

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

MINISTÈRE DES FORÊTS

ET

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX

VALORISATION SYLVICOLE DES BOUES DE STATIONS D'ÉPURATION

DES EAUX USÉES MUNICIPALES

Guide de bonnes pratiques

MAI 1991

EN910413

Ex. A

QGEN

Centre de Documentation Reçu le
AVR 28 1992
Environnement - Québec

Dépôt légal - 3e trimestre 1991
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN 2-550-22516-3

Envirodoq EN910413
QEN/QE/AE/56/1

VALORISATION SYLVICOLE
DES BOUES DE STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES MUNICIPALES

Préparé par le Groupe de travail constitué de :

Nancy Bernier, biol., M.Sc. Env., ministère des Forêts, Direction de l'évaluation environnementale

Yvon Grenier, ing.f., M.Sc., ministère des Forêts, Direction de la recherche

Marc Hébert, Agr., M.Sc., ministère de l'Environnement, Direction de la recherche et des technologies environnementales

Michel Laferrière, biol., M.Sc. Env., ministère de la Santé et des Services sociaux, Département de santé communautaire de Rivière-du-Loup

Gilbert Parent, Agr., M.Sc. Env., ministère de l'Environnement, Direction du milieu agricole et du contrôle des pesticides

Jean-Marc Veilleux, ing.f., M.Sc., ministère des Forêts, Direction de la recherche

Note : La forme masculine a été utilisée pour alléger le texte, mais n'implique aucune discrimination.

AVANT-PROPOS

Le présent document a été réalisé conjointement par les ministères québécois de l'Environnement, des Forêts et de la Santé et des Services sociaux. Il s'adresse à toutes les personnes qui s'intéressent à la valorisation en milieu forestier des boues de stations d'épuration des eaux usées municipales.

Ce guide a été conçu plus spécifiquement pour la valorisation des boues liquides, mais comporte également des applications pour les boues solides et granulées. Il répond d'abord à des objectifs d'élaboration de critères relatifs à l'environnement et à la santé sur lesquels repose la valorisation sylvicole des boues. Il vise également à sensibiliser les gestionnaires des stations d'épuration, les entreprises forestières, les ingénieurs forestiers, les biologistes, les environnementalistes et tous les individus désireux de valoriser les boues en milieu forestier, et à leur fournir l'information technique afin d'uniformiser la démarche à suivre dans un tel programme de valorisation.

Les critères retenus dans ce document reposent sur les aspects de l'environnement et de la santé tirés de différents guides et documents sur la valorisation agricole et sylvicole des boues. Ils sont aussi fondés sur les connaissances de l'écosystème forestier québécois : sol, végétation, eau, climat, topographie, conditions écologiques, pédologiques et environnementales.

La valorisation des boues en foresterie a de nombreuses similitudes avec la valorisation agricole. Dans certaines régions, les deux types de valorisation pourraient être complémentaires, tandis que dans d'autres, l'une pourrait être exclue. Il faut être conscient que ce mode de gestion ne sera pas applicable à tout le territoire québécois. D'autre part, les sites qui pourraient être récepteurs sont plus nombreux que ceux qui recevront effectivement des boues. Ainsi, les forêts-cibles devront être sélectionnées avec soin afin de tirer le maximum de cette ressource.

Le présent guide sera révisé périodiquement en fonction des informations recueillies dans les programmes de valorisation en cours, de l'évolution technique de la valorisation et des résultats locaux et internationaux de la recherche en ce domaine. Notons finalement que le cadre de ce document et certaines parties du texte ont par ailleurs été inspirés du guide de bonnes pratiques sur la valorisation agricole des boues de stations d'épuration des

eaux usées municipales publié par les ministères québécois de l'Environnement et de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

TABLE DES MATIÈRES

	page
AVANT-PROPOS	iii
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES	xi
INTRODUCTION	1
1. GÉNÉRALITÉS : LES BOUES ET LE MILIEU RÉCEPTEUR	5
1.1 Les boues	5
1.1.1 Origine des boues	5
1.1.2 Épuration des eaux usées	5
1.1.2.1 Prétraitement des eaux usées	5
1.1.2.2 Traitement biologique	7
1.1.2.3 Traitement physico-chimique	7
1.1.2.4 Traitement des boues produites	7
1.1.3 Caractéristiques des boues	8
1.1.3.1 Propriétés physiques	9
1.1.3.2 Propriétés chimiques	9
1.1.3.3 Propriétés biologiques	10
1.2 Le milieu récepteur : les sols forestiers	10
1.2.1 Nature du milieu récepteur et utilisation des boues	11
1.2.1.1 Texture du sol	11
1.2.1.2 Matière organique du sol	12
1.2.1.3 Structure du sol	12
1.2.1.4 PH du sol	13
1.2.1.5 Organismes du sol	13
1.2.1.6 Climat	13
1.2.1.7 Autres caractéristiques	14
2. LA VALORISATION SYLVICOLE DES BOUES	15
2.1 Intérêt pour le milieu forestier	15
2.2 Habitudes de fertilisation de la forêt au Québec	16
2.3 Milieux forestiers à fertiliser avec les boues	16
2.4 Intérêt collectif et économique	17

	page
2.5 Avantages liés aux composantes des boues	17
2.5.1 Azote	17
2.5.2 Phosphore	19
2.5.3 Autres éléments nutritifs	19
2.5.4 Matière organique	19
2.6 Contraintes liées aux composantes des boues	19
2.6.1 Métaux	19
2.6.2 Contaminants organiques	21
2.6.3 Organismes pathogènes	21
2.7 Épandage en milieu forestier	22
2.7.1 Plan de valorisation	22
2.7.2 Quantités de boues à appliquer et fréquences d'épandage	22
2.7.3 Équipement d'épandage	23
2.7.4 Entreposage en milieu forestier	23
2.7.5 Opérations d'épandage et travaux d'aménagement forestier	23
2.7.5.1 Reboisement	24
2.7.5.2 Dégagement des plantations	24
2.7.5.3 Éclaircie ou coupe partielle	24
2.7.5.4 Coupe par bandes ou par damiers	25
2.7.5.5 Coupe totale	25
3. LES CRITÈRES DE BONNES PRATIQUES	27
3.1 Qualité des boues	27
3.1.1 Échantillonnage et analyse des boues	27
3.1.2 Critères relatifs aux métaux	27
3.1.3 Critères relatifs aux contaminants organiques	29
3.1.4 Critères relatifs à la qualité biologique	29
3.2 Qualité du lieu récepteur	30
3.2.1 Critères relatifs aux caractéristiques du milieu récepteur	30
3.2.2 Critères liés à l'eau	30
3.2.3 Critères liés aux infrastructures	31
3.3 Critères relatifs à la dose et à la date d'épandage	32
3.4 Restrictions relatives aux érablières	32

	page
4. LES AUTRES CONSIDÉRATIONS	33
4.1 Autorisations, ententes et registres	33
4.2 Contrôle et suivi environnemental	33
4.2.1 Contrôle	33
4.2.2 Suivi environnemental	34
4.3 Santé et sécurité	34
4.3.1 Règles générales	35
4.3.2 Équipement de protection	35
5. LE PROGRAMME DE VALORISATION SYLVICOLE	37
5.1 Étapes d'un programme de valorisation sylvicole	37
5.2 Responsabilités du producteur de boues	39
5.3 Responsabilités de l'ingénieur forestier	39
5.4 Documents et informations à fournir au ministère de l'Environnement du Québec lors de la présentation d'un dossier de valorisation sylvicole des boues	39
BIBLIOGRAPHIE	41
GLOSSAIRE	47
ANNEXE 1 : Teneurs moyennes des éléments contenus dans les boues de stations d'épuration municipales du Québec	49
ANNEXE 2 : Pathogènes présents dans les boues	51
Effets des procédés de stabilisation des boues sur les micro- organismes	52
Inactivation des organismes pathogènes par divers procédés de stabilisation des boues	53
ANNEXE 3 : Entreposage des boues en milieu forestier	55
ANNEXE 4 : Méthode d'échantillonnage et d'analyse des boues	57
ANNEXE 5 : Exemple d'un bulletin d'analyse de boues	63
ANNEXE 6 : Paramètres d'analyse d'un échantillon de sol	65
ANNEXE 7 : Exemple d'entente de valorisation sylvicole des boues	67
ANNEXE 8 : Exemple d'un bulletin de livraison de boues	71
ANNEXE 9 : Registre	73
ANNEXE 10 : Exemple détaillé de calcul d'une dose d'épandage de boues	75
ANNEXE 11 : Affichage dans les zones traitées.	79
ANNEXE 12 : Principales étapes d'une étude de faisabilité de valorisation agricole ou sylvicole des boues	81

ANNEXE 13 : Résumé des critères des bonnes pratiques pour la valorisation
sylvicole des boues 83

LISTE DES TABLEAUX

	page
Tableau 1 Teneurs limites en métaux dans les boues aptes à la valorisation agricole ou sylvicole	28
Tableau 2 Concentrations maximales en métaux à ne pas dépasser dans les sols	29
Tableau 3 Distance minimum d'épandage à respecter en bordure des cours d'eau	31
Tableau 4 Distance à respecter par rapport aux zones sensibles	31

LISTE DES FIGURES

	page
Figure 1 Traitement des eaux usées et élimination conventionnelle des boues de stations d'épuration	3
Figure 2 Processus d'épuration des eaux usées	6
Figure 3 Principales formes et utilisations de l'azote dans le sol	18

INTRODUCTION

Jusqu'à tout récemment le traitement des eaux usées était marginal au Québec. Le programme d'épuration des eaux usées municipales permettra dorénavant de rejeter un effluent convenable dans le milieu aquatique récepteur (figure 1). Cependant, l'assainissement des eaux se traduit par l'apparition de volumes importants de résidus organiques : les boues (22, 23)¹.

La mise en service prochaine de plusieurs stations d'épuration oblige à prévoir, dès maintenant, une gestion sécuritaire des boues produites, en particulier en ce qui a trait à leur destination finale. Leur élimination dans un site d'enfouissement après déshydratation ou incinération est une pratique courante mais n'est pas nécessairement la meilleure du point de vue de la conservation des ressources, ni la plus économique.

La valorisation sylvicole ou agricole, qui vise essentiellement le recyclage d'un produit actuellement considéré comme un déchet, se confirme progressivement comme solution d'intérêt auprès des municipalités et des entreprises forestières et agricoles (4, 16, 18, 22, 23, 41). Par ailleurs, les citoyens soucieux de la qualité de l'environnement et de la conservation de nos ressources sont favorables au recyclage.

L'utilisation de résidus organiques dans les sols comme amendement et engrais organique est pratiquée depuis longtemps. Les boues des stations d'épuration ont une composition voisine de celle des fumiers et des lisiers; il est donc logique d'envisager leurs valorisations sylvicole et agricole (44). Toutefois, il faut veiller à produire des boues de qualité à faibles teneurs en métaux, contaminants organiques et agents pathogènes.

Ce guide de bonnes pratiques établit des critères sur la qualité des boues aptes à être valorisées, la nature et les caractéristiques des milieux récepteurs à retenir, les contrôles à effectuer et les suivis à tenir.

Ces critères sont basés sur les principes directeurs suivants :

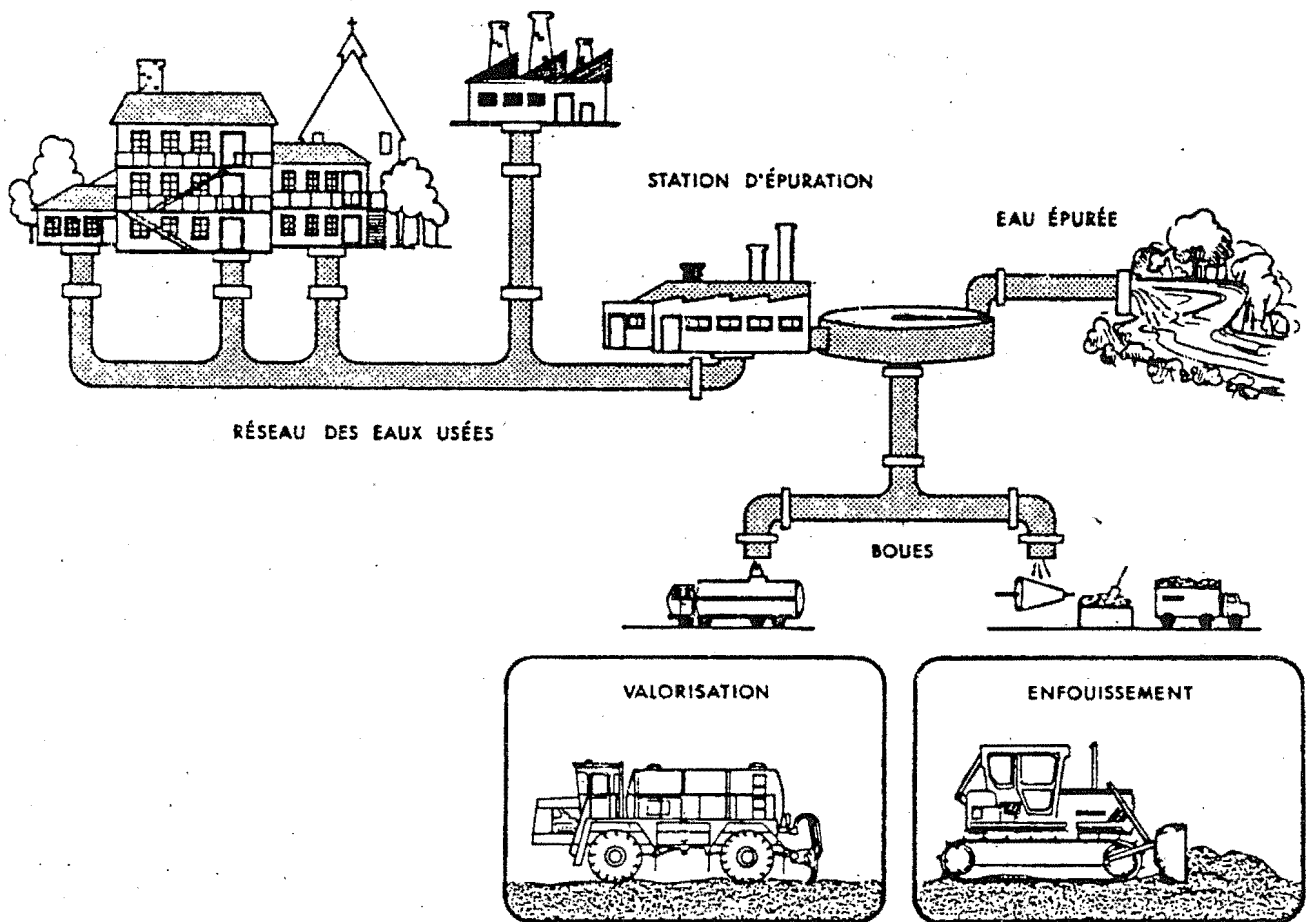
- la protection de la santé et du bien-être des humains et des animaux;

¹ Les chiffres entre parenthèses renvoient à la bibliographie.

