

# Facts & Figures

## Efficacité Energétique dans l'Industrie

FÉVRIER 2009

### Efficacité Energétique dans l'Industrie

L'Efficacité Energétique vise à réduire les consommations d'énergie, à service rendu égal, ce qui entraîne la diminution des coûts écologiques, économiques et sociaux liés à la production et à la consommation d'énergie. Les efforts menés par les industries françaises ont contribué à une diminution récente tant des quantités énergétiques utilisées (de 48 Mtep en 1973 à 37 Mtep en 2007), que de la part relative des industries dans la consommation d'énergie finale de tous les secteurs (de 36% en 1973 à 23% en 2007).

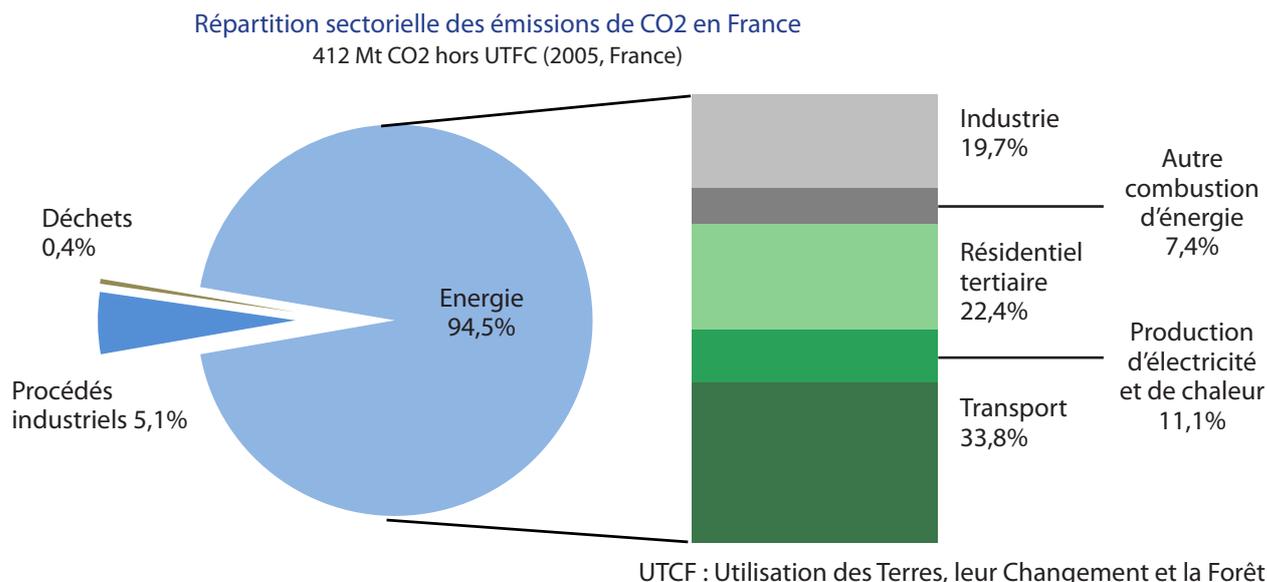
Néanmoins, sous l'impulsion des nouvelles technologies, et en raison du coût toujours élevé de l'énergie, la marge d'amélioration de l'Efficacité Energétique des industries reste significative.

## EFFICACITÉ ENERGÉTIQUE : DU BON SENS À LA DÉFINITION

L'énergie la moins chère est celle qu'on ne consomme pas. L'énergie la moins polluante est celle qu'on ne consomme pas. Maximes

Le rapport entre les résultats, le service, la marchandise ou l'énergie que l'on obtient et l'énergie consacrée à cet effet. Directive européenne 2006/32/CE, article 3

L'Efficacité Energétique permet de concilier les impératifs écologiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre, avec la croissance mondiale des besoins en énergie. ADEME, projet Odyssee



Les émissions de gaz à effet de Serre, en augmentation notable depuis le début de l'ère industrielle, sont aujourd'hui imputables à l'industrie pour 20% en France. Dans un contexte de réchauffement climatique globale et de coût élevé de l'énergie, l'industrie peut avantageusement réduire ses consommations en améliorant son efficacité énergétique.

L'indication des tonnes de CO2 émises par tonne de produit final est un indicateur usuel (intensité d'émission) permettant un suivi de l'efficacité énergétique d'un processus industriel dans le temps.

