
**Valorisation, recyclage, traitement
et élimination des boues — Lignes
directrices pour le traitement
thermique des boues**

*Sludge recovery, recycling, treatment and disposal — Guidance on
thermal treatment of sludge*

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO/TR 20736:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af8efdff-9f2b-4330-84d9-802b56e102ef/iso-tr-20736-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af8efdff-9f2b-4330-84d9-802b56e102ef/iso-tr-20736-2021>



iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO/TR 20736:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af8efdff-9f2b-4330-84d9-802b56e102ef/iso-tr-20736-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af8efdff-9f2b-4330-84d9-802b56e102ef/iso-tr-20736-2021>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2021

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 | vi |
| Introduction | vii |
| 1 Domaine d'application | 1 |
| 2 Références normatives | 1 |
| 3 Termes et définitions | 1 |
| 4 Abréviations | 3 |
| 5 Propriétés des boues | 4 |
| 5.1 Généralités | 4 |
| 5.2 Caractéristiques physico-chimiques | 4 |
| 5.2.1 Généralités | 4 |
| 5.2.2 Matière sèche | 4 |
| 5.2.3 Perte au feu | 5 |
| 5.2.4 Pouvoir calorifique | 5 |
| 5.2.5 Graisses, écumes et refus de dégrillage | 5 |
| 5.2.6 Consistance physique et autres paramètres | 6 |
| 5.3 Caractéristiques chimiques et microbiologiques | 6 |
| 5.3.1 Généralités | 6 |
| 5.3.2 Soufre | 7 |
| 5.3.3 Phosphore | 7 |
| 5.3.4 Azote | 7 |
| 5.3.5 Chlore et autres halogènes | 7 |
| 5.3.6 Micropolluants organiques | 8 |
| 5.3.7 Éléments traces | 8 |
| 5.3.8 Agents pathogènes | 9 |
| 6 Principes fondamentaux des procédés thermiques | 9 |
| 6.1 Généralités | 9 |
| 6.2 Séchage | 9 |
| 6.3 Hydrolyse | 10 |
| 6.4 Incinération | 11 |
| 6.5 Pyrolyse | 13 |
| 6.6 Gazéification | 14 |
| 6.7 Thermolyse | 15 |
| 6.8 Carbonisation | 15 |
| 6.9 Oxydation par voie humide | 15 |
| 6.10 Fusion | 16 |
| 6.11 Pasteurisation | 16 |
| 7 Technologies | 17 |
| 7.1 Généralités | 17 |
| 7.2 Séchage | 17 |
| 7.2.1 Sécheurs directs | 17 |
| 7.2.2 Sécheurs indirects | 21 |
| 7.2.3 Sécheurs solaires | 23 |
| 7.3 Hydrolyse | 24 |
| 7.4 Incinération | 25 |
| 7.4.1 Four à lit fluidisé | 25 |
| 7.4.2 Four à soles étagées (MHF) | 29 |
| 7.4.3 Four hybride | 32 |
| 7.4.4 Autres | 33 |
| 7.5 Pyrolyse | 34 |
| 7.6 Gazéification | 34 |
| 7.7 Thermolyse | 37 |
| 7.8 Carbonisation | 37 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 7.9 | Oxydation par voie humide | 38 |
| 7.10 | Fusion | 38 |
| 7.11 | Pasteurisation | 40 |
| 7.12 | Technologies émergentes | 41 |
| 7.12.1 | Généralités | 41 |
| 7.12.2 | Technologies d'oxydation | 41 |
| 7.12.3 | Hydrolyse enzymatique des boues | 42 |
| 7.12.4 | Gazéification au plasma | 42 |
| 7.12.5 | Pré-traitement aux ultrasons | 42 |
