

A close-up photograph of a green industrial engine, likely a diesel engine, with several orange cables connected to it. The engine is painted a vibrant green and has a complex, curved shape. The cables are bright orange and have black protective sleeves at the connection points. The background is dark and out of focus, showing more of the engine and some mechanical parts.

# **2G Solutions**

**ÉMISSIONS DE NOX: FACTEURS DE VARIABILITÉ  
DES ÉMISSIONS ET SOLUTIONS**



## Sommaire

<b>1.</b>	<b>Qui sommes nous</b>
<b>2.</b>	<b>Situation du marché</b>
<b>3.</b>	<b>Formation de NOx</b>
<b>4.</b>	<b>Solutions pour la réduction de NOx</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusions</b>



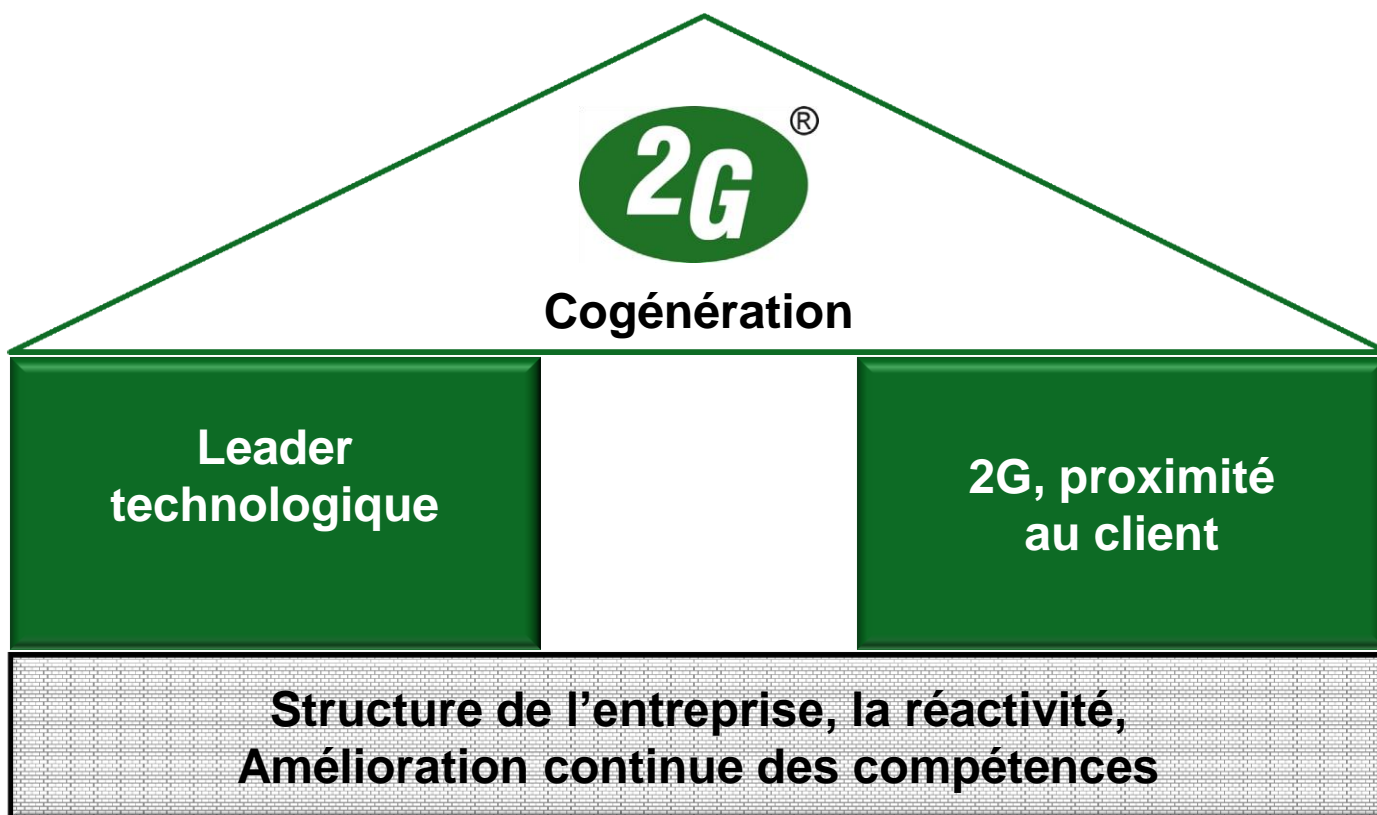
## Sommaire

<b>1.</b>	<b>Qui sommes nous</b>
<b>2.</b>	<b>Situation du marché</b>
<b>3.</b>	<b>Formation de NOx</b>
<b>4.</b>	<b>Solutions pour la réduction du NOx</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusions</b>



