



12 JUIN 2006  
GP ENERGIE

## De la réduction des émissions au stockage du CO<sub>2</sub>, un enjeu pour demain.

### ACTUALITES

#### **La Californie adopte la première loi contre les gaz à effet de serre aux Etats-Unis**

La loi vise à plafonner les émissions de ces gaz en Californie afin de les ramener à leur niveau de 1990 d'ici à 2020. Une première aux États-Unis, dont le président rejette le protocole de Kyoto.

L'assemblée californienne a approuvé une loi historique faisant de la Californie le premier État américain à se doter de plafonds obligatoires en matière de rejets de GES.

Le Global Warming Solution Act prévoit de ramener les émissions à leur niveau de 1990 d'ici à 2020, soit une réduction d'environ 25 %. Pour sa part, le protocole de Kyoto impose aux pays développés qui l'ont ratifié (France, Grande-Bretagne...) de réduire leurs émissions de 5,2 % en moyenne d'ici à 2012.

#### **EUROPE - NATIONAL ALLOCATION PLANS (NAPs)**

PNAQ 2 : les retards s'accumulent. Deux mois après la date limite fixée par la Commission aux Etats, le résultat n'est pas brillant. Pour le moment, seuls neuf pays membres ont envoyé leur projet de second plan d'allocation de quotas (06/09/2006)

#### **Des points carbone sur les cartes bancaires pour limiter la pollution**

*IDÉES POUR DEMAIN* : SURVEILLER de près les expériences menées par les gouvernements étrangers pour en tirer de bonnes idées pour la France, telle est l'une des missions confiée par le premier ministre, Dominique de Villepin, au Conseil d'analyse stratégique (CAS), dirigé par Sophie Boissard. Une « note de veille » du 31 juillet faisait référence à une nouvelle idée britannique en matière de lutte contre le changement climatique : la mise en place de permis d'émissions de carbone pour les particuliers. « Un même volume annuel de crédits carbone serait alloué à chaque personne. Chaque achat de pétrole, de gaz, d'électricité et de billets d'avion nécessiterait un certain nombre de crédits qui seraient comptabilisés sur les cartes bancaires individuelles », résume la note de veille. Cela permettrait de taxer davantage ceux qui utilisent beaucoup leur voiture ou les transports aériens. Les individus qui consomment peu, eux, pourraient vendre leurs crédits carbone inutilisés, par l'intermédiaire des banques.

### EDITORIAL

Après avoir débuté 2006 avec une vision sur l'avenir, et nos besoins en énergie, avec deux éminents spécialistes français, Messieurs Claude MANDIL et Hervé NIFENECKER nous avons enchaîné sur la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> avec MM Claude MABIL (IFP) et Michel Van CRAYELINGHE (Arcelor).

**Les informations dans les pages qui suivent vous donnent les bases essentielles et vous rappelleront les échanges de questions très longs qui suivirent.**

**Un programme de conférences est en cours de préparation, nous nous associons au GP Automobile pour aborder le véhicule hybride le 25 septembre.**

Jean-Pierre FRÉGÈRE  
Président du GP Energie

# CAPTAGE, TRANSPORT ET STOCKAGE GEOLOGIQUE DU CO2

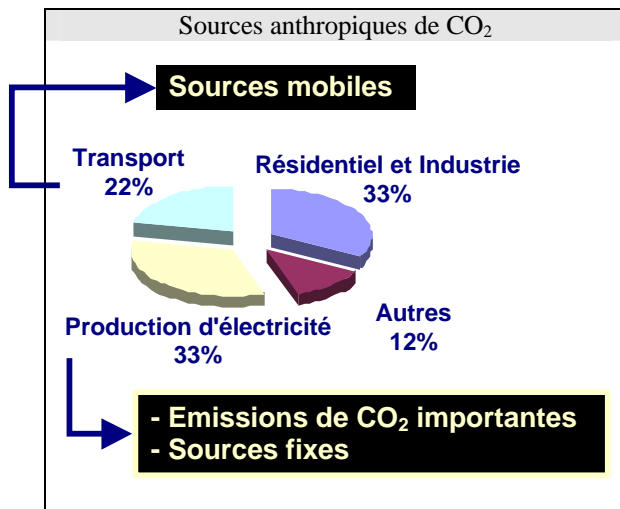
M. Claude MABILE, Directeur Expert, IFP

## La réduction des émissions de CO2 : contexte

La réduction des émissions de CO<sub>2</sub> est un réel défi climatique qui a engendré des engagements au niveau Français, Européen et International.