- la prévention de la pollution des eaux superficielles et souterraines;
- la conservation de la qualité du sol et l'amélioration de la fertilité à court, à moyen et à long terme;
- la conservation de la vocation récréative de la forêt;
- l'augmentation des rendements en matière ligneuse des forêts.

Il est important de noter que dans tout projet de valorisation des boues d'épuration des eaux usées municipales, le producteur de boues en a l'entière responsabilité jusqu'à leur destination finale.

Figure 1: TRAITEMENT DES EAUX USÉES ET ÉLIMINATION CONVENTIONNELLE DES BOUES DE STATIONS D'ÉPURATION



CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS : LES BOUES ET LE MILIEU RÉCEPTEUR

1.1 LES BOUES

1.1.1 Origine des boues

Les eaux usées municipales contiennent principalement de l'eau et des matières organiques qui 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.

1.1.2 Épuration des eaux usées

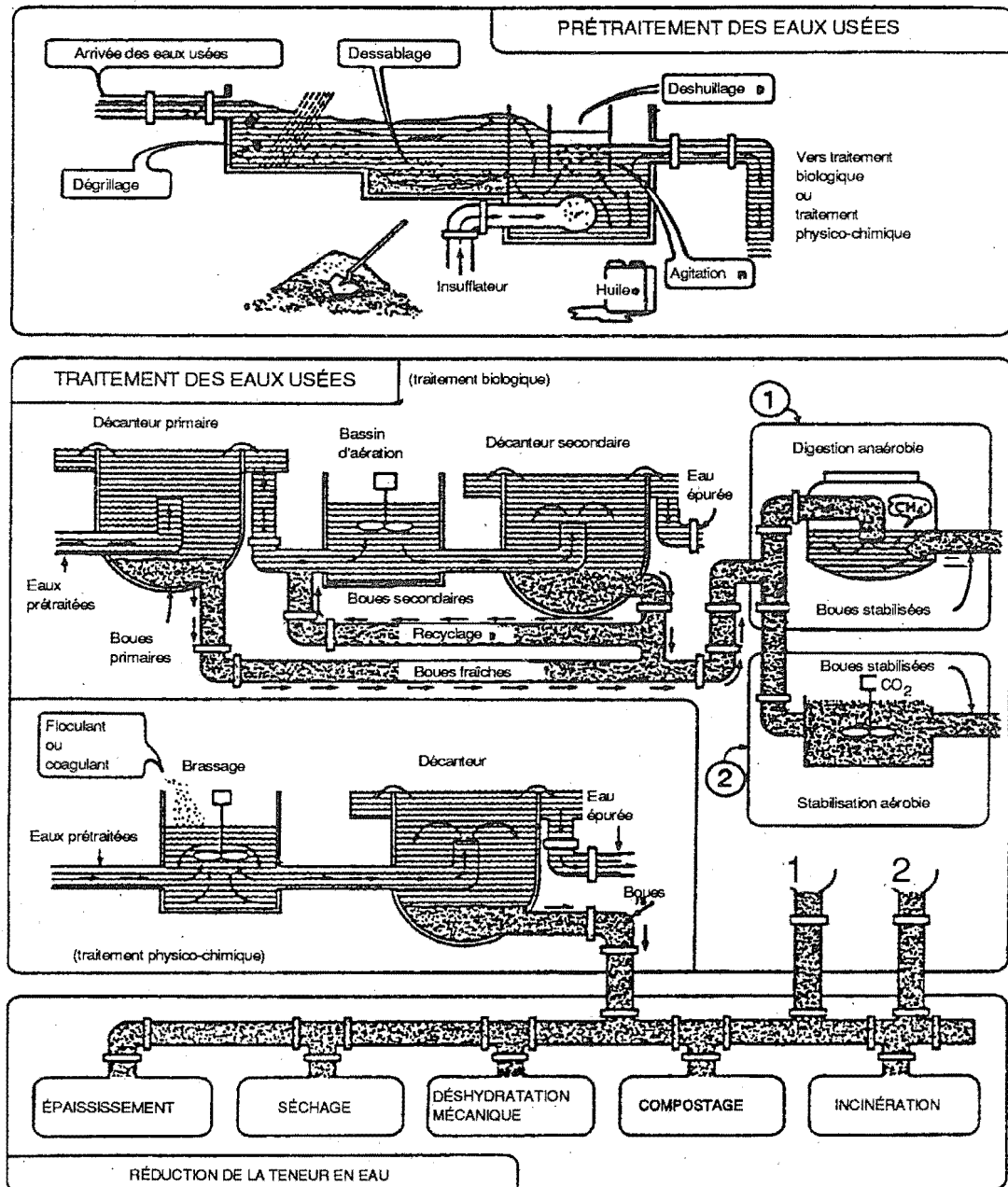
L'épuration des eaux usées s'effectue en différentes étapes selon des techniques basées sur des lois de la physique, de la chimie et de la microbiologie (figure 2).

1.1.2.1 Prétraitement des eaux usées

Les eaux usées arrivant à la station d'épuration passent généralement dans un système de grilles qui permet de retirer des eaux usées différents déchets de grandes dimensions (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.

Figure 2: PROCESSUS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES



1.1.2.2 Traitement biologique

Les eaux usées sont dirigées vers 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.

1.1.2.3 Traitement physico-chimique

Des coagulants et flocculants (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 d'agents flocculants contenant du fer ou de l'aluminium.

1.1.2.4 Traitement des boues produites

En général, le traitement est conçu pour limiter le volume de boues à manipuler et les nuisances liées au caractère putrescible de celles-ci.

a) Stabilisation

La stabilisation consiste à réduire le pouvoir fermentescible et les odeurs des matières organiques présentes dans les boues brutes et, selon la technique employée, diminuer la quantité de micro-organismes pathogènes. L'étape de stabilisation des boues est indispensable à tout projet de valorisation. Il existe trois principaux modes de stabilisation : biologique aérobie, biologique anaérobie et chimique.

- i) La *stabilisation biologique aérobie* consiste en une oxydation partielle de la matière organique en présence d'oxygène. Cette oxydation est réalisée sous l'action des micro-organismes aérobies qui prolifèrent sous l'effet d'aérateurs 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 en absence d'oxygène. Le méthane produit par la fermentation est souvent récupéré pour chauffer le digesteur et les bâtiments ou pour fournir un complément d'énergie à la station.

iii) La *stabilisation par voie chimique* ne diminue pas la quantité de matière fermentescible. On augmente le pH par l'apport de réactifs chimiques telle la chaux vive. Il se produit alors une action bactéricide et un blocage des fermentations acides nauséabondes. La stabilisation par voie chimique peut également être pratiquée sur des boues solides.

b) Épaississement, déshydratation et séchage

Ces méthodes de traitement des boues ont pour principal objet d'en réduire la teneur en eau. L'épaississement ramène la concentration de solides des boues à environ 5 p. 100 alors que la déshydratation concentre les solides des boues à des teneurs de 10 à 40 p. 100, selon les techniques utilisées. L'eau peut être extraite de façon mécanique (filtre-presse, filtre sous vide, centrifugeuse). Le séchage à haute température peut augmenter la teneur en matière sèche à 90-95 p. 100 et le produit sera sous forme de poudre ou de granules. C'est également une méthode de stabilisation.

c) Compostage

Le compostage consiste en une fermentation partielle de la matière organique contenue dans les boues brutes ou stabilisées et est réalisé dans des conditions suffisantes d'aération. Cette oxydation résulte de l'activité de la micro-flore et s'accompagne d'une forte élévation de la température (50 à 70°C).

Les principaux effets de cette technique sont une excellente stabilisation de la matière organique et une diminution des micro-organismes pathogènes à cause de l'élévation de la température. Le compostage est réalisé sur des boues solides, avec un support carboné, et aboutit à la formation d'un produit destiné à être valorisé à différentes fins : le compost.

1.1.3 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. L'annexe 1 montre des teneurs moyennes observées de certains éléments dans les boues au Québec.

1.1.3.1 Propriétés physiques

Les boues renferment généralement plus de 95 p. 100 d'eau à la sortie de la station d'épuration. Par des procédés mécaniques ou thermiques, ces boues peuvent être plus ou moins déshydratées. Elles peuvent se présenter sous forme liquide (\leq 12 p. 100 de matière sèche), pâteuse (12-25 p. 100 m.s.), solide (\geq 25 p. 100 m.s.) ou séchée (\geq 90 p. 100 m.s.).

La siccité (teneur en matière sèche) des boues de stations d'épuration influence le système de valorisation en 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.

1.1.3.2 Propriétés chimiques

a) La matière organique

La matière organique dans les boues représente environ 50 p. 100 de la matière sèche (13, 20, 49). Elle provient de la matière organique contenue dans les eaux usées et de la biomasse bactérienne produite lors du traitement biologique. Les boues stabilisées montrent un rapport carbone/azote (C/N) qui varie généralement de 6 à 15 selon leur type et niveau de traitement et un coefficient de transformation en humus d'environ 30 p. 100 de la matière sèche (46).

b) L'azote

La teneur en azote des boues varie entre 1 et 5 p. 100 de la teneur en matière sèche. L'azote de la phase solide 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 p. 100 de leur azote sous forme organique. L'azote inorganique se présente sous forme ammoniacale plutôt que sous forme nitrique, selon que la boue est stabilisée par un procédé anaérobie ou aérobie. Par exemple, 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 contiennent les boues varie entre 1 et 4 p. 100 de la teneur en matière sèche. Ce phosphore est en grande partie sous forme inorganique qui représente de 50 à 75 p. 100 du phosphore total.

d) Le potassium

Les boues sont généralement pauvres en potassium. Il représente moins de 1 p. 100 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 contiennent du calcium et du magnésium en quantités non négligeables qui représentent jusqu'à 25 p. 100 de la teneur en matière sèche selon qu'il s'agit de boues chaulées ou non.

f) Les métaux et métalloïdes

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

g) Les contaminants organiques et les polyélectrolytes

On peut retrouver dans les boues des traces de certains composés organiques potentiellement dangereux (BPC, HAP, pesticides, etc.). La présence de polyélectrolytes¹ synthétiques est possible dans certaines boues déshydratées.

1.1.3.3 Propriétés biologiques

Les boues contiennent beaucoup de micro-organismes. En ce qui concerne les organismes pathogènes, la plupart des traitements de stabilisation réduisent leur nombre sans toutefois les éliminer complètement. Par exemple, certains parasites sous forme kystique et certaines bactéries et virus persistent dans le sol sur de longues périodes. Cependant, la plupart des bactéries et des virus sont adsorbés sur la matière solide, les rendant ainsi moins mobiles.

1.2 LE MILIEU RÉCEPTEUR : LES SOLS FORESTIERS

Le sol forestier est un milieu complexe de par ses composantes : sa fraction organique, sa fraction minérale, son contenu biologique, son atmos-

¹ Les mots soulignés dans le texte sont définis au glossaire.

phère (air dans le sol) et sa teneur en eau. Le sol est aussi un milieu dynamique parce que ses composantes sont en constante évolution sous l'action du climat (température et précipitations), de la végétation et des organismes vivants.

Sur un sol forestier naturel, non cultivé, les débris végétaux de toute nature s'accumulent en surface (litière). Dès leur arrivée au sol, ils sont plus ou moins rapidement décomposés par l'activité biologique. Dans les sols cultivés, les conditions sont différentes : il n'y a à peu près pas d'accumulation de matière organique en surface parce que les débris végétaux sont incorporés dans le sol minéral.

La valorisation sylvicole des boues sur un sol forestier naturel, non cultivé, se fera par épandage au sol sans incorporation. Par contre, dans un sol cultivé, l'épandage devrait être fait par injection; les boues pourraient aussi être épandues en surface, opération qui serait suivie d'une incorporation superficielle dans le sol par hersage.

1.2.1 Nature du milieu récepteur et utilisation des boues

Dans la perspective de valorisation des boues sur des sols, il importe de considérer quelques caractéristiques d'ordre physique (topographie, texture, matière organique, structure), chimique (pH, C.É.C.) et biologique (organismes du sol) ainsi que du climat agissant sur le potentiel d'utilisation des boues à cette fin.

1.2.1.1 Texture du sol

La texture du sol est définie d'après la proportion des particules de différentes tailles du sol. Elle influence principalement la capacité d'échange cationique (C.É.C.) et la rétention des éléments nutritifs du sol, la perméabilité et la masse volumique du sol, l'infiltration et le pouvoir de rétention de l'eau de même que la facilité au soulèvement par le gel. Il est important de rechercher des sols de texture favorisant une capacité d'échange cationique élevée, une bonne perméabilité, une vitesse d'infiltration modérée et une rétention d'eau élevée. Ces propriétés permettraient de retenir au niveau du sol les éléments contenus dans les boues.

Les sols de texture trop fine (argile et loam argileux), malgré une bonne capacité d'échange cationique, peuvent présenter une perméabilité médiocre, une mauvaise infiltration et un bon pouvoir de rétention de l'eau. Les sols à texture grossière (sable et loam sableux), très perméables, peuvent par

contre favoriser la migration d'éléments vers les eaux souterraines, particulièrement avec l'utilisation de boues liquides.

Les sols de texture intermédiaire comme les loams limoneux 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.

1.2.1.2 Matière organique du sol

Les divers débris végétaux que l'on observe à la surface du sol (herbes, aiguilles, feuilles, branches mortes, etc.) sont décomposés plus ou moins rapidement par les organismes du sol. C'est l'activité biologique du sol qui donne naissance à des particules fibreuses et à d'autres, très fines, appelées colloïdes organiques, ou humus, dont le diamètre équivaut à celui des argiles. Les colloïdes organiques du sol sont entraînés dans le profil et se minéralisent à leur tour, libérant progressivement les substances nutritives nécessaires aux plantes.

La vitesse de décomposition des débris organiques est fonction de l'ensemble des facteurs du milieu (température, précipitation, nature des débris, activité biologique, etc.). Lorsque les circonstances sont défavorables à l'activité biologique, le cycle est lent et il y a accumulation de débris non décomposés en surface.

L'humus a un rôle très important à jouer pour assurer l'activité biologique et la fertilité du sol. Il améliore généralement la structure, la teneur en eau et l'aération du sol. De plus, la rétention des éléments nutritifs et des métaux, la nutrition minérale des plantes et la formation des réserves en azote du sol s'en trouvent favorisées.

La culture intensive est souvent la cause d'une minéralisation excessive de l'humus et il s'ensuit une baisse du taux d'humus en dessous d'un minimum indispensable. La disparition de l'humus provoque une dégradation de la structure du sol, d'où des conditions peu favorables au développement des racines des arbres.