## Qui sommes nous?

### Modèle du succès de l'entreprise





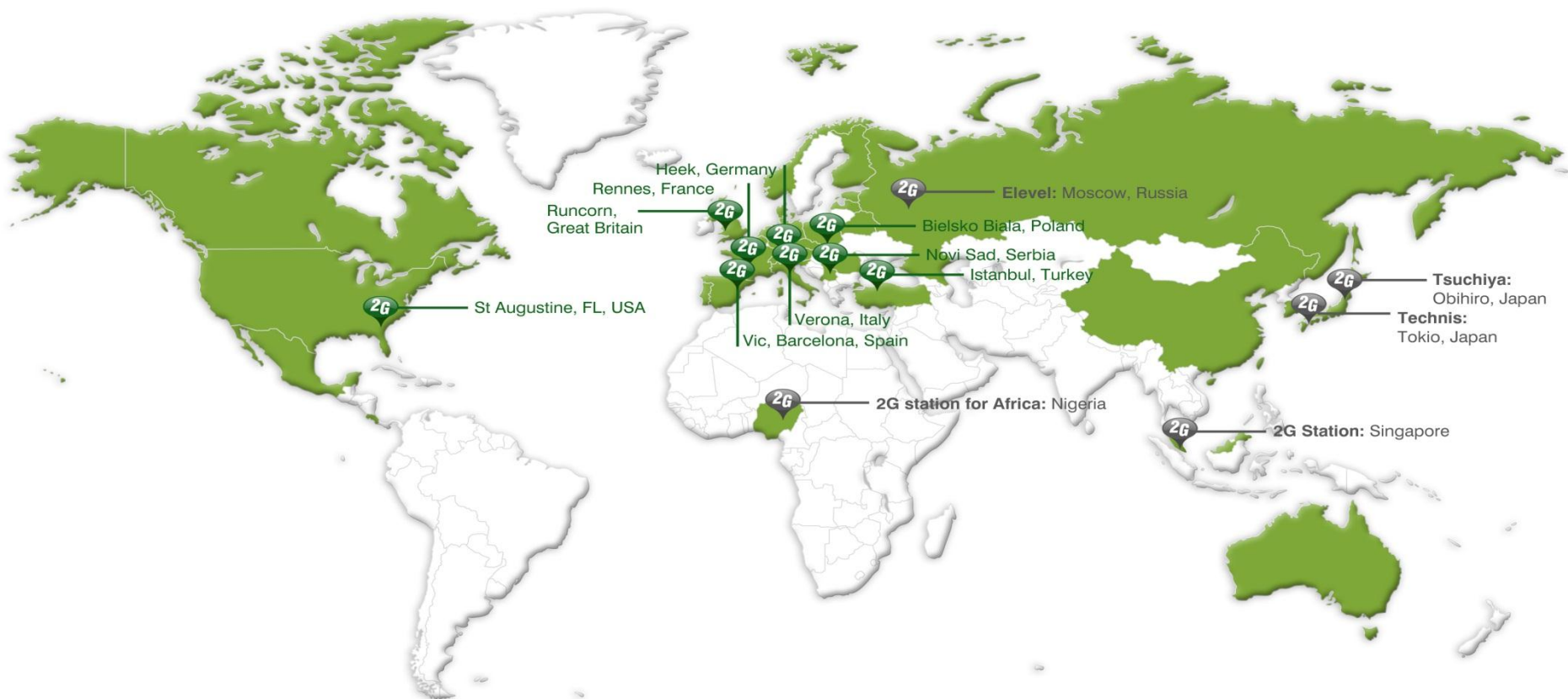
# Le positionnement de 2G

## Compétences clés

- Expert en cogénération
- Plus de 3000 unités vendues
- Développent de l'**agenitor**
  - Meilleur rendement du marché
- Qualité et durabilité des composants
- Solutions complètes
- Service après-vente de haute qualité

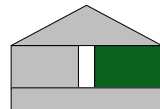








## Qui sommes nous?



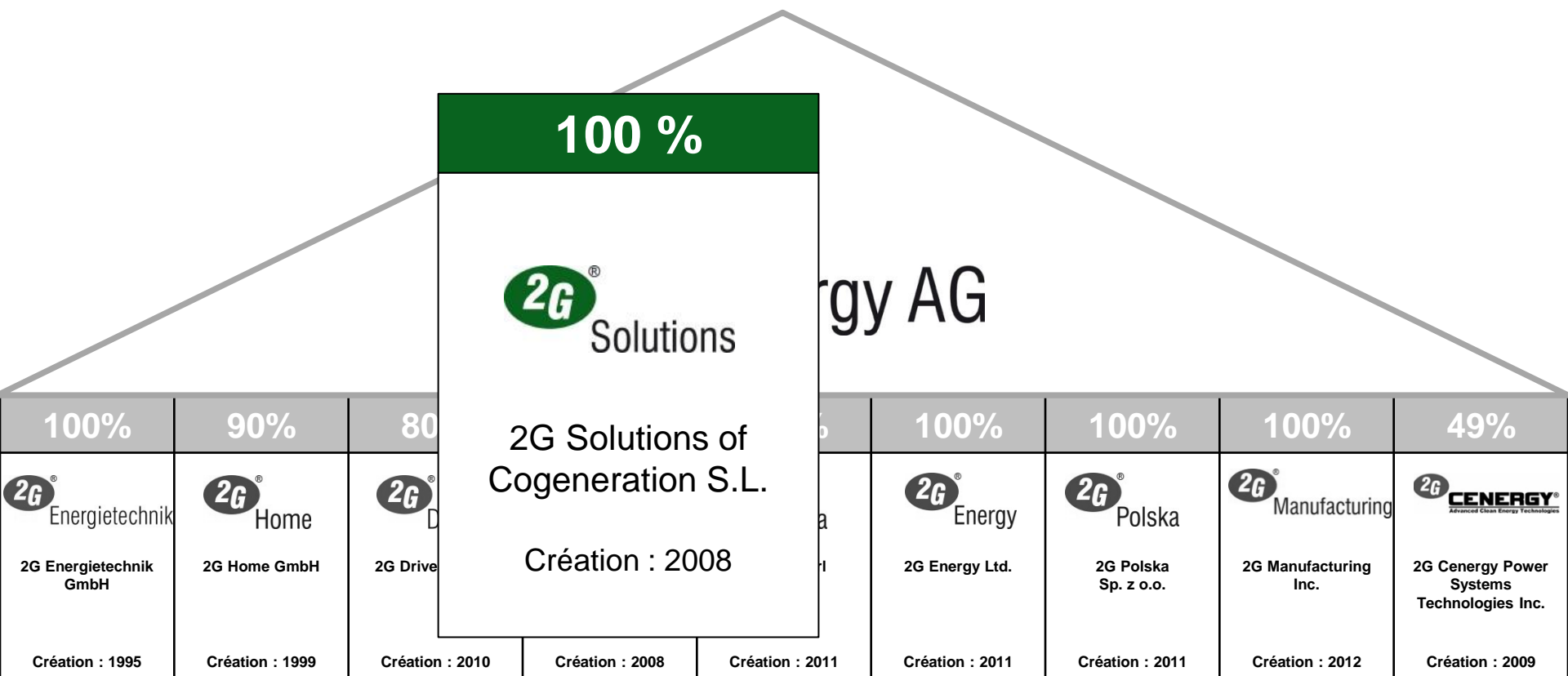
### Le groupe 2G



100%	90%	80%	90%	100%	100%	100%	100%	49%
<b>2G<sup>®</sup></b> Energietechnik	<b>2G<sup>®</sup></b> Home	<b>2G<sup>®</sup></b> Drives	<b>2G<sup>®</sup></b> Solutions	<b>2G<sup>®</sup></b> Italia	<b>2G<sup>®</sup></b> Energy	<b>2G<sup>®</sup></b> Polska	<b>2G<sup>®</sup></b> Manufacturing	<b>2G<sup>®</sup></b> <b>CENERGY<sup>®</sup></b> <small>Advanced Clean Energy Technologies</small>
2G Energietechnik GmbH	2G Home GmbH	2G Drives GmbH	2G Solutions	2G Italia Srl	2G Energy Ltd.	2G Polska Sp. z o.o.	2G Manufacturing Inc.	2G Cenergy Power Systems Technologies Inc.
Création: 1995	Création: 1999	Création: 2010	Création: 2008	Création: 2011	Création: 2011	Création: 2011	Création: 2012	Création: 2009



## 2G en France





A map of France and its surrounding regions, including parts of Belgium, the Netherlands, Switzerland, Italy, Spain, and the United Kingdom. The map shows major cities, rivers, and geographical features. Three green circles with the '2G' logo are placed on the map, indicating 2G network coverage in the north, west, and south-east of France.





