



*Au service du mieux vivre*

## **Journée du CUEPE 2007**

# ***Turbines à gaz Cycle combiné et cogénération***

**Site de Battelle  
23 mars 2007**

André Künzi et team SIG

version éditée le 26.03.2007

# Les thèmes



- 1 ***L'environnement actuel***
- 2 ***Besoins à couvrir à Genève***
- 3 ***Stratégie SIG***
- 4 ***Solution proposée***
- 4 ***Technique***



# Partie 1

## L'environnement actuel

# L'environnement actuel



- Le débat sur les **besoins** et les **sources d'approvisionnement** futures en électricité est largement ouvert
- La **nécessité d'économiser l'énergie** devient une évidence pour de nombreux acteurs
- La **problématique climatique** devient préoccupante
- La **pollution** a atteint des niveaux jamais connus dans l'histoire humaine.



# Partie 2

## Besoins à couvrir à Genève

# SIG, une entreprise qui a fait ses choix...



## 1. Chauffage

- Ensembles d'habitation.

## 2. Energie électrique

- Alimentation du réseau de distribution.

*SIG se veut une entreprise moderne au service de la collectivité*



# Partie 3

## Stratégie SIG...

# Le défi énergétique d'avenir pour SIG...



- **Inverser la tendance continue à la hausse de la consommation d'électricité**



- **Réduire les émissions CO<sub>2</sub> en favorisant le gaz naturel et la chaleur à distance par substitution croissante du mazout**



et mise en œuvre de la stratégie thermique

- **Préserver la qualité de l'énergie par une politique de développement durable et la promotion des énergies renouvelables certifiées**



exploiter tout le potentiel de la gamme SIG Vitale



- **Renforcer la sécurité d'approvisionnement pour Genève et limiter l'exposition des coûts d'approvisionnement aux prix du marché**

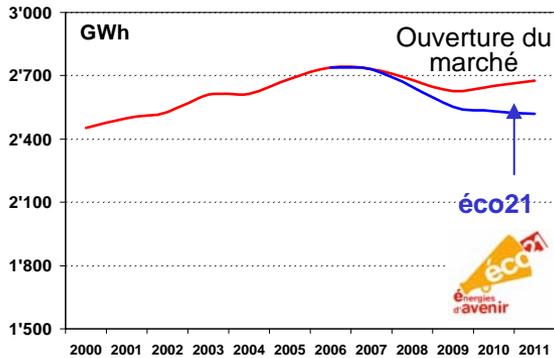


construction d'une centrale à gaz à cycle combiné (CCGT),  
hausse des prix de l'énergie,  
stratégie d'approvisionnement

