

Programme ANR SEED 2012

(Systèmes énergétiques efficaces et décarbonés)

Pierre ODRU Responsable du Programme SEED

Isabelle CZERNICHOWSKI Responsable programme CO2

Linda OUKACINE Chargée de Mission Scientifique

Le cadre d'intervention du programme

- Le changement climatique domine désormais l'élaboration des politiques de recherche énergétique à l'échelle globale
- La thématique énergie-climat : des objectifs européens ambitieux et des défis scientifiques et technologiques majeurs pour 2020
 - **20% de réduction des émissions de GES**
 - **20% d'énergie renouvelable**
 - **20% de gain en efficacité énergétique**
- **Division par quatre** des émissions de GES d'ici 2050



Les axes du programme SEED

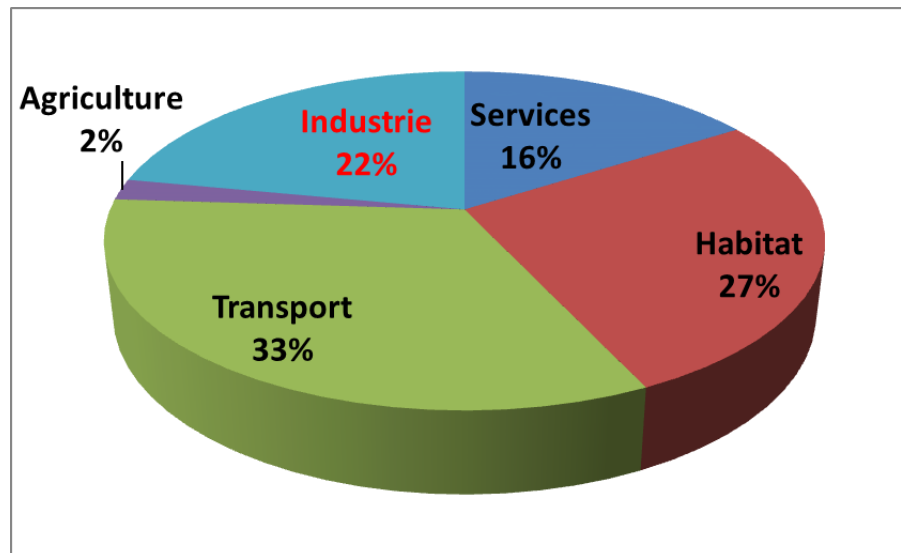
Un programme **Systemes Energetiques Efficaces et Decarbonés**, fortement axé sur le développement technologique.

Trois axes thématiques :

- **Efficacité énergétique dans l'industrie et les équipements du bâtiment;**
- **Valorisation de la chaleur;**
- **Captage, stockage et valorisation du CO₂.**

Précurseurs ANR: Captage Stockage CO2 (2005 – 2008), EESI (2009-2010), STOCK-E (partie chaleur, 2007 – 2010), H-PAC et PANH (production d'hydrogène non électrique, depuis 2011), HABISOL (équipements énergétiques du bâtiment).

