



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*



CLEAN ENERGY TECHNOLOGY

VYNCKE

CIBE

JOURNÉE TECHNIQUE DU 23-01-2018

**COMBUSTION DE BIOMASSES
& OXYDES D'AZOTE**

CHAUDIÈRES 8MW ET PLUS

JÉRÔME BÉARELLE

JBE@VYNCKE.COM

+33 6 19 88 33 53

VYNCKE – Présentation générale : ce que nous faisons

“Nous transformons tout ce qui pousse et que l’on ne mange pas en énergie”



1 – 100 MWth



1 – 60 MWth



1 – 30 MWth



1 – 100 MWth



1 – 60 MWth



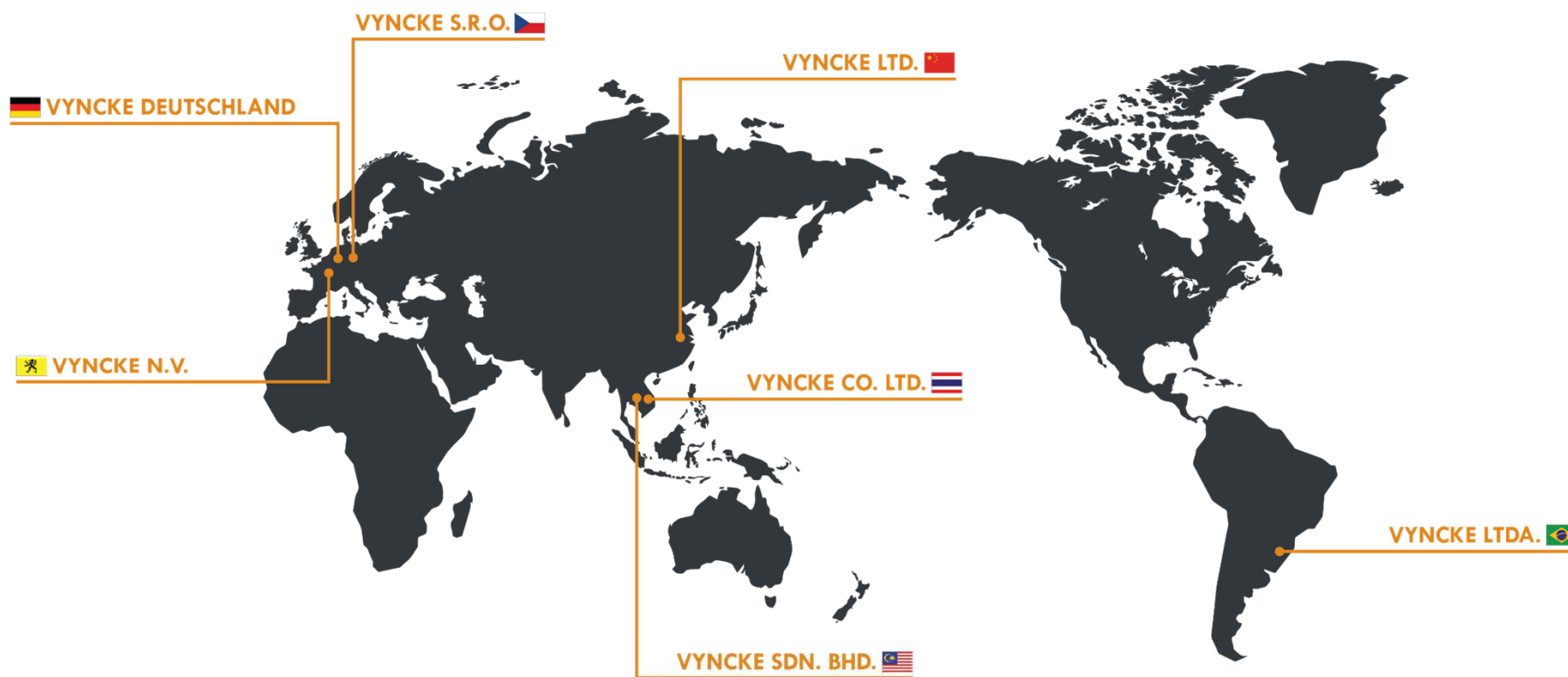
0,5 – 15 MWé



www.vyncke.com

CLEAN ENERGY TECHNOLOGY
VYNCKE

VYNCKE – Présentation générale : où nous sommes physiquement présent



www.vyncke.com

CLEAN ENERGY TECHNOLOGY
VYNCKE

VYNCKE – Expérience en DeNOx

Pas une nouvelle technologie

Premier système mis en service début 2000

Retour d'expérience

51 systèmes de DeNOx en opération, dont

- 18 sur des cogénérations
- 6 SCR
- 5 sont de « vrais » upgrades

Recours à la DeNOx reste marginal...

