Master STEP, IPGP, Paris. Frontiers in geosciences class, 21/03/2008.

CCS economics & acceptability

Minh Ha-Duong
 CIRED, CNRS

haduong@centre-cired.fr

Acknowledgements

- METSTOR project: ADEME
- SOCECO2 project: ANR

Colleagues at IFP, BRGM, INERIS, Gaz de France, Total, IPGP, CNRS and more.

Outline

- I. Costs
- II. Acceptability and risks
- III. Socio-political opinions in France

References

IPCC (2005) Special Report on Carbon dioxide Capture and Storage

Minh Ha-Duong, Alain Nadaï, and Ana Sofía Campos. A survey on the public perception of CCS in France. 2007.



162 fulltexts on CCS risks, economics & perception at: http://www.centre-cired.fr/perso/haduong/ArchiveCCS/

Master STEP, IPGP, Paris. Frontiers in geosciences class, 21/03/2008.

I. The economics of CCS in 2008

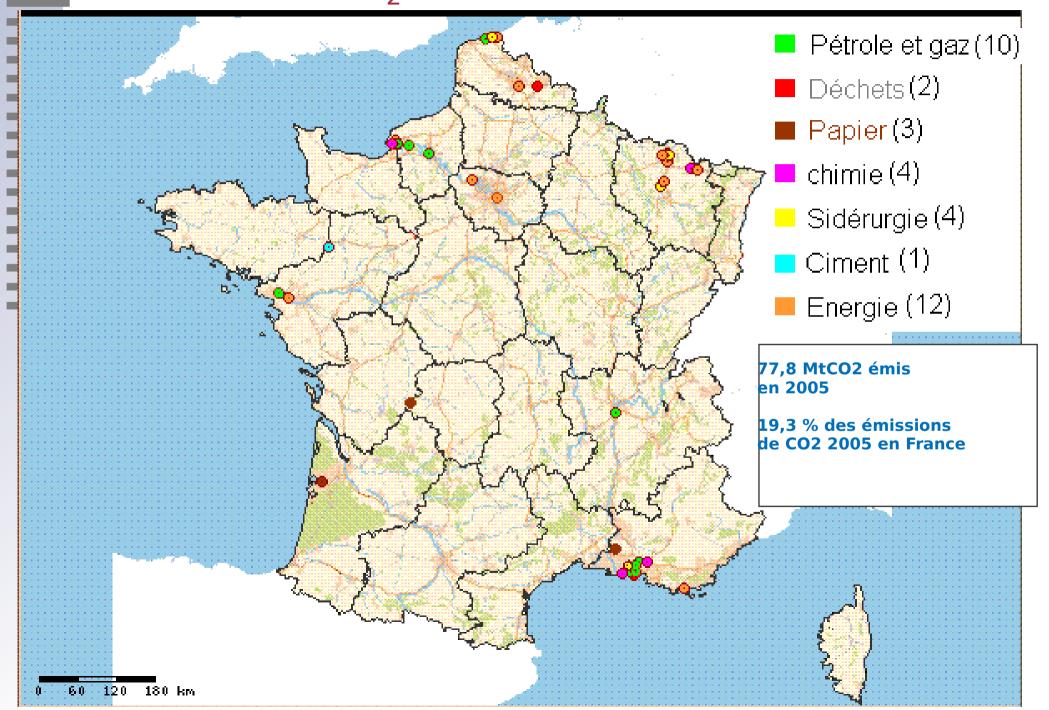
Message

- Saving CO₂ is worth ~20 €/t (market price)
- CCS costs ~50 €/tCO₂ (capture expensive)
- Therefore something must be done

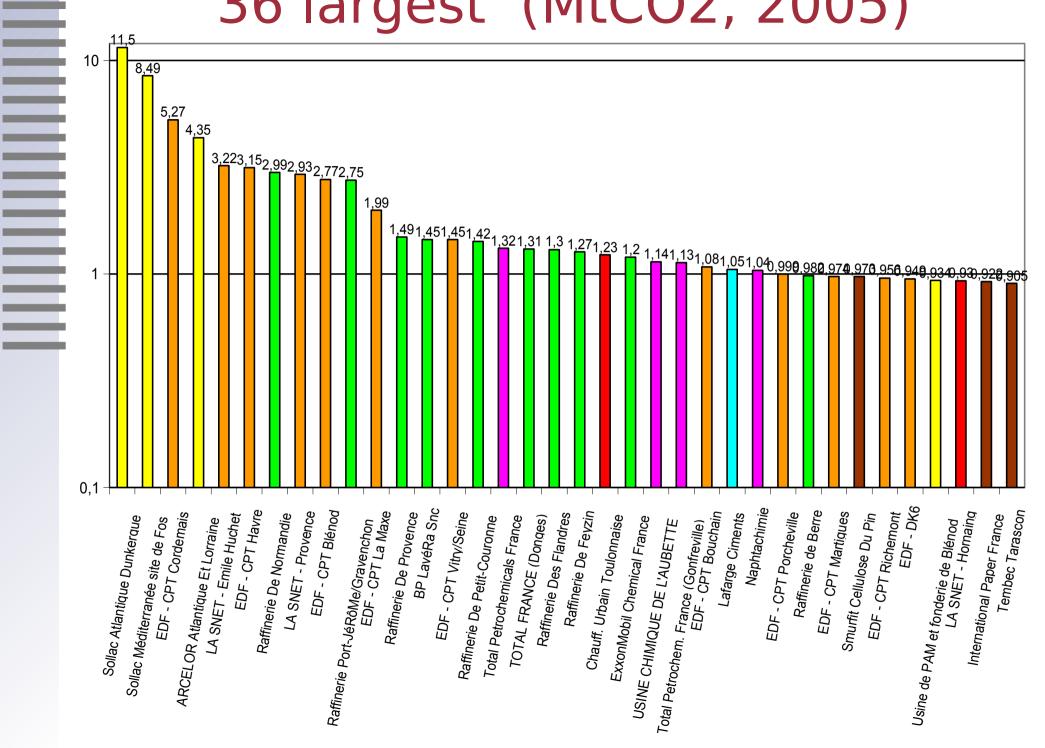
CO₂ emission permits market

- There is a wide variety of industries
- One market to rule them all is efficient

36 largest CO₂ emitters industry & energy



36 largest (MtCO2, 2005)

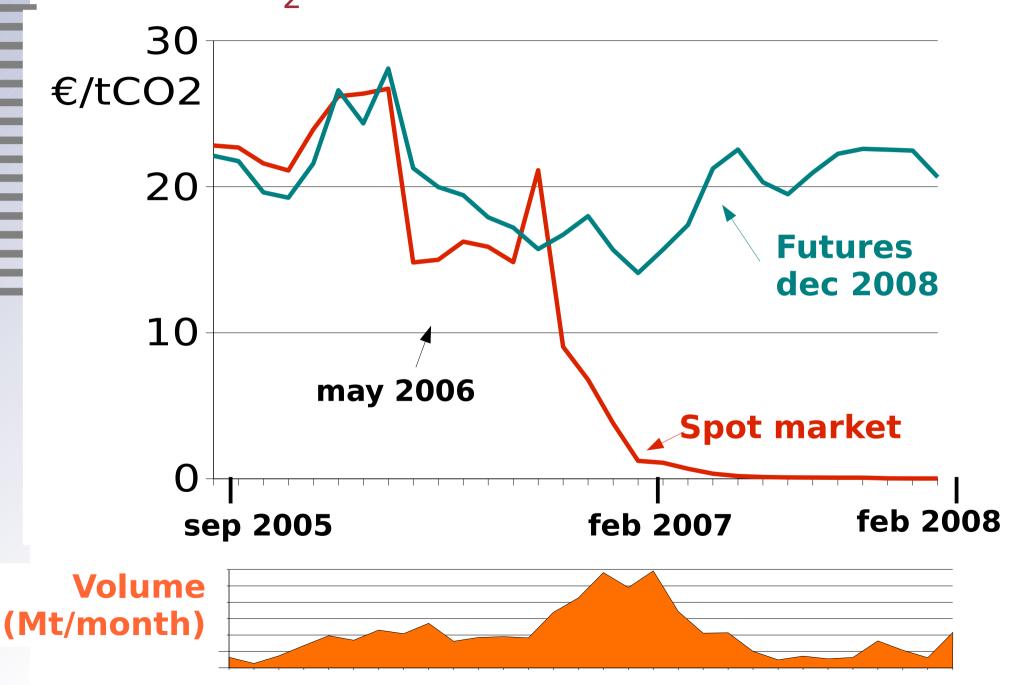


ETS: Emission Trading System

 To emit CO2 european firms must have allowances

- Allowances can be sold or bought
- Initial quantity given free in 2005,
 Auctions to be used in later periods

ETS CO₂ allowances: Price history



ETS allowance is 15-25 €/tCO₂

Is that enough to justify CCS?

