

ISO/TC 275

Secrétariat: AFNOR

Début de vote:
2020-06-01

Vote clos le:
2020-07-27

Valorisation, recyclage, traitement et élimination des boues — Utilisation bénéfique des boues d'épuration sur les terres

Sludge recovery, recycling, treatment and disposal — Beneficial use of biosolids — Land application

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/45c286e-db36-4c8b-aa18-211d71b79920/iso-fdis-19698>

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.



Numéro de référence
ISO/FDIS 19698:2020(F)

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af6c286e-db36-4c8b-aa18-211d71b79920/iso-fdis-19698>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2020

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	vii
Introduction	viii
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Bénéfices de l'utilisation des boues d'épuration sur les terres	5
5 Nutriments dans les boues d'épuration	5
5.1 Généralités	5
5.2 Azote	5
5.2.1 Généralités	5
5.2.2 Teneur en azote et disponibilité dans les boues d'épuration	6
5.2.3 Détermination de la dose d'épandage de boues d'épuration en fonction de la teneur en azote	6
5.3 Phosphore	6
5.4 Potassium	7
5.5 Calcium	7
5.6 Soufre	7
6 Nuisances et risques associés à l'utilisation des boues d'épuration sur les terres	7
6.1 Généralités	7
6.2 Odeurs	8
6.3 Attraction des vecteurs de transmission	8
6.4 Pathogènes	8
6.4.1 Généralités	8
6.4.2 Virus	9
6.4.3 Bactéries	9
6.4.4 Protozoaires	9
6.4.5 Helminthes	9
6.5 Éléments trace	9
6.6 Composés organiques	10
6.6.1 Généralités	10
6.6.2 Contrôle à la source des contaminants potentiels	11
6.7 Considérations environnementales	12
6.7.1 Généralités	12
6.7.2 Climat et saison	12
6.7.3 Topographie	12
6.7.4 Protection des ressources en eau	13
6.7.5 Identification des usages sensibles et distances d'isolement associées	13
6.8 Traitement des boues d'épuration	14
6.8.1 Généralités	14
6.8.2 Matières inertes et impuretés	15
6.8.3 Réduction des odeurs	15
6.8.4 Réduction de l'attraction des vecteurs de transmission	15
6.8.5 Réduction des pathogènes	16
6.9 Critères de qualité des boues d'épuration – Groupes de boues d'épuration	17
6.9.1 Généralités	17
6.9.2 Boues d'épuration du Groupe 1	18
6.9.3 Boues d'épuration du Groupe 2	18
6.10 Utilisations potentielles	18
6.11 Surveillance des boues d'épuration et du sol	18
7 Élaboration et gestion du programme d'utilisation des boues d'épuration	19
7.1 Généralités	19
7.2 Consultation des communautés locales	19

7.2.1	Implication des communautés locales	19
7.2.2	Principes de consultation	20
7.3	Développement du programme	21
7.3.1	Généralités	21
7.3.2	Considérations relatives à la conception du programme et aux décisions	21
7.4	Gestion du programme	22
7.4.1	Généralités	22
7.4.2	Considérations relatives à la gestion du programme	23
7.4.3	Surveillance des boues d'épuration et du sol	24
7.4.4	Amélioration continue	27
7.4.5	Accord volontaire et assurance qualité	28
8	Objectifs de l'utilisation des boues sur les terres agricoles	30
8.1	Généralités	30
8.2	Considérations agronomiques	30
8.2.1	Gestion de l'azote — Généralités	30
8.2.2	L'azote dans les boues d'épuration	30
8.3	Gestion du phosphore	34
8.3.1	Généralités	34
8.3.2	Détermination de la dose d'épandage de boues d'épuration en fonction de la teneur en phosphore	35
8.4	Dose annuelle d'épandage de boues d'épuration	36
9	Stockage, placement en bout de champ, restrictions d'accès et signalisation	36
9.1	Généralités	36
9.2	Signalisation	37
10	Transport et livraison sur site	37
11	Techniques d'épandage	38
12	Mesures spécifiques d'atténuation des risques liés aux pathogènes en vue d'un épandage agricole	39
13	Tenue des enregistrements	39
13.1	Généralités	39
13.2	Archivages des épandages	40
13.3	Contrôles sur site	41
14	Objectifs de la reconstitution des sols	41
14.1	Généralités	41
14.2	Gestion du site	42
14.2.1	Généralités	42
14.2.2	Propriétés du sol/substrat	43
14.3	Considérations environnementales	44
14.3.1	Climat et saison	44
14.3.2	Topographie	44
14.3.3	Protection des ressources en eau	44
14.3.4	Identification des usages sensibles et des zones tampon associées	45
14.4	Gestion des opérations	45
14.4.1	Préparation du site	45
14.4.2	Gestion des lots et transport des boues d'épuration	46
14.4.3	Échantillonnage du substrat	46
14.4.4	Analyse du substrat	47
14.5	Équipements et considérations relatifs à l'épandage des boues d'épuration	48
14.6	Détermination des doses d'épandage de boues d'épuration	49
14.6.1	Généralités	49
14.6.2	Doses d'épandage de boues d'épuration basées sur la dose d'azote agronomique	49
14.6.3	Doses d'épandage de boues d'épuration basées sur les charges nutritives maximales	50