1.2.1.3 Structure du sol

La structure du sol est l'arrangement des particules de sol entre elles. La structure est liée à la présence dans le sol des colloïdes minéraux et organiques formant le complexe argilo-humique. Une bonne structure améliore l'aération du sol et sa porosité, elle joue aussi un rôle dans la résistance à

l'érosion. Dans les sols légers, une bonne structure augmente la capacité de rétention en eau et diminue l'infiltration et la perméabilité alors que dans les sols lourds, les effets sont généralement inverses. Toute dégradation de la structure du sol entraîne, entre autres, des modifications de l'infiltration, de la perméabilité et du pouvoir de rétention en eau d'un sol.

1.2.1.4 PH du sol

Le pH est une mesure de l'acidité du sol. L'acidité du sol influence l'absorption des éléments par les végétaux, car elle modifie la disponibilité de certains éléments nutritifs. Les quantités d'azote, de phosphore, de calcium, de magnésium et de potassium naturellement disponibles sont plus faibles dans les sols très acides. À pH neutre, le fer, le zinc, le cuivre, le cobalt et le manganèse sont moins disponibles. À l'opposé, dans les sols acides, les métaux tels que l'aluminium, le fer et la manganèse 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 arbres qui pourraient les accumuler dans leurs tissus. Un pH très acide nuit à l'activité biologique du sol et diminue l'efficacité des engrais.

1.2.1.5 Organismes du sol

En tout temps, on doit assurer des conditions favorables à l'activité des organismes décomposeurs et humificateurs des composés organiques du sol (vers de terre, micro-flore, pédofaune, etc.). Cette activité est fortement liée à la qualité et à la quantité de matière organique disponible provenant de sources naturelles ou exogènes. Les conditions d'aération doivent être suffisantes. Elles sont influencées par la structure du sol, sa porosité et les mouvements de l'eau dans le profil du sol. De plus, le maintien du pH du sol près de la neutralité favorise l'activité biologique.

1.2.1.6 Climat

Le climat conditionne à la fois les périodes propices à l'épandage, à la transformation de la matière organique et à l'utilisation optimale des éléments minéraux par les plantes. La saison de végétation est relativement courte au Québec, selon les régions. De plus, les conditions de gel et de neige, de même que les précipitations parfois abondantes requièrent que la valorisation sylvicole des boues soit bien planifiée.

1.2.1.7 Autres caractéristiques

La topographie et la pente du sol influencent la susceptibilité au ruissellement. La pente, la nature et l'épaisseur du dépôt meuble affectent également les mouvements de la nappe phréatique et la capacité de rétention des éléments nutritifs par le sol.

CHAPITRE II

LA VALORISATION SYLVICOLE DES BOUES

2.1 INTÉRÊT POUR LE MILIEU FORESTIER

La fertilisation en milieu forestier est une technique sylvicole qui vise à augmenter la disponibilité des éléments nutritifs afin de produire plus de fibres par unité de surface et ainsi augmenter la productivité des forêts. La fertilisation tend à optimiser le rendement des terrains forestiers en vue d'une récolte plus abondante et à meilleur coût.

C'est un fait connu, les boues de stations d'épuration d'origine municipale contiennent la plupart des substances nutritives nécessaires à la croissance des plantes. En ce sens, elles constituent un engrais organique (44, 50).

L'apport des boues en éléments nutritifs contribue à maintenir ou à améliorer la fertilité des sols, à court et à long termes, surtout dans les stations forestières où la faible fertilité est le facteur limitatif de la croissance des arbres naturels ou plantés. Ce sont principalement les teneurs en azote et en phosphore qui présentent un intérêt pour le milieu forestier.

Les boues agissent également comme amendement organique, contribuant à équilibrer le bilan humique du sol et, en particulier, à maintenir la structure du sol, son pouvoir de rétention de l'eau et des éléments nutritifs, sa capacité d'échange cationique et son activité biologique. De plus, les boues stabilisées chimiquement par apport de chaux ont le double avantage de fournir à la fois une matière organique stabilisée et un amendement permettant de diminuer l'acidité des sols.

2.2 HABITUDES DE FERTILISATION DE LA FORÊT AU QUÉBEC

Dans l'ensemble du territoire forestier québécois, la surface de forêt fertilisée est loin de se comparer aux superficies qui sont traitées ailleurs au Canada; ce sont des considérations essentiellement d'ordre économique qui affectent la décision de fertiliser ou non. Toutefois, avec le nouveau régime forestier qui est maintenant en vigueur, la Loi sur les forêts (L.R.Q., F-4.1) a créé une nouvelle industrie de la sylviculture au Québec. L'adoption du Règlement sur la valeur des traitements sylvicoles (90-F-00078) fera que la fertilisation, qui est devenue un traitement admissible au titre de paiement des droits prescrits, sera davantage utilisée pour favoriser la croissance des arbres.

Plusieurs travaux de recherche démontrent que l'azote est l'élément nutritif qui limite le plus fréquemment la croissance dans la forêt québécoise résineuse et feuillue. C'est aussi l'élément qui, appliqué sous forme d'engrais, a produit les réactions les plus favorables. Cependant, la fertilisation azotée n'est pas une panacée à tous les problèmes de déficiences d'éléments nutritifs.

2.3 MILIEUX FORESTIERS À FERTILISER AVEC LES BOUES

Bien qu'elle constitue une technique sylvicole prometteuse, la valorisation des boues de qualité comme engrais ne peut être appliquée à tous les types de forêt. La situation étant complexe en plantation et en peuplement naturel, la décision de fertiliser sera prise en fonction des aspects sylvicoles, techniques, économiques et environnementaux à l'échelle locale.

Les pépinières forestières et les vergers à graines sont des milieux qui peuvent convenir à la valorisation des boues de stations d'épuration afin de maintenir et même d'augmenter le niveau de matière organique et de fertilité des sols, surtout qu'il est possible d'utiliser l'équipement agricole pour l'épandage. Les boues pourraient remplacer une partie des engrais commerciaux, surtout l'azote. Un suivi environnemental est fortement conseillé.

Dans les plantations, les boues devraient être utilisées au moment de la préparation des sols, ce qui faciliterait leur incorporation dans les premiers centimètres du sol. Les sites à privilégier sont :

- les plantations d'arbres de Noël;
- les plantations résineuses de futaies en vue de la production de bois à pâte et de sciage;

- les plantations feuillues (taillis, taillis sous futaie et futaie normale);
- les plantations sur les terres abandonnées par l'agriculture.

En forêt naturelle, les peuplements aménagés par éclaircie sont préférables, d'abord pour augmenter les chances d'une réaction positive sur la croissance, et aussi, pour faciliter le passage de la machinerie et de l'équipement et assurer une certaine homogénéité de l'application des boues. *Les érablières destinées à l'acériculture sont exclues de tout projet de valorisation de boues parce que leurs produits sont directement consommés par les humains.*

2.4 INTÉRÊT COLLECTIF ET ÉCONOMIQUE

Pour plusieurs municipalités, la valorisation agricole et sylvicole des boues de qualité présente un intérêt économique puisqu'il peut en résulter une réduction des coûts de gestion des boues, lesquels sont accrus par la rareté des sites d'enfouissement sanitaire et les coûts qui s'y rattachent. Ce mode de gestion des boues profiterait également à l'industrie forestière ainsi qu'aux autres utilisateurs de ces engrais organiques. Il pourrait s'agir d'une solution économique qui offre des possibilités intéressantes de recyclage et de conservation facilement acceptables par l'ensemble des citoyens.

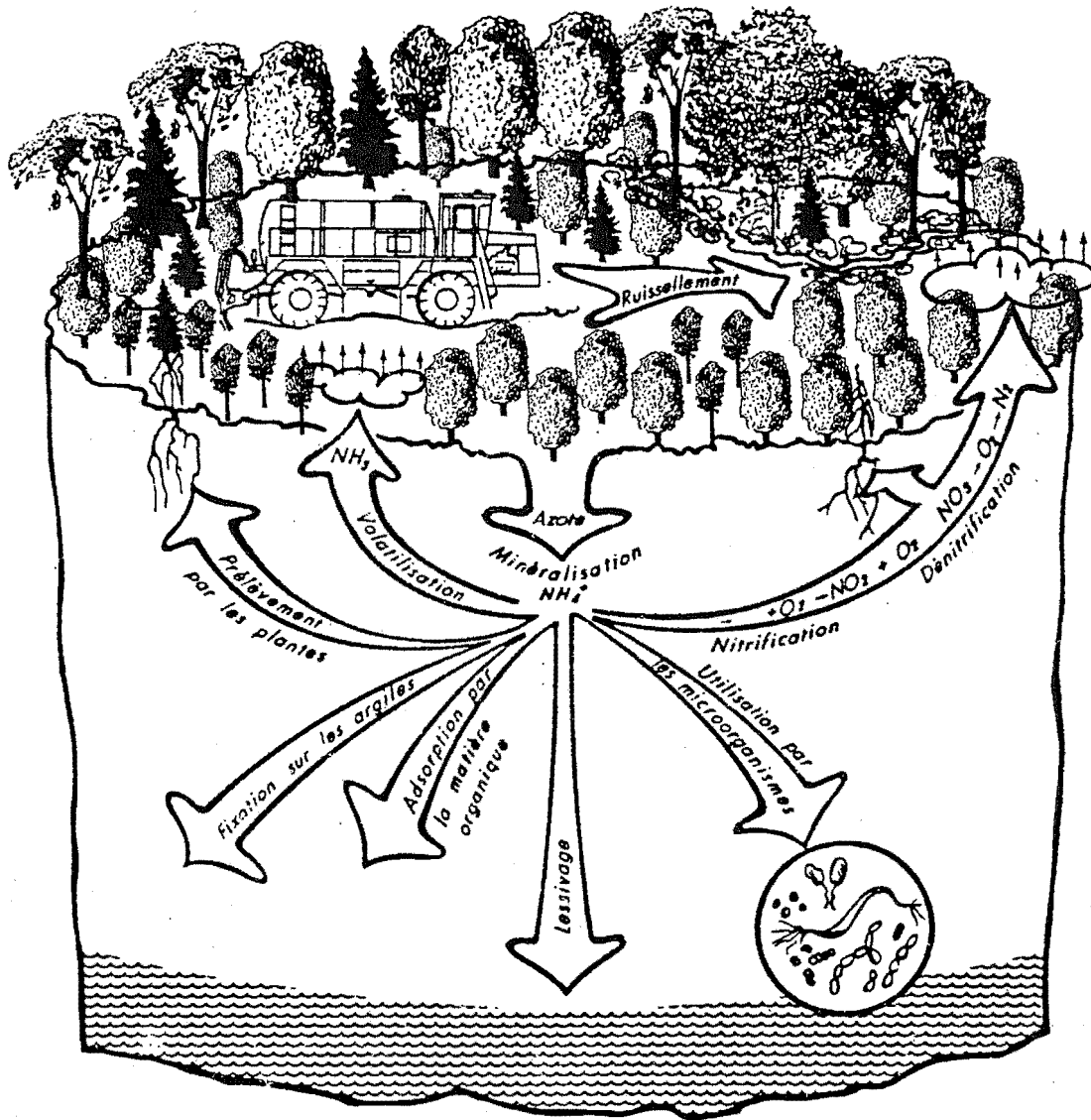
2.5 AVANTAGES LIÉS AUX COMPOSANTES DES BOUES

Ces avantages sont liés à la valeur fertilisante des boues ainsi qu'à leur apport comme amendement organique.

2.5.1 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 formes ammoniacale et nitrique est directement assimilable par les plantes. Par contre, seule une fraction de l'azote organique apportée par les boues se minéralise au cours de la première saison de croissance. L'azote subit plusieurs transformations dans le sol. La figure 3 en donne les principales formes et les diverses utilisations. Il est à noter que les quantités de nitrites et de nitrates non utilisées par les plantes et les micro-organismes peuvent être lessivées et risquent ainsi de contaminer les sources d'eau et les rendre impropres à la consommation humaine.

Figure 3: PRINCIPALES FORMES ET UTILISATIONS DE L'AZOTE DANS LE SOL



2.5.2 Phosphore

Le phosphore contenu dans les boues est présent surtout sous la forme inorganique (50 à 75 p. 100 du phosphore total) et cette fraction est immédiatement assimilable par les plantes. Il est donc important de s'assurer que la quantité de phosphore apportée ne soit pas excessive par rapport aux besoins du milieu.

2.5.3 Autres éléments nutritifs

Outre l'azote et le phosphore, dont les teneurs sont assez importantes, on retrouve aussi dans les boues les éléments nutritifs potassium, calcium, magnésium, soufre, fer, cuivre, zinc, etc. qui sont présents en concentrations moindres. Ces éléments sont essentiels à la bonne croissance des plantes et au développement des micro-organismes du sol.

2.5.4 Matière organique

Comme amendement organique, les boues contribuent à équilibrer le bilan humique et l'activité biologique des sols par l'amélioration nette de la structure du sol, du pouvoir de rétention de l'eau et des éléments nutritifs, de la capacité d'échange du sol, de l'alimentation minérale et hydrique des plantes et du réchauffement du sol.

2.6 CONTRAINTES LIÉES AUX COMPOSANTES DES BOUES

Malgré que les boues puissent avantageusement servir comme amendement et engrais forestiers, elles ne sont pas exemptes de contaminants. Les métaux, les contaminants organiques et les micro-organismes pathogènes sont les principaux éléments à considérer du point de vue de la santé et de l'environnement.

2.6.1 Métaux

Certains métaux sont des oligo-éléments indispensables à la nutrition des plantes et leur présence dans les boues est bénéfique (17, 53); ce sont le zinc, le cuivre, le bore, le fer, le molybdène et le manganèse (57). Cependant, ils ne doivent pas dépasser certaines concentrations, car ils deviennent alors phyto-toxiques (50) et risquent de diminuer les rendements (2) en inhibant la croissance des arbres (36). L'inhibition peut aussi se produire lorsque la concentration d'un métal empêche la plante de puiser dans le milieu un autre élément essentiel. Par exemple, le zinc, le cadmium, le fer et le

nickel en trop grande quantité empêchent la plante de tirer le phosphore du sol (43).

D'autres métaux se retrouvent dans les boues, mais ils ne semblent pas indispensables au métabolisme des plantes; par exemple, le plomb, le nickel, le cadmium, le mercure et le chrome. Ce sont justement ces métaux qui commandent la prudence dans la valorisation des boues en termes d'accumulation dans le milieu récepteur, de passage dans la chaîne alimentaire et de contamination des écosystèmes naturels.

La toxicité des métaux dépend de leur quantité dans le sol, mais surtout de leur forme ionique (9, 52). La forme ionique libre est reconnue comme la plus dangereuse (1, 33) car, étant soluble, elle est directement assimilée par les plantes. Cependant, dans les boues municipales, les métaux se présentent très peu sous cette forme. Dans les boues, en effet, les métaux sont liés à la matière organique (12, 48) ou sous forme de précipités inorganiques tels que les carbonates et les sulfures (9, 32, 33, 58). La majorité des métaux (90 à 99 p. 100) seraient liés à la matière organique ou se retrouveraient sous forme de sulfures (54); ces derniers, sauf pour le chrome, sont formés dans des conditions réductrices lors de la digestion et sont très insolubles (33).