## Qui sommes nous

### Gamme 2G

Gamme	Puissance	Type de gaz
<b>G-Box</b>	20 à 50 kW	Gaz naturel
<b><i>filius</i></b> <sup>®</sup>	50 à 150 kW	Biogaz
<b>2G-KWK-Serie</b>	100 à 400 kW	Gaz naturel / Biogaz
<b><i>agenitor</i></b> <sup>®</sup>	200 à 450 kW	Gaz naturel / Biogaz
<b><i>avus</i></b> <sup>®</sup>	500 à 2.000 kW	Gaz naturel / Biogaz





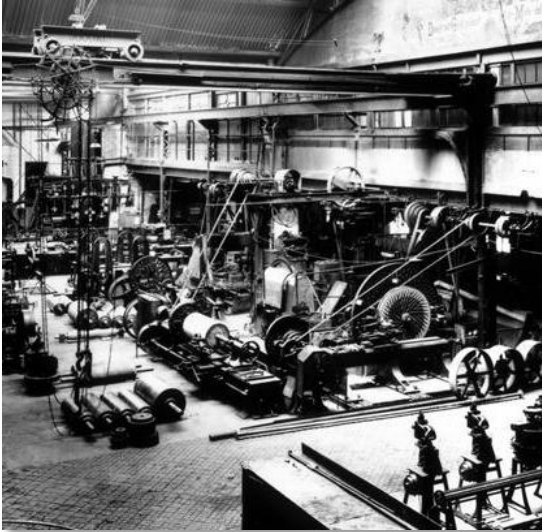
## Sommaire

<b>1.</b>	<b>Qui sommes nous</b>
<b>2.</b>	<b>Situation du marché</b>
<b>3.</b>	<b>Formation de NOx</b>
<b>4.</b>	<b>Solutions pour la réduction de NOx</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusions</b>





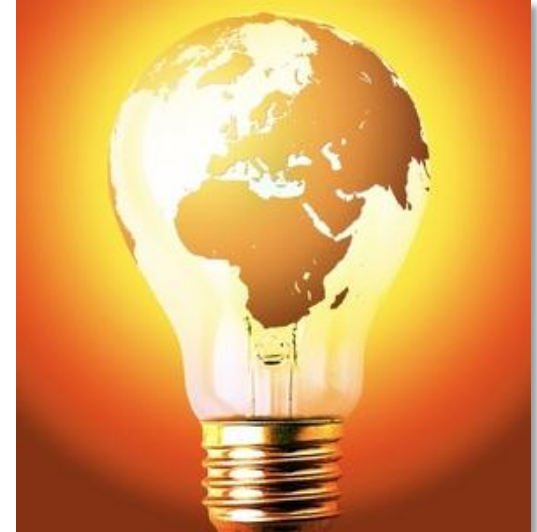
## Forces du marché



Industrialisation



Numérisation



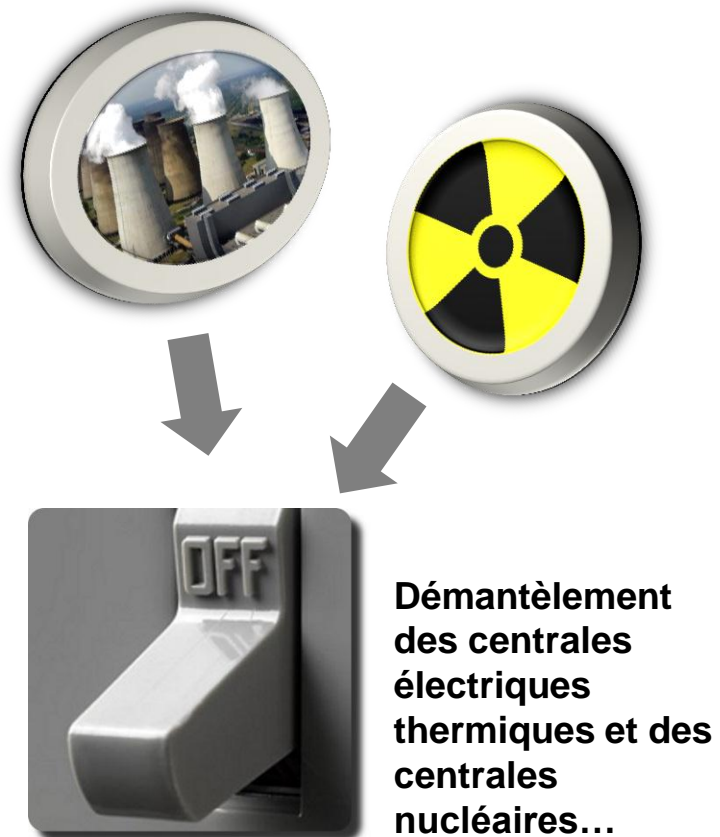
Décentralisation de la  
production d'énergie

Etapes de l'évolution technique



## Forces du marché

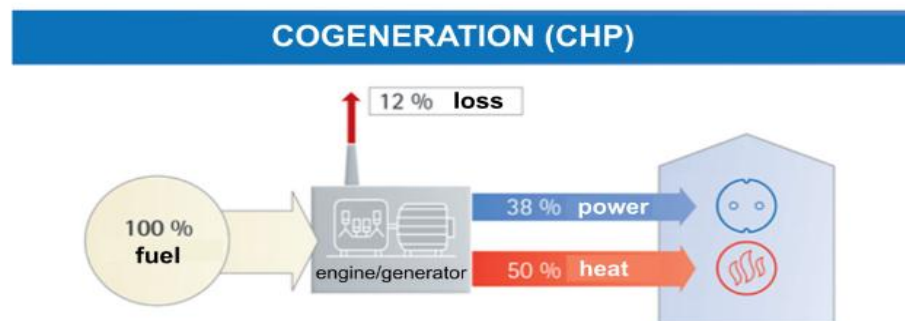
### La transition énergétique



... vers un approvisionnement continu par les énergies renouvelables...



... via notamment les modules de cogénération, fonctionnant également au gaz naturel, avec un haut rendement.

