Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 114 (1988)
Heft: 6

Artikel: Mise en décharge des résidus contenant des éléments polluants
Autor: Brügger, Alfred / Müller, Ulrich A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-76794

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: 15.07.2025

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

Mise en décharge des résidus contenant des éléments polluants

PAR ALFRED BRÜGGER, GENÈVE
ULRICH A. MÜLLER, WINTERTHOUR

Les résidus susceptibles d'être rejetés, c'est-à-dire d'être mis en décharge, peuvent contaminer le sous-sol de cette décharge et ainsi polluer les alentours.

Les résidus à mettre en décharge et provenant de l'incinération de 2,0 millions de t/an de déchets urbains (correspondant à environ 80% des déchets produits en Suisse) sont entre autres:

- ~ 600 000 t/an de scories ou mâchefers de la combustion des résidus urbains
- ~ 70 000 t/an de cendres volantes captées dans les chaudières et les électrofiltres des installations d'incinération de déchets urbains
- ~ 3000 t/an de boues résiduelles (contenant environ 50% de matière sèche) du lavage des gaz de combustion des installations d'incinération.

Tous ces déchets contiennent des éléments polluants en concentration très variable, tels que:

- des métaux lourds (par exemple Zn, Pb, Cd, Hg, etc.)
- des composés chlorés
- des hydrocarbures

qui, dans la décharge, peuvent être dissous (lessivés ou lixiviés) par l'eau de ruissellement et par la pluie. Ces eaux polluées peuvent contaminer le sol et la nappe phréatique dans cette région. Différentes méthodes sont applicables soit séparément soit conjointement pour éviter les effets néfastes d'une telle pollution, comme par exemple:

- le choix du site de la décharge sur une base imperméable (par exemple film plastique ou couche d'argile) permettant de collecter l'eau de ruissellement au bas de la décharge afin de traiter cette eau et de neutraliser les effets des polluants dissous;
- le traitement des résidus avant leur mise en décharge pour réduire la solubilité des polluants contenus dans ces résidus. Cela peut considérablement réduire les exigences concernant les qualités de perméabilité du sol sous la décharge en fonction des qualités de perméabilité résiduelle des résidus traités.

Facteurs de qualité de la décharge

Le lixiviat doit correspondre à la qualité d'eau qui peut être déversée dans un cours d'eau selon la loi sur la protection des eaux.

La perméabilité de la masse des résidus et la solubilité de ses composants doivent être telles que l'eau percolant à travers les résidus en décharge ne lessive pas plus d'éléments que permis par la condition indiquée ci-dessus (quantité et concentration).

a) Solubilité

Elle peut être définie par les quantités d'éléments toxiques lessivés par l'eau dans le temps, par exemple en μg/h et m^2 de surface, ou par m^3 de la masse de résidus mise en décharge.

b) Perméabilité ou facteur de diffusion

La perméabilité de la masse des résidus peut être définie par la quantité d'eau traversant cette masse dans le temps, par exemple en m^3/h et m^2 de surface, ou en m^3/h et m^3 de la masse des résidus mise en décharge. Exprimé en valeurs absolues, le facteur de diffusion ne devrait pas dépasser 10^{-10} cm/s selon le test EPA[1] pour être acceptable selon les connaissances d'aujourd'hui [1] [2][2].

Pour les deux facteurs de qualité de la décharge, un seul test doit être défini pour pouvoir être exécuté en laboratoire. Ce test sert à qualifier des méthodes de traitement des résidus avant leur mise en décharge et permettra de faire des prévisions en ce qui concerne la qualité et la quantité du lixiviat dans la décharge réelle.

Fixer des limites numériques pour ces deux facteurs permet donc de définir le prétraitement à prévoir pour les résidus avant de les mettre en décharge, cela pour éviter un traitement continu du lixiviat pour le rendre compatible aux normes des rejets d'eaux. Ce traitement éventuel du lessivat devrait d'ailleurs continuer d'être fait des dizaines d'années encore après l'arrêt de l'exploitation de la décharge, ce qui pourrait être bien plus coûteux que le prétraitement des résidus.