Français	Européen	International
<ul style="list-style-type: none"><li>Volonté publique nouvelle (facteur 4 en 2050)</li><li>Rapport Chambolle, Beffa (ANR, AII)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>6<sup>em</sup> et 7<sup>em</sup> PCRD, Plateforme technologique ZEFFPP, trading quotas</li><li>Filière hydrogène (HYPOGENE) et charbon.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Kyoto</li><li>Besoins énergétiques, Chine (croissance, charbon), Inde.</li><li>Organisation, programme internationaux : CSLF, AIE</li></ul>

L'échéance 2008-2012 afin de respecter les engagements de Kyoto nous impose de réduire de 5,2% les émissions en CO<sub>2</sub> par rapport à 1990. L'Europe s'est engagée pour une réduction de 8%.



On comprend mieux l'intérêt du captage de CO<sub>2</sub> en étudiant un cas d'application : une centrale thermique au charbon de 400 MWe captant du CO<sub>2</sub> :

- Augmente sa puissance thermique de 10 %
- Produit 75 T/h de CO<sub>2</sub>

Le coût du CO<sub>2</sub> capté est de 60 €/T

Aujourd'hui, plusieurs moyens de réduction techniques s'offrent à nous :

→ L'évolution du mixte énergétique

Charbon ⇔ Gaz naturel ⇔ Energie Renouvelable

→ La maîtrise de l'énergie

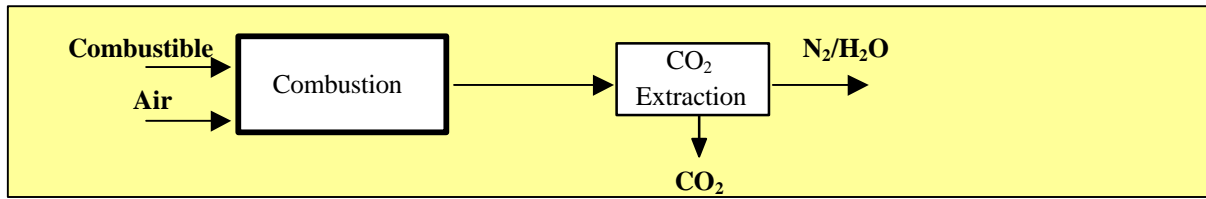
Rationalisation et augmentation du rendement.

→ Gestion du cycle de carbone

Du stock naturel de carbone à la séquestration physique (**géologique** ou dans l'océan).

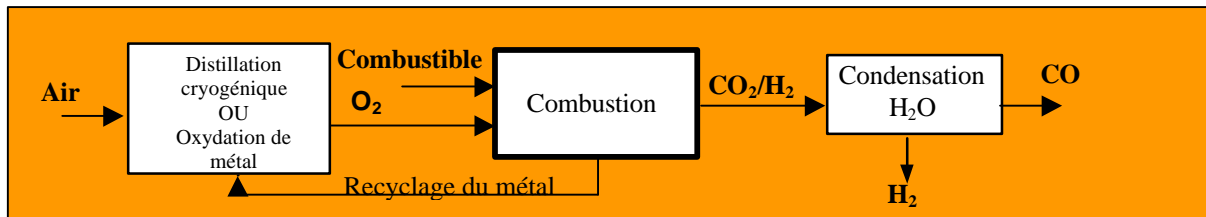
## Les filières de captage du CO<sub>2</sub> :