Programme SEED enjeux énergétiques

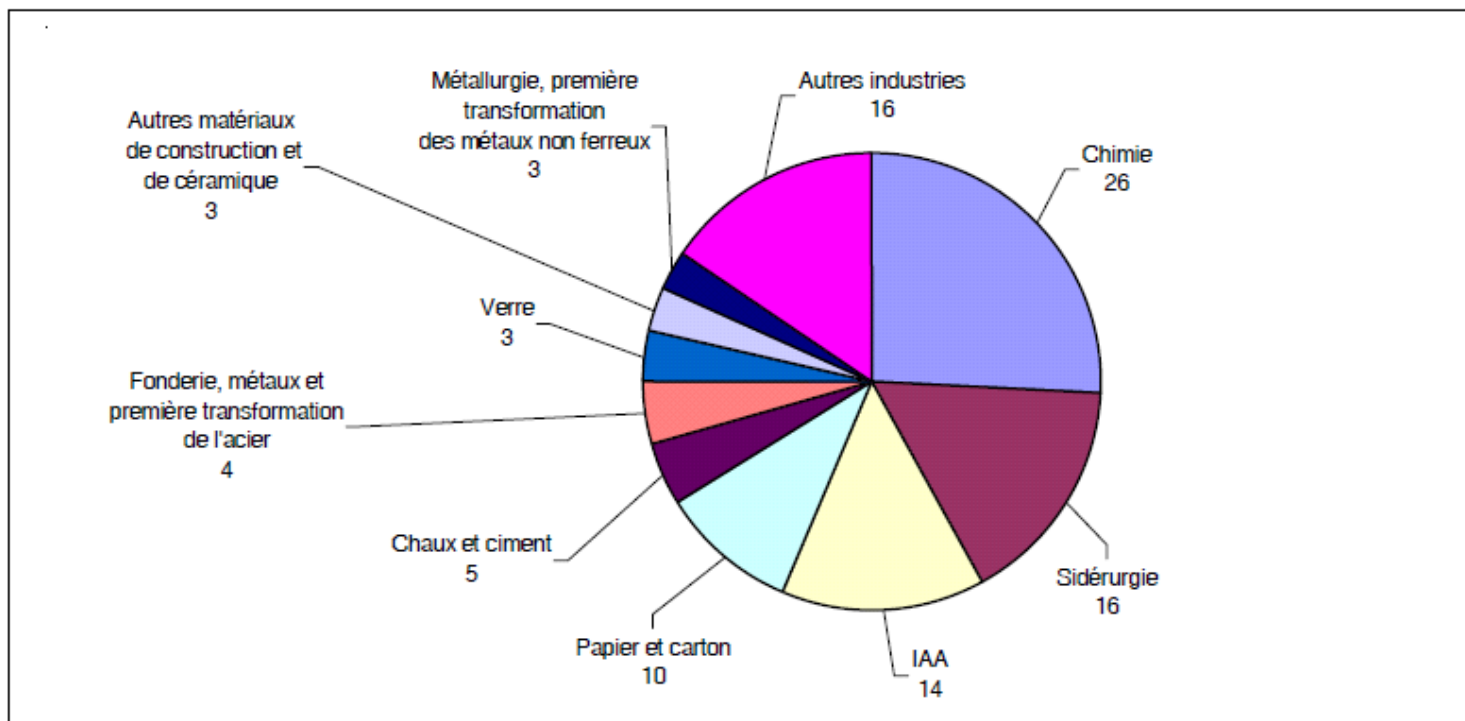


Consommation nationale en énergie finale: 160 Mtep/an

- ~ 43% dans le secteur habitat/tertiaire
- ~ 24% pour le secteur industriel et l'agriculture

Majoritairement pour couvrir des besoins en chaleur.

Programme SEED enjeux énergétiques

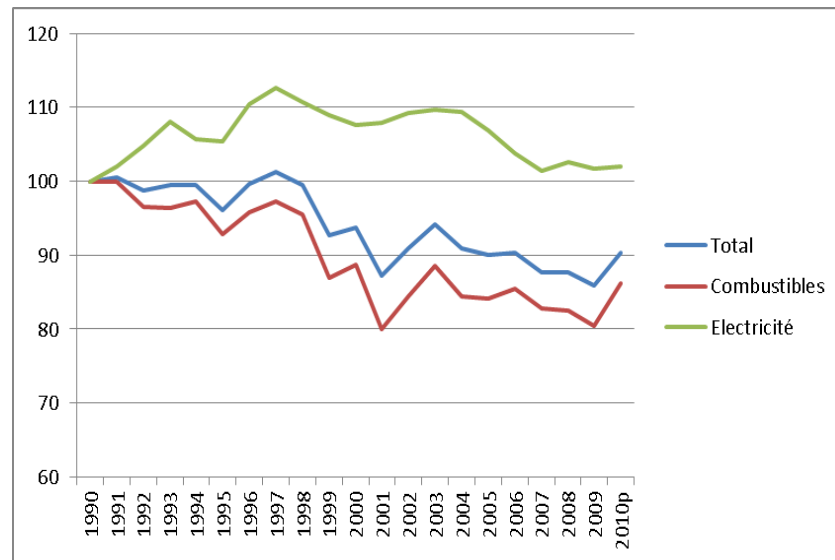
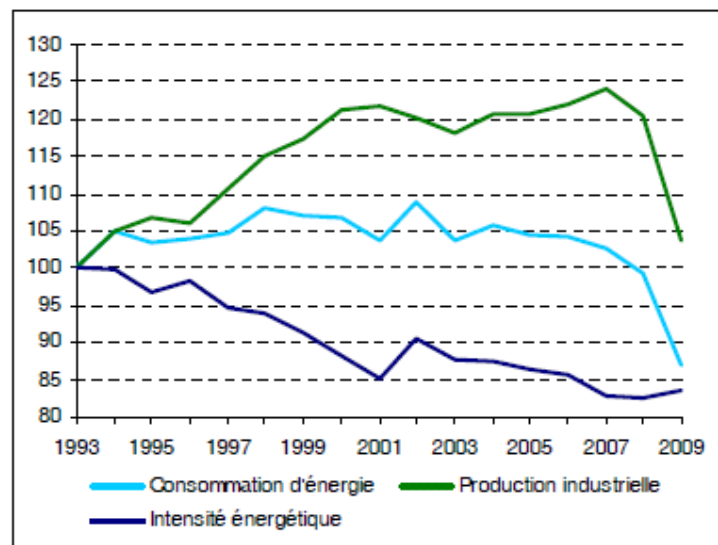


