



Journée technique

le mercredi 3 mai 2017
à CHALON-SUR-SAONE (71)



Combustion du bois et émission d'oxydes d'azote

Conférences (matin) & visite (après-midi)

de la chaufferie Est de Chalon sur Saône

Délégrant : Ville de Chalon-sur-Saône – Délégataire : Chalon Energie

*avec l'intervention des sociétés COMPTE R, DALKIA, ENGIE COFELY, PROSSERGY – ATANOR,
WEISS France et du CIBE*



Formation des NOx et techniques de limitation ou de réduction

**Journée technique du mercredi 3 mai 2017
à Chalon-sur-Saône**

- ✓ **Historique**
 - ✓ Activité R&D et procédé créée en 2003
 - ✓ Reprise des activités de TOTAL dans le domaine de la DeNOx en 2008
 - ✓ Activité ingénierie de détail et clef en main en 2011
- ✓ **Effectif total: 10 pers.**
- ✓ **CA: 1,5 M€**
- ✓ **Domaines d'activité**
 - ✓ Traitement des polluants atmosphériques et notamment DeNOx
 - ✓ Combustion et valorisation énergétique
- ✓ **Réduction des NOx**
 - ✓ **Mesures primaires**
 - ✓ **Traitement non catalytique SNCR: 69 références en ingénierie, procédé et réalisations en France et en Europe**
 - ✓ **Traitement catalytique SCR**

NO-combustible:

- Zone de formation : Flamme
- Formation d'espèces azotées (NH₃, HCN, etc.)
- Paramètres gouvernant la formation :
 - Teneur en azote du combustible
 - Richesse locale (rapport molaire local « combustible/comburant »)

Biomasses:

- 10 à 35 % de NO thermique
- 65 à 90 % de NO combustible

Dépend de la technologie de combustion :

- Sur gille fixe
- Sur grille mobile refroidie ou non
- Sur grille à projecteur
- Lit fluidisé bouillonnant ou circulant
- Ignifluid
- ... Etc

NO-thermique:

- Zone de formation : foyer et flamme
- Paramètres gouvernant la formation :
 - Température
 - Excès d'air
 - Temps de séjour des fumées dans le foyer

Biomasse	Azote du combustible (% poids, sec)
Bois A	0,1 à 0,7
Bois B	1 à 3 et plus
Paille et résidus	0,2 à 1
Céréales	1 à 4
Autre biomasses	jusqu'à plus de 4%

Techniques primaires (préventif)

- Réglages, diminution de l'excès d'air
- Recyclage des fumées
- Étagement de l'air dans le foyer
- Systèmes bas-NOx (volume de chambre)

Techniques secondaires (curatif)

- Réduction sélective non catalytique (SNCR)
- Réduction sélective catalytique (SCR)

Coût d'investissement croissant

Mesures primaires: chaque constructeur de chaudière a développé ses solutions

OBJECTIFS: Respect de la réglementation

- VLE de plus en plus faible
- Taux d'azote combustible fluctuant
- Système fiable
- Coût d'investissement / exploitation

OPTIMISATIONS

- Diminution de l'excès d'air
- Optimisation des réglages de combustion
- Contrôle de l'humidité combustible
- Optimisation des paramètres de distribution du combustible
- Réduction des entrées d'air parasite
- Sélection du combustible

**Solution peu coûteuse à
ne pas négliger
1ere étape
indispensable**

SOLUTIONS BAS NO_x

- Augmentation du volume de la chambre de combustion / post combustion
- Combustion étagée, multiplication des points d'entrée d'air afin de limiter la température de combustion

**Applicable quasi
uniquement sur
installations neuves**

RECIRCULATION DE FUMÉES

- Diminution de la pression partielle d'O₂
- « Brassage » de la combustion
- Risque: augmentation du CO et des imbrûlés

**Applicable sur
installations
existantes**

- ✓ Applications des mesures primaires plus difficiles sur chaudières existantes
- ✓ Dépend de la configuration et de la taille de la chaudière
 - ✓ Tubes de fumées / tubes d'eau
 - ✓ Puissance:
 - ✓ $P < 2-3 \text{ MW}$
 - ✓ $2-3 \text{ MW} < P < 7-8 \text{ MW}$
 - ✓ $P > 7-8 \text{ MW}$
 - ✓ Forme géométrique du foyer
 - ✓ Conception mécanique de la chaudière

