à l'hectare (selon Mehlich III) ne doit pas recevoir des quantités de phosphore supérieures au besoin de la culture pratiquée et tel qu'indiqué dans les grilles de fertilisation. De plus, sur les sols dont la teneur en phosphore assimilable (selon Mehlich III) atteint le niveau prévu dans tout règlement régissant la pollution par les déjections animales ou par les engrais minéraux, la valorisation agricole des boues doit se faire en conformité avec ces derniers. Les niveaux de fertilité, les besoins en éléments nutritifs et les grilles de fertilisation sont ceux élaborés par le CPVQ;
- iii) à la fin de la saison de croissance, seules les cultures qui présenteront un couvert végétal avant et au cours de l'hiver (prairies, pâturages, céréales d'automne, engrais vert, etc.) pourront être fertilisées par un apport de boues;
- iv) en tout temps, il sera nécessaire que la superficie réceptrice ait un couvert végétal en état de produire ou que l'on plante un couvert végétal dans les 48 heures qui suivent l'épandage;
- v) les apports de boues doivent correspondre à la fraction de la saison de croissance qui reste à écouler;
- vi) en aucun cas, on ne pourra valoriser des boues en prévision de la saison de croissance à venir;
- vii) après le 30 septembre, la valorisation des boues est interdite;

B) Pour les boues valorisées à des fins d'amendement calcaire:

- i) En tout temps, la limite maximale de boues à apporter sur une période de cinq ans est de 135 kg d'azote disponible par hectare en une ou plusieurs applications. Cette mesure a pour principal objectif d'éviter toute accumulation de phosphore et de métaux lourds dans les sols récepteurs et/ou prélèvements excessifs par les cultures pratiquées sur les parcelles réceptrices;
- ii) les apports sont limités par les besoins en chaux du sol et les besoins azotés de la culture pratiquée. L'apport maximum correspond à la plus faible des quantités permettant de combler les besoins d'une de ces deux composantes. Ces besoins sont précisés dans les grilles établies par le CPVQ;
- iii) un sol dont le niveau de fertilité en phosphore dépasse 250 kg P assimilable à l'hectare (selon Mehlich III) ne doit pas recevoir des quantités de phosphore supérieures au besoin de la culture pratiquée et tel qu'indiqué dans les grilles de fertilisation. De plus, sur les sols dont la teneur en phosphore assimilable (selon Mehlich III) atteint le niveau prévu dans tout règlement régissant la pollution par les déjections animales ou par les engrais minéraux, la valorisation agricole des boues doit se faire en conformité avec ces derniers. Les niveaux de fertilité, les

besoins en éléments nutritifs et les grilles de fertilisation sont ceux élaborés par le CPVQ;

- iv) dans tous les cas, il faudra s'assurer que l'ajout de ces boues puisse permettre au sol d'atteindre un pH-eau égal ou supérieur à 6 sans créer de surchaulage;
 - v) étant donné le pH élevé des boues traitées à la chaux, il est recommandé de ne pas valoriser ces boues sur une superficie ayant une couverture végétale;
 - vi) à la fin de la saison de croissance, seules les superficies dont on désire établir un couvert végétal avant l'hiver (prairies, pâturages, céréales d'automne, engrais vert, etc.) pourront être fertilisées et amendées par un apport de boues traitées à la chaux;
 - vii) en tout temps, il sera nécessaire que l'on plante un couvert végétal sur chaque parcelle réceptrice dans les 48 heures qui suivent l'épandage;
 - viii) les apports de boues doivent correspondre à la fraction de la saison de croissance qui reste à écouler;
 - ix) en aucun cas, on ne pourra valoriser des boues en prévision de la saison de croissance à venir;
 - x) après le 30 septembre, la valorisation des boues est interdite;
- C) Pour les boues valorisées sous forme liquide (2 à 12 % de m.s.), en tout temps la charge hydrique journalière maximale est de 100 m^3 à l'hectare;
- D) Afin de prévenir les problèmes de contamination des sols et des cultures, le sol de toute parcelle ayant reçu ou atteignant au cours d'un épandage de boues le total de 135 kg d'azote disponible à l'hectare, selon les règles prescrites, doit être échantillonné et analysé pour en mesurer la teneur en chacun des métaux lourds avant de réaliser la valorisation de nouveaux volumes de boues.

Par ailleurs, il est nécessaire d'en faire la valorisation tout en tenant compte des besoins des cultures pour les autres éléments (métaux lourds et plus particulièrement des oligo-éléments) apportés par les boues.

Le présent guide se veut dynamique puisqu'il doit être révisé périodiquement en fonction des informations recueillies dans les programmes de valorisation en cours (expérience acquise), de l'évolution des techniques de valorisation et des résultats de la recherche environnementale et agronomique locale et internationale.

De par sa nature et sa complexité, la valorisation agricole des boues doit être réalisée sous la supervision d'un agronome. Enfin, il est à noter que dans la plupart des cas le producteur de boues demeure responsable des boues jusqu'à leur destination finale.

Le présent document ne fait mention que des éléments minimaux à respecter lors de la mise sur pied d'un programme de valorisation agricole des boues de stations d'épuration des eaux usées municipales. En conséquence, tout principe agronomique reconnu ou tout autre élément jugé pertinent, voire essentiel, par un professionnel habilité devra faire partie du dossier présenté et le producteur de boues en aura donc la responsabilité.

NOTE: Certaines mesures indiquées au présent document pourront n'entrer en vigueur qu'en 1992 suite à des ententes prises entre le producteur de boues et le ministère de l'Environnement du Québec.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
AVANT-PROPOS	iii
TABLE DES MATIÈRES	vii
LISTE DES ANNEXES	xi
LISTE DES FIGURES	xii
LISTE DES TABLEAUX	xiii
1 INTRODUCTION	1
2 GÉNÉRALITÉS	3
2.1 Les boues	3
2.1.1 L'origine des boues	3
2.1.2 L'épuration des eaux usées	3
2.1.2.1 Le prétraitement des eaux usées	3
2.1.2.2 Le traitement biologique	3
2.1.2.3 Le traitement physico-chimique	4
2.1.2.4 Le traitement des boues	4
2.1.3 Les caractéristiques des boues	6
2.1.3.1 Les propriétés physiques	6
2.1.3.2 Les propriétés chimiques	8
2.1.3.3 Les propriétés biologiques	9
2.2 Le milieu récepteur	9
2.2.1 La nature du milieu récepteur et l'utilisation des boues	10
2.2.1.1 La texture du sol	10
2.2.1.2 La matière organique du sol	10
2.2.1.3 La structure du sol	11
2.2.1.4 Le pH du sol	11
2.2.1.5 L'adsorption du sol	12
2.2.1.6 Les organismes du sol	12
2.2.1.7 La topographie	12
2.2.1.8 Le drainage	13

	Page
2.2.1.9 Le climat	13
3 LA VALORISATION AGRICOLE DES BOUES	15
3.1 Les avantages liés aux composantes des boues	15
3.1.1 L'intérêt agronomique	15
3.1.1.1 Comme fertilisant	15
3.1.1.2 Comme amendement	15
3.1.2 Les cultures au Québec	16
3.1.3 Les habitudes de fertilisation	16
3.1.4 L'intérêt collectif	16
3.2 Les contraintes liées aux composantes des boues	17
3.2.1 Les métaux lourds	17
3.2.2 Les composés organiques potentiellement dangereux	17
3.2.3 Les organiques pathogènes	17
3.2.4 L'azote	18
3.2.5 Le phosphore	19
4 LES CRITÈRES DE BONNES PRATIQUES	21
4.1 La qualité des boues	21
4.1.1 L'échantillonnage et l'analyse des boues	21
4.1.1.1 Les boues provenant des étangs de déphosphatation	21
4.1.1.2 Les boues traitées à la chaux	22
4.1.2 Les critères relatifs aux métaux lourds	22
4.1.3 Les critères relatifs aux composés organiques potentiellement dangereux	23
4.1.4 Les critères relatifs à la qualité biologique	23
4.2 La qualité du lieu récepteur	23
4.2.1 Les critères relatifs aux qualités du sol	23
4.2.2 Les critères relatifs aux métaux lourds dans le sol	25
4.2.3 Les critères reliés à l'eau	26
4.2.4 Les critères reliés à la présence d'infrastructures	27

	Page
4.3 La nature des cultures	28
4.3.1 Les cultures à privilégier	28
4.3.2 Les cultures à exclure	28
4.4 L'épandage	28
4.4.1 Les périodes d'épandage	28
4.4.2 Le mode d'épandage	29
4.4.3 Les doses d'épandage	30
4.4.3.1 Les fertilisations à base de boues	30
4.4.3.2 Les fertilisations et les besoins en chaux comblés par des boues traitées à la chaux	31
4.4.3.3 L'indice de disponibilité de l'azote provenant des boues	32
4.4.3.4 Le volume de boues à épandre établi d'après les besoins en azote de la culture	33
4.4.3.5 Le volume de boues à épandre établi d'après les besoins en phosphore de la culture	33
4.4.3.6 Le volume de boues traitées à la chaux à épandre établi d'après les besoins en chaux du sol	34
4.4.4 La dose et la fréquence maximales d'épandage	34
4.5 Le contrôle agronomique et environnemental	34
4.5.1 Avant chaque activité de valorisation	34
4.5.2 Vérification avant et/ou après l'épandage	35
4.6 L'équipement d'épandage	35
4.7 L'entreposage en milieu agricole	36
5 LES AUTRES CONSIDÉRATIONS	37
5.1 Les autorisations, les ententes et les registres	37
5.2 La santé et la sécurité	37
6 LE PROGRAMME DE VALORISATION AGRICOLE	39
6.1 Les étapes d'un programme individuel de valorisation agricole	39
6.2 Les documents et les informations à fournir au ministère de l'Environnement du Québec lors de la présentation d'un dossier de valorisation agricole des boues	41

	Page
6.3 Les responsabilités du producteur de boues	42
6.4 Les responsabilités de l'agronome	43
BIBLIOGRAPHIE	45
GLOSSAIRE	49

LISTE DES ANNEXES

	Page
ANNEXE 1: Teneurs moyennes des éléments contenus dans les boues du Québec	53
ANNEXE 2: Éléments essentiels et/ou toxiques aux animaux, aux plantes ou aux hommes	55
ANNEXE 3: Les pathogènes retrouvés dans les boues	57
ANNEXE 4: Méthodologie d'échantillonnage et d'analyse des boues	59
ANNEXE 5: Exemple d'un bulletin d'analyse de boues	67
ANNEXE 6: Qualité de l'eau destinée à l'abreuvement des animaux d'élevage	69
ANNEXE 7: Paramètres d'analyse d'un échantillon de sol	71
ANNEXE 8: Teneurs maximales acceptables de certains minéraux dans les aliments pour les bovins	73
ANNEXE 9: Exemple détaillé de calcul d'une dose d'épandage de boues	75
ANNEXE 10: Exemple d'entente de valorisation agricole des boues	81
ANNEXE 11: Exemple d'un bulletin de livraison de boues	87
ANNEXE 12: Exemple d'un registre des activités de valorisation agricole des boues	89
ANNEXE 13: Principales étapes d'une étude de faisabilité de valorisation agricole des boues	91

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1 Le circuit schématique des eaux usées et des boues de stations d'épuration	2
Figure 2 Le processus d'épuration des eaux usées destinées à la valorisation	7
Figure 3 Les principales formes et utilisations de l'azote dans le sol	20

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 3.1 Superficies en production végétale	16
Tableau 4.1 Critères de qualité des boues aptes à la valorisation agricole	22
Tableau 4.2 Indices recommandés de teneur totale en métaux lourds dans les sols	26
Tableau 4.3 Distances minimales d'épandage à respecter en bordure des cours d'eau	27
Tableau 4.4 Distance minimum d'épandage à respecter par rapport aux infrastructures	27
Tableau 4.5 Valeurs des coefficients d'efficacité de la fraction organique de l'azote des boues	32

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

L'épuration des eaux usées permet de retourner au milieu aquatique récepteur un effluent convenable. Il en résulte l'apparition de volumes importants de résidus qu'on appelle boues. La destination finale de ce produit peut être l'enfouissement ou la valorisation (figure 1).

L'élimination des boues déshydratées ou incinérées dans les lieux d'enfouissement, en plus de concentrer les boues dans des espaces restreints, reste un choix coûteux.

La valorisation agricole qui vise essentiellement l'application sur les sols à des fins de fertilisation organique ou d'amendement se confirme progressivement comme une solution d'intérêt. En effet, la teneur en matière organique et en éléments fertilisants des boues justifie la considération de celles-ci comme ressource. Cependant, comme elles contiennent aussi des quantités variables de métaux lourds, d'organismes pathogènes et de composés organiques de synthèse, la prudence commande de faire appel à de bonnes pratiques agricoles et environnementales et à une analyse rigoureuse du produit final afin de minimiser les nuisances potentielles.

Ce guide de bonnes pratiques se veut un instrument d'appui à la valorisation agricole et vient en aide à tous ceux qui s'en préoccupent. La conception du guide est basée sur les principes directeurs suivants:

- a) sauvegarder la santé et le bien-être des humains et des animaux;
- b) prévenir la pollution des eaux superficielles et souterraines et toutes autres nuisances;
- c) conserver la qualité du sol et en améliorer la fertilité à court, à moyen et à long termes;
- d) assurer la qualité des récoltes.

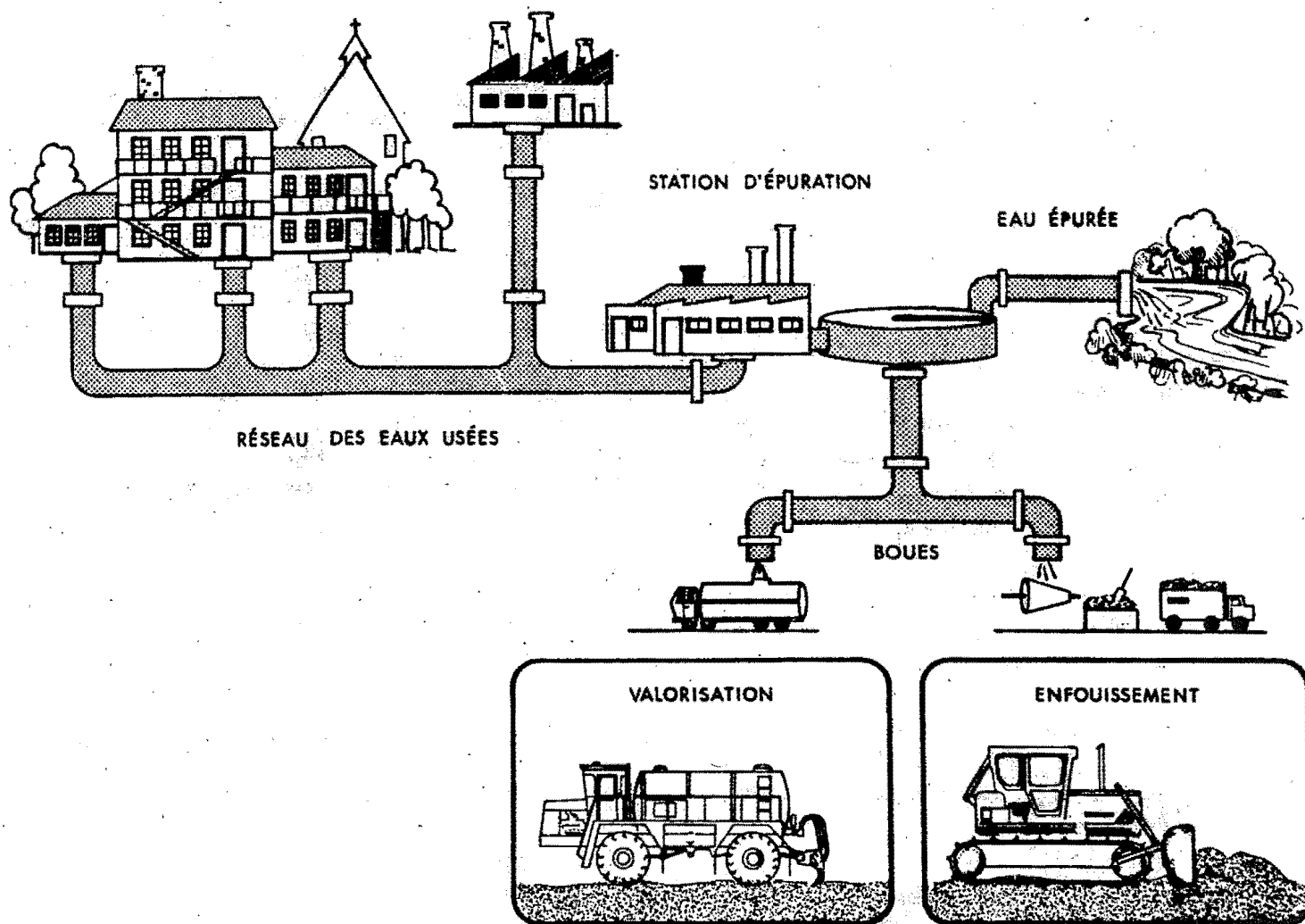


Figure 1 : Le circuit schématique des eaux usées et des boues de stations d'épuration

CHAPITRE 2

GÉNÉRALITÉS

2.1 LES BOUES

2.1.1 L'origine des boues

Les eaux usées urbaines contiennent principalement des matières organiques dissoutes et en suspension et doivent subir des traitements d'épuration. Il en résulte une eau épurée que l'on rejette dans le milieu naturel et un résidu qu'on appelle boues.

2.1.2 L'épuration des eaux usées

L'épuration des eaux usées s'effectue en différentes étapes selon des techniques basées sur des lois de la physique, de la chimie et de la biologie (figure 2).

2.1.2.1 Le prétraitement des eaux usées

Les eaux usées arrivant à la station d'épuration des eaux usées municipales passent généralement dans un système de grilles qui permet de retirer des eaux usées différents déchets de grande dimension (plastique, tissus, etc.). Les eaux sont par la suite ralenties afin de permettre aux composantes les plus lourdes, telles que le sable, de se déposer. Certaines conditions hydrauliques (insufflation d'air) permettent aussi le captage des éléments légers tels que les huiles et les graisses.

Ce processus (dégrillage, dessablage et déshuilage) constitue le prétraitement des eaux usées. Les eaux ainsi prétraitées sont ensuite acheminées vers un traitement biologique ou un traitement physico-chimique.

2.1.2.2 Le traitement biologique

Les eaux usées sont acheminées dans des bassins aérés ou des étangs dans lesquels la matière organique est dégradée par des micro-organismes. Une décantation est réalisée sur les eaux traitées biologiquement ce qui permet aux micro-organismes en suspension de sédimenter.

Préalablement au traitement biologique, les eaux usées peuvent, dans certains cas, subir une première décantation afin d'en retirer des matières en suspension.

Les matières ainsi déposées constituent les boues.

2.1.2.3 Le traitement physico-chimique

Des coagulants et flocculants chimiques (alun, chlorure ferrique, polymères, chaux) sont ajoutés aux eaux usées; ces éléments favorisent l'agglomération des matières en suspension sous forme de grosses particules décantables. Une décantation subséquente sépare les eaux épurées des boues.

Les boues formées sous l'action des différents flocculants dans les stations d'épuration physico-chimique sont extraites de façon générale d'un décanteur ou flottateur. Ces boues contiennent des quantités importantes de résidus de réactifs chimiques.

2.1.2.4 Le traitement des boues

En général, le traitement des boues a pour but de limiter le volume à manipuler et les nuisances reliées au caractère putrescible de celles-ci. Que la station d'épuration des eaux usées municipales soit une usine ou encore des étangs, ce sont les mêmes phénomènes de traitement qui sont mis à contribution.