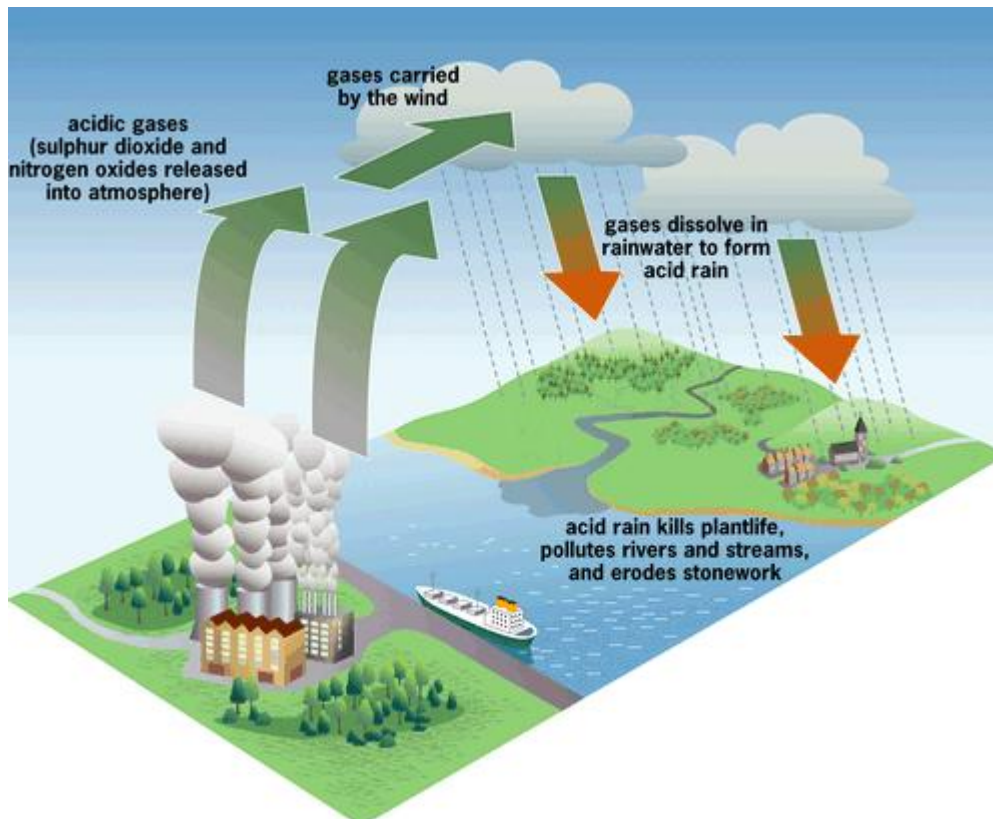




## Emissions $\text{NO}_x$

### Pollution de l'environnement

- Les  $\text{NO}_x$  contribuent à la formation de SMOG (pollution de l'air) présent dans les grandes villes, et sont susceptibles d'être à l'origine de la formation d'acide nitrique, qui dissolu dans l'humidité atmosphérique, est un composant des pluies acides.





## Restrictions NO<sub>x</sub> en France

Textes de références			
Polluant	ICPE 2910-B Enregistrement	ICPE 2910-C Déclaration	ICPE 2910-C Enregistrement
Poussières (mg/Nm <sup>3</sup> )	4 @ 15% O <sub>2</sub>	10	10
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	450 @ 15% O <sub>2</sub>	1200	1200
Oxydes de soufre en équivalent SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	40 @ 15% O <sub>2</sub>	100	100
Oxydes d'azote en équivalent NO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	<b>100 @ 15% O<sub>2</sub></b>	<b>525</b>	<b>270</b>
HCL (mg/m <sup>3</sup> )		10	10
HF (mg/m <sup>3</sup> )		15	5
Composés organiques volatils non méthaniques (mg/m <sup>3</sup> )		50	50
Formaldéhyde (mg/m <sup>3</sup> )	15@ 15% O <sub>2</sub>	40	40
Ammoniac (mg/m <sup>3</sup> )		20	20



## Sommaire

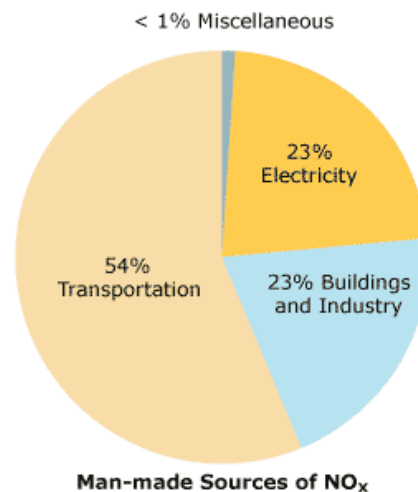
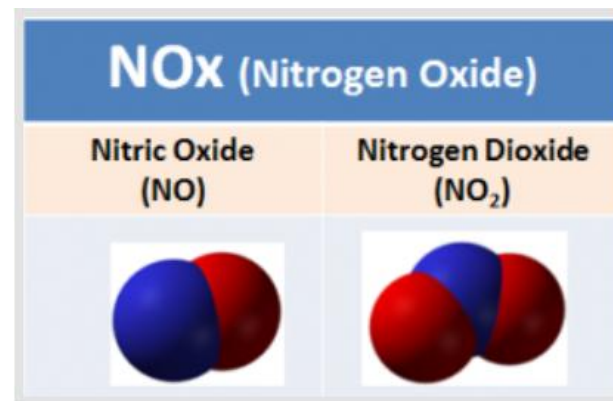
<b>1.</b>	<b>Qui sommes nous</b>
<b>2.</b>	<b>Situation du marché</b>
<b>3.</b>	<b>Formation de NOx</b>
<b>4.</b>	<b>Solutions pour la réduction de NOx</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusions</b>



## Formation de NO<sub>x</sub>

### Formation de NO<sub>x</sub>

- NO<sub>x</sub> est un terme générique pour NO et NO<sub>2</sub> (oxyde d'azote et dioxyde d'azote)
- La combustion d'un carburant produit un certain niveau de NO<sub>x</sub> du aux températures élevées et à la présence de l'oxygène et de l'azote dans la combustion de l'air, comme dans le carburant
- Les NO<sub>x</sub> produits lors de la combustion sont composés de 90-95% de NO. Le reste est du NO<sub>2</sub>



Plus la température est élevée plus la quantité de NO<sub>x</sub> est importante



## NO<sub>x</sub> dans la combustion des moteurs-mélange de combustion

- Valeur Lambda :

Le facteur **lambda** communément désigné par la lettre grecque " $\lambda$ " correspond à la proportion air / combustible (en poids) dans le mélange qui entre dans le cylindre d'un moteur de cycle Otto , comparée à la proportion stœchiométrique du mélange idéal, de 16 parts d'air en poids pour 1 part de carburant en poids (100% CH<sub>4</sub>).