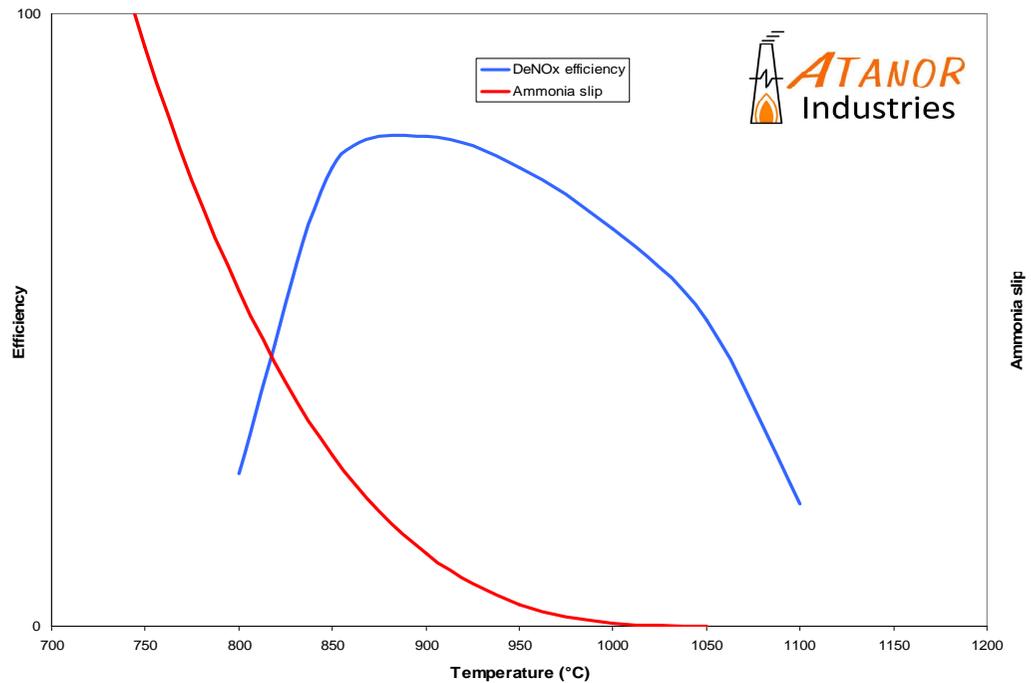
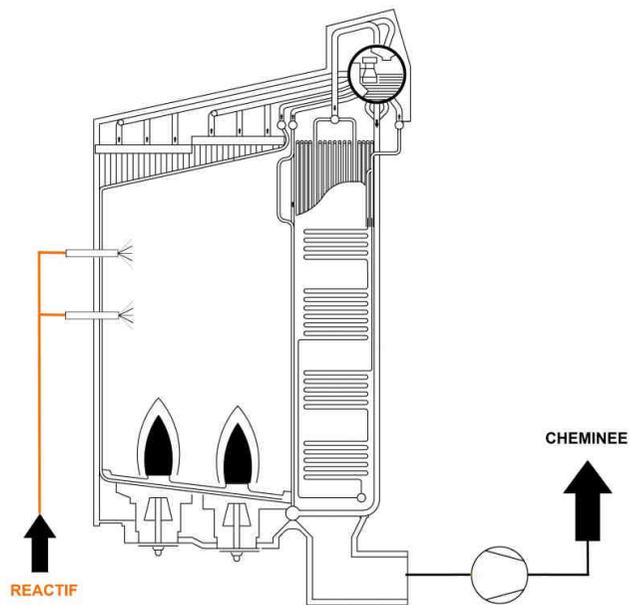
Chaque chaudière est un cas particulier



	SNCR	SCR
Catalyseur	Non	Oui
Température	850 – 1 050 °C	180 – 450 °C
Réactifs	NH ₃ , urée en solution ou solide	NH ₃ , urée en solution
Rendement	30 – 70 %	70 – 95 %
Investissement	1	6 à 12

Réaction se produisant en phase gazeuse, sans génération de résidus

- Injection directe du réactif dans le foyer entre 850 et 1050 °C
- Réactifs :
 - Solution liquide d'urée de 33 à 44%
 - Solution liquide d'ammoniac de 20 à 24,5%
- Plusieurs zones d'injection pour les variations de charge
- Abattement de 30 à 70%



- Traitement en aval de la chaudière : plusieurs implantations possibles fonction de :
 - Présence ou non de SO₂
 - Charge en poussières
 - Teneur en poisons
- Catalyseurs monolithe, en plaques
- Réactifs : généralement ammoniac gazeux ou liquide, plus rarement urée
- Dégradation des performances du catalyseur due à :
 - Encrassement (principalement à l'entrée des canaux)
 - Empoisonnement chimique (neutralisation irréversible des sites actifs)
- Encombrement et investissement importants