51 systèmes sur plus de **4000 installations**

...même si la tendance s'accélère

Depuis 2012, sur environ 200 chaudières, **40** systèmes ont été mis en service

Dont 29 en Europe de l'ouest



En règle générale, on essaie d'éviter l'utilisation de DeNOx !

Technologie/techniques constructives Bas-NOx

- Design adapté de la chambre de combustion
 - Optimisation du temps de résidence
 - Optimisation des excès d'air de combustion
- Distribution étagée des airs de combustion (primaire, secondaire, tertiaire)
- Utilisation de la recirculation des gaz de fumées (AP, AS, individuel)

En résumé : « **Fonctionner à 80% de la charge maximale d'un générateur donné** »

Inconvénients de la technologie/techniques Bas-NOx

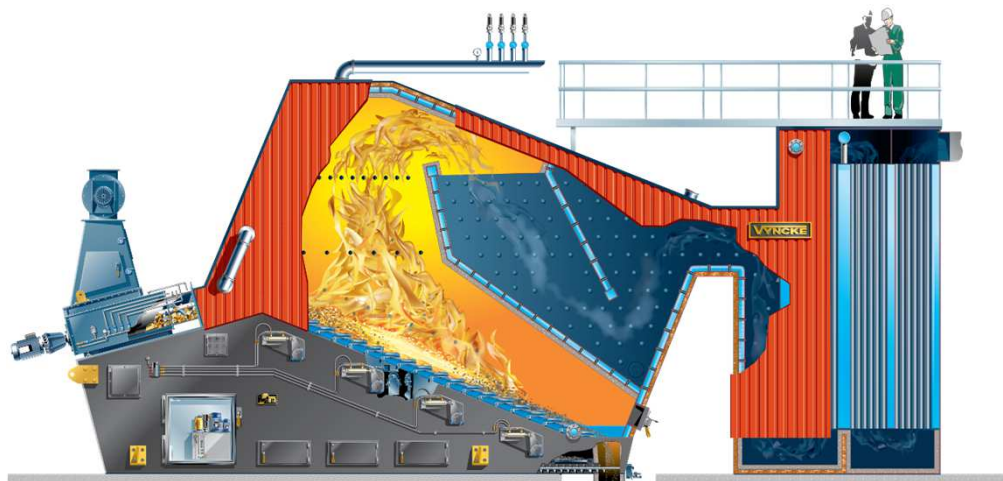
- Prix global
- Augmentation du minimum technique
- Augmentation de l'inertie / diminution de la réactivité
- Surconsommation électrique



VYNCKE – Exemple de l'évolution constructive d'une chaudière 8MW Eau chaude



2008



2014



www.vyncke.com

CLEAN ENERGY TECHNOLOGY
VYNCKE

DeNOx – Quand utiliser une DeNOx ?

D'où viennent les NOx dans les installations de combustion de biomasses ?

Principale cause de NOx : **Azote** (N) présent dans le **combustible**, avec **excès Oxygène** (O₂)

- Bois propre de scierie ou plaquettes, sans fines : $0,1\% < N < 0,5\%$
- Bois propre d'élagage ou présence de fines : $0,5\% < N < 1,0\%$
- Bois provenant de refus de compost : $0,5\% < N < 2,0\%$
- Agro-combustibles : $0,5\% < N < 2,5\%$

Limite de la technologie/technique Bas-NOx

En règle générale, **300 mg/Nm³** de NOx (MCP) peuvent être atteints pour des bois propres.



