

<b>Zeitschrift:</b>	Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
<b>Band:</b>	83 (1991)
<b>Heft:</b>	3-4
<b>Artikel:</b>	La grille de combustion, composant central de l'incinération des ordures
<b>Autor:</b>	Küenzli, Max / Haltiner, Ernst W.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-940990">https://doi.org/10.5169/seals-940990</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# La grille de combustion, composant central de l'incinération des ordures

Max Küenzli und Ernst W. Haltiner

Dans une installation d'incinération des ordures, la grille constitue le composant central. Par l'attisement, la circulation, le transport et le dosage du combustible-ordures, la grille à poussée double en sens opposé assure un taux de combustion élevé, une minéralisation avec peu de polluants et une production de vapeur couvrant les besoins.

La grille de combustion d'une centrale de chauffage à ordures doit, par une construction appropriée, assurer une combustion d'ordures sans lacune, régulière et compatible avec l'environnement, et ce avec une longévité maximale. La grille à poussée double en sens opposé horizontale a fait ses preuves journellement, partout dans le monde, dans de nombreuses installations, avec un poids d'incinération journalier total supérieur à 15000 t.

## Incinération, une tâche indispensable

Les installations d'incinération des ordures (figure 1) assurent une fonction centrale dans le traitement des ordures ménagères et industrielles.

D'une part, par la combustion, les ordures y sont remises sous une forme inerte, de volume fortement réduit et par conséquent optimale pour le stockage final. D'autre part, le contenu énergétique des ordures peut être utilisé pour la production de chaleur et d'électricité.

Une centrale de chauffage à ordures constitue dans son ensemble un système complexe – allant de l'alimentation en ordures aux chaudières de récupération et à l'installation d'épuration des fumées ainsi qu'au système de commande d'exploitation intégré, en passant par les grilles de combustion. La planification et la construction d'une telle usine doivent dans leur ensemble être assurées par une seule et même entreprise, afin que des conditions optimales soient réunies pour la sécurité de service et le respect des conditions relatives à l'environnement (figures 2 et 3).

W+E Umwelttechnik AG, Zurich (qui fait partie du Groupe ABB), est une des firmes de tête pour la planification et la

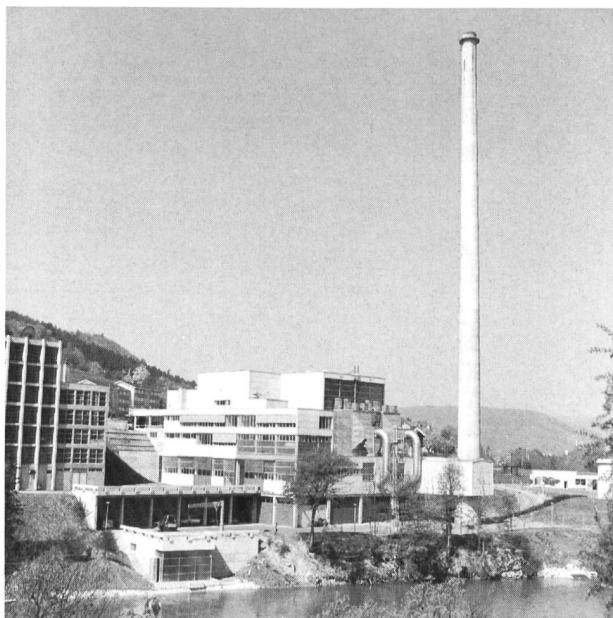


Figure 1. L'installation d'incinération des ordures de Baden-Brugg à Turgi.

construction d'installations d'incinération des ordures ménagères et industrielles.

## Ordure – une source d'énergie

Les ordures contiennent une grande part en matériaux combustibles, de sorte qu'elles brûlent automatiquement. Le pouvoir calorifique des ordures et la quantité de chaleur utilisable en résultant croissent d'année en année. Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) se situe aujourd'hui à environ 11000 kJ/kg ordures.

Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) signifie utilisation du porte-énergie sans chaleur latente dans les fumées. Les valeurs moyennes pour quelques combustibles sont les suivantes:

Mazout	38000 kJ/kg
Houille	32000 kJ/kg
Tourbe	20000 kJ/kg
Bois de chauffage	16000 kJ/kg
Ordure ménagère	11000 kJ/kg

Cette liste montre que le pouvoir calorifique des ordures est environ égal au tiers de celui du mazout, autrement dit, 3 à 4 t d'ordures contiennent environ autant d'énergie qu'une tonne de mazout.

## Assurer une combustion impeccable

Les ordures varient largement en ce qui concerne la composition, la forme et le pouvoir calorifique. Il s'y ajoute les conditions de protection de l'environnement de plus en plus sévères avec des valeurs limites d'émissions en ce qui concerne aussi bien les polluants gazeux que les polluants solides. La construction de la grille de combustion doit donc assurer une combustion impeccable des ordures dans toutes les conditions d'exploitation.

Différentes grilles de combustion ont été développées et utilisées jusqu'ici dans les installations d'incinération des ordures.

Les conditions principales pour le développement de nouveaux systèmes de grille pour l'incinération des ordures ménagères et des ordures semblables sont en gros les suivantes:

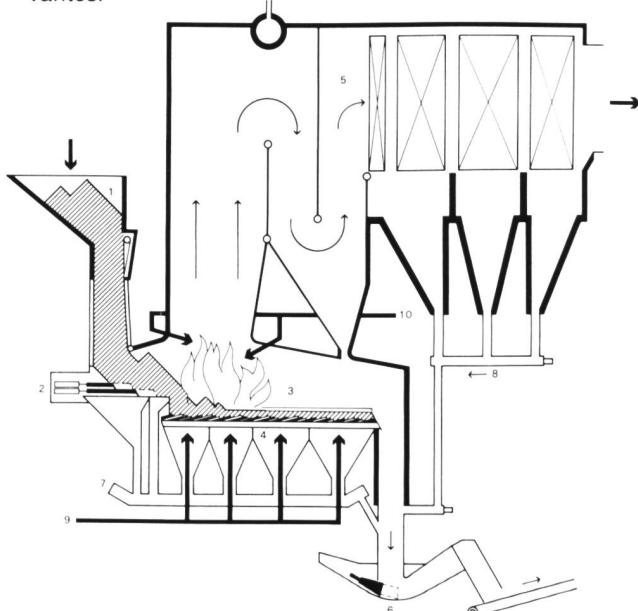


Figure 2. Coupe à travers du four avec la chaudière et l'échangeur de chaleur. 1 trémie, clapet d'obturation et puits de chargement; 2 dispositif de chargement; 3 chambre de combustion; 4 grille d'incinération; 5 chaudière à vapeur; 6 extracteur à mâchefer; 7 régulation des fines sous grille; 8 transport de cendre; 9 air de combustion primaire; 10 air de combustion secondaire.

- une combustion optimale et épargnant l'environnement pour toutes les compositions d'ordures;
- disponibilité et sécurité de service élevées;
- usure minimale.

Par la mise en valeur de sa longue expérience, W+E a développé une grille à poussée double en sens opposé, qui se distingue avant tout par sa disposition horizontale.

Parmi les autres caractéristiques, qui font de la grille W+E un système parfait, on peut citer les suivantes:

- lit d'ordures sans gradins et sans paliers (figure 4);
- système de construction par blocs avec unités additionnelles pour matériaux brûlant mal;
- transport de combustible (ordures) complètement contrôlé par des éléments de grille à poussée double en sens opposé (figure 5);
- touche de grille dense (perte de pression élevée sur la grille) avec entrée d'air de combustion contrôlée sur toute la surface et «chute de grille» minimale de produits de combustion;
- composants soumis à l'usure en alliage d'acier très résistant;
- couche de grille autonettoyante.