### Capture "post-combustion"



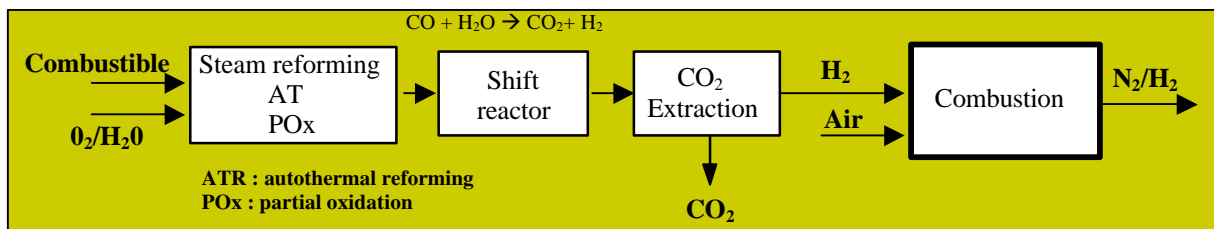
- Installations existantes
- Grandes volumes de fumées diluées en CO<sub>2</sub> et à faible pression
- CO<sub>2</sub> "pur"

### "Oxy-combustion"



- Nouvelles installations
- Volumes de gaz plus faibles et concentrés en CO<sub>2</sub>
- Nécessite une purification du CO<sub>2</sub> avant réinjection

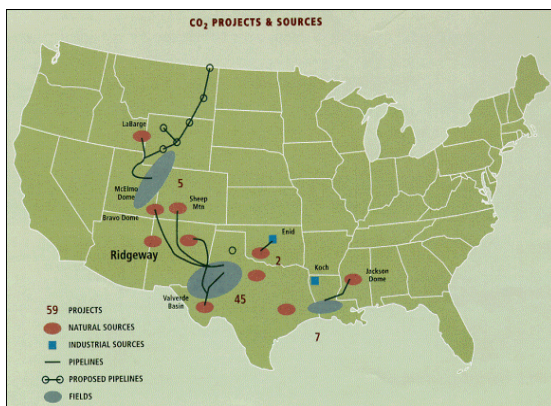
### Capture "pre-combustion"



- Nouvelles installations
- La voie vers l'hydrogène

## Le transport du CO<sub>2</sub>

Technologie commerciale : aux USA plusieurs milliers de km pour des actions de EOR



- ⇒ Pas de réglementation
- ⇒ Transport sous forme supercritique
- ⇒ Risque de corrosion/hydrates

Coût du transport :

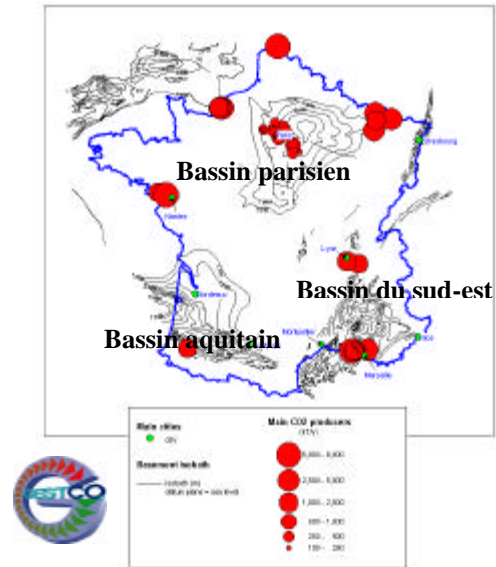
- Diamètre
- Epaisseur
- Longueur
- Lieu de pose (on ou off-shore...)

