



# Production d'hydrogène : s'affranchir des combustibles fossiles ?

Christine Mansilla

[christine.mansilla@cea.fr](mailto:christine.mansilla@cea.fr)



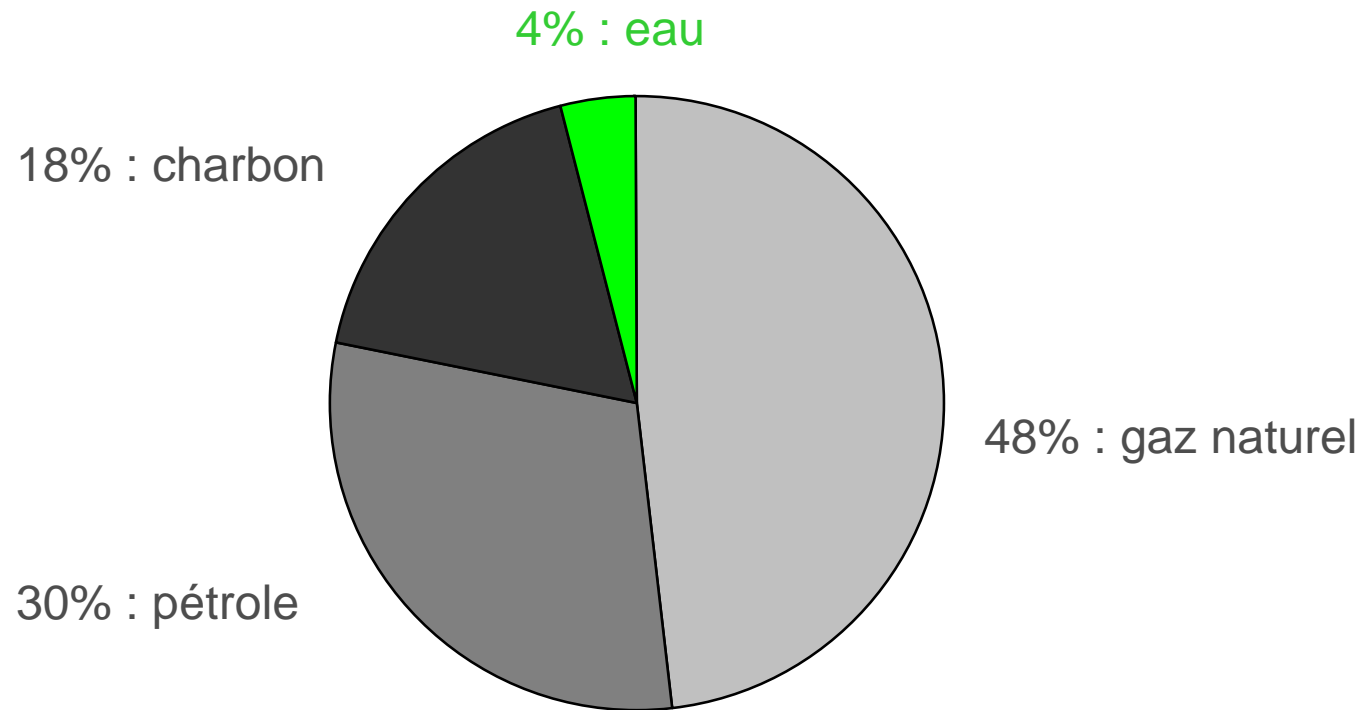
## Deux problématiques :

➡ **la compétitivité économique**

➡ **le critère environnemental**  
(économie des ressources fossiles,  
réduction des émissions de gaz à effet de serre)