Source : Enquêtes EACEI (Insee et SSP), calculs SOeS. Syndicat français de l'industrie cimentière (Sfic) pour l'industrie des chaux et ciments.

Consommation d'énergie par secteurs de l'industrie, 2009

Programme SEED enjeux énergétiques

Indice base 100 en 1993

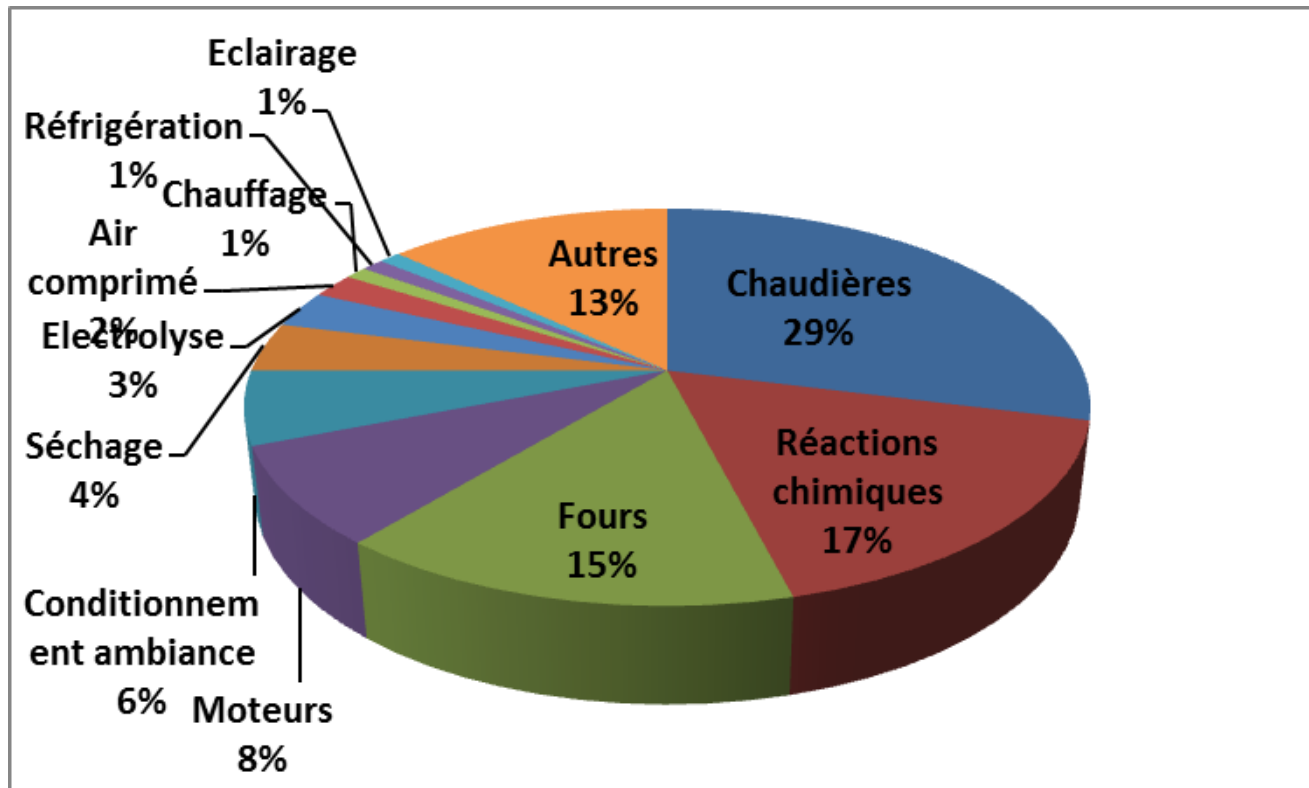


Source : Enquêtes EACEI (Insee et SSP), calculs SOeS.

Intensité énergétique dans l'industrie, France

Intensité énergétique: rapport de la consommation d'énergie à la valeur produite.