Les traitements les plus connus sont: l'épaississement, le conditionnement, la déshydratation, la stabilisation, le séchage et le compostage.

a) l'épaississement

Ce traitement a pour but d'augmenter la concentration des solides dans les boues en leur enlevant de l'eau. Les boues biologiques produites dans une station d'épuration ont généralement une siccité de 0,5 à 1,5 pour cent de matière sèche. Il consiste donc à ramener la concentration de solides contenus dans les boues à environ cinq (5) pour cent. C'est donc une méthode de réduction du volume des boues. Les deux méthodes utilisées sont la décantation et la flottation. Dans un épaississeur gravitaire, le temps de séjour est élevé de façon à provoquer un tassement de la suspension aqueuse sur elle-même.

b) la stabilisation

Naturellement, les boues non stabilisées, comme les boues de fosses septiques ou encore les boues primaires produites dans une usine d'épuration, fermentent de façon incontrôlée provoquant des dégagements d'odeurs nauséabondes. La dégradation partielle des substances organiques se produisant au cours de la stabilisation en réduit le pouvoir fermentescible et limite donc les risques d'odeurs en plus de diminuer de façon plus ou moins grande la quantité de micro-organismes pathogènes. Il existe trois principaux modes de stabilisation: la stabilisation biologique aérobie ou digestion aérobie, la stabilisation biologique anaérobie ou digestion anaérobie et la stabilisation chimique ou traitement chimique.

- i) La stabilisation biologique aérobie consiste en une oxydation partielle de la matière organique. Cette oxydation est réalisée sous l'action des micro-organismes aérobies qui prolifèrent sous l'effet de l'aération dans des bassins indépendants ou d'une aération prolongée des eaux usées.
- ii) La stabilisation biologique anaérobie consiste en une fermentation méthanique de la matière organique dans un digesteur maintenu à une température de 32°C à 35°C. Le méthane produit est souvent récupéré pour chauffer le digesteur et les bâtiments ou pour fournir un complément d'énergie à la station d'épuration des eaux usées municipales.
- iii) La stabilisation par voie chimique ne diminue pas la quantité de matière fermentescible. On augmente le pH par l'apport de réactifs chimiques. Il se produit alors une action bactéricide et un blocage des fermentations acides nauséabondes.

Pour obtenir une boue stabilisée de cette façon, il est nécessaire d'ajouter de la chaux vive ou de la chaux hydratée de telle sorte qu'une mesure de pH, suite à l'ajout de chaux et deux heures plus tard, doit montrer une valeur supérieure à 12.

c) le conditionnement

Le conditionnement a pour but d'améliorer les caractéristiques de déshydratation des boues. Le procédé le plus couramment utilisé se présente sous la forme chimique par des réactifs minéraux tels le chlorure ferrique, le sulfate ferrique, etc. ou encore par des polyélectrolytes. C'est donc l'ajout d'un produit qui facilite la séparation de l'eau des solides. Ce traitement précède généralement la déshydratation.

d) la déshydratation

En général, la déshydratation des boues a comme objectif premier de réduire la teneur en eau par des moyens mécaniques. Cette technique concentre donc les solides des boues à des teneurs pouvant varier de 10 à 40 pour cent. Cela a comme effet secondaire de permettre la réduction du volume de boues à manipuler. L'atteinte d'un niveau plus ou moins élevé de siccité varie en fonction de certains facteurs comme la siccité initiale des boues à déshydrater, les équipements utilisés, l'opération de ces équipements, la quantité de produits ajoutés lors du conditionnement. Au Québec, on utilise généralement des équipements comme le filtre presse, le filtre à bandes ou encore la centrifugeuse.

e) le séchage

Le séchage est généralement réalisé en deux étapes: d'abord, une déshydratation par des moyens mécaniques suivie par l'emploi de moyens thermiques comme un séchage à haute température. Contrairement à la déshydratation où les concentrations finales varient de 10 à 40 pour cent de matière sèche, cette technique permet d'atteindre des niveaux de 90 pour cent de solides. Les boues séchées peuvent aussi être traitées pour former des granules. Ces derniers peuvent parfois remplacer le matériel de remplissage des engrais minéraux ou encore servir directement d'engrais comme dans le cas du Milorganite.

f) le compostage

Le compostage consiste en une fermentation partielle de la matière organique contenue dans les boues réalisée dans des conditions d'aération suffisante. Cette oxydation résulte de l'activité d'une flore microscopique et s'accompagne d'une forte élévation de la température (70°C).

Les principaux effets de cette technique sont une stabilisation de la matière organique, une diminution des nuisances (mauvaises odeurs) et une destruction efficace des micro-organismes pathogènes due à l'élévation de la température.

Le compostage est réalisé en utilisant généralement comme substrat azoté des boues liquides ou déshydratées en mélange avec différents types de substrats carbonés (ex. bran de scie). Cela produit un matériau destiné à être valorisé à différentes fins suivant la qualité des boues et du support carboné utilisé.

Deux techniques sont généralement utilisées pour fabriquer ce type de compost:

- le compostage en tas, avec retournements périodiques des tas;
- le compostage accéléré en enceinte close comme les réacteurs.

2.1.3 Les caractéristiques des boues

Le volume et les caractéristiques des boues varient selon le type de traitement subi, la population desservie et la nature des industries dont les rejets sont déversés dans le réseau des eaux usées.

2.1.3.1 Les propriétés physiques

Les boues renferment généralement plus de 95 pour cent d'eau à la sortie de

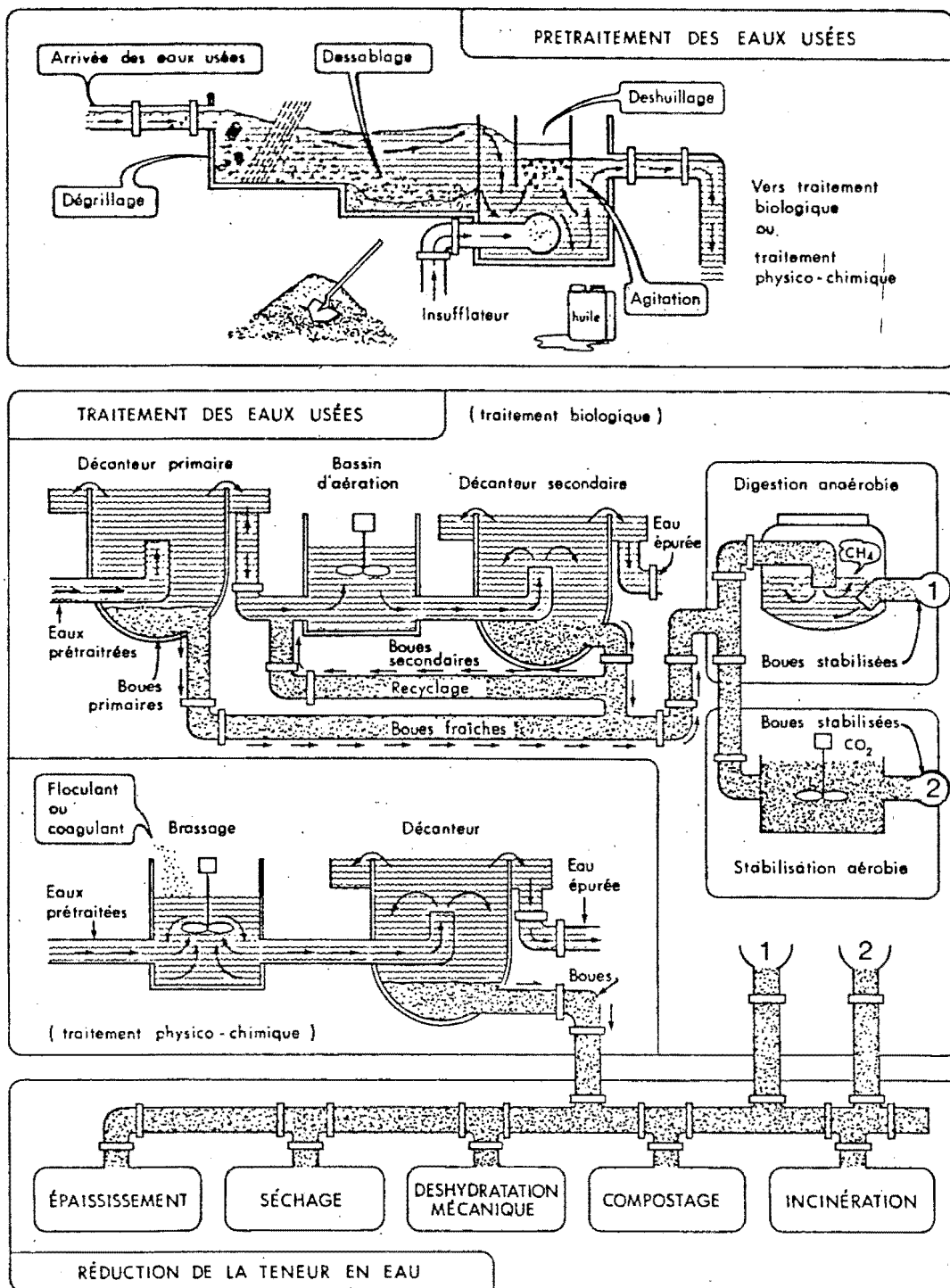


Figure 2: Le processus d'épuration des eaux usées destinées à la valorisation.

la station d'épuration des eaux usées municipales. Par des procédés mécaniques ou thermiques, ces boues peuvent être plus ou moins déshydratées. Elles peuvent se présenter sous forme liquide, pâteuse ou solide.

Le degré de siccité des boues de stations d'épuration influence le système de la valorisation au regard du volume à entreposer et à manutentionner. De même, le mode et l'équipement de transport et d'épandage doivent être adaptés à la consistance des boues. Les coûts inhérents à ces diverses opérations varient en conséquence.

2.1.3.2 Les propriétés chimiques

a) La matière organique

La matière organique présente dans les boues provient de la matière organique contenue dans les eaux usées et de la biomasse bactérienne produites lors du traitement biologique. Cette matière organique est séparée de l'effluent par décantation. Il s'agit essentiellement du carbone organique contenu dans la phase solide des boues. Les boues stabilisées montrent un rapport carbone/azote (C/N) qui varie généralement de 6 à 15 selon leur type et niveau de traitement.

b) L'azote

La teneur en azote des boues varie entre un et cinq pour cent de la teneur en matière sèche. L'azote de la matière en suspension est plutôt organique tandis que l'azote de la phase liquide est sous forme inorganique. Selon les données recueillies à ce jour, les boues contiennent de 75 à 85 pour cent de leur azote sous forme organique. Et, selon que la boue est stabilisée par un procédé anaérobie ou aérobie, l'azote inorganique se présente sous forme ammoniacale plutôt que sous forme nitrique. Ainsi, on retrouve plus d'azote ammoniacal dans la phase liquide des boues digérées anaérobies comparativement aux boues digérées aérobies.

c) Le phosphore

Le phosphore total que contient les boues varie entre un et quatre pour cent de la teneur en matière sèche. Ce phosphore est en grande partie sous forme inorganique, laquelle représente de 50 à 75 pour cent du phosphore total.

d) Le potassium

Les boues sont généralement pauvres en potassium. Elles en contiennent généralement moins de 1 pour cent sur la base de la teneur en matière sèche. Le potassium se retrouve principalement dans la phase liquide des boues.

e) Le calcium et le magnésium

Les boues au Québec contiennent en moyenne 1,2 pour cent de calcium et 0,4 pour cent de magnésium. Dans le cas des boues chaulées, la teneur en calcium peut représenter jusqu'à 25 pour cent de la teneur en matière sèche des boues, ce qui peut en faire un bon amendement calcaire.

f) Les métaux et métalloïdes

Les éléments métalliques (Cu, Ni, Pb, Cr, Mn, etc.) se retrouvent en teneur variable dans les boues (annexe 1). Leur concentration est plus ou moins élevée selon que les eaux usées sont d'origine domestique ou industrielle. Ces éléments sont généralement liés à la matière organique des boues.

g) Les composés organiques potentiellement dangereux et les polyélectrolytes

On peut retrouver dans les boues des traces de certains composés organiques potentiellement dangereux (BPC, HAP, pesticides, détergents, etc.). La présence de certains polyélectrolytes est possible dans certaines boues déshydratées.

À cette fin, l'annexe 1 montre des teneurs moyennes de certains éléments dans les boues observées au Québec.

2.1.3.3 Les propriétés biologiques

Les boues contiennent une flore et une faune variées, en partie d'origine fécale.

La plupart des traitements de stabilisation réduisent le nombre d'organismes pathogènes sans les éliminer complètement. D'une façon générale, peu d'organismes résistent aux conditions difficiles de l'environnement. Cependant, certains parasites, notamment sous la forme kystique, ainsi que certains virus et bactéries persistent dans le sol durant de longues périodes.

De plus, la plupart des bactéries et des virus sont adsorbés sur la matière solide.

2.2 LE MILIEU RÉCEPTEUR

Le sol se compose généralement de particules minérales, de matière organique et de pores contenant de l'air et de l'eau. Ces composantes étant interactives, elles modifient les caractéristiques du milieu récepteur sol devant recevoir les boues.

La valorisation agricole se fait par l'incorporation de boues au sol. Ce dernier constitue

donc un réservoir où se retrouvent les différentes composantes des boues. Il est aussi le siège du prélèvement d'éléments nutritifs par les plantes.

2.2.1 La nature du milieu récepteur et l'utilisation des boues

Dans la perspective de valorisation des boues en sols agricoles, il importe de considérer quelques-uns des principaux facteurs d'ordre physique (texture, matière organique, conductivité hydraulique, structure), chimique (pH, capacité d'échange cationique) et biologique (organismes du sol) ainsi que des éléments connexes (topographie, drainage, climat) agissant sur le potentiel d'utilisation des boues à cette fin.

2.2.1.1 La texture du sol

La texture du sol influence principalement la capacité d'échange cationique d'un sol, sa perméabilité de même que l'infiltration et le pouvoir de rétention de l'eau. Il est donc important de rechercher des sols qui possèdent une capacité d'échange cationique élevée, une bonne perméabilité, une infiltration rapide mais non excessive et une rétention d'eau adéquate. Ces sols pourront recevoir de plus grandes quantités de boues appliquées sur de plus longues périodes et sous de meilleures conditions de drainage. Il en résultera une utilisation accrue des éléments nutritifs apportés par les boues favorisant la croissance des plantes.

Certains sols argileux, malgré une bonne capacité d'échange cationique, peuvent présenter une faible perméabilité et une mauvaise infiltration de l'eau. Par contre, les sols à texture grossière (sable et loam sableux), très perméables, favorisent la migration d'éléments vers les eaux souterraines et donc une éventuelle contamination. La prise en considération des propriétés physiques des sols aidera à déterminer ceux qui sont les plus aptes à la valorisation agricole.

Les sols de texture intermédiaire comme les loams peuvent généralement bénéficier d'apports modérés à élevés de boues. Ces sols possèdent une aptitude particulièrement marquée au recyclage des éléments nutritifs provenant des boues.

2.2.1.2 La matière organique du sol

Cette composante du sol joue un rôle à plusieurs niveaux. Sa présence contribue d'abord à l'amélioration ou au maintien de la structure en permettant l'agrégation des particules de sol (la matière organique constitue un agent liant retenant les particules en des agrégats). De même, elle favorise l'augmentation de la capacité d'échange cationique et la rétention d'eau dans les sols légers alors qu'en sols lourds, en plus d'augmenter la capacité d'échange cationique,

elle améliore l'infiltration et la perméabilité pour une meilleure utilisation des éléments contenus dans les boues. Enfin, elle contribue à la vie microbienne des sols, étant une source de nutrition essentielle à la vie des micro-organismes.

En ce sens, les boues apportent une matière organique pouvant contribuer aux différents aspects mentionnés précédemment.

2.2.1.3 La structure du sol

La structure d'un sol est influencée par sa texture, sa teneur en matière organique de même que par les façons culturales, tels le labour et le hersage, ainsi que les cultures pratiquées.

Toute modification de la structure entraîne, entre autres, des modifications sur l'infiltration, la perméabilité et le pouvoir de rétention en eau d'un sol. Une modification du milieu récepteur influe à son tour sur les conditions régissant l'utilisation des boues à des fins agricoles.

En sols légers, on observe l'absence quasi complète de structure, ce qui expose davantage les sols au tassement et qui peut réduire leur perméabilité.

2.2.1.4 Le pH du sol

Les sols du Québec sont généralement acides (le pH naturel des sols se situe entre 4,5 et 6,0). Ainsi, on doit utiliser annuellement quelque 400 000 tonnes de chaux pour corriger cette acidité et rendre les sols propres à la culture désirée. De plus, il est connu que l'accroissement du pH augmente la disponibilité des éléments nutritifs (N, P, K, etc.) tout en abaissant celle des métaux à l'exception du molybdène (augmentation du taux de fixation). Cette élévation du pH favorise donc la mobilité (disponibilité) des éléments nutritifs pour la croissance des cultures. À l'opposé, en sols acides, des métaux tels que l'aluminium (Al), le fer (Fe) et le manganèse (Mn) se solubilisent et fixent les phosphates, les rendant moins disponibles à la nutrition des plantes. D'autre part, une trop grande concentration de ces métaux dans la solution du sol peut causer des effets toxiques aux plantes ou provoquer leur accumulation dans leurs tissus. Étant donné ces caractéristiques, toute valorisation agricole des boues nécessite que les parcelles de sol réceptrices montrent un pH égal ou supérieur à 6,0.

À cela s'ajoute l'effet favorable qu'engendre un pH du sol près de la neutralité sur la population des organismes du sol. Dans le cadre de la valorisation agricole des boues, ces derniers ont deux principales fonctions:

- 1- mettre en disponibilité les éléments nutritifs présents dans les boues sous forme organique;

2- favoriser la formation du complexe argilo-humique, améliorant ainsi les propriétés physiques et chimiques des sols.

2.2.1.5 L'adsorption du sol

La valorisation agricole des boues dans des conditions adéquates nécessite une rétention chimique et une adsorption physique élevées de la part des sols récepteurs. Ces caractéristiques contribuent à la rétention des boues comme telles ainsi que des éléments nutritifs et des métaux lourds libérés lors de la décomposition de la matière organique des boues par les micro-organismes. En ce sens, les sols dont la capacité d'échange cationique et la quantité de matière organique sont élevées sont les plus favorables à cette forme de recyclage.

2.2.1.6 Les organismes du sol

En tout temps, on doit assurer des conditions favorables à l'activité des organismes décomposeurs et nitrificateurs des composés organiques du sol. Cette activité est fortement liée à la teneur en matière organique des sols. Des apports réguliers de matière organique provenant des boues, fumiers et retours de culture favorisent le maintien d'une population active de micro-organismes. De plus, les boues possèdent une population microbienne qui s'apparente à celle déjà présente dans le sol.

Il convient donc d'utiliser pour les fins de valorisation agricole, des sols où il n'existe pas de compactage. Les mouvements de l'air et de l'eau (infiltration, perméabilité et rétention) y étant facilités, il en sera de même pour l'activité microbienne. De même, le maintien du pH du sol près de la neutralité favorise lui-même leur activité.

Dans le présent cas, l'action des organismes du sol a pour effet de transformer les composés organiques des boues en substances humiques complexes (jouant un rôle, entre autres, au niveau de la structure du sol), en éléments nutritifs (pouvant être utilisés lors de la croissance des cultures) et en matière organique vivante (constituant les corps microbiens). Il y a donc une minéralisation et une réorganisation de la matière organique des boues qui s'effectue dans le sol.

2.1.1.7 La topographie

Une grande partie des meilleurs sols agricoles au Québec se situent dans les terres basses du Saint-Laurent où la topographie est plutôt plane. Cependant, plusieurs sols accidentés sont en culture. Ainsi, les sols en pente peuvent favoriser le ruissellement et la migration d'éléments nutritifs vers les cours d'eau. C'est pourquoi il faut en tenir compte lors de la valorisation agricole des boues.

