

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 115 (1989)  
**Heft:** 7

**Artikel:** Composants pour installations d'oxydation par voie humide  
**Autor:** Kläy, Hans R.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-76892>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.10.2024

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

# Composants pour installations d'oxydation par voie humide<sup>1</sup>

**L'oxydation par voie humide (incinération sans flamme) est bien plus efficace et avantageuse que ne le sont les procédés classiques d'incinération de polluants. Ce procédé revêt de plus en plus d'importance dans la lutte contre la pollution atmosphérique.**

## Bases

L'idée de ne pas incinérer simplement les polluants, mais de les oxyder dans l'eau à l'aide d'air injecté alors qu'ils se présentent sous forme dissoute ou en suspension date déjà d'une quarantaine d'années. Bien connu, le procédé

PAR HANS R. KLÄY,  
WINTERTHOUR

de Zimmermann, ou procédé Zimpro, est appliqué avant tout lors de la combustion par voie humide de boues d'épuration, mais aussi lors de l'élimination d'autres polluants. L'une des installations Zimpro les plus performantes, composée de quatre unités, traite quotidiennement à Chicago 200 t de boues sèches, quantité qui correspond aux boues produites par une ville de 1,6 million d'habitants.

Etant donné que le processus se déroule à des températures comprises entre 100 et 370°C, il règne dans le réacteur une pression de 210 bar. Par conséquent l'air de combustion doit être injecté par des compresseurs haute pression (fig. 1).

## Procédé Ciba-Geigy

Les eaux résiduaires de l'industrie chimique contiennent des polluants que

les stations d'épuration ne peuvent pas toujours neutraliser de manière satisfaisante. L'épuration par oxydation par voie humide est une autre méthode d'élimination de polluants, à part les procédés usuels appliqués aujourd'hui, l'incinération par exemple. Le procédé Ciba-Geigy consiste en l'oxydation en phase liquide, au moyen d'air à 200-300°C et 50-200 bar, des polluants organiques et inorganiques, dissous ou en suspension, contenus dans les eaux résiduaires. Lors de cette *incinération sans flamme* dans l'eau, les combinaisons organiques sont décomposées en acide carbonique et eau. Si ces combinaisons contiennent, outre le carbone, l'hydrogène et l'oxygène, du soufre, du phosphore, du chlore ou de l'azote, ces éléments se transformeront alors en acide sulfurique, en acide phosphorique, en acide chlorhydrique, en ammoniac et en azote élémentaire. Le schéma du procédé, fortement simplifié, est représenté à la figure 2.

Les eaux résiduaires brutes provenant de la fabrication sont collectées dans un réservoir et sont refoulées par une pompe haute pression à pistons dans le réacteur via l'échangeur de chaleur. Dans ce dernier les eaux résiduaires non traitées sont préchauffées à contre-courant des eaux résiduaires oxydées chauffées. L'air nécessaire à l'oxydation est comprimé par un

compresseur haute pression et injecté dans le réacteur.

Le réacteur est un récipient cylindrique muni de chicanes contribuant à mélanger efficacement l'air et les eaux résiduaires. C'est à l'intérieur de celui-ci que s'opère la dégradation, c'est-à-dire l'oxydation des polluants. Le processus est exotherme, c'est pourquoi une source de chaleur étrangère n'est pas nécessaire. Les eaux résiduaires oxydées par voie humide quittent le réacteur par le haut et sont refroidies dans l'échangeur de chaleur. Le mélange gaz/eau est divisé dans le séparateur en une phase gazeuse et en une phase aqueuse. Des soupapes détendent les eaux résiduaires et les gaz d'échappement à la pression atmosphérique.

Après ce traitement, les polluants sont oxydés et éliminés à 98-99%. Les eaux résiduaires ne contiennent alors que des traces de combinaisons organiques solubles dans l'eau, comme l'acide acétique, l'alcool et les cétones.

Les acides sont neutralisés avant qu'ils n'atteignent le collecteur; l'acide phosphorique et phosphoreux est précipité et séparé sous forme de sel insoluble. L'ammoniac est strippé et recyclé.