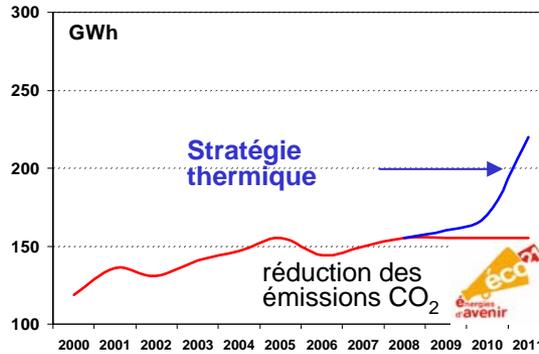


version éditée le 26.03.2007

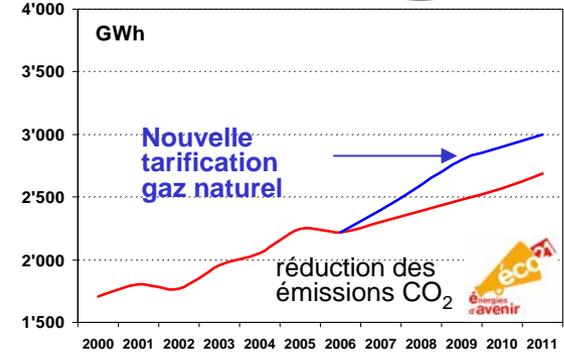
# La stratégie énergétique SIG



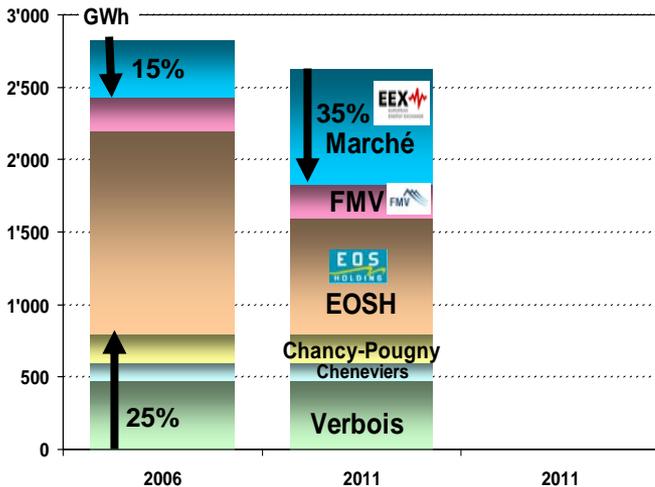
**Ventes d'électricité**



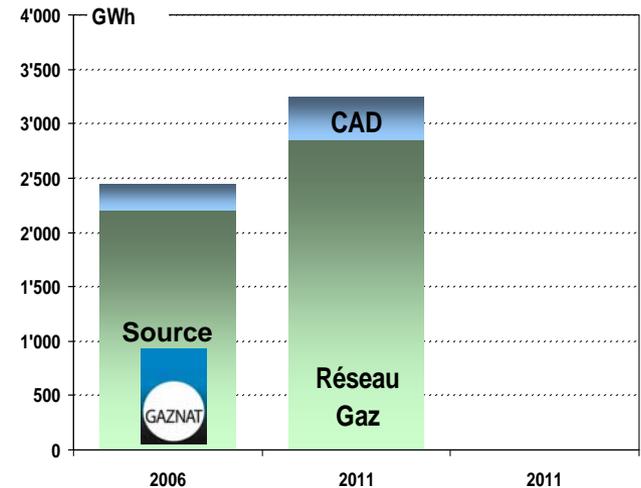
**Ventes de chaleur (CAD)**



**Ventes de gaz naturel**



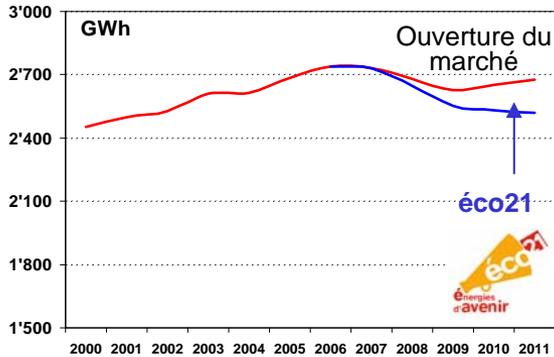
**L'approvisionnement en électricité**



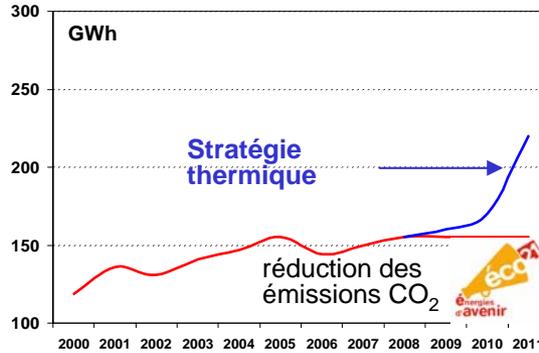
**L'approvisionnement en gaz naturel**

version éditée le 26.03.2007

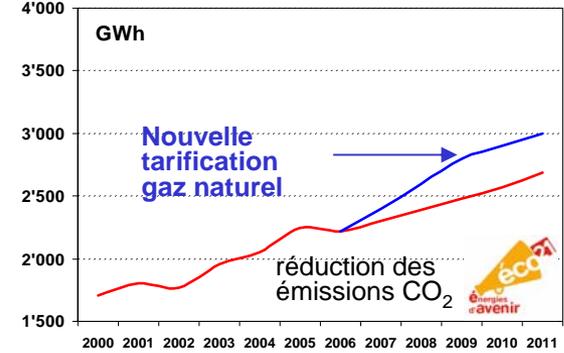
# La stratégie énergétique SIG



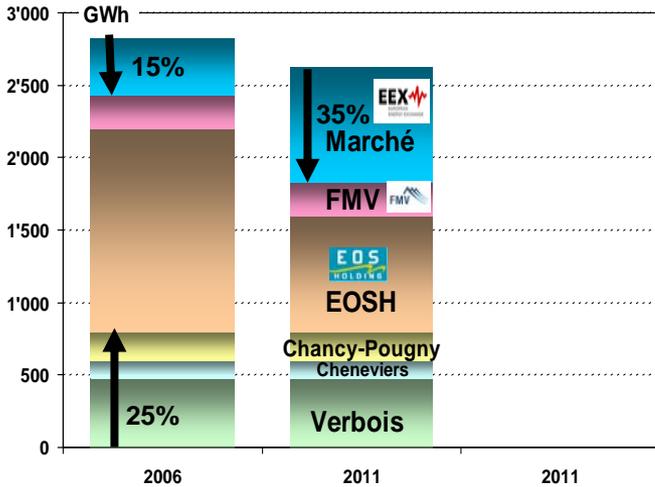
**Ventes d'électricité**



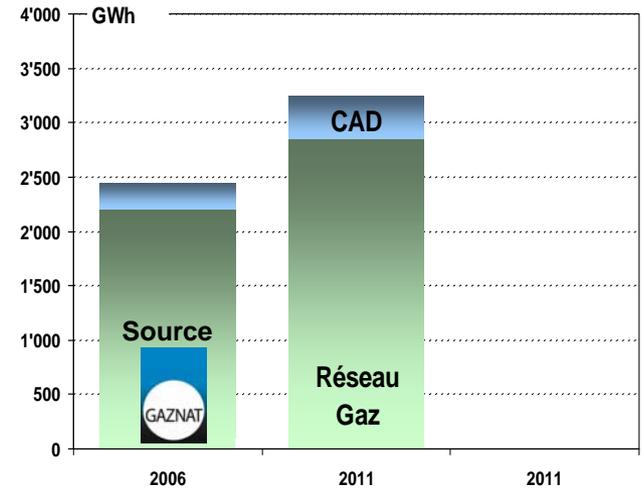
**Ventes de chaleur (CAD)**



**Ventes de gaz naturel**



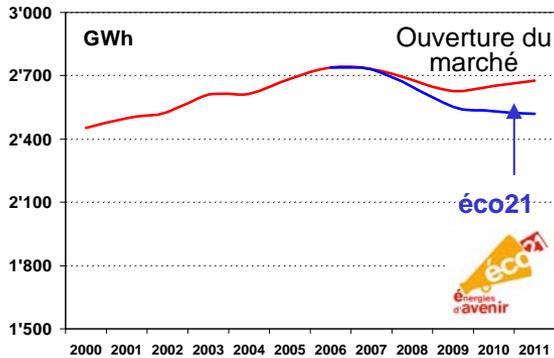
**L'approvisionnement en électricité**



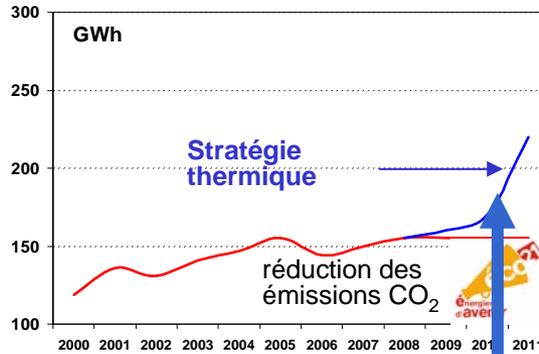
**L'approvisionnement en gaz naturel**

version éditée le 26.03.2007

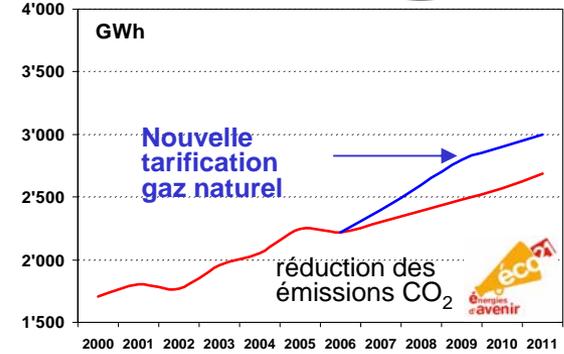
# La stratégie énergétique SIG



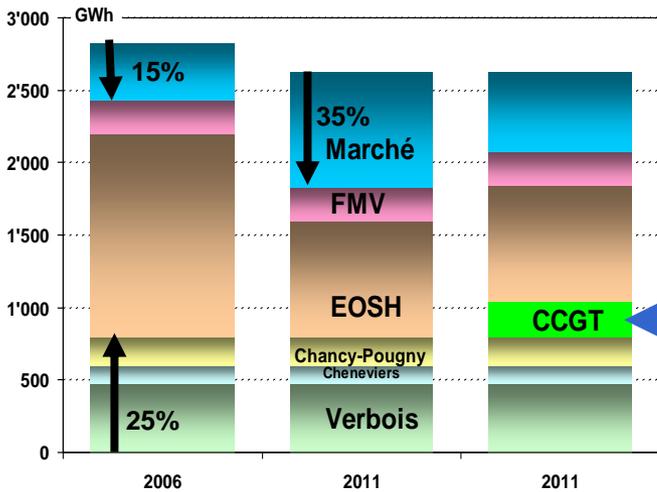
**Ventes d'électricité**



**Ventes de chaleur (CAD)**



**Ventes de gaz naturel**

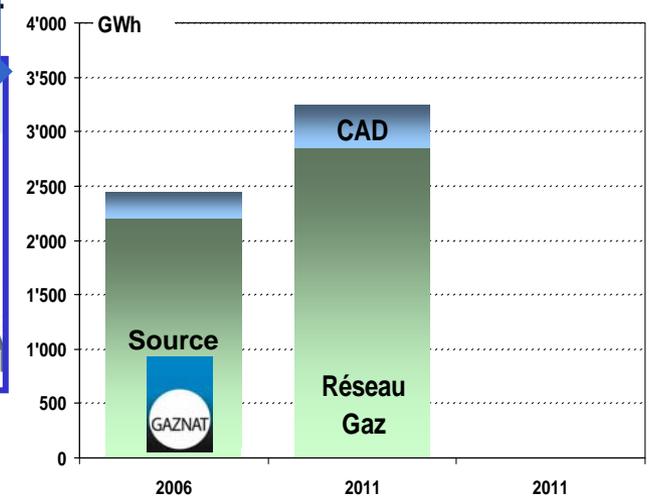


**L'approvisionnement en électricité**

## Nouvelle centrale à gaz à cycle combiné



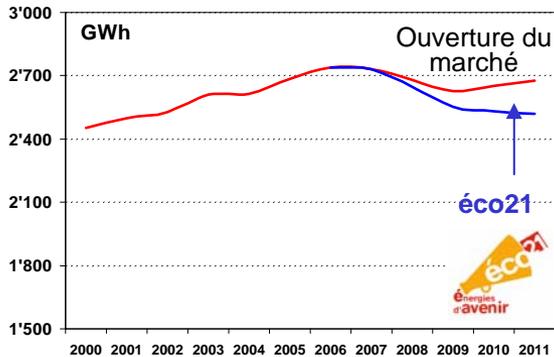
**...couplée avec une extension du réseau CAD**



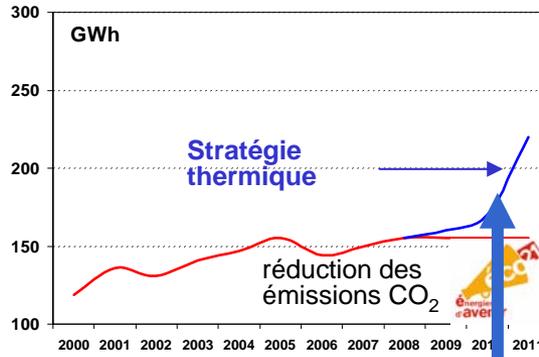
**L'approvisionnement en gaz naturel**

version éditée le 26.03.2007

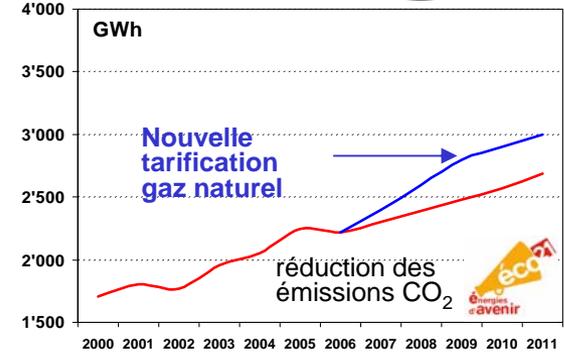
# La stratégie énergétique SIG



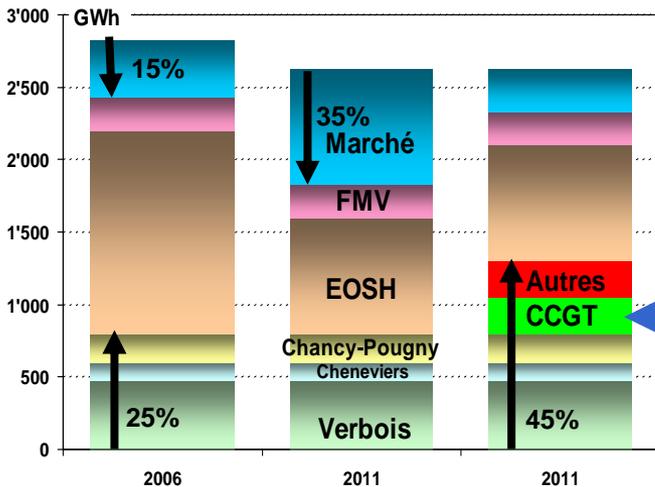
Ventes d'électricité



Ventes de chaleur (CAD)



