



## Impacts des variations de la qualité du gaz H dans les usages industriels

Rémy Cordier GDF SUEZ / CRIGEN

## ■ Impacts des variations de la qualité du gaz H dans les usages industriels

### □ La GAD ne s'applique pas aux usages industriels

- Sauf appareils pour chauffage des locaux
- Installations gaz industrielles couvertes par d'autres Directives (Machines, PED, ATEX,..) ou règlements (ICPE, code du travail,..)

### □ Sensibilité des équipements thermiques industriels

- Critères de sensibilité
- Procédés sensibles
- Solutions correctrices : informations, mesures, régulation

### □ Cas particuliers

- Cas des usages matières premières
- Turbines à gaz et moteurs à gaz



## ■ Les principaux usages du gaz naturel dans les applications thermiques industrielles

### □ L'industrie et le gaz naturel en France :

- Industrie = 35% du gaz naturel consommé soit 180 TWh
- Gaz naturel = 30% de l'énergie consommé dans l'industrie
- 85% en usage thermique (dont la moitié sous chaudière)  
15% usage matière 1<sup>ère</sup>

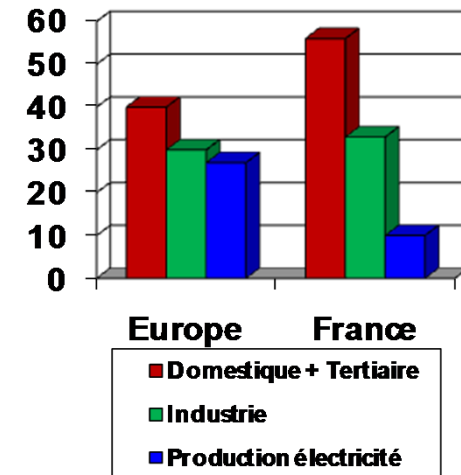
### □ Les applications « basse » température :

- Production eau chaude et vapeur
- Séchage, chauffage des liquides
- Principaux secteurs concernés : Chimie, IAA, Papier

### □ Les applications « haute » température :

- Fusion, raffinage, traitements thermiques
- Cuisson, réchauffage
- Principaux secteurs concernés :
  - ➔ Sidérurgie, industries de l'aluminium et autres non-ferreux
  - ➔ Industrie des matériaux : verre, céramique, chaux, ciment,...

GDF SUEZ



## ■ Impacts de la qualité des réglages de combustion dans l'industrie

### □ Rôle des réglages de combustion :

- Maîtrise du débit calorifique (puissance) et du taux d'aération (excès d'air mais parfois défaut d'air) d'un brûleur industriel

### □ Comme dans les usages domestiques ou tertiaires, la qualité des réglages de combustion a un impact :

- Sur la sécurité (ex : éviter la formation incontrôlée de CO)
- Sur l'efficacité énergétique (rendement de combustion)
  - ➔ Effet d'autant plus sensible que la température des fumées est élevée
- Sur les émissions de NOx
  - ➔ Effet très variable selon la typologie des brûleurs et les conditions de leur utilisation (température, taux de charge,..)

### □ ... mais aussi sur la qualité des produits fabriqués ou traités :

- Augmentation des taux de rebus, des arrêts de production, des défauts de fabrication (déclassement produits)
- Quand cette sensibilité existe, fort impact économique
- En général, première cause de mise en œuvre de solutions correctrices

## ■ La qualité du gaz n'est pas la seule source de perturbation de la combustion

### □ La qualité des organes de réglages

- Doivent être adaptés et dimensionnés en fonction du niveau de précision requis
  - ➔ Asservissement mécaniques
  - ➔ Proportionneurs pneumatiques
  - ➔ Cames numériques
  - ➔ Régulateurs avec mesures de débits air et gaz

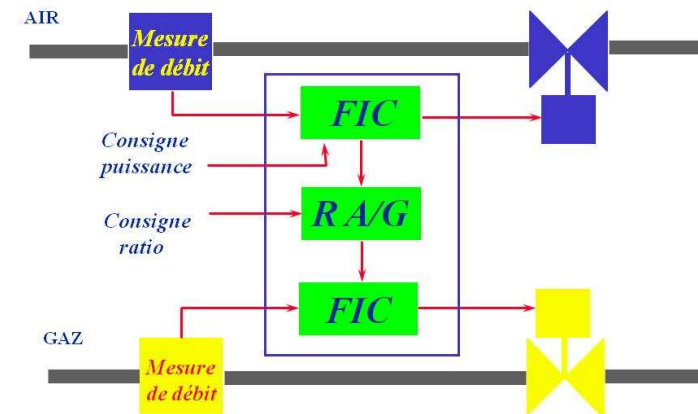


### □ La qualité du comburant

- Air comburant

Paramètres	Exemple de variation	Influence sur les réglages
Température	15 °	2,5 %
Pression atmosphérique	20 mbar	1%
Humidité relative	30 % HR	0,5 à 1,5 %