## Grandes installations

Ciba-Geigy a construit une grande installation de ce type dans l'usine de la société Schelde Chemie Brunsbüttel GmbH, Brunsbüttel (RFA). Elle est en service depuis 1982 déjà et est équipée de deux compresseurs à pistons haute pression Sulzer-Burckhardt présentant un débit unitaire d'aspiration de 4182 m<sup>3</sup>/h et une pression de refoulement de 150 bar.

Ciba-Geigy a construit pour son usine de Monthey (Suisse) une installation d'oxydation par voie humide mise en service en 1988 (tableau 1, fig. 3).

La construction de grands complexes de ce genre pose des problèmes particuliers, les eaux résiduaires étant extrêmement corrosives. Toutes les pièces en contact avec celles-ci doivent être fabriquées entièrement dans des matériaux spéciaux ou avoir été soumises à un traitement de surface adéquat. Par exemple, les parois intérieures des réacteurs et des réservoirs d'eaux résiduaires sont plaquées par explosion. L'assemblage par soudage de ces divers matériaux requiert un grand savoir-faire et une connaissance approfondie des méthodes de soudage

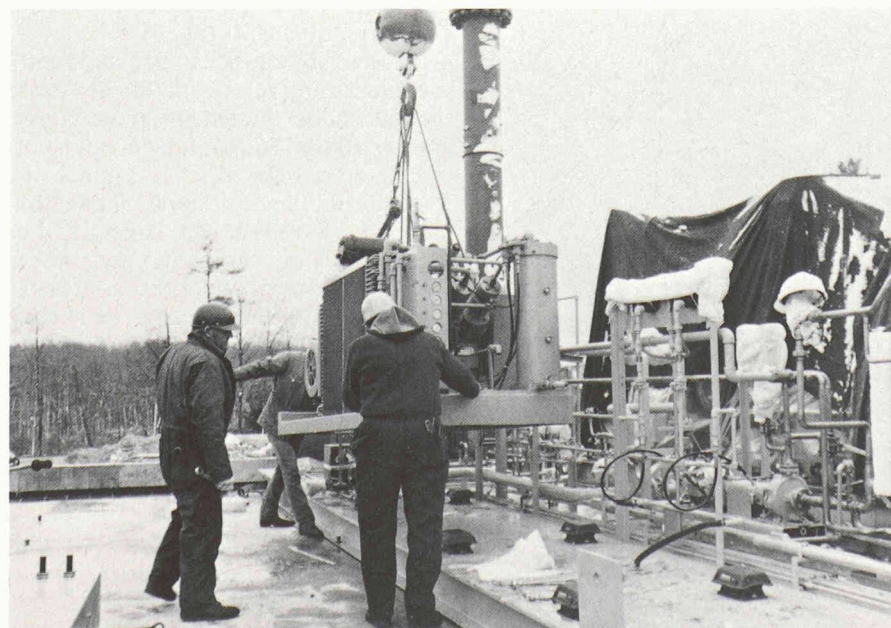


Fig. 1. – Mise en place d'un compresseur d'air haute pression Sulzer-Burckhardt dans une installation Zimpro pour la décomposition de déchets organiques aux Etats-Unis.

<sup>1</sup>Cet article a été publié dans la *Revue Technique Sulzer* 4/1988. Nous la reproduisons ici avec l'aimable autorisation du Service de presse technique Sulzer, que nous remercions également de nous avoir obligeamment prêté les illustrations que nous reprenons aussi.

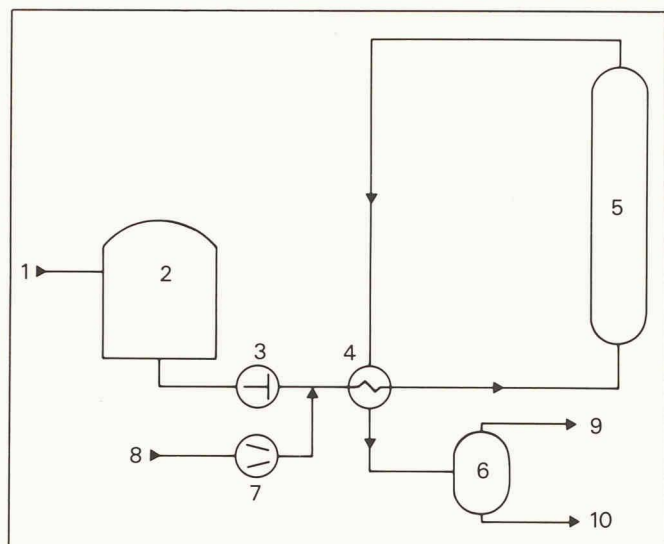


Fig. 2. - Schéma de processus d'oxydation par voie humide.  
 1 Eaux résiduaires  
 2 Collecteur  
 3 Pompe haute pression  
 4 Echangeur de chaleur  
 5 Réacteur  
 6 Séparateur  
 7 Compresseur  
 8 Air  
 9 Gaz d'échappement  
 10 Eaux résiduaires oxydées