## La production d'hydrogène aujourd'hui (1/4)

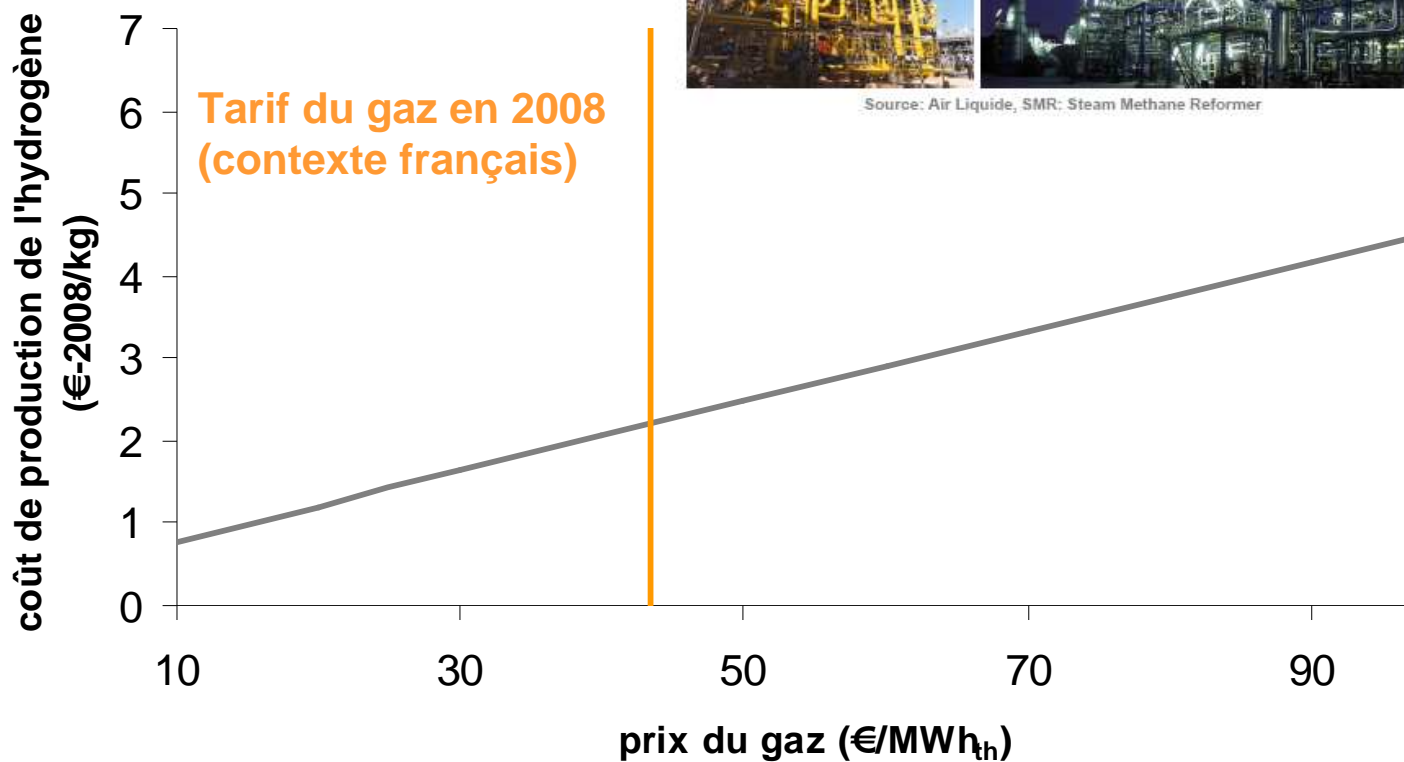
~ 96 % à partir de ressources fossiles



➔ Nécessité d'accroître la part de la production réalisée à partir de l'eau