- Oxygène (oxy-gaz) : la teneur réelle en O2 dépend du mode de production





## ■ Les variations du gaz H en France

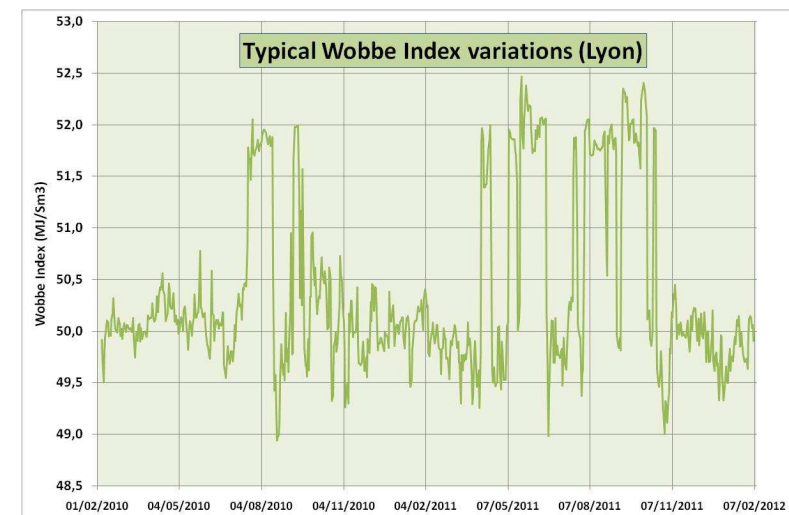
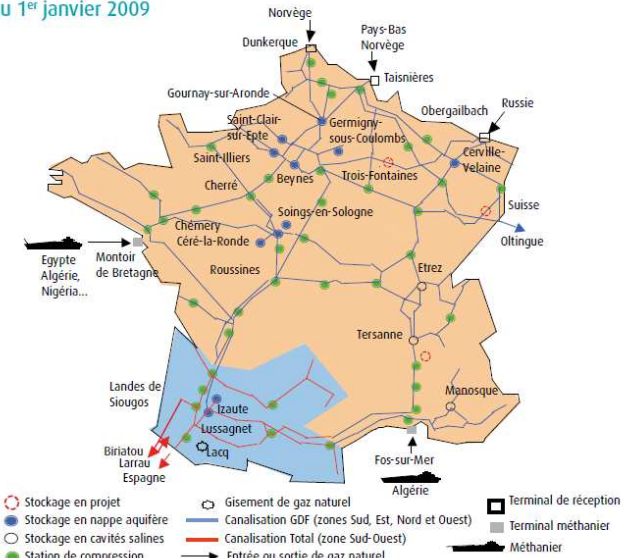
### □ Une problématique ancienne :

- Apparue à la fin des années 70 avec l'arrivée du gaz Algérien (GNL) plus riche que les gaz de Lacq ou de Russie
- Variations souvent localisées sur des « nœuds » du réseau : IDF, vallée du Rhône, ...
- Variations réelles observées : jusqu'à 7% sur l'indice de Wobbe, 10% sur le PCS

### □ qui s'accroît au fil du temps :

- Diversification des sources + Amélioration du maillage du réseau de transport
  - ➔ Variations réelles plus fréquentes sur des zones géographiques plus larges
- Des critères d'optimisation des process (efficacité énergétique, réglementation environnementale) nécessitant des réglages plus « fins »

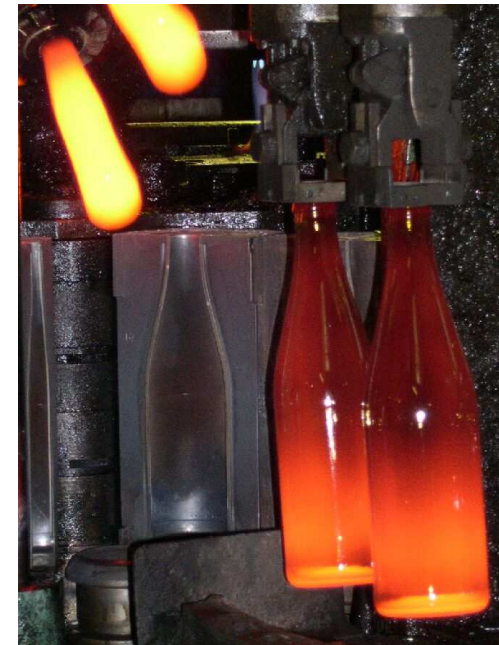
Réseaux de transport, de stockage, compression et production de gaz naturel au 1<sup>er</sup> janvier 2009



## ■ Les procédés thermiques industriels les plus sensibles aux variations de qualité gaz

GDF SUEZ

- les **procédés hautes températures** (température de flamme et rendement très sensibles aux variations d'excès d'air)
  - Ex : fusion du verre
- les **procédés utilisant les espèces chimiques** formées lors de la combustion pour le traitement (taux des espèces carburantes ou oxydantes fonction du taux d'aération)
  - Ex : cuisson de la porcelaine, certains traitements thermiques
- les **procédés utilisant la flamme** comme un outil pour ses propriétés thermochimiques
  - Ex : flammage des plastiques, verrerie médicale ou automobile
- les **procédés utilisant l'énergie du gaz** pour activer une réaction chimique
  - Ex : fabrication de la chaux