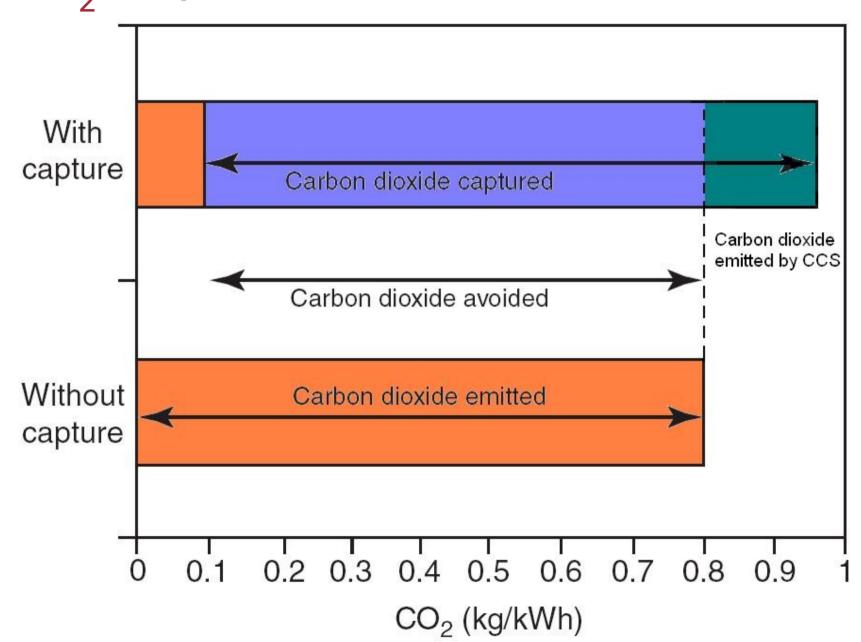
2. Costs along the CCS chain

Adding up the costs of:

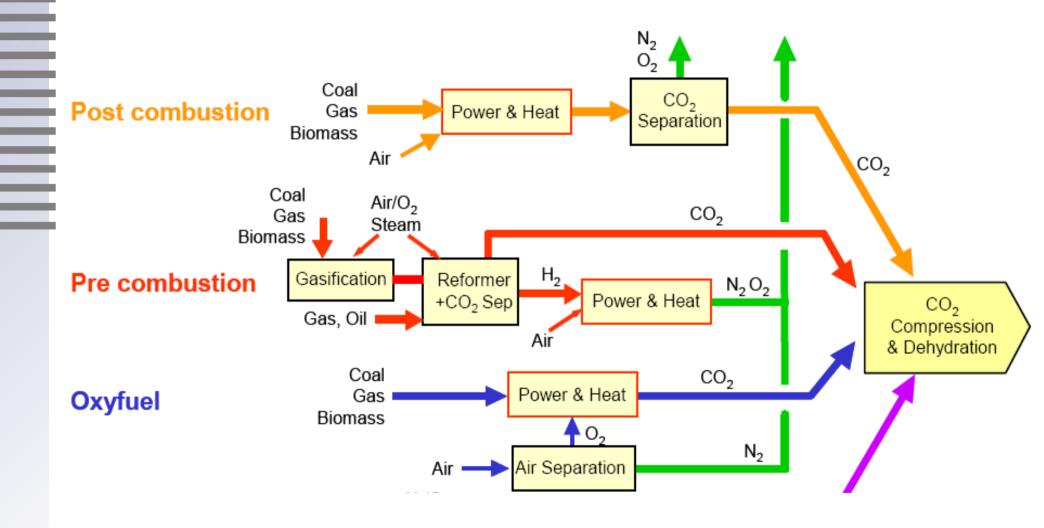
- Capture + compression,
- Transport: pipeline or ship
- Storage; siting, injection, monitoring

Technologies known, but We need large scale, integrated pilots

CO_2 avoided = CO_3 captured - emissions of CCS

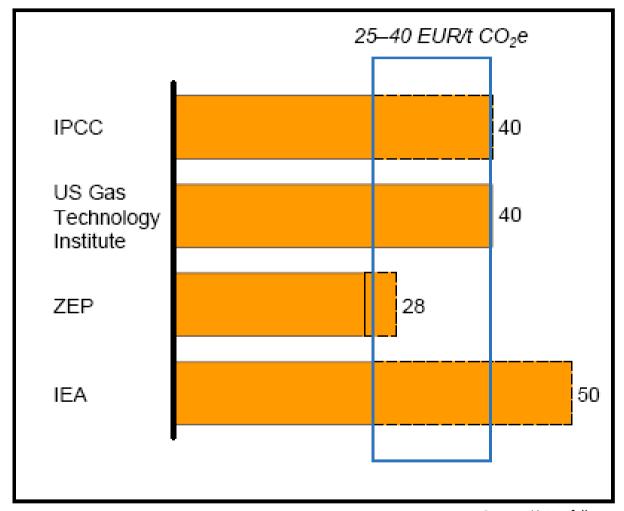


3 ways to capture



Source: Bolland (2004)

Capture costs estimates (€/tCO2)



Existing studies suggest 25-40 €/tCO2 in 2020, but no technology is mature.

Between post- and oxycombustion, it's unclear which is cheapest.

Post-combution as retrofit on coal plant: + 10-20 €/tCO2, but it's the only choice

Source: Vattenfall

Moving CO₂ around

Pipeline Ship (supercritical dense phase) (oversea/offshore storage)

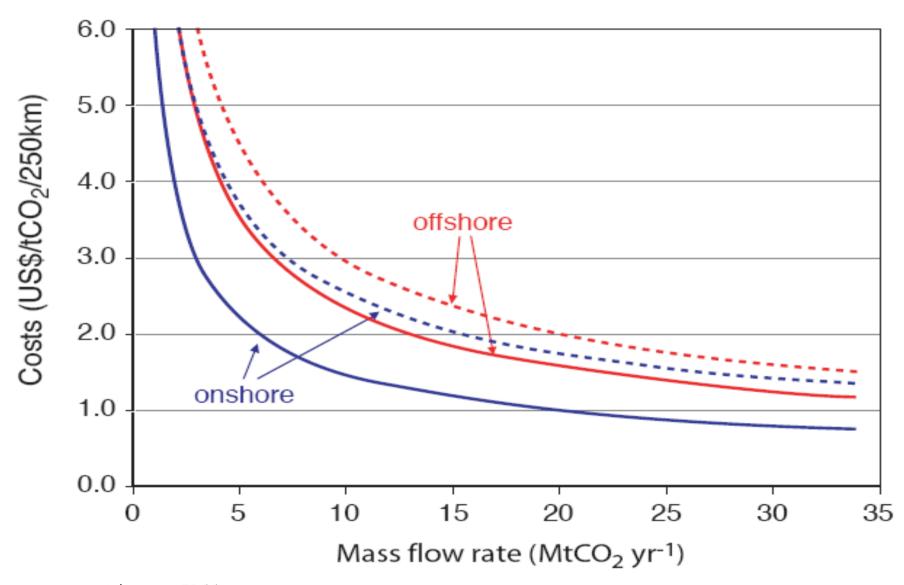




- Commercially available technologies
- Low technical progress
- Economies of scale