2.2.1.8 Le drainage

Les sols agricoles du Québec sont plutôt humides en raison des quantités importantes de précipitations reçues. Ainsi, l'aménagement des sols par la préparation de structures de drainage superficiel permet d'éliminer les surplus d'eau. L'installation d'un système de drainage souterrain permet également le rabattement de la nappe, favorise une meilleure aération et un réchauffement plus rapide des sols au printemps.

Comme plusieurs cultures susceptibles de recevoir des boues sont déjà en terrains drainés, il est nécessaire de bien vérifier le plan du système de drainage afin de prévenir le bris de drains lors du passage des véhicules lourdement chargés. Il est aussi important de s'assurer que le sol est bien ressuyé avant de procéder à l'application afin d'éviter le compactage du sol. L'état du drainage (conditions d'oxydoréduction) influence la disponibilité des éléments nutritifs et l'activité microbienne des sols. Sous nos conditions, la valorisation doit se faire idéalement lorsque le sol est sec et portant. L'eau contenue dans les boues est alors retenue par les particules de sol entraînant la déposition des particules solides en surface ou dans la couche superficielle favorisant la transformation de la matière organique, sa minéralisation et la nitrification de l'azote présent. Les éléments nutritifs ainsi libérés se retrouvent alors dans la couche de sol colonisée par les racines des plantes et peuvent donc être absorbés facilement.

La présence de dépôts meubles assez profonds (1,5 m) permet un mouvement de la nappe d'eau plus important qui favorise l'utilisation des composantes des boues à des fins agricoles sans contaminer le milieu aquatique.

2.2.1.9 Le climat

Le climat conditionne à la fois les périodes propices à l'épandage, à la transformation de la matière organique et l'utilisation optimale des éléments minéraux par les plantes. La saison de végétation est relativement courte au Québec dans plusieurs régions. Les conditions de gel, de neige de même que les précipitations parfois abondantes (1000 mm d'eau par année) imposent donc des contraintes agronomiques et environnementales à la valorisation agricole des boues.

CHAPITRE 3

LA VALORISATION AGRICOLE DES BOUES

3.1 LES AVANTAGES LIÉS AUX COMPOSANTES DES BOUES

3.1.1 L'intérêt agronomique

3.1.1.1 Comme fertilisant

Les teneurs des boues en éléments fertilisants majeurs, bien qu'incomplètes pour combler les besoins des cultures, apportent une contribution valable aux productions agricoles. L'apport des boues en éléments nutritifs contribue à enrichir les sols et à maintenir la fertilité des terres agricoles, ce qui permet d'obtenir de meilleurs rendements pour les cultures. Les teneurs en azote et en phosphore présentent un intérêt agronomique certain. La valorisation des boues permet donc de réduire le coût total de la fertilisation puisque le complément d'engrais inorganique à ajouter en est d'autant diminué.

Les boues contiennent aussi des oligo-éléments (B, Fe, Mn, Mo, Cu, Zn) et d'autres éléments secondaires (Ca, Mg, S) qui ne sont que très rarement considérés comme ayant une valeur commerciale mais qui sont essentiels aux plantes et peuvent être déficients dans le sol.

3.1.1.2 Comme amendement

Selon leur origine, les boues sont considérées comme amendement calcaire et/ou organique.

Comme amendement calcaire, les boues proviennent du processus de stabilisation chimique par l'apport de chaux. Ce produit aura donc le double avantage de fournir à la fois une matière organique stabilisée et un amendement permettant de corriger l'acidité des sols agricoles.

Comme amendement organique, les boues concourent à équilibrer le bilan humique du sol. En particulier, elles contribuent à maintenir la structure du sol, son pouvoir de rétention d'eau, sa capacité d'échange cationique et son activité biologique. Son action se produit sur une courte période de temps. Nous savons que la stabilité de la productivité agricole au Québec repose sur le maintien de la qualité des sols puisque les bonnes terres sont déjà utilisées pour des productions intensives. Or, on constate une diminution de la teneur en humus du sol et déjà on perçoit les conséquences néfastes qui en résultent (perte de fertilité, détérioration du sol et de l'eau, etc.). La valorisation des boues de stations d'épuration des eaux usées municipales sur les terres agricoles pourra aider à remédier à cette carence, en plus des autres sources

déjà utilisées (lisier, fumier, engrais vert, débris végétaux et autres sources de matière organique). Cependant, bien que non négligeable, le rendement en humus des boues demeure assez faible à cause de leur faible teneur en lignine et de leur bas rapport C/N.

3.1.2 Les cultures au Québec

Au Québec, les superficies totales en culture se répartissaient de la façon suivante pour l'année 1985:

TABEAU 3.1: Superficies en production végétale
(Bureau de la statistique du Québec, 1985 et 1989)

FOURRAGES ha X 10 ³	CÉRÉALES ha X 10 ³	MAÏS ha X 10 ³	AUTRES ha X 10 ³	TOTAL ha X 10 ³
1301,0 63 p. cent	376,1 18 p. cent	323,6 16 p. cent	68,4 3 p. cent	2069,1 100 p. cent

On remarque que la plus grande partie des terres en culture est consacrée aux fourrages. Pour leur part, les céréales et le maïs comptent pour le tiers de la superficie de sol vouée à l'agriculture. Les autres cultures (horticulture, maraîchage, tabac, etc.) n'occupent que trois pour cent de la superficie totale en culture et ne conviennent pas à la valorisation agricole.

3.1.3 Les habitudes de fertilisation

Plusieurs agriculteurs utilisent les fumiers produits sur leur ferme à des fins de fertilisation. Leur valeur en matières fertilisantes équivaut à quelque 300 millions de dollars. De plus, durant l'année 1990, les achats d'engrais minéraux ont dépassé les 500 000 tonnes au Québec.

Les boues constituent donc une nouvelle source d'éléments nutritifs et d'amendement organique ou calcaire à la portée des agriculteurs.

3.1.4 L'intérêt collectif

Pour plusieurs municipalités, la valorisation agricole présente un intérêt économique sûr puisqu'il en résulte une réduction des coûts de gestion des boues et des bénéfices pour les agriculteurs. De plus, la rareté des lieux d'enfouissement se fait sentir dans certaines régions. Par ailleurs, les citoyens soucieux de la qualité de l'environnement et de la conservation des ressources sont favorables au recyclage.

3.2 LES CONTRAINTES LIÉES AUX COMPOSANTES DES BOUES

3.2.1 Les métaux lourds

Les métaux tels que le fer (Fe), le manganèse (Mn), le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le bore (B) et le molybdène (Mo) sont des éléments essentiels à la croissance des végétaux, en faibles quantités. Cependant, tous ces éléments de même que l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le cobalt (Co), le chrome (Cr), le mercure (Hg), le nickel (Ni), le plomb (Pb) et le sélénium (Se) peuvent causer des torts à l'environnement (eau, sol, plantes) si leur concentration dépasse certaines limites (annexe 2).

Les risques de pollution ne dépendent pas uniquement de la concentration de ces éléments mais aussi de leurs interactions, des propriétés physico-chimiques du sol et du type de culture. Ainsi, certains végétaux peuvent accumuler de grandes quantités de métaux qui se concentrent inégalement dans différentes parties de la plante (feuilles, graines, etc.). La disponibilité d'un métal dépend de certains facteurs édaphiques et climatiques tels que le pH, la teneur en matière organique, la texture, l'humidité, la température, etc.

L'adsorption des métaux est très grande dans les premiers dix centimètres du sol et leur mobilité est faible. Les colloïdes du sol sont des adsorbants pour les métaux lourds et contribuent au pouvoir tampon du sol.

L'acidification du sol favorise la solubilité des métaux et augmente la toxicité du milieu pour les plantes. Ainsi, doit-on préciser les teneurs maximales permises en métaux lourds pour les boues épandues sur les sols agricoles.

3.2.2 Les composés organiques potentiellement dangereux

Plusieurs composés organiques (biphényles polychlorés (BPC), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), phtalates, phénols, pesticides, etc.) peuvent se retrouver dans les boues. Certains sont très persistants dans le sol car ils se dégradent très lentement. Ils peuvent ainsi s'introduire dans la chaîne alimentaire et s'accumuler dans les tissus adipeux des hommes et des animaux.

3.2.3 Les organismes pathogènes

On retrouve plusieurs types d'organismes pathogènes dans les boues selon la nature des eaux usées et le traitement reçu. Les boues primaires et les boues non digérées sont hautement contaminées.

Le traitement des boues par stabilisation aérobie ou par stabilisation anaérobie réduit mais n'élimine pas complètement la plupart de ces organismes. Le traitement à la chaux, pour sa part, permet la stabilisation des boues et élimine les micro-organismes présents.

Lors de la valorisation agricole des boues, la survie des organismes pathogènes varie selon les conditions des sols, telles que l'humidité, la température, le pH, etc. De plus, plusieurs types d'organismes pathogènes sont remarquables par leur résistance aux traitements des eaux usées. Certaines bactéries survivent à des conditions physiques et chimiques extrêmes. Il en est de même pour les oeufs de nématodes et les entérovirus.

Le mouvement des organismes pathogènes dans le sol est cependant limité. La plupart d'entre eux se retrouvent près de la surface du sol. Ainsi, la contamination des eaux souterraines est peu probable sauf si la texture poreuse du sol le permet (sols légers). Le danger potentiel de la contamination des eaux de surface par le ruissellement reste tout de même possible, d'où la nécessité de faire une bonne gestion.

Quant aux virus, ils sont généralement adsorbés sur la matière solide des boues et demeurent dans la zone superficielle du sol; cependant, dans des conditions d'humidité extrême, il peut se produire une désorption leur permettant d'atteindre les eaux souterraines. Ce phénomène se rencontre surtout dans les sols sablonneux et dans les sols organiques.

L'annexe 3 présente quelques données relatives à des pathogènes présents dans les boues. La dose minimale infectante de pathogènes varie avec les individus, les circonstances et la voie de pénétration. Des mesures doivent donc être prises pour protéger la santé publique et limiter le contact humain ou animal avec les organismes pathogènes.

3.2.4 L'azote

L'azote se trouve dans les boues sous différentes formes plus ou moins disponibles à court terme pour les plantes. La teneur en azote total décrit mal la valeur des boues comme engrais azoté. En effet, l'azote inorganique initialement présent dans les boues sous la forme ammoniacale et nitrique est directement assimilable par les plantes. Par contre, seule une fraction de l'azote organique apporté par les boues se minéralise au cours de la première saison de croissance. Cependant, cette minéralisation augmente au cours de la saison de croissance et le maximum observé ne coïncide pas nécessairement avec la période où les besoins des cultures en cet élément sont les plus élevés.

L'azote subit plusieurs transformations dans le sol. La figure 3 en donne les principales formes et les diverses utilisations.

Les nitrites et nitrates non utilisés par les plantes et les micro-organismes peuvent être lessivés et risquent ainsi de contaminer les plans d'eau, ce qui favorise l'eutrophisation et réduit la qualité de l'eau destinée à la consommation.

3.2.5 Le phosphore

Le phosphore contenu dans les boues est surtout sous la forme inorganique (50 à 75 pour cent du phosphore total) et cette fraction est immédiatement assimilable par les plantes.

En général, les doses de phosphore et d'azote ajoutées au sol varient selon les cultures, de 10 à 100 kg à l'hectare (P_2O_5) pour le premier et 20 et 170 kg à l'hectare pour l'azote. Il est donc important de s'assurer que la quantité de phosphore apportée ne soit pas excessive par rapport aux besoins de la plante. La répétition de telles doses peut éventuellement créer une accumulation de phosphore dans le sol. Alors, l'excès de phosphore peut amener une diminution du rendement des récoltes et poser un problème de pollution de l'eau. C'est particulièrement dans le cas des sols présentant des teneurs élevées en cet élément qu'il importe de prendre en considération les teneurs élevées des boues en cet élément.

Le phosphore peut contribuer à la pollution de l'eau de trois façons: par les sédiments auxquels il est adsorbé, en solution dans l'eau de ruissellement et enfin, par la percolation à travers le sol. Les facteurs influençant la migration du phosphore dans le sol et son transport dans les eaux environnantes sont nombreux et complexes.

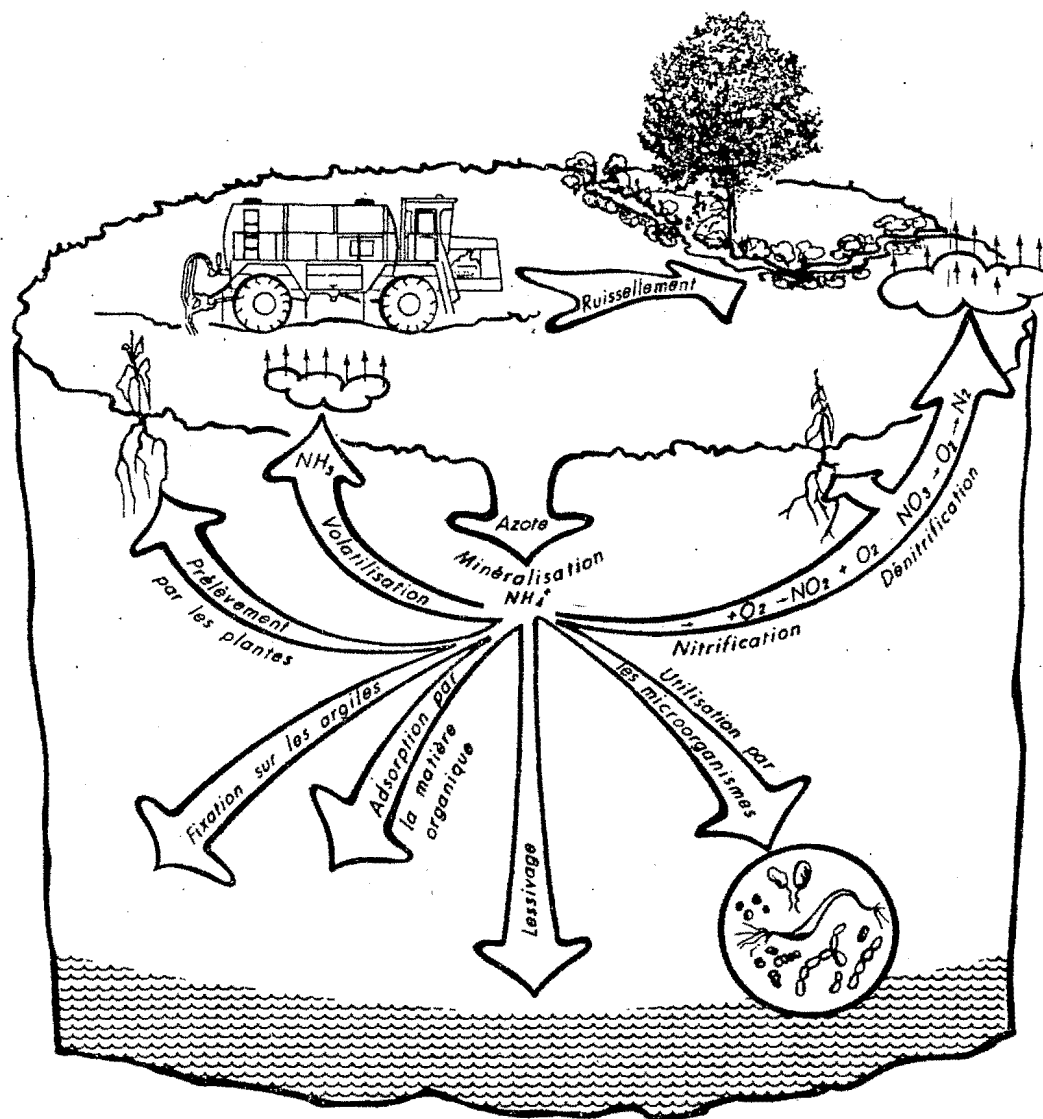


Figure 3: Les principales formes et utilisations de l'azote dans le sol.

CHAPITRE 4

LES CRITÈRES DE BONNES PRATIQUES

4.1 LA QUALITÉ DES BOUES

4.1.1 L'échantillonnage et l'analyse des boues

Les échantillons de boues doivent être prélevés et analysés selon les méthodologies retenues dans un laboratoire accrédité par le ministère de l'Environnement du Québec pour l'analyse des boues. Le rapport d'analyse doit présenter les résultats sur une base de matière sèche et doit être signé par un chimiste. En ce qui concerne les modalités, elles sont indiquées aux annexes 4 et 5 du présent document.

Lorsque les boues sont entreposées dans une structure ne faisant pas partie des équipements d'assainissement (entreposage en milieu agricole), les boues doivent avoir été analysées préalablement à leur transfert. De plus, il sera nécessaire de prélever un échantillon représentatif de la masse entreposée précédemment à sa valorisation selon une fréquence et une méthodologie à être approuvées par le MENVIQ. Cette dernière valeur combinée à celles recueillies au cours de la période de 12 mois précédant l'épandage permettront de préciser le contenu du produit entreposé que l'on désire valoriser.

En tout temps, le ministère de l'Environnement du Québec peut procéder à une vérification de la qualité des boues produites et/ou entreposées selon les méthodologies retenues. Lorsque les boues sont entreposées dans une structure ne faisant pas partie des équipements d'assainissement, elles doivent avoir été analysées préalablement à leur transfert. Les résultats obtenus suite à cette caractérisation faisant foi de l'acceptabilité des boues pour fins de valorisation agricole.

Dans le cas où les méthodologies d'échantillonnage proposées au présent document ne conviennent pas à la situation rencontrée, toute modification doit être approuvée par le ministère de l'Environnement du Québec. Enfin, en tout temps, les méthodologies reliées à la caractérisation des boues pourront être modifiées si le ministère de l'Environnement du Québec le juge à propos.

4.1.1.1 Les boues provenant des étangs de déphosphatation

Dans le cas des boues provenant des étangs de déphosphatation et tel que mentionné à l'annexe 5, on doit ajouter la mesure du contenu total en aluminium (Al) ou en fer (Fe) selon que l'on utilise de l'alun ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14 \text{H}_2\text{O}$) ou du chlorure ferrique (FeCl_3) pour réaliser le traitement de déphosphatation.

4.1.1.2 Les boues traitées à la chaux

Les boues traitées à la chaux doivent montrer un pH supérieur à 12 de façon continue pendant une période minimale de deux (2) heures après l'ajout de chaux. Comme prévu à l'annexe 5, ce paramètre est retenu dans la caractérisation de telles boues. Dans le cas des boues traitées à la chaux, toute analyse du produit à valoriser doit être faite sur le produit obtenu suite au traitement à la chaux préconisé.

4.1.2 Les critères relatifs aux métaux lourds

Les critères de qualité chimique comptent deux séries de valeurs: les teneurs limites souhaitables et les teneurs limites maximales, comme le montre le tableau 4.1.

Les teneurs limites souhaitables constituent le seuil le plus sécuritaire selon les connaissances actuelles (1991). Sans être obligatoire, une vérification suite à l'épandage demeure d'intérêt.

Dans le cas des boues plus chargées, l'application des teneurs limites maximales, plus permissives que les premières, nécessite une évaluation de la teneur totale des métaux lourds concernés dans le sol. Ainsi, précédemment à la valorisation, les boues dont un ou plusieurs paramètre(s) dépasse(nt) les teneurs limites souhaitables sans dépasser les teneurs limites maximales nécessitent obligatoirement que l'on mesure la teneur totale du sol en ce ou ces métal(aux) lourd(s) et ceci pour chacune des parcelles réceptrices. Cette procédure est rendue nécessaire à cause des risques liés à la présence naturelle des métaux lourds dans les sols agricoles.