| 7.12.6 | Irradiation aux micro-ondes | 43 |
| 7.12.7 | Rayonnement infrarouge | 43 |
| 7.13 | Aspects relatifs à la conception | 43 |
| 7.14 | Équipement auxiliaire | 44 |
| 7.14.1 | Généralités | 44 |
| 7.14.2 | Systèmes de transport, zone de réception, systèmes de stockage et d'alimentation | 44 |
| 7.14.3 | Alimentation et récupération de chaleur | 44 |
| 7.14.4 | Traitement du gaz | 45 |
| 7.14.5 | Manutention des cendres et autres résidus | 45 |
| 7.14.6 | Traitement des eaux usées | 46 |
| 7.14.7 | Surveillance du processus | 46 |
| 7.14.8 | Systèmes de sécurité | 46 |
| 8 | Aspects opérationnels | 46 |
| 8.1 | Généralités | 46 |
| 8.2 | Séchage | 47 |
| 8.3 | Hydrolyse | 48 |
| 8.4 | Incinération | 48 |
| 8.4.1 | Généralités | 48 |
| 8.4.2 | Four à lit fluidisé | 49 |
| 8.4.3 | Four à soles étagées | 50 |
| 8.5 | Pyrolyse | 51 |
| 8.6 | Gazéification | 51 |
| 8.7 | Thermolyse | 51 |
| 8.8 | Carbonisation | 51 |
| 8.9 | Oxydation par voie humide | 52 |
| 8.10 | Fusion | 52 |
| 8.11 | Pasteurisation | 52 |
| 8.12 | Dangers | 52 |
| 9 | Gestion de l'énergie et des ressources secondaires | 53 |
| 9.1 | Généralités | 53 |
| 9.2 | Séchage | 53 |
| 9.3 | Hydrolyse | 53 |
| 9.4 | Incinération | 53 |
| 9.5 | Pyrolyse | 54 |
| 9.6 | Gazéification | 56 |
| 9.7 | Thermolyse | 56 |
| 9.8 | Carbonisation | 56 |
| 9.9 | Oxydation par voie humide | 57 |
| 9.10 | Fusion | 57 |
| 9.11 | Pasteurisation | 58 |
| 9.12 | Traitements thermiques et économie circulaire | 58 |
| 10 | Gestion des résidus | 59 |
| 10.1 | Généralités | 59 |
| 10.2 | Gaz de combustion | 59 |
| 10.2.1 | Caractéristiques et paramètres | 59 |
| 10.2.2 | Appareillage | 61 |
| 10.3 | Cendres | 64 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 10.3.1 | Composition/paramètres..... | 64 |
| 10.3.2 | Procédés et équipements..... | 65 |
| 10.4 | Eaux usées..... | 65 |
| 11 | Mise hors service des installations..... | 66 |
| 11.1 | Généralités..... | 66 |
| 11.2 | Considérations particulières..... | 66 |
| 12 | Co-gestion avec les autres déchets organiques..... | 66 |
| 12.1 | Généralités..... | 66 |
| 12.2 | Considérations particulières..... | 68 |
| 12.3 | Autres aspects liés au stockage et au transport..... | 70 |
| 12.3.1 | Généralités..... | 70 |
| 12.3.2 | Stockage..... | 70 |
| 12.3.3 | Transport..... | 71 |
| 13 | Évaluation du développement durable..... | 71 |
| 13.1 | Généralités..... | 71 |
| 13.2 | Aspects environnementaux..... | 72 |
| 13.3 | Aspects économiques..... | 72 |
| 13.4 | Aspects sociaux..... | 72 |
| Annexe A (informative) Calculs du pouvoir calorifique..... | | 74 |
| Annexe B (informative) Différents systèmes d'introduction de boues dans une installation d'incinération de déchets ménagers..... | | 76 |
| Annexe C (informative) Études de cas..... | | 78 |
| Annexe D (informative) Aspects réglementaires..... | | 92 |
| Bibliographie..... | | 95 |