### Evolution des émissions de CO2 dans l'industrie française, et pour quelques secteurs

	Unité : Million de tonnes de CO2							
	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2005 / 1990
Total Secteur Industriel	82,3	80,1	81,2	78,7	79,7	81,4	81,4	-1%
Sidérurgie	17,1	18,4	16,7	17,4	17,2	17,7	17,7	+4%
Chimie	14,2	14,6	13,9	13,9	15,3	16,3	15,9	+12%
Agroalimentaire, boissons, tabac	10,2	12,6	11,4	11,4	12,4	12,3	12,3	+21%
<hr/>								
Acier brut								
Production (Mt)	19,0	18,1	21	19,4	20,3	19,8	19,5	19,9
tCO2 / t acier	1,78	1,57	1,48	1,40	1,42	1,31	1,37	nd
<hr/>								
Verre								
Production (Mt)	4,8	5,1	5,5	5,4	5,5	5,7	5,6	5,7
tCO2 / t acier	0,70	0,71	0,62	0,62	0,61	0,60	0,59	0,56
<hr/>								
Clinker (base du ciment)								
Production (Mt)	20,4	16,1	15,9	16,1	15,9	16,7	16,8	17,2
tCO2 / t acier	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,87

Sources : Agence Européenne de l'Environnement, Fédération Française de l'Acier, Fédération des Chambres Syndicales de l'Industrie du Verre, Syndicat Français de l'Industrie Cimentière

# UNE NOUVELLE ARCHITECTURE AUX MULTIPLES ACTEURS

## ○ QUOTAS D'ÉMISSION : PNAQ II

Les secteurs industriels français se sont vus allouer des quotas d'émission annuels par le Plan National d'Allocation des Quotas Phase II (2008-2012)

Si la problématique Efficacité Energétique est commune à toutes les industries, son traitement est nécessairement différencié. Chaque industrie évolue simultanément dans un contexte législatif « universel », et avec des contraintes spécifiques.

Allocations de quotas par secteur industriel

	Secteur d'activité	Répartition des quotas (MtCO <sub>2</sub> /an)	
CHAMP ÉLARGI	Combustion levuriers	163	
	Combustion amylacés	1 734	
	Installations de combustions de plus de 20 MW	Combustion agro-alimentaire	4 073
		Combustion autres	2 883
	Tous secteurs sauf Energie et Industrie	Combustion Chimie	9 796
		Combustion externalisée	2 647
CHAMP RESTREINT	Chauffage urbain	5 462	
	Combustion énergie	378	
	Combustion industrie	1 110	
	Installations de combustions de plus de 20 MW	Electricité	25 592
		Transport de gaz	843
	Tous secteurs sauf Ener-	Raffinage	16 541
		Cokeries	251
		Acier	25 402
		Ciment	15 402
		Chaux	3 182
		Verre	3 730
		Céramique	19
		Tuiles et briques	1 119
		Papier	4 325