TABLEAU 4.1: Critères de qualité des boues aptes à la valorisation agricole

TENEURS LIMITES EN MÉTAUX LOURDS DANS LES BOUES (mg/kg de m.s.)													
Métal	As	B	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Se	Zn
souhai- tables	15	100	10	50	500	600	5	1500	20	100	300	14	1750
maxi- males	30	200	15	100	1000	1000	10	3000	25	180	500	25	2500

Les boues contenant au moins un métal dont la concentration est supérieure aux teneurs limites maximales retenues au tableau 4.1 ne sont pas aptes à la valorisation agricole.

La détermination de la concentration d'un élément dans les boues se fait à partir de la moyenne obtenue d'un minimum de trois (3) échantillons récents de boues (moins d'un an) dont au moins un a été prélevé au maximum trois (3) mois avant la vidange comme prévu à l'annexe 4 de même que, lorsque cela s'applique des analyses des boues entreposées à l'extérieur de la station d'épuration. A moins de posséder des résultats de la qualité des volumes de boues à valoriser jugés plus pertinents, cette valeur moyenne doit servir à la rédaction du plan agronomique de valorisation.

4.1.3 Les critères relatifs aux composés organiques potentiellement dangereux

Toutes les boues, y compris celles ayant subi un traitement à la chaux, montrant une teneur supérieure à 10 mg de biphényles polychlorés (BPC) par kilogramme de matière sèche ne peuvent être valorisées. Toutefois, les boues contenant plus de 3 mg de BPC par kilogramme de matière sèche devront obligatoirement être incorporées superficiellement (10 cm) dans le sol.

4.1.4 Les critères relatifs à la qualité biologique

Les boues stabilisées par digestion aérobie, les boues stabilisées par digestion anaérobie et les boues provenant de systèmes de traitement des eaux usées par aération prolongée, par fossés d'oxydation et par étangs dont l'âge-équivalent de boues est supérieure à 20 jours peuvent être valorisées.

Pour être reconnues aptes à la valorisation agricole, les boues traitées à la chaux doivent montrer un pH supérieur à 12 pendant une période minimale de deux (2) heures après avoir procédé à l'ajout de chaux. Cette alcalinisation peut être faite par l'utilisation de chaux vive (CaO) ou encore de chaux hydratée (Ca(OH)_2).

4.2 LA QUALITÉ DU LIEU RÉCEPTEUR

4.2.1 Les critères relatifs aux qualités du sol

Les lieux récepteurs devront répondre à des critères relatifs à la nature et aux conditions du sol en vue de conserver la qualité du sol, des cultures et préserver les composantes de l'environnement.

- 1) Précédemment à la valorisation de boues, on doit mesurer la fertilité du sol de chacune des parcelles réceptrices. Ainsi, les analyses de sol, effectuées selon la méthode Mehlich III, visent à déterminer la teneur des paramètres agronomiques courants et, au besoin, les paramètres environnementaux dont

il est nécessaire d'effectuer le suivi (section 4.1.2 et annexe 7). Pour les paramètres agronomiques, le rapport d'analyse de sol ne doit pas dater de plus d'une saison de croissance précédemment à l'application de boues au sol. Dans le cas des paramètres environnementaux, le rapport d'analyse de sol doit être récent (moins de six mois). Dans tous les cas, les rapports d'analyses doivent être signés par un chimiste. L'agronome doit rédiger son plan agronomique de valorisation à partir des informations fournies par ces analyses (section 4.1.2);

- 2) une parcelle dont le sol montre un niveau de fertilité en phosphore qui dépasse 250 kg P assimilable à l'hectare (selon Mehlich III) ne doit pas recevoir des quantités de phosphore supérieures au besoin de la culture pratiquée tel qu'indiqué dans les grilles de fertilisation. De plus, sur les sols dont la teneur en phosphore assimilable (selon Mehlich III) atteint le niveau prévu dans tout règlement régissant la pollution par les déjections animales ou par les engrais minéraux, la valorisation agricole des boues doit se faire en conformité avec ces derniers. Les niveaux de fertilité, les besoins en éléments fertilisants et les grilles de fertilisation sont ceux élaborés par le CPVQ;
- 3) précédemment à la valorisation, les boues dont un ou plusieurs paramètre(s) dépasse(nt) les teneurs limites souhaitables sans dépasser les teneurs limites maximales nécessitent obligatoirement que l'on mesure la teneur totale du sol en ce ou ces métal(aux) lourd(s) et ceci pour chacune des parcelles réceptrices;
- 4) les sols dont la teneur totale en métaux lourds dépasse les indices recommandés de teneurs maximales indiqués au tableau 4.2 ne pourront recevoir de boues à des fins de valorisation agricole. Cependant, en ce qui regarde le cuivre (Cu), le molybdène (Mo) et le zinc (Zn), il sera possible de valoriser des boues sur des sols dont les teneurs totales dépassent les indices recommandés mentionnés au présent guide à condition qu'un agronome le justifie de façon écrite. Ces recommandations seront basées sur des analyses de bio-disponibilité dans les sols faites selon la méthode Mehlich III;
- 5) dans le cas des boues provenant des étangs de déphosphatation, en plus de mesurer les teneurs des différents paramètres énumérés à l'annexe 7, on doit obligatoirement tenir compte de la précédente remarque (énoncé 4) et mesurer le contenu total en aluminium (Al) ou en fer (Fe) des sols de chacune des parcelles réceptrices à chaque occasion où l'on désire valoriser ces boues;

- 6) afin de prévenir les problèmes de contamination des sols et des cultures, le sol de toute parcelle ayant reçu ou atteignant au cours d'un épandage de boues le total de 135 kg d'azote disponible à l'hectare, selon les règles prescrites, doit être échantillonné et analysé pour en mesurer la teneur en chacun des métaux lourds (annexe 7) avant de réaliser la valorisation de nouveaux volumes de boues;
- 7) dans le cas d'une valorisation à des fins de fertilisation, les sols de chacune des parcelles utilisées à des fins de valorisation agricole des boues doivent montrer un pH-eau égal ou supérieur à 6. Dans le cas d'une valorisation de boues traitées à la chaux, il faudra s'assurer que l'ajout de ces boues puisse permettre au sol d'atteindre un pH-eau égal ou supérieur à 6 sans créer de surchaulage. Par la suite, il est nécessaire de maintenir ce même niveau de pH-eau en tout temps;
- 8) la nappe phréatique doit être à un minimum d'un mètre sous la surface pour les sols d'infiltration lente et modérée et à 1,5 mètre ou plus pour les sols d'infiltration rapide;
- 9) les sols doivent avoir une profondeur d'au moins 1,5 mètre (jusqu'à la roche-mère);
- 10) l'épandage de boues sur les sols organiques, sur les sols situés en zone inondable et sur les sols susceptibles au ravinement est interdit;
- 11) l'épandage de boues est proscrit sur les sols saturés d'eau, gelés ou enneigés;
- 12) la parcelle réceptrice devra avoir une pente inférieure ou égale à 6 pour cent.

4.2.2 Les critères relatifs aux métaux lourds dans le sol

Il est nécessaire d'établir des critères relatifs aux concentrations de métaux lourds dans le sol afin d'éviter des accumulations inacceptables et de prévenir les effets toxiques pour les végétaux. A cette fin, le tableau 4.2 présente des indices recommandés de teneurs en métaux lourds maximales dans le sol à tenir compte. C'est à partir des valeurs de ce tableau que l'on détermine la possibilité de valoriser des boues selon les critères présentés à la section 4.2.1 et que l'on effectue le contrôle agronomique et environnemental prévu à la section 4.5.

Tout échantillon de sol à analyser pour ces éléments doit avoir été broyé à 100 mailles et l'extraction des éléments doit être réalisée par digestion à l'aide des acides nitrique et chlorhydrique.

**TABLEAU 4.2: Indices recommandés de teneur totale en métaux lourds
dans les sols (mg/kg) (1991)**

As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Se	Zn
7,5	2,0	15,0	120,0	100,0	0,5	2,0	18,0	50,0	1,4	185,0

Références: Standish, J.F., 1981. Concentrations de métaux lourds dans les matières d'égout traitées et les sous-produits. Agriculture Canada, Direction générale, Production et inspection des aliments, Trade memorandum T-4-93, 3 p.

OMAF, OME and OMH, 1986. Ontario's guideline for sewage sludge utilization on agricultural lands. 32 p.

NOTE: Il se peut qu'au-dessus de ces indices, certaines cultures montrent des problèmes de croissance et/ou de qualité.

4.2.3 Les critères reliés à l'eau

Les cours d'eau, puits et prises d'eau doivent être protégés d'une migration d'éléments polluants pouvant être apportés par les boues. Dans tous les cas, il est très souhaitable qu'une bande riveraine soit implantée le long des cours d'eau. Cette précaution augmente l'assurance de ne pas détériorer la qualité des eaux. Ainsi, il est recommandé de respecter les distances suivantes:

- a) puits ou prise d'eau: respecter un rayon minimal de **90 mètres** ;
- b) cours d'eau, comme indiqué au tableau 4.3:

TABLERAU 4.3: Distances minimales d'épandage à respecter en bordure des cours d'eau

Pente (pour cent)	Distance à respecter pour la valorisation (m)
0 à 3	60
3 à 6	120
> 6	aucune valorisation

Adapté de: OMAF, OME et OMH, 1986. Ontario's guidelines for sewage sludge utilization on agricultural lands. 32 p.

4.2.4 Les critères reliés à la présence d'infrastructures

Afin de minimiser les nuisances à l'égard de la population avoisinante, il est recommandé de se conformer aux distances présentées au tableau 4.4. Les distances prévues à la présente section incluent, lorsqu'il y a des bâtiments, le terrain attenant (propriété).

TABLERAU 4.4: Distance minimum d'épandage à respecter par rapport aux infrastructures

Infrastructure	Distance (m)
<u>Développement résidentiel</u>	500
<u>Institution et zone récréative</u>	200
<u>Habitation ou édifice isolé</u>	90
Route	10

Adapté de: Alberta environment, 1983. Guidelines for the application of municipal wastewater sludges to agricultural lands. Standards and approvals division, Earth sciences division, 26 p.
OMAF, OME et OMH, 1986. Ontario's guidelines for sewage sludge utilization on agricultural lands. 32 p.

4.3 LA NATURE DES CULTURES

4.3.1 Les cultures à privilégier

Tant par leur nature que par leur utilisation, les cultures telles que maïs-grain, maïs-ensilage, céréales servant à l'alimentation des animaux (blé, orge, avoine, etc.), pâturage, prairie ainsi que la culture de gazon se prêtent bien à la valorisation agricole des boues.

Dans le cas des pâturages, un délai de six (6) mois doit s'écouler entre le moment d'épandage et le retour du bétail à la paissance.

En ce qui regarde les prairies, les boues doivent être appliquées en début de saison de croissance ou dans les jours suivant immédiatement la fauche. Dans le présent cas, il faut respecter un délai minimum de six (6) semaines entre la date d'épandage et la consommation des fourrages provenant de ces superficies.

4.3.2 Les cultures à exclure

Il est interdit d'épandre des boues sur les sols où l'on pratique des cultures de fruits et de légumes, de céréales et de sarrasin destinées à la consommation humaine ainsi que la culture du tabac. Toute parcelle ayant reçu des boues ne pourra être utilisée pour la production de cultures exclues au cours des deux (2) années suivant la date d'épandage des boues.

4.4 L'ÉPANDAGE

L'épandage de boues doit se faire selon un plan agronomique préparé et signé par un agronome. Il doit tenir compte de la qualité de la boue, des caractéristiques du sol récepteur, des besoins en éléments nutritifs, du besoin en chaux, si nécessaire, ainsi que des conditions d'épandage. De plus, ce document doit prévoir l'utilisation optimale des déjections animales (fumiers, lisiers et purins) produites et gérées (entente(s) d'épandage) par chaque entreprise agricole.

En tout temps, l'épandage des boues doit être réalisé sous la supervision d'un agronome. Cette tâche consiste à faire respecter les critères élaborés au présent guide et le plan agronomique préparé en fonction des informations recueillies.

4.4.1 Les périodes d'épandage

Les périodes les plus propices à la valorisation des boues dépendent principalement des conditions climatiques, de la nature du sol et des cultures pratiquées.

Ainsi, il faut attendre que le sol soit ressuyé au printemps et qu'il se soit suffisamment drainé pour assurer le passage de la machinerie sans créer de compactage du sol. Il en est de même après une période pluvieuse. Les boues ne

doivent pas être épandues en cas de pluie et lorsque le sol est enneigé, gelé ou saturé d'eau.

À la fin de la saison de croissance, seuls les sols qui présentent un couvert végétal avant et au cours de l'hiver (prairies, pâturages, céréales d'automne, engrais vert, etc.) pourront être fertilisés par un apport de boues. En ce qui regarde les boues traitées à la chaux, seules les superficies dont on désire établir un couvert végétal avant l'hiver (prairies, pâturages, céréales d'automne, engrais vert, etc.) pourront être ainsi fertilisées et amendées par de telles boues. De plus, il faudra s'assurer que l'ajout de boues traitées à la chaux permet au sol d'atteindre un pH-eau égal ou supérieur à 6 sans créer de surchauffage.

Dans tous les cas, les apports de boues doivent correspondre à la fraction de la saison de croissance qui reste à écouler. C'est donc dire qu'en aucun cas on ne pourra valoriser des boues en prévision de la saison de croissance à venir. En tout temps, il sera nécessaire que la superficie réceptrice ait un couvert végétal en état de produire ou que l'on en implante un dans les 48 heures suivant l'épandage. Après le 30 septembre, tout épandage de boues ou de boues traitées à la chaux est interdit.

On peut donc conclure que le printemps est particulièrement propice à la valorisation des boues, soit avant ou après le semis dans le cas du maïs et des céréales. De plus, sur les prairies et les pâturages, la valorisation devrait se faire avant le démarrage de la végétation ou encore après les coupes ou les paissances selon les diverses règles énoncées dans ce document. Enfin, pour les boues stabilisées par traitement biologique, on peut aussi procéder à la valorisation lorsque le maïs atteint 25 cm de hauteur, si l'on est équipé à cette fin.

4.4.2 Le mode d'épandage

Seuls les modes d'épandage regroupant les caractéristiques suivantes sont jugés aptes à la valorisation agricole des boues dans un objectif de plein emploi des valeurs agronomiques et de protection de l'environnement:

- tout épandage doit être uniforme sur l'ensemble de la surface des parcelles (tant en termes de couverture qu'en termes de volumes appliqués par unité de surface);
- dans le cas des épandages en pré-semis, ils se font généralement à la volée suivi d'une incorporation superficielle (profondeur maximale 10 cm) dans les 24 heures;
- dans le cas des épandages en post-émergence, ils se font préférablement en bandes avec, lorsque possible, incorporation superficielle dans les 24 heures;

- dans le cas des boues traitées à la chaux, il est essentiel de les valoriser sur des parcelles sans végétation compte tenu que leur pH élevé peut causer des effets néfastes à cette dernière;
- dans le cas des boues liquides (2 à 12 % de m.s), en tout temps la charge hydrique maximale journalière à ne pas dépasser est de 100 m³/ha.

4.4.3 Les doses d'épandage

En tout temps, les doses d'épandage de boues sont basées sur des recommandations correspondant aux besoins des plantes (recommandés par le CPVQ) établis à partir de l'analyse du sol de la parcelle réceptrice, de la disponibilité des éléments nutritifs contenus dans les boues et, s'il y a lieu, de la valeur comme amendement calcaire.

L'annexe 9 donne un exemple détaillé de calcul d'une dose d'épandage de boues.

4.4.3.1 Les fertilisations à base de boues

Dans le cas d'une fertilisation, le calcul des doses de boues tient compte, d'une part, de l'azote immédiatement disponible dans les boues (l'azote inorganique (azote ammoniacal, nitrates et nitrites) en plus de l'azote organique minéralisé au cours de la première saison) et, d'autre part, du phosphore disponible l'année d'épandage.

Pour les cultures annuelles, la dose recommandée ne doit pas excéder les besoins azotés tels qu'établis dans les grilles de fertilisation du CPVQ. Dans le cas des prairies et des pâturages, la dose d'épandage doit correspondre à la régie de fertilisation de la saison de croissance en cours (régie de coupes). Dans tous les cas, les apports de boues doivent correspondre à la fraction de la saison de croissance qui reste à écouler.

À la fin de la saison de croissance, seules les cultures qui présenteront un couvert végétal avant et au cours de l'hiver (prairies, pâturages, céréales d'automne, engrais vert, etc.) pourront être fertilisées par un apport de boues. En tout temps, il est nécessaire que la superficie réceptrice ait un couvert végétal en état de produire ou que l'on plante un couvert végétal dans les 48 heures qui suivent l'épandage. De plus, en aucun cas, on ne pourra valoriser des boues en prévision de la saison de croissance à venir.

En tout temps, la limite des apports ne doit jamais dépasser le maximum de 135 kg N disponible à l'hectare sur une période de 5 ans.

Toutefois, une parcelle dont le sol montre un niveau de fertilité en phosphore qui dépasse 250 kg P assimilable à l'hectare (selon Mehlich III) ne doit pas recevoir des quantités de phosphore supérieures au besoin de la culture

pratiquée tel qu'indiqué dans les grilles de fertilisation. De plus, sur les sols dont la teneur en phosphore assimilable (selon Mehlich III) atteint le niveau prévu dans tout règlement régissant la pollution par les déjections animales ou par les engrais minéraux, la valorisation agricole des boues doit se faire en conformité avec ces derniers. Les niveaux de fertilité, les besoins en éléments nutritifs et les grilles de fertilisation sont ceux élaborés par le CPVQ.

4.4.3.2 Les fertilisations et les besoins en chaux comblés par des boues traitées à la chaux

En tout temps, la limite maximale de boues traitées à la chaux à apporter sur une période de cinq ans est de 135 kg d'azote disponible par hectare en une ou plusieurs applications. Les apports sont aussi limités par les besoins en chaux du sol et les besoins azotés de la culture pratiquée. L'apport maximum correspond à la plus faible des quantités permettant de combler les besoins d'une de ces deux composantes.

Dans le présent cas, il faudra s'assurer que l'ajout de ces boues puisse permettre au sol d'atteindre un pH-eau égal ou supérieur à 6 sans créer de surchaulage. Par la suite, il est nécessaire de maintenir ce même niveau de pH-eau en tout temps.

Un sol dont le niveau de fertilité en phosphore dépasse 250 kg P assimilable à l'hectare (selon Mehlich III) ne doit pas recevoir des quantités de phosphore supérieures au besoin de la culture pratiquée et tel qu'indiqué dans les grilles de fertilisation. De plus, la valorisation agricole des boues de stations d'épuration des eaux usées municipales est interdite sur des superficies de sol dont la teneur en phosphore assimilable (selon Mehlich III) atteint le niveau prévu dans tout règlement régissant la pollution par les élevages d'animaux ou par les engrais minéraux. Les niveaux de fertilité, les besoins en éléments nutritifs et les grilles de fertilisation sont ceux élaborés par le CPVQ.

Étant donné le pH élevé des boues traitées à la chaux, il est recommandé de ne pas valoriser ces boues sur une superficie ayant une couverture végétale.

À la fin de la saison de croissance, seules les superficies dont on désire établir un couvert végétal avant l'hiver (prairies, pâturages, céréales d'automne, engrais vert, etc.) pourront être fertilisées et amendées par un apport de boues traitées à la chaux. De plus, en aucun cas, on ne pourra valoriser des boues en prévision de la saison de croissance à venir. Enfin, en tout temps, il sera nécessaire que l'on implante un couvert végétal sur toute parcelle réceptrice dans les 48 heures qui suivent l'épandage.

