



INCINÉRATEURS

Incinération de déchets spéciaux
Incinération d'eaux usées
Incinération de boues d'épuration

INTRODUCTION

Le traitement thermique des déchets spéciaux permet de détruire les substances polluantes et de valoriser le potentiel énergétique des déchets en le mettant au service des processus de production du CHEMPARK.



Le traitement thermique des déchets, des boues d'épuration, des eaux usées et des eaux usées concentrées est une méthode connue, particulièrement adaptée à l'élimination sûre et respectueuse de l'environnement de déchets spéciaux contaminés par des produits chimiques. Par « incinération », on entend ici l'oxydation, c'est-à-dire la transformation de déchets organiques en dioxyde de carbone, en eau et en résidus minéraux partiellement valorisables et éliminables de façon sûre. Plus de 300 entreprises de toute l'Europe et quelques-unes de pays extra-européens ont confié en 2007 l'élimination de leurs déchets spéciaux au Secteur Environnement de CURRENTA. Les sociétés opérationnelles de Bayer et les entreprises du CHEMPARK en font partie.

Élimination des déchets

Le Secteur Environnement de CURRENTA a pour principe de toujours éliminer les déchets spéciaux de façon sûre et respectueuse de l'environnement. L'énergie dégagée par la combustion est utilisée pour produire de la vapeur qui est injectée dans le réseau de l'usine. Nous recherchons des possibilités de valorisation des mâchefers et des cendres. Les sels minéraux et les résidus ne pouvant plus être valorisés après l'incinération font l'objet d'un enfouissement contrôlé dans la décharge spéciale.

L'incinération des déchets spéciaux garantit

- une destruction complète et définitive des substances organiques toxiques ;
- la prévention des risques causés par l'élimination incorrecte des déchets spéciaux (p. ex. « les sites contaminés de demain ») ;
- une réduction considérable du volume de déchets.

Le traitement thermique des substances organiques toxiques dans les incinérateurs de déchets spéciaux garantit la destruction de ces substances et une exploitation efficace du potentiel énergétique de ces déchets. Les incinérateurs de déchets spéciaux du Secteur Environnement de CURRENTA transforment cette énergie en vapeur qui alimente le réseau de l'usine.

La réception des déchets provenant de l'industrie chimique et pharmaceutique peut se faire de diverses façons. Outre les fosses à déchets solides, les bras de chargement pour les substances liquides et gazeuses, il existe notamment des systèmes de réception pour les boues de consistance et de composition différentes. Il est ainsi possible d'éliminer de nombreux types de déchets spéciaux, comme

- les résidus de production solides, pâteux et liquides ;
- les produits chimiques de laboratoire ;
- les emballages souillés par des produits chimiques ;
- les liquides non miscibles, réactifs ;
- les liquides chauds et fortement halogénés ;
- les insecticides et les pesticides ;

- PCB ;
- les concentrés.

En 2007, des clients originaires de toute l'Europe et quelques-uns de pays extra-européens ont choisi de faire éliminer leurs déchets spéciaux de façon sûre et respectueuse de l'environnement dans les incinérateurs du Secteur Environnement de CURRENTA, utilisant ainsi plus de 25 % de la capacité d'incinération actuellement disponible.

L'évolution des incinérateurs de déchets spéciaux

En 1957, le premier incinérateur entrainé en service dans la partie du CHEMPARK actuellement située sur le territoire de Flittard. L'expérience acquise avec cette unité a bénéficié à la construction des incinérateurs 1 (1967) et 2 (1976) dans le nouveau centre d'élimination de Leverkusen-Bürrig. Ces incinérateurs à four rotatif sont spécialement conçus pour les résidus difficiles à éliminer. Des difficultés techniques liées aux procédés et aux matériaux ont exigé un long travail de développement, qui a essentiellement porté sur l'optimisation de la combustion et de l'épuration des fumées.