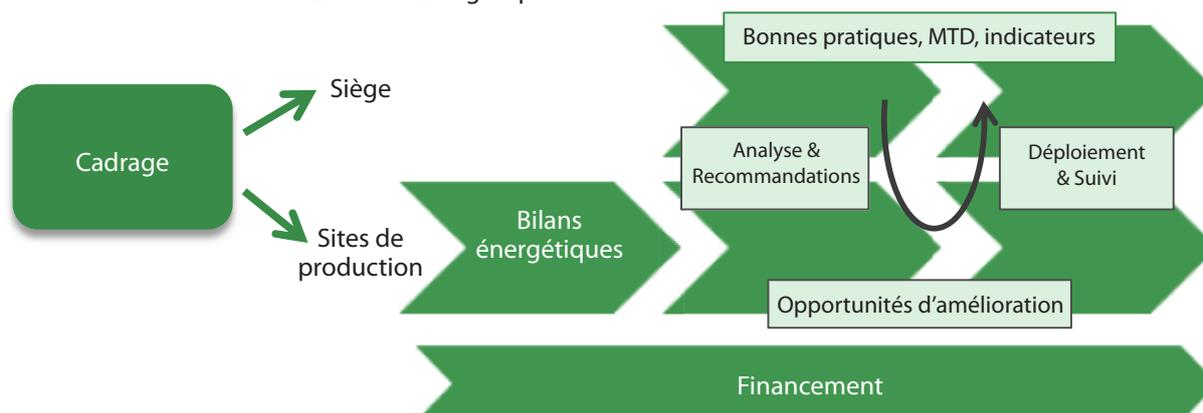
Source : MEEDDAT

## ○ DÉMARCHE EFFICACITÉ ENERGÉTIQUE

### Résumé de la démarche Efficacité Energétique :

En fonction des contraintes réglementaires, de la stratégie d'entreprise, et des aspects contextuels, une politique Efficacité Energétique peut être initiée dans l'entreprise industrielle. Le but d'une telle démarche est de permettre une réduction de l'intensité énergétique de la production (ou consommation dans le cas d'un produit). Cette amélioration induit généralement une baisse des émissions de CO<sub>2</sub>, pour une production (ou performance) égale ou supérieure. Elle va s'appuyer simultanément sur des actions « corporate » de suivi d'indicateurs, capitalisation des bonnes pratiques, et déploiement des Meilleures Technologies Disponibles (MTD, Best Available Technologies BAT en anglais), ainsi que sur l'implémentation concrète locale d'améliorations de l'Efficacité Energétique.

L'avancée en parallèle sur ces deux volets permettra une amélioration effective de l'Efficacité Energétique de l'entreprise, traduite en terme d'indicateurs, un déploiement des bonnes pratiques et Meilleures Technologies Disponibles, et une communication externe et sensibilisation interne sur ces améliorations chiffrées. Enfin, le recours aux mécanismes de financement carbone peut permettre de réduire le temps de retour sur investissement des améliorations implémentées.



# MISE EN PLACE D'INDICATEURS EFFICACITÉ ENERGÉTIQUE

## Philosophie des indicateurs :

La mise en place d'indicateurs pertinents et adaptés aux moyens de mesure et outils de reporting existants est un pré-requis à la quantification de l'Efficacité Energétique des installations et de leur amélioration éventuelle. Ces indicateurs et leurs évolutions sont calculés tant sur la base de l'existant que pour les nouveaux projets, tout en servant de référence pour la définition d'objectifs réalistes, et de moyen de communication interne comme externe.

- Intensité énergétique des groupes industriels (niveau à trois chiffres de la NACE) (ktep/CE90 1)
- Intensité énergétique de l'industrie totale et des divisions (ventilation Eurostat/AEI) (ktep/CE90)
- Intensité énergétique de l'industrie totale à structure constante (valeur ajoutée) (ktep/CE90)
- Rapport de la consommation énergétique finale et de la consommation énergétique primaire
- Consommation unitaire des industries intensives en énergie (tep/t)

1 Euro Constants 1990

## Projet Odyssee de l'Ademe :

Il vise à la définition d'indicateurs Efficacité Energétique dans les différents secteurs (Industrie, transport, etc.) à un niveau détaillé par usage, au niveau européen. Pour l'industrie, les indicateurs retenus sont :

### Etude de cas : Exemples d'indicateurs mise en place par quelques secteurs industriels

Secteur	Indicateur	Unité
Automobile	Consommation / Distance parcourue	l / 100km
Raffineries	EII Solomon : % / valeur moyenne de référence USA 1980s	-
Informatique	PUE (power Usage Effectiveness) : Ratio de l'énergie totale consommée par le Datacenter divisée par l'énergie effectivement utilisée par les équipements informatiques.	-
Textile	Consommation énergétique par masse produite	kWh / kg
Chimie	Consommation énergétique par masse produite	kWh / kg
Sidérurgie	Consommation énergétique par masse produite	tep / t

## IDENTIFICATION D'OPPORTUNITÉS D'AMÉLIORATION

### Philosophie du Bilan Energétique :

Un Bilan Energétique réalisé sur site permet, au travers de l'étude du fonctionnement réel des installations, des niveaux de consommation d'énergie et d'émissions de GES, et d'une comparaison des technologies en place aux Meilleures Technologies Disponibles, d'identifier des opportunités d'amélioration de l'Efficacité Energétique globale. Un chiffrage préliminaire de ces opportunités permet de mettre en balance investissement nécessaire et bénéfice attendu. L'impact de leur implémentation peut être mesuré a priori (études) et a posteriori (mesures) par le recours aux indicateurs Efficacité Energétique pertinents.