4.4.3.3 L'indice de disponibilité de l'azote provenant des boues

Pour rédiger un plan agronomique de valorisation agricole des boues, l'agronome doit avoir en main une certaine quantité d'informations dont le type de culture pratiquée et le type de boues valorisées. Ces dernières, combinées à d'autres, lui permettent d'établir les doses précises à épandre. C'est ainsi que la recherche québécoise nous fournit les informations suivantes sur le coefficient d'efficacité de la fraction organique de l'azote provenant des boues. Ces données sont compilées au tableau 4.5.

Ce coefficient s'insère dans l'équation générale qui suit et permet d'atteindre l'objectif premier qui est d'apporter la quantité précise d'éléments nutritifs nécessaires pour répondre aux besoins de la culture pratiquée.

Équation générale de disponibilité de l'azote provenant des boues:

$$N \text{ disponible} = N \text{ inorganique} + (CEFO \times N \text{ organique})$$

TABLEAU 4.5 Valeurs des coefficients d'efficacité de la fraction organique de l'azote des boues (CEFO)

CULTURES	TYPES DE BOUES	CEFO		
Maïs	Tous les types de boues	30 %		
Céréales	Tous les types de boues	20 %		
		Coupe I	Coupe II	Coupe III
Prairies, régie à 3 coupes	Boues aérobies liquides	30 %	15 %	5 %
Prairies, régie à 3 coupes	Boues aérobies déshydratées	20 %	5 %	5 %
Prairies, régie à 3 coupes	Boues anaérobies déshydratées	10 %	5 %	5 %

Référence: Consortium de financement pour la réalisation d'un projet de recherche et de démonstration sur les techniques de la valorisation agricole des boues de station d'épuration, 1990. Recherche sur les effets d'entreposage des boues d'épuration et comparaison des valeurs fertilisantes des boues liquides versus les boues déshydratées. Volet IV. Phase 3: Essais sur parcelles au champ. Rapport intégral. Rapport préparé par Urgel Delisle et Associés, 95 p.

4.4.3.4 Le volume de boues à épandre établi d'après les besoins en azote de la culture

Pour une parcelle de maïs où des boues aérobies déshydratées sont incorporées au sol au printemps, la quantité d'azote disponible pour cette culture se calcule de la façon suivante:

$$N \text{ disponible} = N \text{ inorganique} + 0,3 N \text{ organique}$$

$$N \text{ disponible} = \text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- - \text{NO}_3^- + 0,3 (\text{NTK} - \text{NH}_4^+)$$

Connaissant l'azote disponible et les besoins spécifiques de la culture visée, il est possible de déterminer la dose de boues requise.

Par exemple, supposons des boues contenant 30 kg/t (m.s.) d'azote total Kjeldhal et 10 kg NH_4^+ /t (m.s.) et de 0,2 kg $\text{NO}_2^- - \text{NO}_3^-$ /t (m.s.). Avec ces boues, nous désirons combler une partie des besoins en azote d'une culture de maïs totalisant 180 kg N/ha soit 100 kg N disponible/ha.

La quantité d'azote disponible est de:

$$10,2 + 0,3 (30 - 10) = 16,2 \text{ kg N disponible/t (m.s.)}$$

La dose de boues correspondant à l'apport d'azote prévu est de:

$$100 \text{ kg N/ha} \div 16,2 \text{ kg N disponible/t (m.s.)} = 6,17 \text{ t (m.s.)/ha}$$

De plus, il est nécessaire de vérifier la concordance de l'apport en phosphore pour ne pas dépasser les besoins de la plante dans le cas des sols riches (grilles de fertilisation du CPVQ) tel que mentionné précédemment à la section 4.2.1.

4.4.3.5 Le volume de boues à épandre établi d'après les besoins en phosphore de la culture

Dans les boues le phosphore présent l'est généralement dans une proportion de 70 %. Ainsi, l'équation montrant sa disponibilité est la suivante:

$$\begin{aligned} P \text{ total} \times 0,70 &= P \text{ disponible} \\ P \text{ disponible} \times 2,29 &= \text{P}_2\text{O}_5 \text{ disponible} \end{aligned}$$

Supposons une boue dont la teneur en phosphore total égale 10 kg P/t (m.s.) et une culture nécessitant 80 kg P_2O_5 /ha.

Le P_2O_5 disponible de cette boue correspond à:

$$10 \text{ kg P/t (m.s.)} \times 0,70 \times 2,29 = 16 \text{ kg } \text{P}_2\text{O}_5 \text{ disponible/t (m.s.)}$$

La dose de boues répondant au besoin en P_2O_5 est de:

$$80 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha} \div 16 \text{ kg } P_2O_5 \text{ disponible/t (m.s.)} = 5 \text{ t (m.s.)}/\text{ha}$$

4.4.3.6 Le volume de boues traitées à la chaux à épandre établi d'après les besoins en chaux du sol

Comme la mesure du pouvoir neutralisant de boues traitées à la chaux ne peut être obtenu par voie analytique, il convient d'utiliser une méthodologie simple et fiable. C'est ce que nous vous proposons ici.

Supposons une boue traitée à la chaux vive à 300 kg-équivalent CaO /t(m.s.) dont la teneur en calcium (Ca) après analyse est de 256 000 mg/kg m.s. et la finesse de mouture de la chaux égale à 100. De plus, supposons un sol dont le pH tampon est de 6,9 et dont on désire atteindre un pH eau de 6,5. Le besoin en chaux de ce sol se situe à 1,2 t $CaCO_3$ /ha.

Ainsi, le besoin de 1,2 t $CaCO_3$ /ha correspond à:

$$1200 \text{ kg } CaCO_3/\text{ha} \times 40/100 = 480 \text{ kg Ca/ha}$$

On doit donc apporter:

$$480 \text{ kg Ca/ha} \div 256 \text{ kg Ca/t (m.s.) boues} = 1,88 \text{ t (m.s.) boues chaulées/ha.}$$

4.4.4 La dose et la fréquence maximales d'épandage

Dans tous les cas, la quantité maximale de boues à épandre ne doit pas dépasser 135 kg d'azote disponible à l'hectare sur une période de cinq ans. Cet apport peut être scindé en de plus petites quantités et ce, de façon à ne jamais dépasser 135 kg d'azote disponible à l'hectare au total pour les cinq années. Cette mesure ayant pour principal objectif d'éviter toute accumulation importante de phosphore et de métaux lourds dans les sols récepteurs ou pouvant être transmis aux cultures pratiquées sur les parcelles réceptrices.

4.5 LE CONTRÔLE AGRONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

4.5.1 Avant chaque activité de valorisation

Dans le cas des boues contenant un ou plusieurs des métaux dépassant les teneurs limites souhaitables sans dépasser les teneurs limites maximales, on doit prélever un échantillon de sol pour mesurer la teneur totale du ou des métal (aux) lourds dépassant la teneur limite souhaitable et ceci pour chacune des parcelles réceptrices et avant chacune des activités de valorisation. Cette procédure est rendue nécessaire à cause des risques liés à la présence naturelle des métaux lourds dans les sols agricoles.

Dans le cas des boues provenant des étangs de déphosphatation, en plus de mesurer les teneurs des différents paramètres énumérés à l'annexe 7, il est obligatoire de mesurer le contenu total en aluminium ou en fer du sol de chacune des parcelles réceptrices où l'on désire valoriser ce type de boues.

Afin de prévenir les problèmes de contamination des sols et des cultures, le sol de toute parcelle ayant reçu ou atteignant au cours d'un épandage de boues le total de 135 kg d'azote disponible à l'hectare, selon les règles prescrites, doit être échantillonné et analysé pour en mesurer la teneur en chacun des métaux lourds (annexe 7) avant de réaliser la valorisation de nouveaux volumes de boues.

4.5.2 Vérification avant et/ou après l'épandage

En tout temps, si l'agronome le juge à propos ou s'il envisage des problèmes particuliers, une vérification de la qualité de l'eau (annexe 6), du sol (tableau 4.2 et annexe 7) et/ou des végétaux (annexe 8) peut être réalisée avant et/ou après l'épandage de boues.

4.6 L'ÉQUIPEMENT D'ÉPANDAGE

Pour les boues liquides (moins de 12 % de m.s.), l'équipement conventionnel utilisé pour l'épandage des lisiers peut généralement réaliser ce travail. On retrouve aussi de l'équipement spécialement conçu pour la valorisation agricole des boues. Ainsi, des citernes automotrices de 6 800 litres ou plus munies de pneus à grande surface portante (type Terragator) peuvent être utilisées. Elles se ravitaillent à une citerne en provenance de la station d'épuration des eaux usées municipales. Pour le transport sur de moyennes distances, un camion doté d'une citerne de 11 300 à 15 000 litres peut être considéré. Et sur de courtes distances, des citernes tirées par des tracteurs peuvent convenir. Enfin, en tout temps il faut cependant **prévenir les problèmes de compactage du sol et de disparition de la couverture végétale causés par le passage successif et l'enlisement de ces véhicules lourdement chargés.**

Les équipements actuellement disponibles permettent difficilement un épandage adéquat (uniformité latérale) de boues pâteuses (15 à 25 % de m.s.). Entre autres, dans plusieurs situations, ils ne permettent pas de satisfaire aux exigences agronomiques et environnementales en vigueur. Il faut donc, lorsque cela est possible, sélectionner les équipements les mieux adaptés.

Quant aux boues solides (plus de 25 % de m.s.), les épandages peuvent se faire en apportant quelques modifications aux équipements utilisés à la ferme pour épandre des fumiers solides.

Tout transport de boues sur la voie publique doit respecter les lois et règlements se rapportant au transport sur les voies publiques. Dans le cas des boues liquides, cette activité doit s'effectuer dans un contenant ou un véhicule fermé et étanche. Dans le

cas des boues pâteuses et solides, les véhicules doivent avoir des contenants ou des véhicules étanches.

Dans tous les cas, les réservoirs des équipements d'épandage doivent avoir été nettoyés avant de valoriser des boues.

4.7 L'ENTREPOSAGE EN MILIEU AGRICOLE

Pour entreposer des boues de stations d'épuration des eaux usées municipales en milieu agricole, il est essentiel de se conformer aux réglementations mises en vigueur par les divers paliers gouvernementaux (municipalités, municipalités régionales de comté, Commission de protection du territoire agricole du Québec, etc.) et d'obtenir les autorisations nécessaires avant d'acheminer sa demande d'autorisation à la Direction régionale du ministère de l'Environnement du Québec. Cette demande doit être accompagnée de plans et devis préparés par un ingénieur et qui respectent les critères de la directive numéro 016 du ministère de l'Environnement du Québec intitulée "Entreposage du fumier, du lisier et du purin". La localisation doit également respecter le Règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale et le Règlement modifiant ce règlement paru dans la G.O.Q. # 30 1984 pp.3554 ou tout règlement leur substituant.

Si le certificat est délivré, la construction pourra débuter. Une vérification des travaux doit être faite par un ingénieur lors de la construction. Ce dernier devra produire une attestation que les travaux ont été réalisés selon les plans et devis. Cette attestation devra avoir été produite et envoyée au Ministère avant de commencer à utiliser la structure.

Les boues liquides (moins de 12 % de m.s.) doivent être entreposées dans des structures qui satisfont, au minimum, aux caractéristiques des structures prévues pour l'entreposage du lisier et du purin. Toutefois, les boues pâteuses (15 à 25 % de m.s.) et les boues solides (plus de 25 % de m.s.) doivent être entreposées dans des structures conçues au minimum pour l'entreposage du fumier. Cependant, en aucun cas, il ne sera permis d'entreposer même temporairement des boues déshydratées à même le sol.

Enfin, en aucune occasion, il n'est autorisé d'entreposer d'autres types de résidus avec des boues de station d'épuration des eaux usées municipales et vice versa.

CHAPITRE 5

LES AUTRES CONSIDÉRATIONS

5.1 LES AUTORISATIONS, LES ENTENTES ET LES REGISTRES

- a) Le producteur de boues doit obtenir un certificat d'autorisation du ministère de l'Environnement du Québec en vue d'utiliser les boues produites par sa station d'épuration des eaux usées municipales et les lieux de valorisation. Cette demande doit être formulée par voie écrite annuellement (usine) ou selon la fréquence des vidanges (étangs). De plus, elle doit être accompagnée d'une résolution du conseil municipal et remplir toutes les exigences mentionnées au présent document;
- b) le producteur de boues et l'utilisateur (producteur agricole) doivent signer une entente (annexe 10) portant sur les modalités de la valorisation agricole des boues de la station d'épuration des eaux usées municipales;
- c) avant le 31 décembre de chaque année, toutes les activités de valorisation de l'année se terminant devront faire l'objet d'un rapport annuel et être consignées dans un registre prévu à cette fin (annexe 12). Une première copie du rapport annuel sera envoyé à la direction régionale du ministère de l'Environnement du Québec et une seconde au bureau régional du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Le registre sera conservé par la municipalité et pourra être consulté en tout temps par le ministère de l'Environnement du Québec, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et tout agronome responsable d'un dossier de valorisation devant prendre connaissance de cette information.

5.2 LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ

La sécurité du personnel des stations et des opérations d'épandage nécessite des mesures élémentaires d'hygiène (tenue de travail, douche, etc.) et des mesures d'ordre médical (vaccinations s'il y a lieu).

CHAPITRE 6

LE PROGRAMME DE VALORISATION AGRICOLE

Tout programme de valorisation agricole des boues de station d'épuration des eaux usées municipales repose sur un ensemble de tâches qui doivent être effectuées selon une séquence chronologique donnée. Cette façon de procéder permet de posséder des informations fiables favorisant la prise de décisions éclairées à tout moment quant à l'implantation et la bonne marche du programme de valorisation. Cela a aussi comme principal avantage de ne pas encourir de frais inutilement.

6.1 LES ÉTAPES D'UN PROGRAMME INDIVIDUEL DE VALORISATION AGRICOLE

Dans le but de réaliser un programme de valorisation conforme aux exigences du présent document et d'éviter d'encourir inutilement des frais, il convient de procéder de façon méthodique. C'est pourquoi la présente section vous propose une démarche préparée selon un ordre chronologique des principales étapes comprises dans un tel dossier. Il se peut qu'en certaines circonstances des étapes doivent être devancées ou reportées. Entre parenthèses vous trouvez la page correspondant à ce point.

- A) Entrer en contact avec le ministère de l'Environnement du Québec;
- B) Caractérisation des boues;
 - Caractérisation biologique (p. 23);
 - Méthodologie d'échantillonnage et d'analyse (p. 21 et 59);
 - Caractérisation physico-chimique (p. 21, 22, 23 et 67);
 - Volume de boues produites annuellement ou à valoriser;
- C) Délivrance, si nécessaire, d'un certificat d'autorisation pour entreposer des boues d'épuration des eaux usées municipales dans une structure localisée en milieu agricole par la Direction régionale du ministère de l'Environnement du Québec avec l'autorisation des divers paliers gouvernementaux touchés;
- D) Élaboration du mandat de l'agronome et recrutement;
- E) Étude de faisabilité de la valorisation agricole des boues de la municipalités, si nécessaire (Cette étape comprend les étapes F, I et certains éléments de l'étape J de la présente section et nécessite l'utilisation des éléments prévus à l'annexe 13 (p.91));
- F) Évaluation sommaire des superficies nécessaires à la valorisation agricole des volumes de boues produites par la station d'épuration des eaux usées municipales;
- G) Recrutement de producteurs agricoles susceptibles d'être intéressés;

- H) Rencontre d'information pour les producteurs agricoles intéressés;
- I) Identification des superficies individuelles disponibles;
- Soustraire les superficies nécessaires à la valorisation des déjections animales de la ferme (fumier, lisier et autres);
 - et/ou éliminer les superficies liées par une entente d'épandage de fumiers et/ou lisiers;
- J) Analyse du ou des lieu(x) récepteur(s);
- Critères relatifs à la qualité du sol dont une analyse des paramètres agronomiques du sol de chacune des parcelles réceptrices (p. 23, 24, 25 et 71);
 - Critères relatifs aux métaux lourds contenus dans le sol dont une analyse des paramètres environnementaux du sol, si nécessaire (p. 25, 26, 34, 35 et 71);
 - Critères reliés à l'eau (p. 26 et 27);
 - Critères reliés à la présence d'infrastructures (p. 27);
 - Nature des cultures (p. 28);
 - Contrôle agronomique et environnemental, si requis (p. 34, 35 et 71);
- K) Entente écrite entre le producteur de boues et chacun des producteurs agricoles (p. 81 à 85);
- L) Élaboration d'un plan agronomique de valorisation pour chaque parcelle retenue en tenant compte des éléments retenus au présent guide. Ce document, signé par un agronome, doit d'abord tenir compte des précédents culturels et pour prévoir une utilisation optimale de la totalité des déjections animales produites et/ou reçues (entente(s) d'épandage) sur la ferme et, ensuite, de la meilleure utilisation possible des boues. L'utilisation des déjections animales est présentée sous forme d'un plan sommaire (p. 28 à 34, 42 et 75);
- M) Soumission par le producteur de boues du dossier complété à sa Direction régionale du ministère de l'Environnement du Québec (p. 41);
- N) Délivrance du certificat d'autorisation (p. 41);
- O) Recrutement d'un entrepreneur pour réaliser les travaux de reprise, de transport et d'épandage;
- P) Supervision par l'agronome de la surveillance des travaux de reprise, transport et épandage de boues avec vérification du respect du plan agronomique de valorisation et des critères contenus au Guide de bonnes pratiques (p. 42 à 44);
- Q) Délivrance d'un bulletin de livraison (p. 42 et 87);

- R) Contrôle agronomique et environnemental et vérification après l'épandage, si requis (p. 34, 35 et 71);
- S) Production d'un rapport annuel complet de toutes les activités de valorisation doit être envoyé à la Direction régionale du ministère de l'Environnement du Québec et au Bureau régional du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec concernés (p. 37);
- T) Tenue d'un registre des activités de valorisation (p. 37 et 89).

6.2 LES DOCUMENTS ET LES INFORMATIONS À FOURNIR AU MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC LORS DE LA PRÉSENTATION D'UN DOSSIER DE VALORISATION AGRICOLE DES BOUES

Voici les documents et les diverses informations que vous devez fournir à la Direction régionale du ministère de l'Environnement du Québec concernée pour obtenir un certificat d'autorisation pour la valorisation agricole des boues de stations d'épuration des eaux usées municipales:

- A) une résolution écrite du producteur de boues demandant au ministère de l'Environnement de procéder à la valorisation agricole de ses boues;
- B) un minimum de trois (3) originaux de rapports d'analyses de boues récents (moins d'un an) datés et dûment identifiés dont le dernier échantillon doit avoir été prélevé au cours des trois (3) derniers mois. Lorsque les boues sont entreposées dans une structure ne faisant pas partie des équipements d'assainissement (entreposage en milieu agricole), les boues doivent avoir été analysées préalablement à leur transfert. De plus, il sera nécessaire de prélever un échantillon représentatif de la masse entreposée hors de la station d'épuration avant sa valorisation selon une fréquence et une méthodologie à être approuvées par le MENVIQ. Cette dernière valeur combinée à celles recueillies au cours de la période de 12 mois précédant l'épandage permettront de préciser le contenu du produit entreposé que l'on désire valoriser.

