



Journée technique le mardi 23 janvier 2018 à CHAMBERY (73)



Combustion du bois et émission d'oxydes d'azote

**Conférences (matin et début d'après-midi) & visite (après-midi)
de la chaufferie biomasse de Bissy**

Délégant : Ville de Chambéry

Délégataire : SCDC (Société de Distribution de Chaleur de Chambéry)

*avec l'intervention des sociétés
PROSSERGY – ATANOR, UNICONFORT, VYNCKE,
SCDC (filiale de ENGIE Réseaux), COMPTE.R.
ainsi que de la ville de Chambéry, de l'ADEME et du CIBE*



Formation des NOx et techniques de limitation ou de réduction

**Journée technique du 23 janvier 2018
à Chambéry**

- ✓ **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 grille fixe
- Sur grille mobile refroidie ou non
- Sur grille mobile à projecteur
- Lit fluidisé bouillonnant ou circulant
- Pulvérisé

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
- Coût d'investissement / exploitation
- Système fiable pour la chaudière

OPTIMISATIONS

- Optimisation des réglages de combustion – diminution de l'excès d'air
- 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**

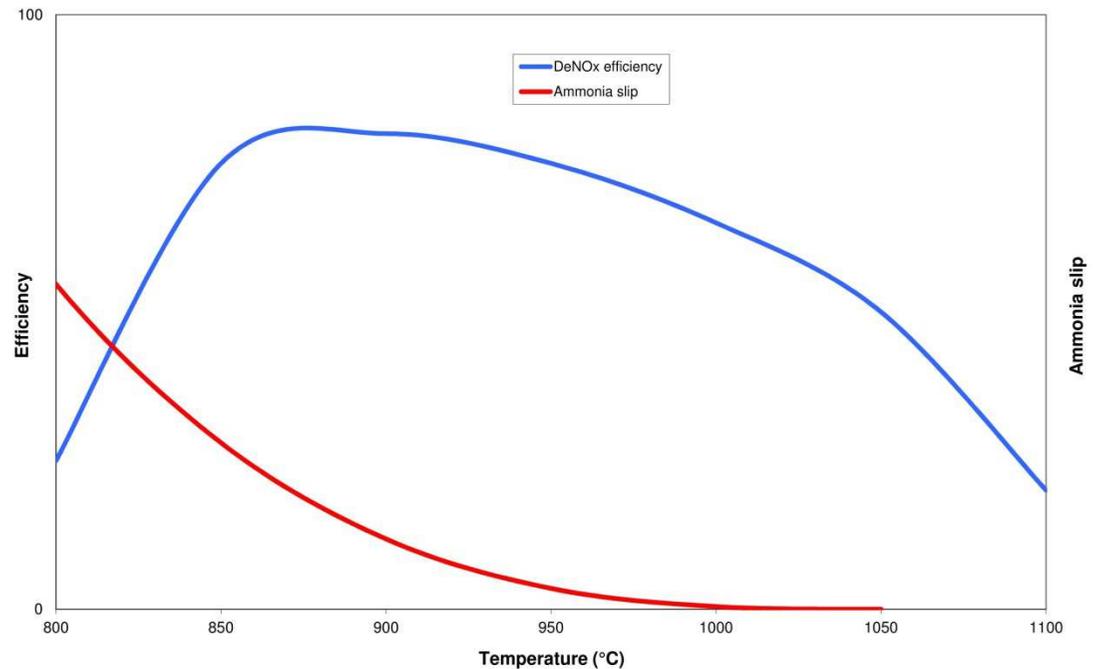
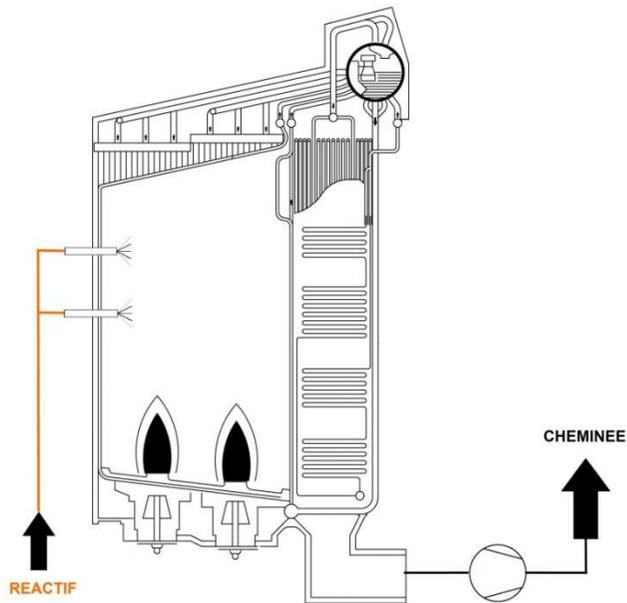
**Mesures primaires: efficacité limitée sur les
installations existantes car la géométrie est figée**