Programme SEED enjeux énergétiques



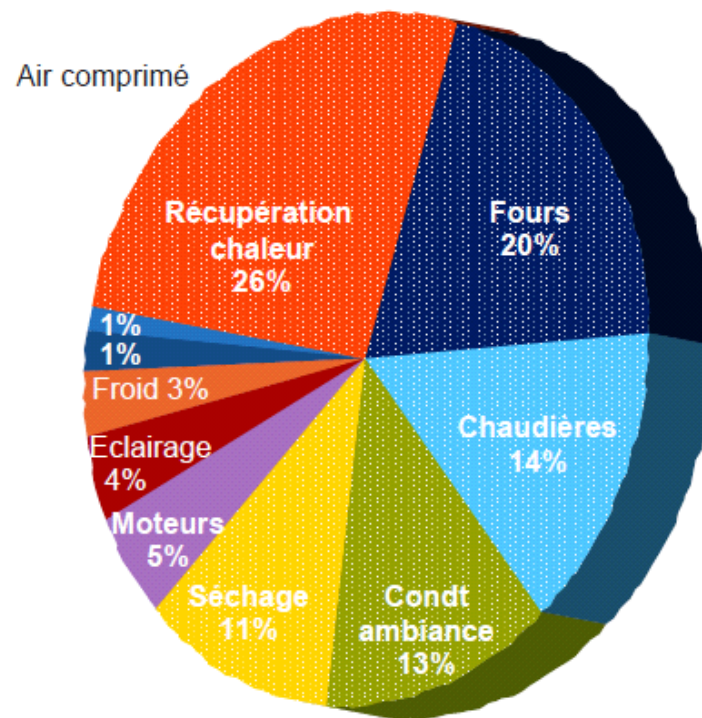
Postes de consommation énergétique, industrie, France

Programme SEED enjeux énergétiques

Potentiel technique de récupération d'énergie dans l'industrie (source EDF Ecleer):

18 à 26% en utilisant les meilleures technologies et une gestion optimisée.

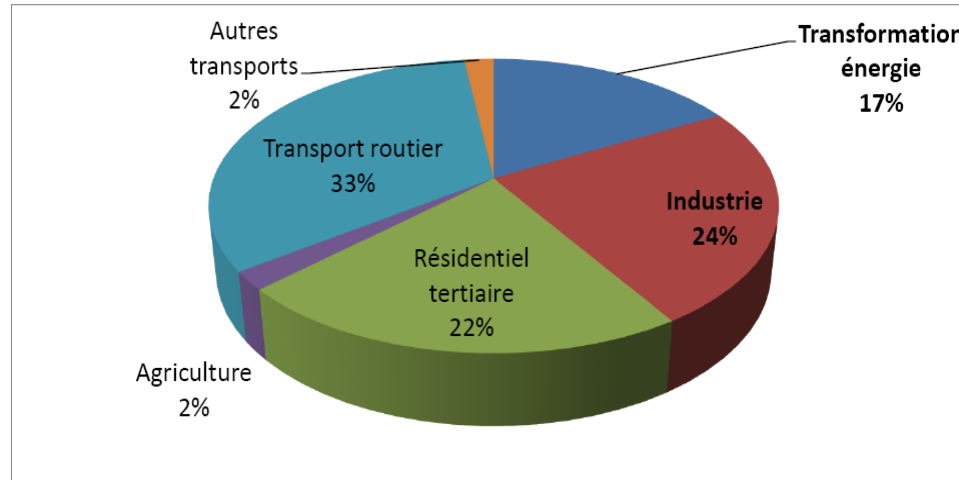
85% de ce potentiel l'est sous forme de chaleur.