Dans les sols, les métaux sont adsorbés ou complexés par la matière organique et les fines particules minérales (1, 5). Ils ne seraient pas drainés vers la nappe phréatique, mais s'accumuleraient dans les 15 premiers centimètres de sol (8) sans augmentation significative au-delà de 30 centimètres (7, 29). Ils pourraient aussi rester adsorbés à la matière organique de la boue elle-même (1, 33).

En ce qui concerne les végétaux, il est recommandé de maintenir le pH des sols agricoles devant recevoir des boues au-dessus de 6,5 afin de minimiser les risques que les métaux soient solubilisés, captés par les plantes ou deviennent phytotoxiques (41). Par contre, en forêt, les métaux n'ont pas montré de signes de phytotoxicité pour la plupart des plantes forestières, même à des pH plus acides (19). Étant donné que la majorité de nos sols forestiers sont très acides, leur pH variant de 3,5 à 7,0, il faudra être prudent dans l'application des boues afin d'éviter d'augmenter la solubilité des métaux et ainsi favoriser leur assimilation par les plantes; d'où l'intérêt d'utiliser des boues stabilisées à la chaux.

Dans l'état actuel des connaissances, les métaux ne constitueraient pas un danger pour la valorisation sylvicole des boues. Par contre, les teneurs en métaux des boues ne doivent pas excéder certaines valeurs afin que

ces boues puissent être valorisées et, de plus, il est recommandé de ne pas dépasser une limite maximale d'application de métaux. Compte tenu des pH très acides des sols forestiers et étant donné la problématique particulière de l'aluminium dans les sols forestiers du Québec, les boues de traitements physico-chimiques et d'étangs de déphosphatation ne peuvent être valorisées en forêt.

2.6.2 Contaminants organiques

Les boues municipales ne sont pas exemptes de contaminants organiques. Selon leur origine, elles peuvent contenir des pesticides, des composés chlorés, des HAP, des phtalates, etc. (16). Puisque ces substances sont peu solubles dans l'eau, elles adhèrent aux solides en suspension (18, 30). C'est pourquoi les composés chimiques toxiques présents dans les eaux usées se concentrent dans des boues dans des proportions allant de 1 000 à 10 000 fois les concentrations initiales des eaux usées. Malgré cela, les concentrations de contaminants organiques dans les boues restent faibles et le risque d'absorption de ces substances par les végétaux n'est pas élevé (10, 56).

On n'a pas démontré d'effets nocifs pour l'environnement ni pour la santé humaine avec l'utilisation des boues contenant de faibles concentrations de contaminants organiques (16). Cependant, les études doivent se poursuivre, car les données sont peu nombreuses à ce sujet.

2.6.3 Organismes pathogènes

Plusieurs micro-organismes pathogènes résistent aux traitements des eaux usées et se retrouveront dans les boues; ce sont des virus, des bactéries, des vers et leurs oeufs ainsi que des protozoaires et leurs kystes (55). Ces organismes proviennent principalement des déjections humaines et de celles d'autres animaux à sang chaud. Lors de la valorisation sylvicole des boues stabilisées, la survie des organismes pathogènes résiduels varie selon les conditions des sols, comme l'humidité, la température, le pH, l'activité biologique, etc.

Le mouvement des organismes pathogènes dans le sol est cependant limité. La plupart d'entre eux se retrouvent dans les horizons de surface du sol, ce qui rend ainsi la contamination des eaux souterraines peu probable. De plus, les horizons «B» sont généralement de bons filtres biologiques. Cependant, une texture poreuse du sol et des conditions d'humidité extrême pourraient permettre une contamination des eaux souterraines. L'atteinte des eaux de surface par le ruissellement est aussi à considérer.

L'annexe 2 présente quelques données relatives à des organismes pathogènes présents dans les boues. La dose infectieuse varie selon les espèces, les individus et la voie de pénétration. Des mesures doivent donc être prises pour protéger la santé publique et limiter le contact des humains avec les organismes pathogènes. D'ailleurs, l'Agence américaine de protection de l'environnement recommande de limiter l'accès aux sites traités pendant douze mois (19). Une attention particulière devra être apportée aux impacts sur la faune qui aura accès aux surfaces traitées.

2.7 ÉPANDAGE EN MILIEU FORESTIER

2.7.1 Plan de valorisation

L'épandage de boues doit se faire selon un plan de valorisation préparé et signé par un ingénieur forestier. Il doit être préparé selon les critères du présent guide et tenir compte de la qualité de la boue, des caractéristiques du sol, des besoins en éléments nutritifs, de l'objectif de valorisation (amendement ou engrais) et des conditions d'épandage. En tout temps, l'épandage des boues doit être réalisé sous la supervision d'un ingénieur forestier.

2.7.2 Quantités de boues à appliquer et fréquences d'épandage

Bien qu'il soit reconnu que l'azote est le facteur limitatif le plus important, la plus grande inconnue consiste à identifier les doses de boues qui devraient être appliquées à chaque type de forêt.

En se basant sur les travaux de Miller (1983) et de Mahendrappa *et al.* (1986) sur la nutrition des essences forestières, et sur les travaux en milieu forestier de Brockway (1988), la quantité maximale de boues à appliquer ne devra pas dépasser la dose de 200 kg d'azote disponible par hectare par période de 10 ans. De plus, un maximum de 200 m³/ha (2 centimètres d'épaisseur) de boue pourra être épandu lors d'une seule application. Cependant, il faut s'assurer que la boue épandue ne ruisselle pas. Concernant les périodes de récurrence, elles vont avec les travaux sylvicoles effectués.

La quantité d'azote disponible se calcule de la façon suivante :

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

La quantité de phosphore disponible se calcule de la façon suivante :

$$\begin{aligned} P \text{ disponible} &= 0,7 P \text{ total} \\ P_2O_5 \text{ disponible} &= 2,29 P \text{ disponible} \end{aligned}$$

2.7.3 Équipement d'épandage

L'équipement qui convient à l'épandage des lisiers est généralement adéquat pour épandre des boues liquides en terrain ouvert. On retrouve aussi de l'équipement spécialement conçu pour la valorisation agricole ou sylvicole des boues (37, 38, 42). Ainsi, des citernes automotrices de 6 800 litres ou plus, munies de pneus ballons, peuvent être utilisées. Ces dernières peuvent injecter la boue dans le sol ou l'épandre en surface. Elles se ravitaillent à une citerne provenant de la station d'épuration. Pour le transport sur de moyennes distances, un camion doté d'une citerne de 10 000 à 15 000 litres peut être considéré. Sur de courtes distances, des citernes tirées par des tracteurs peuvent convenir. Pour les boues solides, les épandeurs à fumier solide peuvent être utilisés. Il faut cependant prévenir les problèmes de tassement du sol et de disparition de la couverture végétale causés par le passage successif et l'enlèvement de ces véhicules lourdement chargés.

Tout transport de boues sur la voie publique doit respecter les lois et règlements se rapportant au transport sur les voies publiques et, pour les boues liquides, se faire dans un contenant ou un véhicule fermé et étanche.

2.7.4 Entreposage en milieu forestier

Pour entreposer des boues de stations d'épuration des eaux usées municipales en milieu agricole ou forestier, il est essentiel de se conformer aux réglementations mises en vigueur par les divers paliers gouvernementaux (municipalités, MRC, 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. Les détails sont fournis à l'annexe 3.

2.7.5 Opérations d'épandage et travaux d'aménagement forestier

Les opérations d'épandage pourraient être couplées à d'autres travaux sylvicoles qui sont prévus dans un plan d'aménagement, tels le reboisement, l'entretien de plantations, les éclaircies ou les coupes partielles, les coupes par bandes ou par damiers et les coupes totales. Idéalement, les épandages devraient être faits au début de la saison de croissance. Cependant, ce

ne sont pas tous les stades de développement (âges) de la forêt qui sont aptes à être fertilisés. Chacun est ici examiné plus en détail (25).

2.7.5.1 Reboisement

L'épandage avant la mise en terre des plants est l'activité la plus facile à réaliser et l'injection ou l'incorporation de la boue dans le sol peut se faire sans risque d'endommager les racines. Cependant, si les plants étaient mis en terre immédiatement après l'épandage, deux problèmes majeurs pourraient être rencontrés. Il y a d'abord des risques d'une mortalité importante, peut-être causée par un dégagement d'ammonium (21, 24, 31, 34, 47). Le second risque est la compétition, car la fertilisation n'est pas sélective et la végétation compétitive serait tout aussi favorisée que les arbres plantés (3, 11, 26). Cette compétition sévère exigerait des activités d'entretien (39) et les avantages économiques retirés de la fertilisation pourraient ainsi être anéantis.

Étant donné les pratiques pour la préparation des sols en vue du reboisement, l'épandage des boues et leur incorporation au sol par hersage forestier devraient être réalisés à la fin de l'été ou au début de l'automne, sans dépasser le 30 septembre, tandis que la plantation se ferait au printemps suivant.

2.7.5.2 Dégagement des plantations

Le but de cette opération est de dégager de la compétition les arbres désirés. La fertilisation avec des boues sera efficace dans les plantations dégagées, à partir du moment où les arbres plantés sont libres de croître par rapport à la compétition. Ce stade est atteint lorsque la compétition végétative ne peut plus nuire pour ce qui est de la disponibilité de la lumière et de l'espace pour les plants. À ce moment, la hauteur moyenne de la plantation dépasse 1,5 mètre.

2.7.5.3 Éclaircie ou coupe partielle

L'éclaircie réduit le nombre de tiges résiduelles d'un peuplement ou d'une plantation et augmente par le fait même l'espacement entre les arbres. Cet espace, quoique n'étant pas toujours rectiligne en forêt naturelle, peut servir à la circulation de la machinerie et de l'équipement nécessaire à l'épandage. Afin de ne pas abîmer les racines des tiges résiduelles, on suggère l'épandage en surface sans injection. Les éclaircies débutent dès que les branches des arbres se touchent, alors que les arbres encore au stade juvénile exigent beaucoup de nutriments. Ces éclaircies peuvent se répéter jusqu'à cinq

ans avant la coupe totale et donc sur une grande partie de la vie du peuplement. L'épandage de boues couplé à ces opérations sylvicoles pourrait être fait régulièrement et serait plus efficace si on le réalise au moins cinq ans après l'éclaircie.

2.7.5.4 Coupe par bandes ou par damiers

Cette opération, qui laisse en place de larges espaces où pourrait circuler la machinerie d'épandage, pourrait être faite de deux façons. Premièrement, dans les espaces vacants : ici, l'opération revient à celle décrite plus loin dans la section sur la coupe totale. Deuxièmement, dans les espaces boisés résiduels : les boues pourraient être épandues en circulant près des lisières avec des véhicules spécialisés.

2.7.5.5 Coupe totale

Lorsque la coupe totale précède une opération de reboisement, on préconise l'épandage des boues après la coupe. Si une régénération naturelle d'essences commerciales est suffisamment établie avant la coupe totale, c'est la coupe avec protection de la régénération qui devrait être utilisée; on recommande d'attendre que les tiges désirées soient dégagées et libres de croître avant de procéder à l'épandage de boues, afin d'éviter que la végétation compétitive ne profite de cette fertilisation aux dépens de la végétation désirée. De plus, un épandage pourrait être réalisé quelque 5 à 10 ans avant la coupe totale pour obtenir un accroissement supplémentaire en fin de révolution du peuplement forestier. La circulation en forêt est réalisable avec des machines spécialisées, à condition que la densité du peuplement le permette ou que des chemins d'accès soient construits.

CHAPITRE III

LES CRITÈRES DE BONNES PRATIQUES

3.1 QUALITÉ DES BOUES

3.1.1 Échantillonnage et analyse des boues

Les échantillons doivent être prélevés et analysés selon les méthodes retenues par un laboratoire accrédité à cette fin par le ministère de l'Environnement du Québec (annexes 4 et 5). Les résultats doivent être présentés sur une base de matière sèche. Chaque rapport d'analyse doit être signé par un chimiste.

En tout temps, le ministère de l'Environnement du Québec peut procéder à une vérification de la qualité des boues produites ou déjà entreposées à des fins de valorisation, par voie d'échantillonnage et d'analyse dans un laboratoire accrédité de son choix. Les résultats de cette caractérisation font foi de leur acceptabilité pour fins de valorisation sylvicole.

Dans le cas où les méthodes d'échantillonnage proposées au présent document ne conviennent pas à la situation, toute autre méthode doit être approuvée par le ministère de l'Environnement du Québec.

3.1.2 Critères relatifs aux métaux

Les critères de qualité chimique comptent deux séries de valeurs : les teneurs limites souhaitables et les teneurs limites maximales, comme le montre le tableau 1. Dans le cas des boues traitées à la chaux, toute caractérisation doit être faite sur le produit obtenu à la suite du traitement à la chaux préconisé.

Tableau 1

Teneurs limites en métaux dans les boues aptes à la valorisation agricole ou sylvicole (en mg/kg de m.s.) (41)

Métal	As	B	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Se	Zn
Souhaitable	15	100	10	50	500	600	5	1500	20	100	300	14	1750
Maximale	30	200	15	100	1000	1000	10	3000	25	180	500	25	2500

Les *teneurs limites souhaitables* constituent une limite qu'il serait souhaitable de ne pas dépasser, selon les connaissances actuelles. Cependant, dans le cas des boues dépassant ces valeurs, l'application des *teneurs limites maximales*, dont les valeurs sont supérieures aux premières, nécessite de suivre l'évolution des métaux dans les sols avant et après l'application de boues. Ceci signifie qu'il faut mesurer, pour chacun des métaux présents dans les boues qui dépassent les teneurs limites souhaitables, la teneur en métaux du sol, et produire des bilans massiques théoriques de ces métaux afin de déterminer s'il y aura des excès selon les données du tableau 2. *Les boues contenant au moins un métal dont la concentration est supérieure aux teneurs limites maximales ne sont aptes à aucune valorisation.*

La détermination de la concentration d'un élément se fait à partir de la moyenne obtenue sur au moins trois échantillons récents (moins de douze mois) de boues d'une même station dont au moins un ayant été prélevé au maximum trois mois avant la vidange comme le demande l'annexe 4. Les résultats d'analyse présentés sur une base sèche devront être connus avant l'épandage. Ils serviront à la rédaction du plan de valorisation.

Tableau 2
Concentrations maximales en métaux à ne pas dépasser dans les sols (41)

	(mg/kg)	kg/ha ¹
As	7,5	15
Cd	2,0	4
Co	15,0	30
Cr	120,0	240
Cu	100,0	200
Hg	0,5	1
Mo	2,0	4
Ni	18,0	36
Pb	50,0	100
Se	1,4	2,8
Zn	185,0	370

3.1.3 Critères relatifs aux contaminants organiques

Les boues d'épuration contenant une concentration supérieure à 10 mg de BPC par kilogramme de matière sèche ne peuvent être valorisées. Les boues contenant de 3 à 10 mg de BPC par kilogramme de matière sèche devront être injectées ou incorporées immédiatement dans le sol (41).