En 1989, l'incinérateur n° 1 a fait l'objet d'une révision générale et été équipé des meilleures techniques d'épuration des fumées alors disponibles. L'incinérateur n° 2 a été mis à niveau techniquement en 1991/1992. En 1995, les systèmes d'épuration des fumées ont été encore améliorés pour garantir de façon fiable la conformité avec le 17e décret allemand sur la protection contre les nuisances (BImSchV). Les incinérateurs de déchets spéciaux doivent être capables de transformer de façon fiable des déchets de composition et de consistance différentes en matières non polluantes. Il faut pour cela un rendement élevé des processus de combustion, des systèmes très performants d'épuration des fumées ainsi qu'une élimination, respectueuse de l'environnement, des mâchefers, poussières, sels et eaux usées restant à l'issue du processus. L'exploitation économique exige par ailleurs un niveau de disponibilité élevé et une grande fiabilité technique.

C'est le four rotatif qui s'est avéré être la solution la mieux adaptée à l'élimination d'une gamme très variée de déchets liquides, pâteux et solides. Il peut en effet recevoir et incinérer des déchets spéciaux, quelle que soit la forme sous laquelle ils y sont introduits. Le four rotatif est suivi d'une chambre de post-combustion qui, chauffée par des déchets liquides, assure un brassage intensif et une combustion complète des fumées.

Des conditions précises, comme la température et les temps de séjour, l'excédent d'oxygène et les turbulences élevées garantissent la minéralisation complète des déchets organiques spéciaux. ✨

INCINÉRATEURS DE DÉCHETS SPÉCIAUX (VA1 ET VA2)

Pas à pas : Vue d'ensemble des éléments et des processus de l'incinération de déchets spéciaux

Le Secteur Environnement de CURRENTA exploite sur son site de Leverkusen deux incinérateurs de déchets spéciaux qui sont, comme la décharge, la station d'épuration et d'autres incinérateurs, intégrés au réseau du centre d'élimination de Leverkusen-Bürrig.

Les incinérateurs de déchets spéciaux sont composés de trois zones correspondant aux différentes étapes du procédé :

- four rotatif à chambre de post-combustion ;
- chaudière à récupération de chaleur pour la production de vapeur ;
- système d'épuration des fumées en plusieurs étapes.

À cela vient s'ajouter l'infrastructure nécessaire au stockage et à la répartition des déchets vers les différentes unités et à l'élimination des résidus et eaux usées produits par l'incinération.

Chargement des déchets spéciaux dans les chambres de combustion

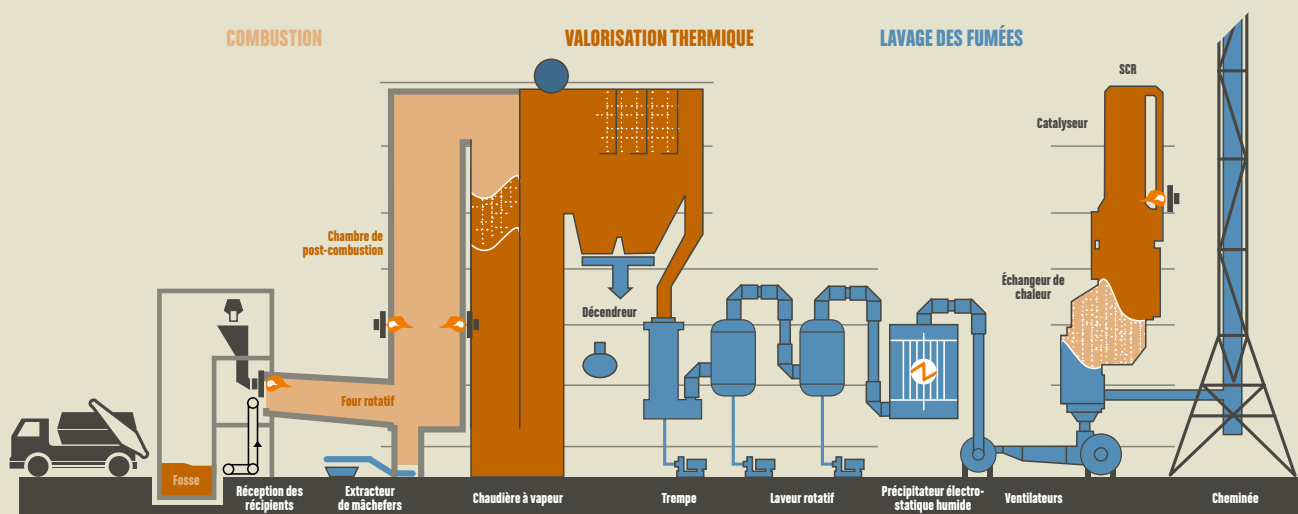
Les matières combustibles solides, après avoir fait l'objet d'un tri assez poussé, sont collectées dans des zones différentes de la fosse. Un grappin charge le four rotatif de l'incinérateur n° 1 par la trémie. Sur l'incinérateur n° 2, un dispositif d'alimentation spécial assure un chargement