**Gisements d'efficacité
énergétique**



Programme SEED: enjeux CO2



En France, le secteur industriel produit 40% des émissions de CO₂, soit 152 MT/an sur 380 MT global.

Ce taux est généralement plus élevé dans le monde, lié à des mix énergétiques électriques à base d'énergies fossiles.

Programme SEED Objectifs

Objectifs du Grenelle de l'environnement:

- Accroître l'efficacité énergétique afin de limiter la consommation nationale en énergie finale à 167 MTep/an en 2020 (207 scénario 'as usual')
- Diviser par quatre les émissions de GES d'ici 2050 en cohérence avec les recommandations du GIEC.

Réponse du programme SEED:

- Promouvoir l'efficacité énergétique dans l'industrie et les équipements du bâtiment;
- Promouvoir les technologies de captage stockage valorisation du CO₂ émis par les sources industrielles concentrées.

Programme SEED Objectifs

- Outre les objectifs de réduction d'émission de CO₂, l'efficacité énergétique dans l'industrie permet de soulager la dépendance aux combustibles fossiles, qui ne sont pas renouvelables, d'améliorer la compétitivité, et de diminuer le déficit extérieur français;
- Naturellement la grande industrie limite ses coûts énergétiques; les gains ne sont donc pas simples à réaliser, et requièrent souvent **d'innover et de repenser les systèmes;**
- Ne pas oublier que si la France a des objectifs à remplir, la diffusion des technologies est internationale, et que cela doit être considéré comme une opportunité.

Programme SEED: axes thématiques

Axe thématique 1: efficacité et durabilité des systèmes énergétiques

- 1,1: Quantification des gisements d'énergies potentiellement récupérables et outils associés:
- 1,2: Efficacité énergétique des composants des chaînes énergétiques
- 1,3: Accroissement de l'efficacité des systèmes énergétiques.

Dans tous les cas les Analyses de Cycle de Vie devront être soigneusement documentées.

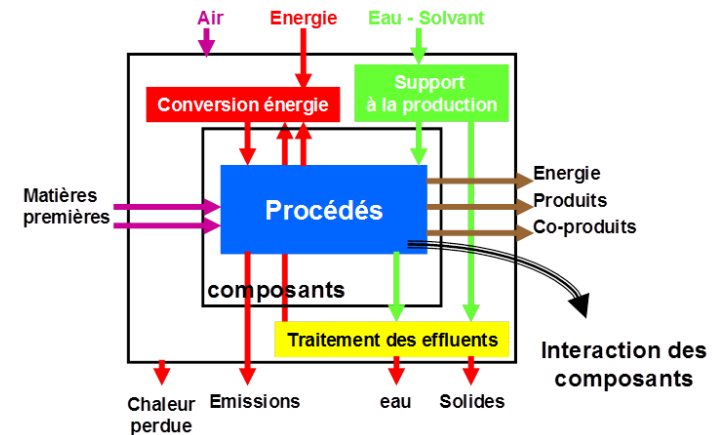
Programme SEED: axes thématiques 1

Sous thème 1,1: Quantification des gisements d'énergies potentiellement récupérables et outils associés:

Evaluation des gisements valorisables dans l'industrie

Développements d'outils méthodologiques et logiciels

Optimisation, conduite et contrôle des systèmes.



Programme SEED: axes thématiques 1

- **Sous thème 1,2: Efficacité énergétique des composants des chaînes énergétiques.**

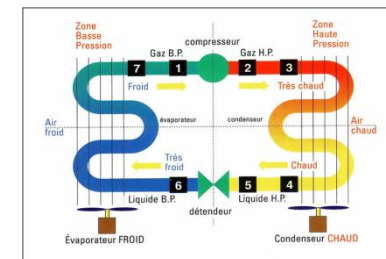
Equipements électriques et de production de l'électricité, éclairage, moteurs, moteurs Stirling, cogénération, électronique, induction...

Equipements pour le bâtiment, notamment adaptation à la climatisation des bâtiments basse consommation, pompes à chaleur, microturbine, développement des sources renouvelables, pilotage et optimisation...