3.1.4 Critères relatifs à la qualité biologique

Seules les boues stabilisées par digestion aérobie, par digestion anaérobie ou par un traitement à la chaux ainsi que les boues provenant de systèmes de traitement d'eaux usées (aération prolongée, fossés d'oxydation, étangs, etc.) dont l'âge-équivalent de boues est supérieur à 20 jours peuvent être valorisées. De même, les boues stabilisées par d'autres techniques reconnues sont biologiquement aptes à la valorisation sylvicole.

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

¹ Basé sur une profondeur de sol de 15 cm, idéalement dans l'horizon B

3.2 QUALITÉ DU LIEU RÉCEPTEUR

3.2.1 Critères relatifs aux caractéristiques du milieu récepteur

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 et des cultures et de préserver les composantes de l'environnement.

- 1) La nappe phréatique doit être, au moment de l'épandage, 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 (41);
- 2) les sols doivent avoir une profondeur d'au moins 1,5 mètre jusqu'à la roche-mère (41);
- 3) la pente du terrain ne doit pas dépasser 9 p. 100;
- 4) l'épandage de boues est interdit sur les tourbières, sur les sols situés en zone inondable et sur les sols susceptibles au ravinement (41);
- 5) l'épandage de boues est proscrit sur les sols saturés d'eau, gelés ou enneigés (41);
- 6) les sols dont la teneur en métaux dépasse les concentrations maximales de la section 3.1.2 ne pourront recevoir de boues à des fins de valorisation forestière (41). Les analyses devront être faites dans l'horizon «B»;
- 7) les sols recevant des boues doivent être analysés avant les épandages pour les paramètres énumérés à l'annexe 6;
- 8) en pépinière, les sols de chaque parcelle utilisée à des fins de valorisation des boues doivent montrer en tout temps un pH mesuré à l'eau égal ou supérieur à 6. Lorsque le pH est inférieur à 6, il est obligatoire de suivre l'évolution des métaux, surtout ceux qui pourraient être solubilisés et qui risqueraient de contaminer l'écosystème naturel.

3.2.2 Critères liés 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. Ainsi, les distances suivantes doivent être respectées :

- a) puits ou prises d'eau : respecter un rayon minimal de 90 mètres;
 b) cours d'eau, comme indiqué au tableau 3 :

Tableau 3

Distance minimum d'épandage à respecter
 en bordure des cours d'eau .

Pente (pour cent)	Distance à respecter pour la valorisation des boues (m)
0 - 3	60
3 - 6	120
6 - 9	180
plus de 9	aucune valorisation

3.2.3 Critères reliés aux infrastructures

Afin de minimiser les risques à l'égard de la population avoisinante, tout projet de valorisation devra se conformer aux distances présentées au tableau 4.

Tableau 4

Distance à respecter par rapport aux zones sensibles

Infrastructures	Distance (m)
<u>Zone résidentielle</u>	500
<u>Établissement et son terrain</u>	200
<u>Habitation ou édifice isolé</u>	90
<u>Zone récréative</u>	200
Route	10
Fossé de drainage	10
Ligné de propriété	10

3.3 CRITÈRES RELATIFS À LA DOSE ET À LA DATE D'ÉPANDAGE

La quantité maximale de boues à épandre sur un terrain ne devra pas dépasser 200 kg d'azote disponible par hectare par période de 10 ans. Un volume maximal de 200 m³/ha (2 cm d'épaisseur) de boue pourra être appliqué lors d'un épandage. De plus, l'épandage devra être fait au plus tard le 30 septembre.

3.4 RESTRICTIONS RELATIVES AUX ÉRABLIÈRES

Il est interdit de faire quelque épandage de boue que ce soit dans les érablières qui sont exploitées pour les produits comestibles de l'érable, parce que ces produits sont directement consommés par les humains.

CHAPITRE IV

LES AUTRES CONSIDÉRATIONS

4.1 AUTORISATIONS, ENTENTES ET REGISTRES

- a) Le producteur de boues doit obtenir un certificat d'autorisation du ministère de l'Environnement du Québec en vue de valoriser les boues produites par sa station d'épuration et d'utiliser les lieux de valorisation. Cette demande doit être formulée chaque année par écrit pour les usines ou, selon la vidange, pour les étangs. Elle doit être accompagnée d'une résolution du conseil municipal et doit remplir toutes les exigences mentionnées au présent document;
- b) le producteur de boues et l'utilisateur doivent signer une entente portant sur les modalités de la valorisation sylvicole des boues (annexe 7). La municipalité doit fournir à l'utilisateur un bulletin d'analyse (annexe 5) et un bulletin de livraison (annexe 8), s'assurer qu'il connaît le Guide de bonnes pratiques et se préoccuper de son application;
- c) avant le 31 décembre de chaque année, toutes les activités de valorisation devront être consignées par le producteur de boues dans un registre des activités de valorisation agricole et sylvicole (annexe 9). Ce registre sera conservé par la municipalité et pourra être consulté en tout temps par le ministère de l'Environnement du Québec, le ministère des Forêts du Québec et tout professionnel responsable d'un dossier de valorisation devant prendre connaissance de cette information.

4.2 CONTRÔLE ET SUIVI ENVIRONNEMENTAL

4.2.1 Contrôle

Le cas des boues dont un ou plusieurs des métaux dépassent les teneurs limites souhaitables sans toutefois dépasser les teneurs limites maximales mérite une attention spéciale. Avant de valoriser ces boues, il est

obligatoire d'établir un bilan massique théorique des concentrations des métaux que le sol contiendra et s'assurer que ces concentrations ne dépasseront pas celles du tableau 2. Dans le cas où les concentrations du tableau 2 seraient dépassées, les doses de boues appliquées devront être ajustées pour respecter ces limites. Un exemple de calcul est fourni à l'annexe 10, section D. Cette procédure est nécessaire à cause des risques liés à la présence naturelle des métaux dans les sols.

Afin de prévenir les problèmes de contamination des sols et des cultures, le sol ayant déjà reçu ou atteignant au cours d'un épandage de boues le total de 200 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 (annexe 5) avant de réaliser la valorisation de nouveaux volumes de boues.

4.2.2 Suivi environnemental

En tout temps, le ministère de l'Environnement, s'il le juge à propos ou s'il soupçonne des problèmes particuliers, peut exiger un suivi environnemental. Il s'agit principalement de l'étude du comportement et de la persistance de produits contenus dans les boues dans les composantes du milieu, et de leurs effets sur ces composantes. Les composantes qui peuvent faire l'objet d'un suivi sont : le milieu physique (eau, air, sol) et le milieu biologique (homme, végétation, faune). Les produits qui peuvent faire l'objet d'un suivi sont : les métaux, les éléments nutritifs, les contaminants organiques, les pathogènes. Les composantes du milieu et les produits qui nécessiteraient un suivi seraient identifiés selon les caractéristiques des boues (composition, effets potentiels, origine, etc.) et du milieu récepteur (pH, nature et composition du sol, etc.). Cette liste n'est pas exhaustive.

4.3 SANTÉ ET SÉCURITÉ

En raison de la présence de micro-organismes dans les boues, l'accès à l'aire d'épandage doit être contrôlé de façon à ce que le public n'ait pas accès au site pendant une période de douze mois. Des affiches bien visibles doivent être placées autour du site pour en restreindre l'accès, indiquer la nature des travaux et préciser la date d'accès au site (annexe 11).

Les règles qui suivent sont mises de l'avant pour protéger la santé du personnel affecté aux diverses opérations avec les boues. Les précautions à suivre découlent de celles prescrites aux travailleurs des stations d'épuration. Les travailleurs doivent porter un équipement de protection adéquat. Les sites d'opérations doivent également être pourvus d'installations pour parer

aux urgences (ex. : douche, trousse de premiers soins). L'employeur doit aussi s'assurer que chaque travailleur exposé aux boues a reçu une vaccination de base.

4.3.1 Règles générales

- Éviter tout contact direct avec les boues et éviter autant que possible les risques d'exposition.
- Si un employé se souille la peau, il doit immédiatement se laver avec de l'eau et du savon. Si les vêtements sont imbibés par les boues, le travailleur doit revêtir de nouveaux vêtements après s'être lavé.
- À la suite d'une coupure ou d'une autre lésion cutanée, il doit désinfecter sa blessure et la protéger pour empêcher tout contact de la partie blessée avec les boues.
- Si le produit atteint les yeux d'un travailleur, il doit les rincer pendant au moins 15 minutes.
- Si un travailleur se blesse, il doit aviser son supérieur. S'il présente des problèmes d'infection, il doit consulter un médecin.
- Le travailleur doit éviter de se frotter les yeux ou la bouche et il doit se laver les mains à la suite d'un contact avec les boues et avant de manger, boire ou fumer.
- Il est interdit de boire, fumer ou manger sur les lieux de manutention des boues et les sites traités. Le travailleur ne doit pas garder d'aliments, de boissons ou de tabac dans les poches de ses vêtements de travail.
- Un réservoir de 100 litres d'eau, muni d'un boyau et d'une douche, du savon, des essuie-tout et une trousse de premiers soins doivent se trouver à proximité de l'aire d'épandage.
- L'employeur doit veiller à ce que le personnel ayant accès au site après l'épandage des boues observe les règles de sécurité prescrites et porte l'équipement de protection opportun pour les travaux.

4.3.2 Équipement de protection

Le personnel affecté aux opérations de transvasement et d'épandage des boues doit porter l'équipement suivant :

- . une combinaison protectrice de coton ou un imperméable;
- . des chaussures de sécurité (ACNOR Z195)
- . des couvre-chaussures ou des bottes de sécurité en caoutchouc;
- . un casque de sécurité (ACNOR Z94.1);
- . un masque jetable pour les poussières;
- . des lunettes de protection;
- . des gants imperméables ou de caoutchouc.

Le personnel des pépinières qui manipule le sol et les plants traités avec les boues et celui affecté au reboisement et à l'entretien des plantations doivent porter l'équipement suivant :

- . une combinaison protectrice de coton ou un imperméable;
- . des bottes de sécurité en caoutchouc;
- . des gants imperméables ou de caoutchouc.

Des vêtements de rechange doivent être disponibles en tout temps. Après chaque utilisation, les équipements de protection doivent être nettoyés puis rangés dans un endroit réservé à cet usage. Les vêtements de travail souillés ne doivent pas être apportés à la maison.

CHAPITRE V

LE PROGRAMME DE VALORISATION SYLVICOLE

Tout programme de valorisation sylvicole des boues de station d'épuration des eaux usées municipales repose sur un ensemble de tâches qu'il est essentiel d'effectuer selon un ordre donné. Cette façon de procéder favorise la prise de décisions éclairées à tout moment quant à l'implantation et la bonne marche du programme de valorisation. Dans ce processus, le producteur de boues et l'ingénieur forestier détiennent des responsabilités complémentaires.

5.1 ÉTAPES D'UN PROGRAMME DE VALORISATION SYLVICOLE

Dans le but de réaliser un programme de valorisation conforme à ce qui est exigé dans le présent document, il convient de procéder de façon méthodique. C'est pourquoi la présente section indique chronologiquement les principales étapes d'un tel dossier.

- A) Prise de contact avec la Direction régionale du ministère de l'Environnement du Québec;
- B) Caractérisation des boues;
 - Méthode de stabilisation;
 - Méthode d'échantillonnage et d'analyse (annexe 4);
 - Caractérisation physico-chimique (annexe 4) et adéquation par rapport aux critères de qualité (chapitre 3);
 - Volume de boues à valoriser;
- C) Élaboration du mandat de l'ingénieur forestier et recrutement de celui-ci;
- D) Étude de faisabilité de la valorisation sylvicole des boues de la municipalité, si nécessaire (annexe 12);

- E) Évaluation sommaire des superficies nécessaires à la valorisation sylvicole;
- F) Recrutement des producteurs forestiers susceptibles d'être intéressés;
- G) Rencontre d'information pour les producteurs forestiers intéressés;
- H) Identification des superficies individuelles disponibles et cartographie de celles-ci;
- I) Analyse du milieu récepteur (section 3.2);
- J) Entente écrite entre le producteur de boues et chacun des producteurs forestiers (annexe 7);
- K) Élaboration d'un plan de valorisation, conforme aux critères du présent guide et dûment préparé par un ingénieur forestier, pour chaque site retenu (annexe 13);
- L) Remise, par le producteur de boues, du dossier complété à sa direction régionale du ministère de l'Environnement du Québec;
- M) Délivrance du certificat d'autorisation;
- N) Recrutement d'un entrepreneur pour réaliser les travaux de reprise, de transport et d'épandage;
- O) Supervision par l'ingénieur forestier des travaux d'épandage de boues en conformité du plan de valorisation et des critères contenus dans le présent guide;
- P) Délivrance d'un bulletin de livraison (annexe 8);
- Q) Suivi environnemental et vérification après l'épandage, si requis;
- R) Tenue d'un registre des activités de valorisation (annexe 9);
- S) Production annuelle d'un rapport complet de toutes les activités de valorisation, qui doit être envoyé à la Direction régionale du ministère de l'Environnement du Québec et au Bureau régional du ministère des Forêts du Québec concernés.

5.2 RESPONSABILITÉS DU PRODUCTEUR DE BOUES

Le producteur de boues a comme première responsabilité de voir à réaliser la valorisation conformément aux critères retenus aux chapitres 3 et 4 du présent document. À cela s'ajoute la nécessité de fournir à l'utilisateur un plan de valorisation préparé par un ingénieur forestier et à fournir un bulletin d'analyse correspondant à la qualité des boues valorisées. Il doit également lui produire un bulletin de livraison (annexe 8). Enfin, il doit s'assurer que l'utilisateur connaît bien les critères du présent guide et qu'il les respectera.

Le producteur de boues doit produire un rapport annuel complet de toutes les activités de valorisation. Ce rapport doit être fourni à la Direction régionale du ministère de l'Environnement du Québec et au Bureau régional du ministère des Forêts concernés. L'absence d'un tel document entraînera pour l'avenir la non-délivrance d'un certificat d'autorisation.

Selon l'ampleur ou la complexité du dossier, le producteur de boues doit parfois réaliser une étude de faisabilité de la valorisation sylvicole des boues en fonction des activités existantes sur son territoire (annexe 12).

5.3 RESPONSABILITÉS DE L'INGÉNIEUR FORESTIER

Le rôle de l'ingénieur forestier consiste d'abord à élaborer le plan de valorisation sylvicole des boues de façon à faire respecter chacun des critères élaborés dans le présent guide. De plus, il supervise les travaux d'épandage des boues selon le plan de valorisation. Il collabore et veille au contrôle et au suivi environnemental ainsi qu'à la vérification postérieure à l'épandage. Il complète également les registres des travaux de valorisation réalisés chaque année. Il agit, enfin, comme expert dans le cas où des études de faisabilité sont réalisées.