Entreprise	Secteur	Actions EE	Gains Production	Gains Financiers	Temps retour investissement
Boise Inc.	Forestier	Récupération de chaleur Diminution niveaux d'O2 des rebouilleurs Diminution quantités de vapeurs utilisées	45,100 MWh	1.0 M\$/an	< 1 mois
Chrysler	Automobile	Optimisation des opérations des rebouilleurs Amélioration efficacité des rebouilleurs Réparation des purgeurs défaillants	20,500 MWh	0.63 M\$/an	2 mois
Dow Chemical	Chimie	Réparation des fuites Réparations des purgeurs défaillants.	79,700 MWh	1.9 M\$/an	1.5 mois
Kaiser Aluminium	Aluminium	Ajustement paramètres de contrôle Réparation d'un four	13,200 MWh	0.36 M\$/an	1 mois
Shawn Industries	Textile	optimisation des opérateurs des rebouilleurs Installation de récupérateurs de chaleur	27,300 MWh	0.87 M\$/an	1.7 an
US Steel	Acier	Amélioration efficacité des brûleurs	27,800 MWh	0.76 M\$/an	1.5 an

Source : "Save Energy Now", initiative du "Industrial Technologies Program" sous l'égide du Ministère de l'Energie aux USA

## ○ PHILOSOPHIE DE LA CAPITALISATION :

Avant leur adoption, les opportunités sont analysées par le biais d'une revue critique systématique. Après leur adoption, les opportunités récurrentes sont traduites en bonnes pratiques, à implémenter sur les sites existants, et à étudier dans les nouveaux projets. Ces bonnes pratiques sont avantageusement capitalisées au moyen d'une base de données. Enfin, l'amélioration continue des technologies peut conditionner l'implémentation d'opportunités initialement non matures, ou faire émerger de nouvelles opportunités.

## ○ CRITÈRES DE SÉLECTION :

Plusieurs critères entrent en considération dans le processus d'analyse et sélection des opportunités : Temps de retour sur investissement, bénéfices environnementaux, facilité d'implémentation, et synergie avec les autres projets en cours.

### Etude de cas : Exemples d'opportunités récurrentes

Actions EE	Nombre suggestions	Taux implémentation	Gains production moyens (\$)	Coûts moyens (\$)	Temps retour investissement moyen (ans)
Mettre en place un programme de maintenance préventive	75	80%	9,162	1,355	0.15
Réparer les fuites dans les lignes et vannes	388	78%	10,436	1,645	0.16
Conserver des équipements propres	22	77%	15,628	10,384	0.66
Éliminer les fuites dans les lignes et vannes de gaz d'inertage et d'air comprimé	6197	76%	5,302	1,210	0.23
Réparer et éliminer les fuites de vapeurs	261	75%	106,346	4,596	0.04
Réparer ou remplacer les purgeurs	244	74%	39,419	7,013	0.18
Nettoyer et maintenir les tours et condenseurs frigorifiques	22	73%	5,004	13,250	2.65
Éliminer les fuites dans les lignes et vannes d'eau	151	72%	5,447	4,204	0.77
Former le personnel pour éviter les pertes de temps de production	63	71%	68,677	19,702	0.29
Maintenir les machines afin d'en réduire les fuites	38	68%	10,950	2,809	0.26

Source : "Save Energy Now", initiative du "Industrial Technologies Program" sous l'égide du Ministère de l'Énergie aux USA

## ○ FINANCEMENT

### Financement des opportunités d'amélioration de l'Efficacité Énergétique:

Il existe majoritairement deux types d'opportunités d'amélioration de l'Efficacité Énergétique : celles qui induisent un gain relativement modeste, moyennant un investissement limité (« quick wins »). Celles qui combinent investissement conséquent et potentiel de gain élevé. Les autres cas de figure sont souvent soit inintéressants (gain faible et coût élevé), soit déjà identifiés (gain élevé et coût faible).