Ces analyses doivent:

- a) provenir de trois (3) échantillons différents de boues prélevés selon l'annexe 4 du présent document;
- b) présenter les teneurs de tous les paramètres prévus à l'annexe 5 du présent document;
- c) avoir été faites par un laboratoire accrédité pour l'analyse des boues par le ministère de l'Environnement du Québec;
- d) être signées par un chimiste;

- C) la provenance des boues;
- D) le volume de boues à valoriser;
- E) le niveau et le mode de stabilisation;
- F) le nom et les coordonnées du propriétaire, le numéro de lot, la localisation et la superficie de chacune des parcelles réceptrices;
- G) la durée et la période prévue de l'activité de valorisation pour chaque parcelle réceptrice;
- H) une évaluation détaillée de chaque parcelle réceptrice comprenant un original du rapport d'analyse de sol signé par un chimiste, les différents critères retenus au chapitre 4 et, au besoin, les informations nécessaires au contrôle agronomique et environnemental de chacune des parcelles réceptrices;
- I) un plan agronomique de valorisation agricole des boues signé par un agronome pour chaque parcelle retenue tenant compte des précédents culturaux et prévoyant une utilisation optimale des déjections animales produites et/ou reçues (entente(s) d'épandage) sur la ferme et, ensuite, de la meilleure utilisation possible des boues tout en tenant compte des éléments prévus au présent guide. L'utilisation des déjections animales est présentée sous forme d'un plan sommaire;
- J) copie du certificat d'autorisation de la structure d'entreposage des boues en milieu agricole et des autorisations des différents paliers gouvernementaux touchés, si cela s'applique.

6.3 LES RESPONSABILITÉS DU PRODUCTEUR DE BOUES

Le producteur de boues a comme principale responsabilité de réaliser la valorisation conformément aux critères et étapes retenus aux chapitres 4, 5 et 6 du présent document. Ainsi, il doit mandater un agronome afin que ce dernier supervise l'ensemble de l'activité de valorisation.

Les principales responsabilités relatives à la valorisation comprennent: l'échantillonnage des boues et des sols selon les méthodologies et les fréquences reconnues, l'analyse des échantillons prélevés par des laboratoires accrédités pour chacun des produits (boues et sol) selon les paramètres retenus, l'évaluation du ou des lieu(x) récepteurs, la préparation d'un plan agronomique de valorisation pour chacune des parcelles réceptrices accompagné de bulletins d'analyses (annexe 5) correspondant à la qualité des boues valorisées et du sol de la parcelle réceptrice (annexe 7), qui doit être fourni à l'utilisateur, la supervision et le suivi des travaux d'épandage, l'émission d'un bulletin de livraison (annexe 11), le contrôle agronomique et environnemental, la vérifi-

cation suite à l'épandage et enfin, la vérification que l'utilisateur connaît bien les critères du Guide de bonnes pratiques et qu'il les respectera.

De plus, le producteur de boues doit soumettre, au besoin, à la Direction régionale du ministère de l'Environnement du Québec un dossier complet des activités de valorisation qu'il compte réaliser au cours d'une année. Il doit également produire avant le 31 décembre de chaque année un rapport complet de toutes les activités de valorisation réalisées et le transmettre à la Direction régionale du ministère de l'Environnement du Québec et au Bureau régional du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec concernés. Dans certains cas, l'absence de ce document peut entraîner l'impossibilité de délivrer un certificat d'autorisation pour les années subséquentes étant donné que certaines informations qui y sont contenues sont essentielles pour traiter le dossier. Il doit également voir à la tenue d'un registre de toutes les activités de valorisation réalisées dans le temps.

Selon l'ampleur et/ou la complexité du dossier, le producteur de boues doit parfois procéder à une étude de faisabilité de la valorisation agricole des boues en fonction des activités existantes sur son territoire. Les principaux éléments contenus dans une telle étude sont énumérés à l'annexe 13. C'est cependant la responsabilité du producteur de boues de voir à intégrer tous les facteurs s'appliquant à son cas particulier. À cette fin, on doit donc mandater un agronome pour réaliser ces divers travaux.

6.4 LES RESPONSABILITÉS DE L'AGRONOME

Le rôle premier de l'agronome consiste à superviser toutes les étapes du programme de valorisation agricole des boues de façon à faire respecter chacun des critères et exigences prévus au présent guide.

Plus précisément, sa tâche consiste à :

- agir, si nécessaire, comme expert lors de la préparation des études de faisabilité;
- superviser les échantillonnages de boues et de sols;
- superviser l'analyse des paramètres retenus par des laboratoires accrédités des échantillons de boues et de sol prélevés;
- évaluer le ou les lieu(x) récepteurs;
- élaborer les plans agronomiques de valorisation conformément à ce qui est prévu, afin de permettre à chacun des producteurs agricoles concernés, d'abord, d'utiliser de façon optimale les déjections animales produites et/ou reçues (entente(s) d'épandage) par l'entreprise agricole et, ensuite, les boues dans le but d'atteindre les objectifs de rendement qui respectent les exigences du marché tout en protégeant l'environnement;

- superviser le suivi des travaux d'épandage des boues en accord avec les recommandations indiquées aux plans agronomiques et en respectant les critères compris au présent document;
- réaliser le contrôle agronomique et environnemental et la vérification suite à l'épandage;
- s'assurer que chaque producteur agricole connaît bien les critères du Guide de bonnes pratiques;
- préparer le rapport annuel et compléter le registre des travaux de valorisation réalisés chaque année.

BIBLIOGRAPHIE

- Agence nationale pour la récupération et l'élimination des déchets, 1988. **La valorisation agricole des boues de stations d'épuration urbaines.** France, 117 p.
- Commission of the European Communities, 1980. **Copper in animal wastes and sewage sludge.** D. Reidel Publishing Co., 378 p.
- Commission of the European Communities, 1980. **Phosphorus in sewage sludge and animal waste slurries.** D. Reidel Publishing Co., 443 p.
- Commission of the European Communities, 1983. **Environmental effects of organic and inorganic contaminants in sewage sludge.** D. Reidel Publishing Co., 257 p.
- Commission of the European Communities, 1983. **The influence of sewage sludge application on physical and biological properties of soils.** D. Reidel Publishing Co., 253 p.
- Commission of the European Communities, 1984. **Utilisation of sewage sludge on land: rates of application and long-term effects of metals.** D. Reidel Publishing Co., 229 p.
- Commission of the European Communities, 1986. **Processing and use of organic sludge and liquid agricultural wastes.** D. Reidel Publishing Co., 576 p.
- Environnement Canada, 1985. **L'épandage des eaux traitées et des boues d'épuration d'origine urbaine.** Service de la protection de l'environnement, 190 p.
- Environmental Protection Agency, 1983. **Land application of municipal sludge. Process Design Manual.** EPA-625/1-83-016. Cincinnati 45268.
- Consortium de financement pour la réalisation d'un projet de recherche et de démonstration sur les techniques de la valorisation agricole des boues de station d'épuration, 1989. **Étude de faisabilité de la valorisation agricole des boues produites à la station de la Communauté régionale de l'Outaouais. Volet II. Rapport intégral.** Rapport préparé par Roche Ltée Groupe conseil, 177 p.
- Consortium de financement pour la réalisation d'un projet de recherche et de démonstration sur les techniques de la valorisation agricole des boues de station d'épuration, 1989. **Étude des coûts d'immobilisation et d'exploitation concernant les techniques de traitement des boues et des modes d'élimination finale. Volet I. Rapport intégral.** Rapport préparé par Boileau et Associés Inc.
- Consortium de financement pour la réalisation d'un projet de recherche et de démonstration sur les techniques de la valorisation agricole des boues de station d'épuration, 1990. **La valorisation des boues des stations d'épuration municipales, Recherche et démonstration au Québec.** Colloque tenu les 18 et 19 septembre 1990, textes de conférences, 297 p.

Consortium de financement pour la réalisation d'un projet de recherche et de démonstration sur les techniques de la valorisation agricole des boues de station d'épuration, 1990. **Projet de démonstration de valorisation agricole des boues. Volet III. Rapport intégral.** Rapport préparé par Hamel, Beaulieu et Associés, 102 p.

Consortium de financement pour la réalisation d'un projet de recherche et de démonstration sur les techniques de la valorisation agricole des boues de station d'épuration, 1990. **Recherche et vérification technique sur les aspects agronomiques et environnementaux de la valorisation agricole des boues. Volet IV. Phase 3 - Version 1989. Rapport intégral.** Rapport préparé par Urgel Delisle et Associés, 114 p.

Consortium de financement pour la réalisation d'un projet de recherche et de démonstration sur les techniques de la valorisation agricole des boues de station d'épuration, 1990. **Recherche sur les effets d'entreposage des boues d'épuration et comparaison des valeurs fertilisantes des boues liquides versus les boues déshydratées. Volet IV. Phase 1: Essais d'entreposage. Rapport intégral.** Rapport préparé par Urgel Delisle et Associés, 104 p.

Consortium de financement pour la réalisation d'un projet de recherche et de démonstration sur les techniques de la valorisation agricole des boues de station d'épuration, 1990. **Recherche sur les effets d'entreposage des boues d'épuration et comparaison des valeurs fertilisantes des boues liquides versus les boues déshydratées. Volet IV. Phase 2: Essais en chambre de croissance. Rapport intégral.** Rapport préparé par Urgel Delisle et Associés, 84 p.

Consortium de financement pour la réalisation d'un projet de recherche et de démonstration sur les techniques de la valorisation agricole des boues de station d'épuration, 1990. **Recherche sur les effets d'entreposage des boues d'épuration et comparaison des valeurs fertilisantes des boues liquides versus les boues déshydratées. Volet IV. Phase 3: Essais sur parcelles au champ. Rapport intégral.** Rapport préparé par Urgel Delisle et Associés, 95 p.

Matthews, P.J., 1983. The proposal for an EEC Directive on utilisation of sewage sludge in agriculture, An introductory review. *Effluent and Water Treatment Journal*, March, p. 94-99.

Mc Coy, D., D. Spink, J. Fujikawa, H. Regier et D. Graveland. **Guidelines for the application of municipal wastewater sludge to agricultural lands.** Alberta environment, Standards and approval division, Earth Sciences Division, 26 p.

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 1983. **Manuel de gestion agricole des fumiers.** Québec, 227 p.

Ministère de l'Environnement du Québec, 1988. **La valorisation agricole des boues traitées à la chaux.** Urgel Delisle et Associés pour le Bureau de coordination de la recherche et du développement et la Direction de l'assainissement agricole, 120 p.

Ontario ministry of Agriculture and Food, Ontario Ministry of the Environment and Ontario Ministry of Health, 1986. Guidelines for sewage sludge utilization on agricultural lands, 32 p.

Standish, J.F., 1981. Concentrations de métaux lourds dans les matières d'égout traitées et les sous-produits. Agriculture Canada, Direction générale, Production et inspection des aliments, Trade memorandum T-4-93, 3 p.

St-Yves, A. et R. Beaulieu, 1988. Caractérisation des boues de 34 stations d'épuration des eaux usées municipales (janvier, février 1988). Ministère de l'Environnement du Québec, Direction générale de l'assainissement des eaux, Direction de l'assainissement agricole, 11 p.

Wallis, P.M. et D.L. Lehmann, 1981. Biological health risks of sludge disposal to land in cold climates. The University of Calgary Press. Alberta, 388 p.

Webber, M.D., 1986. Épandage des boues résiduelles sur les sols, une évaluation. Centre technique des eaux usées, Environnement Canada, Ontario, 42 p.

Webber, M.D., 1984. Waste metals, The Canadian approach for limiting metals onland from municipal sludges. Environment Canada, Symposium on land use models for agricultural production and environmental quality, Northeastern Branch meeting, American Society of Agronomy.

GLOSSAIRE

Adsorption:	rétention des ions ou composés à la surface des colloïdes du sol.
Agrégat:	assemblage de particules individuelles de sable, de limon et d'argile formant une masse sous l'action d'un agent liant.
Azote organique:	quantité d'azote non immédiatement disponible dans les boues. Elle correspond à la quantité azote total Kjeldhal (NTK) dont on a retranché l'ammonium (NH_4^+).
Azote résiduel:	quantité d'azote organique devenant disponible au cours des années qui suivent l'épandage.
Azote total Kjeldhal (NTK):	mesure de la quantité d'azote comprenant l'azote sous forme organique et celle sous forme ammoniacal.
Boues:	substance organique résultant de l'épuration des eaux municipales obtenue par la voie d'un traitement biologique ou physico-chimique.
Capacité d'échange cationique:	quantité totale de cations échangeables que le sol peut retenir à la surface de ses colloïdes.
Colloïde:	particule de sol de taille inférieure à 0,002 mm (2 μm) de nature organique ou inorganique.
Compactage:	réarrangement des particules de sol sous l'effet d'une pression externe exercée par des passages répétés des équipements de ferme se traduisant par l'augmentation de la densité apparente du sol.
Cours d'eau:	tout plan d'eau, incluant les lacs, étangs, rivières, ruisseaux, estuaires, bords de mer, dans la mesure où ce plan d'eau contient de l'eau au moment de l'épandage de boues ou tout plan d'eau drainant un minimum de trois (3) lots.
Développement résidentiel:	territoire exclus de la zone agricole (village, ville ou cité).
Digestion aérobie:	digestion qui se déroule en présence de l'oxygène de l'air.

Digestion anaérobie:	digestion qui se déroule en absence de l'oxygène de l'air.
Habitation ou édifice isolé:	toute construction habitée ou fréquentée par une ou des personnes et étant légalement enregistrée.
Infiltration:	hauteur d'eau pouvant pénétrer dans le sol par unité de temps. lente: moins de 3 mm par heure; modérée: de 3 à 15 mm par heure; rapide: plus de 15 mm par heure.
Institution:	tout bâtiment d'usage public (commerce, hôpital, école, etc.).
NTK:	voir Azote total Kjeldhal.
Parcelle:	superficie utilisée à des fins agricoles délimitée par un seul type de culture et généralement un type de sol sur un lot donné.
Pâturage:	superficie cultivée sur laquelle sont produites des plantes fourragères (foin) et où s'alimentent directement les animaux.
Perméabilité:	vitesse à laquelle les gaz et les liquides traversent une couche de sol.
Plan agronomique:	document préparé par un agronome et qui consiste à déterminer les doses, modes et moments d'épandage des divers produits disponibles au producteur agricole à partir des caractéristiques et du bilan des composantes du sol (ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques), des besoins (nature et quantités) des cultures pratiquées, des conditions climatiques, ainsi que de la caractérisation des produits apportés (quantités d'éléments nutritifs et/ou de matière organique contenues dans les engrais minéraux, les déjections animales, les amendements organiques (boues, fumiers, composts, etc.) et/ou calcaires (chaux, boues traitées à la chaux ou autres)).
Plan du système de drainage:	document qui porte les indications de longueur, de diamètre, de pente et de localisation des drains et des collecteurs utilisés à des fins de drainage souterrain en milieu agricole.

Pouvoir de rétention en eau:	propriété que possède le sol de retenir un certain volume d'eau une fois l'eau gravitationnelle écoulée.
Pouvoir tampon:	propriété que possède le sol de résister aux variations de pH.
Prairie:	superficie de sol cultivée où sont produites des plantes fourragères (foin) qui sont récoltées mécaniquement pour alimenter les animaux.
Producteur de boues:	terme signifiant le propriétaire de la station d'épuration des eaux usées municipales.
Ressuyé:	état d'un sol libéré de toute l'eau gravitationnelle.
Sol organique:	sol renfermant 30 % ou plus de matière organique sur une épaisseur minimale de 30 cm et constituée de débris organiques.
Stabilisation:	traitement par voie biologique ou chimique des boues provenant de l'épuration des eaux usées municipales en empêchant une fermentation incontrôlée provoquant des dégagements d'odeurs nauséabondes et diminuant de façon importante la quantité de micro-organismes pathogènes.
Structure du sol:	organisation des particules primaires du sol en unités secondaires (agrégats).
Texture:	proportions relatives des différentes fractions du sol (sable, limon, argile).
Zone inondable:	zone de débordement qui s'étend depuis le rivage jusqu'à la limite de la crue et où, selon les probabilités, une inondation est susceptible de se produire au cours d'une période de 20 ans.
Zone récréative:	toute zone utilisée à des fins récréatives (terrains de camping, haltes routières, terrains de jeux, etc.)

ANNEXE 1

TENEURS MOYENNES DES ÉLÉMENTS CONTENUS DANS LES BOUES DU QUÉBEC

(mg/kg m.s.)

NTK	NH₄	NO₂-NO₃	P
51741	12035	300	12025
K	Ca	Mg	As
5032	12572	4044	2,7
B	Cd	Co	Cr
71	3,2	17,3	44,5
Cu	Mn	Hg	Mo
699	1113	1,6	11,3
Ni	Pb	Se	Zn
20,8	98	0,6	595
BPC			
< 0,5			

Référence: St-Yves, A. et R. Beaulieu, 1988. Caractérisation des boues de 34 stations d'épuration des eaux usées municipales (janvier, février 1988). Ministère de l'Environnement du Québec, Direction générale de l'assainissement des eaux, Direction de l'assainissement agricole, 11 p.

ANNEXE 2

ÉLÉMENTS ESSENTIELS ET/OU TOXIQUES AUX ANIMAUX, AUX PLANTES OU AUX HOMMES

ÉLÉMENTS ESSENTIELS AUX PLANTES	ÉLÉMENTS ESSENTIELS AUX ANIMAUX
H	H
C	C
O	O
N	N
P	P
K	K
Ca	Ca
Mg	Mg
S	S
B	
Cl	Cl
	Co
	Cr
Cu	Cu
Fe	Fe
	I
Mn	Mn
Mo	Mo
	Ni
	Se
	Na
Zn	Zn

Références: Conseil des productions animales du Québec. Principes fondamentaux en productions animales. Gouvernement du Québec, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Agdex 400.05.

Follett, R.H., L.S. Murphy et R.L. Donahue, 1981. Fertilizers and soil amendments. Prentice-Hall, N.J., 557 p.

MÉTAUX LOURDS:

La présence de métaux lourds dans les boues en plus forte concentration que dans les sols agricoles inquiète, compte tenu des effets délétères qu'elle peut entraîner pour les plantes, les animaux et les hommes.

Les métaux lourds peuvent être classés en deux groupes selon leurs effets négatifs sur la chaîne alimentaire.

A- Éléments présentant des effets délétères importants:

Cd, Hg et Pb.

B- Éléments présentant des risques certains

Cu, Cr, Ni et Zn.

Cependant, les autres métaux lourds (Al, As, B, Co Fe, Mn, Mo et Se) présentent aussi des risques. Ils se manifestent souvent dans des conditions physiques (sols gorgés d'eau) et chimiques ($\text{pH} < 6$) du sol ou encore suite à des apports importants (charges) de boues contaminées ou non.

Références: Webber, M.D., 1984. L'épandage des eaux traitées et des boues d'épuration d'origine urbaine. Service de la protection de l'environnement, 190 p.

Webber, M.D., 1986. Épandage des boues résiduelles sur les sols, une évaluation. Centre technique des eaux usées, Environnement Canada, Ontario, 42 p.

ANNEXE 3

LES PATHOGÈNES RETROUVÉS DANS LES BOUES

TYPES D'ORGANISMES	PATHOGÈNES	TEMPS DE SURVIE DANS LE SOL (mois)	MALADIES
Bactéries	<u>Salmonella</u>	jusqu'à 10	fièvre typhoïde et salmonellose tuberculose shigellose et dysenterie gastro-entérite
	<u>Mycobacterium</u>	jusqu'à 6	
	<u>Shigella</u>		
	<u>Escherichia coli</u> <u>Leptospira</u>	jusqu'à 8	
Virus	entérovirus	jusqu'à 3	polio, méningite et gastro-entérite maladie respiratoire aiguë hépatite
	poliovirus		
	adenovirus		
	virus de l'hépatite		
Protozoaires	<u>Toxoplasma</u>		toxoplasmose giardiase
	<u>Giardia</u>		
Nématodes (Vers ronds)	<u>Ascaris</u>	jusqu'à 84	ascaridiase larves migratoires dans les viscères
	<u>Toxocara</u>		
Cestodes (Vers plats)	<u>Taenia</u>	3 à 12 (pâturage)	taeniasse (ver solitaire)

Référence: Wallis, P.M. et D.L. Lehmann, 1981. **Biological health risks of sludge disposal to land in cold climates.** The University of Calgary Press. Alberta, 388 p.