pratiquement ininterrompu des déchets solides broyés. La trémie et le dispositif d'alimentation isolent, par l'intermédiaire d'un système de sas, la fosse du four rotatif.

Les déchets solides ou impossibles à pomper sont chargés dans l'installation après conditionnement dans des récipients fermés. Les déchets liquides pouvant être pompés sont acheminés vers les brûleurs soit depuis les conteneurs-citernes par des conduites séparées, soit directement depuis le parc de cuves. Le choix du mode d'élimination des déchets – conduites séparées ou parc de cuves – dépend de leurs propriétés physico-chimiques.

Four rotatif

La chambre de combustion du four rotatif est un tube d'environ 12 m de long et 3,5 m de diamètre, légèrement incliné, revêtu de matériau réfractaire. Grâce à l'inclinaison du four et à sa rotation autour de son axe longitudinal, les déchets solides, pâteux et éventuellement fondus sous l'effet de la chaleur avancent vers l'extrémité du four rotatif où la température est d'environ 1 000 °C. Pendant leur cheminement dans le four rotatif, les composants organiques des déchets subissent une oxydation complète. Les composants minéraux des déchets et les matériaux des fûts métalliques forment une masse en fusion qui, parvenue à l'extrémité inférieure du four rotatif, s'écoule dans un extracteur de mâchefers rempli d'eau, où elle se solidifie



Incinération de déchets spéciaux

et est évacuée en continu. Ce matériau vitreux n'est pas lixiviable et peut être mis en décharge. Le four rotatif est soumis à de fortes contraintes thermiques, mécaniques et chimiques et le revêtement réfractaire doit être changé régulièrement.

Chambre de post-combustion

La chambre de post-combustion est un cylindre vertical également habillé de matériau réfractaire. Des brûleurs alimentés en déchets liquides garantissent la température de combustion exigée par la réglementation. L'espace de post-combustion, situé entre les brûleurs et la partie supérieure de la chambre, doit être de taille suffisante pour que les fumées respectent ou dépassent le temps de séjour obligatoire (2 s). Les mâchefers qui coulent le long des parois de la chambre de post-combustion sont collectés au fond de la chambre et évacués régulièrement pendant les périodes d'arrêt de l'incinérateur.

Valorisation thermique

Les fumées chaudes passent de la chambre de post-combustion à la chaudière à vapeur où leur potentiel énergétique est utilisé pour produire de la vapeur à une pression d'environ 41 bar et une température de 350 à 380 °C. Cette vapeur de process est injectée dans le réseau du CHEMPARK.

Épuration des fumées

Un système à plusieurs étages épure les fumées afin qu'elles respectent de façon fiable les valeurs limites du 17e BImSchV. « De façon fiable » signifie avoir normalement des valeurs inférieures aux limites afin de disposer d'une réserve suffisante. Voici les différents composants du système d'épuration des fumées :

Trempe – Le premier élément de l'épuration des gaz de fumée est un laveur à flux continu, où les fumées et le liquide de lavage s'écoulent dans le même sens. La trempe refroidit les fumées à leur température de saturation (env. 70 à 80 °C), neutralise les acides et élimine les plus grosses poussières.

Laveur rotatif acide – Dans les laveurs rotatifs acides suivant la trempe, le liquide de lavage est chargé sur des turbines qui projettent un fin film de liquide perpendiculairement à l'axe de l'appareil et donc au flux de fumées. Lorsqu'elles traversent ce film, les fumées entrent en contact intime avec le liquide de lavage, qui élimine d'autres composants acides et les poussières fines.