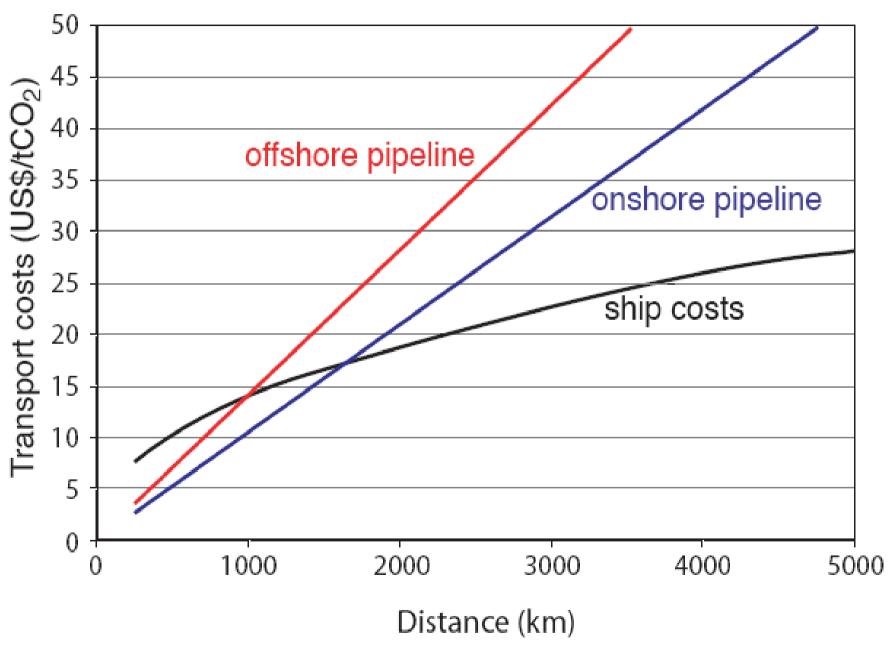


Costs with pipelines (US\$/tCO2/250km)



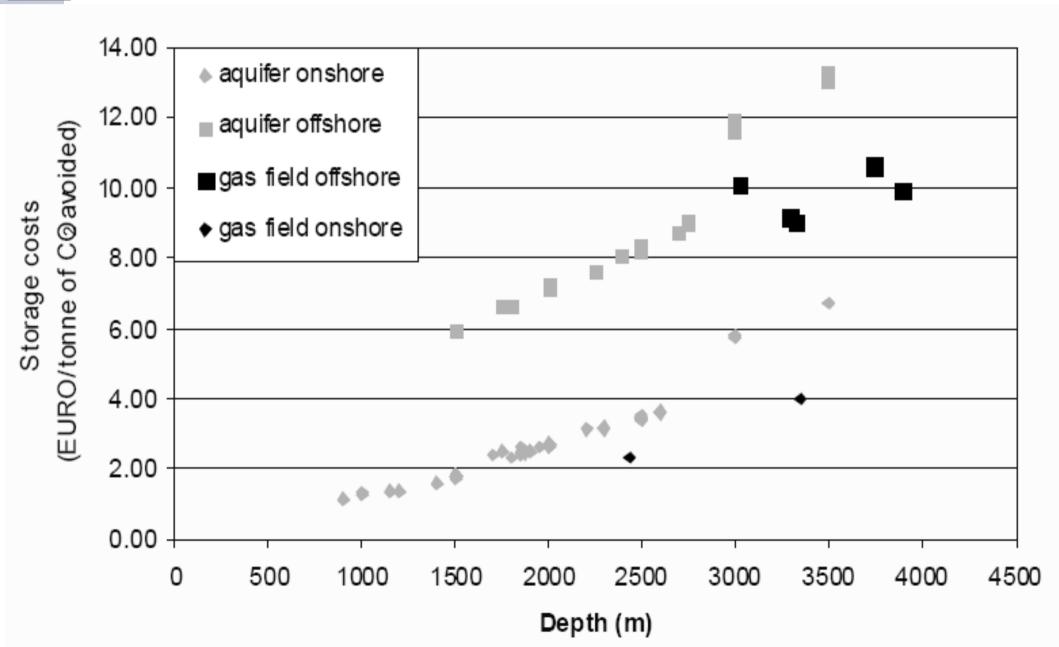
Source: Special report IPCC

Shipping cheaper over 2000km



Source: Special report IPCC

Storage costs - €/tCO2 avoided (TNS-Ecofys 1999)

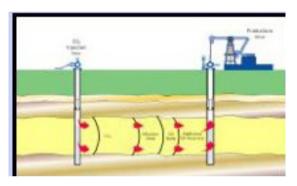


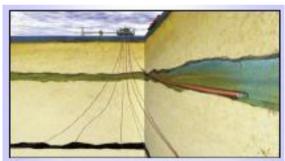
But there are uncertainties

Risks of leakage: Imply long term monitoring

Economic framework is uncertain (post Kyoto regulation, ETS...)

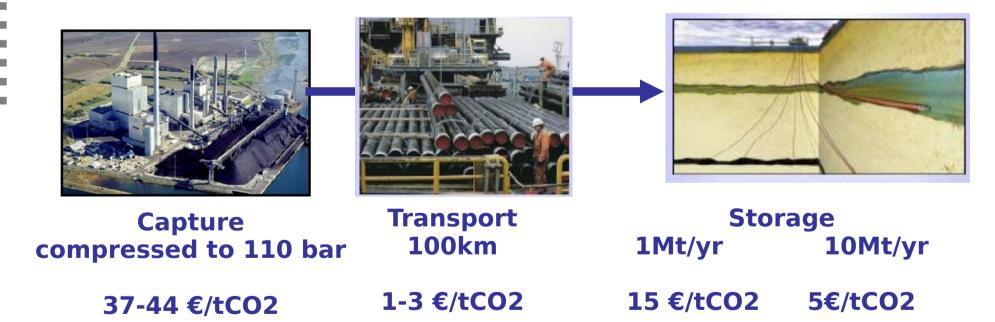
No public opinion exists yet



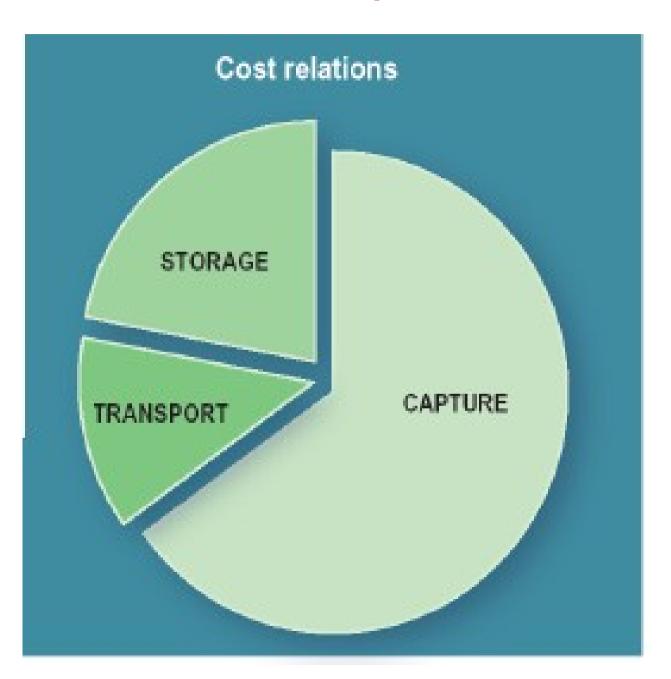


Estimated total cost, today

43 - 52 € / tCO2 avoided for 10 M t/yr



Capture is the expensive step



CCS is way over CO2 market price

Incitations are needed 50 €/tCO2 (CCS) > 20 €/tCO2 (ETS)

There are public benefits to R, D & D

Electricity production cost increases by >30%

 Coal plant: from 4.3-5.2 c/kWh without to 6.3-9.9 c/kWh with CCS 400M\$ additional investment

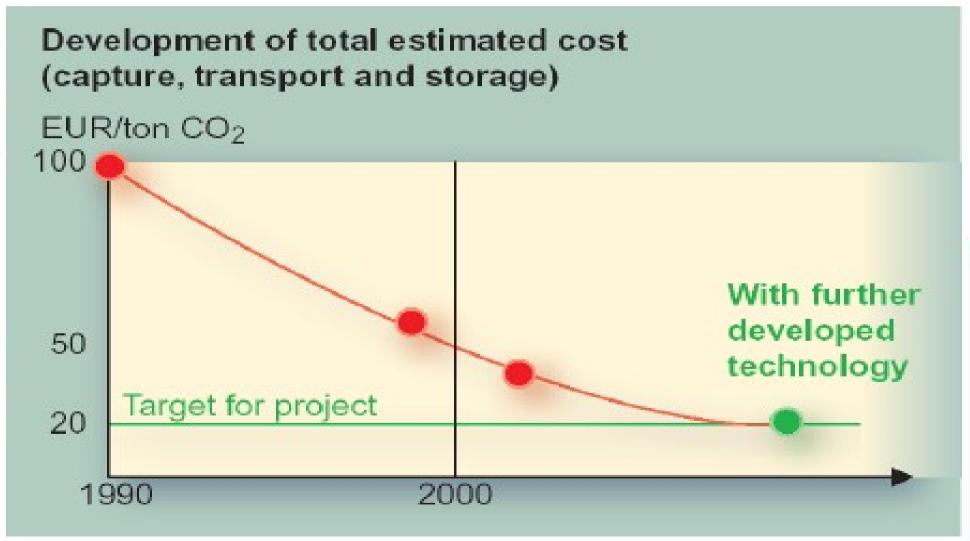
Natural gas combined cycle:

3.1 - 5.0 c/kWh without

4.3 - 7.7 c/kWh with

Source: IPCC SRCCS

Cost reduction target: 20€/tCO2



Conclusion

European market (ETS) ~20±5 €/tCO₂

CCS costs ~50 €/tCO₂ today

Capture is expensive

Master STEP, IPGP, Paris. Frontiers in geosciences class, 21/03/2008.

