

# LUTTER CONTRE LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Le changement climatique est un risque majeur pour l'humanité; la Conférence internationale de Bali sur le climat a montré fin 2007 que, si les États divergent sur les politiques à mener, le consensus est total sur le constat: il y a urgence à agir. Les choix stratégiques d'investissements du groupe EDF privilégient la lutte contre les émissions de CO<sub>2</sub>. Avec la prise en compte des contextes locaux, c'est cette priorité qui structure ses choix d'investissements de production, sa politique commerciale et ses travaux de R&D.



## Un autre monde possible.

Nicolas HULOT

Président de la Fondation Nicolas Hulot pour la Nature et l'Homme

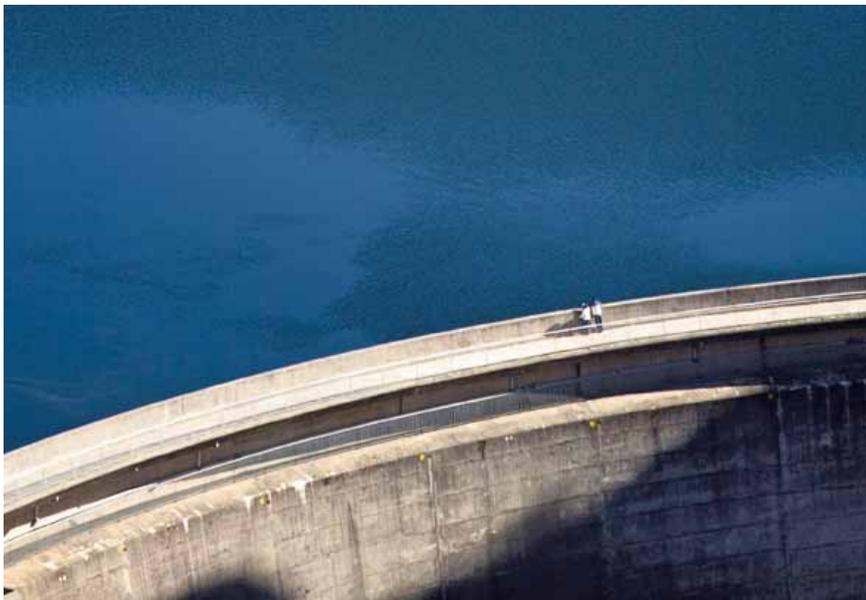
La lutte contre le changement climatique est un défi sans précédent nécessitant de mobiliser tous les acteurs pour inventer ensemble un monde durable. Ou bien nous laissons le temps nous imposer un inévitable bouleversement, ou bien nous conduisons nous-mêmes la mutation écologique. Car nul ne peut douter que le monde de demain sera radicalement différent.

Si c'est de force, aucune démocratie, aucun projet social, aucune économie ne pourra résister à la combinaison de l'épuisement des ressources naturelles, des convulsions climatiques et de la pauvreté. Je veux croire à l'autre hypothèse, celle où un autre monde est possible. Nous voilà sommés de changer pour ne pas disparaître. Cette injonction oblige nos sociétés à un examen de conscience individuel et collectif pour comprendre l'origine du désordre et le nouveau sens du progrès, et améliorer durablement et équitablement la condition humaine. N'est-ce pas la raison d'être d'une civilisation ? L'enjeu écologique nous contraint à utiliser différemment nos outils. Il nous oblige à être plus créatifs, plus inventifs ; à changer de paradigme. Pour éviter la pénurie, il nous faut apprendre à vivre avec moins de biens et plus de liens, et trouver un nouvel équilibre entre capital matériel et capital immatériel. Quel beau et salutaire dessein !"

# QUELS ÉLÉMENTS de choix ?



L'électricité peut être produite à partir d'énergies primaires variées. Les choix de ces sources d'énergie sont cruciaux dans la lutte contre le changement climatique alors que les deux tiers de la production mondiale d'électricité sont issus des énergies fossiles, première cause des émissions de gaz à effet de serre. Pour autant, ces ressources ne sont pas interchangeables, elles ont chacune sa spécificité, son impact et son utilité. En outre, la palette des choix doit faire une large part à l'efficacité énergétique, premier vecteur de baisse des émissions de CO<sub>2</sub>.



