

Référent : Service SEET – Direction DPED
ADEME (Angers)

TRAITEMENT PAR OXYDATION THERMIQUE ET OXYDATION CATALYTIQUE

Juillet 2014

1. Qu'est-ce que l'oxydation ?

L'oxydation est souvent appelée "incinération". Tous les composés organiques volatils peuvent être transformés par oxydation totale en composés inorganiques. Selon la composition élémentaire du composé organique volatil à détruire, les composés formés sont soit uniquement CO₂ et H₂O, soit un mélange contenant CO₂, H₂O mais aussi les produits d'oxydation d'autres atomes (azote g NO, chlore g HCl, Sg SO₂...). Ces derniers sont des polluants secondaires qu'il faut prendre en compte.

Plusieurs paramètres sont importants à prendre en considération afin d'optimiser l'oxydation thermique ou catalytique pour améliorer le rendement d'épuration (taux de destruction des COV dans l'incinérateur) :

- La température : elle doit être supérieure au point d'autoinflammation du ou des COV mais pas trop élevée pour limiter la production de NO_x,
- L'énergie d'activation : elle peut être diminuée en présence d'un catalyseur,
- La teneur en oxygène : elle doit être toujours suffisante pour que la réaction puisse se produire (mélange homogène),
- La turbulence : elle améliore la convection thermique et assure une répartition homogène de la température évitant ainsi la création de point froid,
- Le temps de séjour : il doit être suffisant pour une bonne oxydation,
- La concentration en polluants : elle est imposée par le procédé en amont. Toutefois il est préférable qu'elle ne soit pas trop faible pour limiter l'apport de gaz d'appoint nécessaire au maintien de la température d'oxydation.

Les trois conditions "**température, turbulence, temps de séjour**" sont connues sous le terme "**Règle des 3 T**".

2. De quoi est constitué un incinérateur ?

Les composés concernés par la technique de traitement par adsorption sont les Composés Organiques Volatils (COV) non odorants et les composés odorants

L'incinérateur est constitué de plusieurs éléments :

- d'une chambre de combustion (avec ou sans lit catalytique) où a lieu l'oxydation,
- d'un brûleur alimenté par le gaz d'appoint nécessaire au maintien de la température d'oxydation,
- d'un système d'échange thermique permettant d'utiliser l'énergie produite lors de l'oxydation des COV pour réchauffer l'effluent à traiter.

On distingue deux familles d'incinérateurs, qu'ils soient thermiques ou catalytiques, qui se différencient par le mode de récupération de l'énergie : les incinérateurs récupératifs et les incinérateurs régénératifs.

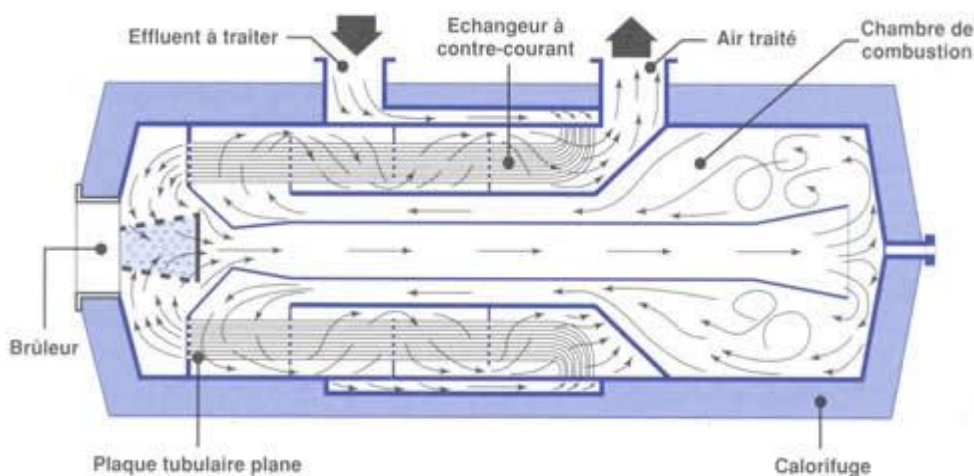


Figure 1 : Schéma d'un système d'oxydation thermique récupérative avec échangeur entourant la chambre de combustion.