Note: Dans le monde, on n'a rapporté aucun cas de contamination d'animaux ou d'humains suite à des activités de valorisation où l'on a respecté les critères prévus dans un guide de bonnes pratiques.

ANNEXE 4

MÉTHODOLOGIE D'ÉCHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE DES BOUES

Pour une gestion adéquate des boues de stations d'épuration, il est nécessaire de connaître leur qualité. Dans le cas de la valorisation agricole des boues, il est important que l'échantillon* prélevé soit représentatif du volume de boues à évacuer en fonction de la nature du traitement et du type de boues (liquides ou déshydratées).

1. LES ÉTANGS

1.1 LA FRÉQUENCE D'ÉCHANTILLONNAGE

En général, quel que soit le bassin à vidanger, au moins deux (2) résultats d'analyses de boues espacées dans le temps sont requis un (1) an avant la vidange. Si un (1) de ces résultats est supérieur aux normes fixées pour les métaux lourds et les composés organiques potentiellement dangereux, on doit obligatoirement procéder à une (1) analyse supplémentaire. De plus, trois (3) mois avant la vidange, le prélèvement d'un (1) dernier échantillon pour analyse permet de confirmer la valorisation agricole et de déterminer la dose d'épandage de boues.

1.2 LA MÉTHODOLOGIE D'ÉCHANTILLONNAGE

Pour réaliser un échantillonnage représentatif, il faut d'abord effectuer des relevés permettant de connaître le patron d'accumulation des boues dans chacun des bassins.

De plus, on devra s'assurer que l'équipement utilisé puisse effectuer un prélèvement sur toute l'épaisseur de la couche de boues déposées.

1.3 LE NOMBRE DE PRÉLÈVEMENTS

Lorsqu'un échantillonnage de boues est effectué dans un des bassins, il faut recueillir cinq (5) prélèvements* de volume identique dispersés à l'intérieur du bassin.

Ces derniers sont homogénéisés pour obtenir un échantillon global représentatif de la masse accumulée dans le bassin et former l'échantillon à analyser.

Les boues provenant de chacun des bassins doivent être échantillonnées et analysées séparément.

* Voir la section 10 de la présente annexe.

1.4 LES PARAMÈTRES À ANALYSER

Voir la liste à l'annexe 5.

2. LES USINES

2.1 LES USINES CONÇUES POUR PRODUIRE DES BOUES LIQUIDES (MOINS DE 12 % DE M.S.)

2.1.1 La fréquence d'échantillonnage

Pour la première vidange, moins d'un (1) an avant cette dernière, au moins deux (2) échantillons espacés de quelques mois dans le temps doivent être analysés pour déterminer la qualité des boues avant d'entreprendre les démarches pour la valorisation agricole. Si un (1) de ces résultats est supérieur aux critères fixés pour les métaux lourds et les composés organiques potentiellement dangereux, on doit obligatoirement procéder à un (1) échantillonnage supplémentaire. De plus, trois (3) mois avant la période prévue pour l'activité de valorisation, un (1) dernier échantillon doit être prélevé et analysé.

Aux vidanges subséquentes, un (1) seul échantillon prélevé au moins trois (3) mois avant la période de valorisation est requis.

L'échantillonnage est effectué en fonction du volume de boues entreposées et de la présence d'équipements de mélange.

Dans tous les cas, il faut éviter de procéder à des prélèvements près de l'emplacement de l'arrivée des boues dans le bassin.

2.1.2 Les bassins sans équipement de mélange

2.1.2.1 La méthodologie d'échantillonnage

Il faut recueillir des prélèvements de volume identique à un minimum de quatre (4) endroits distincts et à un minimum de trois (3) profondeurs différentes dans le bassin.

2.1.2.2 Le nombre de prélèvements

Le nombre minimal de prélèvements varie selon le volume de boues entreposées. Il est indiqué au tableau qui suit:

VOLUME DE BOUES ENTREPOSÉES	NOMBRE DE PRÉLÈVEMENTS (endroits x profondeurs)
Moins de 50 m ³	4 x 3
50 à 100 m ³	5 x 3
Plus de 100 m ³	6 x 3

Ces derniers sont homogénéisés pour obtenir un échantillon global représentatif de la masse accumulée dans le bassin et former l'échantillon à analyser.

2.1.3 Les bassins fermés avec équipements de mélange

2.1.3.1 La méthodologie d'échantillonnage

Il faut procéder à des prélèvements de volume identique (à partir de la tuyauterie de transfert de boues) à des intervalles réguliers tout en s'assurant qu'entre chaque prélèvement, il y a un laps de temps équivalant à un changement du volume de boues dans la canalisation.

2.1.3.2 Le nombre de prélèvements

Le nombre minimal de prélèvements varie selon le volume de boues entreposées. Il est indiqué au tableau qui suit:

VOLUME DE BOUES ENTREPOSÉES	NOMBRE DE PRÉLÈVEMENTS
Moins de 50 m ³	6
50 à 100 m ³	9
Plus de 100 m ³	12

Ces derniers sont homogénéisés pour obtenir un échantillon global représentatif de la masse accumulée dans le bassin et former l'échantillon à analyser.

2.1.4 Les bassins ouverts avec équipements de mélange

2.1.4.1 La méthodologie d'échantillonnage

Il faut recueillir des prélèvements de volume identique à un minimum de deux (2) endroits distincts et à un minimum de trois (3) profondeurs différentes dans le bassin.

2.1.4.2 Le nombre de prélèvements

Le nombre minimal de prélèvements varie selon le volume de boues entreposées. Il est indiqué au tableau qui suit:

VOLUME DE BOUES ENTREPOSÉES	NOMBRE DE PRÉLÈVEMENTS (endroits x profondeurs)
Moins de 50 m ³	2 x 3
50 à 100 m ³	3 x 3
Plus de 100 m ³	4 x 3

Ces derniers sont homogénéisés pour obtenir un échantillon global représentatif de la masse accumulée dans le bassin et former l'échantillon à analyser.

2.1.4.3 Les paramètres à analyser

Voir la liste à l'annexe 5.

2.2 LES USINES CONÇUES POUR PRODUIRE DES BOUES DÉSHYDRATÉES (PLUS DE 12 % DE M.S.)

2.2.1 La méthodologie d'échantillonnage

L'échantillon est un composé et il est prélevé de la façon suivante:

- le prélèvement est fait, de préférence, sur une période d'une (1) semaine et à une période fixe au cours du mois;
- le prélèvement est recueilli, de préférence, au cours de la deuxième semaine complète du calendrier, la semaine débutant un dimanche;
- l'échantillon se compose de prélèvements de volume identique effectués à chacun des jours où l'on déshydrate des boues;
- les prélèvements quotidiens sont réalisés à intervalles réguliers sur l'ensemble de la période de déshydratation;
- l'échantillon est conservé au réfrigérateur à une température de 3-4°C au cours de la période d'échantillonnage.

2.2.2 Le nombre de prélèvements

2.2.2.1 Pour les stations d'épuration d'une capacité inférieure à 5000 m³ d'eaux usées/jour

Pour vérifier la faisabilité de la valorisation agricole, moins d'un (1) an avant cette activité, au moins deux (2) échantillons de boues de volume identique, espacés dans le temps d'un minimum d'un (1) mois, sont requis aussitôt que le traitement des eaux a atteint une certaine stabilité. Si un (1) de ces résultats est supérieur aux normes fixées pour les métaux lourds et composés organiques potentiellement dangereux, on doit obligatoirement procéder à un (1) échantillonnage et une (1) analyse supplémentaire.

Pour les années subséquentes, la valorisation exige de prélever un (1) échantillon mensuel pour analyse.

2.2.2.2 Pour les stations d'une capacité égale ou supérieure à 5000 m³ d'eaux usées/jour

Pour planifier la première activité d'un programme de valorisation agricole, moins d'un (1) an avant la date prévue de ces travaux, au moins deux (2) prélèvements de boues, de volume identique, espacés dans le temps d'un minimum d'un (1) mois sont requis. Si un (1) de ces résultats est supérieur aux normes fixées pour les métaux lourds et composés organiques potentiellement dangereux, on doit obligatoirement procéder à un (1) échantillonnage et une (1) analyse supplémentaire.

Par la suite, la valorisation requiert la cueillette d'un (1) échantillon qui sera analysé chaque mois.

2.2.2.3 Les paramètres à analyser

Pour toutes les catégories de stations d'épuration, les échantillons doivent être analysés en fonction de la liste de paramètres indiqués à l'annexe 5.

Dans le cas des BPC (biphényles polychlorés), lorsque trois (3) échantillons consécutifs montrent des teneurs inférieures à 0,5 mg/kg de m.s., une seule mesure par année sera nécessaire par la suite.

Enfin, lorsque cela est jugé nécessaire, d'autres paramètres pourront s'ajouter en fonction des caractéristiques, des traitements et des usages des boues.

3. L'ENTREPOSAGE DE BOUES DANS UNE STRUCTURE NE FAISANT PAS PARTIE DES EQUIPEMENTS D'ASSAINISSEMENT

Lorsque les boues sont entreposées dans une structure ne faisant pas partie des équipements d'assainissement, les boues doivent avoir été analysées préalablement à leur transfert. De plus, il sera nécessaire de prélever un échantillon représentatif de la masse entreposée précédemment à sa valorisation selon une fréquence et une méthodologie à être approuvées par le MENVIQ. Ce sont ces dernières valeurs qui permettront de préciser le contenu exact du produit à valoriser.

4. LA FRÉQUENCE ET LES PARAMÈTRES D'ANALYSE

En tout temps, le ministère de l'Environnement du Québec peut modifier les exigences à cet égard.

5. LES BOUES TRAITÉES À LA CHAUX

Pour la valorisation agricole des boues traitées à la chaux, l'autorisation de valoriser de telles boues reposera sur l'analyse du produit traité selon les modalités prévues à la section 4.1.1.2 et à l'annexe 5 du présent document.

6. LA MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE ET LA VALIDITÉ DES RÉSULTATS

Les échantillons prélevés doivent être analysés dans un laboratoire accrédité à cette fin par le ministère de l'Environnement du Québec selon des protocoles reconnus. Les résultats doivent être présentés sur la base de matière sèche. Le bulletin d'analyse, pour être jugé valide, doit être signé par un chimiste.

7. LES MESURES DE PROTECTION

Dans le but de corriger des erreurs pouvant être survenues au cours de l'analyse, il est fortement suggéré de conserver au congélateur un double de l'échantillon à analyser jusqu'au moment de l'évaluation et de l'acceptation de la qualité des boues pour valorisation agricole. A ce sujet, il est recommandé de consulter les chimistes du Bureau d'accréditation des laboratoires du MENVIQ.

8. LE RAPPORT D'ÉCHANTILLONNAGE

En tout temps, il est nécessaire de produire un rapport d'échantillonnage comportant les informations suivantes:

- station;
- nature du produit;
- type et volume de la structure d'entreposage;
- nombre de prélèvements élémentaires effectués;
- date d'échantillonnage;
- nom de la personne qui a effectué le prélèvement et préparé l'échantillon;
- toutes informations pouvant être jugées pertinentes.

9. L'ÉTUDE DU DOSSIER

9.1 L'ÉTUDE DE DEUX BULLETINS D'ANALYSES

Si les deux (2) bulletins d'analyses montrent des teneurs inférieures aux teneurs maximales obligatoires pour les métaux lourds et les composés organiques potentiellement dangereux, les boues sont alors jugées aptes à la valorisation. On calcule donc la moyenne de chacun des paramètres et elle sert à établir la valeur fertilisante et les apports en métaux lourds.

Si un (1) seul des bulletins montre des teneurs supérieures aux valeurs maximales obligatoires indiquées au tableau 4.1 du document, un troisième échantillon est prélevé puis analysé. Dans le cas où les valeurs de ce troisième échantillon sont acceptables, les boues sont aptes à la valorisation agricole. Alors, la moyenne des trois (3) bulletins est effectuée et sert pour le calcul des valeurs fertilisantes et des apports en métaux lourds. Dans le cas contraire, les boues ne sont pas reconnues aptes à la valorisation agricole.

9.2 L'ÉTUDE DE PLUSIEURS BULLETINS D'ANALYSES

Si plus des deux tiers des bulletins d'analyses respectent les teneurs indiquées au tableau 4.1, les boues sont jugées aptes à la valorisation. Dans le cas contraire, on doit donc utiliser un autre mode de gestion.

10. LEXIQUE

Échantillon:	Ensemble des prélèvements effectués au cours d'un processus d'échantillonnage.
Prélèvement:	Chacun des volumes prélevés au cours d'un processus d'échantillonnage.

ANNEXE 5

EXEMPLE D'UN BULLETIN D'ANALYSE DE BOUES

Station de : _____

Nature du produit: _____

Type et volume d'entreposage: _____

Nombre de prélèvements élémentaires: _____

Prélevé le: _____ Par: _____

Note: _____

Paramètres analysés (sur la base de matière sèche)

Matières nutritives

Métaux lourds

Matière sèche	_____ mg/l	Aluminium*	_____ mg Al/kg m.s.
N total Kjeldhal	_____ mg N/kg m.s.	Arsenic	_____ mg As/kg m.s.
N ammoniacal	_____ mg N/kg m.s.	Bore	_____ mg B/kg m.s.
Nitrites+nitrates	_____ mg N/kg m.s.	Cadmium	_____ mg Cd/kg m.s.
P total	_____ mg P/kg m.s.	Cobalt	_____ mg Co/kg m.s.
K	_____ mg K/kg m.s.	Chrome	_____ mg Cr/kg m.s.
Ca	_____ mg Ca/kg m.s.	Cuivre	_____ mg Cu/kg m.s.
Mg	_____ mg Mg/kg m.s.	Fer*	_____ mg Fe/kg m.s.
		Manganèse	_____ mg Mn/kg m.s.
	Organiques	Mercure	_____ mg Hg/kg m.s.
		Molybdène	_____ mg Mo/kg m.s.
BPC	_____ mg BPC/kg m.s.	Nickel	_____ mg Ni/kg m.s.
	Alcalinité	Plomb	_____ mg Pb/kg m.s.
		Sélénium	_____ mg Se/kg m.s.
		Zinc	_____ mg Zn/kg m.s.
pH suite à l'ajout**	_____		
pH après 2 heures**	_____		

Signature: _____

chimiste

- * Dans le cas des boues de déphosphatation, il est essentiel de mesurer la teneur en aluminium (Al) ou en fer (Fe) selon que l'on utilise l'alun ou le chlorure ferrique pour réaliser ce traitement.
- ** Dans le cas des boues traitées à la chaux, il faut mesurer le pH du matériel à valoriser suite à l'ajout et deux (2) heures après l'ajout de chaux.

ANNEXE 6

QUALITÉ DE L'EAU DESTINÉE À L'ABREUVEMENT DES ANIMAUX D'ÉLEVAGE

PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES	RECOMMANDATION (mg/l)
Ca	1000
NO ₂ -NO ₃	100
NO ₂	10
SO ₄	1000
Matières solides dissoutes totales	3000
Al	5,0
As	0,5
	5,0
Be	0,1
B	5,0
Cd	0,02
Cr	1,0
Co	1,0
Cu	1,0
	5,0
	0,5
Fluorures	2,0
	1,0
Hg	0,003
Mo	0,5
Ni	1,0
Pb	0,1
Se	0,05
U	0,2
V	0,1
Zn	50,0

PARAMÈTRES BIOLOGIQUES	
Algues bleu-vert	Éviter les proliférations d'algues bleu-vert
Agents pathogènes et parasites	Utiliser de l'eau de haute qualité

Référence: Environnement Canada, 1980. **Référence sur la qualité des eaux** Guide des paramètres de la qualité des eaux. Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, 100 p.

ANNEXE 7

PARAMÈTRES D'ANALYSE D'UN ÉCHANTILLON DE SOL

1. Paramètres agronomiques à analyser

- pH eau;
- pH tampon;
- P assimilable;
- K échangeable;
- Ca échangeable;
- Mg échangeable.

2. Paramètres à analyser en cas de dépassement des teneurs limites souhaitables pour les boues

À la suite de l'analyse des boues à valoriser, chacun des métaux lourds dépassant les teneurs limites souhaitables nécessite que sa teneur totale soit mesurée dans le sol de la ou des parcelle(s) où celles-ci doivent être valorisées.

NOTE 1: Le prélèvement d'échantillons de sol devra être réalisé selon la méthodologie préconisée dans l'agdex 533 du CPVQ.

NOTE 2: La teneur des éléments nutritifs assimilables ou échangeables du sol des échantillons prélevés sur chacune des parcelles réceptrices est mesurée suite à l'utilisation de la solution extractive Mehlich III. Cette méthode est officiellement reconnue par le C.P.V.Q.

NOTE 3: Lorsque l'on doit mesurer la teneur totale en un ou plusieurs métaux lourds d'un échantillon de sol, ce dernier doit avoir été broyé à 100 mailles et l'extraction des éléments doit être réalisée par une digestion avec un mélange d'acides nitrique et chlorhydrique.

NOTE 4: Tout bulletin d'analyse doit être signé par un chimiste.

ANNEXE 8

TENEURS MAXIMALES ACCEPTABLES DE CERTAINS MINÉRAUX DANS LES ALIMENTS POUR LES BOVINS

Une vérification de la qualité des récoltes peut être faite au besoin. Le présent tableau donne les concentrations critiques en éléments acceptables dans les rations alimentaires des bovins laitiers. Il est important de procéder à un échantillonnage représentatif et d'utiliser les méthodes d'analyses appropriées.

ÉLÉMENT	TENEUR ppm	ÉLÉMENT	TENEUR ppm
Aluminium	100	Magnésium	50 000
Arsenic inorg.	50	Manganèse	1 000
Arsenic org.	100	Mercure	2
Bore	200	Molybdène	10
Cadmium	0,5	Nickel	50
Calcium	20 000	Phosphore	10 000
Cobalt	10	Potassium	30 000
Cuivre	100	Sélénium	2
Fluor	40-100	Silice	2 000
Iode	50	Salinité	40 000-90 000
Fer	1 000	Soufre	40 000
Plomb	30	Zinc	500

Adapté de: Mineral tolerance of domestic animals. NCR, 1980.

ANNEXE 9

EXEMPLE DÉTAILLÉ DE CALCUL D'UNE DOSE D'ÉPANDAGE DE BOUES

Cette section propose une méthodologie détaillée d'établissement des doses d'apport de boues sur un sol agricole devant être utilisées en tenant compte des différents critères contenus dans le Guide. Des exemples hypothétiques d'analyses de boues et de sol sont considérés. Un plan agronomique peut couvrir une rotation complète et doit tenir compte des antécédents culturels (espèces cultivées, doses et types de fertilisation employés).

Cette annexe se divise en cinq sections:

1. Informations relatives à la qualité des boues, du sol et aux antécédents culturels;
- 2.A) Détermination du besoin en éléments nutritifs en fonction des antécédents culturels;
- 2.B) Établissement des quantités d'azote à épandre en fonction de l'azote résiduel provenant des épandages de boues faits les années précédentes;
- 3.A) Évaluation de l'azote disponible dans les boues;
- 3.B) Évaluation du phosphore disponible dans les boues;
- 4.A) Détermination de la dose d'épandage;
- 4.B) Détermination de la fumure minérale complémentaire;
5. Contrôle de l'apport de métaux lourds.