DR

## L'ÉLECTRICITÉ, UNE FORME D'ÉNERGIE PARTICULIÈRE

L'électricité ne se stocke pas et tout système électrique exige, en permanence, un équilibre entre la production et la consommation. Tout appel important d'électricité non satisfait ou toute injection sur le réseau de MWh non consommés peut entraîner la panne de tout le système (blackout). Il faut donc, d'une part, des moyens de base fonctionnant presque en permanence : nucléaire, charbon, biomasse, géothermie, hydraulique au fil de l'eau ou éolien et, d'autre part, pour répondre à une hausse subite de la demande, des moyens de pointe mobilisables instantanément : hydraulique de barrages, turbines à combustion à gaz (TAC fioul/gaz) et centrales thermiques au fioul.

## ? COMPRENDRE

### Les unités énergétiques

**W** : Watt, unité de mesure de la puissance énergétique (1 kW = 1000 Watt, 1 MW = 1 million de Watt, 1 GW = 1 milliard de Watt).

Puissance du parc d'EDF en France continentale = 96,2 GW.

**We** : Watt électrique.

**Wth** : Watt thermique.

**Wc** : Watt crête, puissance d'un panneau solaire au moment du plein ensoleillement.

**Wh** : Watt heure, mesure d'énergie produite ou consommée (puissance d'un Watt mobilisé pendant une heure).

**TWh** : TéraWattheure = 1000 milliards de Wh. Production du parc d'EDF France Continentale = 477,4 TWh.

## Scénarios du WBCSD pour 2050 d'après les données de l'AIE

### 1- Statu quo :

→ émissions de 26 Gt<sup>1</sup> de CO<sub>2</sub> liés à la production mondiale d'électricité (10 Gt en 2003)

→ + 2 à 4 °C

### 2- Conditions d'un scénario de 5 Gt d'émissions de CO<sub>2</sub> :

- > actions d'efficacité énergétique → - 8,2 Gt
- > capture et stockage du CO<sub>2</sub> → - 4,4 Gt
- > développement du nucléaire → - 2,7 Gt
- > développement d'ENR → - 3,8 Gt (dont hydroélectricité - 0,5 Gt)
- > développement de CCG et de turbines à gaz → - 2 Gt
- > optimisation des centrales → - 0,3 Gt

Total - 21,4 Gt

1. Gigatonne : milliard de tonnes.

2. Rapport Electricity Information 2007 de l'Agence internationale de l'énergie.

3. Chiffres des parts dans le bilan électrique mondial extraits du World Energy Outlook 2006 de l'AIE (bilan 2004).

4. Données Observ'er 2006.

5. Analyse de cycle de vie : méthode d'évaluation environnementale globale qui vise à intégrer le contenu en CO<sub>2</sub> (ou équivalent CO<sub>2</sub> des émissions gaz à effet de serre) de l'ensemble de l'activité d'une centrale de production, depuis la chaîne d'approvisionnement jusqu'aux émissions liées à l'exploitation ou au transport-distribution, en passant par les impacts indirects comme la méthanisation dans les grands réservoirs hydrauliques en zone tropicale.