II. CCS: Acceptability and risks

Messages

- Risks are lived with
- Acceptability is politically constructed with communities

■1. CO2 risks are lived with

- CO2 tends to leak
 - Lighter than water
 - An acid than may react with the rock
- But
 - Natural analogues (volcanism)
 - Artificial analogues (workers ≠ public)
 - Models are improving

Volcanism: CO₂ is dangerous

- Rabaul, Papua New Guinea: In June of 1990, three people died of suffocation in a vent of the east side of Tavurvur. Three more died trying to retrieve the bodies.
- Vestmannaeyjar (Heimaey), Iceland: During the 1973 eruption a sleeping man was killed by carbon dioxide as it pooled in the basement of his house.
- Italy 1650: eruption of Etna caused about 40 deaths; some caused by opthalmias from sulfurous vapors and suffocation. The crew of a ship suffocated as it passed the volcano.

Lac Nyos, Cameroun: August 21st, 1986, 1700 deaths.



Artificial risks CO₂ in the workplace

- Coal mining
- Agriculture and food industry
- Fire suppression systems

Community risk: A more plausible analog of orphaned well leakage





CO2 leaks already managed



Summary: CCS risky but manageable

- People live near industrial risks
- People live near CO₂ leaks

2. The acceptance issue

- What is acceptability ?
- Psychological approach
- Sociological studies

Acceptability by whom?

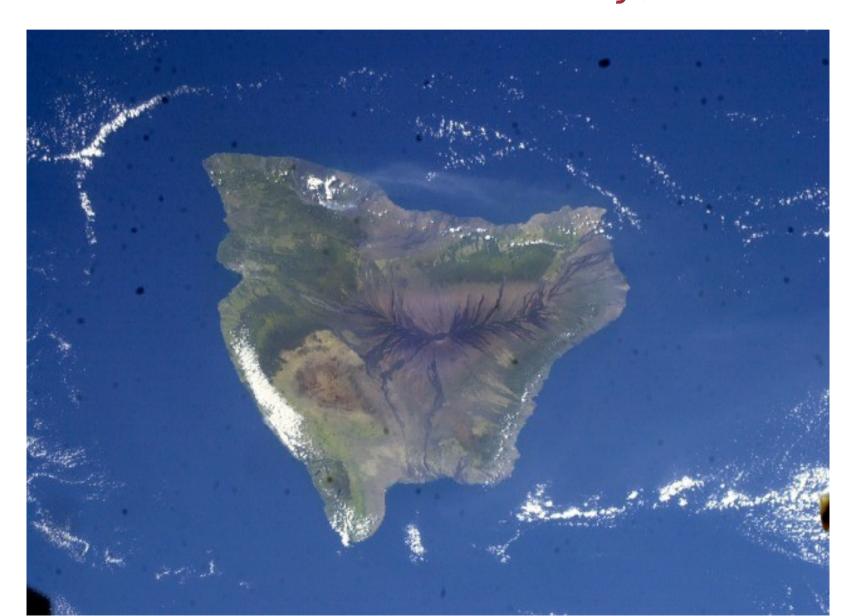
- Stakeholders:
 - Local administration
 - Central administration
 - Industry
 - Non governmental organisations
- The public at large

Acceptability of what?

- A project: Community acceptability
- An reply to climate change: Sociopolitical acceptability
- A technology: Market acceptability

Non-acceptance case

"Feds to Test Impact of Dumping CO2 into Kona Waters" West Hawaii Today, 18/3/1999.



Regulation and acceptance in other projects

- Existing "large" projects (1MtCO2/yr)
 Sleipner, In Salah, Weyburn
- Many smaller, pilot projects today to
 - Master the technological chain
 - Engage the administrations
 - Explore local acceptance issues

Psychological risk attributes

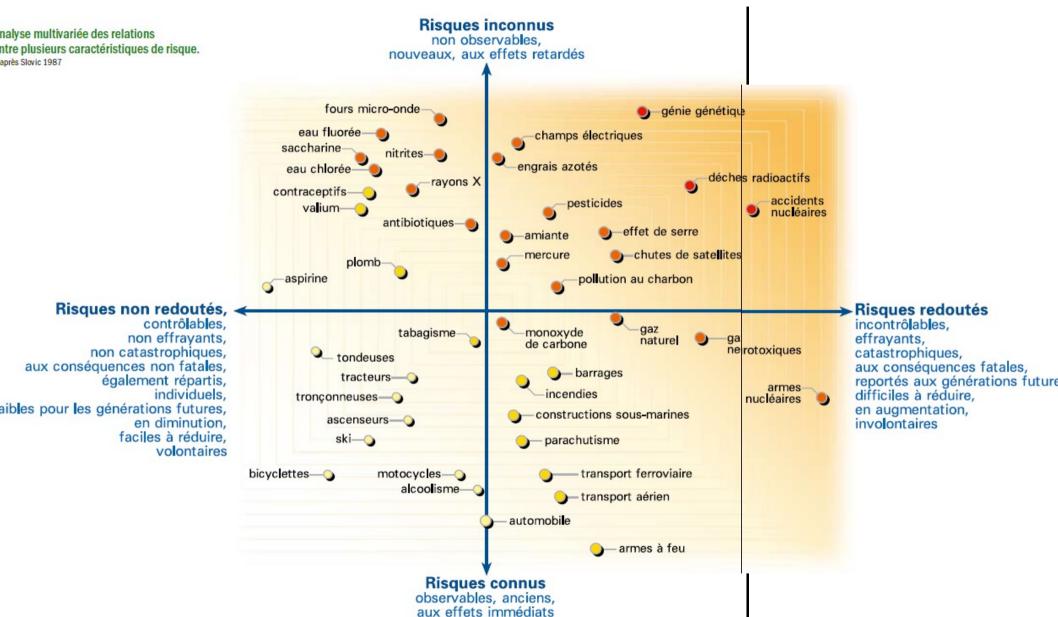
Bad Good

Imposed Artificial Catastrophic Unknown Memorable Feared

Just
Moral
Controlled
Familliar
Trusted actors

Ref: Afsset, Janvier 2006 Perception du risque et participation du public

Perceived risk attributes: Multivariate analysis



Lessons of sociological studies: sociopolitical acceptability

- Oceanic storage is out
- Onshore still in (France at least)
- Approval conditional on accepting the necessity of climate change action
- CCS < renewables or conservation