Les résultats d'exploitation et des observations ont montré que, dans le cas de grilles avec une forte pente ou des descentes en escalier, il y a le danger que les ordures roulent de façon incontrôlable et que la combustion soit incomplète. Des parts d'ordures imbrûlées ou brûlées partiellement conduisent à des charges de poussière et à des réductions de volume insuffisantes; en outre, la destruction de constituants toxiques ne peut pas être assurée complètement.

### *Attisement et circulation permanents*

La distribution du combustible sur la grille de combustion a lieu par la variation de la course, de la vitesse d'avance et de la cadence du doseur sous la fosse de remplissage. Ainsi, les ordures sont dosées, autrement dit la hauteur de la couche de combustible sur la grille de combustion est adaptée à la qualité des ordures (figures 6 et 7).

Après la distribution sur la grille, les ordures parcourent trois zones: la zone de séchage, la zone de combustion principale et la zone avec combustion résiduelle (ou secondaire).

Le temps de séjour des ordures sur la grille dépend de la puissance de combustion et de leur composition et atteint environ 30 à 90 minutes.

Le mouvement en avant du combustible est assuré par les séries de barres de grille se déplaçant en sens opposé, qui sont disposées alternativement avec les séries de barres de grille fixes (figures 8 et 9).

Dans une construction mise à demeure au-dessous de la grille, on trouve alternativement les porte-barres mobiles et fixes disposés horizontalement, dans lesquels sont placées les différentes barres de grille. Les séries de barres mobiles se trouvent sur une coulisse d'entraînement et effectuent des mouvements en avant et en arrière opposés. La dernière série de barres est toujours fixe et se trouve sur la pente escarpée.

Lorsque les barres de grille se déplacent les unes contre les autres, la couche d'ordures se sépare et les parties de combustible allumées tombent dans les espaces intermédiaires libérés. Ensuite, les barres de grille se déplacent en se rapprochant et forment dans cette position plusieurs petites pentes, ce qui libère de nouveau des noyaux d'allumage qui allument le combustible.

Les premières parties de combustible allumées, qui se trouvent dans les espaces intermédiaires libérés, se déplacent par le mouvement d'avance vers l'avant et arrivent sous le lit

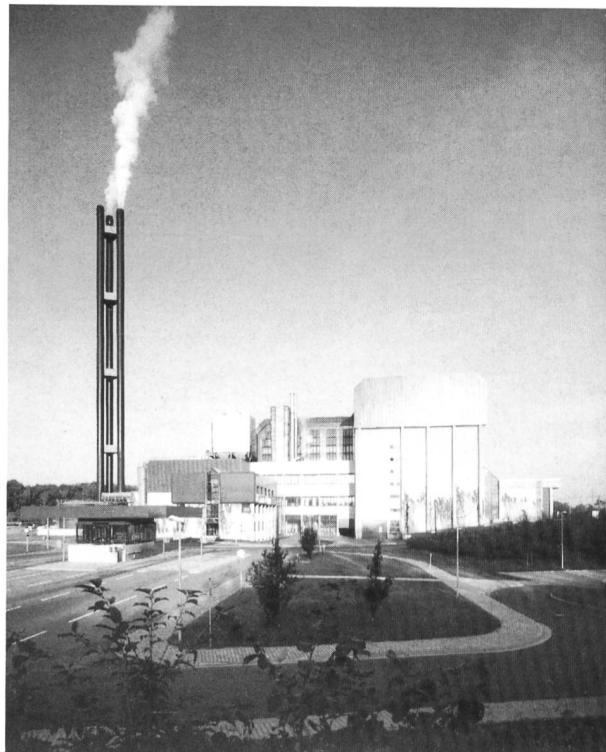


Figure 3. L'installation d'incinération d'ordures de Bielefeld-Herford.