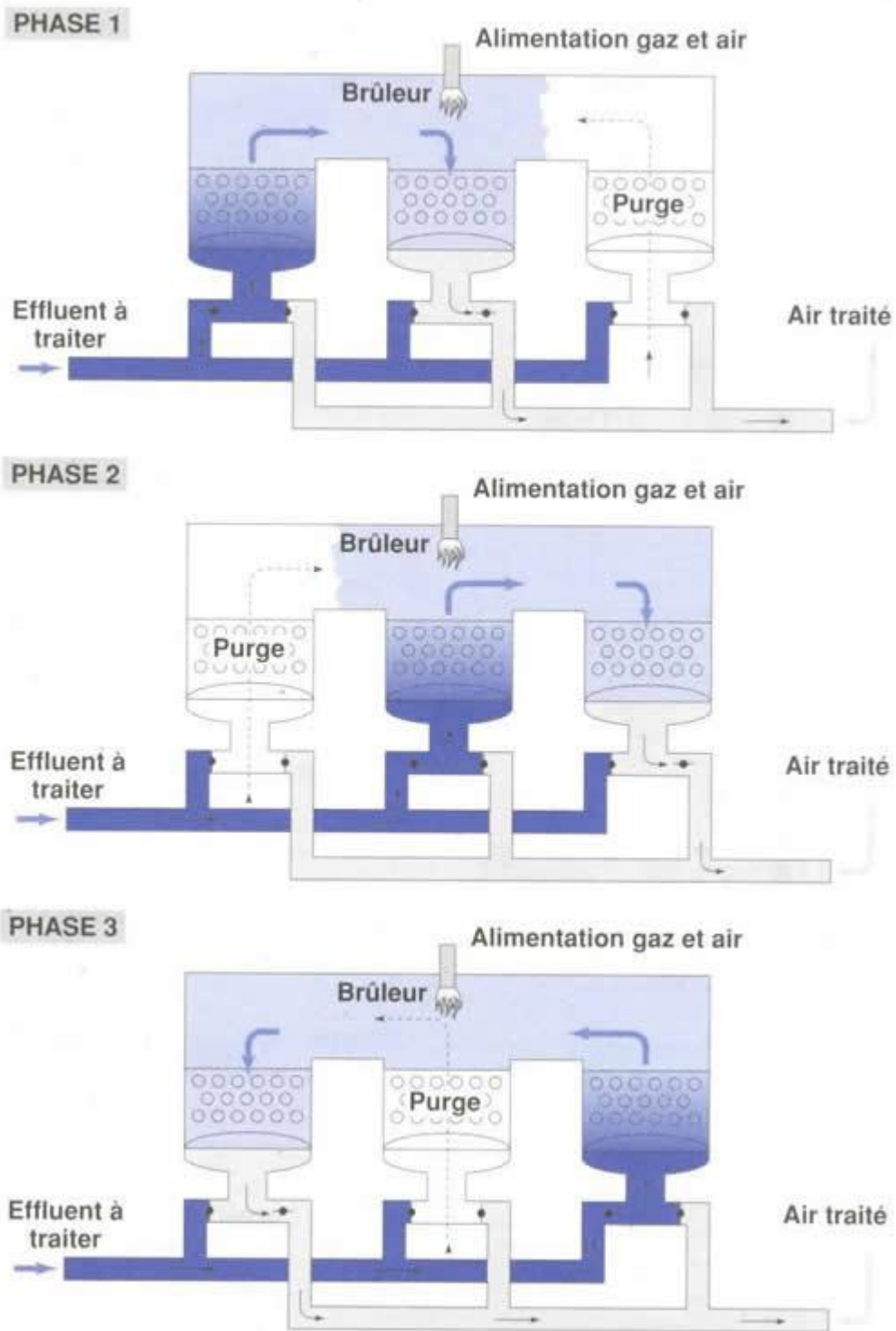


Figure 2 : Schéma de principe de l'oxydation thermique régénérative à 3 lits.