Ventes de gaz naturel

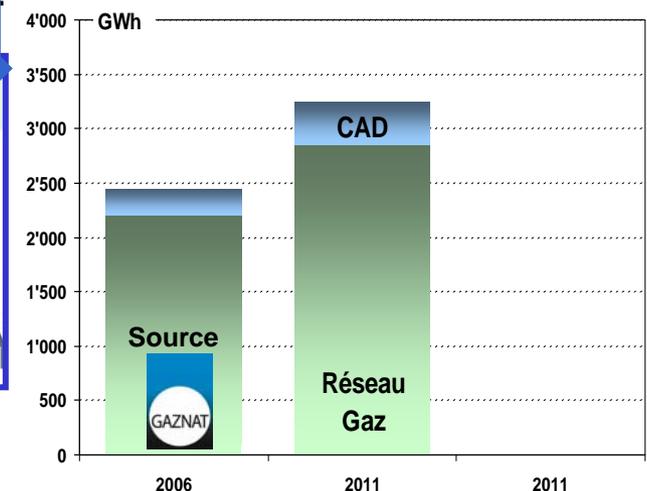


L'approvisionnement en électricité

## Nouvelle centrale à gaz à cycle combiné



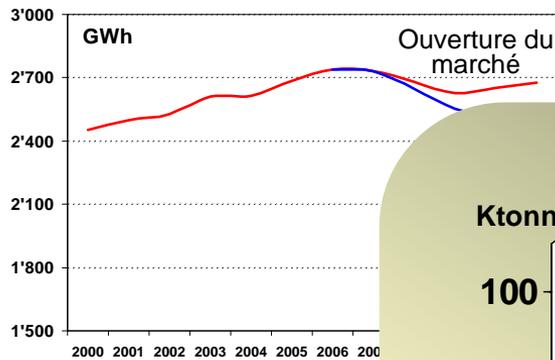
...couplée avec une extension du réseau CAD



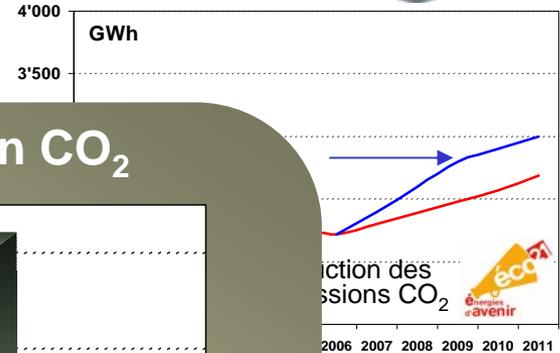
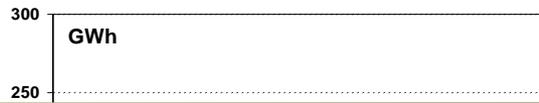
L'approvisionnement en gaz naturel

version éditée le 26.03.2007

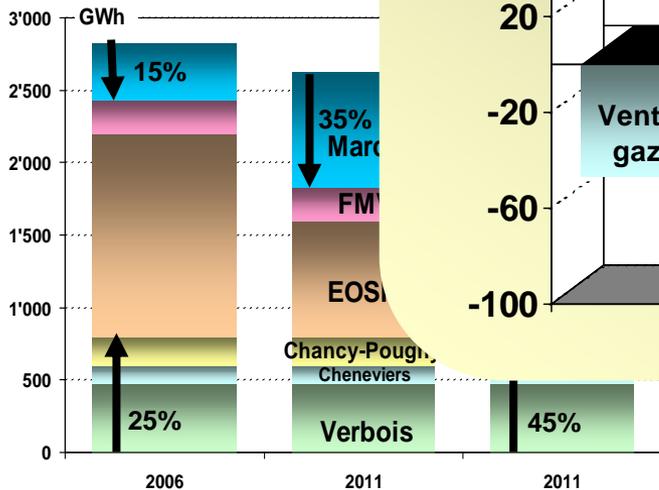
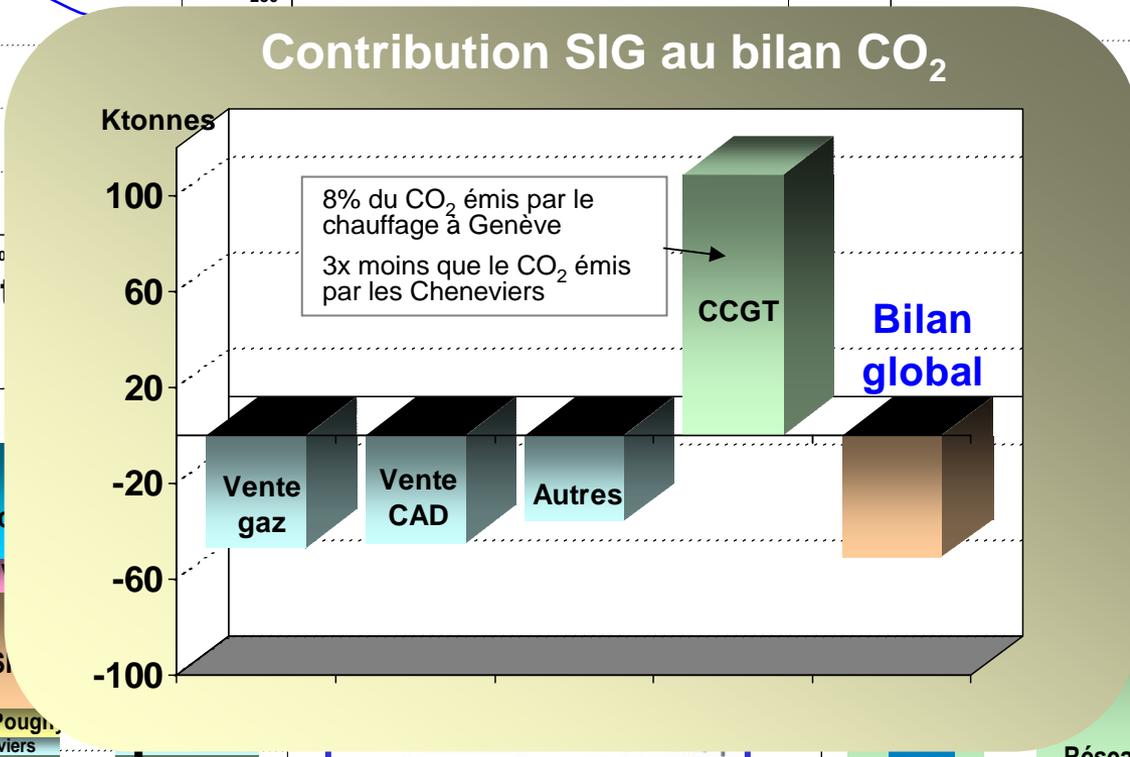
# La stratégie énergétique SIG



Ventes d'élec

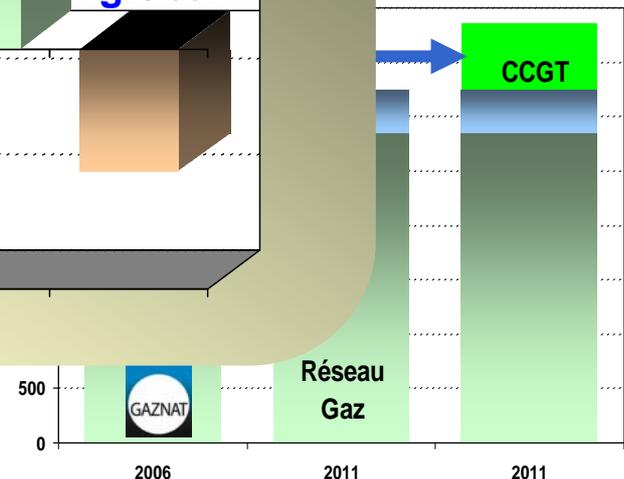


Contribution des émissions CO<sub>2</sub> gaz naturel



L'approvisionnement en électricité

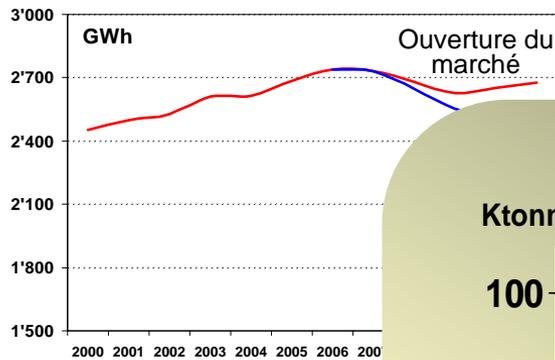
...couplée avec une extension du réseau CAD