## Le stockage géologique du CO<sub>2</sub>

Les principales émissions industrielles de CO<sub>2</sub> en France sont engendrées par :

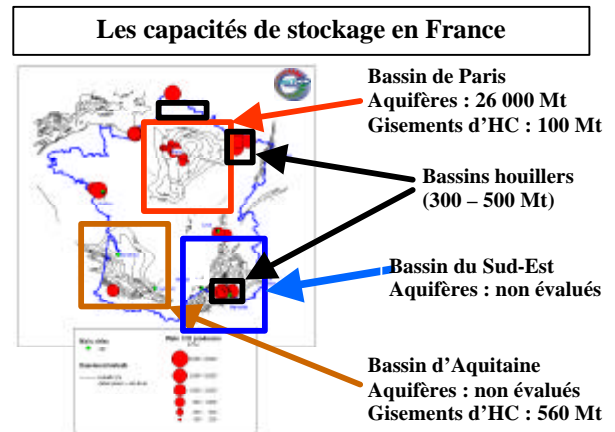
- Centrales thermiques
- Raffineries
- Aciéries
- Cimenteries
- Etc

Ces industries représente 40% des émissions françaises pour 190 Mt CO<sub>2</sub> / an. En région parisienne les sources sont plus modestes (celles ayant des émissions < 1 Mt / an) mais nombreuses. Elles représentent 8 Mt / an.



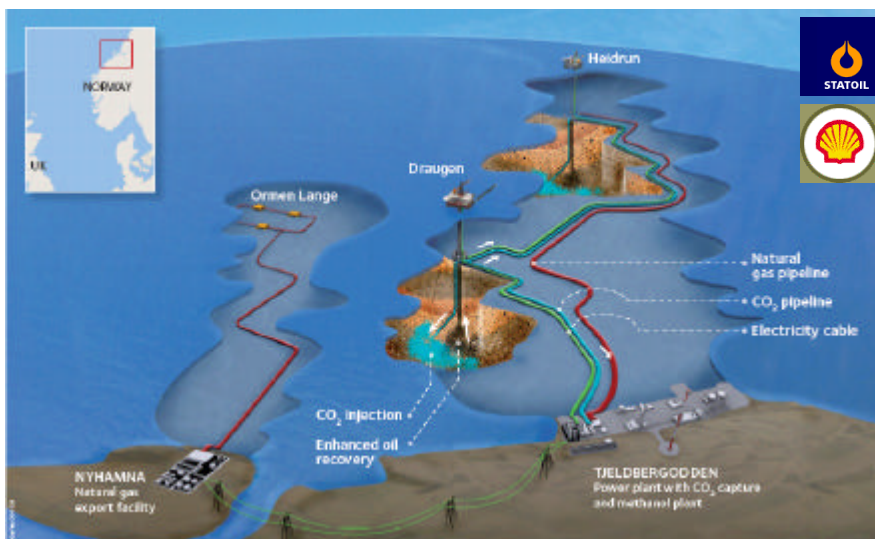
Les principaux types de stockage sont :

- Gisements d'hydrocarbure (huile /gaz)
  - ▲ Structure piégeant
  - ▲ Etanches (aux gaz non réactifs)
  - ▲ Objets bien connus
  - ▲ Intérêt économique via ERO / EGR
  - ▼ Inégalement répartis
  - ▼ Présence de nombreux puits
- Aquifères salins (eau non potable)
  - ▲ Grandes capacité de stockage
  - ▲ Largement répandus
  - ▼ Généralement peu connus
- Veines de charbons (non exploitées)
  - ▲ Récupération de méthane possible
  - ▼ Volume poreux et perméabilité faibles



Les principaux enjeux techniques sont de contrôler le stockage et ses environs, d'assurer le confinement et d'optimiser le stockage.