Equipements des chaînes thermiques de l'industrie, fours, sècheurs, échangeurs, production de froid, **en insistant sur l'innovation...**



Ampoule basse consommation



Pompe à chaleur



Echangeur

Programme SEED: axes thématiques 1

- **Sous thème 1,3: Accroissement de l'efficacité des systèmes énergétiques.**

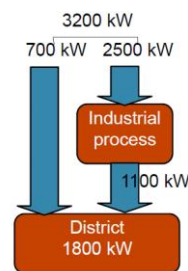
Amélioration des procédés à forte consommation, électrification, en justifiant les améliorations (énergie, rejet de CO₂ et de polluants, consommation d'eau)

Couplage de chaînes énergétiques, permettant d'obtenir des gains globaux, cascades énergétiques, pilotage, adaptation aux variations de fourniture énergétiques renouvelables

Amélioration de l'efficacité des chaînes énergétiques renouvelables thermodynamiques



Sidérurgie



Couplages énergétiques



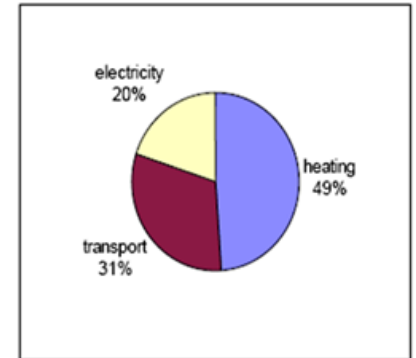
Centrale solaire Themis

Programme SEED: axes thématiques 2

Axe thématique 2: Transfert transport stockage valorisation de l'énergie calorifique

La chaleur est le principal gisement d'énergie perdue par l'industrie (75%). C'est aussi une énergie solaire renouvelable en décalage par rapport aux besoins. Près de la moitié de la consommation d'énergie dans l'UE l'est sous forme de chaleur.

- **Sous axe 2,1: transport et valorisation**
- **Sous axe 2,2: stockage thermique**
- **Sous axe 2,3: stockage pneumatique**



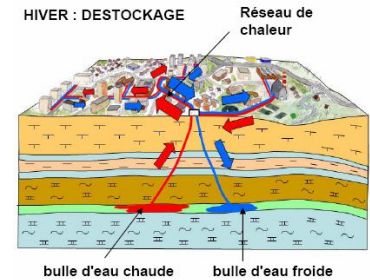
Consommation énergie UE



Programme SEED: axes thématiques

- **Sous axe 2,1: transport et valorisation:**

Transport de chaleur, valorisation par pompe à chaleur ou électricité, couplages de cascades exergetiques...



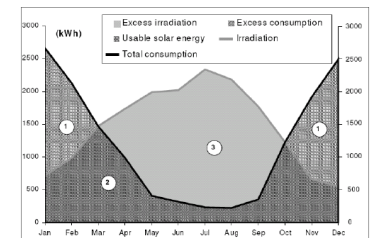
- **Sous axe 2,2: stockage thermique:**

Nécessité de stockage intersaisonnier (bâtiment)

Stockage journalier (industrie, solaire à concentration)

Par chaleur sensible, latente, sorption, ou thermochimie

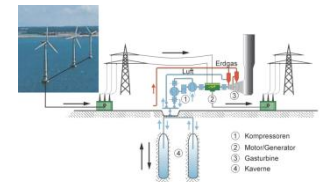
Stockage et couplage énergétique



- **Sous axe 2,3: stockage pneumatique**

Notamment pour le stockage massif d'électricité (CAES, AACAES...)