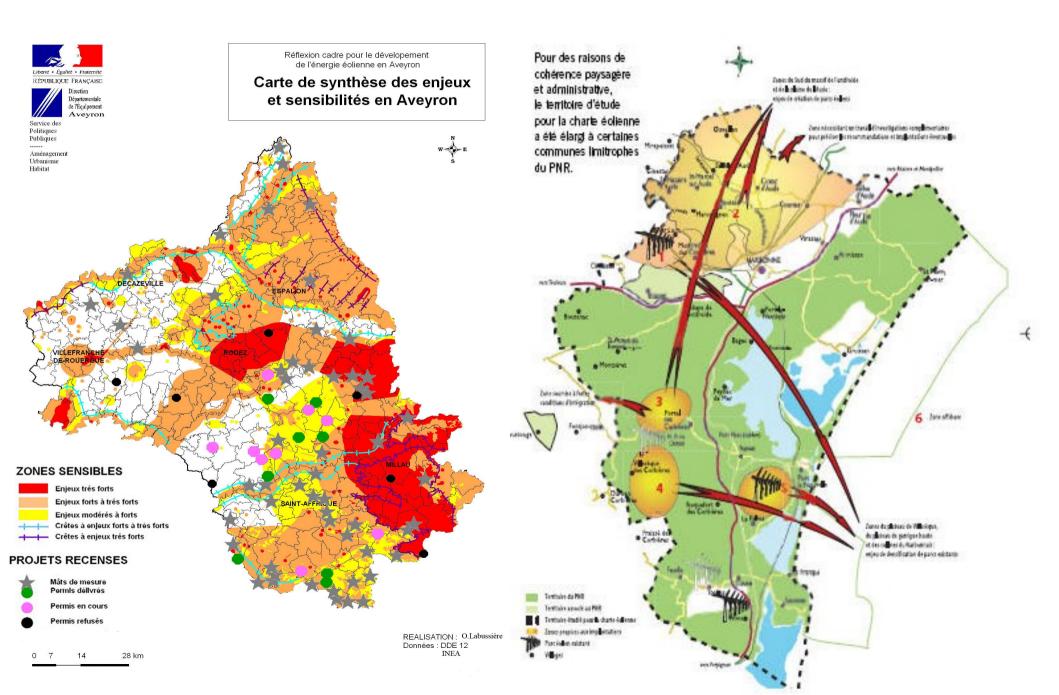
Lessons of sociological studies: community acceptability

- No CCS cases yet
- Lessons from windmill sitting plans:

Technical approach (SIG layers) vs.

Political approach (negociation)

Technical map vs. political map



Conclusions

- CCS risks seem more manageable than many other risks: climate change, nanotech, GMOs
- Sociopolitical and local acceptability remain to be co-constructed

Master STEP, IPGP, Paris. Frontiers in geosciences class, 21/03/2008.

Socio-political opinions in France about CCS

- Survey design and administration
- Results
- Other research activities

1. Warning on surveys

Marketing / Communication / Research

"L'opinion publique n'existe pas"
(Bourdieu, 1973)

SOCECO2 survey design

- Sondage TNS SOFRES CIRED, 11-12 / 4 / 2007
 Representative sample (1083 French, age 15+)
- Awareness questions
- Approval of / opposition to CSC
 - After presenting the technology
 - After presenting the risks
- Split sample: Stockage vs. Sequestration

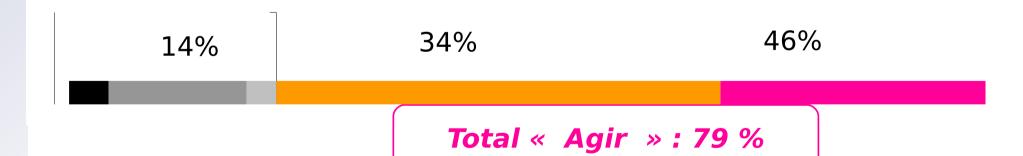
2. Results

Une opinion largement mobilisée La majorité de la population réclame une action immédiate

Laquelle de ces opinions se rapproche le plus de la vôtre?

- La gravité du changement climatique ne fait aucun doute et une réponse immédiate est nécessaire
- La réalité du changement climatique est suffisamment évidente et une action doit être décidée
- On n'en sait pas assez sur le changement climatique et il faut davantage de recherche avant toute décision Les inquiétudes relatives au changement climatique ne sont pas justifiées

Sans opinion

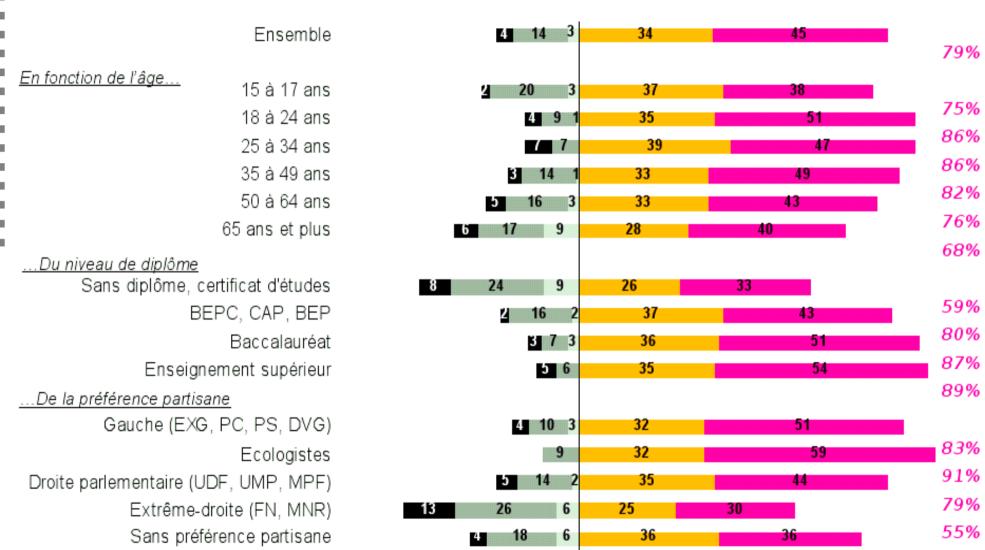


Base : Ensemble de l'échantillon (1083 individus)

Une mobilisation partagée par tous Mais pas dans les mêmes proportions

Total « agir »

72%

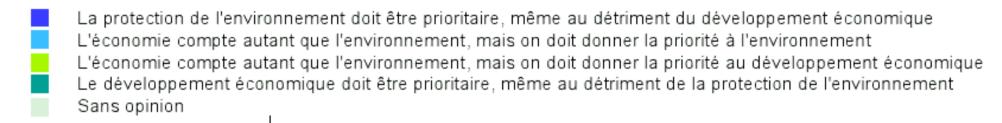


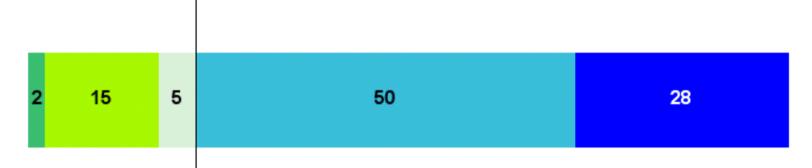
...Et de la situation professionnelle :

90% des cadres souhaitent qu'une action soit prise, et 57% demandent une réponse immédiate.

La protection de l'environnement, désormais indissociable du développement économique

De manière générale, quelle priorité accordez-vous à la protection de l'environnement par rapport au développement économique ?





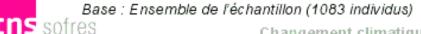
Total « Priorité à l'économie » : 17 % Total « Priorité à l'environnement » : 78

Dont:

35-49 ans 83% Jauts diplômés 87%

Hauts diplômés 87% intermédiaires 88% cadres

Professions intermédiaires 88%, cadres 81%, Sympathisants de Gauche 85%



Une bonne connaissance des technologies alternatives

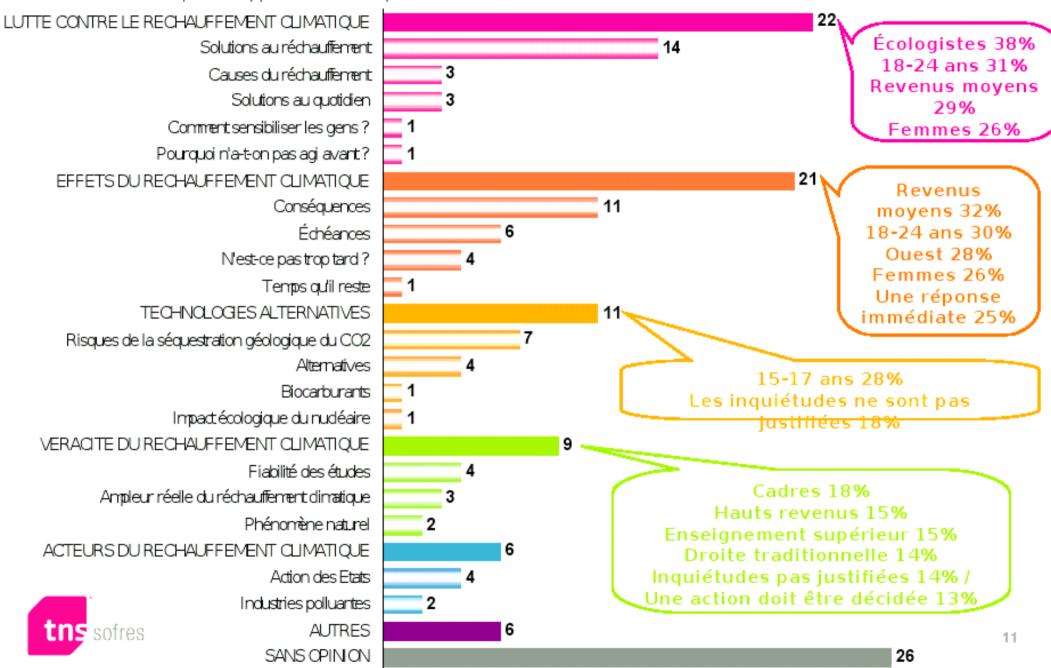
Des sources d'énergie alternative bien connues