A   $\lambda$  signifie un **mélange pauvre**

A   $\lambda$  signifie un **mélange riche**





# NO<sub>x</sub> dans la combustion des moteurs-mélange de combustion

## Mélange pauvre



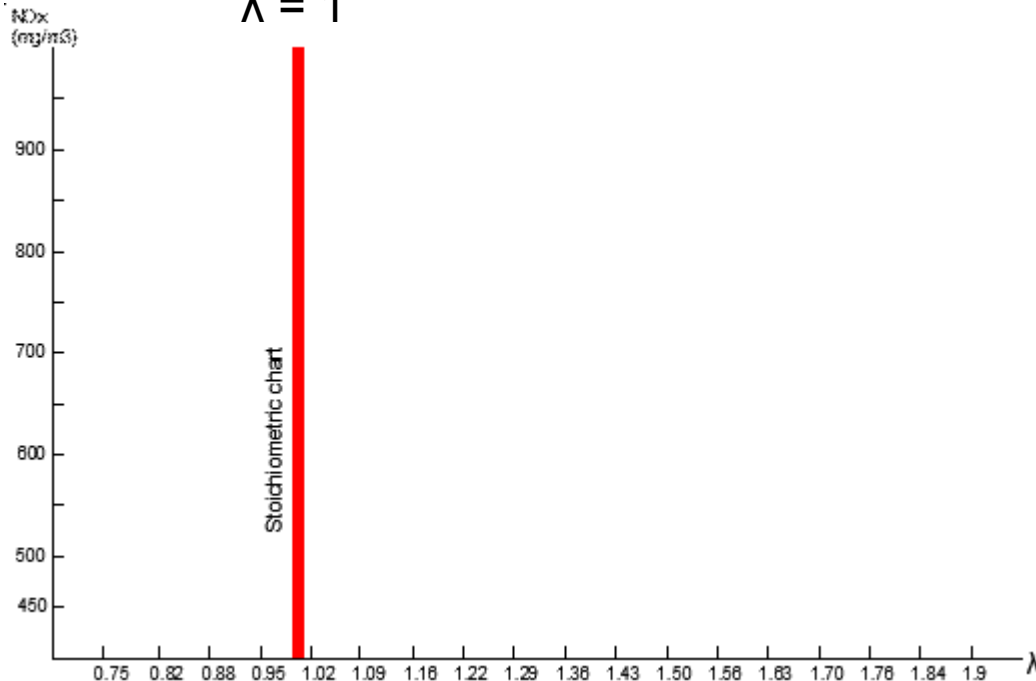
- Le mélange stœchiométrique est 1g/gaz pour 16gair ( $\lambda=1$ ) pour 100%CH<sub>4</sub>. Le paramètre lambda  $\lambda$  réponds au mélange actuel en comparaison avec le schéma stœchiométrique. Une valeur plus élevée de lambda indique un mélange pauvre, une valeur plus basse de lambda indique un mélange riche.
- Les moteurs à gaz peuvent fonctionner avec des mélanges plus pauvres, ce qui diminue les pics de température de la combustion, réduisant aussi la formation de NO<sub>x</sub>.

\*Tableau de référence, les valeurs peuvent ne pas correspondre aux valeurs actuelles.



# NO<sub>x</sub> dans la combustion des moteurs-mélange de combustion

$\lambda = 1$



## Mélange pauvre

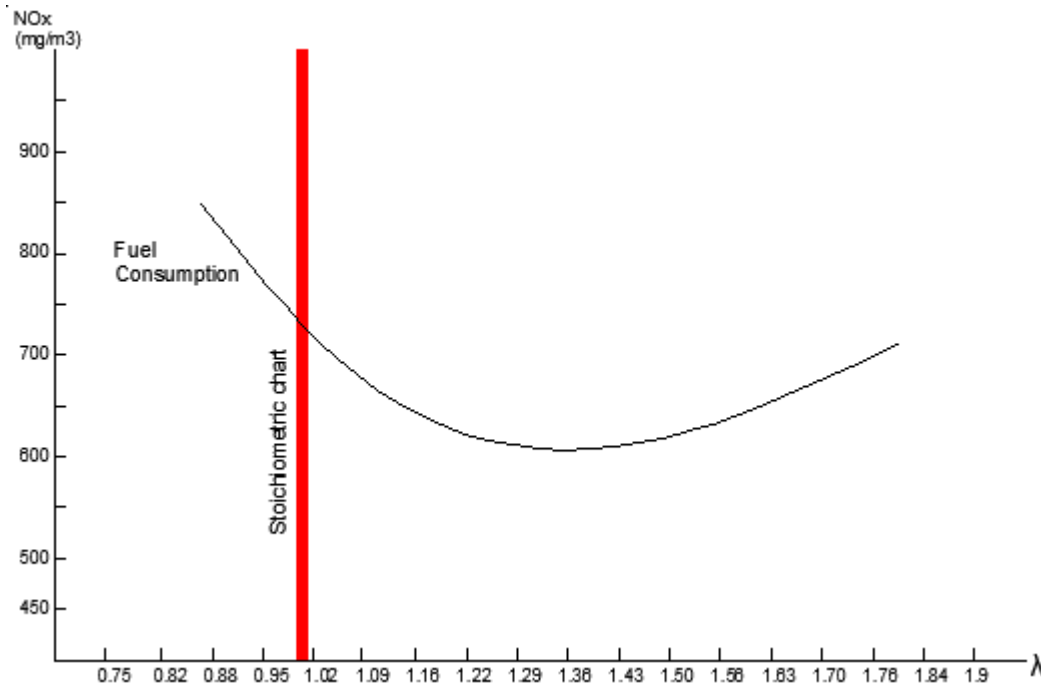
- Le mélange stœchiométrique est 1g/gaz pour 16gair ( $\lambda=1$ ) pour 100%CH<sub>4</sub>. Le paramètre lambda  $\lambda$  réponds au mélange actuel en comparaison avec le schéma stœchiométrique. Une valeur plus élevée de lambda indique un mélange pauvre, une valeur plus basse de lambda indique un mélange riche.
- Les moteurs à gaz peuvent fonctionner avec des mélanges plus pauvres, ce qui diminue les pics de température de la combustion, réduisant aussi la formation de NO<sub>x</sub>.

\*Tableau de référence, les valeurs peuvent ne pas correspondre aux valeurs actuelles.