## ■ Sensibilité des procédés thermiques industriels

Procédés thermiques	Variations de PCS ou d'indice de Wobbe		
	< à 3%	3 à 5%	5 à 10%
Chaudières à tubes de fumée			
Etuves et Séchoirs			
Chaudières à tubes d'eau			
Fusion des non ferreux			
Réchauffage des métaux			
Cuisson du verre, parachèvement			
Cuisson des tuiles et briques			
Traitement thermique sous atmosphère			
Fusion du verre creux et feeders			
Cuisson de la porcelaine			
Fours à chaux, calcination d'alumine			
Fusion du verre plat			
Travail à la flamme, plasturgie			

 Peu sensible

 Sensible

 Très sensible



### □ Informations par le transporteur/distributeur de gaz

- Offre de service donnant accès à l'industriel à des infos quotidiennes sur le Wobbe, le PCS, la composition du gaz livré
- Alerte sur variations de PCS : seuil à 300 Wh et à 150 Wh

### □ Corrections par mesures dans les produits de combustion

- Analyseurs de combustion in-situ : sondes Zircones le plus souvent
- Correction automatisée du rapport air/gaz intégrée dans la régulation du process
- Permet de corriger les effets de toutes les perturbations (air et gaz)
- Parfois difficiles à mettre en œuvre (haute température, entrée d'air parasite, fiabilité de la mesure,..)
- Principales applications : chaudières, fours étanches (TTh)



## ■ Solutions correctrices

### □ Corrections par mesure de la qualité du gaz

- Mesure in-situ du Wobbe (ou du PCS si régulation débit gaz avec compteur volumétrique)
- Appareils utilisés : Comburiètres, Wobbemètres, chromatographie. Parfois proposés dans des offres de location / maintenance (GDF SUEZ)
- Intégration de la mesure dans les boucles de régulation de puissance et/ou de rapport air/gaz
- Principales applications : industries du verre, de la chaux et de la céramique

### □ Stations de régulation d'indice de Wobbe

- Wobbe régulé par injection contrôlée et automatisée d'une petite quantité d'air ou d'azote dans le gaz
- Permet d'alimenter en gaz à « qualité constante » des ateliers complets
- Principales applications : industrie du verre (feeders, ampoules médicales ou automobiles) et de la porcelaine (fours batch)

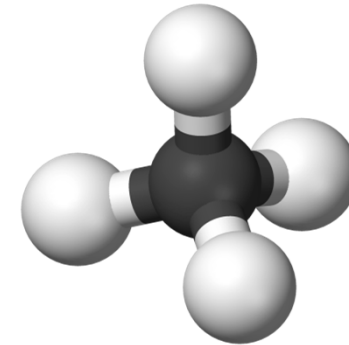
GDF SUEZ



## ■ Applications particulières

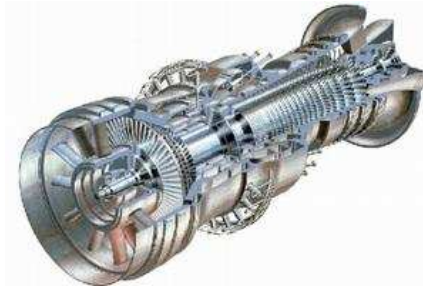
### □ Usages matières premières

- Fabrication des engrais azotés (réformage CH<sub>4</sub>)
- Autres produits de synthèse utilisant CH<sub>4</sub> comme mat 1<sup>ère</sup>
- Sensible à la teneur en CH<sub>4</sub> du gaz naturel
- Emploi fréquent de chromato in-situ pour optimisation



### □ Turbines à gaz

- Avec brûleurs à prémélange : sensibles aux variations de Wobbe (flashback, oscillations de pression, surchauffe des aubes)
- Correction par mesure de Wobbe in-situ



### □ Moteurs à gaz

- Richesse régulée par sonde Zircone
- Propension au cliquetis influencée par l'Indice de Méthane (risque potentiel avec GNL à faible IM : en cours d'étude au niveau européen)

### □ La variabilité du gaz H dans les usages industriels :

- en France : une problématique ancienne mais qui s'accroît :
  - ➔ besoins croissants d'optimisation : efficacité énergétique, réglementation environnementale
  - ➔ diversification des sources, maillage du réseau
  - ➔ Le processus d'harmonisation européenne en cours ne devrait pas modifier ces tendances observées depuis 30 ans
- un impact réel qui ne concerne qu'une minorité d'applications :
  - ➔ Fours haute température (industries des métaux, du verre, de la céramique ou de la chaux)
  - ➔ Travail à la flamme
  - ➔ Usages matière 1<sup>ère</sup>, turbine à gaz,...

### □ Des solutions correctrices connues et maîtrisées :

- Services d'information sur la qualité du gaz par l'Opérateur de Transport
- Produits (appareils de mesures, systèmes de régulation) et services aux industriels qui se développent en tenant compte de ces besoins spécifiques