ENVIRONNEMENT

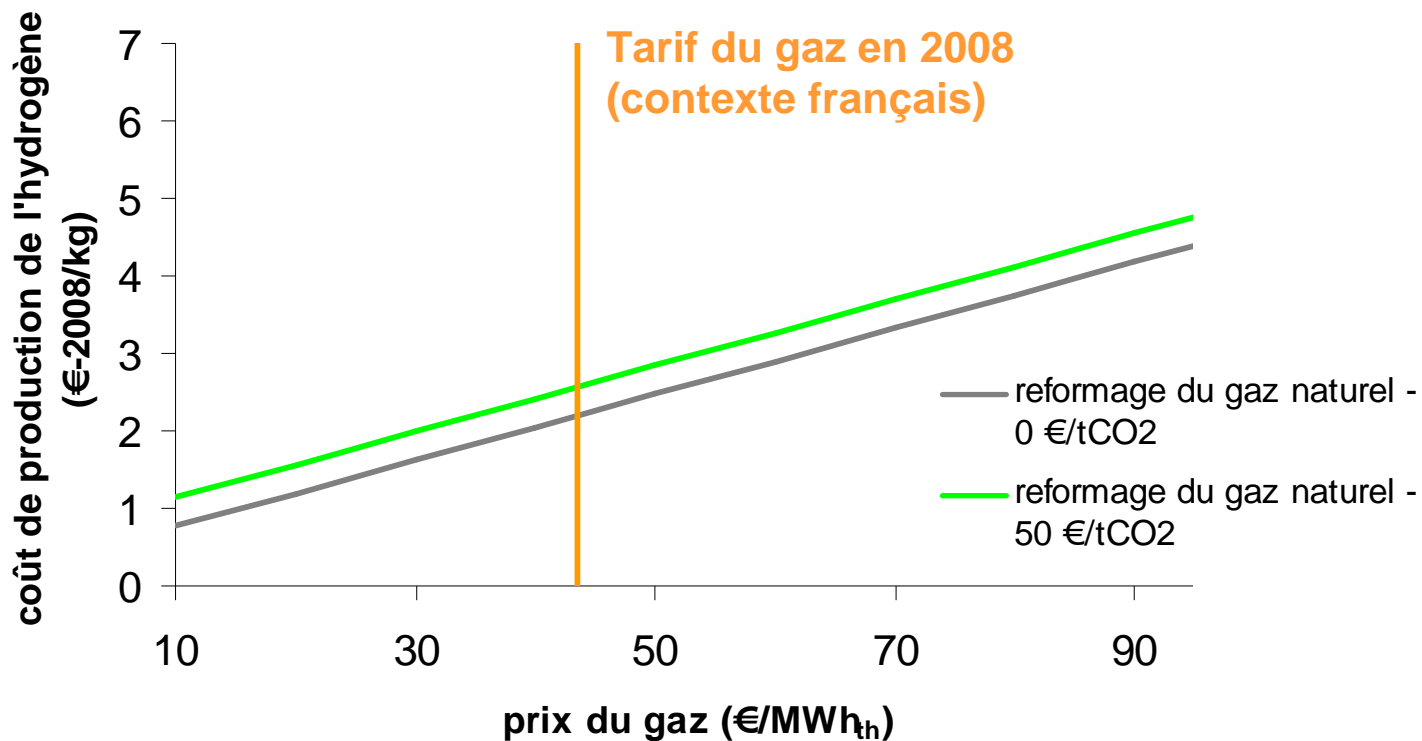
## La production d'hydrogène aujourd'hui (2/4)



- Le reformage du méthane est le procédé le plus compétitif aujourd'hui
- Forte sensibilité au prix du gaz