# NO<sub>x</sub> dans la combustion des moteurs-mélange de combustion

## Mélange pauvre



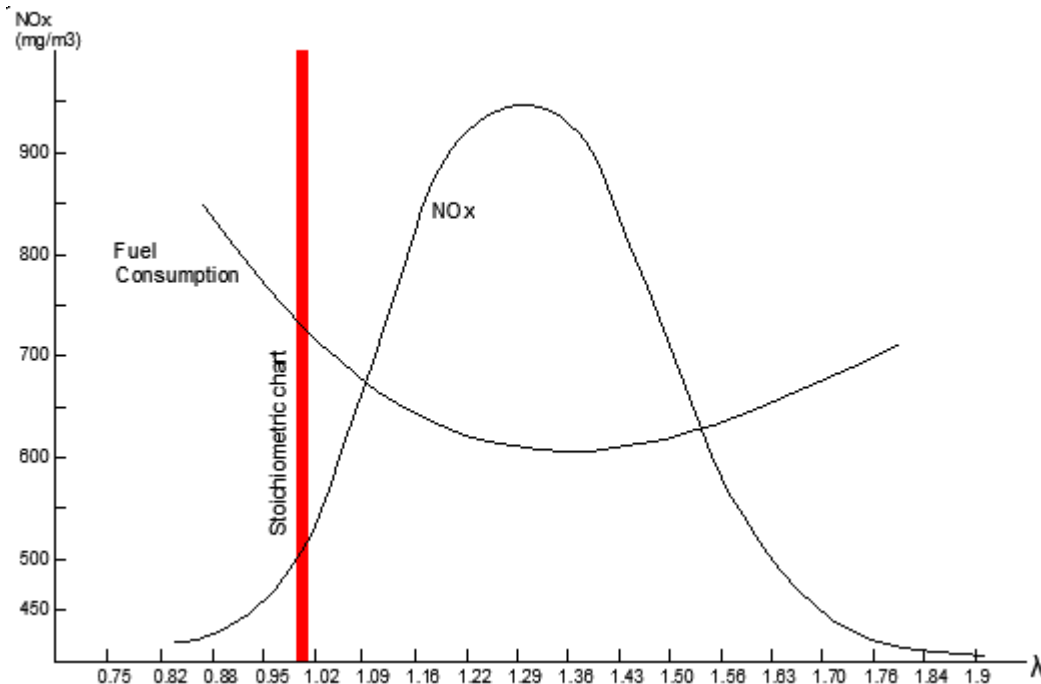
- Le mélange stœchiométrique est 1g/gaz pour 16g/air ( $\lambda=1$ ) pour 100%CH<sub>4</sub>. Le paramètre lambda  $\lambda$  réponds au mélange actuel en comparaison avec le schéma stœchiométrique. Une valeur plus élevée de lambda indique un mélange pauvre, une valeur plus basse de lambda indique un mélange riche.
- Les moteurs à gaz peuvent fonctionner avec des mélanges plus pauvres, ce qui diminue les pics de température de la combustion, réduisant aussi la formation de NO<sub>x</sub>.

\*Reference table, the values may not mach the actual values.



# NO<sub>x</sub> dans la combustion des moteurs-mélange de combustion

## Mélange pauvre



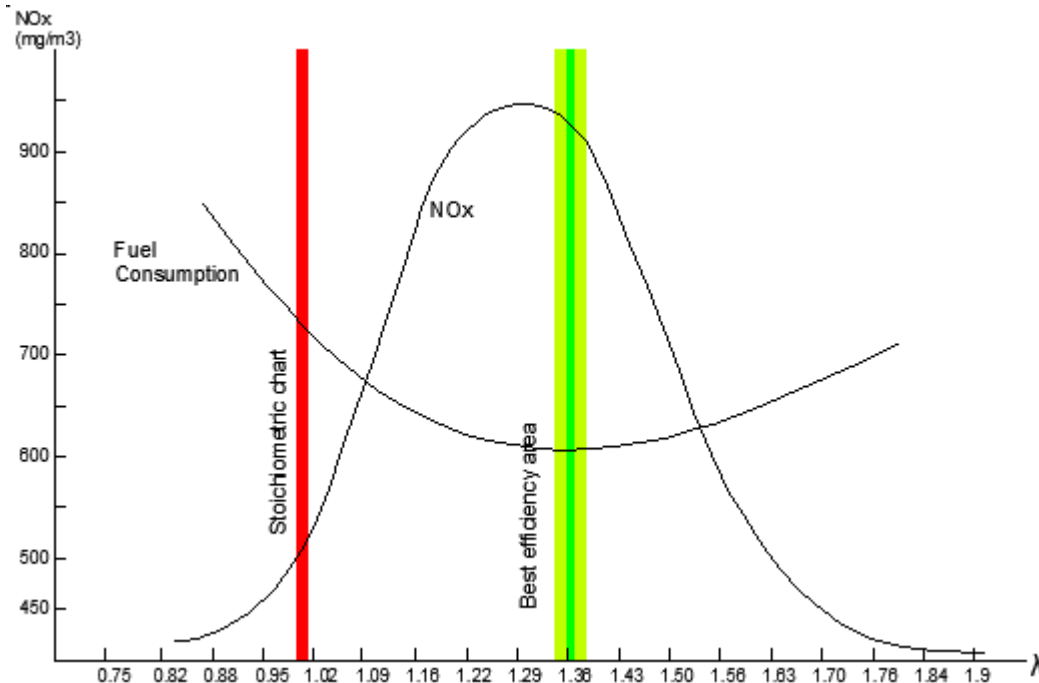
- Le mélange stœchiométrique est 1g/gaz pour 16g/air ( $\lambda=1$ ) pour 100%CH<sub>4</sub>. Le paramètre lambda  $\lambda$  réponds au mélange actuel en comparaison avec le schéma stœchiométrique. Une valeur plus élevée de lambda indique un mélange pauvre, une valeur plus basse de lambda indique un mélange riche.
- Les moteurs à gaz peuvent fonctionner avec des mélanges plus pauvres, ce qui diminue les pics de température de la combustion, réduisant aussi la formation de NO<sub>x</sub>.

\*Tableau de référence, les valeurs peuvent ne pas correspondre aux valeurs actuelles.



# NO<sub>x</sub> dans la combustion des moteurs-mélange de combustion

## Mélange pauvre



- Le mélange stœchiométrique est 1g/gaz pour 16g/air ( $\lambda=1$ ) pour 100%CH<sub>4</sub>. Le paramètre lambda  $\lambda$  réponds au mélange actuel en comparaison avec le schéma stœchiométrique. Une valeur plus élevée de lambda indique un mélange pauvre, une valeur plus basse de lambda indique un mélange riche.
- Les moteurs à gaz peuvent fonctionner avec des mélanges plus pauvres, ce qui diminue les pics de température de la combustion, réduisant aussi la formation de NO<sub>x</sub>.

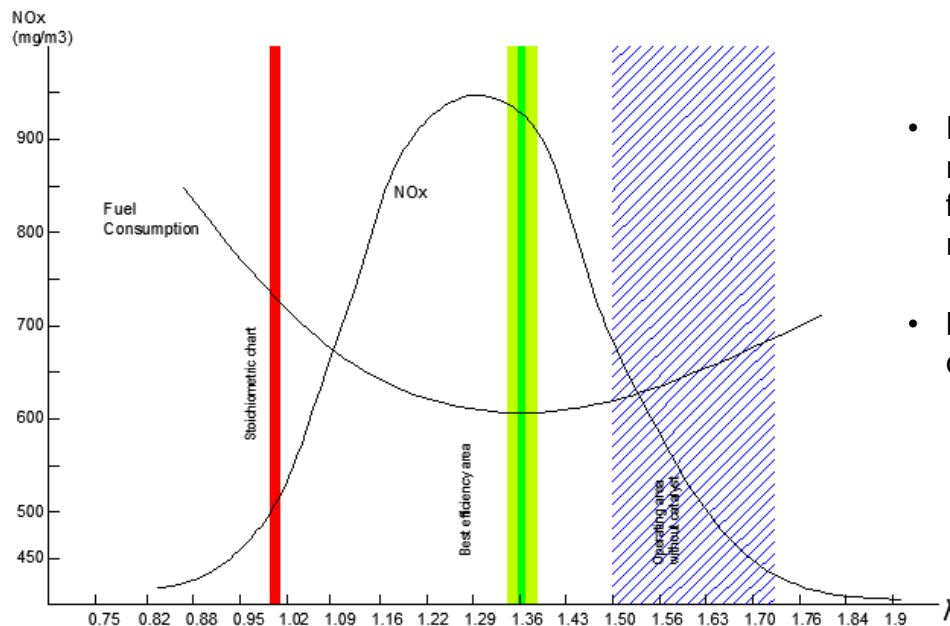
\*Tableau de référence, les valeurs peuvent ne pas correspondre aux valeurs actuelles.