L'approvisionnement en gaz naturel

version éditée le 26.03.2007

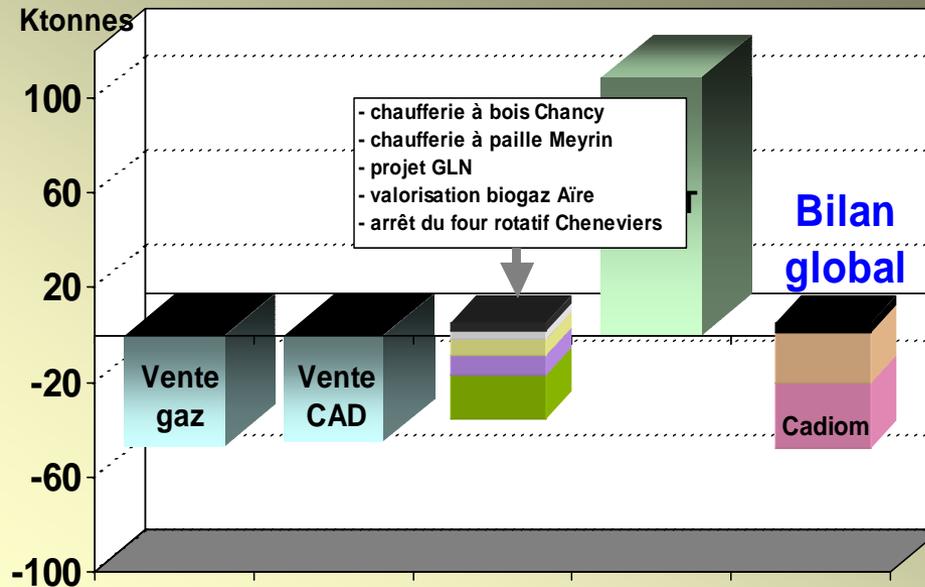
# La stratégie énergétique SIG



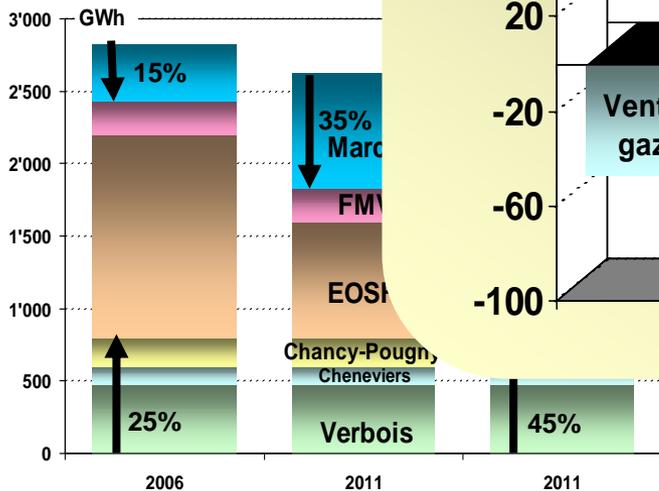
Ventes d'électricité



## Contribution SIG au bilan CO<sub>2</sub>

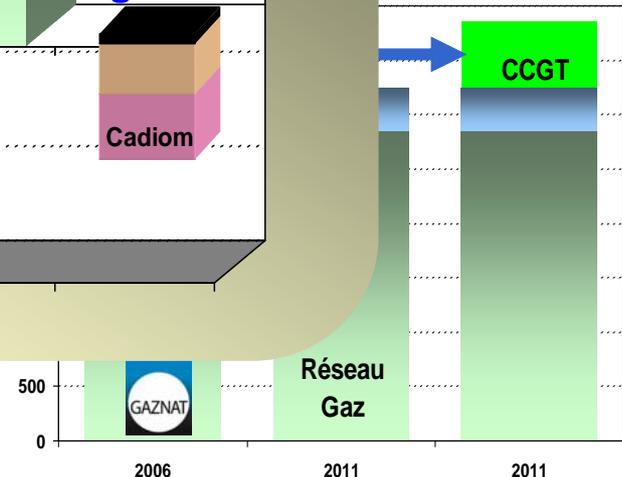


gaz naturel



L'approvisionnement en électricité

...couplée avec une extension du réseau CAD



L'approvisionnement en gaz naturel

version éditée le 26.03.2007

# Quelles alternatives pour Genève ?



## ... Si SIG devait renoncer au projet

- pas d'extension du réseau chaleur à distance et perte d'opportunités et la stratégie thermique SIG perd de son sens
- bilan CO<sub>2</sub> amélioré temporairement de 65'000 tonnes
- mais risques importants pour la fourniture en électricité
  - ✓ sur la sécurité d'approvisionnement
  - ✓ sur le niveau des prix de l'énergie fournie
  - ✓ sur la qualité de l'énergie fournie
- la multiplication de projets thermiques ou énergétiques décentralisés peut aussi péjorer le bilan CO<sub>2</sub>
- participation ? à d'autres projets suisses moins favorables (centrales à gaz sans récupération de chaleur ou autres)
- nouvelles centrales hydrauliques ? en amont ou en aval (post 2015)
- le programme  se limite de plus en plus à l'électricité seule





# Partie 4

## Solution proposée



version éditée le 26.03.2007

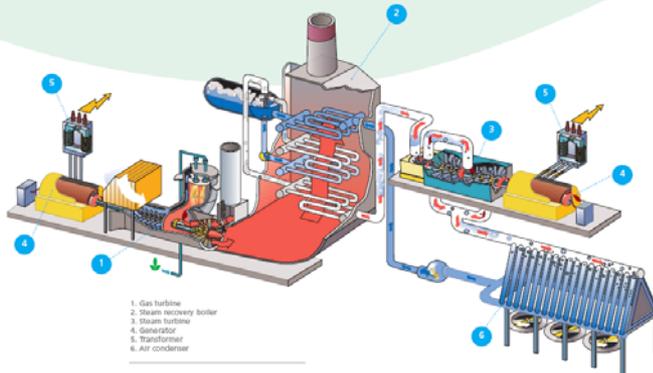
# Les caractéristiques de la centrale à cycle combiné



## Nouvelle centrale à gaz à cycle combiné au Lignon

High energy efficiency, lower emissions

CCGT technology is a relatively recent method of generating electricity. It combines a gas turbine and a conventional thermal power station, and generates electricity twice over.



...couplée avec une extension du réseau CAD (notamment sur Meyrin)

Projet dimensionné pour Genève et optimisé pour répondre aux enjeux associés

**Capacité de puissance électrique: 60 MW**

**Capacité de puissance thermique: 40 MW**

**Production électrique: 253 GWh**

**Production de chaleur: 149 GWh**

**Consommation de gaz naturel : 554 GWh**

**Efficacité énergétique : 73%**

**Investissement total : ~155 MCHF**

(centrale, extension réseau de chaleur, raccordements)

**Mise en service: Hiver 2010/2011**

# Intégration dans la stratégie d'approvisionnement en électricité de SIG

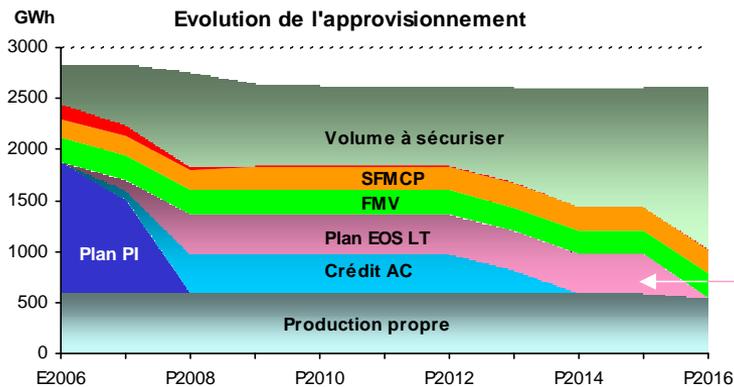


## Résultats

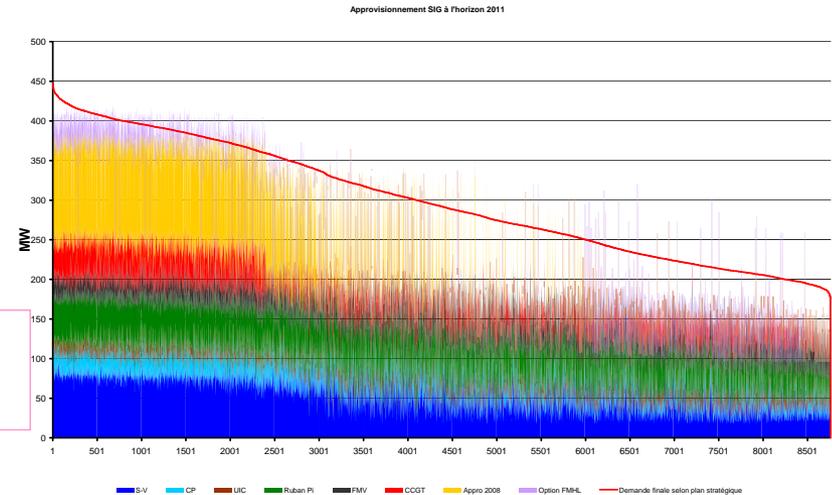
- **Intégration de la CCGT dans la stratégie d'approvisionnement**
  - Avec 250 à 280 GWh de production électrique, augmentation de la production propre de SIG d'environ un tiers (env. 40% de production propre)
- **Régime de fonctionnement optimal en base profilée**

## Points ouverts

- **Evolution du coût des énergies primaires et des prix de l'électricité**
- **Evolution de la taxe CO<sub>2</sub>**