Pour chacune des technologies que je vais vous citer, pouvez-vous me dire si vous en avez déjà entendu parler? Oui et vous savez de quoi il s'agit Total Oui mais vous ne savez pas précisément de quoi il s'agit OUL Non L'énergie solaire 8 91 99% L'énergie nucléaire 13 84 97% L'énergie éolienne 89 8 97% Les biocarburants 16 93% Les appareils électroménagers 10 14 76 90% économes en énergie 19 18 Les véhicules à moteur hybride 62 80% Les véhicules à hydrogène 28 24 La séquestration du carbone 51 21 48% par les forêts 56 20 Les nanotechnologies 43% L'énergie de la biomasse 59 21 40% 65 Le stockage géologique du CO, 34% 72 La séquestration géologique du CO, 27% La fertilisation des océans par le fer 83 11 5 16%

Base : Ensemble de l'échantillon (1083 individus) sauf « stockage » et « séquestration » : 2 échantillons de 500 individus the sofres

Encore de nombreuses questions sur le réchauffement

Et si vous aviez en face de vous des spécialistes du réchauffement climatique, quelles sont toutes les questions que vous souhaiteriez leur poser ? (question ouverte) Base : Ensemble de l'échantillon (1083 individus)



Le stockage/la séquestration : un début de notoriété

Des termes reconnus par plus d'1/4 des interviewés...

Pour chacune des technologies que je vais vous citer, pouvez-vous me dire si vous en avez déjà entendu parler ?

- Oui et vous savez de quoi il s'agit
 - Oui mais vous ne savez pas précisément de quoi il s'agit
- Non

Le stockage géologique du CO₂

65

22
13

34%

La séquestration géologique du CO₂

72

16
11

27%

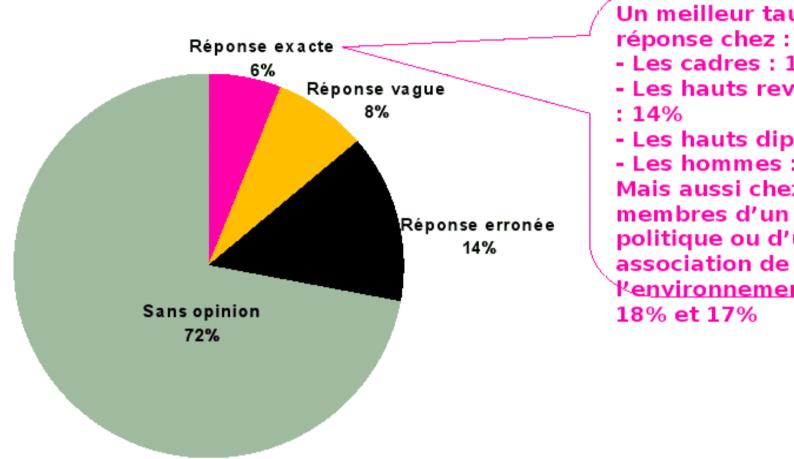
Une connaissance plus répandue (Stockage comme séquestration. Ex. du stockage) :

- Chez les hommes que chez les femmes : 41% pour 27%
- Chez les cadres et les professions intermédiaires : 52% et 43%
- Chez les plus diplômés : 49%
- Chez les hauts revenus : 46%
- Chez les habitants du Nord de la France (46%) et chez les Parisiens (44%)

Le stockage/la séquestration : un début de notoriété

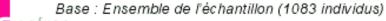
... Mais une technologie globalement ignorée

Selon vous, en quoi consiste la séquestration / le stockage géologique du CO2 ? (Question ouverte)



Un meilleur taux de

- Les cadres : 15%
- Les hauts revenus (actifs)
- Les hauts diplômés : 10%
- Les hommes: 8% Mais aussi chez les membres d'un parti politique ou d'une association de défense de Kenvironnement :



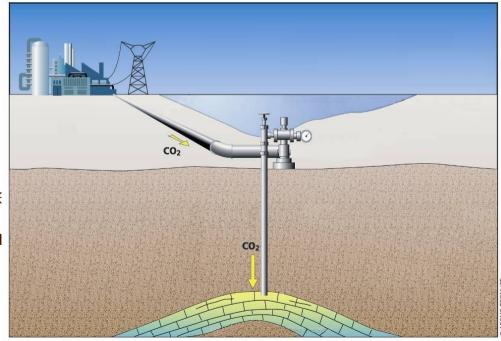
Texte 1: Présentation du principe

Le CO2, aussi appelé gaz carbonique, est un gaz naturellement présent dans l'atmosphère. Les végétaux en ont besoin pour leur croissance et pour produire l'oxygène de l'air que nous respirons.

Mais quand il y a trop de CO2, les températures augmentent à la surface de la Terre. Or, aujourd'hui, il y a 30% de plus de CO2 dans l'atmosphère qu'il y a 100 ans, ce qui est dû en grande partie à la production d'énergie (le fait de brûler du charbon, du pétrole et du gaz naturel).

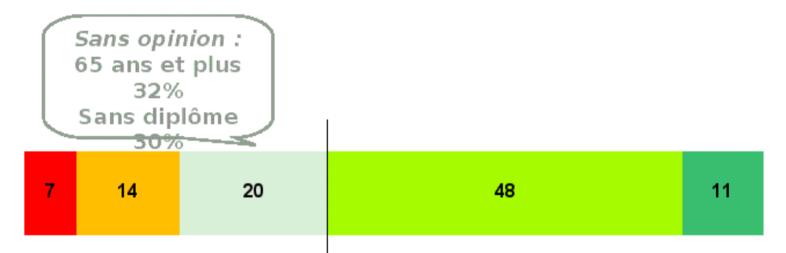
Cette augmentation du CO2 est la cause principale du changement climatique qui peut avoir des conséquences graves pour l'environnement et la santé humaine.

Pour lutter contre le changement climatique, on doit donc réduire les émissions de CO2. Pour cela, un certain nombre de mesures politiques et techniques doivent être envisagées. Parmi celles-ci, une solution a déjà été expérimentée en Amérique du Nord, en Norvège ou en Algérie. Elle consiste à récupérer le CO2 et l'injecter à de grandes profondeurs dans le sous-sol au lieu de le laisser se diffuser dans l'atmosphère. C'est ce que l'on appelle le principe [SPLIT] géologique. Ce principe existe déjà au niveau naturel puisque l'on trouve dans le sous-sol de nombreux réservoirs de CO2 qui le retiennent depuis des milliers d'années.



Le stockage/la séquestration : adhésion a priori sur le principe

Vous-même, seriez-vous a priori tout à fait favorable, plutôt favorable, plutôt opposé ou tout à fait opposé à l'utilisation de la séquestration / du stockage géologique du CO₂ en France ?



Total « opposé » 21 %

Dont :
Professions
intermédiaires 32%
Écologistes 29%

77% des opposants trouvent que ces termes donnent une mauvaise image de ce dont il s'agit

Total « favorable »: 59 %

Dont:

15-17 ans 73%
Habitants du Nord 69%
Sympathisants de droite traditionnelle 66%
Hommes 62%

Mais aussi :

67% des personnes qui en ont entendu parler,
71% des personnes qui savent ce dont il s'agit
et 55% des personnes qui n'en ont pas



Texte 2: Exposé des risques

Le but [SPLIT] géologique est de retarder et de limiter les effets du changement climatique. Outre que les sites adaptés sont assez difficiles à trouver, les scientifiques s'interrogent aussi sur :

- La fuite et la remontée du CO2 vers la surface, qui pourraient provoquer des dommages à l'environnement.
- La possibilité de fuite soudaine pouvant avoir des effets sur la santé humaine et animale.
- Les problèmes de la pression en sous-sol qui pourraient entraîner de légères perturbations en surface (soulèvement de terrain, impact sur les constructions).
- La possibilité que le CO2 qui est légèrement acide contamine les roches souterraines et pollue l'eau.

