

29.01.2020

Réduction d'émissions: Origine des émissions et leur réduction

Philippe Picard

Viessmann Kraft-Wärme-Kopplung GmbH

Membre de Viessmann Group

Siège de la production et du service

Landsberg a. Lech Siège

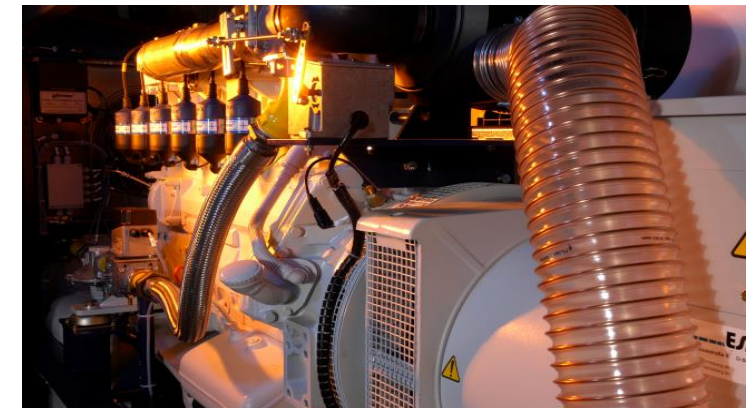
1983 Fondation

2008 Intégration à
Viessmann Group

~ 180 Employés

~ 5.000 Modules de
cogénération installés

~ 50 Mio. € Chiffre d'affaires



Viessmann Kraft-Wärme-Kopplung GmbH

Membre de Viessmann Group

Siège (production)



Au nouveau siège (construit en 2014) nous concevons, managons, produisons et testons tous nos modules de cogénération:

- ☐ Recherche et développement de nos cogénérations (Vitobloc 200)
- ☐ Production and logistique
- ☐ Support technique central pour les projets des départements commerciaux
- ☐ Management, achats et administration

Département service



Au département service (avant 2014 production & service) nous nous soucions de nos clients CHP-unités de cogénération avec nos services:

- ☐ Management des contrats de full-service (incluant le dépannage)
- ☐ Service coordination & service clients
- ☐ Service support pour nos techniciens (national & international)
- ☐ Formation & enseignement

Gamme de produits

Notre plage de puissance harmonieuse de 6 à 1000 kWe pour une adaptation optimale à vos projets

Gamme de produits

Description

Micro :

Moteurs atmosphériques à aspiration naturelle dans un design compact et silencieux qui offre un rendement global élevé avec une technologie de condensation intégrée et de longs intervalles de maintenance de 6.000 h.

Mini :

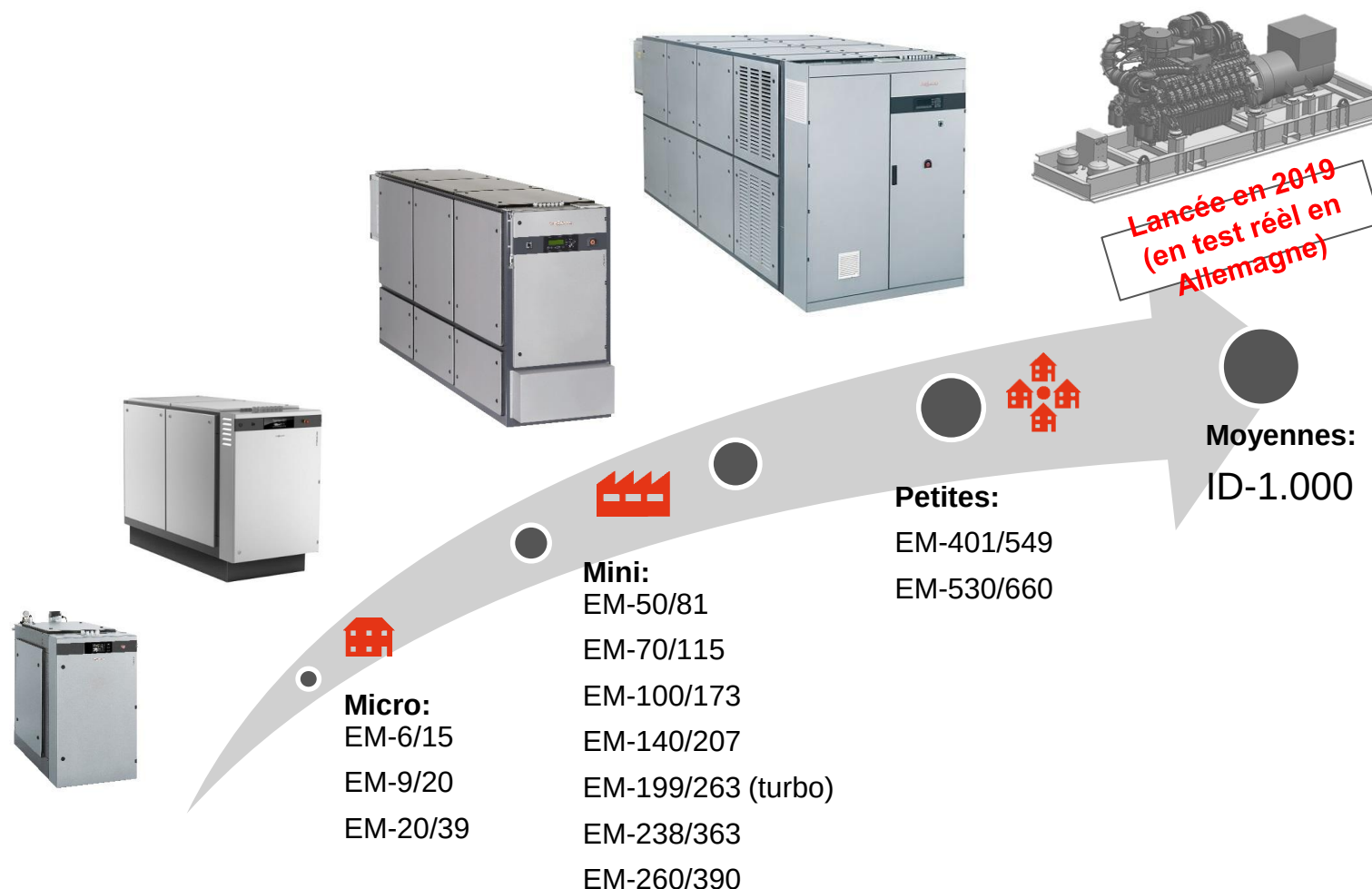
Moteurs atmosphériques (sauf EM-199/263 - turbo) de conception compacte et silencieuse pour une installation rapide et des coûts d'entretien réduits avec des intervalles d'environ 2.000 heures.