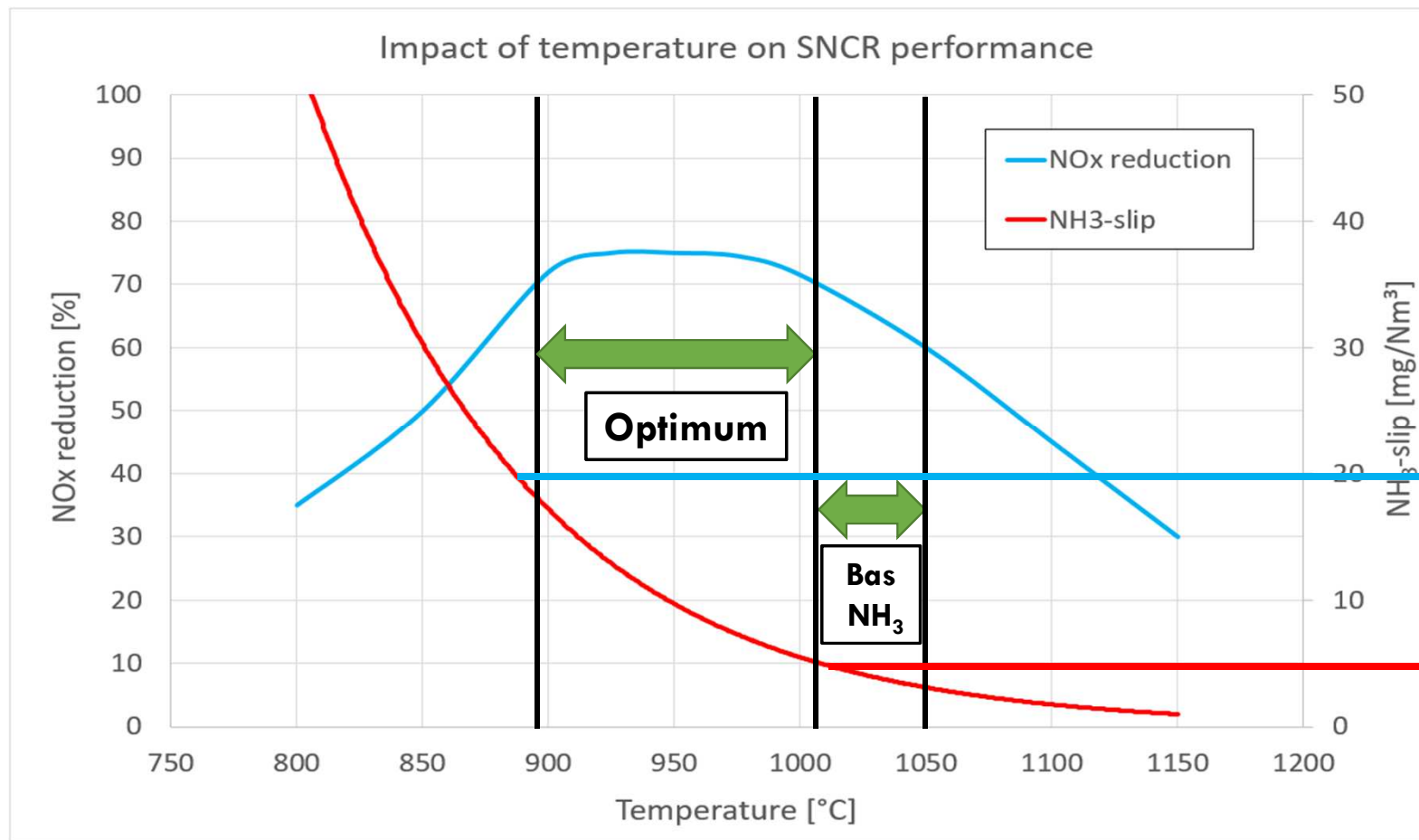
DeNOx – Systèmes disponibles - SNCR

SNCR (Réduction Sélective Non Catalytique)

- Réduction de 40 à 75% des NOx
 - Garantie de 200 mg/Nm³ en conditions « classique chauffage urbain »
 - Garantie 100 à 150 mg/Nm³ en conditions stables (charge / combustible)
- Température de post combustion : 850 à 1050°C
- Possibilité d'étagement des injections pour suivre au mieux les variations de charges



DeNOx – Systèmes disponibles - SNCR



20 mg/Nm³
Soumis à autorisation
préfectorale !