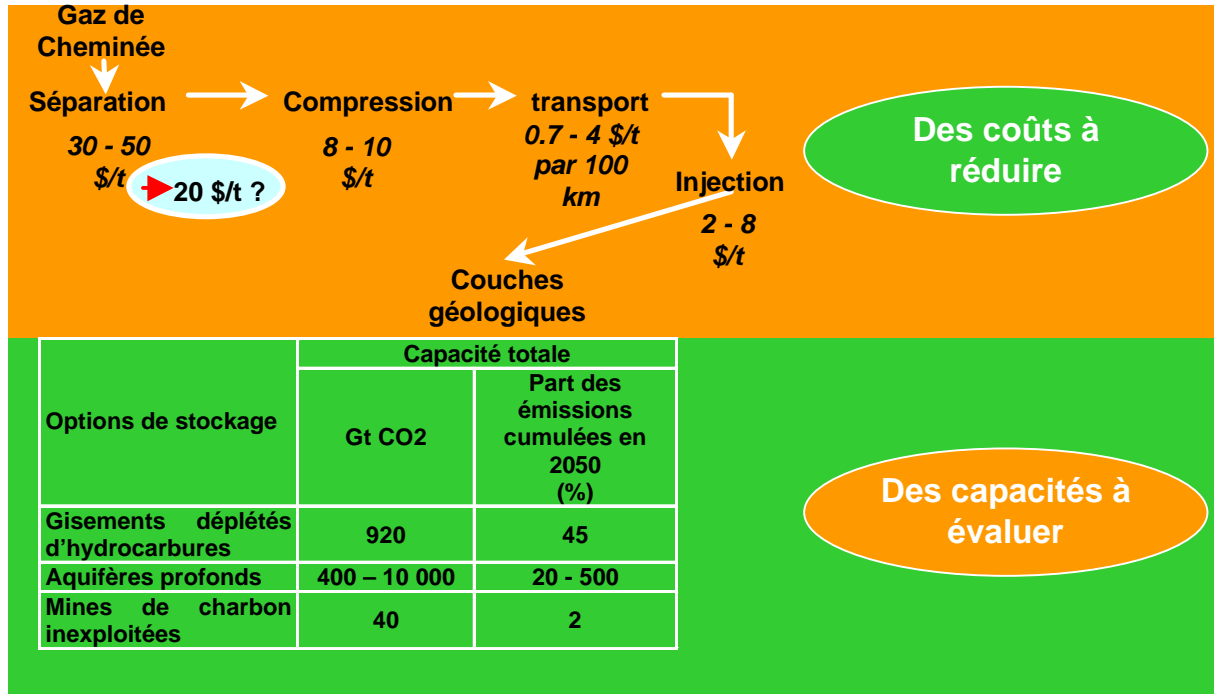
## Une réalité industrielle – Exemple de Shell-Statoil : Tjeldbergodden project



Centrale au gaz 860 MW – 2,5 Mt CO<sub>2</sub> par an, capture post-combustion, EOR en 2012

## Stratégie et perspectives

Les enjeux du captage et stockage du CO<sub>2</sub> sont la réduction des coûts, l'inventaire et l'optimisation des capacités de stockage, la sûreté et la pérennité du stockage, l'élaboration d'un cadre réglementaire et l'acceptabilité du concept par le publique.