COMPÉTITIVITÉ

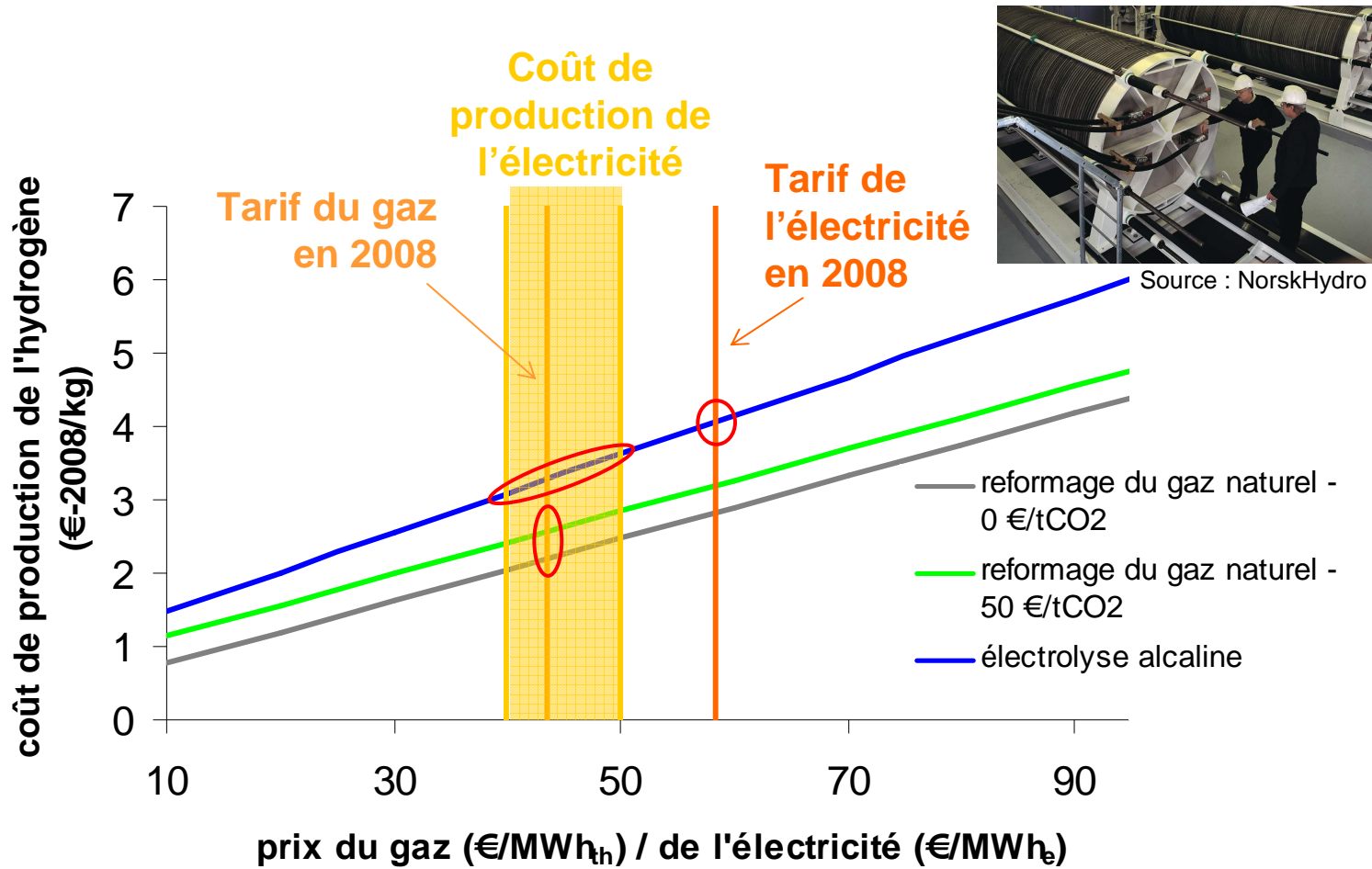
## La production d'hydrogène aujourd'hui (3/4)



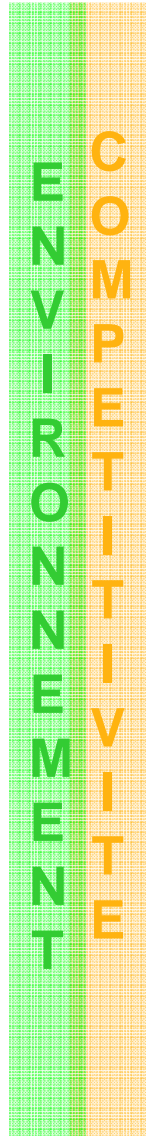
Prix du CO<sub>2</sub> sur le marché : ~15-20 €/tonne