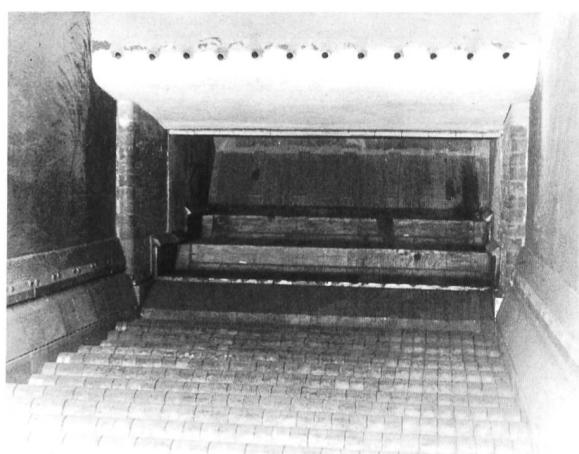


Figure 4. Chambre de combustion avec grille de combustion et dispositif d'alimentation.

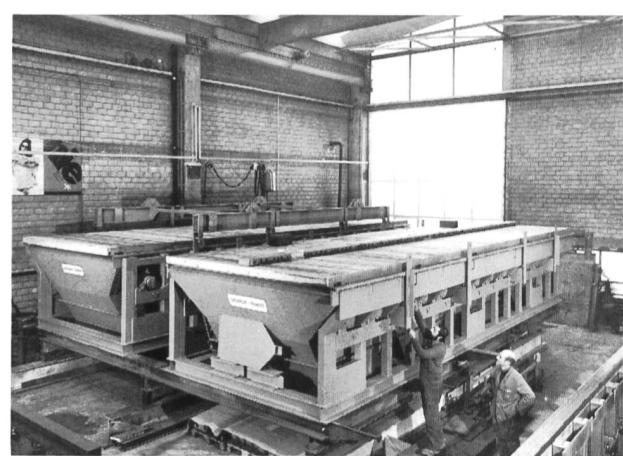


Figure 5. Grille de combustion avec système d'entraînement en stade de montage.

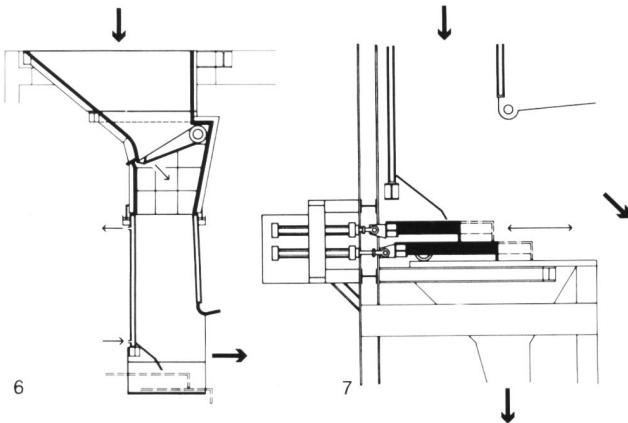


Figure 6. Trémie et puits de chargement. La trémie – dont la forme étudiée permet d'éviter toute formation de « pont » d'ordures – le clapet d'obturation et le puits de chargement forment l'unité de chargement du four. Le clapet d'obturation est pourvu sur la surface supérieure de tôles d'usure, et sa face inférieure est revêtue de masse réfractaire. Il est commandé par cylindre hydraulique. Le puits de chargement est à double manteau refroidi à l'eau.

Figure 7. Dispositif d'alimentation. Les ordures déversées dans l'unité de chargement sont réparties régulièrement sur la grille d'incinération par le dispositif d'alimentation. Ce distributeur à double poussoir est commandé hydrauliquement. Sa course, sa vitesse ainsi que la cadence d'avancement peuvent être adaptées à volonté selon les qualités du combustible.

de combustible. Elles y forment d'autres noyaux d'allumage qui accélèrent l'allumage du combustible se trouvant au-dessus.

Dans le cas de la grille à poussée double en sens opposé, le processus d'allumage non seulement se déroule en haut par rayonnement et contact, mais également à l'intérieur du lit d'ordures; en effet, les noyaux d'allumage sont poussés sans cesse vers le bas par l'intense mouvement d'attisement et de circulation, ce qui fait que l'allumage se fait aussi par le bas.

