



Capture et stockage géologique du CO₂ : les perspectives

François MOISAN
ADEME- Directeur de la Stratégie et de la
Recherche



CLUB CO2 : Un lieu d'échanges et d'initiatives

■ Principales missions :

- d'identifier les lignes d'orientations et les défis majeurs pour des programmes scientifiques et techniques,
- de recommander aux instances décisionnelles du financement de la recherche la mise en place et le développement de travaux interdisciplinaires,
- de promouvoir l'offre technologique française dans l'espace européen et international.
- d'encourager des actions de coopération entre les équipes de recherche des secteurs publics et privés,

■ Membres :

- Entreprises : Air Liquide, Alstom, Arcelor, EDF, GDF, GEOSTOCK, Lafarge, TOTAL, Sarp Industrie-ONYX, Saipem, Schlumberger
- Etablissements publics : ADEME, AII, BRGM, CNRS, Ecole des Mines, IFP, INERIS
- Observateurs : DGEMP/DIREM, ANR, CEA

■ Fondé en 2002 Présidence ADEME secrétariat BRGM-IFP-ADEME



Les filières techniques de la capture et du stockage

- Capture du CO₂ :
 - Post combustion
 - Précombustion (avec production H₂)
 - Oxycombustion
- Transport du CO₂ par canalisation ou navire
- Stockage en formation géologique
 - Puit de pétrole ou de gaz
 - Veine de charbon
 - Aquifère



Pertes énergétiques et surconsommation liées à la capture du CO2

		Si la consommation en entrée est la même avec ou sans capture		Si la puissance en sortie est la même avec ou sans capture	
		Perte énergétique		Surconsommation	
		Actuellement	Espérée à moyen terme	Actuellement	Espérée à moyen terme
Capture postcombustion / absorption chimique	Gaz NGCC	30%	13%	43%	15%
	Charbon pulvérisé	47%	20%	89%	25%
Capture pré combustion	Charbon IGCC	-	15%	-	18%

Source : cahiers du CLIP, G. Pouchart (IFP), A. Frachet (GDF)



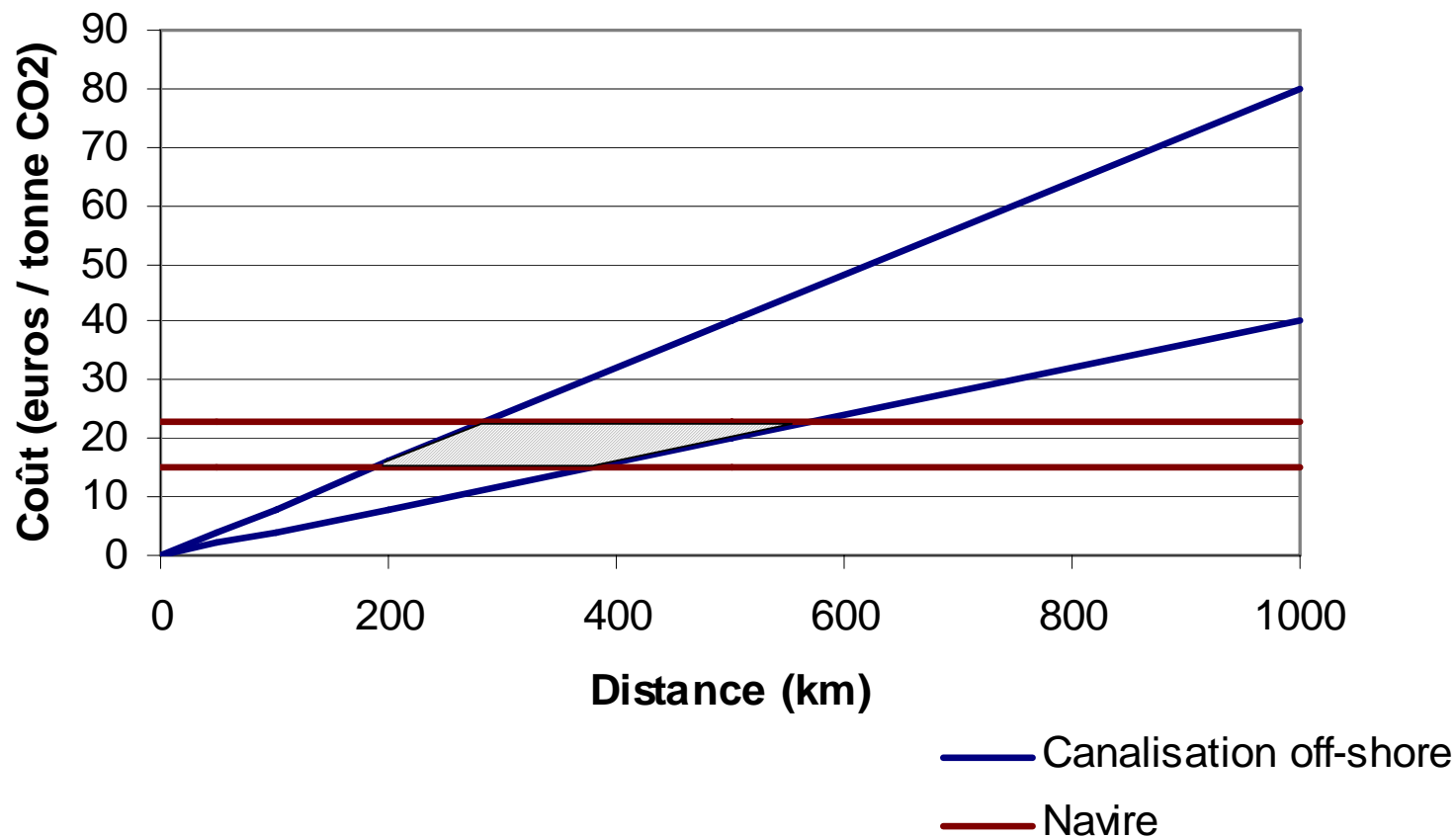
Les surcoûts actuels de la capture du CO₂