Laveur rotatif alcalin – Lors de cette étape du processus d'épuration des fumées, l'eau de lavage est neutralisée ou légèrement alcalinisée par ajout de soude caustique. Elle élimine alors les oxydes de soufre et d'autres poussières fines des fumées.

Épuration électrostatique des fumées – L'étape suivante est celle du précipitateur électrostatique à paroi humide, dont la conception ressemble à celle d'un échangeur thermique à faisceau tubulaire disposé verticalement. Les fumées s'écoulent à travers les tubes, au centre desquels sont tendues des électrodes à couronne sous haute tension, qui génèrent un champ électrique perpendiculaire à l'axe du tube.

Ce champ dévie vers la paroi des tuyaux les composants chargés des fumées – il s'agit essentiellement de poussières fines et d'aérosols. Les fumées saturées en vapeur d'eau se condensent sur les tubes refroidis par l'extérieur. La condensation qui ruisselle sur les parois des tubes entraîne avec elle les poussières et les sels extraits des fumées.

Ventilateur

Le ventilateur, qui assure le tirage nécessaire pour que les fumées issues des chambres de combustion traversent l'installation, est installé après le précipitateur électrostatique humide.

Épuration secondaire

Au milieu des années 90, les exigences du 17e BImSchV ont exigé la mise en place d'un système d'épuration des fumées plus performant. Lors de cette étape d'épuration, appelée réduction catalytique sélective (SCR), un catalyseur réduit les oxydes d'azote contenus dans les fumées et décompose les dioxines et les furanes.

Un échangeur de chaleur et un brûleur supplémentaire à gaz portent les fumées à la température de réaction d'environ 300 °C. De l'eau ammoniacquée est injectée dans les fumées. Après avoir traversé le catalyseur, les fumées chaudes sont utilisées du côté opposé de l'échangeur de chaleur pour réchauffer les fumées.

Les deux incinérateurs à four rotatif de Leverkusen-Bürrig fonctionnent avec un catalyseur. Après l'étape d'épuration secondaire, les fumées sont rejetées dans l'atmosphère par une cheminée de 99 m de hauteur.

Élimination des déchets résiduels

Les mâchefers issus du four rotatif et les autres déchets de l'incinération sont enfouis dans la décharge spéciale de l'entreprise. Les eaux de lavage acides et alcalines sont retraitées dans la station d'épuration de l'entreprise. ✨





A4
AX1
AB20

INCINÉRATEUR D'EAUX USÉES

Pas à pas : Vue d'ensemble des éléments et des processus de l'incinération d'eaux usées

Certaines eaux usées ne sont pas compatibles avec une épuration biologique, car elles contiennent des substances non ou très lentement biodégradables ou bactériotoxiques.

Afin de pouvoir éliminer ces eaux usées, un incinérateur spécifique est entré en service en 1988.

Cet incinérateur d'eaux usées est composé des principaux éléments suivants :

- stockage intermédiaire pour les eaux usées ;
- chambre de combustion ;
- chaudière à vapeur pour la valorisation thermique ;
- épuration des fumées.