Le lit de combustible est sans cesse ameubli et réorganisé par l'attisement et la circulation continuels. Cela a un effet avantageux sur l'allumage et la combustion, car l'ameublis-  
sement produit une surface de combustible plus grande et favorise l'accès de l'air de combustion.

### Haute disponibilité de la grille

Bien que la température de service d'une grille de combustion pour ordures ménagères ne soit que de 250 à 300°C, toutefois le choix du matériau et la construction de la grille

doivent faire l'objet d'une attention spéciale en ce qui concerne les caractéristiques de marche forcée et la longue durée de vie.

Les barres de grille sont fabriquées en acier au nickel-chrome superallié, réfractaire et résistant à l'usure; du fait de leur haute dureté, elles ne sont pas usinées à la machine. Grâce à la haute précision d'ajustage, on obtient, outre la distribution uniforme de l'air de combustion, une chute de grille, au pis aller avec éléments imbrûlés ou fermentables abaissée à 200 à 500 g par tonne d'ordures.

La durée de vie d'une grille de combustion dépend, entre autres, de la température de grille. C'est pourquoi les barres de grille sont refroidies par un système de labyrinthe placé au-dessous d'elles et traversé par l'air de combustion (air primaire). L'air réchauffé pénètre ensuite, du côté frontal des barres de grille, dans le lit d'ordures.

Le passage correctement organisé de la grille W+E à la chaudière empêche des dépôts sur les parois latérales. Des plaques latérales refroidies par air deviennent superflues et ainsi, grâce à l'élimination de courants d'air rampants, la formation de dioxines, de furanes et d'autres produits de combustion toxiques est éliminée.

### Des valeurs limites d'émissions sévères sont respectées

La quantité de résidus de recuits imbrûlés (matières organiques imbrûlées) dans le laitier est une mesure pour la qualité de combustion. Des essais de réception officiels ont donné, dans des installations W+E, des résidus imbrûlés de 1 à 3% – valeurs qui se situent très en dessous des valeurs garanties.

Il n'apparaît pratiquement pas d'oxydes d'azote, lorsque la combustion a lieu de façon uniforme sur toute la grille. Des mesures ont montré que l'émission de  $\text{NO}_x$  est diminuée en moyenne de 15% par la nouvelle grille à poussée double en sens opposé. Les émissions, telles que  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$  et  $\text{SO}_2$ , sont déterminées par contre d'abord par les déchets, ensuite par le type de construction et le degré de séparation de l'installation d'épuration des fumées.

### Le débit de vapeur comme pilote

La grandeur pilote principale pour une centrale de chauffage à ordures est constituée par le débit de vapeur. Un microprocesseur compare en permanence le débit de vapeur présélectionné avec le débit réel et intervient dans la com-

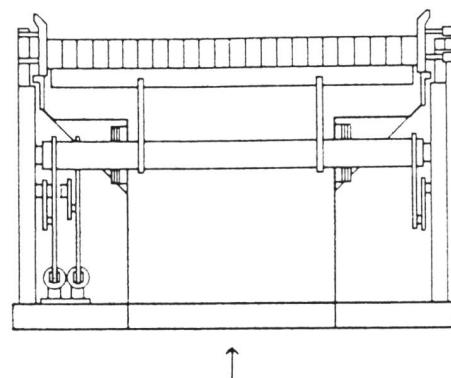
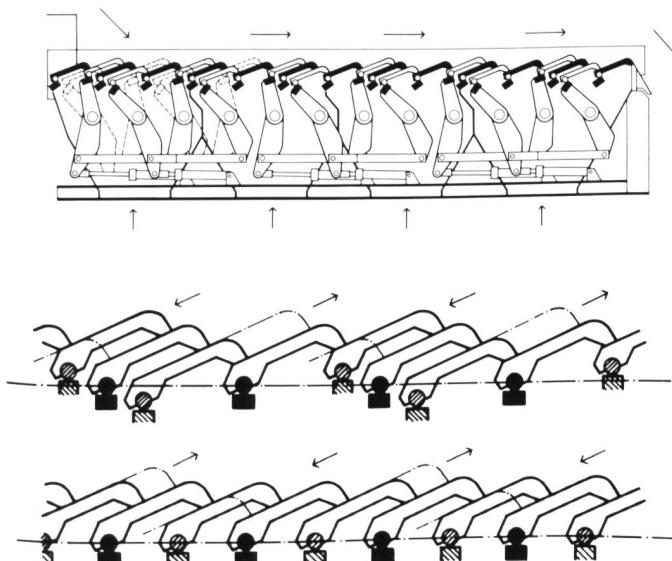