qu'il convient d'appliquer et dont il faut tenir compte déjà lors de la conception des composants. C'est pour cette raison que Sulzer, comptant des lustres d'expérience dans la concep-

tion et la construction de réservoirs sous pression et dans les techniques de soudage appliquées à cet effet, se vit confier par Ciba-Geigy un mandat d'ingénierie concernant l'installation

TABLEAU 1. - Principales caractéristiques de l'installation d'oxydation par voie humide de Ciba-Geigy.

Coûts totaux	47 millions de francs suisses
Frais de traitement spécifique	100-200 Fr.s./m <sup>3</sup>
Température dans le réacteur	200-300°C
Pression dans le réacteur	50-200 bar
<i>Compresseurs d'air</i>	
Nombre	2
Débit d'aspiration unitaire	3060 m <sup>3</sup> /h
Pression de refoulement	200 bar
Puissance absorbée par unité	710 kW

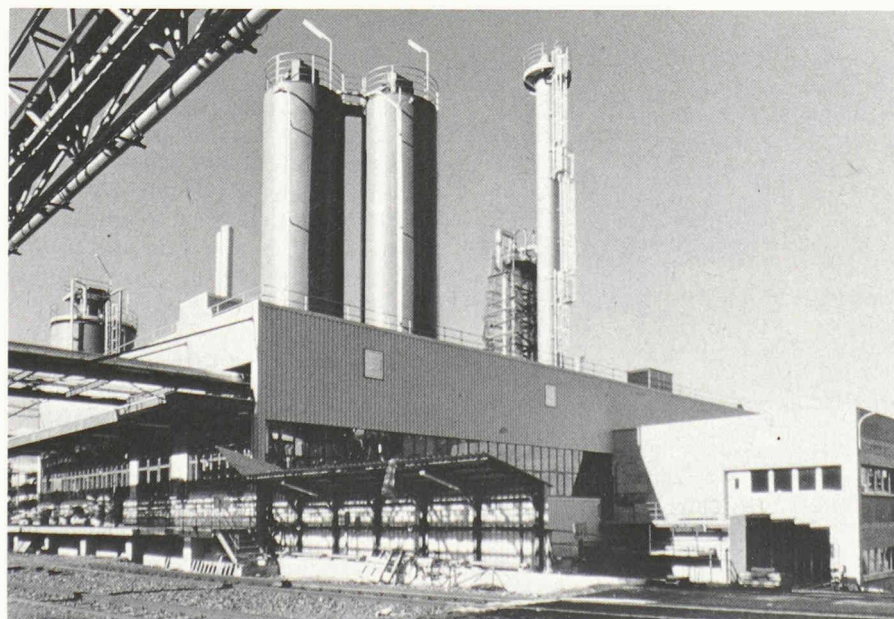


Fig. 3. - Installation d'oxydation par voie humide de l'usine Ciba-Geigy à Monthey. Les deux réacteurs de 40 mètres dominent le bâtiment.

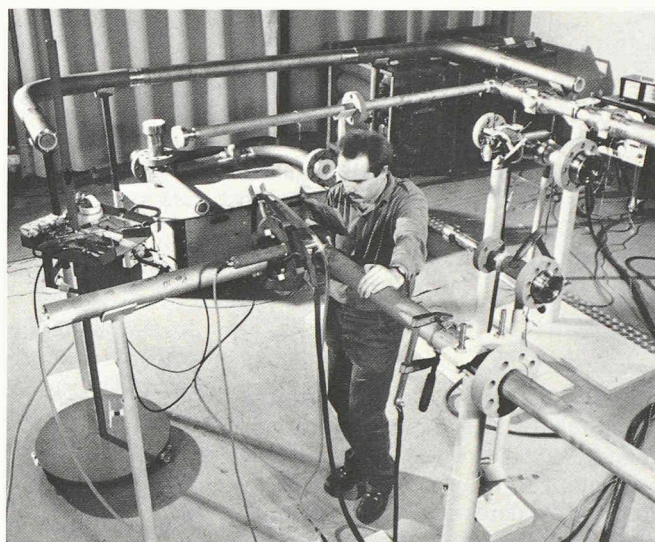


Fig. 4. - Machine à souder orbitale semi-automatique pour le soudage des tubes.