Ces effets ne sont pas encore bien connus, c'est pourquoi :

- On prévoit une surveillance permanente à long terme des sites de [SPLIT] géologique éventuels.

- En cas de problème, on prévoit des solutions permettant de pouvoir récupérer une grande partie du CO2 injecté dans le sous-sol.

Des incertitudes sur ses effets

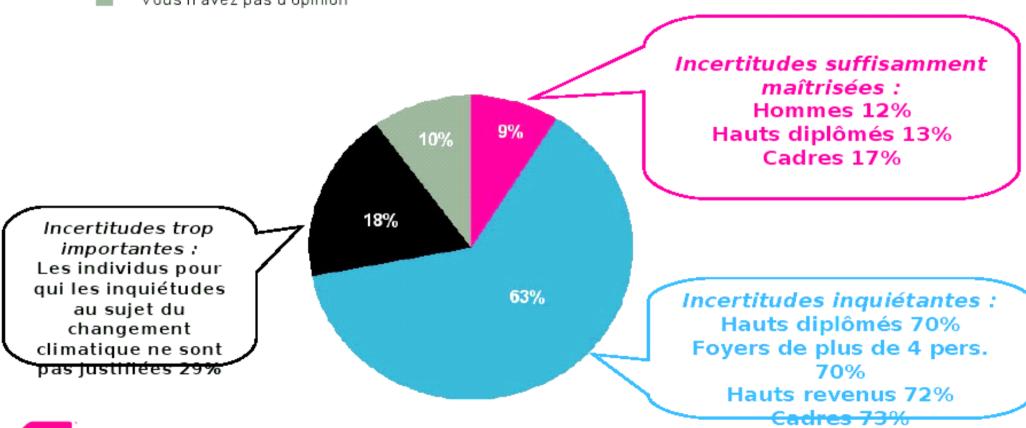
Concernant les effets possibles de la séquestration / du stockage, quelle est la proposition qui se rapproche le plus de votre opinion ?

Les incertitudes peuvent être suffisamment maîtrisées pour assurer une bonne sécurité.

Les incertitudes sont inquiétantes, et il faut plus de recherches avant de décider.

Les incertitudes sont trop importantes et on ne doit pas utiliser cette technologie.

Vous n'avez pas d'opinion

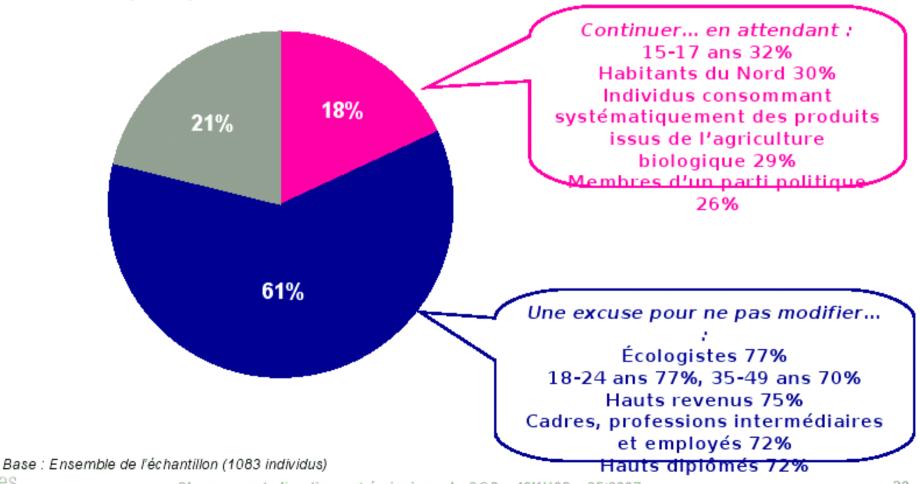


Base : Ensemble de l'échantillon (1083 individus)

Des incertitudes sur ses finalités : le risque de l'alibi écologique

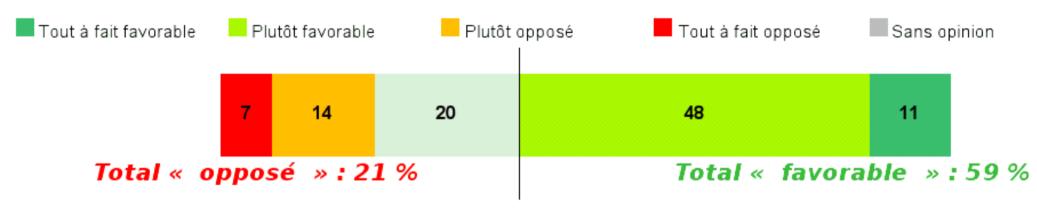
Vous personnellement, parmi les deux opinions suivantes, laquelle se rapproche le plus de ce que vous pensez ?

- La séquestration/le stockage géologique permettra de continuer à consommer nos réserves de charbon et de pétrole sans nuire au climat en attendant de découvrir d'autres énergies non polluantes
- La séquestration/le stockage géologique risque d'être une excuse pour ne pas modifier nos modes de production d'énergie
- Vous n'avez pas d'opinion



Une opinion fragile face à cet ensemble de risques

Vous-même, seriez-vous a priori tout à fait favorable, plutôt favorable, plutôt opposé ou tout à fait opposé à l'utilisation de la séquestration / du stockage géologique du CO, en France ? (rappel)



Finalement, êtes-vous tout à fait favorable, plutôt favorable, plutôt opposé ou tout à fait opposé à l'utilisation de la séquestration / du stockage géologique du CO₂ en France ?