Figure 8. Les poutres de la grille et coupes en long et à travers d'une grille. L'entraînement des poutres transversales mobiles est hydraulique. La vitesse des cylindres de commande à double effet est réglable. Le temps de séjour du combustible sur la grille est fonction de la qualité et de la quantité des ordures à incinérer. Les cylindres d'entraînement et les paliers des pièces mobiles sont disposés à l'extérieur du four et ainsi bien accessibles.

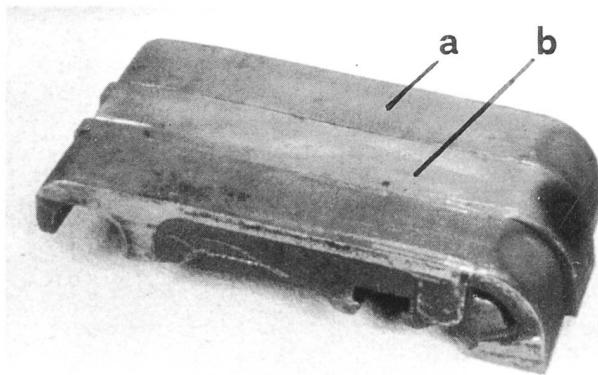


Figure 9. Jeux de barreaux de grille déversante à contre-course; a) fixe et b) mobile.

mande de la grille et de l'alimentation en ordures. Lorsque la teneur en  $O_2$  des fumées tombe en dessous d'une valeur définie, le distributeur et la grille sont arrêtés, et ça indépendamment du débit de vapeur.

L'intégration de la commande de grille et de la régulation de puissance de feu dans un microprocesseur fait que les différentes valeurs de mesure provenant du foyer, telles que par exemple teneur en oxygène ou température de foyer, agissent directement sur les différents domaines d'entraînement et distributeurs. Presque des combinaisons quelconques de valeurs de mesure et de grandeurs réglantes pour diverses sortes d'ordures sont ainsi possibles.

Cela permet, soutenu par les caractéristiques spéciales de la grille à poussée supérieure en sens opposé W+E, de déplacer de façon sûre des couches d'ordures minces sur la grille. La combustion incontrôlée d'amas d'ordures avec manque d'air ou à des températures trop élevées est évitée. Une commande de grille programmable par ordinateur permet, outre le mode de fonctionnement habituel, de programmer le mode de fonctionnement optimal pour diverses qualités d'ordures et d'adapter la combustion aux changements futurs de la composition des ordures. Elle peut en outre être intégrée sans difficultés dans un système de conduite de processus dominant commandé par écrans.

Auteurs: *Max Küenzli, ing., W+E Umwelttechnik AG, Max-Högger-Strasse 6, CH-8048 Zurich, et Ernst W. Haltiner, ing. conseil, Hohfuren 19, CH-8126 Zumikon.*

Photos: W+E Umwelttechnik AG, Zurich

## *Construction d'un centre d'incinération de déchets chimiques spéciaux à Dottikon*

L'entreprise chimique argovienne EMS-Dottikon se bat depuis plus de dix ans pour obtenir l'autorisation de construire une station d'incinération de déchets spéciaux à la pointe du progrès, autorisation restée en suspens jusqu'à ce jour en raison de plusieurs recours de droit administratif. A la fin de 1990, toutefois, une procédure de conciliation avec les opposants a pu aboutir, de sorte qu'il devient enfin possible de s'atteler à la construction d'un four moderne muni d'un dispositif de dénitrification des gaz de fumée. A cette occasion, la Société suisse des industries chimiques (SSIC) souhaite que tous les projets analogues de l'industrie chimique puissent être promptement réalisés une fois parvenus à maturité, dans l'intérêt de la protection de l'environnement.