Fin du contrat long terme 2008-2015 avec EOS  
=> hausse du coût moyen d'approvisionnement en 2016



version éditée le 26.03.2007

# Valorisation de chaleur

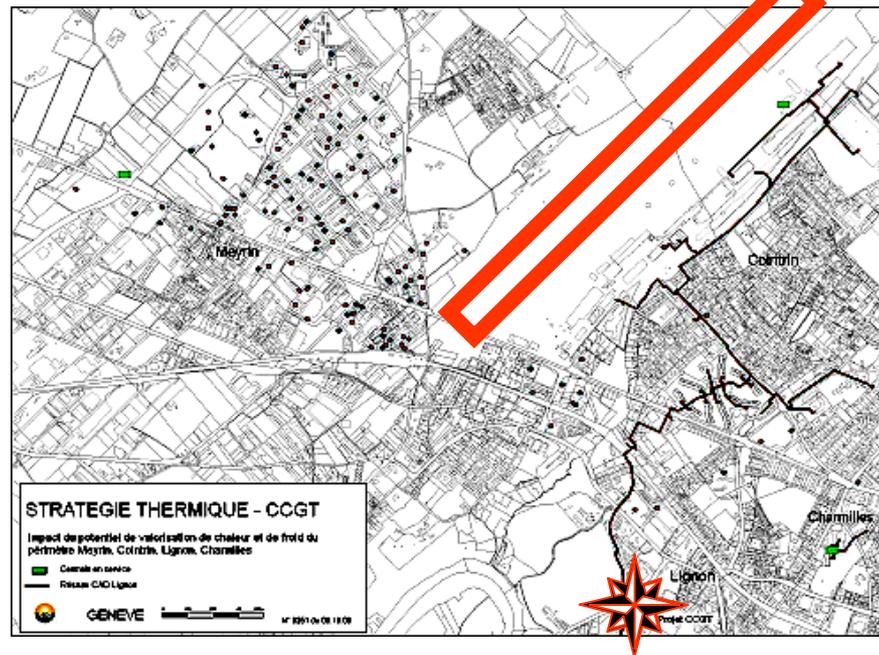


## Résultats

- **Extension du CAD Lignon**
  - Zone Meyrin
  - Zone CAD actuelle
- **Evaluation du potentiel de la région Meyrin, Lignon, aéroport, Charmilles**
  - Potentiel chaud : 150 GWh
  - Potentiel froid : 10 GWh
  - À ajouter aux clients raccordés de 140 GWh
- **Etude de tracé, estimation des investissements**
  - Hypothèse 200 GWh : investissement de 48 MCHF
  - Hypothèse 270 GWh : investissement de 71 MCHF

## Points ouverts

- **Stratégie de promotion de la chaleur**
  - Compétitivité de la chaleur CAD : stratégie de prix
  - Taux de pénétration de marché



version éditée le 26.03.2007



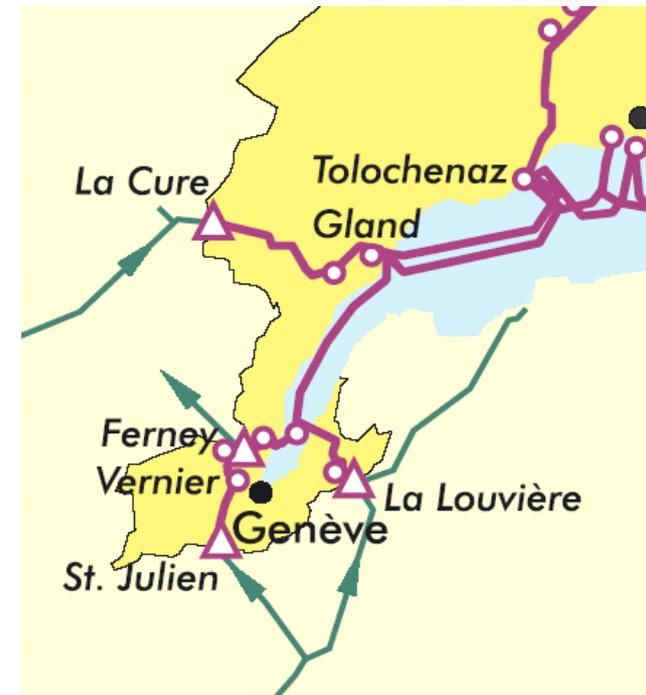
# Approvisionnement en gaz

## Résultats

- **Intégration de la CCGT dans le réseau Gaznat**
  - Nécessaire renforcement du réseau ouest de Gaznat → projet d'un gazoduc Trélex-Chèvres : coût de MCHF 60, horizon 2010 (optimiste) à la charge de Gaznat
  - Le réseau actuel supporte la centrale en 2010 sans renforcement
- **Approvisionnement en gaz**
  - Capacité de Gaznat à assurer l'approvisionnement en quantité et en puissance de la centrale CCGT
  - Calculs de rentabilité du projet effectués avec le prix marginal.

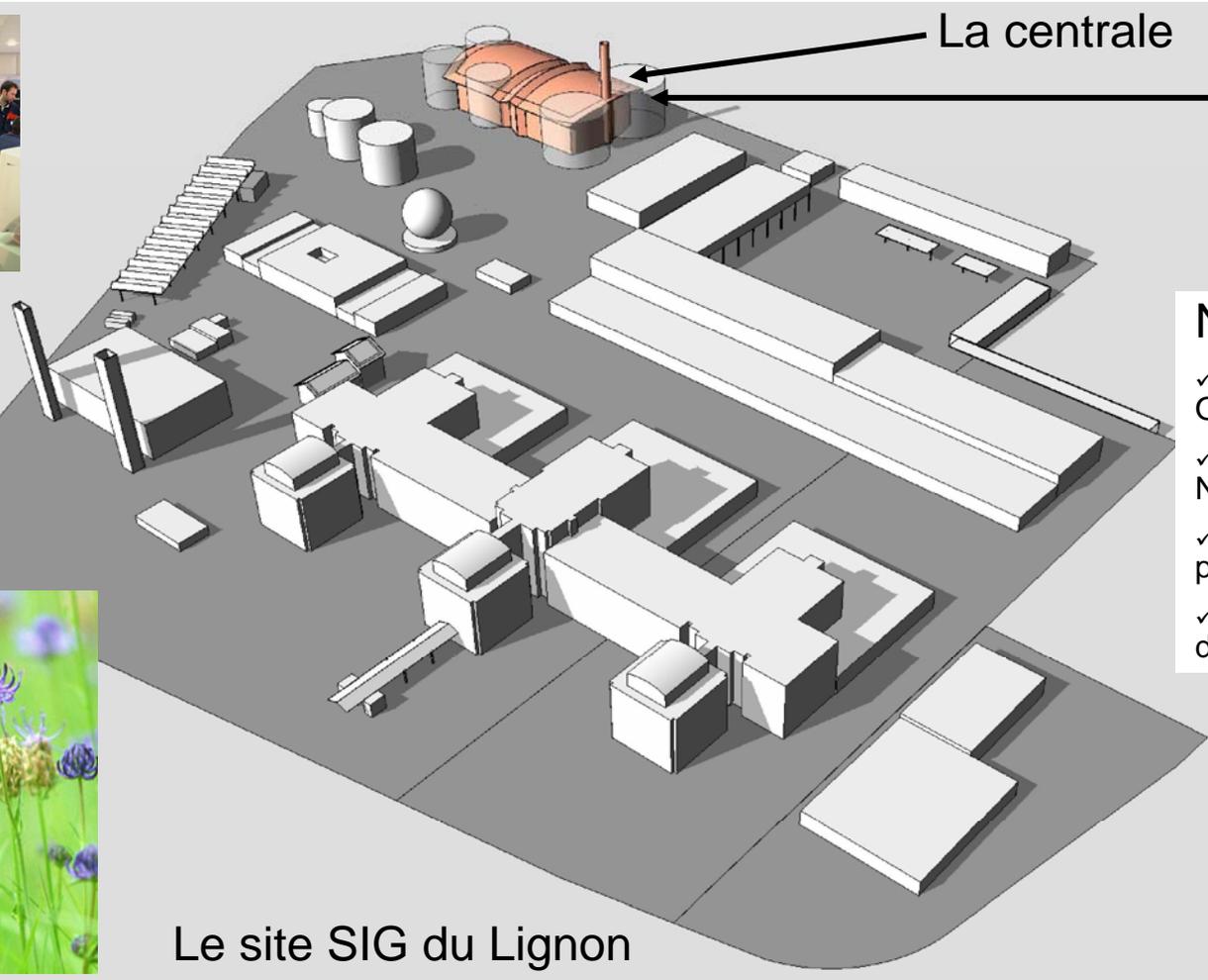
## Points ouverts

- **Négociation des conditions d'approvisionnement avec Gaznat**



version éditée le 26.03.2007

# A quoi ressemblera l'impact visuel de cette centrale ?



La centrale

Elimination des  
5 citernes à  
mazout

## Nuisances/risques:

- ✓ respect des normes:  
Opair, OPAM, OPB, OEeaux
- ✓ émissions de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O,  
No<sub>x</sub>
- ✓ pas de particules fines ni  
poussières
- ✓ refroidissement avec l'eau  
du Rhône