Petites :

Moteurs turbo compacts et silencieux pour une installation rapide et un rendement électrique élevé, même en cas de besoin avec technologie SCR intégrée.

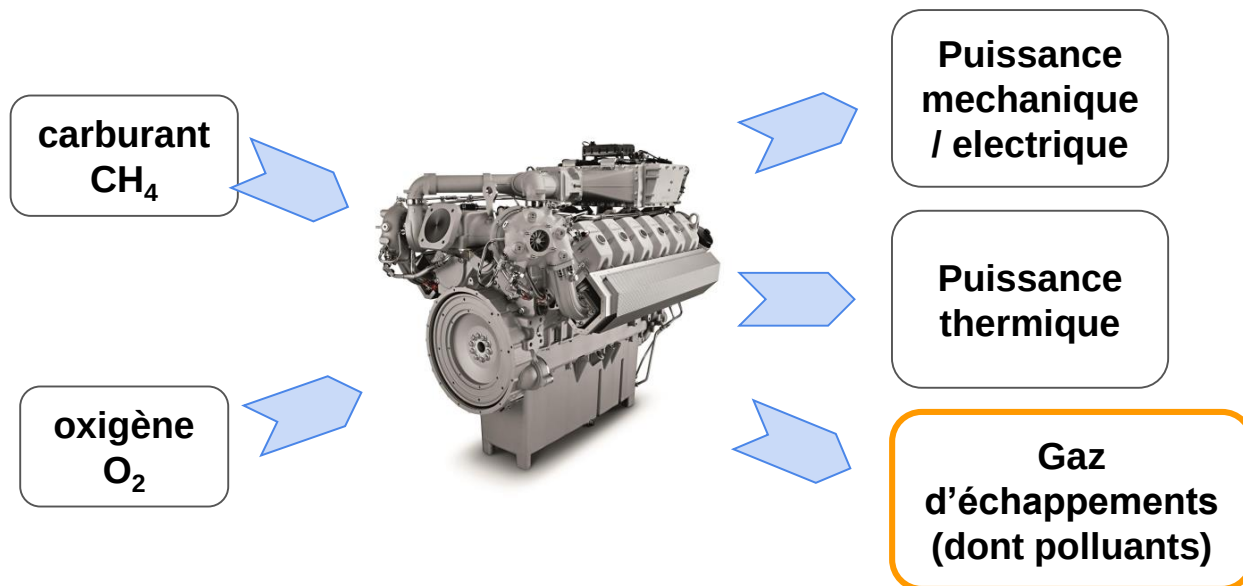
Tous nos produits sont équipés d'alternateurs synchrones, ce qui permet des solutions en îlotage ou hors réseau. Notre système de cogénération développé par nos soins et l'accès à distance permettent un fonctionnement et une surveillance optimaux.

Pour l'EM-199/263 et les petites : notre **conception configurable** permet la conception spécifique de votre unité de cogénération (par exemple : puissance d'émission, températures de chauffage, températures des gaz de combustion, équipement de l'armoire électrique, et bien plus encore).