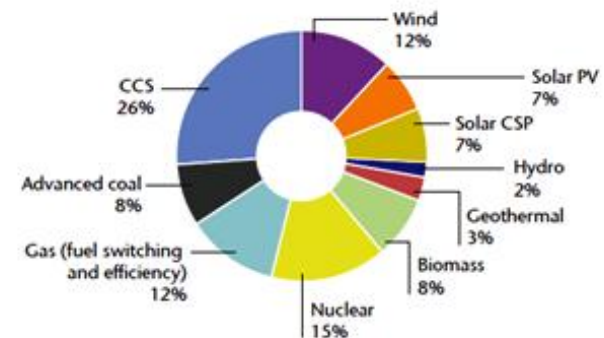
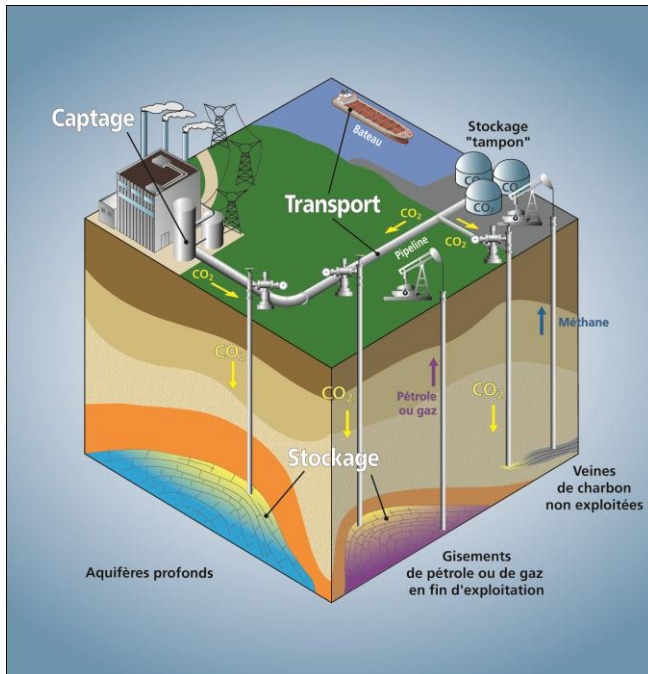
Décalage intersaisonnier ressource besoin



Stockage d'électricité éolienne par air comprimé

Programme SEED: axes thématiques 3

Axe thématique 3: Captage, stockage et valorisation du CO2



Scénario Blue Map de l'AIE, 26% pour le CCS

Les sources concentrées se prêtent aux technologies de captage, stockage, et valorisation du CO2. Celles-ci seront nécessaires si l'on veut atteindre le facteur 4 de division des émissions de GES en 2050.

Programme SEED: axes thématiques

Sous axe 3.1: Captage du CO2 :

Post Combustion, centrales thermiques classiques

Oxy-Combustion, production d'oxygène, Chemical Looping

Pré-combustion avec production d'hydrogène

Captage dans les procédés industriels

Purification-compression du CO2...



Programme SEED: axes thématiques

Sous axe 3.2: Stockage du CO2 :

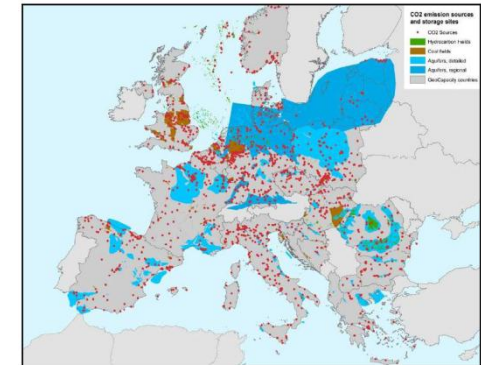
Technologies spécifiques de forages

Capacités de stockage

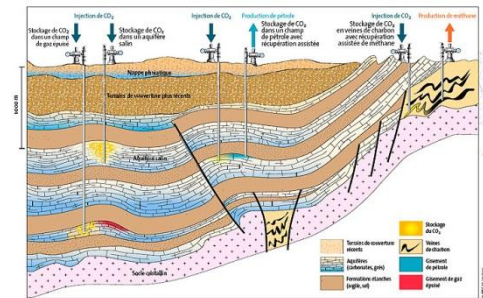
Caractérisation/management
opérationnel/surveillance des sites

Impacts environnementaux, risques et sécurité ...