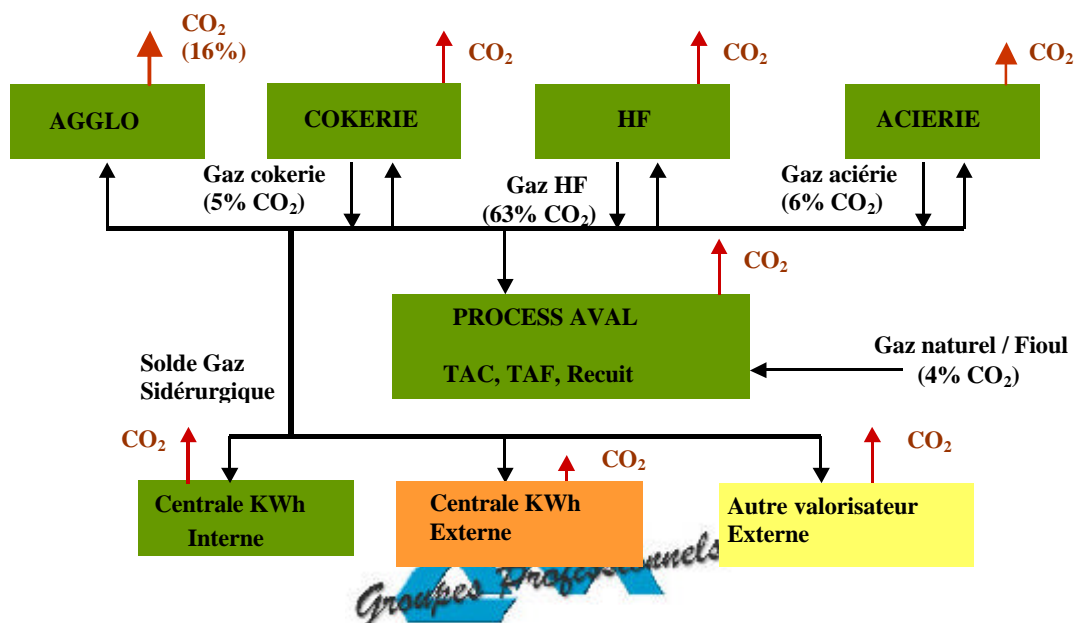
Cependant, certains efforts restent à faire en Recherche et Développement :

- Le développement de nouveaux procédés peu coûteux pour la séparation.
- L'Amélioration des connaissances sur les processus physiques et chimiques pour le stockage du CO<sub>2</sub>.
- Le développement des méthodes et outils pour la surveillance des stockages
- La validation / démonstration sur des sites réels.

## LE PROGRAMME ULCOS - ARCELOR

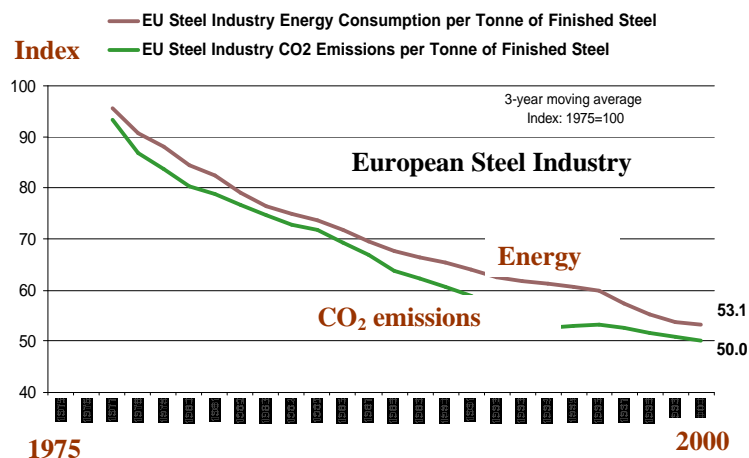
Michel Van CRAYELINGHE, Directeur environnement France, Arcelor

ARCELOR est le leader de la transformation de la sidérurgie mondiale. Produisant 47 millions de tonnes d'acier tous les ans, les filières de production sont vouées à dégager de grandes quantité de CO<sub>2</sub>.



A titre indicatif, la voie fonte en site intégré produit environ 2 tonnes de CO<sub>2</sub> à la tonne d'acier dont 1,5 tonne de CO<sub>2</sub> à la tonne de fonte. Pour la voie électrique, 0,2 tonnes de CO<sub>2</sub> à la tonne d'acier.(en moyenne)

### Evolution dans le passé :



### Le cas de la production de l'acier :

Depuis les années 50, et ce grâce aux divers progrès technologiques ,les émissions générées par la sidérurgie ont baissé de plus de 55%. La liste ci-dessous présente les technologies existantes et en cours de développement qui vont permettre de réduire de manière drastique ces émissions, en alliant les connaissances relatives au Carbone, à l'hydrogène et à l'électricité