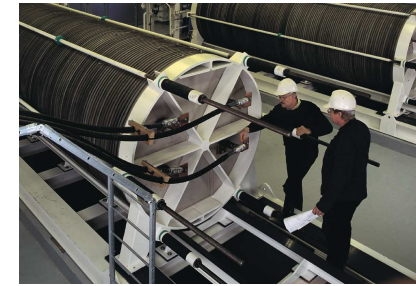
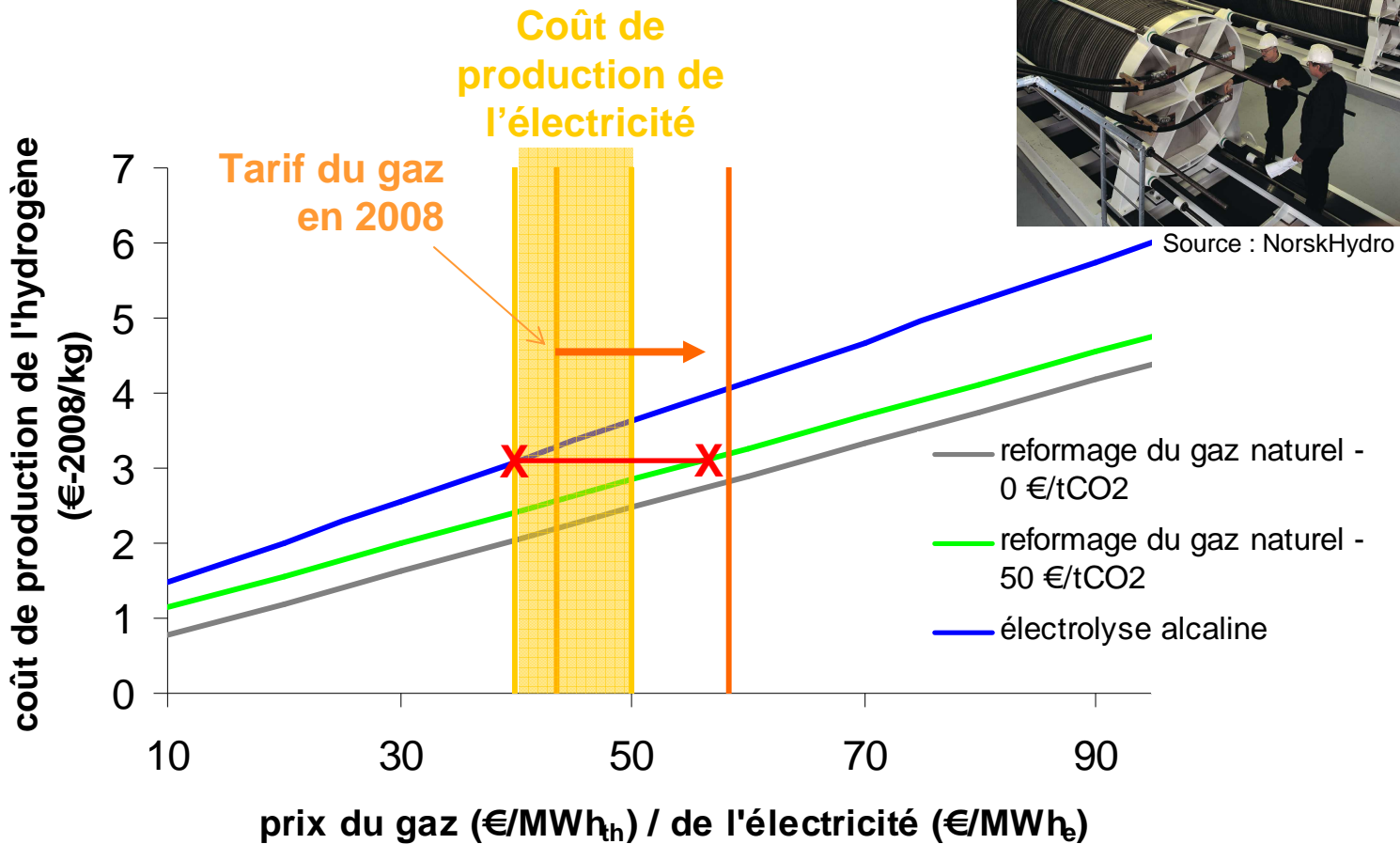
# La production d'hydrogène aujourd'hui (4/4)