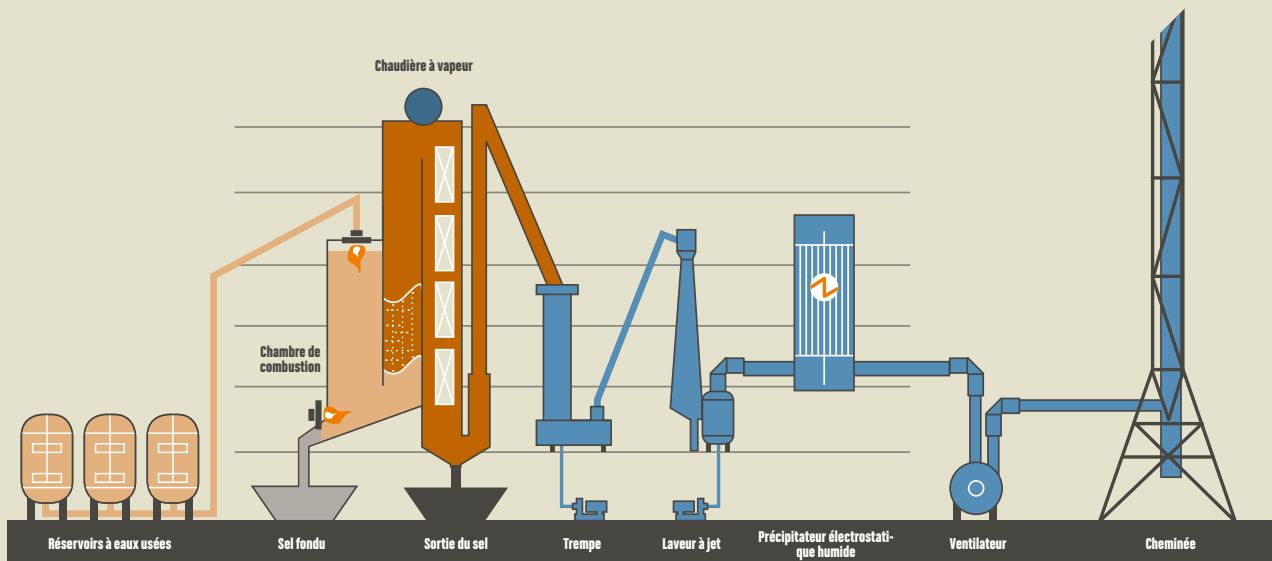
Les incinérateurs à déchets solides, liquides et aqueux de Leverkusen-Bürriq.

Stockage intermédiaire pour les eaux usées

Les eaux usées sont amenées par véhicules-citernes, conteneurs ISO ou conteneurs-citernes et réceptionnées par l'entrepôt. L'entrepôt est composé de deux cuves de 60 m³ et d'une cuve de 50 m³. Les deux plus grandes sont habillées d'un revêtement résistant à la corrosion et peuvent donc recevoir tout type d'eaux usées. L'installation accepte également les eaux usées concentrées par vaporisation (eaux usées concentrés) extérieures.

Chambre de combustion

La chambre de combustion, de forme rectangulaire ou cubique, a des parois de type tube-ailette-tube. Exerçant une fonction de vaporisateur, elle fait donc partie de la chaudière à vapeur de l'installation. Dans la partie supérieure de la chambre de combustion se trouve un brûleur fonctionnant au gaz naturel ou avec des déchets liquides. Les eaux usées injectées dans ce brûleur s'y vaporisent, les composants organiques brûlent, les sels se vaporisent. Ces phénomènes se produisent à des températures de plus de 1 000 °C. Les sels vaporisés se déposent sur les parois « fraîches » (env. 250 °C) de la chambre de combustion. La couche de sel qui se dépose sur les parois de la chambre de combustion a un effet isolant : plus la couche est épaisse, plus la température à la surface augmente, jusqu'à atteindre le point de fusion du sel. Le sel fondu, qui



Le parcours des eaux usées

s'écoule le long des parois de la chambre de combustion, est recueilli au fond puis évacué.

Valorisation thermique

Les fumées chaudes passent de la chambre de combustion à la chaudière à vapeur où leur potentiel énergétique est utilisé pour produire de la vapeur à une pression d'environ 41 bar et une température de 350 à 380 °C. Cette vapeur de process est injectée dans le réseau du CHEMPARK.

Épuration des fumées

Un système à plusieurs étages épure les fumées afin qu'elles respectent de façon fiable les valeurs limites du 17e BImSchV. « De façon fiable » signifie avoir normalement des valeurs inférieures aux limites afin de disposer d'une réserve suffisante. Voici les différents composants du système d'épuration des fumées :

Trempe – Le premier élément de l'épuration des gaz de fumée est la trempe, un laveur à flux continu, où les fumées et le liquide de lavage s'écoulent dans le même sens. La trempe refroidit les fumées à leur température de saturation (env. 70 à 80 °C) et en élimine les acides et les plus grosses poussières de sel.

Laveur alcalin à jet – La trempe est suivie d'un laveur à jet dont l'eau de lavage est neutralisée ou légèrement alcalinisée par ajout de soude caustique. Il élimine essentiellement les oxydes de soufre et la poussière.