Document Preview

[ISO/TR 20736:2021](https://standards.iteh.ai/standards/sist/af8efdff-9f2b-4330-84d9-802b56e102ef/iso-tr-20736-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af8efdff-9f2b-4330-84d9-802b56e102ef/iso-tr-20736-2021>

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 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

Le traitement et la gestion des boues représentent une problématique de plus en plus difficile pour la plupart des pays du monde entier:

- les boues sont un sous-produit du procédé de traitement de l'eau et sont produites en grandes quantités alors que de nouvelles stations d'épuration sont construites et que les installations existantes sont modernisées pour s'adapter à la croissance démographique;
- le traitement et l'élimination des boues représentent l'un des coûts les plus importants associés au traitement de l'eau et des eaux usées;
- les réglementations plus strictes imposées sur les points de restitution classiques, comme pour la gestion bénéfique des terres agricoles, le compostage et la mise en décharge, nécessitent plus de traitements en raison des problèmes liés aux impacts à long terme sur la santé publique et l'environnement;
- les boues sont maintenant considérées comme une source d'énergie renouvelable et également comme une source de composants précieux, notamment le carbone et les nutriments.

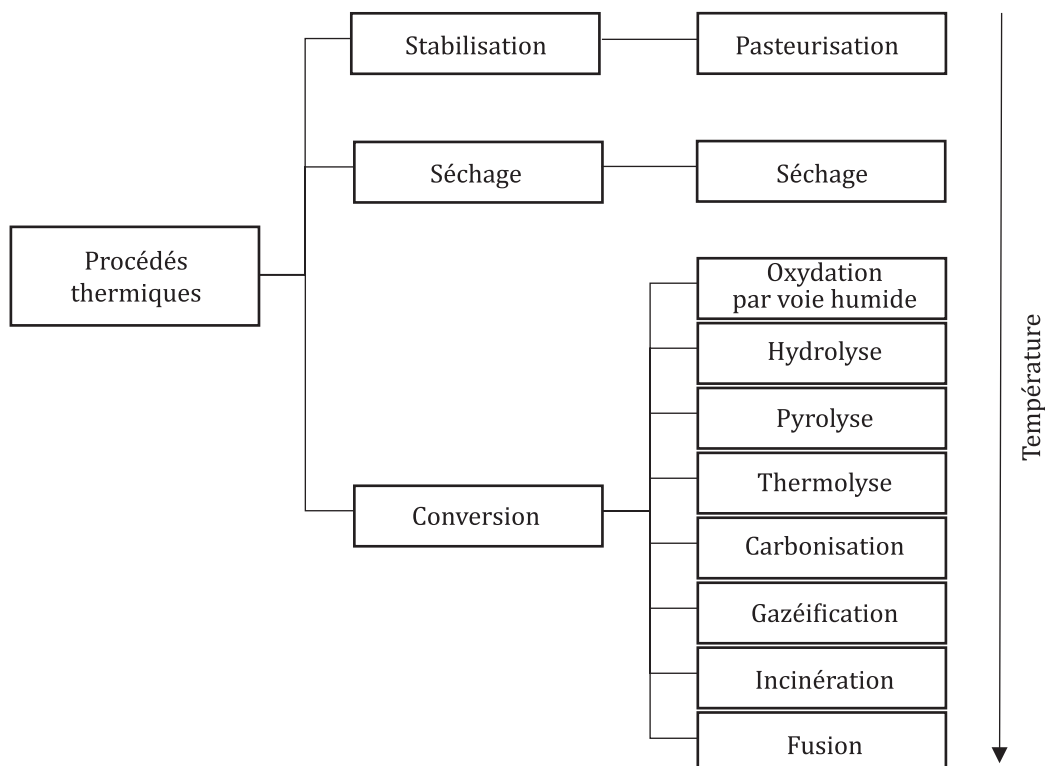
La tendance croissante à valoriser l'énergie et les ressources provenant des boues d'épuration et l'application de réglementations plus strictes sur les points de restitution ont suscité un intérêt pour divers traitements thermiques et peuvent, dans certaines conditions, répondre aux principes de l'économie circulaire.

L'objectif du présent document est de décrire de façon pragmatique les méthodes de traitement thermique des boues, en couvrant les concepts fondamentaux des différents procédés, les technologies et aspects opérationnels associés, la gestion de l'énergie, des ressources de valeur et des résidus, ainsi que les aspects liés aux impacts et à l'intégration des installations qui y font référence.

La [Figure 1](#) met en évidence les procédés thermiques couverts selon leur principale fonction et leur température de fonctionnement.

[ISO/TR 20736:2021](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af8efdf-9f2b-4330-84d9-802b56e102ef/iso-tr-20736-2021>



NOTE Les procédés répertoriés dans la colonne de droite qui sont reliés aux principales fonctions de conversion et de séchage permettent de stabiliser les boues.

Figure 1 — Procédés thermiques couverts par le présent document

<https://standards.iteh.ai>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af8efdff-9f2b-4330-84d9-802b56e102ef/iso-tr-20736-2021>

Valorisation, recyclage, traitement et élimination des boues — Lignes directrices pour le traitement thermique des boues

1 Domaine d'application

Le présent document décrit les bonnes pratiques applicables pour l'incinération et les autres traitements de matières organiques reposant sur le traitement thermique des boues.

Le conditionnement thermique ne fait pas l'objet du présent document.

Le présent document s'applique aux boues provenant spécifiquement:

- de la collecte des eaux pluviales;
- des matières de vidange;
- des systèmes de collecte des eaux usées urbaines;
- des stations d'épuration des eaux usées urbaines;
- des stations d'épuration des eaux industrielles assimilées aux eaux usées urbaines.