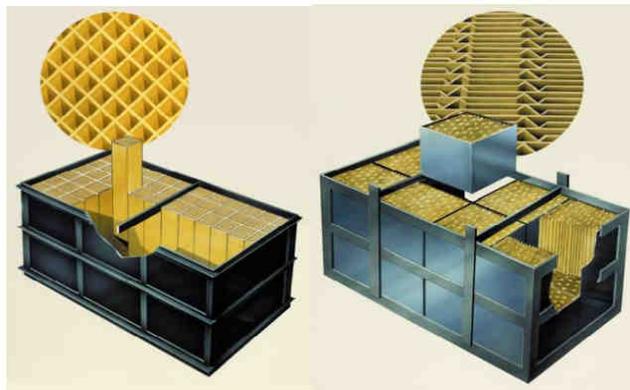


Figure 2a: Extruded Honeycomb catalyst

Figure 2b: Plate (metal) type catalyst

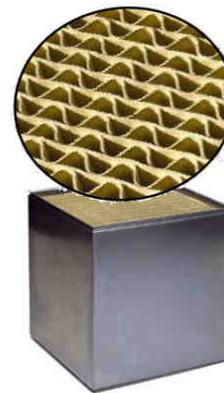


Figure 2c: Corrugated (composite) type catalyst

SNCR généralement suffisante

- ✓ Traitement secondaire le moins coûteux
- ✓ Faible coût d'exploitation (réactif)
 - ✓ 1,5 à 4 L/MW environ
 - ✓ 0,35 à 1 €/MW
- ✓ Pas de modification du foyer et des circuits sous pression
- ✓ Pas de modification de l'implantation des équipements existants, de la chaudière

ATTENTION:

- ✓ Efficacité variable en fonction de:
 - ✓ La variation de charge de la chaudière
 - ✓ Le type de chaudière et sa taille
- ✓ Attention aux fuites de NH₃
- ✓ N'est pas applicable à toute les installations, notamment les petites chaudières

**Chaque chaudière est un cas particulier
Des mesures et essais sont nécessaires sur
les équipements existants**

- ✓ Chaudières de petite taille ($P < 4-5$ MW environ)
 - ✓ Mise en place de la SNCR délicate car petite taille, et faible temps de séjour
 - ✓ Variation de charge limitée
 - ✓ 1 canne d'injection
 - ✓ Utilisation de l'urée, installation en intérieur hors gel
 - ✓ Stockage de petite taille: approvisionnement en container de 1m^3

- ✓ Chaudières de taille moyenne ($P > 5-6$ MW environ):
 - ✓ Débit de réactif plus important
 - ✓ 1 ou plusieurs cannes d'injection, plusieurs zones possibles
 - ✓ Utilisation d'urée
 - ✓ Stockage en container ou réservoir de 10 à 30 m^3
 - ✓ Approvisionnement par camion citerne

- ✓ Chaudières de grande taille :
 - ✓ Chaudières à tube d'eau, volume de chambre de combustion important
 - ✓ Plusieurs zones d'injection en fonction de la charge
 - ✓ Stockage en cuves de 30 m^3 ou plus

- ✓ Le respect des VLE de plus en plus basse oblige les exploitants à maîtriser leurs émissions de NOx.
- ✓ Les constructeurs élaborent des solutions de plus en plus perfectionnées pour concevoir leurs chaudières avec des émissions limitées, par utilisation de mesures primaires.
- ✓ Sur les chaudières existantes, les moyens sont plus limités pour la réduction des NOx.
- ✓ Il faut alors songer à un traitement secondaire, de type SNCR principalement.
- ✓ Ce type de traitement n'est pas forcément applicable à tout type de chaudière, notamment les plus petites, ni à tout type de variations de charge.
- ✓ Dans le cas de l'installation d'une SNCR, les aspects constructifs et procédés doivent être soigneusement élaborés pour assurer une fiabilité, des performances et un coût d'investissement optimum.
- ✓ **Pour tous types de solutions: chaque chaudière est un cas particulier, selon son type, le combustible utilisé et son mode d'exploitation**



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Groupe PROSSERGY – ATANOR INDUSTRIES

Contact: Julien LARGUIER

julien.larguier@prossergy-ati.com

Tel : 04 27 19 48 02

06 95 34 54 00