# NO<sub>x</sub> dans la combustion des moteurs-mélange de combustion

## Mélange pauvre



- Fonctionner avec des mélanges trop pauvres peut diminuer le rendement du moteur. Les moteurs 2G sont conçus pour fonctionner avec des mélanges pauvres et garder un haut rendement avec un niveau de NO<sub>x</sub> de 500 mg/m<sup>3</sup>.
- La limitation d'émission implique le réglage du moteur, dans certains cas, le rendement est limité par ce réglage.

\*Tableau de référence, les valeurs peuvent ne pas correspondre aux valeurs actuelles.





# Changements de la puissance/ restriction de NO<sub>x</sub>

## Influences externes:

- **Biogaz avec un faible pourcentage de CH<sub>4</sub> :**
  - Pourcentage élevé de CO<sub>2</sub> ➡ Ratées d'allumage
  - Grand volume de mélange ➡ Le chargeur de turbo ne fournit pas le volume nécessaire
  - Pour compenser, si nous changeons le Lambda ➡ Résultat: augmentation de NO<sub>x</sub>
- **Température ambiante élevée:**
  - Les molécules de l'air sont plus séparées ➡ Le moteur a besoin d'aspirer un plus grand volume d'air
  - Le turbo ne peut pas compresser ce volume d'air et le résultat est une perte de puissance.

**Pour se conformer aux restrictions de NO<sub>x</sub>, la valeur lambda ne peut être changée.**



## Sommaire

<b>1.</b>	<b>Qui sommes nous</b>
<b>2.</b>	<b>Situation du marché</b>
<b>3</b>	<b>Formation de NOx</b>
<b>4.</b>	<b>Solutions pour la réduction de NOx</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusions</b>



## NO<sub>x</sub> dans la combustion des moteurs

### Réduction de NO<sub>x</sub>

- **Catalyseur**
- **Réglage du point d'allumage**
- **Ajustement du Lambda**
- **Construction de la chambre de combustion**

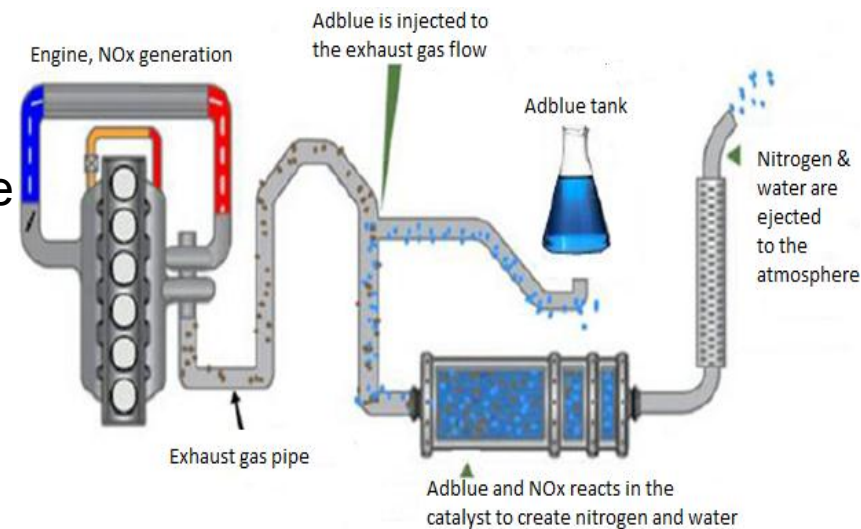




## Réduction NO<sub>x</sub> post-combustion

### Catalyseur SCR

- Le catalyseur SCR (réduction catalytique sélective) est utilisé pour réduire les NO<sub>x</sub> après la combustion.
- Utiliser un doseur spécifique et des injecteurs adaptés, l'urée peut être injectée dans la ligne d'échappement. Les éléments réagissent ensemble dans la chambre catalytique pour être transformé en azote et eau.
- Cette technique nécessite un apport constant d'urée.
- L'efficacité de cette technique peut aller jusqu'à 95% de réduction de NO<sub>x</sub>.



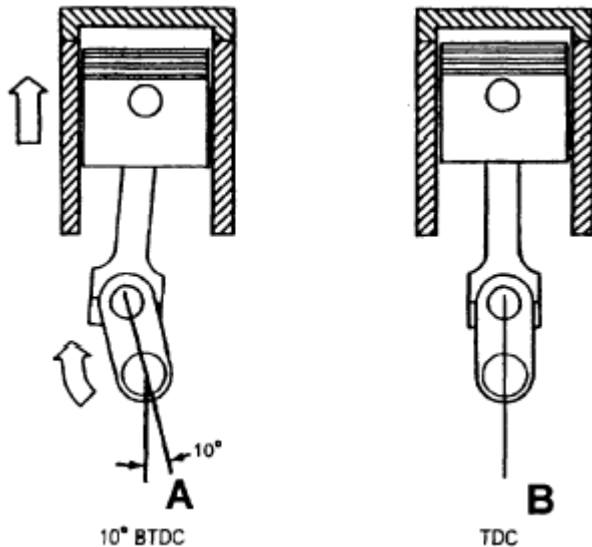




# NO<sub>x</sub> dans la combustion moteur– réglage du point d'allumage

## Réglage du point d'allumage

- Opération à 22° BTDC
  - Pics de température et pression élevés
  - Combustion plus lente: temp. d'échappement plus basse
  - Lambda plus élevé
  - Meilleur rendement
  - Plus lent, meilleur fonctionnement
- Opération à <22° BTDC
  - Pics de température et pression plus bas
  - temp. d'échappement élevée
  - Emission plus faible de NO<sub>x</sub>