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

Voici les diverses informations à fournir à la Direction régionale du ministère de l'Environnement du Québec pour obtenir un certificat d'autorisation pour la valorisation sylvicole 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 sylvicole de ses boues;

B) au moins trois rapports datés d'analyses de boues entreposées à la station d'épuration des eaux usées municipales ou ailleurs, dont le dernier doit être le résultat d'un échantillon prélevé dans les trois derniers mois. Ces analyses doivent :

- provenir de trois échantillons différents de boues prélevés selon les méthodes présentées à l'annexe 4 du présent document;
- présenter les teneurs de tous les paramètres indiqués à l'annexe 5 du présent document;
- avoir été analysés par un laboratoire accrédité à cette fin par le ministère de l'Environnement du Québec;
- être signées par un chimiste;

C) la provenance des boues;

D) le volume de boues à valoriser;

E) le degré et le mode de stabilisation;

F) le nom et les coordonnées du propriétaire, la localisation (numéro de lot) et la superficie de chacun des sites récepteurs;

G) la durée et la période de l'activité de valorisation pour chaque site récepteur;

H) une analyse détaillée de chaque site récepteur comprenant le rapport d'analyse de sol et, au besoin, le contrôle environnemental de chacun des sites récepteurs;

I) un plan de valorisation sylvicole des boues signé par un ingénieur forestier pour chacune des parcelles réceptrices et comprenant les divers éléments prévus au présent guide;

J) le certificat d'autorisation ou les plans et devis des structures d'entreposage, si nécessaire, signés par un ingénieur.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) ADAMS, T. McM. et J.R. SANDERS, 1984. *The effects of pH on the release to solution of zinc, copper and nickel from metal-loaded sewage sludges.* Environmental Pollution (Series B) 8 : 85-99.
- (2) ATALAY, A. et R.W. BLANCHAR, 1984. *Evaluation of methane generator sludge as a soil amendment.* Journal of Environmental Quality 13 : 341-344.
- (3) BERRY, C.R. et D.H. MARX, 1980. *Significance of various soil amendments to borrow pit reclamation with loblolly pine and fescue.* Reclamation Review 3 : 87-94.
- (4) BROCKWAY, D.G., 1988. *Sludge fertilization of state forests land in Northern Michigan.* United States Environmental Protection Agency and Michigan State University. 92 pages.
- (5) BROWN, K.W., J.C. THOMAS et J.F. SLOWEY, 1983. *The movement of metals applied to soils in sewage effluent.* Water, Air and Soil Pollution 19 : 43-54.
- (6) CARSON, L.A., N.J. PETERSEN, M.S. FAVERO et S.M. AGUERO, 1978. *Growth characteristics of atypical Mycobacteria in water and their comparative resistance to disinfectants.* Applied and Environmental Microbiology 36 : 839-846.
- (7) CHANG, A.C., A.L. PAGE, F.H. SUTHERLAND et E. GRGUREVIC, 1983. *Fractionation of phosphorus in sludge-affected soils.* Journal of Environmental Quality 12 : 286-290.
- (8) CHANG, A.C., J.E. WARNEKE, A.L. PAGE et L.J. LUND, 1984a. *Accumulation of heavy metals in sewage sludge-treated soils.* Journal of Environmental Quality 13 : 87-91.
- (9) CHANG, A.C., A.L. PAGE, J.E. WARNEKE et E. GRGUREVIC, 1984b. *Sequential extraction of soil heavy metals following a sludge application.* Journal of Environmental Quality 13 : 33-38.
- (10) COUILLARD, D. et Y. GRENIER, 1990. *Évaluation des risques environnementaux concernant la présence de composés synthétiques organiques toxiques dans les boues résiduelles municipales lors de leur valorisation (Revue de littérature).* Water Pollution Research Journal of Canada 25 : 109-130.
- (11) De VRIES, M.P.C., 1981. *Fertilizer value of a dried sewage sludge for Pinus radiata plantations.* Australian forestry 44 : 190-193.
- (12) DISSANAYAKE, C.B., 1983. *Metal-organic interactions in environmental pollution.* International Journal of Environmental Studies 22 : 24-42.
- (13) DUNIGAN, E.P. et R.P. DICK, 1980. *Nutrient and coliform losses in runoff from fertilized and sewage sludge-treated soil.* Journal of Environmental Quality 9 : 243-250.

- (14) EDMONDS, R.L., 1976. *Survival of coliform bacteria in sewage sludge applied to a forest clearcut and potential movement into ground water.* Applied and Environmental Microbiology, 32 : 537-546.
- (15) ENGLEBRECHT, R.G., 1978. *Microbial hazards associated with the land application of waste water and sludge.* Ernest Balsom Lecture delivered at University College, London, 21 Mai 1978, non publié.
- (16) ENVIRONNEMENT CANADA, 1985. *L'épandage des eaux usées traitées et des boues d'épuration d'origine urbaine.* Service de la protection de l'environnement. Guide SPE 6-EP-84-1. 190 pages.
- (17) E.P.A., 1977. *Land treatment of municipal wastewater.* Process design manual. EPA 625/1-77-008, 577 pages.
- (18) E.P.A., 1979. *Sludge treatment and disposal.* Process design manual. EPA 625/1-79-011, 952 pages.
- (19) E.P.A., 1983. *Land application of municipal sludge.* Process design manual. EPA 625/1-83-016, 466 pages.
- (20) EPSTEIN, E., J.M. TAYLOR et R.L. CHANEY, 1976. *Effects of sewage sludge and sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical properties.* Journal of Environmental Quality 5 : 422-426.
- (21) GAGNON, J.D., 1972. *Les égouts domestiques : un engrais valable en foresterie.* Environnement Canada, Centre de recherche forestières des Laurentides, Québec. Rapport Q-F-X-30, 13 pages.
- (22) GRENIER, Y., 1985. *La valorisation des boues d'usine d'épuration des eaux en fertilisation forestière.* Mémoire de maîtrise, Université du Québec, INRS-Eau. 290 pages.
- (23) GRENIER, Y., 1989. *La valorisation des boues d'usine d'épuration des eaux pour la fertilisation des forêts.* Ministère de l'Énergie et des Ressources, Direction de la recherche et du développement, Mémoire n° 98. 190 pages.
- (24) GRENIER, Y. et D. COUILLARD, 1988. *Mortalité des semis de mélèze laricin attribuable aux boues résiduares utilisées pour leur fertilisation.* Naturaliste canadien 115 : 149-155.
- (25) GRENIER, Y. et D. COUILLARD, 1989. *Avantages et faisabilité de l'épandage forestier des boues résiduares.* Forestry chronicle 65 : 9-15.
- (26) GRENIER, Y. et D. COUILLARD, 1990. *Control of arborescent vegetation below power lines with wastewater sludge.* Journal of Environmental Quality 19 : 141-146.
- (27) HAVELAAR, A.H., 1984. *Sludge disinfection - An overview of methods and their effectiveness.* In Sewage sludge stabilization and disinfection. Ed. A. Bruce pp. 48-60. Ellis Hozwood.
- (28) HESS, R. et C. BREER, 1975. *Epidemiology of Salmonella and fertilizing of grassland with sewage sludge.* Zbl. Bakt. Parasit. Infect. Hyg. Abstract 1, 161 : 154-160.
- (29) HIGGINS, A.J., 1984. *Impacts on groundwater due to land application of sewage sludge.* Water Resources Bulletin 20 (3) : 425-434.
- (30) KALINSKE, A.A., 1981. *Extracting heavy metals and toxic organics from sludge.* Water Engineering and Management 123 : R148-R151.

- (31) KATAYAMA, A., M. HIRAI, M. SHODA et H. KUBOTA, 1986. *Factors affecting the stabilization period of sewage sludge in soil with reference to the gel chromatographic pattern.* Soil Science and Plant Nutrition 32 : 383-395.
- (32) LAKE, D.L., P.W.W. KIRK et J.N. LESTER, 1984. *Fractionation, characterization, and speciation of heavy metals in sewage sludge and sludge-amended soils : a review.* Journal of Environmental Quality 13 : 175-183.
- (33) LESTER, J.N., R.M. STERRITT et P.W.W. KIRK, 1983. *Significance and behaviour of heavy metals in wastewater treatment process : II. Sludge treatment and disposal.* The Science of the Total Environment 30 : 45-83.
- (34) Le TACON, F., J. GARBAYE et A. CLÉMENT, 1979. *Possibilité d'utilisation des boues résiduelles de stations d'épuration urbaines en sylviculture : effet sur les sols et les eaux de drainage.* Proceedings of the first European symposium on the treatment and use of sewage sludge, Cadarache, (France), 13-15 February 1979. In D. Alexandre et H. Ott (éds.) Commission of the European Communities, Bruxelles, (Belgique). 291-308.
- (35) MAHENDRAPPA, M.K., N.W. FOSTER, G.F. WESTMAN et H.H. KRAUSE, 1986. *Nutrient cycling and availability in forest soils.* Canadian Journal of Soil Science 66 : 547-572.
- (36) MCINTOSH, M.S., J.E. FOSS, D.C. WOLF, K.R. BRANDT et R. DARMODY, 1984. *Effects of composted municipal sludge on growth and elemental composition of white pine and hybrid poplar.* Journal of Environmental Quality 13 : 60-62.
- (37) METRO, 1983a. *Sludge management plan.* Municipality of Metropolitan Seattle. p.v.
- (38) METRO, 1983b. *Draft plan : Pilchuck tree farm demonstration sludge application project.* Municipality of Metropolitan Seattle. 140 pages.
- (39) MILLER, H.G., 1983. *Wood energy plantations : diagnosis of nutrient deficiencies and the prescription of fertilizer applications in biomass production.* Ontario Tree Improvement and Forest Biomass Institute, Ministry of Natural Resources, Maple, Ontario. Rapport n° 3, programme Group «B». 20 pages.
- (40) MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, 1987. *Valorisation agricole des boues de stations d'épuration des eaux usées municipales.* Guide de bonnes pratiques. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, 60 pages.
- (41) MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT et MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION, 1991. *Valorisation agricole des boues de stations d'épuration des eaux usées municipales.* Guide de bonnes pratiques. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, (version préliminaire).
- (42) NICHOLS, C., 1980. *Engineering aspects of dewatered sludge land application to forest soils.* Thèse de maîtrise, Université de Washington, 84 pages.

- (43) POMMEL, B., 1979a. *Comparaison de l'utilisation par le maïs du phosphore des boues résiduaires ou du phosphate monocalcique pour différents niveaux de zinc et de fer dans le substrat.* Annales Agronomiques 30 : 443-453.
- (44) POMMEL, B., 1979b. *La valorisation agricole des déchets : 2) Les boues résiduaires urbaines.* Ministère de l'Agriculture. Institut national de la recherche agronomique (INRA). Station d'agronomie de Bordeaux, 70 pages.
- (45) RAINVILLE, A. et collaborateurs, 1990. *Guide d'établissement et d'aménagement des vergers à graines du Québec.* Gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources. Service de l'amélioration des arbres, guide de recherche forestière n° 6. n.p.
- (46) RAMEL, C., 1989. *Valorisation agricole des boues liquides de stations d'épuration.* La technique moderne. Mai-juin 1989 : 41-44.
- (47) RIEKERK, H., 1982. *How much sewage nitrogen on forest soils? A case history.* BioCycle 23 (1) : 53-56.
- (48) RIFFALDI, R., F. SARTORI et R. LEVY-MINZI, 1982. *Humic substances in sewage sludges.* Environmental pollution (Series B) 3 : 139-146.
- (49) RIHA, S.J., L. NAYLOR et G.P. SENESAC, (s.d.). *Hybrid poplar production using municipal sewage sludge as a fertilizer resource.* New York State Energy Research and Development Authority, 11 pages.
- (50) ST-YVES, A., 1984. *La valorisation agricole des boues de stations d'épuration.* Assises annuelles de l'Association québécoise des techniques de l'eau. Québec, le 8 mars 1984. 15 pages.
- (51) ST-YVES, A. et R. BEAULIEU, 1988. *Caractérisation des boues de 34 stations d'épuration des eaux usées municipales (janv.-fév. 1988).* Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de l'assainissement agricole, 11 pages.
- (52) SCHALSCHA, E.B., M. MORALES, I. VERGARA et A.C. CHANG, 1982. *Chemical fractionation of heavy metals in wastewater affected soils.* Journal of Water Pollution Control Federation 54 : 175-180.
- (53) SCHNEIDER, K.R., R.F. WITWER et S.B. CARPENTER, 1981. *Trees respond to sewage sludges in reforestation of acid spoils.* Symposium on surface mining hydrology, sedimentology and reclamation, University of Kentucky, p. 291-296.
- (54) SINGH, B.R. et R.P. NARWAL, 1984. *Plant availability of heavy metals in a sludge-treated soil : II. Metal extractability compared with plant metal uptake.* Journal of Environmental Quality 13 : 344-349.
- (55) WALLIS, P.M. et D.L. LEHMAN, 1983. *Biological health risks of sludge disposal to land in cold climates.* The University of Calgary Press, Alberta. 388 pages.
- (56) WEBBER, M.D., 1984. *Épandage des boues résiduaires sur les sols : une évaluation.* Agriculture Canada, Direction générale de la recherche. 45 pages.
- (57) WEIER, T.E., C.R. STOCKING et M.G. BARBOUR, 1974. *Botany, an introduction to plant biology.* John Wiley and Sons, New York, 5^e édition. 693 pages.

(58) WONG, L. et J.G. HENRY, 1983. *Bacterial leaching of heavy metals from anaerobically digested sewage sludge.* Water Pollution Research Journal of Canada 18 : 151-162.

GLOSSAIRE

- Adsorption : Attraction des ions ou composés à la surface des colloïdes du sol.
- Capacité d'échange cationique : Quantité totale de cations échangeables que le sol peut adsorber à la surface de ses colloïdes.
- Colloïde : Particule de sol de très petites dimensions de nature organique ou inorganique.
- Cours d'eau : Tout cours ou étendue d'eau, incluant les lacs, étangs, rivières, ruisseaux, estuaires, bords de mer, dans la mesure où ce cours d'eau contient de l'eau au moment de l'application de boue, et que ce cours ou étendue d'eau est connu de l'applicateur ou est détectable à partir d'observations visuelles, de cartes ou d'enquêtes.
- Établissement et son terrain : Tout bâtiment commercial, hospitalier, scolaire ou autre fréquenté par des personnes et tout terrain qui fait partie de la même propriété.
- Habitation ou édifice isolé : Toute construction habitée ou fréquentée par une ou des personnes et étant légalement enregistrée.
- Infiltration : Hauteur d'eau qu'un sol peut absorber 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
- Masse volumique : Rapport entre la masse d'un élément, composé ou produit sur le volume qu'il occupe, exprimé en g/cm^3 .
- Perméabilité : Facilité avec laquelle les gaz et les liquides traversent une couche de sol.
- Polyélectrolite : Produit qui aide à la sédimentation des particules lors du traitement des eaux usées.
- Pouvoir de rétention : Propriété que possède le sol de retenir un certain volume d'eau une fois libéré de l'eau gravitationnelle.
- 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 tous les 20 ans.
- Zone récréative : Certaines zones récréatives ouvertes au public, par exemple les terrains de camping, les haltes routières, les sentiers de randonnée entretenus, les terrains de jeu, etc.