Origine des émissions

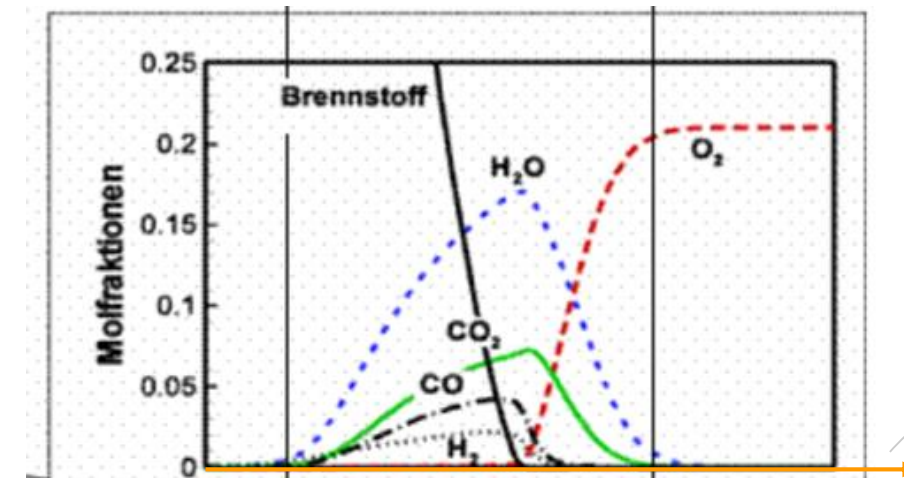
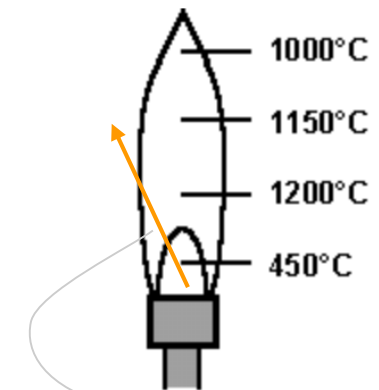
Moteur à combustion interne



Comment les polluants sont créés

La création de polluants dépend des conditions locales de combustion:

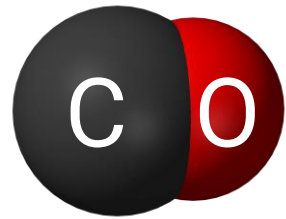
- ☐ Ratio local d'air λ
- ☐ Température locale de flamme
- ☐ Pression locale



Source: Homepage *Brennstoffverbrennung*,
<http://www.farago.info/job/Verbrennungen/DritteBrenner.htm>, 2019

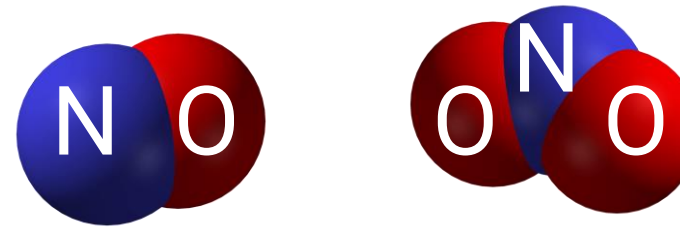
De quel type d'émissions parlons nous ? → Polluants !

Monoxyde de carbone - CO



- ☐ Gaz toxique
- ☐ Potentiel de réchauffement climatique* = ~2
- ☐ Brûle facilement
- ☐ Est généré principalement lors de combustions incomplètes

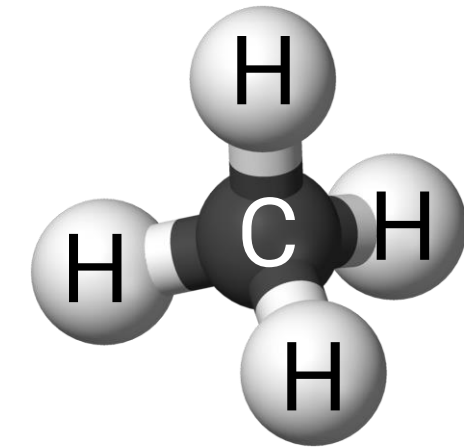
Gaz nitreux - N_xO_y



- ☐ Gaz toxique(s)
- ☐ Potentiel de réchauffement climatique* = ~ 300
- ☐ 2 principaux dérivés: NO, NO₂