Energie	Puissance sans capture	Production de CO ₂ tCO ₂ /an	Investissement €/kW	Surcoût (actuel)	
				€/tCO ₂ évité	c€/kWh
Charbon rend. 30%	500 MW	4 900 000	800 – 900	40	4,4
Gaz rend. 50%	500 MW	1 900 000	400 - 600	55 - 60	2,5

Source : GDF



Coûts de transport du CO₂ : canalisation/navire



Source : cahiers du CLIP, G. Pouchart (IFP), A. Frachet (GDF)



Coûts actuels du kWh électrique avec capture et stockage du CO₂

US \$ ₂₀₀₂ /kWh	Cycle combiné gaz	Charbon pulvérisé	IGCC
Sans capture	0,03-0,05	0,04-0,05	0,04-0,06
Avec capture et stockage	0,04-0,08	0,06-0,10	0,05-0,09
Avec capture et EOR*	0,04-0,07	0,05-0,08	0,04-0,07

* : Enhance oil recovery (15-20 \$/bl)



Coût du CO₂ évité par rapport à une centrale de référence

compétitif à partir d'un prix du CO₂ de 25 à 30 \$/t

US \$/t CO ₂ évité/centrale de référence	Référence : Cycle combiné gaz	Référence : Charbon pulvérisé
Centrale avec C&S		
Cycle combiné gaz naturel	40-90	20-60
Charbon pulvérisé	70-270	30-70
IGCC	40-220	20-70
Centrale avec C&S et EOR (valorisé 15-20 \$/bl)		
Cycle combiné gaz naturel	20-70	0-30
Charbon pulvérisé	50-240	10-40
IGCC	20-190	0-40



Des potentiels de stockage limités hors aquifères

À comparer à un cumul d'émissions de 1 000 Gt CO₂ d'ici 2050

Type de stockage Gt CO ₂	Parson & Keith (1998)	Ducroux et al (2001)	Gale (2003)
Réservoirs d'hydrocarbures	740-1850	500-3000	920
Veines de charbon	370-1100	>20	40
Aquifère salins profonds	370-3700	500-10000	400-10000

Source : cahiers du CLIP, G. Pouchart (IFP), A. Frachet (GDF)