Épuration électrostatique des fumées – Le laveur alcalin à jet est suivi d'un précipitateur électrostatique humide, conçu comme un échangeur thermique à faisceau tubulaire disposé verticalement. Les fumées s'écoulent à travers les tubes, au centre desquels sont tendues des électrodes à couronne sous haute tension, qui génèrent un champ électrique perpendiculaire à l'axe du tube. Ce champ dévie vers la paroi des tuyaux les composants chargés des fumées – il s'agit essentiellement de poussières fines et d'aérosols. Les fumées saturées en vapeur d'eau se condensent sur les tubes refroidis par l'extérieur. La condensation qui ruisselle sur les parois des tubes entraîne avec elle les poussières et les sels extraits des fumées.

Le précipitateur électrostatique humide de l'incinérateur à eaux usées est doté de deux champs séparateurs.

Ventilateur

Le ventilateur, qui assure le tirage nécessaire pour que les fumées issues de la chambre de combustion traversent l'installation, est installé après le précipitateur électrostatique. Les fumées sont rejetées dans l'atmosphère par la cheminée de l'incinérateur. ☀

INCINÉRATION DE BOUES D'ÉPURATION

Pas à pas : Vue d'ensemble des éléments et des processus de l'incinération de boues d'épuration

L'incinérateur à boues d'épuration a été mis en service en 1988 pour traiter les quelque 60 000 tonnes de boues produites chaque année par la station d'épuration collective du centre d'élimination de Bürrig. L'amélioration des processus des entreprises de production réduisant la quantité d'eaux usées et l'optimisation des méthodes d'épuration font nettement baisser la quantité de boues d'épuration produite par an.

Les capacités de l'incinérateur de boues d'épuration ainsi libérées peuvent être consacrées au traitement thermique d'autres boues. Un système de chargement permet de réceptionner et d'incinérer des boues d'épuration et industrielles d'origine extérieure de consistance diverse ainsi que des déchets assimilables à des boues d'épuration d'une densité énergétique pouvant aller jusqu'à $20 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$.

L'incinérateur à boues d'épuration est composé des éléments principaux suivants :

- four à étages ;
- chambre de post-combustion ;
- chaudière à vapeur pour la valorisation thermique ;
- épuration des fumées.

Four à étages

Le four à étages est une structure cylindrique de 8 m de diamètre et de 12 m de hauteur, à intérieur maçonné divisé

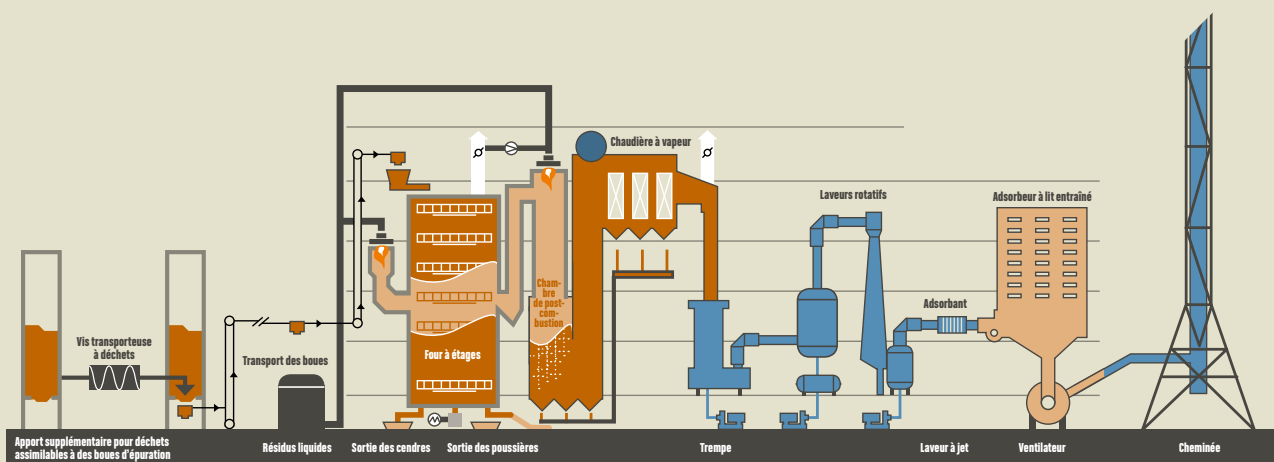
en huit sections par des étages en maçonnerie. Il est traversé selon son axe longitudinal par un arbre (arbre creux) portant à chaque étage des racleurs. La boue d'épuration est introduite par l'extrémité supérieure du four à étages et tombe sur le premier étage. Les racleurs de cet étage déplacent la boue vers l'extérieur et de là, par des orifices d'éjection, vers l'étage suivant. Grâce à cette conception, la boue d'épuration passe successivement par tous les étages.