*en équivalent CO₂

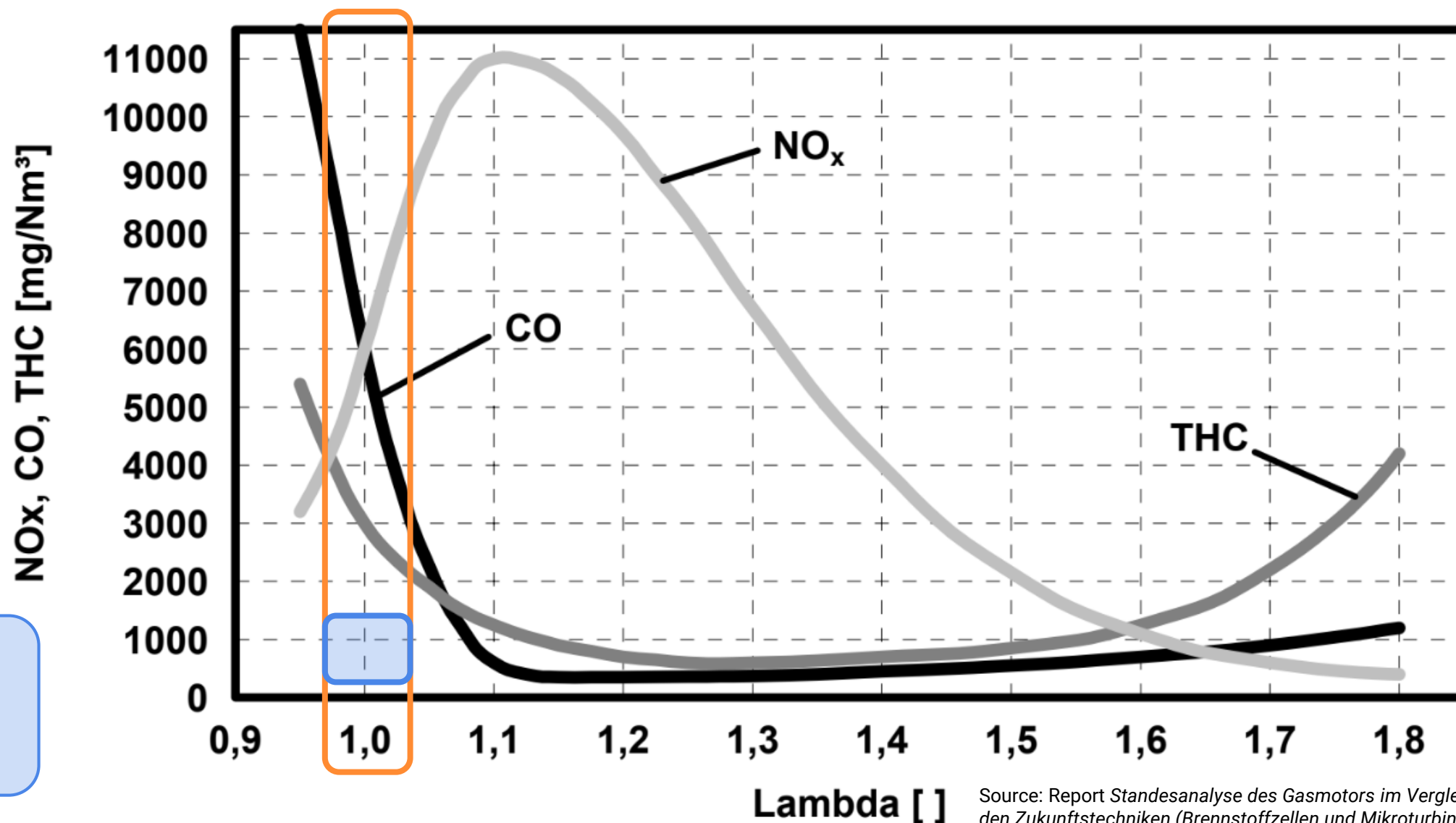
Hydrocarbures totales (imbrûlés) - THC



- ☐ Carburant
- ☐ Potentiel de réchauffement climatique* = ~ 25
- ☐ Composant principal du gaz naturel: CH₄ = méthane
- ☐ Plusieurs dérivés: C_xH_y (ex. butane, propane, essence, gasoil,...)

Emissions d'un moteur à combustion interne → $\lambda = 1$

Moteurs atmosphériques:
EM-6, 9, 20, 50, 70, 100, 134, 140, 260



Limites d'émissions

[mg/Nm³]

THC = 1.300
CO = 50 - 250
NOx = 50 - 250

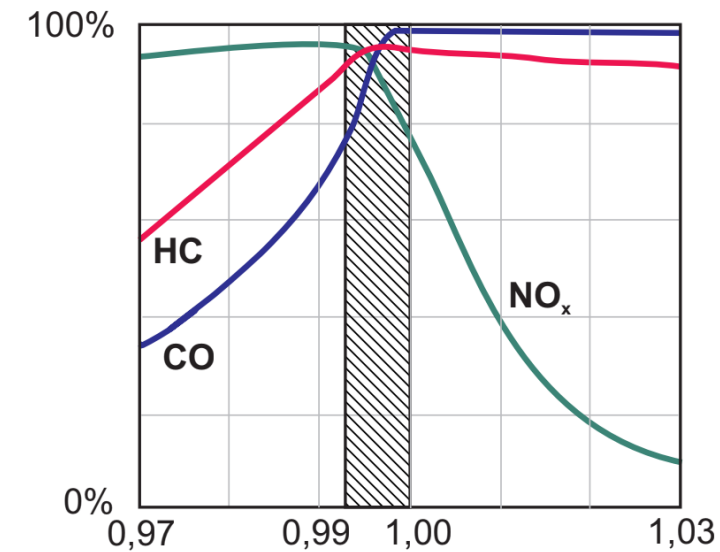
Source: Report Standesanalyse des Gasmotors im Vergleich zu den Zukunftstechniken (Brennstoffzellen und Mikroturbine) bei der Nutzung von aus Biomasse gewonnenen Kraftstoffen, Dr. G.R. Herdin) © Viessmann Group