Ces limites devront être révisées, ainsi que la liste des éléments toxiques à considérer, selon l'évolution des expériences et résultats constatés dans des décharges exploitées.

La proposition de l'Office fédéral de la protection de l'environnement (OFPE) [3] pour une nouvelle classification des types de décharges prévoit la possibilité d'un prétraitement de certains résidus avant leur mise en décharge.

Le manque de plus en plus prononcé de sites adéquats pour la mise en décharge des résidus de notre société de consommation et la réticence accrue des communes et de leur population à accepter sur leur sol des décharges font qu'il devient indispensable de rendre les résidus inoffensifs avant de les déposer dans une décharge, donc avant de les rendre à la nature.

Les principes de base d'un traitement de résidus avant mise en décharge sont:

- les résidus doivent être lavés pour en éliminer les sels solubles;
- les sels solubles (surtout ceux de métaux lourds, ou encore ceux d'éléments polluants ou toxiques) doivent être transformés en composés insolubles ou peu solubles;
- les résidus doivent être amenés en une forme peu perméable, par exemple par une solidification, pour en réduire au minimum le taux de lixiviation.

Il faut donc transformer les résidus de façon que leurs composants polluants ne puissent pas pénétrer dans le sous-

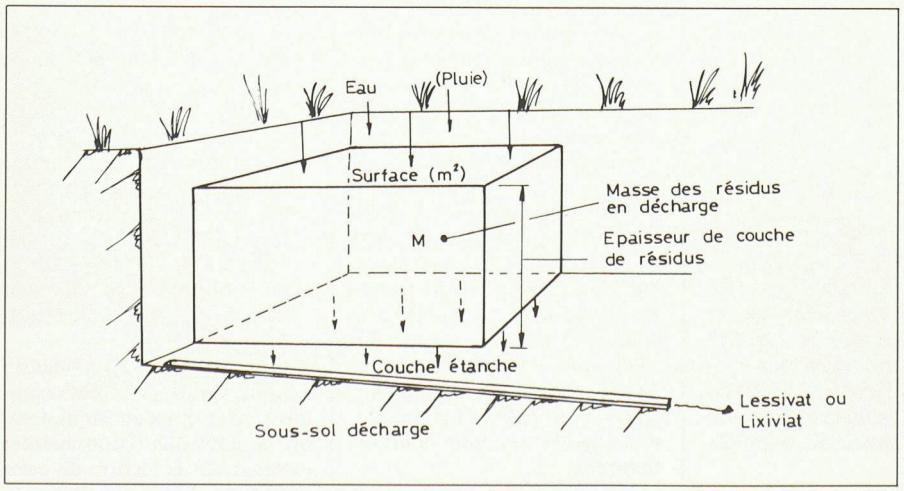

Fig. 1. – Disposition schématique d'une décharge.

[1] US Environmental Protection Agency.
[2] Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