Encore non compétitive avec le reformage aujourd'hui, l'électrolyse alcaline constitue néanmoins le procédé de référence pour la production d'hydrogène



# La production d'hydrogène aujourd'hui (4/4)



TEMENTORIZATIONNEVEMENTE  
TEMPETIVECOMMENTE

Encore non compétitive avec le reformage aujourd'hui, l'électrolyse alcaline constitue néanmoins le procédé de référence pour la production d'hydrogène

# Coût cible pour les procédés en cours de développement

- Coût de production cible = coût de production par électrolyse alcaline  
→ ~ 3-4 €/kg (non distribué)



- Approche du DoE :

- Indépendante du procédé de production
- Basée sur le prix du pétrole pour le marché de l'hydrogène énergie : le coût du carburant doit être équivalent (ou inférieur) pour une même distance parcourue
- hypothèse 2005 : scénario AIE "High A world oil price" : 34\$-2003/bbl à l'horizon 2015

→ ~ 2-3 \$/kg<sub>H2</sub> à l'horizon 2015

Ref: [http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/5013\\_h2\\_cost\\_goal.pdf](http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/5013_h2_cost_goal.pdf)

Annual energy outlook 2005, Energy Information Administration, feb. 2005



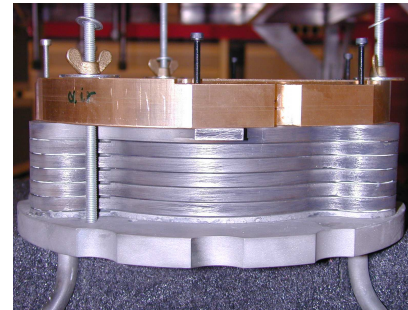
# Production massive d'hydrogène à moyen – long terme

- Développement de procédés basés sur la décomposition de l'eau :
  - Cycles thermochimiques (Iode-Soufre, Hybride-Soufre, ...)

cea



- Electrolyse haute température



couplés à une source nucléaire (non émettrice de GES)

ENVIRONNEMENT

# Production massive d'hydrogène à moyen – long terme



- Développement de procédés basés sur la décomposition de l'eau :
  - Cycle Iode-Soufre :
    - Utilisation directe de la chaleur → nécessité d'une source haute température (~900°C : HTR, solaire)
    - Investissement encore élevé : impact des matériaux spécifiques (~75 % de l'investissement)
    - Rendements encore à améliorer
  - Electrolyse haute température
    - Electrolyse de vapeur d'eau à haute température (~800°C) : une partie de l'énergie nécessaire à la réaction d'électrolyse apportée directement sous forme thermique
    - Problématique de l'électrolyseur : performances (quantité d'hydrogène produite / m<sup>2</sup> de cellule) et durabilité (remplacement annuel → surcoût > 1 €/kg<sub>H2</sub>)

# Sources d'énergie pour la production d'hydrogène à moyen – long terme



- Développement de procédés basés sur la décomposition de l'eau
- couplés à une source nucléaire (non émettrice de GES)  
mais d'autres sources sont envisagées :

Ex : EHT + géothermie  
incinération de déchets ménagers  
incinération de biomasse  
(thèse soutenue par Rodrigo Rivera Tinoco en 2009)

→ acceptabilité

E  
N  
V  
I  
R  
O  
N  
N  
E  
M  
E  
N  
T

## Conclusion

---

- Pour sélectionner un procédé différents critères rentrent en ligne de compte et tous ne sont pas quantifiables aisément



### Environnement

- émissions de gaz à effet de serre,
- économie des ressources fossiles...

### Compétitivité économique

- investissement,
- durée de vie,
- ...

Acceptabilité

Sécurité  
énergétique

→ Problématiques  
abordées à l'I-tésé

- Les évaluations technico-économiques peuvent aider à identifier les points clés et à définir des cibles de R&D mais leur objectif n'est pas de déterminer « le meilleur procédé » :  
*le coût de production final ne dit pas tout  
(maturité du procédé et incertitudes en conséquence, hypothèses sous-jacentes à l'évaluation, autres critères à prendre en compte)*