Zone résidentielle :

Ce sont des villages, des villes ou des cités.

ANNEXE 1

Teneurs moyennes des éléments contenus dans les boues de
stations d'épuration municipales du Québec
(en mg/kg de matière sèche)

Élément	Teneur	N° de référence
C org. tot.	315 000	40
N total (NTK)	51 741	51
N-NH ₄	12 035	51
N-NO ₃ +NO ₂	300	51
P total ²	12 025	51
K	5 032	51
Ca	12 572	51
Mg	4 044	51
Al	11 000	40
As	2,7	51
B	71	51
Ba	400	40
Cd	3,2	51
Co	17,3	51
Cr	44,5	51
Cu	699	51
Fe	18 000	40
Hg	1,6	51
Mn	1 113	51
Mo	11,3	51
Ni	20,8	51
Pb	98	51
Se	0,6	51
Zn	595	51
BPC	<0,5	51

ANNEXE 2

Pathogènes présents dans les boues

Type d'organismes	Pathogènes	Temps de survie dans le sol (mois)	N° de référence	Maladies
Bactéries	<i>Salmonella</i>	jusqu'à 17	(28)	Fièvre typhoïde, salmonellose
	<i>Mycobacterium</i>	5 à 15	(6)	Tuberculose
	<i>Shigella</i>	survit mal dans l'environnement	(16)	Shigellose
	<i>Escherichia coli</i>	jusqu'à 8	(14)	Gastro-entérite
	<i>Leptospira</i>	survit mal dans l'environnement	(16)	Leptospirose
Virus	Entérovirus	jusqu'à 3	(55)	Gastro-entérite, méningite,
	Poliovirus	jusqu'à 3	(15)	Poliomyélite
	Adénovirus	non documenté		Méningite, pneumonie, conjonctivite, Gastro-entérite, endocardite
	Virus de l'hépatite	non documenté		Hépatite
Protozoaires	<i>Toxoplasma</i>	non documenté		Toxoplasmose
	<i>Giardia</i>	jusqu'à 2	(55)	Giardiase
	<i>Entamoeba</i>	jusqu'à 2	(55)	Amibiase
Nématodes (vers ronds)	<i>Ascaris</i> (oeufs)	jusqu'à 84	(55)	Ascariadiase
	<i>Toxocara</i>	plus de 12	(55)	Larves migratoires dans les viscères
Cestodes (vers plats)	<i>Taenia</i>	3 à 12	(55)	Taeniase (ver solitaire)

ANNEXE 2 (suite)

Effets des procédés de stabilisation des boues
sur les micro-organismes (27)

Type de procédé	Facteur ¹ létal	Micro-organismes ²				Stabilité du produit ³	Remarques
		Bactéries	Virus	Oeufs de parasites	Spores		
Pasteurisation	Chaleur 70°C, 30 minutes	bon	variable	bon	pauvre	avant : bonne après : pauvre	Doit être réalisée avec la stabilisation
Irradiation	Radiations ionisantes 300 krad	bon	pauvre	bon/ moyen	pauvre	variable	Doit être réalisée avec la stabilisation
Stabilisation thermophile aérobie	Chaleur						
- oxygène	60-80°C	bon	bon/ variable	bon	pauvre	probablement bonne	L'effet varie selon les caractéristiques du mélange
- air	40-60°C	pauvre/ bon	pauvre/ variable	pauvre/ bon	pauvre		
Compostage	Chaleur						
- rangées	40-60°C	pauvre/ bon	pauvre/ variable	pauvre/ bon	bon	bonne	L'effet varie selon le retournement et le climat
- bioréacteurs	50-80°C	bon	pauvre/ bon	bon	moyen	bonne	
Traitement à la chaux	pH élevé avec ou sans ammoniac						
- chaux hydratée	pH jusqu'à 12	bon	moyen/ bon	variable		bonne si le pH est maintenu > 10	L'infectivité de quelques oeufs de parasite (ex. : <i>Taenia</i>) doit être détruite par un pH élevé
- chaux vive	pH jusqu'à 12 et température de 80°C	bon	bon	bon			

1 : Les conditions des procédés sont données comme exemple typique.

2 : Bon = pas de survie; moyen = réduction significative; pauvre = pas de réduction significative; variable = selon les espèces.

3 : pauvre = un nouveau développement des entérobactéries peut se produire;
bonne = pas de nouveau développement des entérobactéries;
variable = un nouveau développement de quelques espèces peut se produire.

ANNEXE 2 (suite)

Inactivation des organismes pathogènes par divers procédés
de stabilisation des boues (16)

Procédé	Efficacité		
	Désactivation	Pouvoir de putréfaction	Odeur
Digestion anaérobie	Assez bonne	Bon	Bonne
Digestion aérobie	Assez bonne	Bon	Bonne
Traitement à la chaux	Bonne	Assez bon	Bonne
Pasteurisation (70°C)	Excellente	Médiocre	Mauvaise
Rayonnement ionisant	Excellente	Médiocre	Mauvaise
Traitement thermique (195°C)	Excellente	Médiocre	Mauvaise
Compostage (60°C)	Bonne	Bon	Bonne
Lagunage prolongé de boues digérées	Bonne	-	-

ANNEXE 3

Entreposage des boues en milieu forestier

Lorsqu'on envisage la construction d'une structure d'entreposage en milieu forestier, il faut qu'une demande de certificat d'autorisation spécifique soit présentée au ministère de l'Environnement. Cette demande doit être accompagnée de plans et devis préparés par un ingénieur et qui respectent les critères de la directive n° 016 du ministère de l'Environnement du Québec intitulée «Entreposage du fumier, du lisier et du purin». La localisation des structures doit également respecter le règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale.

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 une inspection des travaux par le personnel du ministère de l'Environnement devra avoir été effectuée avant de commencer à utiliser la structure.

Enfin, en aucune occasion personne n'est autorisé d'ajouter d'autres types de résidus aux boues de station d'épuration des eaux usées municipales entreposées dans cette structure.

ANNEXE 4

Méthodes 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 sylvicole 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 FRÉQUENCE D'ÉCHANTILLONNAGE

En général, quel que soit le bassin à vidanger, au moins deux résultats d'analyses de boues espacées dans le temps sont requis un an avant la vidange. Si un de ces résultats est supérieur aux normes fixées pour les métaux et les contaminants organiques on doit obligatoirement procéder à une analyse supplémentaire. De plus, trois mois avant la vidange, une dernière analyse permet de confirmer la valorisation sylvicole ou agricole et de déterminer la dose d'épandage de boues.

1.2 MÉTHODE 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 NOMBRE DE PRÉLÈVEMENTS

Lorsqu'un échantillonnage de boues est effectué dans un des bassins, il faut recueillir cinq 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.

1.4 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 P. 100 DE M.S.)

2.1.1 Fréquence d'échantillonnage

Pour la première vidange, au moins deux échantillons espacés de quelques mois dans le temps doivent être analysés pour déterminer la qualité

* Voir la section 10 de la présente annexe.

des boues avant d'entreprendre les démarches pour la valorisation sylvicole ou agricole. Si un de ces résultats est supérieur aux critères fixés pour les métaux et les contaminants organiques, on doit obligatoirement procéder à un échantillonnage supplémentaire. De plus, trois mois avant la période prévue pour l'activité de valorisation, un autre échantillon doit être prélevé et analysé.

Aux vidanges subséquentes, un seul échantillon prélevé au moins trois mois avant la période de valorisation est nécessaire. 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 Méthode d'échantillonnage

Il faut recueillir des prélèvements de volume identique à un minimum de quatre endroits distincts et à un minimum de trois 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 Méthode 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 équivalent à un changement du volume de boues dans la canalisation.

2.1.3.2 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 Méthode d'échantillonnage

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

2.1.4.2 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 P. 100 DE M.S.)

2.2.1 Méthode 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 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 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 sylvicole ou agricole, au moins deux échantillons de boues de volume identique, espacés dans le temps d'un minimum d'un mois, sont requis aussitôt que le traitement des eaux a atteint une certaine stabilité. Si un de ces résultats est supérieur aux normes fixées pour les métaux et contaminants organiques, on doit obligatoirement procéder à un échantillonnage et une analyse supplémentaire. La valorisation exige de prélever un 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 sylvicole ou agricole, au moins deux prélèvements de boues, de volume identique, espacés dans le temps d'un minimum d'un mois sont nécessaires. Si l'un de ces résultats est supérieur aux normes fixées pour les métaux et contaminants organiques, on doit obligatoirement procéder à une analyse supplémentaire. Par la suite, la valorisation requiert la cueillette d'un échantillon qui sera analysé chaque mois.

2.2.2.3 Paramètres à analyser

Pour toutes les catégories de stations d'épuration (section 2.2.2.1 et 2.2.2.2), les échantillons doivent être analysés en fonction de la liste à l'annexe 5. Dans le cas des BPC (biphényles polychlorés), lorsque deux 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. ENTREPOSAGE DE BOUES DANS UNE STRUCTURE NE FAISANT PAS PARTIE DES ÉQUIPEMENTS D'ASSAINISSEMENT

Lorsque les boues sont entreposées dans une structure ne faisant pas partie des équipements d'assainissement, il sera nécessaire de prélever un échantillon représentatif de la masse à valoriser selon une fréquence et une méthode à être approuvées par le ministère de l'Environnement du Québec et d'en analyser le contenu de façon à préciser les valeurs exactes du produit à valoriser.

4. FRÉQUENCE ET 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 sylvicole ou 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 3.1.4 et l'annexe 5 du présent document.

6. MÉTHODE D'ANALYSE ET 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. 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 sylvicole ou agricole. A ce sujet, il est recommandé de consulter les chimistes du Bureau d'accréditation du ministère de l'Environnement du Québec.

8. 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 bulletins d'analyses montrent des teneurs inférieures aux teneurs maximales pour les métaux et les contaminants organiques, 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.

Si un seul des bulletins montre des teneurs supérieures aux teneurs maximales indiquées au tableau 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. Alors, la moyenne des trois bulletins est effectuée et sert pour le calcul des valeurs fertilisantes et des apports en métaux. Dans le cas contraire, les boues ne sont reconnues aptes à aucune valorisation.

9.2 L'ÉTUDE DE PLUSIEURS BULLETINS D'ANALYSES

Si plus des deux tiers des bulletins d'analyses respectent les teneurs indiquées au présent guide, les boues sont jugées aptes à la valorisation. Dans le cas contraire, on doit les éliminer selon 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 : _____
 Lieu de prélèvement : _____
 Type et volume d'entreposage : _____
 Nombre de prélèvements élémentaires : _____
 Prélevé le : _____ Par : _____
 Destinataire : _____
 Note : _____

 Paramètres analysés (sur la base de matière sèche)

Matière sèche	_____ mg/l	Aluminium	_____ mg Al/kg m.s.
Matière organique	_____ mg MO/kg m.s.	Arsenic	_____ mg As/kg m.s.
Azote total Kjeldhal	_____ mg N/kg m.s.	Bore	_____ mg B/kg m.s.
Azote ammoniacal	_____ mg N/kg m.s.	Cadmium	_____ mg Cd/kg m.s.
Nitrites + nitrates	_____ mg N/kg m.s.	Cobalt	_____ mg Co/kg m.s.
Phosphore total	_____ mg P/kg m.s.	Chrome	_____ mg Cr/kg m.s.
Potassium	_____ mg K/kg m.s.	Cuivre	_____ mg Cu/kg m.s.
Calcium	_____ mg Ca/kg m.s.	Fer	_____ mg Fe/kg m.s.
Magnésium	_____ mg Mg/kg m.s.	Manganèse	_____ mg Mn/kg m.s.
		Mercure	_____ mg Hg/kg m.s.
		Molybdène	_____ mg Mo/kg m.s.
pH après ajout		Nickel	_____ mg Ni/kg m.s.
de chaux	_____	Plomb	_____ mg Pb/kg m.s.
pH 2 heures après		Sélénium	_____ mg Se/kg m.s.
ajout de chaux	_____	Zinc	_____ mg Zn/kg m.s.
		BPC	_____ mg BPC/kg m.s.

 Signature du chimiste

 Nom du laboratoire

Note : S'il s'agit de boues traitées à la chaux, il faut mesurer le pH juste après l'ajout de chaux et deux heures après cette opération.

ANNEXE 6

Paramètres d'analyse d'un échantillon de sol

Les échantillons doivent être prélevés dans l'horizon B pour les sols forestiers et dans l'horizon de surface (Ap) pour les sols de pépinière. Ils doivent être analysés selon les méthodes reconnues par le ministère des Forêts du Québec.

1- Paramètres de base analysés

- pH
- N total
- Matière organique
- C/N
- P disponible
- K échangeable
- Ca échangeable
- Mg échangeable

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

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

ANNEXE 7

Exemple d'entente de valorisation sylvicole 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 la dite 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 1 intitulé «Critères de teneurs en métaux dans les boues aptes à la valorisation sylvicole», à la section 3.1.3 intitulée «Critères relatifs aux contaminants organiques» et à la section 3.1.4 «Critères relatifs à la qualité biologique» apparaissant dans le document «Valorisation sylvicole 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 des boues qu'il produit.

2.2 À communiquer à l'utilisateur, avant qu'il n'utilise pour fins de valorisation agricole ou sylvicole 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 ou sylvicole.

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 sylvicole 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 sylvicole 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 ou sylvicole).

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 ou le producteur forestier pour l'absence de livraison de matières fertilisantes).

ARTICLE 6: DURÉE DU CONTRAT

6.1 Ce contrat est d'une DURÉE de douze 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 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 8

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
(_____ t M.S.) sur la parcelle _____

Type de terrain : _____

Essence : _____

Superficie : _____

Analyse de boues effectuée le : _____

Signature : _____
Transporteur ou son représentant

Signature : _____
Représentant ou producteur de boues

ANNEXE 9

Registre

Le registre de valorisation agricole et sylvicole d'une municipalité doit contenir les éléments suivants :

- A) Identification du propriétaire avec ses coordonnées, numéro de lot, superficie ayant reçu des boues et localisation de la zone réceptrice avec cartographie à l'échelle minimale 1:20 000;
- B) Analyses des boues;
- C) Caractérisation du milieu récepteur;
- D) Nature des cultures;
- E) Analyse de sol du milieu récepteur;
- F) Plan 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 par hectare provenant des boues valorisées au cours des ans.

ANNEXE 10

Exemple détaillé de calcul d'une dose d'épandage de boues

Cette annexe propose une méthodologie détaillée d'établissement des doses d'apport de boues devant être utilisées sur un sol forestier en tenant compte des différents critères contenus dans le présent guide. Des exemples hypothétiques d'analyse de boues et de sol sont considérés.