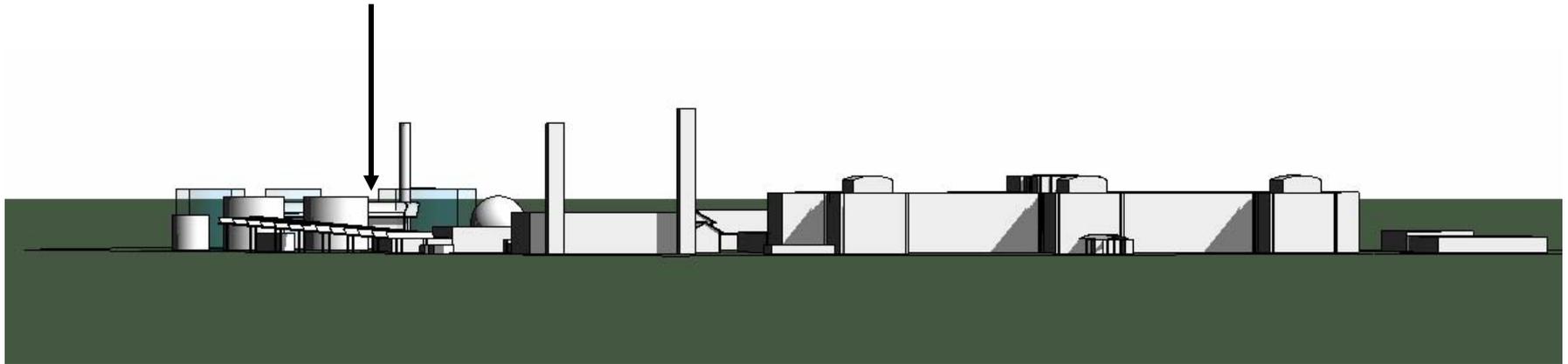
Le site SIG du Lignon

version éditée le 26.03.2007

# A quoi ressemblera l'impact visuel de cette centrale ?



La centrale



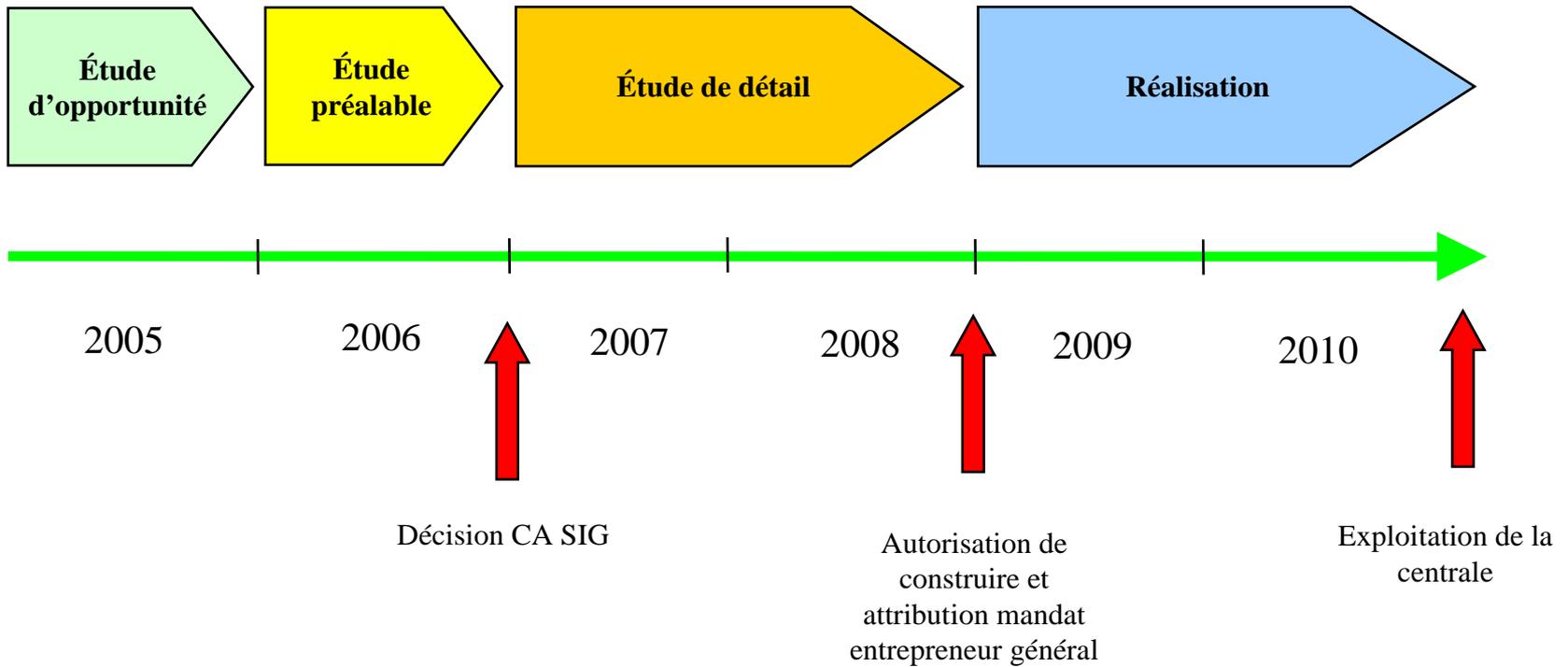
Vue depuis l'ensemble résidentiel du Lignon