Si les premiers ne sont pas difficiles à financer, les seconds impliquent un arbitrage entre décision d'investir d'une part, et maintien d'une situation sub-optimale d'autre part. Pour faciliter le financement de telles opportunités, on peut envisager :

- Un recours aux mécanismes financiers issus du Protocole

de Kyoto (MDP, MOC), grâce à la baisse des émissions de CO<sub>2</sub> induites par l'opportunité - Un recours aux subventions existantes pour les opportunités faisant appel aux énergies renouvelables (solaire, éolien, ...) -Un recours aux certificats blancs (ou CEE Certificats d'Économie d'Énergie), obtenus en cas d'économies d'énergie avérées supérieures à 1 GWh cumac 1, et négociables au plus à 0,02 €/kWh cumac. Des systèmes similaires existent également en Grande-Bretagne, Belgique (certificats verts), Italie ou aux USA (ESC Energy Savings Certificates)

Avec de telles sources de financement, les industries françaises peuvent franchir le pas d'une optimisation continue de leur Efficacité Énergétique.

1 cumulés sur la durée de vie de la mesure, et actualisés

## ○ DIRECTIVE IPPC

La directive IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) du 24/09/96 traite de la réduction de la pollution de diverses sources dans toute l'UE. Toutes les installations industrielles couvertes par l'Annexe I de la directive doivent obtenir une autorisation (permis) des autorités dans les pays de l'UE. Sans cette autorisation, elles ne sont pas admises à fonctionner. Les autorisations doivent se baser sur le concept des Meilleures Technologies Disponibles (MTD ou BAT, Best Available Technologies), qui est défini dans l'article 2 de la directive.

## ○ DIRECTIVE PERMIS D'EMISSION

La directive 2003/87/CE du Parlement européen établit un système d'échange de quotas d'émission de GES dans la Communauté. Ces quotas sont échangeables et négociables. Une quantité initiale de quotas est allouée aux entreprises au titre de leurs installations concernées. Le plan national d'allocation de quotas précise :

- le montant total d'émissions sur lequel porte le marché d'échange de quotas d'émissions,
- la répartition de ce total entre les différents secteurs d'acti-

vité couverts par le marché, puis à l'intérieur de ces secteurs entre les installations couvertes, ce qui donne l'allocation initiale par installation aux sociétés et organismes concernés par le marché.

Pour la période 2005-2007, un premier plan national d'affectation des quotas d'émission de CO<sub>2</sub> (dit PNAQ 1) a été approuvé par la Commission européenne le 17 décembre 2004. Pour la période 2008-2012, un deuxième plan a été adopté le 26 mars 2007 après consultation du public.

## ○ DIRECTIVE INCLUSION DES PROJETS KYOTO + DIRECTIVE EUP

La directive 2004/101/CE du Parlement européen établit un lien entre le système d'échange communautaire de quotas d'émission de GES et les mécanismes mis en place par le protocole de Kyoto (MOC, MDP). La possibilité est offerte aux exploitants, dont les installations sont couvertes par le PNAQ, d'utiliser les crédits générés par des projets MOC, MDP pour leur conformité.

La directive 2005/32/CE du Parlement européen établit un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'éco-conception applicables aux produits consommateurs d'énergie. C'est une directive cadre qui vise à améliorer la performance environnementale globale des produits tout au long de leur cycle de vie par une prise en compte systématique des aspects environnementaux dès leur conception.

La directive 2006/32/CE, relative à l'efficacité énergétique dans les utilisations finales et aux services énergétiques est en

partie transposée par la loi d'orientation sur l'énergie de juillet 2005. Les États membres sont invités à réaliser des économies d'énergie de 9% sur 9 ans 2008-2017 à la fois dans le secteur privé et dans le secteur public. L'offre et la demande de services énergétiques vont être développées avec une mise en place d'un marché de services énergétiques, de programmes d'économie d'énergie et autres mesures (incitations fiscales etc.).

## ○ LOI DE PROGRAMME D'ORIENTATION SUR L'ÉNERGIE (VOLET MAÎTRISE DE LA DEMANDE : CERTIFICATS D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE)

La Loi de programme fixant les orientations de la politique énergétique (Loi 2005-781 du 13 juillet 2005) définit 4 axes :

- contribuer à l'indépendance énergétique nationale et garantir la sécurité d'approvisionnement,
- assurer un prix compétitif de l'énergie,
- préserver la santé humaine et l'environnement, en particulier en luttant contre l'aggravation de l'effet de serre,
- garantir la cohésion sociale et territoriale en assurant l'accès de tous à l'énergie.