## *Une longue histoire*

Il y a plus de vingt ans, les spécialistes de cette entreprise, qui s'appelait encore à l'époque la «Schweizerische Sprengstoff-Fabrik» de Dottikon, accordaient déjà beaucoup d'attention aux procédés permettant d'éviter ou de diminuer la production de déchets. De même, on constata très tôt que la combustion devait jouer un rôle primordial dans l'élimination de ces déchets.

En un laps de temps très court, et fort d'une autorisation obtenue très rapidement, l'on construisit en 1969 un four à moufle – ouvrage de pionnier à l'époque! – lequel est toujours en fonction aujourd'hui. En 1978, l'entreprise déposa une demande d'autorisation pour des travaux visant à améliorer les performances du four (il ne s'agissait donc pas de l'agrandir), c'est-à-dire pour une chambre de post-combustion intégrée ainsi qu'une cheminée haute. Mais ce projet d'assainissement fut si longtemps retardé par les recours qu'il se trouva dépassé par l'évolution technologique au moment où il reçut enfin l'autorisation officielle, de sorte qu'il ne pouvait plus être question de le réaliser en raison des nombreuses adaptations qu'il aurait fallu lui apporter.

Au début de 1986 fut déposée une nouvelle demande d'autorisation pour une nouvelle installation de combustion; parallèlement, l'on procéda à l'une des premières études d'impact sur l'environnement en collaboration avec le canton et la commune. Vers le milieu de l'année 1988, après liquidation des recours, le conseil communal de Dottikon délivrait une autorisation de construire assortie de nombreuses obligations; il exigeait entre autres que le plan prévoie l'adjonction ultérieure d'un dispositif de dénitrification des gaz de fumée. A cette époque, la construction immédiate d'un tel dispositif n'était pas encore imposée par la législation et d'ailleurs, elle n'était pas possible technique. Cette autorisation de construire fut confirmée sur tous les points essentiels dans la décision de recours rendue par l'inspecteur vers le mois de juin 1989. Contestant cette décision, des organisations de protection de l'environnement ainsi que des habitants des communes voisines recoururent alors auprès du tribunal administratif. Ils exigeaient l'adjonction immédiate d'une installation de dénitrification ainsi qu'une redéfinition et une nouvelle répartition des frais judiciaires.

Comme il devenait évident qu'on ne pouvait compter sur une décision rapide du tribunal administratif, EMS-Dottikon vit planer une sérieuse menace sur son objectif qui consistait à construire le plus rapidement possible le nouveau four afin d'apporter ainsi sa pierre à la défense de l'environnement dans la région de Dottikon. Aussi l'entreprise décida-t-elle d'engager une procédure de conciliation avec la partie adverse en vue d'aboutir dans les meilleurs délais à un accord permettant d'espérer que la construction de l'incinérateur à déchets spéciaux ne soit pas une nouvelle fois renvoyée aux calendes grecques.

En dépit de quelques divergences, les requérants ont fini par tomber d'accord avec EMS-Dottikon sur la nécessité de construire l'incinérateur le plus vite possible pour le bien de l'environnement. Au nom de cet intérêt supérieur, les deux parties sont finalement convenues de l'arrangement suivant: les opposants renoncent à la procédure de recours auprès du tribunal administratif et du Tribunal fédéral; EMS-Dottikon garantit dès aujourd'hui l'adjonction d'un dispositif de dénitrification et prend à sa charge les frais de procédure ainsi qu'une grande partie des frais des requérants.

(Infochimie n° 1/2, 18-2-1991)