Il comprend toutes les boues pouvant avoir des impacts environnementaux et/ou sanitaires similaires, à l'exclusion des boues industrielles dangereuses.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

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:

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

3.1

fusion

traitement thermique qui consiste à élever la température des boues ou des cendres au-delà du point de fusion des substances minérales des boues

3.2

séchage

traitement thermique qui consiste à évaporer l'eau des boues déshydratées pour contrôler la teneur en eau par chauffage

3.3

carbonisation

partie d'une *pyrolyse* (3.4) qui se concentre sur la production d'une ressource secondaire solide appelée biocharbon

3.4

pyrolyse

traitement thermique sans alimentation en oxygène

[SOURCE: CEN/TR 16788, 3.4]

3.5

gazéification

traitement thermique avec une alimentation en oxygène ou en air en quantité hypostœchiométrique (combustion partielle)

3.6

résidu carboné

combinaison de matériaux non combustibles et de carbone produit par le procédé d'élimination des matières volatiles, de *gazéification* (3.5), de *pyrolyse* (3.4) ou de *carbonisation* (3.3)

3.7

biocharbon

ressource secondaire solide générée à partir du procédé de carbonisation (ou de pyrolyse)

3.8

traitement thermique

traitement dans lequel de la chaleur est appliquée dans le but d'éliminer l'humidité, la charge microbienne et les composés organiques

3.9

procédé thermique

technique d'application d'un *traitement thermique* (3.8)

3.10

traitement combiné

traitement de boues et d'autres déchets dans le même dispositif

3.11

four

enceinte fermée où se produit la combustion des matières organiques

3.12

chaudière

partie spécifique de l'usine de traitement thermique où se produit l'échange de chaleur en vue de la récupération de chaleur et d'énergie

3.13

traitement des gaz de combustion

tout procédé physique ou chimique visant à épurer les émissions gazeuses résultant du *traitement thermique* (3.8) en vue de leur rejet dans l'atmosphère

3.14

mâchefers

résidus de combustion recueillis à la sortie basse d'un four d'incinération

3.15

cendre volante

matière solide entraînée par les fumées

3.16

valorisation énergétique

utilisation de déchets combustibles en vue d'une production d'énergie, par traitement thermique avec récupération de la chaleur

3.17**recyclage**

activité réalisée dans un processus de production consistant à transformer des déchets en vue d'une application selon leur usage initial ou à d'autres fins, à l'exclusion de la *valorisation énergétique* (3.16)

3.18**scorie**

sous-produit partiellement vitrifié obtenu par refroidissement d'une phase liquide minérale

3.19**efficacité énergétique**

quantité d'énergie et/ou de récupération de chaleur par rapport à la teneur énergétique du matériau d'entrée

3.20**oxydation par voie humide**

oxydation en phase aqueuse de composants organiques sous pression, utilisant soit de l'air soit de l'oxygène comme agent d'oxydation

3.21**gaz de synthèse**

mélange de gaz (y compris monoxyde de carbone, hydrogène, méthane, etc.) produits par le procédé de *gazéification* (3.5) ou de *pyrolyse* (3.4)

3.22**combustion**

réaction chimique et exothermique accompagnée d'une oxydation complète des matériaux combustibles

3.23**conditions autothermes**

conditions qui maintiennent une combustion sans combustible auxiliaire et/ou autre énergie extérieure

3.24**boues pâteuses**

boues capables de s'écouler en continu sous l'action d'une pression supérieure à un certain seuil et présentant une résistance au cisaillement inférieure à un certain seuil

[SOURCE: CEN/TR 15463, 1.2.b]

3.25**boues solides**

boues présentant une résistance au cisaillement supérieure à un certain seuil

[SOURCE: CEN/TR 15463, 1.2.c]

4 Abréviations

| | |
|------|--|
| 3T | Température, turbulence et temps (de séjour) |
| CFBF | Four à lit fluidisé circulant (<i>Circulating Fluidized Bed Furnace</i>) |
| DM | Déchets solides ménagers |
| FBF | Four à lit fluidisé (<i>Fluidized Bed Furnace</i>) |
| MHF | Four à soles étagées (<i>Multiple Hearth Furnace</i>) |
| MS | Matière sèche |
| MTD | Meilleure technologie disponible |

| | |
|------|--|
| PAF | Perte au feu |
| PCI | Pouvoir calorifique inférieur (ou net) |
| PCS | Pouvoir calorifique supérieur (ou brut) |
| PFBF | Four à lit fluidisé sous pression (<i>Pressurized Fluidized-Bed Furnace</i>) |
| SCR | Réduction catalytique sélective (<i>Selective Catalytic Reduction</i>) |
| SNCR | Réduction sélective non catalytique (<i>Selective Not Catalytic Reduction</i>) |