14.6.4	Doses d'épandage de boues d'épuration basées sur le rapport carbone-azote (C:N).....	50
14.6.5	Doses d'épandage de boues d'épuration basées sur la matière organique cible.....	50
14.6.6	Doses d'épandage de boues d'épuration basées sur l'ajustement du pH cible.....	51
14.7	Remise en végétation.....	51
14.8	Surveillance de l'environnement après l'épandage.....	52
14.8.1	Généralités.....	52
14.8.2	Surveillance du sol.....	53
14.8.3	Surveillance de l'eau.....	53
14.8.4	Surveillance du feuillage.....	54
14.9	Assurance qualité.....	54
15	Gestion des nuisances et des risques d'utilisation des boues d'épuration à des fins de reconstitution du sol.....	54
16	Traitement des boues d'épuration.....	55
16.1	Critères de qualité des boues d'épuration.....	55
16.2	Pathogènes.....	55
16.3	Attraction des vecteurs de transmission.....	55
16.4	Nuisances olfactives.....	55
16.5	Restrictions d'accès et signalisation.....	55
16.6	Tenue des enregistrements.....	55
	Annexe A (informative) Dynamique du carbone du sol.....	56
	Annexe B (informative) Bénéfices de l'utilisation des boues d'épuration sur les terres.....	58
	Annexe C (informative) Concentrations moyennes de matières organiques et de macro-nutriments dans les boues d'épuration.....	62
	Annexe D (informative) Limites comparatives des pathogènes et des indicateurs pour les boues d'épuration de Groupe 1.....	63
	Annexe E (informative) Source des éléments trace dans les eaux usées et les boues d'épuration et exemples de normes relatives aux éléments trace dans les boues d'épuration et dans le sol après l'épandage de boues d'épuration.....	64
	Annexe F (informative) Normes pour la concentration maximale de composés organiques dans les boues d'épuration (mg kg⁻¹MS sauf PCDD/F ng TEQ kg⁻¹ MS).....	70
	Annexe G (informative) Composés organiques.....	71
	Annexe H (informative) Distances d'isolement (zones tampon) dans différentes régions.....	72
	Annexe I (informative) Réduction de l'attraction des vecteurs de transmission.....	75
	Annexe J (informative) Qualité des boues d'épuration en fonction de la méthode de traitement.....	77
	Annexe K (informative) Détermination du phosphate disponible pour les plantes.....	79
	Annexe L (informative) Détermination des doses maximales d'épandage de boues d'épuration à partir des éléments trace.....	80
	Annexe M (informative) Exemples de contrôle à la source/outils de prévention de la pollution et de réglementation des rejets industriels.....	85
	Annexe N (informative) Fréquences d'échantillonnage des boues d'épuration.....	87
	Annexe O (informative) Méthodologies et essais concernant le sol et les boues d'épuration.....	88
	Annexe P (informative) Ateliers de consultation de la communauté locale.....	95
	Annexe Q (informative) Bénéfices et valeur ajoutée de l'utilisation des boues d'épuration dans la réhabilitation de site.....	97
	Annexe R (informative) Exemples d'activités restreintes et de périodes d'attente pour les boues d'épuration du Groupe 2.....	99
	Annexe S (informative) Remise en végétation.....	100

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af6c286e-db36-4c8b-aa18-211d71b79920/iso-fdis-19698>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant : www.iso.org/iso/fr/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 275, *Valorisation, recyclage, traitement et élimination des boues*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Les boues d'épuration sont les matières organiques issues des effluents de stations d'épuration municipales ou des boues industrielles ainsi que les produits obtenus à partir des effluents de stations d'épuration municipales. Elles se présentent sous forme solide, semi-solide, pâteuse et liquide et ont été traitées afin de satisfaire aux normes, lignes directrices ou exigences applicables, y compris la réduction des pathogènes, l'attraction des vecteurs de transmission et les critères relatifs aux contaminants.