## NO<sub>x</sub> dans la combustion moteur – ajustement de Lambda

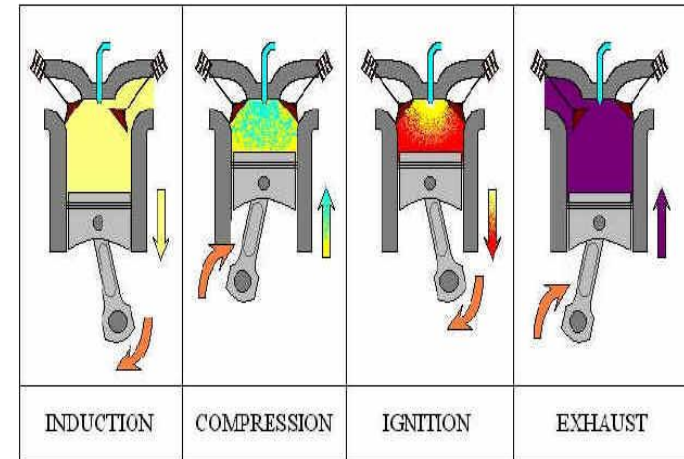
Réglage du point d'allumage au taux de compression max sans détonation



Rendement max



Réduction du Lambda pour se conformer au niveau de NO<sub>x</sub>



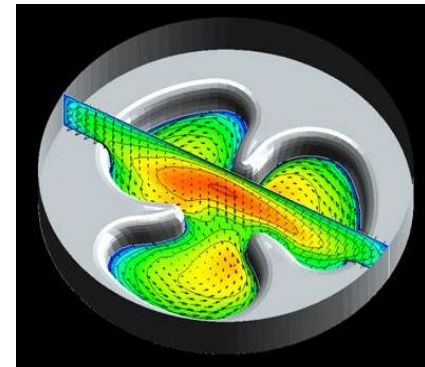


## NO<sub>x</sub> dans la combustion moteur –construction de la chambre de combustion

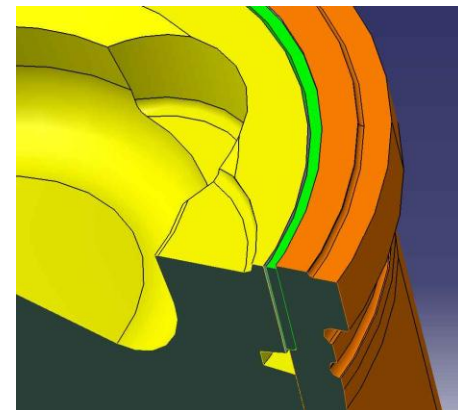
La géométrie spécifique de la chambre de combustion (turbulence dans le mélange gaz, compression...) et la conception de l'allumage.

C'est pourquoi l'**agenitor** est en mesure d'atteindre des valeurs NO<sub>x</sub> plus basses.

AVL Tri flow



2G / TUG / PGES





## Emission de NO<sub>x</sub> vs rendement de moteurs 2G

Modèle		Puissance électrique	Rendement électrique à 500 mg/m <sup>3</sup> de NO <sub>x</sub> à 5% O <sub>2</sub>	Rendement électrique à 270 mg/m <sup>3</sup> de NO <sub>x</sub> à 5% O <sub>2</sub>
filius <sup>®</sup>	filius <sup>®</sup> 104	50	35,3%	Utilisant SCR KAT
	filius <sup>®</sup> 204	64	36,3%	Utilisant SCR KAT
	filius <sup>®</sup> R04	75	38,0%	Utilisant SCR KAT
	filius <sup>®</sup> 106	100	38,0%	Utilisant SCR KAT
	filius <sup>®</sup> 206	150	38,2%	Utilisant SCR KAT
KWK	2G KWK-190 B	190	38,7%	Utilisant SCR KAT
	2G KWK-250 B	250	38,8%	Utilisant SCR KAT
	2G KWK-370 B	370	38,8%	Utilisant SCR KAT



## Emission de NO<sub>x</sub> vs rendement de moteurs 2G

Modèle		Puissance électrique	Rendement électrique à 500 mg/m <sup>3</sup> de NO <sub>x</sub> à 5% O <sub>2</sub>	Rendement électrique à 270 mg/m <sup>3</sup> de NO <sub>x</sub> à 5% O <sub>2</sub>
agenitor®	agenitor® 206	220	40,6%	37,1%
	agenitor® 406	250	42,5%	40,2%
	agenitor® 408	300	41,5%	39,5%
	agenitor® 312	400	40,1%	38,6%
	avus® 500plus	550	42,5%	40,0%



## Emission de NO<sub>x</sub> vs rendement de moteurs 2G

Modèle		Puissance électrique	Rendement électrique à 500 mg/m3 de NO <sub>x</sub> à 5% O <sub>2</sub>	Rendement électrique à 270 mg/m3 de NO <sub>x</sub> à 5% O <sub>2</sub>
avus <sup>®</sup>	avus <sup>®</sup> 500plus	550	42,5%	40,0%
	avus <sup>®</sup> 500a	527	40,5%	Disponible
	avus <sup>®</sup> 500b	637	40,4%	Disponible
	avus <sup>®</sup> 500c	600	41,6%	Disponible
	avus <sup>®</sup> 800a	835	39,9%	Disponible sur demande
	avus <sup>®</sup> 800b	889	42,0%	41,6%
	avus <sup>®</sup> 1000a	1064	40,9%	Disponible
	avus <sup>®</sup> 1000b	1189	42,1%	41,7%
	avus <sup>®</sup> 1000c	1200	41,3%	Disponible
	avus <sup>®</sup> 1500b	1487	42,2%	41,8%
	avus <sup>®</sup> 1500c	1560	40,9%	Disponible
	avus <sup>®</sup> 2000c	2000	41,2%	Disponible



## agenitor

### Leadership technologique sur les modules de cogénération jusqu'à 500 kW

- Augmentation du rendement électrique
- Augmentation de la robustesse
- Haute qualité et performance prouvées
- agenitor est devenu un nom de marque
- Forts partenariats avec des experts internationaux de moteurs gaz et des universités
- Banc d'essai moteur







# Agenitor

## Innovation technique - agenitor 406

- Pistons acier/ technologie 4 soupapes/ long stroke
- Puissance électrique 250 kW
- **Rendement électrique jusqu'à 42,5% pour 500mg/m3 NOX**
- **Rendement électrique jusqu'à 40,2% pour 270mg/m3 NOX**
- En 2012 *the first small series* ont été installés avec succès





## Sommaire

<b>1.</b>	<b>Qui sommes nous</b>
<b>2.</b>	<b>Situation du marché</b>
<b>3.</b>	<b>Formation de NOx</b>
<b>4.</b>	<b>Solutions pour la réduction de NOx</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusions</b>



## Conclusions

Besoin écologique pour réduire les émissions NOx

Plus la température est élevée plus la quantité de NOx est importante

Diminution interne des Nox :

- **Réglage du point d'allumage**
- **Ajustement du Lambda**
- **Construction de la chambre de combustion**

Diminution externe des Nox: SCR Catalyseur

Merci de votre attention!

Judit Serra Marsal

Gérante

**2G Solutions**

ZA du Hil – 3 rue des artisans,  
35230 Noyal Châtillon/Seiche

Anselm Clavé, 08500 Vic,  
Barcelona

j.marsal@2-g.com

[www.2-g.fr](http://www.2-g.fr)