Les trois étages supérieurs constituent la zone de séchage où l'eau contenue dans les boues d'épuration s'évapore. Les deux étages suivants assurent l'incinération des composants organiques des boues. Aux trois étages inférieurs, la cendre est refroidie par l'air de combustion dirigé à contre-sens. Les températures de la zone de combustion peuvent atteindre 1 000 °C.

Au sixième étage, une chambre d'amorçage de combustion est disposée sur le côté du four. Elle est utilisée quand la boue d'épuration ne brûle pas d'elle-même.

Chambre de post-combustion

Les fumées issues du four à étages et les vapeurs chaudes, c'est-à-dire l'eau évaporée dans la zone de séchage sont incinérées dans la chambre de post-combustion par apport de déchets liquides.



Incinération de boues d'épuration

Valorisation thermique

Les fumées chaudes passent de la chambre de post-combustion à la chaudière à vapeur où leur potentiel énergétique est utilisé pour produire de la vapeur à une pression d'environ 41 bar et une température de 350 à 380 °C. Cette vapeur de process est injectée dans le réseau du CHEMPARK.

Épuration des fumées

Trempe – Le premier élément d'épuration des fumées est la trempe, un laveur à flux continu où les fumées et le liquide de lavage s'écoulent dans le même sens. La trempe refroidit les fumées à leur température de saturation (env. 70 à 80 °C) et en élimine les acides, les métaux lourds et les plus grosses poussières.

Laveur rotatif à pulvérisation (acide) – Ce laveur rotatif à pulvérisation très performant élimine les restes d'acides, de métaux lourds et d'autres poussières.

Laveur alcalin à jet – Le laveur rotatif est suivi d'un laveur à jet dont l'eau de lavage est neutralisée ou légèrement alcalinisée par ajout de soude caustique. Il élimine essentiellement les oxydes de soufre.

Réacteur à flux entraîné – Les fumées sortant du laveur à jet sont réchauffées à 160 °C environ. Un adsorbant

solide est ensuite incorporé au flux de fumées et lie par adsorption les composants restant des fumées, par exemple les métaux lourds (Hg). L'adsorbant est ensuite séparé par un filtre textile.

Réduction des oxydes d'azote – La teneur en oxydes d'azote des fumées est réduite par une réaction sélective non catalytique (SNCR), qui consiste à injecter de l'eau ammoniacquée en-dessous de la chambre de post-combustion, à une température d'environ 1 030 °C (post-combustion). À ces températures, l'ammoniac réduit les oxydes d'azote.

Ventilateur

Le ventilateur, qui assure le tirage nécessaire pour que les fumées issues du four à étages traversent l'installation, est installé après le filtre textile. Les fumées sont rejetées dans l'atmosphère par la cheminée de l'incinérateur. ✨

ASSURANCE QUALITÉ ET CONSEIL

Le Secteur Environnement de CURRENTA dispose d'une vaste expertise qui lui permet de garantir une élimination durable des déchets.