L'utilisation des boues d'épuration (y compris l'épandage) sur les terres, considéré comme une approche intégrée de la gestion durable de cette ressource, présente de nombreux effets bénéfiques, tels que :

- l'augmentation de la matière organique du sol ;
- l'augmentation de l'activité biologique du sol ;
- la diminution de la masse volumique apparente du sol et l'amélioration de la porosité du sol ;
- l'amélioration de la vitesse d'infiltration de l'eau, du pouvoir de rétention d'eau et de la prévention de l'érosion ;
- l'amélioration de la stabilité des agrégats de sol ;
- l'augmentation de la capacité d'échange cationique, qui peut entraîner une baisse de la fréquence d'apport d'engrais ;
- l'augmentation du pH du sol ;
- la fourniture au sol de nutriments supplémentaires permettant la croissance des plantes ;
- la récupération du phosphore issu de l'environnement urbain et industriel ;
- la fourniture d'un potentiel de séquestration du carbone dans le sol ; et
- la diminution de l'utilisation des engrais minéraux et des émissions de gaz à effet de serre (GES) liées à la production et à l'apport d'engrais minéraux.

Le présent document ne classe pas par ordre de priorité ni ne suggère de hiérarchie entre les différentes options de valorisation, mais vise à identifier et à traiter les différents critères qui pourraient être envisagés pour développer un programme durable d'utilisation des boues (y compris l'épandage) sur les terres et respectueux de l'environnement. Ces critères comprennent la nature du processus de traitement, le choix d'un site d'épandage approprié, la méthode d'épandage, la dose d'épandage et la mise en place de mesures de protection des usages sensibles ou de distances d'isolement au niveau des zones sensibles sur le plan environnemental et social telles que les eaux de surface et les habitations.

Le contrôle des substances indésirables, des odeurs et du risque potentiel pour la santé des personnes et des animaux et la protection du milieu naturel représentent une partie importante de toute stratégie de valorisation. Ceux-ci peuvent être gérés au moyen d'outils tels que le contrôle des rejets au point de collecte, les méthodes de traitement appropriées et les restrictions en matière d'utilisation des sols.

L'application du présent document présuppose d'être informé des exigences juridiques applicables.

Valorisation, recyclage, traitement et élimination des boues — Utilisation bénéfique des boues d'épuration sur les terres

1 Domaine d'application

Le présent document fournit des recommandations relatives aux conditions de valorisation des boues d'épuration produites lors du traitement des effluents de stations d'épuration municipales et des boues industrielles et des produits issus des effluents de stations d'épuration municipales (par exemple composts, supports de culture) dans la production des cultures à vocation alimentaire et fourragère, des cultures énergétiques, des cultures forestières et dans la réhabilitation des sites dégradés.

Le présent document s'applique aux boues d'épuration destinées à l'utilisation des boues (y compris l'épandage) sur les terres et inclut les boues d'épuration issues du traitement des eaux usées (municipales, industrielles et privées).

Le présent document ne s'applique pas aux boues dangereuses issues des eaux usées qui, en raison de leur nature, de leurs propriétés physiques, chimiques ou infectieuses, sont potentiellement dangereuses pour la santé humaine et/ou l'environnement pendant l'utilisation, la manutention, le stockage ou le transport et qui nécessitent des techniques d'élimination spéciales destinées à éliminer ou à réduire les dangers.

Le présent document comprend les parties suivantes :

- lignes directrices générales pour l'utilisation des boues d'épuration sur les terres et des produits qui en sont issus ;
- lignes directrices spécifiques pour l'utilisation des boues d'épuration sur les terres et des produits qui en sont issus pour la production de cultures à vocation alimentaire et fourragère et pour la production de cultures non alimentaires ni fourragères (par exemple horticulture, fibres pour la biomasse, sylviculture, etc.) ; et
- lignes directrices spécifiques pour l'utilisation des boues d'épuration sur les terres et des produits qui en sont issus pour d'autres types de valorisation (par exemple reconstitution de sol ou réhabilitation de site).