L'incinérateur récupératif met en œuvre un échangeur primaire classique dont les rendements thermiques se situent entre 60 et 70 %. L'incinérateur régénératif est caractérisé par des échangeurs à base de céramiques qui améliorent la récupération d'énergie (95 %) ce qui permet de réchauffer davantage l'effluent entrant. De ce fait les concentrations en COV nécessaires pour atteindre le seuil d'autothermie (fonctionnement sans gaz d'appoint) sont plus faibles.

Oxydation catalytique

La présence d'un catalyseur dans la chambre de combustion permet d'abaisser l'énergie d'activation et donc de travailler à des températures beaucoup plus faibles que dans le cas de l'oxydation thermique (250-400°C au lieu de 750-800°C). On limite ainsi la consommation d'énergie.

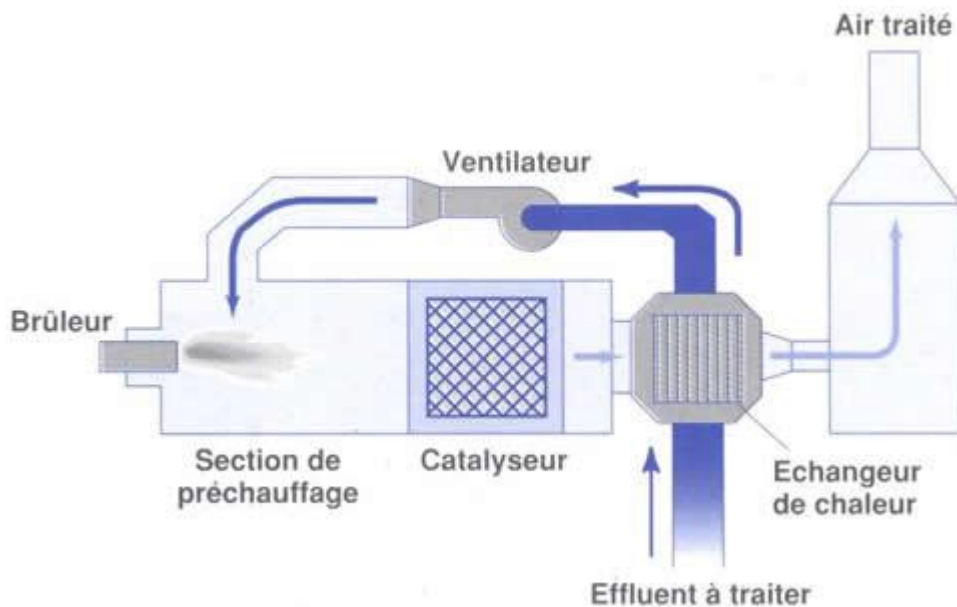


Figure 3 : Schéma de principe d'une installation d'oxydation catalytique récupérative.