5 Propriétés des boues

5.1 Généralités

La caractérisation des boues pour l'évaluation des procédés thermiques implique l'évaluation des paramètres à la fois techniques et économiques. La MS ou la teneur en eau, le pouvoir calorifique et la teneur en cendres sont les principales caractéristiques techniques permettant d'évaluer si le traitement thermique convient. Les principaux paramètres économiques sont les coûts de traitement, de collecte et de transport, et les caractéristiques des matériaux récupérés et des sous-produits.

5.2 Caractéristiques physico-chimiques

5.2.1 Généralités

Les principales caractéristiques physico-chimiques à prendre en compte sont les suivantes:

- la MS (ou teneur en humidité);
- la perte au feu;
- le pouvoir calorifique;
- la quantité de graisses, d'écumes et de refus de dégrillage.

La consistance physique et les propriétés rhéologiques jouent aussi un rôle important, en particulier pour la conception du système d'alimentation.

5.2.2 Matière sèche

La MS, ou la teneur en eau, revêt une importance de premier ordre pour les procédés thermiques dans la mesure où elle affecte fortement le PCI d'une matière organique, qui diminue en même temps que la teneur en eau augmente.

Dans le cadre du traitement thermique des boues d'épuration, la MS est un paramètre qui affecte à la fois la demande en combustible et la production de gaz de combustion. Généralement, toute augmentation de la MS est considérée comme bénéfique pour la réduction de la demande en combustible. Lorsque les conditions de la combustion autotherme sont atteintes à une température donnée, l'augmentation de la MS correspond également à une diminution de la production de gaz de combustion. Toute augmentation supplémentaire de MS au-delà de la limite de la combustion autotherme entraîne une production de gaz plus importante, en raison de l'air de dilution ou de l'eau nécessaire à la régulation de la température dans la chambre de combustion, selon la conception de l'usine d'incinération. L'utilisation de l'eau, en revanche, réduit la quantité d'énergie récupérable dans la chaudière.

5.2.3 Perte au feu

La perte au feu représente la fraction massique qui s'échappe sous forme de gaz suite à la combustion de la masse sèche des boues.

La perte au feu est généralement utilisée comme mesure de la teneur en matière volatile, mais il convient de noter que des substances minérales ou des produits de décomposition (par exemple H_2O , CO_2 , SO_2 , O_2) sont libérés ou absorbés et que certaines substances minérales sont volatiles dans les conditions de réaction.

Elle est mesurée en chauffant les boues dans un four à $550\text{ °C} \pm 25\text{ °C}$ (voir Référence [4]) ou à $600\text{ °C} \pm 25\text{ °C}$ (voir Référence [18]) et est exprimée en pourcentage de la masse sèche. La perte au feu peut être utilisée pour évaluer la fraction organique des boues et est donc corrélée à leur valeur calorifique.

La valeur de la perte au feu peut diminuer lorsque les boues conditionnées à la chaux contiennent du fer qui s'oxyde pendant la combustion pour passer de l'état de fer (II) à l'état de fer (III), ainsi que de l'hydroxyde de calcium ou de l'oxyde de calcium (voir EN 15935).

5.2.4 Pouvoir calorifique

Le pouvoir calorifique des boues est un paramètre très important dans l'évaluation des procédés thermiques, car il représente la quantité de chaleur qui se développe au cours du processus de combustion par unité de masse du matériau dans des conditions standard.

Le pouvoir calorifique peut être exprimé comme suit (voir EN 15170):

- PCS à volume constant, qui est la valeur absolue de l'énergie spécifique de combustion, en joules, par unité de masse de boue solide, brûlée dans l'oxygène dans une bombe calorimétrique, dans les conditions spécifiées. Les produits de combustion sont supposés être les suivants: oxygène gazeux, azote, dioxyde de carbone et dioxyde de soufre, eau à l'état liquide (en équilibre avec la vapeur qu'elle contient), saturés avec du dioxyde de carbone dans les conditions de réaction de la bombe, et cendres solides, à la température de référence;
- PCI obtenu en calculant le pouvoir calorifique brut, à condition de pouvoir déterminer la teneur en hydrogène des boues ou la quantité d'eau relevée au cours de l'essai de combustion.