Afin d'atteindre les objectifs, la loi instaure un principe de création d'un système d'obligations et de certificats dans le domaine des économies d'énergie (CEE, appelés également certificats blancs). En dehors des producteurs et distributeurs d'énergie (« obligés »), contraints de mettre en place des ac-

tions qui génèrent une diminution de la consommation énergétique de leur clientèle en cas de dépassement d'un seuil de vente, tous les autres acteurs sont pour le moment « éligibles » aux certificats d'économie d'énergie. Toute personne morale peut donc émettre une demande de CEE suite à une action d'économie d'énergie ou à la substitution d'une source d'énergie non renouvelable par une source d'énergie renouvelable produisant de la chaleur. Les dossiers certificats blancs doivent dépasser la valeur seuil de 1 GWh cumac 1. Les économies d'énergie en relation avec les procédés industriels relèvent des « opérations hors standards » ou « spécifiques ».

## ○ PAQUET ENERGIE CLIMAT : ENGAGEMENTS DE L'UE (FRANCE)

D'ici à 2020, réduction de 20% (17%) des émissions de GES (référence 1990), utilisation de 20% (23%) d'énergies renouvelables, et objectif non contraignant d'amélioration de 20% de l'efficacité énergétique (scénario de référence).

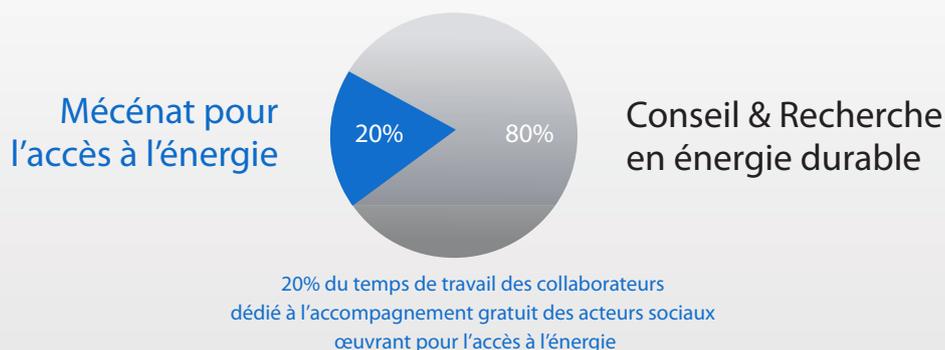
1 cumulés sur la durée de vie de la mesure, et actualisés

## POUR ALLER PLUS LOIN

- L'ÉNERGIE EN FRANCE, REPÈRES, ÉDITION 2008 – MEEDDAT
- CO2 ET ÉNERGIE, FRANCE ET MONDE, REPÈRES, ÉDITION 2007 – MEEDDAT ET CAISSE DES DÉPÔTS
- [HTTP://WWW.ADEME.FR/PARTENAIRES/ODYSSEE/FAN/PROJET/PROJET\\_FRAME.HTM](http://www.ademe.fr/partenaires/odyssee/fran/projet/projet_frame.htm)
- [HTTP://WWW1.EERE.ENERGY.GOV/INDUSTRY/SAVEENERGYNOW/](http://www1.eere.energy.gov/industry/saveenergynow/)
- [HTTP://WWW.DROIT.ORG/JO/20050714/ECOX0400059L.HTML](http://www.droit.org/jo/20050714/ecox0400059l.html)
- [HTTP://WWW.CF.ECP.FR/UPLOAD/CATALOGUE/FICHES\\_STAGES2009/P115.PDF](http://www.cf.ecp.fr/upload/catalogue/fiches_stages2009/p115.pdf)

**AUTEURS : YANNAËL BILLARD, NICOLAS CHENET**

## UN MODÈLE ÉCONOMIQUE INNOVANT ET RESPONSABLE



## UN ACCOMPAGNEMENT GLOBAL : ANALYSE STRATÉGIQUE & EXPERTISE TECHNOLOGIQUE

Stratégie & Investissement

Projets & Technologies

Ingénierie & Expertise technique

## UNE EXPERTISE SUR LES THÉMATIQUES CLÉS DE L'ÉNERGIE DURABLE

Energies Nouvelles  
Emissions de Gaz à Effet de Serre  
Capture et Stockage du CO2  
Procédés Industriels & Technologies Innovantes  
Développement Durable et RSE dans l'industrie  
Mesure de la performance globale (R&D interne)