	Emissions supportables pour l'environnement : STOCKAGE DEFINITIF		Emissions à traiter : DECHARGES ACTIVES
	Décharge de substances inertes TYPE A	Décharge de résidus TYPE B	TYPE C
Polluants Teneur en polluants	Potentiel polluant nul ou infime	Teneur plus élevée en polluants (surtout métaux lourds); reste à long terme pratiquement constante	Teneur moyenne en polluants; réduite après exploitation et réaction
Libération de polluants	Libération nulle ou infime de polluants	Libération infime de polluants supportable pour l'environnement	Au départ, libération élevée de substances organiques dégradables; après période de réaction, libération de polluants supportables pour l'environnement (stockage définitif)
Traitement des substances libérées	Aucun traitement nécessaire	En principe, aucun traitement nécessaire, mais prévoir la possibilité à cet effet	Traitement nécessaire jusqu'à obtention de la qualité de stockage définitif
Déchets Déchets admissibles	Matériaux de démolition triés et propres, (déblais pour aménager terrains ou combler carrières) au lieu de mise en décharge	Déchets qui remplissent les conditions d'admission, notamment catégories homogènes de résidus inorganiques, peu solubles (par ex. boues de galvanisation, cendres de filtres solidifiées)	Déchets ménagers et assimilés (débarrassés des polluants les plus importants)
Déchets exclus	Déchets de construction mélangés, bennes, déchets ménagers, boues d'épuration, déchets spéciaux selon liste ODS	Tous déchets traités ou non qui ne remplissent pas les conditions d'admission	Tous déchets spéciaux selon liste ODS
Récupération des substances de valeur	Possible	Possible, mais éventuellement limitée par la configuration de la décharge	N'est possible qu'à des frais disproportionnés
Exigences Emplacement	- hors des zones S de protection des eaux souterraines - pas de stagnation	- favorable au plan hydrogéologique (hors zones S + A) - géotechniquement sûr	- favorable au plan hydrogéologique (hors zones S + A) - géotechniquement sûr
Construction et exploitation des décharges	- clôture - (éventuellement prévoir possibilité de collecter et de traiter les eaux d'infiltration, déversement sur des pentes à l'air libre)	- collecte des eaux d'infiltration et possibilité de traitement, déversement sur des pentes à l'air libre à long terme assuré, éventuellement étanchéification complémentaire - couverture définitive	- collecte et épuration des eaux d'infiltration - extraction et élimination des gaz - étanchéité, éventuellement mesures complémentaires pendant la période d'exploitation et de réaction, scellement définitif.
Contrôles	- contrôle régulier des déchets - contrôle périodique des eaux souterraines	- contrôle strict des déchets reçus, analyses - contrôle des eaux d'infiltration - vérifier présence de gaz de décharge - surveillance des eaux souterraines	- contrôle régulier des accès - contrôle des eaux d'infiltration et des eaux épurées - contrôle de l'efficacité et des émissions du système d'élimination, respectivement de recyclage des gaz

Fig. 2. – Proposition d'un nouveau classement des décharges. (Extrait du rapport «Une nouvelle classification des déchets à la base de la future législation» [3].)

sol en quantité supérieure à celle des éléments des minéraux naturels lors de leur contact avec l'eau en milieu naturel. Ils doivent alors retrouver les caractéristiques de la «croûte terrestre» [4].

Sur l'initiative de l'OFPE ont été exécutés en laboratoire une série d'essais pour tester les possibilités de solidification de cendres volantes sans et avec lavage préalable, dont les résultats ont été publiés dans les *Cahiers de l'Environnement* de l'OFPE [5].

Des essais à l'échelle semi-industrielle de traitement de cendres volantes (lavage et solidification) sont actuellement en cours dans une station pilote installée chez Sulzer à Ober-Winterthur. La station pilote et les essais sont financés par l'OFPE, les cantons de Zurich, Saint-Gall et Thurgovie, ainsi que par les villes de Zurich et Winterthour et l'association d'élimination des déchets de la région de la Linth. Les schémas ci-après montrent les procédés employés et l'aménagement de la station pilote.

Les cendres volantes sont acheminées pneumatiquement du silo de stockage au silo tampon et dosées dans les bacs de dissolution. Dans ces bacs, alternativement en service, sont remis en solution des chlorures et la fraction lixiviable des métaux lourds.

La suspension ainsi formée est dirigée sur un filtre à bande pour la déshydratation des résidus solides, après un lavage additionnel à l'eau fraîche.

Les rejets liquides sont, eux, envoyés vers une installation de traitement où les métaux lourds en solution sont hydratés et précipités.

Après floculation, les métaux lourds se trouvent regroupés dans la phase solide de la suspension et sont alors extraits et déshydratés par un filtre-presse.

La fraction liquide subit une dernière neutralisation avant son rejet au caniveau, afin d'être conforme à l'ordonnance du 8 décembre 1975.