de Monthey. Celui-ci englobait les études de la construction des réacteurs et des échangeurs de chaleur. De plus, la société a chargé Sulzer de l'assemblage des éléments de conduite à l'usine et de leur montage *in situ*. On a utilisé le procédé de soudage mécanisé TIG et on a exécuté les soudures des tubes au moyen d'une machine orbitale semi-automatique (fig. 4).

Des mesures particulières ont dû être prises à cette occasion, le matériau devenant cassant lors du soudage du fait de l'influence de l'air. Ces soudures ont pu être exécutées sous gaz protecteur dans une chambre toroïdale mobile développée spécialement à cet effet par le département central de soudage Sulzer. Plus de cinq cents soudures y furent ainsi exécutées, puis passées aux rayons X.

Les deux compresseurs d'air haute pression furent de nouveau livrés par Sulzer-Burckhardt (fig. 5).

Ils sont entraînés par des moteurs à courant continu à régulation de vitesse couplés directement (plage de vitesse entre 200 et 585 tr/min). On peut ainsi adapter le débit d'air comprimé aux exigences du processus, d'où une utilisation rationnelle de l'énergie. Les groupes compresseur/moteur ont été livrés en tant qu'unités compactes montées sur châssis. Afin qu'aucune vibration ne puisse être transmise aux fondations, les groupes reposent sur des ressorts.

#### L'oxydation par voie humide, un procédé efficace et avantageux

Par rapport aux incinérateurs classiques qui fonctionnent à des températures entre 900 et 1200°C, le procédé d'oxydation par voie humide consomme notablement moins d'énergie et est par conséquent plus avantageux.

En outre les émissions de SO<sub>2</sub> et de NO<sub>x</sub> sont insignifiantes.

Toutefois les procédés contribuant à réduire la pollution atmosphérique ne sont pas bon marché et constituent pour l'industrie chimique un défi important à relever. Le génie chimique moderne ne saurait plus se passer de systèmes performants et à la pointe du progrès pour neutraliser les polluants. D'ailleurs ces installations d'oxydation par voie humide prouvent bien que l'industrie est en mesure de développer les procédés et systèmes qu'exige la lutte contre la pollution de l'environnement.

Adresse de l'auteur :

Hans R. Kläy  
Sulzer Frères SA  
Division Compresseurs à pistons  
8401 Winterthur

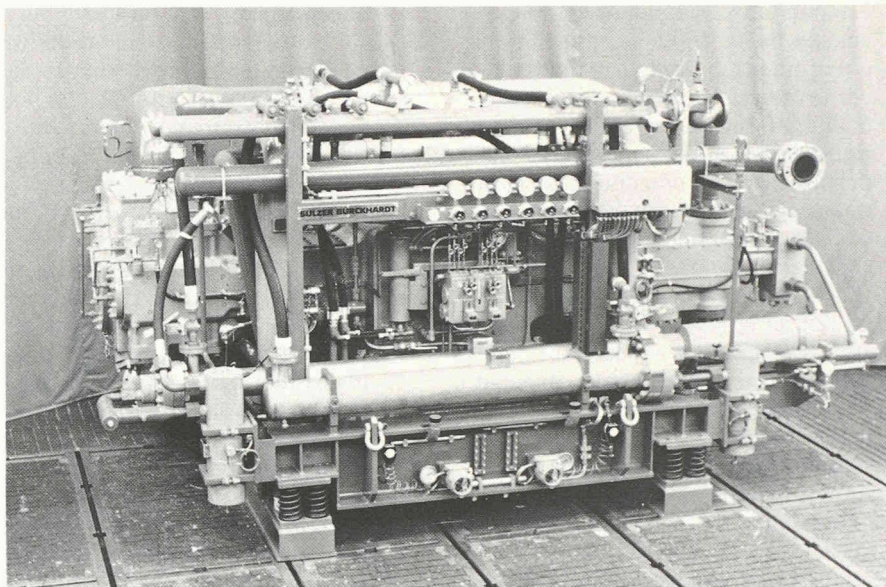


Fig. 5. – Compresseur à pistons à cinq étages de l'installation d'oxydation par voie humide de Ciba-Geigy à Monthey.