Emissions d'un moteur à combustion interne → $\lambda = 1$

Moteur Stoechiométrique ($\lambda = 1$)

- ❑ Grande plage d'émissions (CO, NO_x, THC)
- ❑ Un catalyseur 3-voies peut réduire toutes les émissions
- ❑ La taille du catalyseur influence le niveau d'émissions des gaz d'échappement

Contexte technique

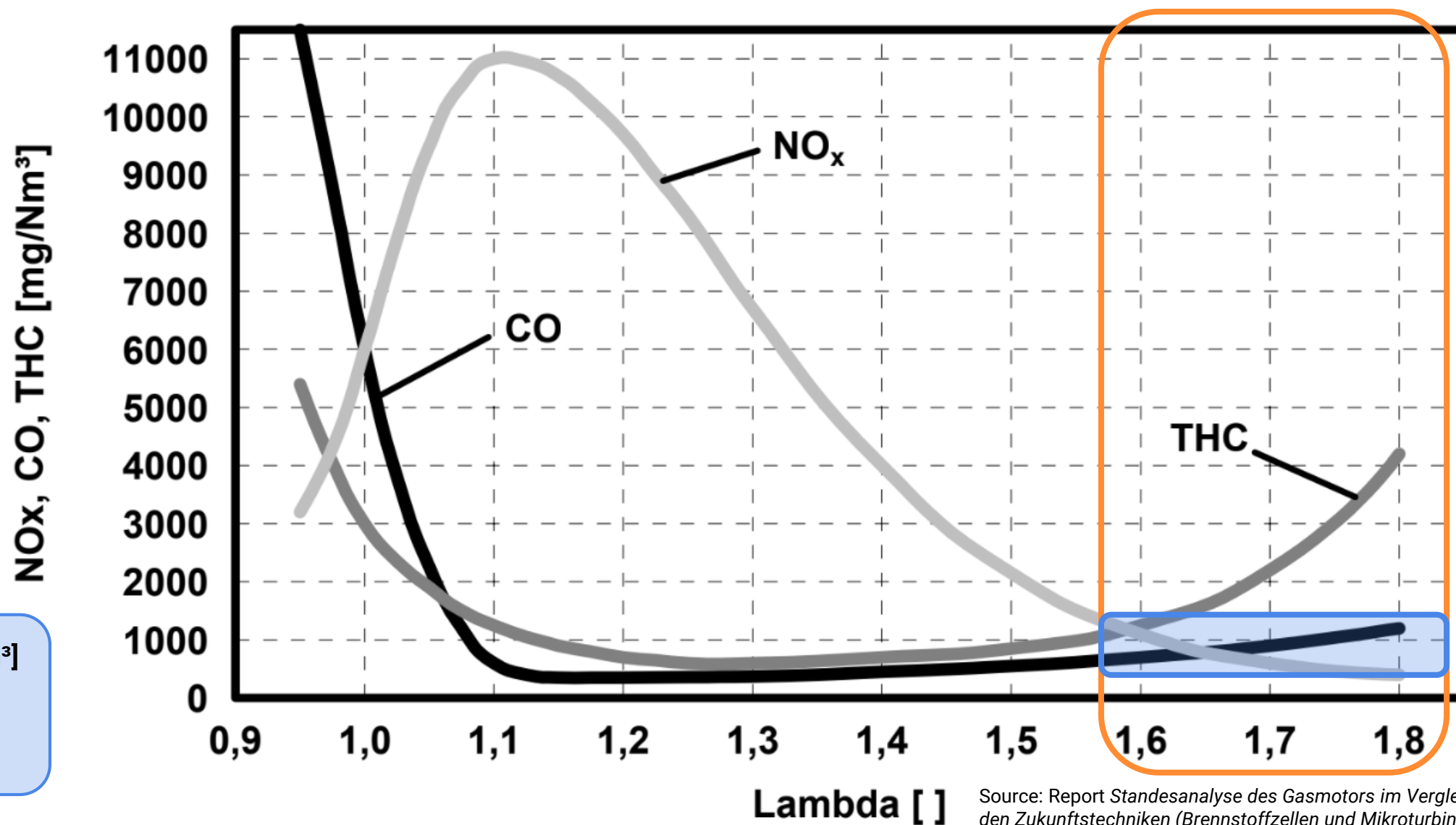


Taux de conversion des catalyseurs 3-voies pour les NO_x, CO et THC

Source: Dissertation of Jan Koob *Detaillierte Modellierung der Pt-katalysierten Schadstoffminderung in Abgasen moderner Verbrennungsmotoren*, Karlsruhe, 2008