1 SEULE REACTION : $4 \text{NH}_3 + 4 \text{NO} + \text{O}_2 \Rightarrow 4 \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$

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

La réaction se produit 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%
- **Stœchiométrie >1**
- Plusieurs zones d'injection pour les variations de charge
- Abattement jusqu'à 70%



- Traitement en aval de la chaudière : plusieurs implantations possibles fonction de :
 - Présence ou non de SO_2
 - 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

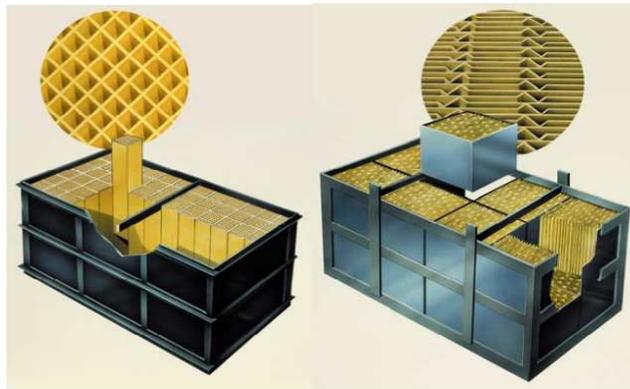


Figure 2a: Extruded Honeycomb catalyst

Figure 2b: Plate (metal) type catalyst



Figure 2c: Corrugated (composite) type catalyst

SNCR suffisant dans la plupart des cas

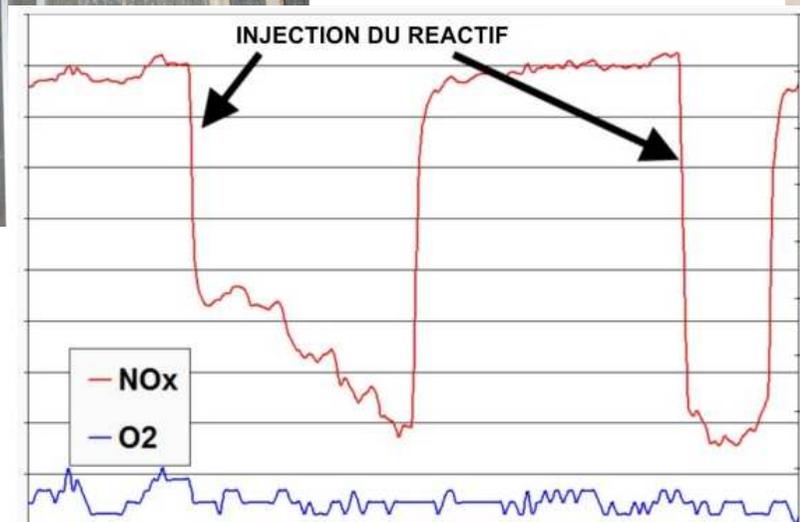
- ✓ Traitement secondaire le moins coûteux en terme d'investissement
- ✓ Faible coût d'exploitation (réactif)
 - ✓ 1,5 à 4 L/MW environ
 - ✓ 0,35 à 1 €/MW
- ✓ Implantation facile dans les chaufferies existantes
- ✓ Système automatisé sans entretien ni besoins opératoires

ATTENTION:

- ✓ Efficacité variable en fonction de:
 - ✓ La taille et le type de chaudière
 - ✓ La variation de charge de la chaudière
- ✓ 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**

INDISPENSABLE: Diagnostic préalable: mesures de température et essais d'injection de réactif afin de valider les performances, la position des points d'injection et la fuite de NH_3



Paramètres techniques importants

- ✓ La géométrie de la chaudière: temps de séjour et température
- ✓ La variation de charge chaudière: il faut pouvoir injecter à la bonne température quelle que soit la charge
- ✓ Attention aux fuites de NH_3 : VLE sur l'ammoniac et dépôts de sels d'ammonium

Paramètres influençant le coût :

- ✓ Taille de l'installation et le mode de stockage du réactif
- ✓ Les caractéristiques du dépotage – stockage
- ✓ Volume de cuve, matière
 - ✓ Génie civil zone de dépotage et rétention stockage
- ✓ Le nombre de cannes d'injection
- ✓ Le type de réactif

- ✓ 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
 - ✓ Possibilité d'utiliser de l'urée ou de l'eau ammoniacale
 - ✓ Stockage en cuves de 30 m^3 ou plus

Chaudière bois B 8 MW



EXEMPLES D'APPLICATION

Chaudière écorce 40 MW



Chaudière pellets pulvérisé 275 MW



- ✓ 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.
- ✓ 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 type de solution: chaque chaudière est un cas particulier, selon son type, le combustible utilisé et son mode d'exploitation**



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Contact: Julien LARGUIER

julien.larguier@prossergy-ati.com

Tel : 04 27 19 48 02

06 95 34 54 00