Les rejets solides provenant du filtre à bande et du filtre-presse sont ensuite soumis à des essais de solidification avec addition d'un liant hydraulique (ciment). Des tests exécutés sur des échantillons permettent de contrôler la

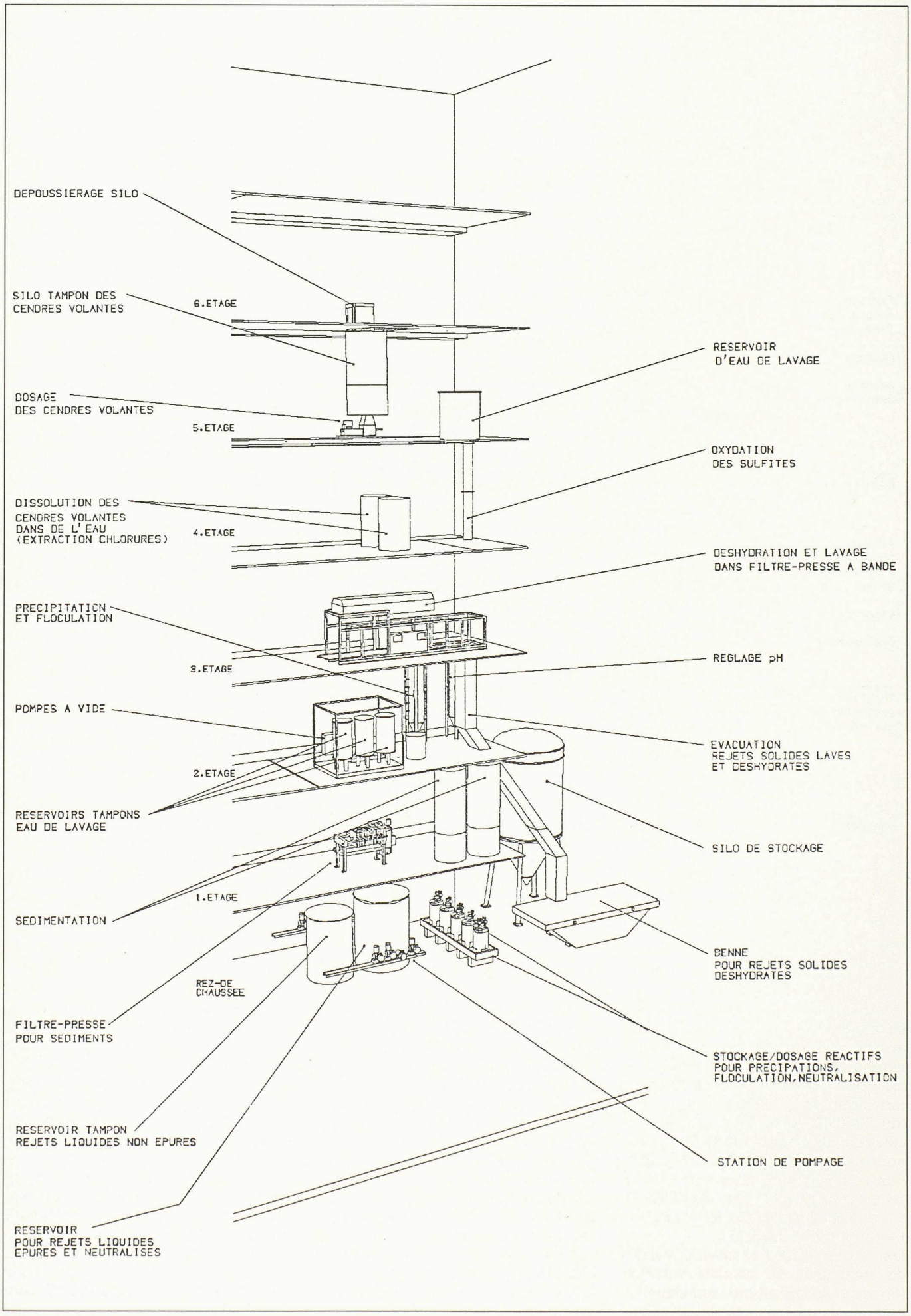

Fig. 3. – Station pilote pour le traitement des cendres volantes (Sulzer).