Figure 6: Estimated CO₂ sinks and sources in Europe



Source: EU GeoCapacity (2009)



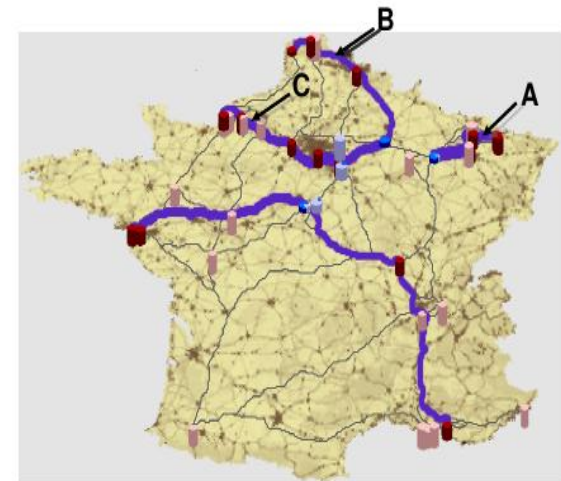
Les différents types de stockage géologique de CO₂. Le CO₂ peut être injecté dans des couches géologiques profondes constituées de roches poreuses et perméables souvent gorgées d'eau salée (nappe de vases fines, tertiaire de vases fins plus ou moins, alcalins, etc.). Le stockage de CO₂ est possible dans les gisements de pétrole ou en fin de production ou la possibilité de produire le méthane assisté du pétrole. Enfin, le stockage de CO₂ est envisagé dans des vannes de charbon perméables et l'effet de CO₂ pour le charbon permet la production de méthane.

Programme SEED: axes thématiques

Sous axe 3.3: Valorisation du CO₂ : Sans transformation (nouveaux usages) ou par minéralisation.



Sous axe 3.4: Aspects transverses sur l'ensemble de la filière : Optimisation de la logistique sur toute la chaîne captage-transport-stockage-valorisation, ACV, accidentologie, scénarios de déploiement à l'échelle d'un territoire ...



CIREN

Programme SEED: antériorités

Programme CO2 de 2005 à 2008

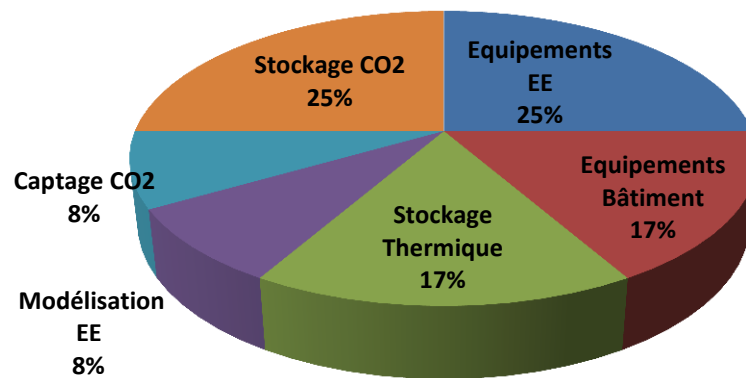
Programme EESI (Efficacité Energétique et Réduction du CO2 dans les Systèmes Industriels), 2009 et 2010

Programme Stockage de l'Energie, axe stockage thermique (2007 – 2010)

- **45 projets financés**
- **Montant d'aides: 45 millions d'euros**

SEED 2011: résultats

52 projets reçus pour une aide demandée totale de 39 millions d'euros.



- 12 projets sélectionnés, + liste complémentaire
- Aide totale accordée: 9,04 millions d'euros

Projets financés Grand Est, programme CO2

Projets portés par organismes industriels ou académiques Grand Est:

GAZ ANNEXES (CO2 2006, INPL) : Rôle des gaz annexes sur l'injection du CO2: simulation des propriétés thermodynamiques des mélanges eau-gaz-sels en conditions de stockage géologique

MECAFI (CO2 2007, TREDI): 'Procédés membranaires pour la capture post-combustion du CO2 des fumées d'incinération

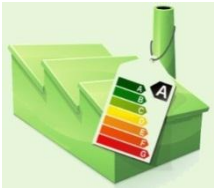
SENTINELLE (CO2 2007, INPL) : Monitoring de surface de sites de stockage de CO2 : Bilan des flux et traçage des sources sur les compartiments superficiels: couverture supérieure, sol, biosphère et proche atmosphère

Projets financés Grand Est, EESI

Projets portés par organismes industriels ou académiques Grand Est:

AMELIE CO2 (EESI 2009, CNRS LSGC) - Amélioration de l'efficacité énergétique des centrales thermiques intégrant le captage de CO2 assisté par contacteurs membranaires

ASCOPE (EESI 2009, SNRS LSGC – Arcelor Mittal) - Acier Sans CO2 Par Electrolyse



MERCI POUR VOTRE ATTENTION