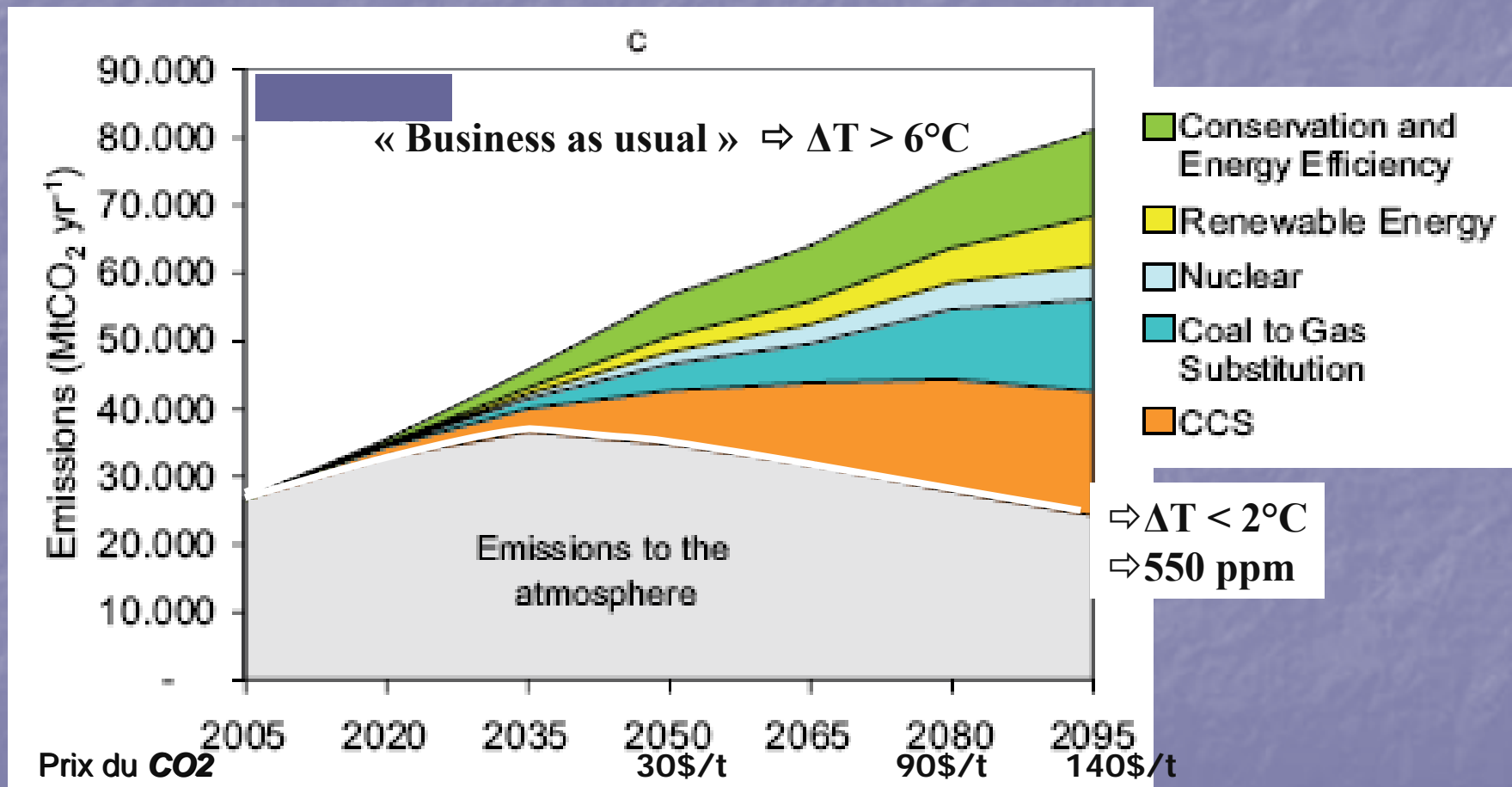


Estimation des potentiels de stockage géologique de CO₂ (conservatrice pour les aquifères : 2 ‰)

Catégories	Nom des régions	Pourcentages du potentiel mondial capture sur les centrales électriques	Pourcentage du potentiel mondial de stockage
Régions largement excédentaires	Ex-URSS ; Canada ; AMERIQUE du Sud ; AFRIQUE du Nord ; Afrique de l'Ouest ; Afrique de l'Est ; MOYEN-ORIENT	19%	62%
Autres régions excédentaires	EUROPE de l'OCDE; Etats-Unis; AMERIQUE centrale ; Asie de l'est; Asie du Sud-Est ; AFRIQUE du Sud; AUSTRALASIE	58%	34%
Régions « déficitaires »	EUROPE de l'Est ; ASIE du Sud ; Japon	23%	4%



Le rôle du stockage du CO₂ dans les bilans GES d'ici la fin du siècle



Rapport spécial «Carbon Dioxide Capture and Storage» IPCC, September 2005



Les échéances de la R&D d'ici 2020

- 2007-2008 : Les grandes options de capture font l'objet de prototypes semi-industriels, les différentes configurations de transport sont évaluées et les conditions (y c. réglementaires et sociales) sont réunies pour le lancement d'un pilote instrumenté de stockage sur le territoire national.
- 2010 : Portefeuille technologique sur capture validé et premières opérations de démonstration en conditions semi-industrielles sont lancées. Les recherches sur les pipelines permettent d'entrevoir la mise en opération d'unités de l'ordre de 50 à 100 km. Un pilote de stockage instrumenté sur le territoire national est en début d'exploitation.
- 2020 : L'ensemble des éléments de la chaîne capture, transport et stockage du CO2 est mature pour une exploitation industrielle. Des installations industrielles sont en fonctionnement et représentent une part croissante du marché. Le couplage est effectué avec la production d'hydrogène. Des infrastructures de transport sont opérationnelles et le savoir-faire sur le stockage maîtrisé.



Les enjeux des recherches et des négociations

- Maîtrise économique de la capture à des coûts de l'ordre de 10 €/t CO₂
- Validation des conditions de stockage en aquifère avec un taux de fuite « acceptable »
- Statut juridique du CO₂ stocké (substance chimique ou déchet), propriété et responsabilité du CO₂ stocké
- Processus de concertation locale permettant l'acceptation par les populations concernées
- Validation du stockage dans les procédures d'inventaires nationaux, les PNAQ et le MDP