1. Informations relatives à la qualité des boues, du sol et des antécédents cultureux

Analyse de la boue (base sèche)

Matière sèche	<u>4,0</u>	p. 100
N total Kjeldhal	<u>3,6</u>	p. 100
N ammoniacal	<u>1,2</u>	p. 100
Nitrites-Nitrates	<u>0,2</u>	p. 100
P total	<u>1,6</u>	p. 100
K	<u>0,5</u>	p. 100
Ca	<u>1,0</u>	p. 100
Mg	<u>3500</u>	mg/kg m.s.
As	<u>5,0</u>	mg/kg m.s.
B	<u>35,0</u>	mg/kg m.s.
Cd	<u>10,0</u>	mg/kg m.s.
Co	<u>20,0</u>	mg/kg m.s.
Cr	<u>70,0</u>	mg/kg m.s.
Cu	<u>560,0</u>	mg/kg m.s.
Hg	<u>1,8</u>	mg/kg m.s.
Mn	<u>300,0</u>	mg/kg m.s.
Mo	<u>17,0</u>	mg/kg m.s.
Ni	<u>18,0</u>	mg/kg m.s.
Pb	<u>240,0</u>	mg/kg m.s.
Se	<u>5,0</u>	mg/kg m.s.
Zn	<u>475,0</u>	mg/kg m.s.
BPC	<u>1,0</u>	mg/kg m.s.

Analyse du sol

Texture	: <u>Loam limoneux</u>
pH eau	: <u>6,5</u>
pH tampon	: <u>7,1</u>
P	: <u>80</u> kg P/ha
K	: <u>110</u> kg K/ha
Besoin en chaux	: <u>0</u> t/ha

NOTE: Il sera nécessaire de connaître les teneurs en métaux lourds du sol dans le cas des boues dont la teneur en un ou des métaux dépasse les teneurs limites souhaitables.

2.A) Détermination du besoin en éléments nutritifs en fonction des antécédents cultureux

- i) culture visée: maïs-grain
- ii) antécédents cultureux: entretien d'une prairie de graminées fertilisée par des engrais minéraux
- iii) besoins de la culture: N 180 kg/ha (selon la grille de fertilisation du CPVQ pour cette culture)
P₂O₅ 100 kg/ha
K₂O 170 kg/ha
- iv) période d'épandage: précédemment au semis

2.B) Établissement des quantités d'azote à épandre en fonction de l'azote résiduel provenant des épandages de boues faits les années précédentes

a) Établissement de la quantité d'azote résiduel provenant de l'épandage de boues

$$\% N_{\text{résiduel}} \times N_{\text{org}} (\text{section 3 A}) \times \text{dose d'épandage} = N_{\text{résiduel}} \text{ kg/ha}$$

i) boues épandues en 1990:

$$20 \% \times \underline{24} \text{ kg N/t (m.s.)} \times \underline{0} \text{ t (m.s.)/ha} = \underline{0} \text{ kg N résiduel/ha}$$

ii) boues épandues en 1989:

$$5 \% \times \underline{24} \text{ kg N/t (m.s.)} \times \underline{0} \text{ t (m.s.)/ha} = \underline{0} \text{ kg N résiduel/ha}$$

iii) boues épandues en 1988:

$$3 \% \times \underline{24} \text{ kg N/t (m.s.)} \times \underline{0} \text{ t (m.s.)/ha} = \underline{0} \text{ kg N résiduel/ha}$$

iv) Total de l'azote résiduel:

$$N_{\text{résiduel}} (1990) + N_{\text{résiduel}} (1989) + N_{\text{résiduel}} (1988) = N_{\text{résiduel}}$$

$$\underline{0} \text{ kg/ha} + \underline{0} \text{ kg/ha} + \underline{0} \text{ kg/ha} = \underline{0} \text{ kg/ha}$$

b) Établissement des besoins en azote pour 1991

$$\begin{array}{l} \text{Besoin en azote de} \\ \text{la culture} \\ \text{(section 2-A)} \end{array} - \begin{array}{l} \text{azote résiduel} \\ \text{(section 2-B-a)} \end{array} = \text{besoin réel en azote}$$

$$\underline{180} \text{ kg/ha} - \underline{0} \text{ kg/ha} = \underline{180} \text{ kg/ha}$$

3.A) Évaluation de l'azote disponible dans la boue:

Azote total Kjeldhal:

$$\text{NTK} = \underline{3,6} \% (\text{section 1}) ; \frac{\underline{3,6}}{100} \times \underline{1000} = \underline{36} \text{ kg/t (m.s.)}$$

Azote inorganique:

$$(\text{NH}_4 + \text{NO}_3 + \text{NO}_2) = \underline{1,4} \% (\text{section 1}) ; \frac{\underline{1,4}}{100} \times \underline{1000} = \underline{14} \text{ kg/t (m.s.)}$$

$$\begin{aligned}
N_{\text{disponible}} &= N_{\text{inorganique}} + 0,30 N_{\text{organique}} \\
N_{\text{disponible}} &= (NH_4 + NO_3 + NO_2) + 0,30 (NTK - (NH_4)) \\
N_{\text{disponible}} &= \frac{14}{\quad} + 0,30 (36 - (12)) \\
N_{\text{disponible}} &= 21,2 \text{ kg N/t (m.s.)}
\end{aligned}$$

3.B) Évaluation du phosphore (P_2O_5) disponible dans les boues

$$\begin{aligned}
P_2O_5 \text{ disponible} &= P_{\text{tot}} \times 0,70 \times 2,29 \\
&= 16 \text{ kg/t (m.s.)} \times 0,70 \times 2,29 \\
P_2O_5 \text{ disponible} &= 25,6 \text{ kg } P_2O_5/\text{t (m.s.)}
\end{aligned}$$

3.C) Évaluation du potassium (K_2O) disponible dans les boues

$$\begin{aligned}
K_2O \text{ disponible} &= K \times 1,2 \\
&= 5 \text{ kg/t (m.s.)} \times 1,2 \\
K_2O \text{ disponible} &= 6 \text{ kg } K_2O/\text{t (m.s.)}
\end{aligned}$$

4.A) Détermination de la dose d'épandage

$$\frac{\text{Besoin de la culture}}{\text{à combler}} \div \frac{\text{éléments disponibles}}{\text{dans la boue}} = \text{dose d'épandage}$$

$$\begin{array}{llll}
N & \frac{135^*}{\quad} & \text{kg/ha} \div \frac{21,2}{\quad} & \text{kg/t (m.s.)} = \frac{6,4}{\quad} \text{ t (m.s.)/ha} \\
P_2O_5 & \frac{100}{\quad} & \text{kg/ha} \div \frac{25,6}{\quad} & \text{kg/t (m.s.)} = \frac{3,9}{\quad} \text{ t (m.s.)/ha} \\
K_2O & \frac{170}{\quad} & \text{kg/ha} \div \frac{6,0}{\quad} & \text{kg/t (m.s.)} = \frac{28,3}{\quad} \text{ t (m.s.)/ha}
\end{array}$$

* Quantité maximale de boues pouvant être épandue sur une période de 5 ans.

Comme il est prévu au guide, la dose d'épandage retenue sera celle qui permet de combler les besoins en azote.

Transformation de la dose d'épandage en matière humide

$$6,4 \text{ t (m.s.)/ha} \div (100 \text{ t (m.h.)/4 t (m.s.)}) = 160 \text{ t (m.h.)/ha}^{**}$$

** Cette dose devra être scindée de façon à respecter la charge hydrique maximale (section 4.4.2) permise.

4.B) Détermination de la fumure minérale complémentaire

Besoin de la plante - (dose X équivalent minéral de la boue) = complément minéral nécessaire

$$\begin{array}{l} \text{N} \quad \frac{180}{\text{kg/ha}} - (\frac{6,4}{\text{t (m.s.)/ha}} \times \frac{21,2}{\text{kg/t (m.s.)}}) \text{ kg/ha} = \frac{44}{\text{kg/ha}} \\ \text{P}_2\text{O}_5 \quad \frac{100}{\text{kg/ha}} - (\frac{6,4}{\text{t (m.s.)/ha}} \times \frac{25,6}{\text{kg/t (m.s.)}}) \text{ kg/ha} = \frac{0}{\text{kg/ha}} \\ \text{K}_2\text{O} \quad \frac{170}{\text{kg/ha}} - (\frac{6,4}{\text{t (m.s.)/ha}} \times \frac{6,0}{\text{kg/t (m.s.)}}) \text{ kg/ha} = \frac{132}{\text{kg/ha}} \end{array}$$

5. Contrôle de l'apport de métaux lourds

A) Détermination de l'apport de métaux lourds

Teneur en métal de la boue X facteur de transformation X dose d'épandage = apport de la boue

$$\text{--- mg/kg} \times 1000 \text{ kg/t (m.s.)} \times 10^{-6} \text{ kg/mg} \times \text{--- t (m.s.)/ha} = \text{--- kg/ha}$$

Voici deux (2) exemples du cas précédent:

$$\begin{array}{l} \text{Cd} = \frac{10}{\text{mg/kg}} \times 1000 \text{ kg/t (m.s.)} \times 10^{-6} \text{ kg/mg} \times \frac{6,4}{\text{t (m.s.)/ha}} = \frac{0,06}{\text{kg/ha}} \\ \text{Zn} = \frac{475}{\text{mg/kg}} \times 1000 \text{ kg/t (m.s.)} \times 10^{-6} \text{ kg/mg} \times \frac{6,4}{\text{t (m.s.)/ha}} = \frac{3,04}{\text{kg/ha}} \end{array}$$

B) Évaluation de la nouvelle teneur en métaux lourds du sol

Teneur en métal du sol avant l'apport + apport de boues = nouvelle teneur en métal du sol suite à l'épandage

C) Vérification du respect des indices recommandés des teneurs maximales en métaux lourds dans le sol

D) Projection théorique du nombre de répétitions d'épandages possibles selon l'apport des divers métaux

(Teneur maximale souhaitable pour le métal dans le sol - nouvelle teneur en métal du sol) ÷ apport = nombre d'épandages possibles

Cette vérification doit être répétée pour chacun des métaux.

N.B. La plus petite valeur en d) indique le nombre maximal d'épandages possibles sur ce même sol avec une boue de même qualité et en des quantités identiques.

ANNEXE 10

EXEMPLE D'ENTENTE DE VALORISATION AGRICOLE DES BOUES

CONTRAT

ENTRE

(INSCRIRE ICI LE NOM DE LA PARTIE)

ET

(INSCRIRE ICI LE NOM DE LA PARTIE)

RELATIVEMENT À

CONTRAT

LES PARTIES: (INSCRIRE ICI LE NOM DE LA PARTIE AVEC SON ADRESSE ET LA PERSONNE AUTORISÉE À LA REPRÉSENTER);

PARTIE CI-APRÈS DÉSIGNÉE PAR LES MOTS " LE PRODUCTEUR DE BOUES ";

-et-

(INSCRIRE ICI LE NOM DE LA PARTIE AVEC SON ADRESSE ET LA PERSONNE AUTORISÉE À LA REPRÉSENTER);

PARTIE CI-APRÈS DÉSIGNÉE PAR LES MOTS " L'UTILISATEUR ".

LES PARTIES, LE PRODUCTEUR ET L'UTILISATEUR, CONVIENNENT:

ARTICLE 1: OBJET DU CONTRAT

- 1.1 Le producteur de boues offre à l'utilisateur, ici présent et acceptant, de lui céder les boues produites par sa station d'épuration des eaux usées municipales sise (inscrire ici l'adresse de ladite station).

ARTICLE 2: OBLIGATIONS DU PRODUCTEUR DE BOUES

Le producteur de boues s'engage:

- 2.1 À ce que les boues fournies à l'utilisateur respectent les critères de qualité dressés au tableau 4.1 intitulé "Critères de qualité des boues aptes à la valorisation agricole", à la section 4.1.3 intitulée "Les critères relatifs aux composés organiques potentiellement dangereux" et à la section 4.1.4 "Les critères relatifs à la qualité biologique" apparaissant dans le document "Valorisation agricole des boues de stations d'épuration des eaux usées municipales: Guide de bonnes pratiques";
- À cette fin, le producteur de boues s'engage à faire effectuer les analyses portant sur les divers paramètres agronomiques et environnementaux des boues qu'il produit.
- 2.2 À communiquer à l'utilisateur, avant qu'il n'utilise pour fins de valorisation agricole les boues fournies, les résultats d'analyse portant sur les boues qu'il produit.
- 2.3 Si les résultats d'analyse devaient révéler que les boues fournies ne respectent pas les critères de qualité susmentionnés, à prendre les dispositions qui s'imposent pour que ces boues soient transportées et enfouies au lieu d'enfouissement sanitaire approuvé par les autorités compétentes.

2.4 Advenant que les résultats d'analyse révèlent que les boues fournies à l'utilisateur ne respectent pas les critères susmentionnés, à prendre les mesures qui s'imposent pour remédier à la situation dans les meilleurs délais.

2.5 À informer l'utilisateur avec célérité de toute modification significative de la qualité des boues fournies.

ARTICLE 3: OBLIGATIONS DE L'UTILISATEUR

L'utilisateur s'engage:

3.1 À utiliser la totalité des boues fournies par le producteur de boues et respectant les critères de qualité susmentionnés à des fins de valorisation agricole.

3.2 À prendre les dispositions qui s'imposent pour éviter que l'utilisation de ces boues ne détériore de quelque manière que ce soit la qualité de l'environnement.

3.3 À respecter le document intitulé "Valorisation agricole des boues de stations d'épuration des eaux usées municipales: Guide de bonnes pratiques".

3.4 (Il y aurait probablement avantage de prévoir dans le contrat et dans les obligations de l'utilisateur que ce dernier doit prendre possession des boues qui lui sont fournies à la station d'épuration des eaux usées municipales du producteur de boues et, si cela est possible, de mentionner les jours où ces boues seront disponibles).

3.5 (Les superficies pouvant être utilisées pour fins de valorisation agricole devant faire l'objet d'un certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement, nous proposons qu'il apparaisse clairement dans le contrat, lorsque cela est possible, un engagement clair à disposer de ces boues sur une des superficies ayant fait l'objet d'un certificat d'autorisation et plus particulièrement sur les superficies énumérées dans cet article).

3.6 (Il y aurait lieu de prévoir un article rendant obligatoire la réception du volume de boues indiqué au contrat tout en veillant au respect du Guide de bonnes pratiques et à l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement).

ARTICLE 4: OBLIGATIONS FINANCIÈRES

(Ici, selon le cas, nous pouvons imaginer plusieurs scénarios; à savoir, il y a celui où le producteur de boues cède les boues qu'il produit contre rémunération et aussi celui où le producteur de boues paie l'utilisateur pour qu'il les accepte. En conséquence, nous proposons les deux (2) clauses suivantes*):

* 4.1 Le producteur de boues consent à céder les boues qu'il produit à l'utilisateur moyennant la somme de (inscrire ici le montant en lettres et en chiffre). Ladite somme lui est payable à (inscrire ici l'adresse) de la manière suivante:

4.1.1 (Inscrire ici le nombre de versements, etc. Bref, toutes les autres précisions qu'il y aurait lieu d'inscrire).

OU

* 4.1 Le producteur de boues, en contrepartie de la bonne exécution de ses obligations par l'utilisateur, consent à lui verser la somme de (inscrire ici en lettres et en chiffre le montant de ladite somme). Somme qui lui sera versée en (inscrire le nombre de versements et la date de ces versements).

ARTICLE 5: RESPONSABILITÉ

5.1 (Dans l'éventualité où l'on retient l'hypothèse que le producteur de boues paie l'utilisateur pour qu'il accepte les boues, il serait bon de prévoir une clause de responsabilité dégageant le producteur de boues de toute responsabilité lorsque lesdites boues respectent les critères de qualité susmentionnés. Dans cette hypothèse, il serait également préférable de prévoir, si cela est possible, un mécanisme permettant au producteur de boues de s'assurer que les boues ont bel et bien été utilisées à des fins de valorisation agricole).

5.2 (Dans l'éventualité où le producteur de boues a un bris d'équipement faisant en sorte qu'il ne puisse livrer de boues aux dates prévues, il serait préférable de prévoir un mécanisme permettant au producteur de boues de se dégager de la responsabilité de devoir rembourser l'agriculteur pour l'absence de livraison de matières fertilisantes).

ARTICLE 6: DURÉE DU CONTRAT

6.1 Ce contrat est d'une durée de douze (12) mois commençant le (inscrire la date et le mois) pour se terminer le (inscrire ici la date et le mois).

6.2 Ce contrat se renouvellera d'année en année à moins que l'une des parties ne donne à l'autre avis à l'effet contraire, d'au moins quatre-vingt-dix (90) jours de la date de la fin du contrat ou de toute période de renouvellement.

ARTICLE 7: CONTRATS ANTÉRIEURS

7.1 Le présent contrat constitue l'entente intervenue entre les parties, annule et remplace tous les pourparlers, promesses, écrits ou autres faits antérieurement et portant sur le même objet de ce contrat.

LES PARTIES, APRÈS AVOIR PRIS CONNAISSANCE DE TOUS ET CHACUN DES ARTICLES DE CE CONTRAT ET LES AVOIR DUMENT ACCEPTÉS, ONT SIGNÉ:

À _____, le _____ 19__

LE PRODUCTEUR DE BOUES

Par: _____

Témoin: _____

L'UTILISATEUR:

Par: _____

Témoin: _____

ANNEXE 11

EXEMPLE D'UN BULLETIN DE LIVRAISON DE BOUES

Station de : _____

Date : _____

Destinataire : _____

Adresse : _____

Nous vous avons livré aujourd'hui _____ m³ de boues de station d'épuration des eaux usées
municipales (_____ t M.S.) sur la parcelle _____ localisée sur le lot _____
du cadastre de _____.

Culture : _____

Superficie : _____

Analyse de boues effectuée le _____

Signature: _____
transporteur ou son représentant

Signature: _____
représentant du producteur de boues

ANNEXE 12

EXEMPLE D'UN REGISTRE DES ACTIVITÉS DE VALORISATION AGRICOLE DES BOUES

Le registre de valorisation agricole d'une municipalité doit contenir pour chacune des parcelles réceptrices les éléments suivants:

- A) Identification du propriétaire avec ses coordonnées, numéro de lot, localisation de la zone réceptrice et superficie (ha) ayant reçu des boues;
- B) Analyses des boues;
- C) Caractérisation du milieu récepteur;
- D) Nature de la culture pratiquée;
- E) Analyse de sol de chacune des parcelles réceptrices;
- F) Plan agronomique de valorisation;
- G) Copie de l'entente producteur de boues-utilisateur;
- H) Copie du bulletin de livraison;
- I) Quantité de boues appliquées;
- J) Quantités annuelles d'azote disponible/ha provenant des boues valorisées au cours des ans.

ANNEXE 13

PRINCIPALES ÉTAPES D'UNE ÉTUDE DE FAISABILITÉ DE VALORISATION AGRICOLE DES BOUES

Sommairement, une étude de faisabilité consiste à:

- A) Établir la caractérisation des boues produites;
 - caractérisation bio-physico-chimique;
 - volume de production annuel actuel et projeté;
- B) inventorier les superficies agricoles du territoire;
- C) déterminer les superficies nécessaires à la gestion des déjections animales (fumiers, lisiers et autres) produites et liées par des ententes d'épandage sur ce territoire;
- D) préciser les surfaces qui ne répondent pas aux critères retenus au Guide de bonnes pratiques;
- E) colliger les pratiques agricoles effectuées sur le territoire;
- F) déterminer le niveau d'acceptabilité des producteurs agricoles pour ce nouveau produit par voie de sondage;
- G) établir la proportion et la localisation des superficies agricoles disponibles pour valoriser les boues produites par la station d'épuration des eaux usées municipales;
- H) établir un calendrier théorique des périodes d'épandage et des superficies disponibles en fonction des périodes d'épandage.

À cette fin, on doit donc mandater un agronome pour réaliser ces divers travaux.

N.B. Il est essentiel de tenir compte de toutes les contraintes prévues au présent guide (chapitres 4, 5 et 6).

*Ministère du
Développement durable,
de l'Environnement
et des Parcs*

Québec 

Centre de documentation

Document pdf numérisé à 300 ppi
Reconnaissance optique de caractères
Numériseur Minolta Di 470
Adobe Acrobat 6.0