Les boues contiennent habituellement une grande quantité d'eau et de solides combustibles et non combustibles. Leur pouvoir calorifique, et plus particulièrement «en l'état», est donc relativement faible.

Le calcul du pouvoir calorifique des boues peut être exprimé sur la base de la PAF (perte au feu) ou de la MS.

Le pouvoir calorifique type des boues issues d'eaux usées municipales varie généralement entre 22,1 MJ/kg et 24,4 MJ/kg de perte au feu (boues primaires digérées par voie anaérobie) et entre 23,3 MJ/kg et 27,9 MJ/kg (boues primaires fraîches). Pour les boues secondaires, il est compris entre 20,7 MJ/kg et 24,4 MJ/kg de perte au feu.

Avec les valeurs types de teneur en matière organique, le pouvoir calorifique serait généralement compris entre 12 MJ/kg et 17 MJ/kg de matière sèche pour les boues non digérées et entre 10 MJ/kg et 12 MJ/kg de matière sèche pour les boues digérées.

Les valeurs PCS et PCI peuvent être calculées selon la méthode décrite dans la norme EN 15170. Les procédures de calcul théorique du PCS et du PCI sont indiquées en [Annexe A](#).

5.2.5 Graisses, écumes et refus de dégrillage

Les graisses, écumes et refus de dégrillage peuvent être traités thermiquement en même temps que les boues mais ceci pose généralement plusieurs problèmes.

Les refus de dégrillage ont tendance à obstruer les mécanismes d'alimentation de certains types de four et c'est pourquoi il est recommandé de procéder au broyage ou à la désintégration avant l'alimentation. Les refus de dégrillage contiennent également des matières compactes et incombustibles, ce qui pose des problèmes dans le système d'élimination des cendres.

L'écume contient généralement plus de 95 % d'eau et il convient, par conséquent, de la déshydrater à au moins 25 % de matières solides avant traitement. En raison de sa viscosité, l'écume est difficile à manipuler une fois déshydratée; un chauffage entre 70 °C et 80 °C est généralement nécessaire pour que l'écume puisse être pompée. Après déshydratation, il convient de broyer ces matières solides d'écume pour atteindre une granulométrie inférieure ou égale à 6 mm. Les valeurs de PCS de l'écume et des refus de dégrillage sont comprises respectivement entre 37 000 kJ/kg et 44 000 kJ/kg de matière sèche et entre 23 000 kJ/kg et 25 600 kJ/kg de matière sèche.

Les quantités de refus de dégrillage dépendent strictement des ouvertures du tamis de dégrillage. Elles peuvent varier entre $3 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^3$ et $40 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^3$ d'eaux usées pour des ouvertures comprises entre 12 mm et 25 mm (les limites supérieures s'appliquent aux ouvertures réduites). Étant donné que la production de boues déshydratées peut être évaluée à environ $1 \text{ l}/\text{m}^3$ d'eaux usées, la production de refus de dégrillage peut être estimée à une valeur comprise entre 0,2 % et 4 % de la masse de production de boues, compte tenu de la masse volumique des refus de dégrillage humides, comprise entre $640 \text{ kg}/\text{m}^3$ et $1 000 \text{ kg}/\text{m}^3$.

La quantité d'écumes dépend beaucoup de la qualité des eaux usées et du système de collecte dans les stations d'épuration des eaux usées. Les valeurs les plus élevées peuvent atteindre 17 g de matière sèche par m^3 d'eaux usées, ce qui représente jusqu'à 1,7 % de la production de boues. À une concentration de 25 %, cette valeur peut atteindre 6,8 %.

Tout ajout de matériau, en particulier de graisses, d'écumes et de refus de dégrillage, est limité par la capacité et l'efficacité du traitement des gaz.

5.2.6 Consistance physique et autres paramètres

La consistance physique des boues influence le choix et la conception des procédés thermiques.

Par conséquent, il semble utile, dans cette étape de conception, d'évaluer les paramètres spécifiques qui fournissent des informations sur cet aspect (par exemple: aptitude à l'écoulement, état solide, comportement au pelage) (voir Référence [2]).

La taille des particules, la masse volumique apparente et la morphologie sont d'autres caractéristiques qui influencent les procédés thermiques.

5.3 Caractéristiques chimiques et microbiologiques

5.3.1 Généralités

Les principales caractéristiques à prendre en compte sont:

- le soufre;
- le phosphore;
- l'azote;
- le chlore et les autres halogènes;
- les micropolluants organiques;
- les éléments traces (notamment le mercure);
- les agents pathogènes.