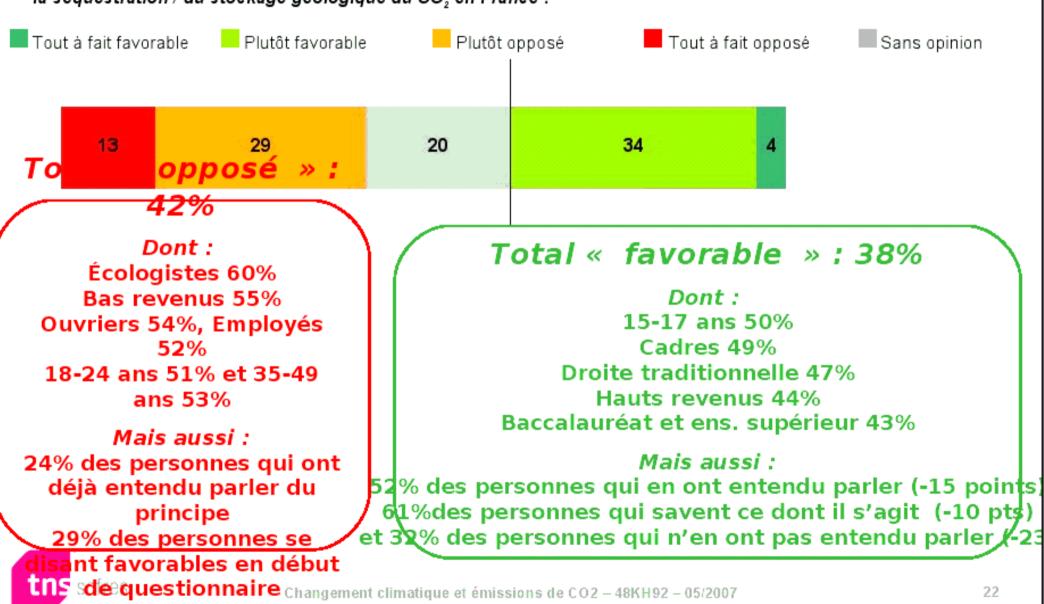




Changement climatique et émissions de CO2 – 48KH92 – 05/2007

Une opinion fragile face à cet ensemble de risques

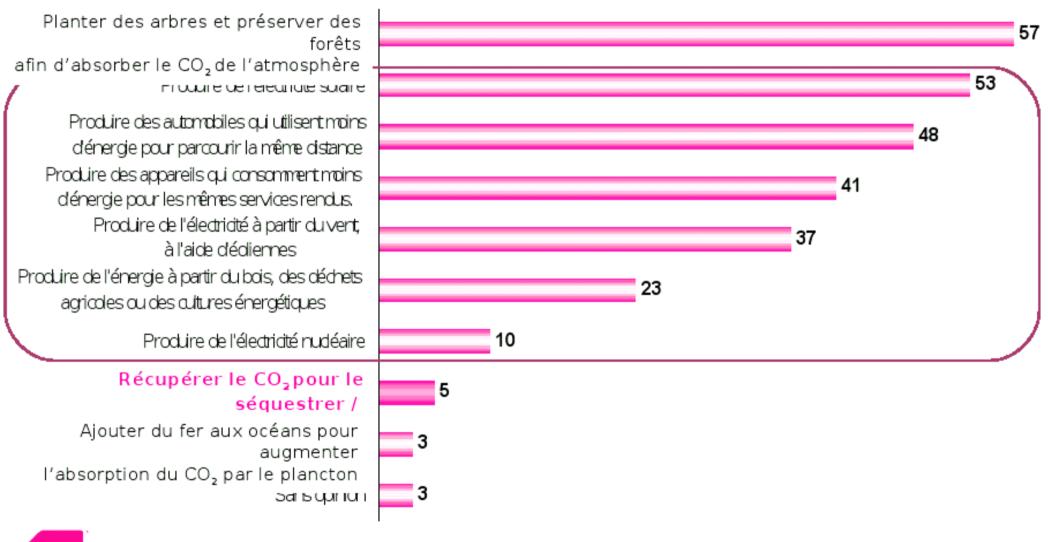
Finalement, êtes-vous tout à fait favorable, plutôt favorable, plutôt opposé ou tout à fait opposé à l'utilisation de la séquestration / du stockage géologique du CO, en France?



Base : Ensemble de l'échantillon (1083 individus)

La maîtrise de l'énergie et les sources alternatives restent le premier moyen de lutte contre le réchauffement

Parmi les actions suivantes, quelles sont les trois qui seraient selon vous les plus efficaces à mettre en oeuvre ou à poursuivre pour lutter contre le changement climatique ?



Base : Ensemble de l'échantillon (1083 individus)

Semantic effects

Sequestration

- Implies monitoring
- Higher approbation rates not significant

Stockage

- Describes better the technology
- Gives a better image
- General agreement to use Stockage

Stockage or séquestration?

Favorable Opposed No opinion Stockage du CO_2 58% 23% 19% Séquestration du CO_2 60% 19% 21%

Difference is not statistically significant

Results as expected in litterature

- Opinion is neutral/positive
- CCS < renewable, efficiency
- Conditional on climate change issue those seeing climate change as natural or uncertain are less likely to approve CCS

An ambiguous result Effect of more information on approval rates

- •Rate of approval drops from 59 to 38% after explaining the risks.
- Other studies find that more information increases acceptance.
- But: information is qualitatively different.

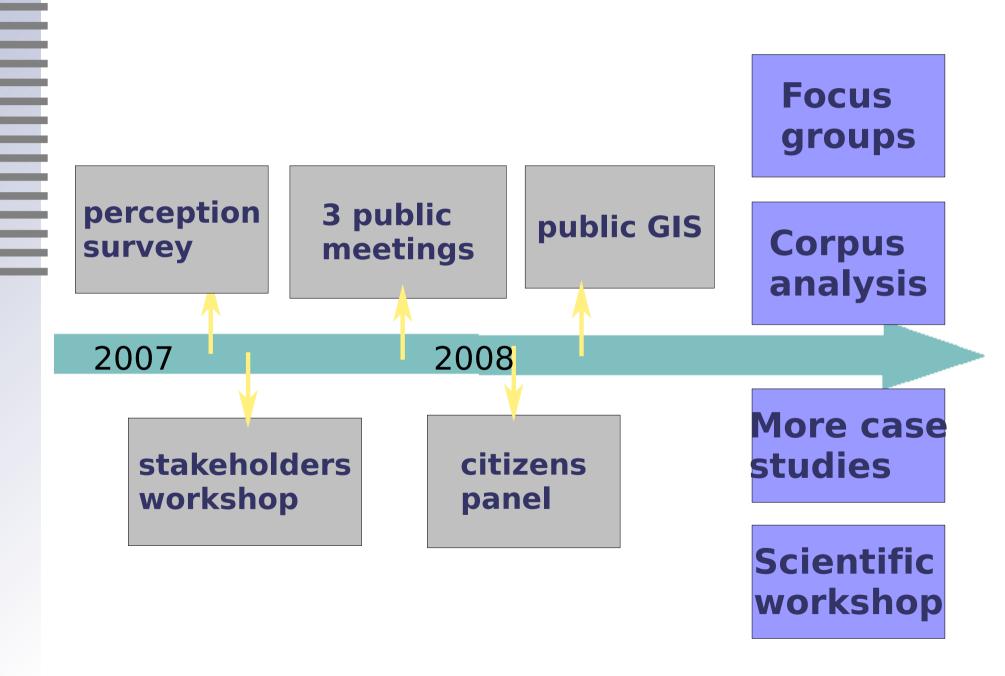




Survey conclusions

- Sensitivity to climate change
- Technologies are partially known
- No outright rejection of CSC, but trust remain to be established

3. Other activities in France



Stakeholders workshop

 1 day with Scientists, Governments, Industry, NGOs and Scientific Media

All: Good opportunity to listen & talk

- NGOs:
 - Acceptable AFTER efficiency
 - No public funding
- Journalists: we only transmit information

Public meetings around Lacq

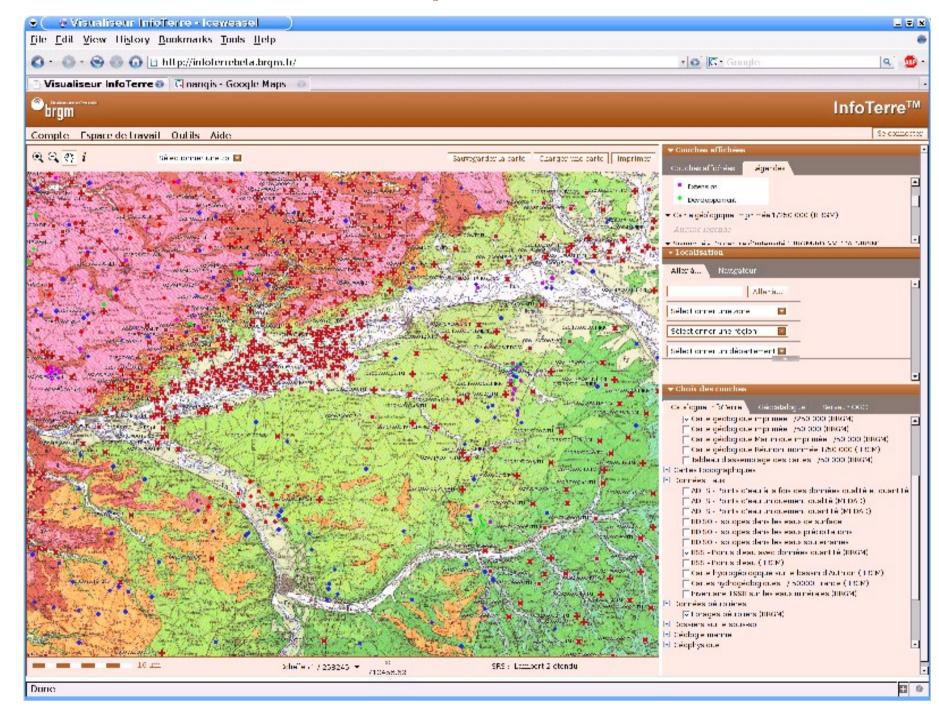
- Voluntary pro-active concertation effort
- Real debates with NGOs & communities
- Positive context, not much to negociate
- Available online:

http://www.total.com/fr/responsabilite-societale-environnementale/dossiers/captage/pilote-lacq-concertation/captage-co2-pilote-lacq-concertation_13968.htm

Citizen's panel

- Entreprises Pour l'Environnement (EPE)
- 18 citizens
 - January 11/12th: tutorials by experts
 - January 25/26th: recommendations
- Public media event, press releases, representatives invited

METSTOR Open GIS (BRGM)



Other social sciences activities

- Focus groups
- Media content analysis
- Club CO2 and scientific workshops

Reminder

- Survey looks at sociopolitical acceptability, at the community scale it's different
- Opinion is not only determined from information: psychological aspects include trust, perceived competence, justice...

Conclusions

- French are sensitive to climate change
- Awareness about CCS
 - Heard the word: 30%
 - Can describe: 15%
 - Exactly: 6%
- Approbation is only potential
 - Initial presentation only: 59%
 - After information on risks: 38%