Collecte des déchets et logistique

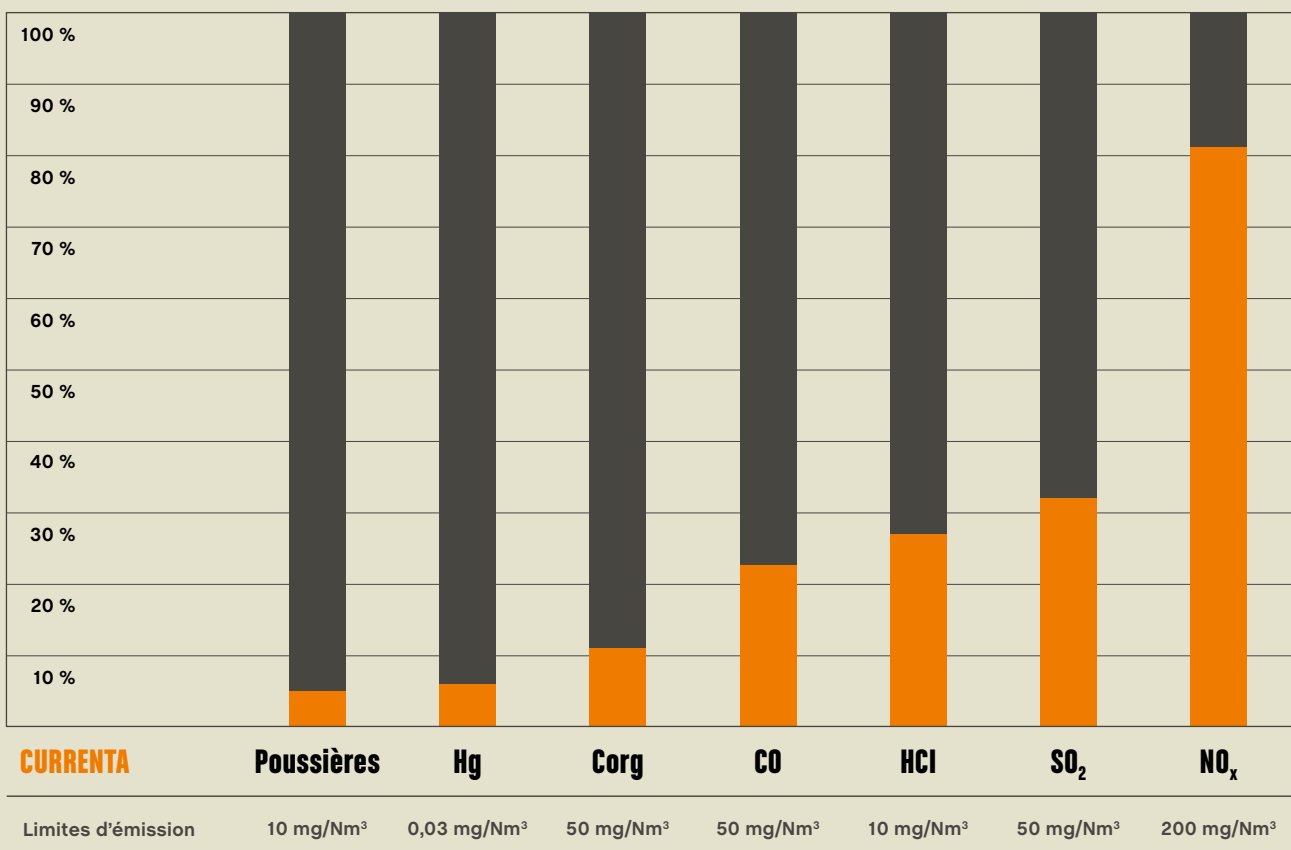
Les étapes préparatoires, à savoir la collecte des déchets et la logistique, font partie intégrante de l'élimination des déchets. En coopération avec nos clients, nous identifions le traitement préalable physico-chimique optimal et décidons si la méthode d'élimination la mieux appropriée est l'incinération ou la mise en décharge. Cette décision repose sur des informations relatives à

- la quantité et la fréquence de remise des déchets ;
- la forme de remise des déchets ;
- les mesures de sécurité du travail exigées par la manipulation des déchets ;
- les propriétés chimiques et physiques ;
- la température d'inflammation, le point d'éclair, le pouvoir calorifique ; la réactivité et les composantes critiques.

Ces informations permettent au Secteur Environnement de CURRENTA de préparer tous les documents requis pour l'obtention des autorisations nécessaires. La qualité de l'élimination est assurée par des analyses de suivi, l'évaluation des documents d'accompagnement et un système interne de gestion de la qualité englobant toutes les séquences importantes.

Valeurs annuelles d'émissions

Les quatre incinérateurs du centre d'élimination de Böttig rejettent leurs fumées dans l'atmosphère par une cheminée. Le graphique ci-dessous montre les émissions moyennes en % des valeurs limites du 17e BImSchV. ☀



Émissions moyennes en % des valeurs limites de la 17e BImSchV