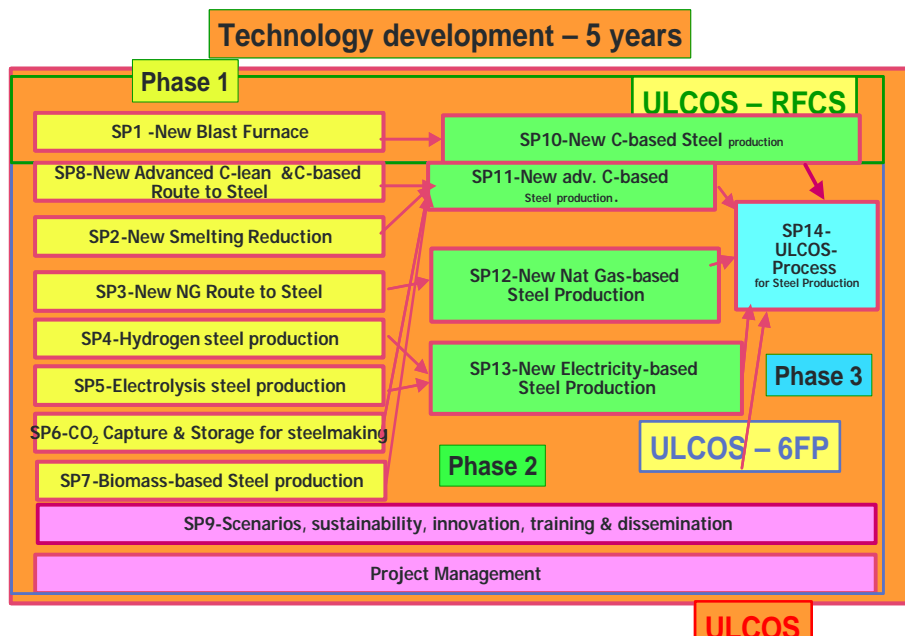
- utilisation du Carbone présent dans la biomasse
- hauts fourneaux à plasma
- électrolyse, ...

### L'objectif d'ULCOS :

L'objectif du projet ULCOS est de proposer d'ici 10 ans une technologie de production massive d'acier allant dans le sens du protocole de Kyoto par rapport à la réduction d'émission de CO<sub>2</sub> et dans le sens du monde actuel ou chaque gramme de CO<sub>2</sub> a un coût, et où l'on arrive bientôt à épuisement du pétrole et du gaz naturel.

La mise en place de ces technologies nouvelles se fera bien sur progressivement ,en remplaçant petit à petit l'existant.

Les pistes actuelles s'orientent vers la production d'acier basée sur la biomasse, l'électrolyse et l'hydrogène, s'éloignant des productions à base de houille ou de gaz naturel.



Avancement du projet – budget : 44M€

## POUR EN SAVOIR PLUS

www.ifp.fr  
www.arcelor.com  
www.ecologie.gouv.fr  
www.dgemp.minefi.gouv.fr/energie

## PROCHAINE DATE

**Lundi 25 septembre 2006 à 18h30**  
**LES HYBRIDES DIESEL DU GROUPE PSA**  
Alain KLEIN,  
Directeur du programme hybride diesel de Peugeot  
Citroën

Hôtel des Arts & Métiers  
9bis avenue d'Iéna, 75783 Paris cedex 16

## LES SERVICES

L'AMJE, la Junior  
Entreprise de l'ENSAM,  
met à disposition des  
entreprises des élèves-  
ingénieurs de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts  
et Métiers voulant effectuer des missions en  
relation avec l'enseignement dispensé dans leur  
école (BE, génie industriel, marketing industriel et  
informatique).



En savoir plus : <http://www.amje.net>

### **Société des Anciens Elèves de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers** **Groupe Professionnel ENERGIE**

Tél : 01 40 69 27 41                      9, bis avenue d'Iéna  
Fax : 01 47 20 58 48                      75783 Paris Cedex 16  
e-mail : [mondam@arts-et-metiers.asso.fr](mailto:mondam@arts-et-metiers.asso.fr)



*Edité par AMJE (Arts et Métiers Junior Etudes)*