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative. Termes et définitions

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes :

- IEC Electropedia : disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform : disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1

boues d'épuration stabilisées par traitement alcalin

boues d'épuration ou boues non toxiques qui ont subi un traitement alcalin afin d'être conformes aux exigences spécifiques en matière de réduction des pathogènes et d'attraction des vecteurs de transmission

3.2

traitement alcalin

processus au cours duquel des boues d'épuration ou des boues non toxiques sont mélangées à des additifs alcalins afin d'améliorer la stabilisation des solides issus des eaux usées en augmentant le pH des boues d'épuration jusqu'à 12 ou plus pendant une durée minimale

3.3

lot

quantité définie de matériau fabriquée ou produite dans des conditions qui sont présumées uniformes

3.4

biocénose

communauté de plantes et d'animaux intégrés dans un biotope et interdépendants

3.5

boues d'épuration

matières d'origine organique issues des effluents de stations d'épuration municipales ou des boues industrielles et les produits qui en sont issus, sous forme solide, semi-solide, pâteuse et liquide, ainsi que les liquides qui ont été traités afin de satisfaire aux normes, lignes directrices ou exigences spécifiques, y compris la réduction des pathogènes, et les critères relatifs à l'attraction des vecteurs de transmission et aux contaminants

3.6

capacité d'échange cationique

mesure de la capacité du sol à retenir les ions chargés positivement (cations)

3.7

compost

amendement organique obtenu par décomposition d'un mélange composé principalement de résidus végétaux divers, parfois mélangés avec des matières organiques d'origine animale, et ayant une teneur limitée en matières minérales

[SOURCE: : ISO 8157:2015, 2.2.8.6]

3.8

compostage

processus biologique aérobie naturel, réalisé en conditions maîtrisées, qui transforme une matière organique en un produit stable semblable à l'humus

Note 1 à l'article: Lors du processus de compostage, différents micro-organismes, y compris les bactéries et les champignons, décomposent la matière organique en substances plus simples.

3.9

contaminant

substance biologique, chimique, physique ou radiologique libérée dans l'environnement par des sources anthropiques et qui, dans des concentrations suffisantes, peut avoir une incidence néfaste sur les organismes vivants via l'air, l'eau, le sol et/ou la nourriture

3.10**boues d'épuration déshydratées**

boues d'épuration dont la teneur en eau a été réduite afin de produire des boues d'épuration pâteuses ou solides à l'aide d'une ou plusieurs technologies, généralement par des moyens naturels ou mécaniques

Note 1 à l'article: Ces traitements amènent à produire des boues d'épuration dont les caractéristiques mécaniques permettent un stockage en tas sur une hauteur minimale de 1 m. À titre indicatif, la teneur en matière sèche obtenue se situe généralement dans une fourchette allant de 15 % à 40 %.

3.11**matières inertes et impuretés**

matières d'origine anthropique par opposition aux objets naturels tels que le sable, les pierres et les fibres du bois

EXEMPLE Plastique, verre, métal, débris de petite/grande taille ou pointus.

3.12**boues industrielles**

mélange d'eau et de solides séparés à partir de différents types d'eaux usées industrielles (par exemple, usines de produits alimentaires) à l'aide de procédés naturels ou artificiels, et répondant à des normes, lignes directrices ou exigences spécifiques, y compris la réduction des pathogènes, et les critères relatifs à l'attraction des vecteurs de transmission et aux contaminants

3.13**minéralisation**

stade final de la biodégradation de matière organique ou de substances organiques en dioxyde de carbone, en eau et en hydrures, en oxydes ou en d'autres sels minéraux

[SOURCE: : ISO 11074:2015, 3.3.19]

3.14**digestion anaérobie mésophile**

conversion biologique des matières organiques en biogaz et digestats à des températures situées entre 20 °C et environ 40 °C, généralement 37 °C avec un temps de résidence moyen de 15 à 30 jours

3.15**oligo-élément**

élément, tel que le bore, le manganèse, le fer, le zinc, le cuivre, le molybdène, le cobalt et/ou le chlore, qui est indispensable, mais en quantités relativement petites, pour la croissance de la plante

[SOURCE: : ISO 8157:2015, 2.1.3.3, modifié — La Note 1 à l'article a été supprimée.]