## Les difficiles relations entre le droit et la construction

**A la suite d'un accord passé entre l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne et la Faculté de droit de l'Université de Fribourg, l'enseignement du droit de la construction à l'intention des étudiants en génie civil, architecture et génie rural de la haute école de Lausanne est assumé dès l'automne 1988 par des professeurs de la Faculté de droit de Fribourg. Pour marquer le début de cette collaboration, le professeur Tercier, doyen de la Faculté de droit, a présenté une «leçon inaugurale» dont le texte est ici reproduit.**

Le thème que j'ai choisi est nécessairement ambitieux. Il doit s'insérer dans le contexte de l'enseignement collectif que nous donnerons et ne pouvait donc pas ne pas comprendre l'ensemble des matières que nous représentons. J'y trouve un avantage

PAR PIERRE TERCIER,  
FRIBOURG

annexe : en cherchant à définir le rôle du droit dans les activités liées à la construction, on détermine du même coup la place qui devrait ou pourrait être celle des disciplines juridiques dans la formation des architectes, des ingénieurs et des géomètres.

Il est évidemment exclu de prétendre en quelques pages offrir sur ce thème des réflexions originales et profondes. Partant des fonctions générales du droit dans notre société, j'esquisserai le rôle particulier qui peut être celui du droit de la construction, avant de risquer quelques réflexions sur la place de l'enseignement des matières juridiques dans la formation des praticiens de la construction.

### 1. Le rôle des normes juridiques

Il existe diverses approches permettant de cerner le rôle des normes juridiques. Il m'a paru intéressant de commencer par esquisser l'image que la population se fait du droit, ou celle que se font du droit de la construction les milieux qui y sont liés. Nous pourrions ensuite rappeler la fonction générale que remplissent les normes dans un Etat de droit, et en évoquer les dangers.

#### L'image du droit

Bien qu'il n'existe, à ma connaissance, aucune enquête sociologique globale effectuée sur ce thème, il est vraisemblable que l'institution du droit – et, par extension, de la justice, sa dévouée servante – est perçue plutôt négativement. Les traits qui suivent, même s'ils sont quelque peu excessifs, me paraissent illustrer cette image :

- Le droit est d'abord lié à *un conflit*. Ce n'est qu'en présence d'un litige, d'un procès, d'une opposition, d'un recours que semblent intervenir les normes de droit. Jusqu'alors, tout

allait si bien et l'on se passait (presque) totalement du droit et des juristes. Qu'un maître se rebiffe, qu'un voisin se cabre, qu'un fonctionnaire fasse du zèle et voilà que se transforme la nature et le style des relations. C'est dans le droit et par le droit qu'il est nécessaire de chercher une issue.

- Dès ce moment, le droit est caractérisé par *sa lenteur*. Le litige dont il vient d'être question met en branle le cortège des juristes, avocats, juges, fonctionnaires, dont la démarche, lourde et solennelle, ne progresse qu'à petits pas comptés (et décomptés), n'hésitant pas à prendre des détours, à revenir en arrière, à s'assurer que les voies sans issues sont vraiment sans issues. Un « bon » procès, celui qui va jusqu'au Tribunal fédéral, peut durer plusieurs mois, plusieurs années, comme cela vaut a fortiori pour certaines autorisations de construire (que l'on songe à Kaiseraugst ou à Hydro-Rhône). Ce trait explique en partie le suivant.
- Le droit est en effet le plus souvent perçu comme un obstacle, au moins comme *un frein*. Sans ses normes, on pourrait construire plus vite, sans formalisme particulier, sans complication extrême, sans retards inutiles. Or, dans une économie en expansion, ces restrictions se transforment en frais supplémentaires. Le droit, à quelque stade qu'il intervienne, est facteur d'augmentation des coûts de la construction.
- Le droit est enfin perçu – et c'est le plus grave – comme *un tissu de normes ésotériques*, concoctées dans des