Cette annexe se divise en cinq sections :

- 1° informations relatives à la qualité des boues et du sol;
- 2° détermination du besoin en éléments nutritifs;
- 3° évaluation de N, P₂O₅, K₂O, CaO et MgO disponibles dans les boues;
- 4° a) détermination de la dose d'épandage;
b) détermination des volumes de boues à appliquer;
c) détermination de la fumure minérale complémentaire, si nécessaire;
- 5° contrôle de l'apport de métaux.

1- Informations relatives à la qualité des boues, du sol et des antécédents culturaux

Analyse de la boue (base sèche)

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

Analyse du sol d'un verger à graines

Texture	: Loam sableux
pH	: 5,5
N disponible	: 600 kg/ha
P ₂ O ₅ disponible	: 180 kg/ha
K ₂ O échangeable	: 130 kg/ha
MgO échangeable	: 225 kg/ha
CaO échangeable	: 750 kg/ha

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

2- Détermination du besoin en éléments nutritifs

i) culture visée : verger à graines d'épinette noire

ii) minimum requis :	N	= 1 200 kg/ha	Selon Rainville et al. (1990)
	P ₂ O ₅	= 515 kg/ha	
	K ₂ O	= 215 kg/ha	
	CaO	= 940 kg/ha	
	MgO	= 280 kg/ha	

iii) Détermination des besoins en éléments nutritifs :

Azote disponible	:	1 200 kg/ha - 600 kg/ha = 600 kg/ha
Phosphore disponible (P ₂ O ₅)	:	515 kg/ha - 180 kg/ha = 335 kg/ha
Potassium échangeable (K ₂ O)	:	215 kg/ha - 130 kg/ha = 85 kg/ha
Calcium échangeable (CaO)	:	940 kg/ha - 750 kg/ha = 190 kg/ha
Magnésium échangeable (MgO)	:	280 kg/ha - 225 kg/ha = 55 kg/ha

iv) Période d'épandage : au moment de la préparation du terrain, avant la plantation.

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

Azote total Kjeldhal :

$$\text{NTK} = 3,6 \% (\text{section 1}); \frac{3,6}{100} \times 1\ 000 = 36 \text{ kg/t (m.s.)}$$

Azote inorganique :

$$(\text{NH}_4 + \text{NO}_3 + \text{NO}_2) = 1,4 \% (\text{section 1}); \frac{1,4}{100} \times 1\ 000 = 14 \text{ kg/t (m.s.)}$$

$$N_{\text{disponible}} = N_{\text{inorganique}} + 0,30 N_{\text{organique}}$$

$$N_{\text{disponible}} = (\text{NH}_4 + \text{NO}_3 + \text{NO}_2) + 0,30 (\text{NTK} - \text{NH}_4)$$

$$N_{\text{disponible}} = 14 + 0,30 (36 - 14)$$

$$N_{\text{disponible}} = 21,2 \text{ kg N/t (m.s.)}$$

B) Évaluation du phosphore (P₂O₅) disponible dans les boues

$$\begin{aligned} \text{P}_2\text{O}_5 \text{ disponible} &= P_{\text{tot}} \times 0,70 \times 2,29 \\ &= 16 \text{ kg/t(m.s.)} \times 0,70 \times 2,29 \end{aligned}$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ disponible} = 25,6 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{t (m.s.)}$$

C) Évaluation du potassium (K₂O) échangeable dans les boues

$$\begin{aligned} \text{K}_2\text{O} \text{ disponible} &= K \times 1,2 \\ &= 5 \text{ kg/t (m.s.)} \times 1,2 \end{aligned}$$

$$\text{K}_2\text{O} \text{ disponible} = 6 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{t (m.s.)}$$

D) Évaluation du calcium (CaO) échangeable dans les boues :

$$\begin{aligned} \text{CaO disponible} &= \text{Ca} \times 1,4 \\ &= 10 \text{ kg/t (m.s.)} \times 1,4 \end{aligned}$$

$$\text{CaO disp.} = 14 \text{ kg CaO/t (m.s.)}$$

E) Évaluation du magnésium (MgO) échangeable dans les boues

$$\begin{aligned} \text{MgO disponible} &= \text{Mg} \times 1,66 \\ &= 3,5 \text{ kg/t (m.s.)} \times 1,66 \end{aligned}$$

$$\text{MgO disponible} = 5,8 \text{ kg/t (m.s.)}$$

4- A) Détermination de la dose d'épandage

Besoin de la culture ÷ éléments disponibles = dose d'épandage
à combler dans la boue

$$\text{N } 200^* \text{ kg/ha} \div 21,2 \text{ kg/t (m.s.)} = 9,4 \text{ t/ha (m.s.)}$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 335 \text{ kg/ha} \div 25,6 \text{ kg/t (m.s.)} = 13,1 \text{ t/ha (m.s.)}$$

$$\text{K}_2\text{O } 85 \text{ kg/ha} \div 6,0 \text{ kg/t (m.s.)} = 14,2 \text{ t/ha (m.s.)}$$

$$\text{CaO } 190 \text{ kg/ha} \div 14,0 \text{ kg/t (m.s.)} = 13,6 \text{ t/ha (m.s.)}$$

$$\text{MgO } 55 \text{ kg/ha} \div 5,8 \text{ kg/t (m.s.)} = 9,5 \text{ t/ha (m.s.)}$$

* Dose maximale d'azote disponible pouvant être appliquée sur une période de 10 ans.

Pour le présent exemple, la dose d'épandage retenue sera celle qui permet de combler une partie des besoins en azote.

B) Volume de boues à appliquer (base humide) :

$$\text{Dose d'épandage (t (m.s.)/ha)} \div \text{teneur en matière sèche (mg/l)} = \text{volume en m}^3/\text{ha}$$

$$9,4 \text{ t (m.s.)/ha} \div 30\,000 \text{ mg (m.s.)/l} = 315 \text{ m}^3/\text{ha}^*$$

C) Détermination de la fumure minérale complémentaire

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

$$\text{N } 600 \text{ kg/ha} - (9,4 \text{ t/ha} \times 21,2 \text{ kg/t}) \text{ kg/ha} = 400 \text{ kg/ha}$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 335 \text{ kg/ha} - (9,4 \text{ t/ha} \times 25,6 \text{ kg/t}) = 95 \text{ kg/ha}$$

$$\text{K}_2\text{O } 85 \text{ kg/ha} - (9,4 \text{ t/ha} \times 6,0 \text{ kg/t}) \text{ kg/ha} = 30 \text{ kg/ha}$$

$$\text{CaO } 190 \text{ kg/ha} - (9,4 \text{ t/ha} \times 14,0 \text{ kg/t}) \text{ kg/ha} = 60 \text{ kg/ha}$$

$$\text{MgO } 55 \text{ kg/ha} - (9,4 \text{ t/ha} \times 5,8 \text{ kg/t}) \text{ kg/ha} = 0 \text{ kg/ha}$$

5- Contrôle de l'apport de métaux

A) Détermination de l'apport en métaux

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

$$\text{___ mg/kg} \times 1\,000 \text{ kg/t} \times 10^{-6} \text{ kg/mg} \times \text{___ t/ha} = \text{___ kg/ha}$$

* Le volume maximal par application est de 200 m³/ha. Deux applications seront requises pour atteindre les 315 m³/ha, soit 200 m³/ha et 115 m³/ha.

Voici deux exemples du cas précédent :

$$\begin{aligned} \text{Cd} &= 10 \text{ mg/kg} \times 1\,000 \text{ kg/t} \times 10^{-6} \text{ kg/mg} \times 9,4 \text{ t/ha} = 0,09 \text{ kg/ha} \\ \text{Zn} &= 475 \text{ mg/kg} \times 1\,000 \text{ kg/t} \times 10^{-6} \text{ kg/mg} \times 9,4 \text{ t/ha} = 4,46 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

B) Évaluation de la nouvelle teneur en métaux du sol

$$\begin{array}{l} \text{Teneur en métal du sol} + \text{apport} = \text{nouvelle teneur en métal du} \\ \text{avant l'apport} \qquad \qquad \qquad \text{sol suite à l'épandage} \end{array}$$

C) Vérification du respect des concentrations maximales en métaux à ne pas dépasser dans le sol

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

$$\begin{array}{l} (\text{Concentration maximale en métal} - \text{nouvelle teneur} \div \text{apport} = \text{nombre d'épanda-} \\ \text{à ne pas dépasser dans le sol} \qquad \qquad \text{en métal du sol}) \qquad \qquad \text{ges possibles} \end{array}$$

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 11

Affichage dans les zones traitées

L'affiche :

- 1- L'affiche doit avoir un minimum de résistance aux intempéries.
- 2- L'affiche doit avoir des dimensions de 50 cm sur 50 cm.
- 3- Le contenu de l'affiche doit être le suivant :

a) Au recto

- le pictogramme;
- le pictogramme doit occuper la moitié de la surface totale de l'affiche et être centré;
- on doit faire inscrire, en caractère gras et de façon lisible de loin, les informations suivantes, en haut du pictogramme :

APPLICATION DE BOUES D'ÉPURATION COMME ENGRAIS FORESTIER. NE PAS ENLEVER CETTE AFFICHE NI ENTRER SUR LE SITE AVANT LE : _____

Date

b) Au verso

- date de l'application;
 - provenance (usine) des boues;
 - identification de la compagnie qui a appliqué les boues, son adresse, son numéro de téléphone et son numéro de certificat d'applicateur;
 - responsable de la municipalité et son numéro de téléphone.
- 4- Plusieurs affiches doivent être placées de façon à maximiser les chances que tout le monde puisse les voir facilement.

APPLICATION DE BOUES D'ÉPURATION
COMME ENGRAIS FORESTIER
NE PAS ENLEVER CETTE AFFICHE
NI ENTRER SUR LE SITE AVANT:

DATE: - -



Blanc

Noir

Rouge

ANNEXE 12

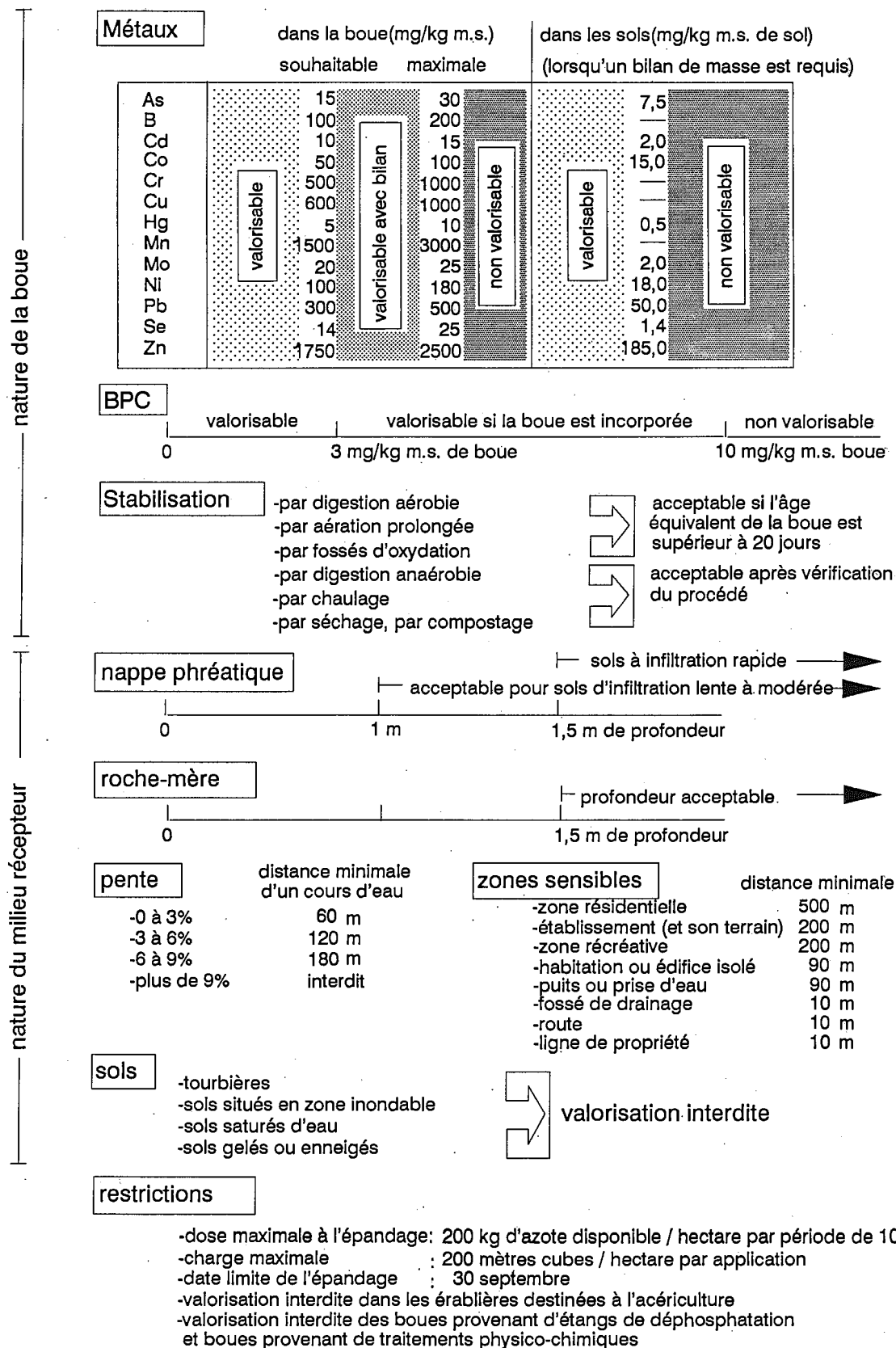
Principales étapes d'une étude de faisabilité de valorisation agricole ou sylvicole des boues

Sommairement, une étude de faisabilité consiste à :

- A) caractériser les boues produites;
 - caractérisation bio-physico-chimique;
 - volume de production annuel actuel et projeté;
- B) inventorier les superficies agricoles et sylvicoles du territoire et les cartographier;
- C) déterminer les superficies nécessaires à la gestion des fumiers et lisiers produits sur ce territoire;
- D) préciser les surfaces qui ne répondent pas aux critères retenus aux Guides de bonnes pratiques;
- E) colliger les pratiques agricoles et sylvicoles sur le territoire;
- F) déterminer le niveau de réceptivité des producteurs agricoles et sylvicoles pour ce nouveau produit;
- G) établir la proportion et la localisation des superficies agricoles et sylvicoles disponibles pour valoriser les boues produites par la station d'épuration des eaux usées municipales;
- H) évaluer les besoins d'entreposage.

À cette fin, on doit mandater des professionnels habilités pour réaliser ces divers travaux.

ANNEXE 13 : RÉSUMÉ DES CRITÈRES DE BONNES PRATIQUES POUR LA VALORISATION SYLVICOLE DES BOUES



*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