5 mg/Nm³ en base



DeNOx – Systèmes disponibles - SNCR

Inconvénients techniques

- **Émission de NH_3**
<5mg/Nm³ est presque impossible à charge/combustible variable dans la réalité !
- **Limitation** de la charge minimale
- **Limitation** de la variation du combustible
- Risque de **corrosion** de la chaudière



DeNOx – Systèmes disponibles - SNCR

Principaux impacts financiers

CAPEX

- Système lui-même, avec implantation des équipements
- Nécessité d'un **système de mesure des NOx en continu**
- Forte recommandation d'utiliser de **l'eau adoucie**

OPEX

- Utilisation **urée / ammoniacale**
- Utilisation **d'air comprimé** (20 à 50Nm³/h)
- Maintenance

Autres

- **Construction adaptée** de la chaudière (« upgrade » compliqué)
- Mesure en continu des NH₃ pas - encore - imposée



DeNOx – Systèmes disponibles - SCR

SCR (Réduction Sélective Catalytique)

- $\text{NO}_x < 100 \text{ mg/Nm}^3$
- Technologies
 - Haute T° : 300-400°C
 - Basse T° : 200-250°C

Inconvénients

- Haute T° avant filtration → charge en poussières élevées → **Empoisonnement du catalyseur**
 - Soit « usine à gaz »
 - Soit utilisation d'un système basse T° , mais limite d'utilisation de filtres à manches
- Complexité de fonctionnement si utilisation à charge chaudière réduite
- Coûts de maintenance à moyen terme

- Max 20 mg/Nm³ de SO_x dans les gaz de fumées
 - Système de DeSO_x
 - +10 à +25 % de cendres volantes



DeNOx – Systèmes disponibles – SNCR +SCR

HYBRIDE « SNCR + SCR »

- **Limite le glissement de NH_3**
- Pour atteindre des NOx très faibles

Inconvénients

On combine ceux de la SNCR et de la SCR !
(en éliminant presque complètement l'émission de NH_3)



DeNOx – Systèmes disponibles - Surcoûts

	LowNOx tech.	SNCR	SCR
CAPEX	100%	150%	400 - 600%
OPEX	10%	100%	50%
Maintenance	faible	moyen	Moyen à élevé (empoisonnement)
Performance Vs charge ou combustible	Stable	Sensible	Stable
Risques	NA	Corrosion Glissement NH₃	Empoisonnement du catalyseur



Conclusions – Conserver une vue d'ensemble

« Un système de DeNOx permet de réduire les niveaux de NOx, mais... »

...dans un contexte concurrentiel face aux énergies fossiles

- Augmente le CAPEX (Système DeNOx & systèmes annexes : eau déminéralisée, CEMS, etc.)
- Augmente l'OPEX (Additifs, utilités, maintenance, gestion des risques)
- Requiert des « opérateurs - techniciens » plus expérimentés et mieux formés

...dans un contexte où l'on demande de la flexibilité

- Limite la variation de combustible (Humidité, granulométrie, biomasses variées, etc.)
- Limite la variation de charge / Augmente l'inertie des générateurs
- Limite le minimum technique

...dans un contexte d'énergie verte

- Engendre un nouveau polluant atmosphérique (NH₃)
- Augmente le risque de pollution



Conclusions – Quand est-il logique d'utiliser une DeNOx ?

Les « bonnes » raisons

- Pour des limites NOx très faibles
Impliquant un abattement significatif des NOx
- Pour les agro-combustibles spécifiques

Les « bons » cas de figures

- Lorsque le process est stable (Cogénération) ou variations de charge limitées
- Lorsque le combustible est stable
- Pour la SNCR : autorisation à 20 mg/Nm³ en NH₃

Les « mauvaises » raisons

- Limites juste sous la norme ou presque atteignables sans DeNOx
Exemple : pour un combustible donné, imposer 250 mg/Nm³ là où 280 mg/Nm³ sont atteignable sans DeNOx...
- Composition moyenne n'est pas retenue pour le design (sélection/préparation combustible)

Exemple :

- Combustible 1 : 60% de volume annuel à N < 0,5 %
- Combustible 2 : 30% de volume annuel à N < 0,3 %
- Combustible 3 : **10%** de volume annuel à **N < 2,0 %**