version éditée le 26.03.2007



# Le cycle de vie du projet CCGT



version éditée le 26.03.2007

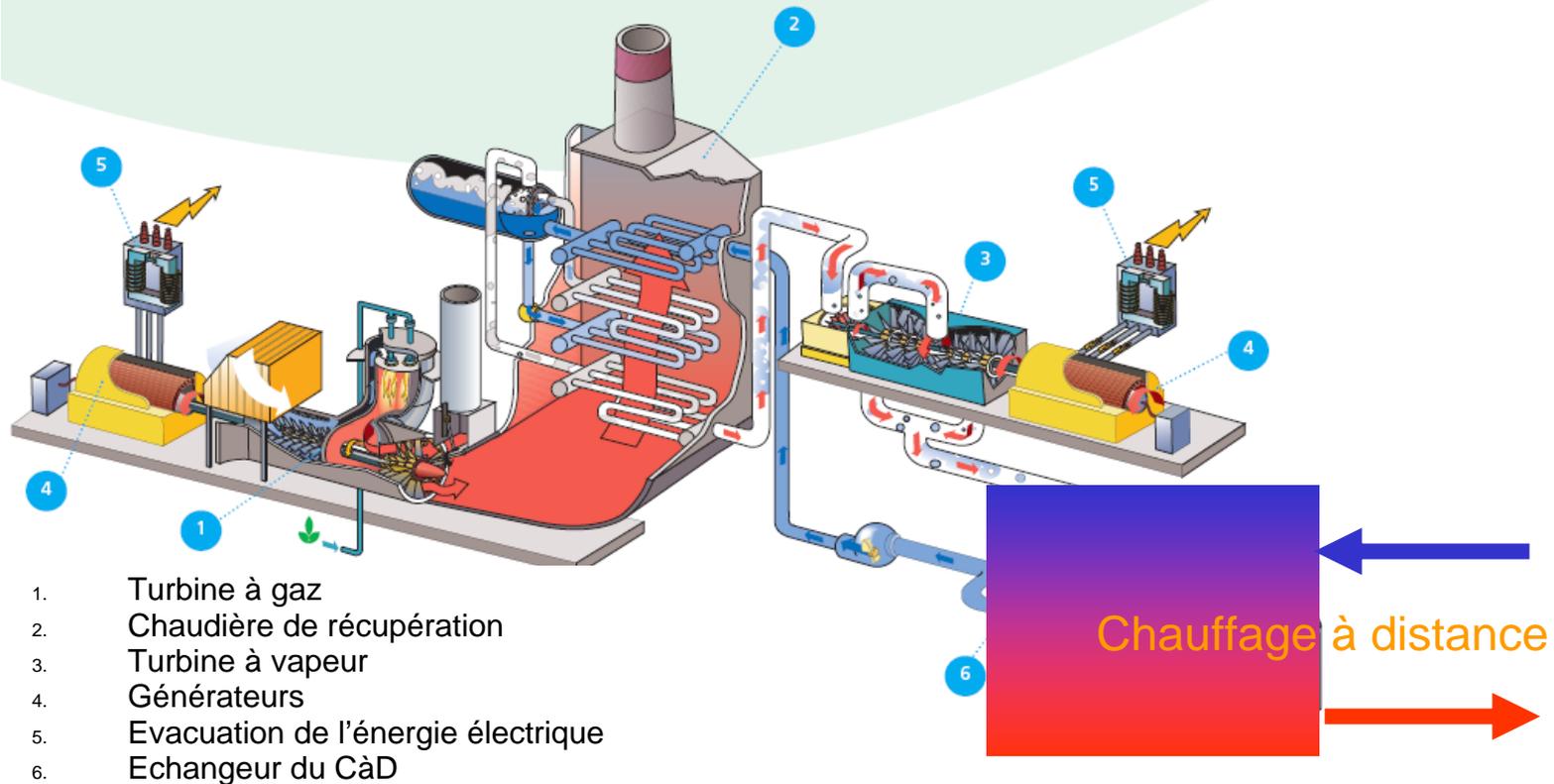


# Partie 4

## Technique

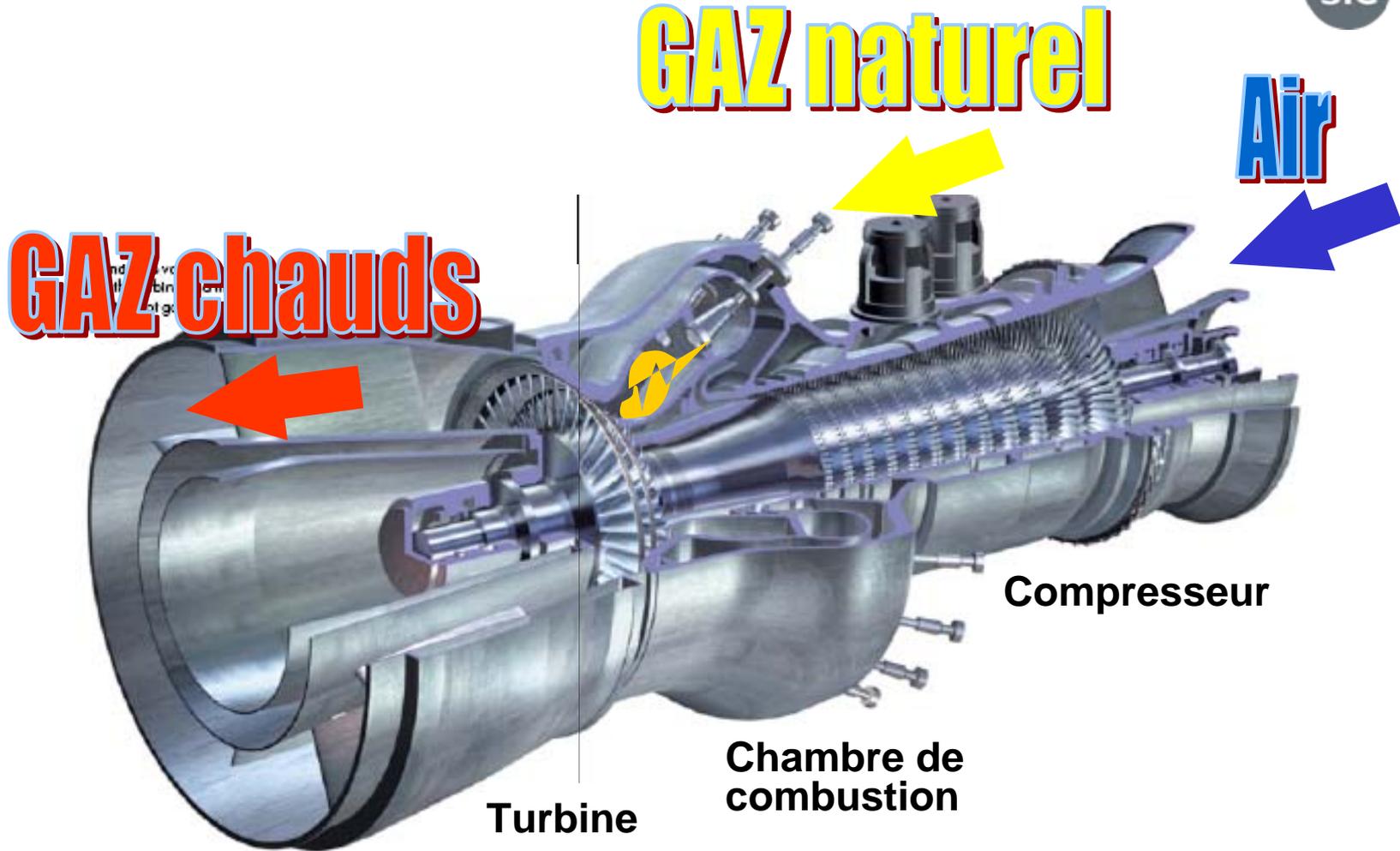


# Schéma de l'installation



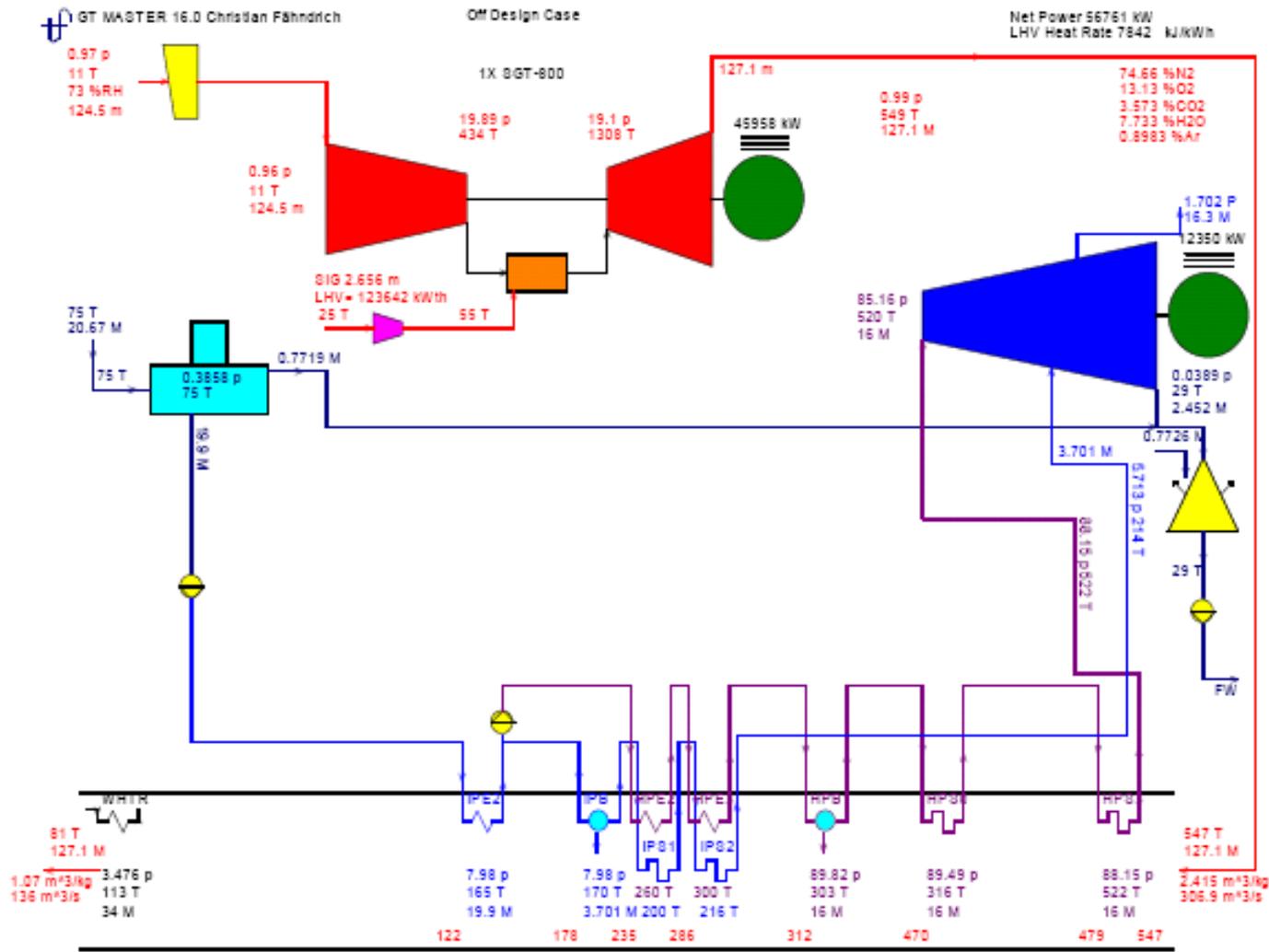
version éditée le 26.03.2007

# Ensemble Compresseur, Chambre de combustion, Turbine à gaz



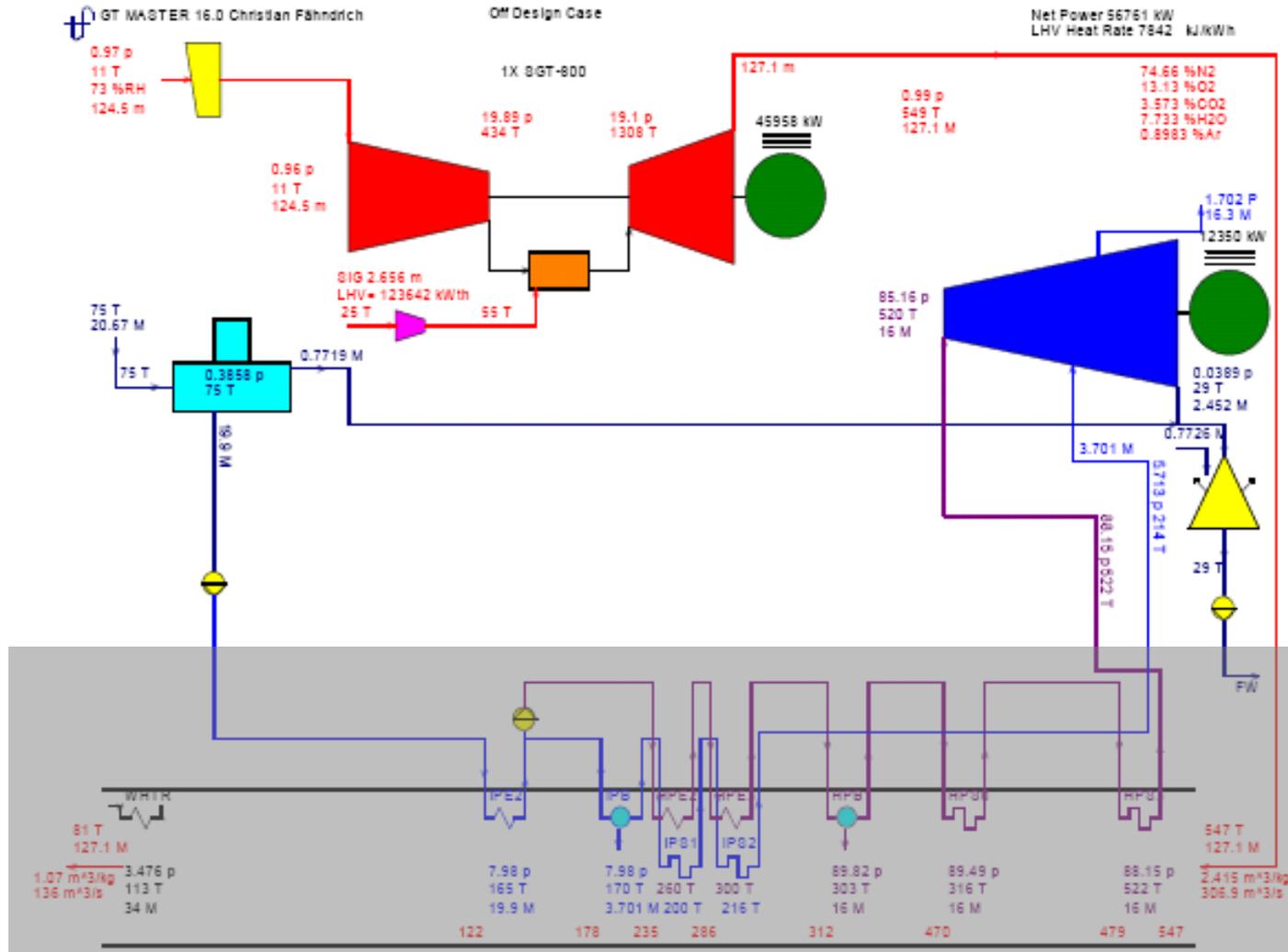
version éditée le 26.03.2007

## Schéma de principe thermique du processus



version éditée le 26.03.2007

# Schéma de principe thermique du processus

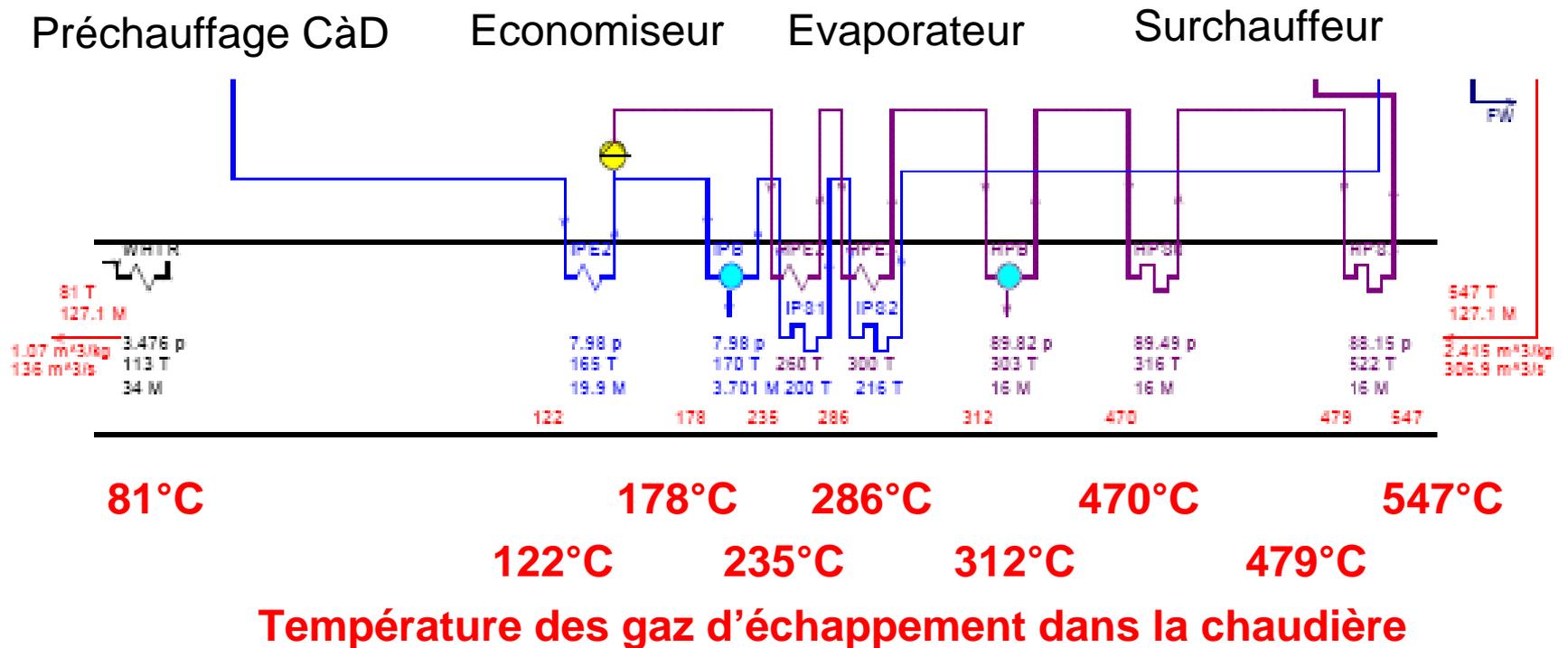