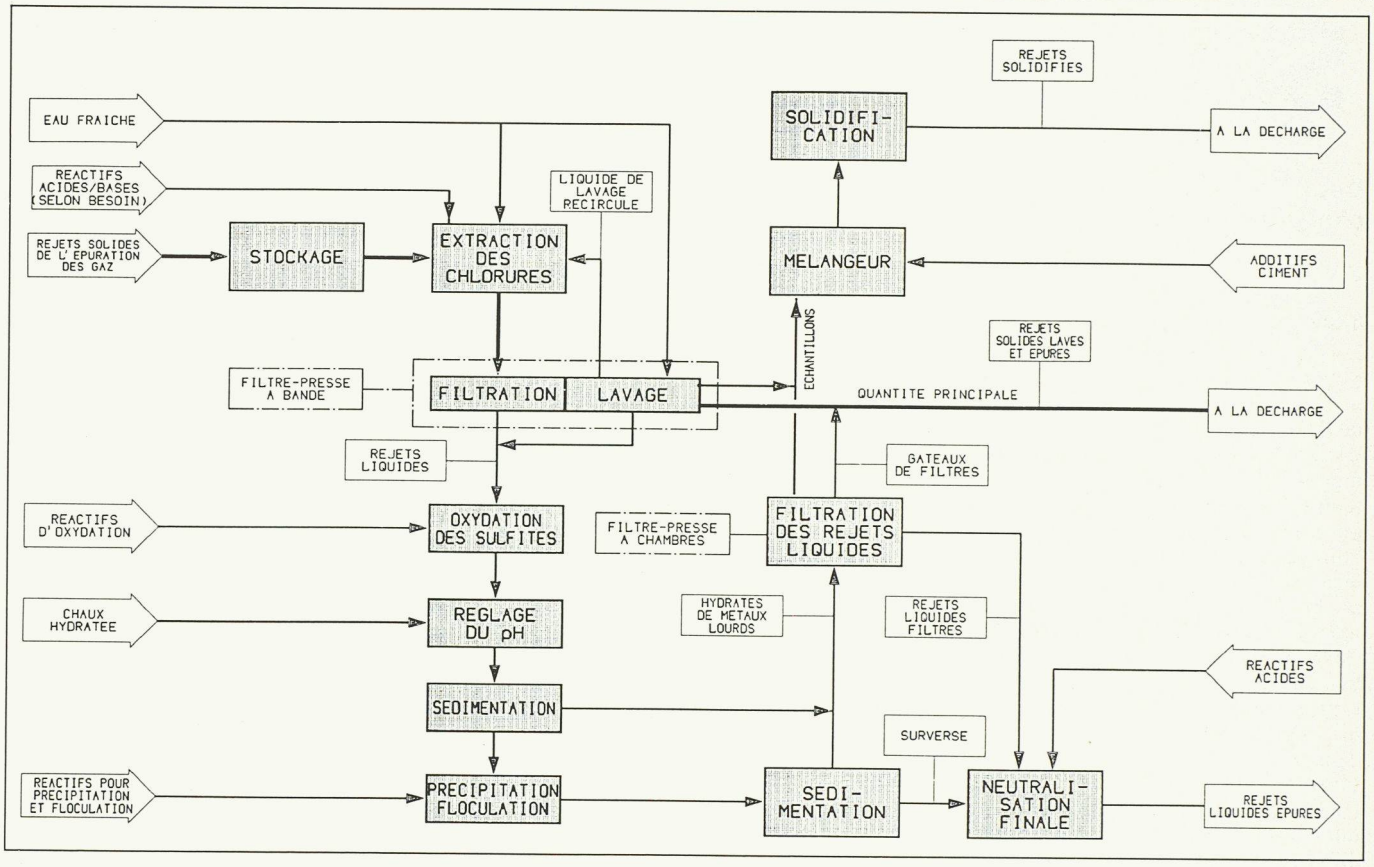

Fig. 4. – Schéma du procédé utilisé dans la station pilote (Sulzer).