Emissions d'un moteur à combustion interne $\rightarrow \lambda > 1$

Tous les moteurs suralimentés par turbo:
EM-199, 401, 430, 530, 1000



Limites d'émissions [mg/Nm³]

THC	= 1.300
CO	= 100 - 300
NO _x	= 100 - 500

Source: Report Standesanalyse des Gasmotors im Vergleich zu den Zukunftstechniken (Brennstoffzellen und Mikroturbine) bei der Nutzung von aus Biomasse gewonnenen Kraftstoffen, Dr. G.R. Herdin) © Viessmann Group

Emissions d'un moteur à combustion interne → $\lambda > 1$

Moteur turbocompressé ($\lambda > 1$)

- ❑ CO peut être réduit par oxydation catalytique
- ❑ **THC** ne peuvent pas être réduits (les températures dans le catalyseur ne sont pas assez élevées)
- ❑ **NO_x** ne peuvent pas être réduits par une catalyse standard

Cas N°1

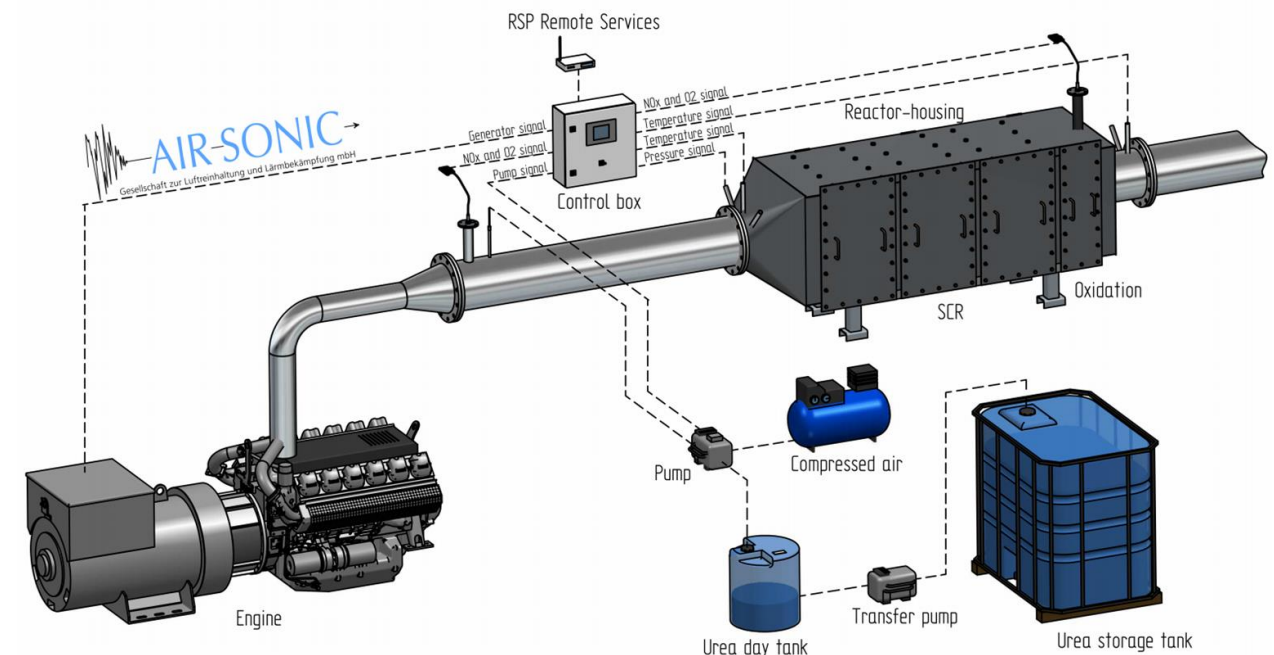
- ❑ Réduire le λ pour que les émissions soient OK (meilleur cas < 250 NO_x)
- ❑ Le rendement électrique sera réduit

Cas N°2

- ❑ Optimiser le rendement électrique
- ❑ Post-traitement nécessaire → Système SCR

Contexte technique

- ❑ Système SCR pour réduction des NO_x seulement



Réduction des NOx :

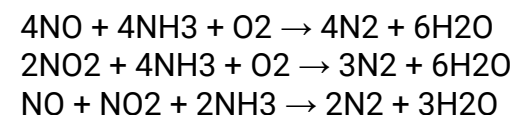
Technologie SCR pour les variantes Low-NOx < 250 mg/Nm³ avec moteurs turbo