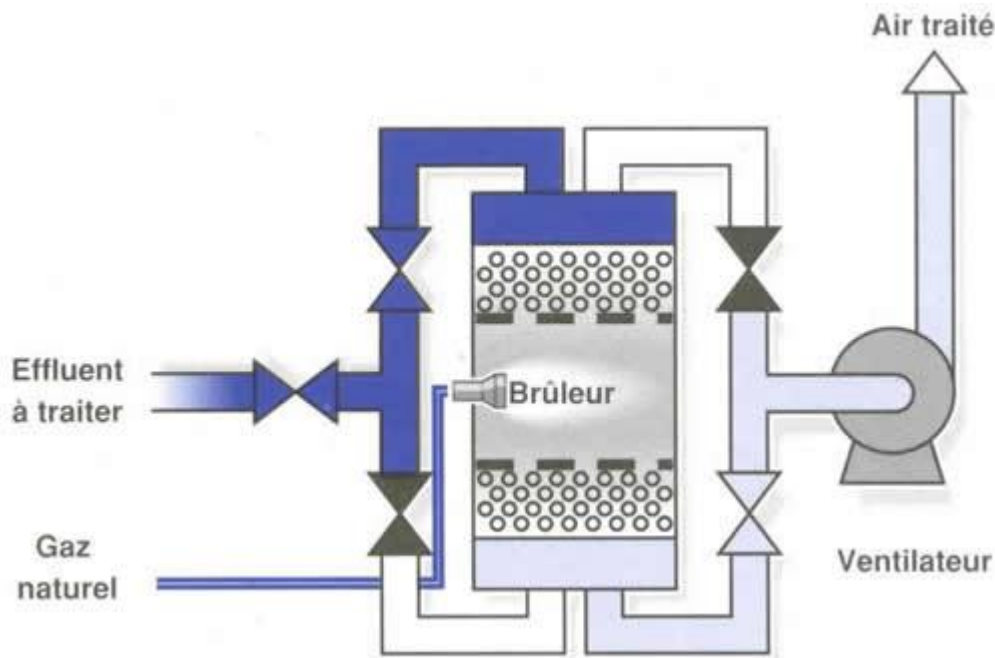


Figure 4 : Schéma de principe d'une installation d'oxydation catalytique régénérative.

Le terme catalyseur désigne à la fois :

- une espèce active : on distingue en ce sens 2 grands types de catalyseurs, les catalyseurs à base de métaux précieux (platine, palladium, rhodium, ...) ou d'oxydes métalliques (oxydes à base de Cr, Fe, Mo, W, Mn, Co, Cu, Ni),
- un support inorganique comme par exemple l'alumine, sur lequel est déposé l'espèce active.

Le catalyseur n'est pas consommé au cours des réactions ; toutefois, dans certaines conditions de fonctionnement son activité peut se trouver réduite et entraîner une baisse des performances du système (empoisonnement chimique, colmatage, perte de matière par attrition, effet thermique...).

3. Quelles sont les conditions opératoires et les performances ?

3.1. Cas de l'oxydation thermique

	RECUPERATIVE	REGENERATIVE
Température Temps de Résidence Turbulence	720-760° C 0,5 à 1 s mélange COV/O ₂ pour T homogène	800 °C 0,5 à 1 s mélange COV/O ₂ pour T homogène
Concentration Concentration autothermie Débit	5 à 12 g/Nm ³ 6 à 8 g/Nm ³ < 30 000 Nm ³ /h	1 à 8 g/Nm ³ 2 à 3 g/Nm ³ 1000 à 300 000 Nm ³ /h
Efficacité de l'échangeur Energie secondaire récupérée	60 – 70 % + + + +	90 – 98 % + +
Performances	HCNM < 20 mg/Nm ³ CO < 100 mg/Nm ³ NOx < 100 mg/Nm ³	

Tableau 1 : Conditions opératoires et performances de l'oxydation thermique.

3.2. Cas de l'incinération catalytique

	RECUPERATIVE	REGENERATIVE
Température	200 à 450 °C	300 à 350°C
Concentration	1 à 12 g/Nm ³	0 à 5 g/Nm ³
Concentration autothermique	2 à 4 g/Nm ³	environ 1 g/Nm ³
Débit	100 à 30 000 Nm ³ /h	jusqu'à 70 000 Nm ³ /h
Efficacité de l'échangeur Energie secondaire récupérée	environ 80 % + +	90 – 95 % +
Performances	HCNM < 50 mg/Nm ³ NOx < incinération thermique CH ₄ : 25 à 55 mg/Nm ³	
Limites d'utilisation	Poussières / Métaux lourds Composés à base de chlore et de silicone Durée de vie du catalyseur	

Tableau : Conditions opératoires et performances de l'incinération catalytique.

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.



ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

www.ademe.fr