3.16**boues d'épuration municipales**

boues d'épuration produites par des stations d'épuration municipales, qui ont été traitées afin de satisfaire aux normes, lignes directrices ou exigences légales, y compris la réduction des pathogènes et de l'attraction des nuisibles

3.17**effluents de stations d'épuration municipales**

mélange d'eau et de matière sèche non stabilisée provenant du traitement des eaux usées municipales par des procédés naturels ou artificiels

3.18**matière organique**

matière constituée de matières organiques végétales et/ou animales et de produits de leur transformation

[SOURCE: : ISO 11074:2015, 2.1.8]

3.19

composé organique

catégorie de nombreux composés chimiques dans laquelle un ou plusieurs atomes de carbone sont liés par covalence aux atomes d'autres éléments, le plus souvent l'hydrogène, l'oxygène ou l'azote

3.20

nutriment

élément chimique qui est indispensable à la croissance des plantes

[SOURCE: : ISO 8157:2015, 2.1.2]

3.21

échantillon

partie d'un produit en vrac défini, prélevée à des fins de caractérisation

[SOURCE: : ISO 14488:2007, 3.8]

3.22

distance d'isolement

tampon

distance définie, parfois fondée sur une évaluation des risques, qui offre une protection aux éléments sensibles sur le plan environnemental tels que les personnes et l'eau

3.23

effluents de stations d'épuration

mélange d'eau et de solides provenant de différents types d'eaux usées par des traitements naturels et artificiels

3.24

rapport d'adsorption du sodium

mesure de la quantité de sodium (Na) comparée au calcium (Ca) et au magnésium (Mg) dans l'extrait aqueux issu de la pâte de sol saturé

3.25

qualité du sol

toutes les propriétés du sol à un instant donné, positives ou négatives, eu égard à son utilisation et à ses fonctions

[SOURCE: : ISO 11074:2015, 2.1.15]

3.26

partie prenante

personne ou organisme susceptible d'affecter, d'être affecté ou de se sentir lui-même affecté par une décision ou une activité

[SOURCE: : ISO 28007-1:2015, 3.6, modifiée — La Note 1 à l'entrée a été supprimée.]

3.27

digestion anaérobie thermophile

conversion biologique de la matière organique en biogaz et en digestats, s'opérant entre 49 °C et 57 °C

3.28

carbone organique total

COT

quantité de carbone présente dans un composé organique

3.29

élément trace

élément présent en très faible concentration

3.30**vecteur**

organisme vivant capable de transmettre un pathogène d'un organisme à un autre mécaniquement (par simple transport du pathogène) ou biologiquement en jouant un rôle spécifique dans le cycle de vie du pathogène

[SOURCE: : EPA/625/R-92/013 Révisée en juillet 2003 : *Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge*]

3.31**réduction de l'attraction des vecteurs de transmission**

processus de traitement qui stabilise et réduit les odeurs et autres caractéristiques des boues d'épuration qui attirent les mouches, rongeurs et autres vecteurs de transmission potentiels

4 Bénéfices de l'utilisation des boues d'épuration sur les terres

L'utilisation des boues d'épuration sur les terres peut offrir de nombreux bénéfices, notamment :

- l'ajout de matière organique au sol, qui peut avoir un impact positif sur l'activité biologique du sol, la porosité du sol, la masse volumique apparente du sol, la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol, la stabilité des agrégats et la capacité d'échange cationique ;
- l'augmentation de la matière organique dans le sol peut également entraîner une réduction de l'érosion du sol ;
- l'augmentation de la séquestration du carbone dans le sol associée à une réduction de l'apport en engrais chimiques et des émissions de gaz à effet de serre issus de leur production (voir l'[Annexe A](#)) ; et
- l'utilisation responsable de macro-nutriments et oligo-éléments indispensables qui pourraient autrement être gaspillés.

Les boues d'épuration stabilisées par traitement alcalin peuvent également représenter un amendement économique et efficace qui permet d'augmenter le pH des sols acides.

Il convient que l'utilisation agricole des boues d'épuration passe par une évaluation globale prenant en compte les différents facteurs permettant de garantir des effets positifs sur les cultures et les sols.

Voir l'[Annexe B](#) pour obtenir des informations complémentaires relatives aux bénéfices des boues d'épuration.

5 Nutriments dans les boues d'épuration**5.1 Généralités**

Les boues d'épuration contiennent de la matière organique et des nutriments. Voir l'[Annexe C](#) pour les concentrations moyennes en matières organiques et en macro-nutriments dans les boues d'épuration.

5.2 Azote**5.2.1 Généralités**

La production végétale exige une source continue d'azote (N), qui est un composant essentiel des protéines qui construisent le matériel cellulaire et les tissus végétaux. Il est également nécessaire pour d'autres fonctions de la plante.

L'azote apporté aux sols via les engrais minéraux, les boues d'épuration et les autres amendements organiques est soumis à des processus biochimiques et physiques qui composent le cycle de l'azote. Les