Le procédé de la réduction catalytique sélective (SCR)

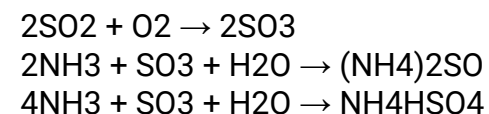
La réduction catalytique sélective (RCS) est un moyen de convertir les oxydes d'azote, également appelés NOx à l'aide d'un catalyseur, en azote diatomique (N₂) et en eau (H₂O). Un réducteur gazeux, généralement de l'ammoniac anhydre, de l'ammoniac aqueux ou de l'AdBlue, est ajouté à un flux de gaz de combustion ou d'échappement et est adsorbé sur un catalyseur. Dioxyde de carbone, le CO₂ est un produit de réaction lorsque l'AdBlue est utilisé comme réducteur.

Les systèmes commerciaux de réduction catalytique sélective se trouvent généralement sur les grandes chaudières de services publics, les chaudières industrielles et les chaudières à déchets solides municipaux et il a été démontré qu'ils réduisent les NOx de 70 à 95 %. Les applications plus récentes comprennent les moteurs diesel, comme ceux que l'on trouve sur les grands navires, les locomotives diesel, les turbines à gaz et même les automobiles.

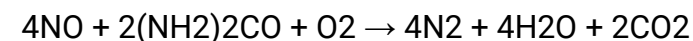
La réaction de réduction des NOx a lieu lorsque les gaz traversent la chambre catalytique. Avant d'entrer dans la chambre du catalyseur, l'ammoniac, ou dans le monde automobile mieux connu sous le nom d'AdBlue, est injecté et mélangé avec les gaz. L'équation chimique pour une réaction stoechiométrique utilisant de l'ammoniac anhydre ou aqueux pour un procédé de réduction catalytique sélective est :



Avec plusieurs réactions secondaires:



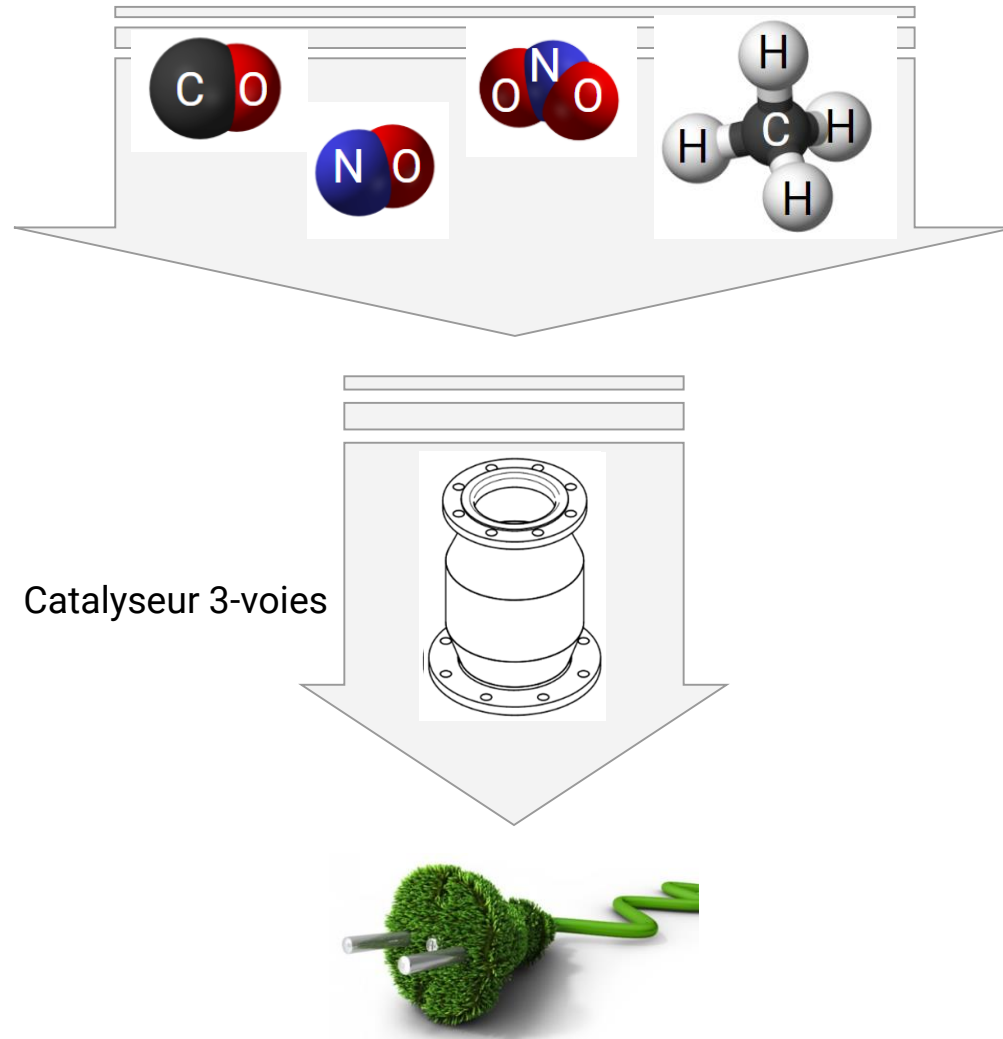
La réaction pour l'urée au lieu de l'ammoniac anhydre ou aqueux est la suivante:



La réaction idéale a une plage de température optimale comprise entre 630 et 720 K, mais peut fonctionner de 500 à 720 K avec des temps de séjour plus longs. La température minimale effective dépend des différents combustibles, des constituants gazeux et de la géométrie du catalyseur. D'autres réducteurs possibles sont l'acide cyanurique et le sulfate d'ammonium.

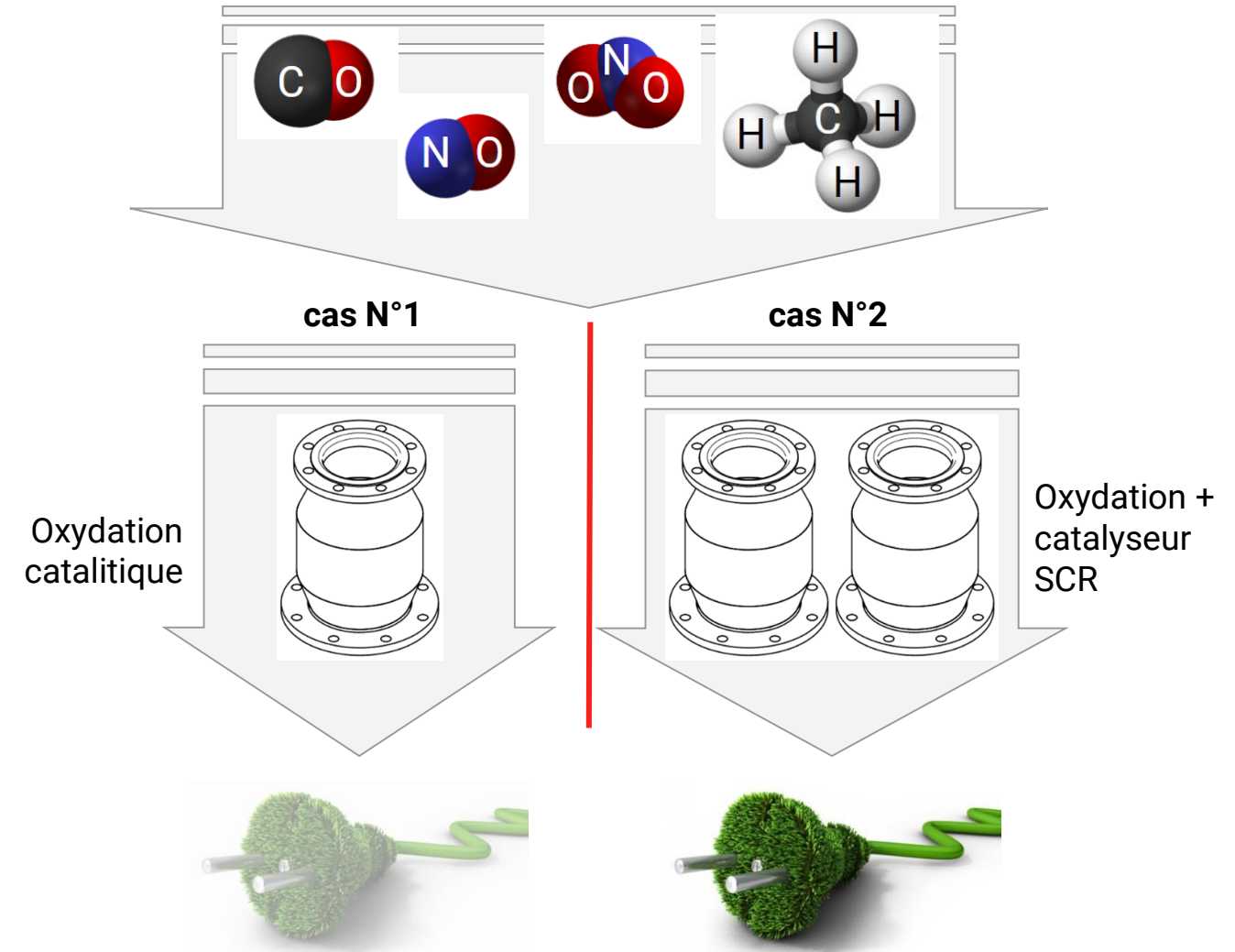
En résumé

Moteur Stoechiometrique ($\lambda = 1$)



Intégration à l'intérieur des modules

Moteur Turbo ($\lambda > 1$)



Merci pour