version éditée le 26.03.2007

# Schéma de principe thermique du processus



## Récupération de la chaleur dans la chaudière Détail



version éditée le 26.03.2007



# Diagramme thermodynamique

Température °C

~1000 °C gaz  
entrée turbine

~550 °C gaz  
sortie turbine

~330 °C air  
comprimé

~80 °C fumées

~15 °C air amb.

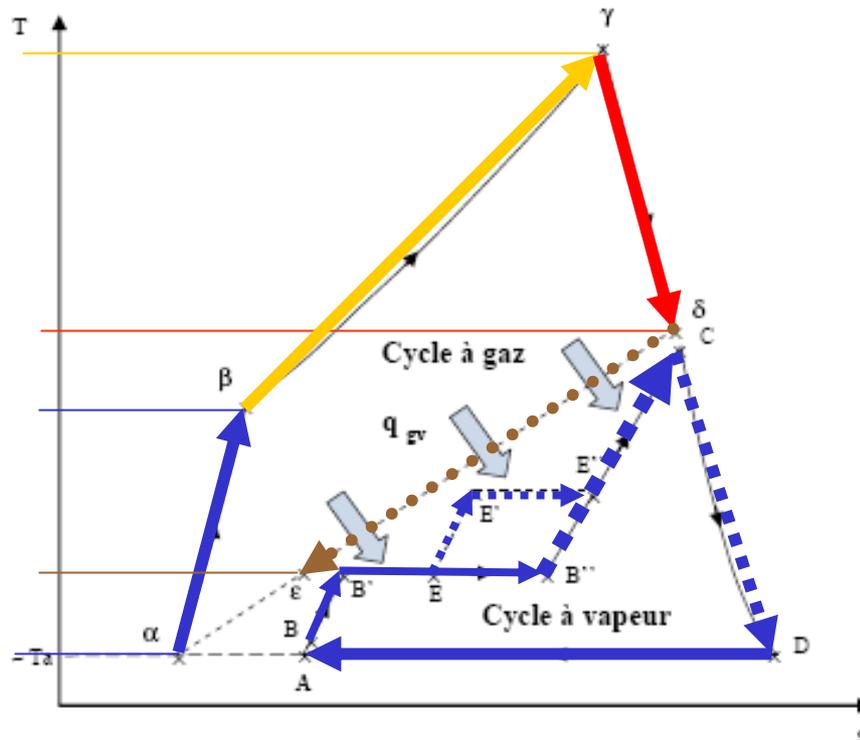


Fig. 2.1 – Diagramme T-s d'un cycle combiné



**Merci de votre attention**



**Vos questions et  
interrogations sont  
les bienvenues**

version éditée le 26.03.2007