résistance des produits obtenus face aux contraintes physiques et chimiques d'un stockage en décharge.
Le but des essais est d'examiner ces méthodes de traitement pour obtenir un produit final inoffensif envers l'environnement. Des cendres volantes de différentes usines d'incinération d'ordures ménagères sont ainsi testées dans cette station pilote.
Les résultats de ces essais feront l'objet d'un rapport de l'OFPE.

Conclusions

La création de procédés pour rendre les résidus inoffensifs envers l'environnement est en pleine évolution. Pour pouvoir juger de leur aptitude, il faut pouvoir les soumettre à des tests en laboratoire. Ces tests doivent permettre de déterminer dans un temps raisonnablement court le comportement à long terme des résidus traités. Les essais actuellement appliqués sont:

- l'essai de perméabilité
- l'essai de lixiviation
- la détermination du facteur de diffusion
- la résistance mécanique (compression).

Les autorités compétentes (l'OFPE au niveau fédéral et les services cantonaux concernés) doivent fixer:

- **les limites** des quantités (en g/m² et année) acceptées pour chacun des éléments polluants à considérer et pouvant pénétrer dans le sous-sol naturel par lixiviation des résidus mis en décharge;
- **les normes** applicables pour la détermination de:
  - la *perméabilité* de la couche de résidus mis en décharge
  - la *lixiviation* des polluants par l'eau de pluie et de ruissellement à travers la couche de résidus mis en décharge
  - la *résistance mécanique* (compression) de la couche de résidus mis en décharge.

Ainsi il sera possible de juger de l'aptitude des procédés de traitement de résidus proposés par différents fournisseurs.
L'équipement nécessaire et les moyens de contrôle pour ce traitement pourront être définis et les qualités physiques et chimiques des résidus finals mis en décharge pourront être fixées sur la base de valeurs vérifiables prédéterminées en laboratoire.
Actuellement, l'ordonnance existante (OSOL du 9 juin 1986 mise en vigueur le 1er septembre 1986) ne fixe que la teneur indicative du sol en g/t (pour 11 éléments polluants) qui, selon l'article 5 de cette ordonnance, est à considérer comme une limite et qui ne s'applique qu'à du sol dit «minéral». Elle règle uniquement la surveillance et l'évaluation de la charge du sol en polluants.
Il est donc indispensable que l'ordonnance pour les décharges fixe la qualité des résidus à y déposer (limites maximales des composants polluants dans les résidus), ainsi que les méthodes de prétraitement à prévoir, d'analyses et d'essais de contrôle comme décrit plus haut.

Bibliographie

[1] Friedli, P.: «Die Entsorgung von Rauchgasreinigungsrückständen», *Ing. Géotechnique*, Zurich
[2] *Guide to the disposal of chemically stabilized and solidified waste*, appendix B: «Proposed Uniform Leach Procedure ULP», EPA SW-872, Sept. 1982.
[3] *Bulletin de l'OFPE*, 2/87.
[4] Baccini, P.; Brunner, P. H.: «Behandlung und Endlagerung von Reststoffen aus Kehrichtverbrennungsanlagen», *Gaz-Eaux-Usées*, N° 7, 1985.
[5] Tobler, H. P. et al.: «Traitement et solidification des résidus de l'incinération de déchets urbains», *Cahiers de l'Environnement*, N° 62, OFPE, août 1987.

Adresses des auteurs:
Alfred Brügger, ing. EPFZ/SIA
PEG SA
Rue du Lièvre 2-4
1211 Genève 24
Ulrich A. Müller, ing. EPFZ
Sulzer Frères SA
8401 Winterthour