## UN CHOIX D'ÉNERGIES PRIMAIRES AVEC LEURS LIMITES ET LEURS ATOUTS

SOURCE D'ÉNERGIE	Puissance unitaire des unités de production	Part de la production mondiale en 2005	Usages dans le système électrique <sup>2</sup>	Atouts	Contraintes
<b>ÉNERGIES FOSSILES :</b>		<b>66,5 % de la production mondiale d'électricité<sup>3</sup></b>			
<b>CHARBON</b>	250 à 800 MW	<b>40,2 %</b>	Base et semi-base	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le plus abondant</li> <li>Bien réparti géographiquement</li> <li>Stockable</li> <li>Facile à exploiter</li> <li>Puissance</li> <li>Flexible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pondéreux</li> <li>Risques liés à l'exploitation minière</li> <li>Polluant (SO<sub>2</sub>, NOx, poussières) CO<sub>2</sub>: 950 g/kWh pour les centrales anciennes; 750 g/kWh pour les plus performantes; lignite: 1 100 g/kWh</li> <li>Prix fluctuants</li> </ul>
<b>PÉTROLE (fioul lourd)</b>	40 à 800 MW	<b>6,6 %</b>	Pointe et extrême pointe. Semi-base dans certains pays	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facile à exploiter et transporter</li> <li>Démarrage rapide</li> <li>Puissance</li> <li>Flexible et réactif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Épuisable dans le demi-siècle</li> <li>Polluant (SO<sub>2</sub>, NOx, poussières)</li> <li>Risque de pollution (marée noire)</li> <li>CO<sub>2</sub>: 850 g/kWh</li> <li>Répartition géographique</li> <li>Versatilité des prix</li> </ul>
<b>GAZ</b>	40 à 800 MW	<b>19,7 %</b>	Base (turbine) semi-base (cycle combiné) et pointe sur base courte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facile à exploiter</li> <li>Peu polluant</li> <li>Puissance</li> <li>Flexible et réactif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>transport en réseau</li> <li>CO<sub>2</sub>: 400 g/kWh (cycle combiné)</li> <li>Prévention du risque explosif</li> <li>Répartition géographique déséquilibrée</li> <li>Versatilité des prix</li> </ul>

→ Toute tep fossile utilisée est définitivement enlevée aux générations futures

<b>ÉNERGIE NUCLÉAIRE :</b>		<b>15,0 % de la production mondiale d'électricité<sup>3</sup></b>			
<b>FISSION NUCLÉAIRE (uranium)</b>	900 à 1 400 MW	<b>15,0 %</b>	Base et semi-base	<ul style="list-style-type: none"> <li>Production de masse</li> <li>Réserves d'uranium importantes</li> <li>Faible part du coût du combustible (stabilité des prix)</li> <li>Faible occupation des sols</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestion des déchets radioactifs haute activité et vie longue encadrée par la loi</li> <li>Besoin d'un bon niveau de développement technologique et sociétal du pays</li> <li>Contrôles externes, nationaux et internationaux du niveau de sûreté et de sécurité des installations nucléaires</li> <li>Acceptabilité et information des riverains</li> </ul>

→ Principales énergies substituables aux énergies fossiles sous condition d'acceptabilité

<b>ÉNERGIES RENOUVELABLES<sup>4</sup> :</b>		<b>18,5 % de la production mondiale d'électricité (2,44 % hors hydraulique)</b>			
<b>HYDRAULIQUE</b>	250 à 800 MW	<b>16,6 %</b>	Base et semi-base	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub>: 4 à 7 g éq. CO<sub>2</sub>/kWh (ACV)</li> <li>Démarrage très rapide ou rapide (stockage)</li> <li>Faible coût d'exploitation</li> <li>Puissance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contrainte géographique</li> <li>Soumis aux aléas climatiques</li> <li>Impact sur l'écosystème</li> <li>Acceptabilité</li> </ul>
<b>ÉOLIEN</b>	0,2 à 5 MW	<b>0,6 %</b>	Limitation d'usage: prioritaire quand le vent souffle, arrêt quand le vent souffle trop fort	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub>: 3 à 22 g/kWh (ACV)<sup>5</sup></li> <li>Non polluant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contrainte géographique</li> <li>Production intermittente et limitée</li> <li>Acceptabilité</li> </ul>
<b>SOLAIRE PHOTO-VOLTAÏQUE</b>	100 MW <sup>2</sup>	<b>0,03 %</b>	Décentralisé	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub>: 50 à 150 g éq. CO<sub>2</sub>/kWh (ACV)</li> <li>Intégration à l'habitat (toit...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coût des cellules</li> <li>Impact environnemental (fabrication)</li> <li>Diurne uniquement (ou batteries)</li> <li>Espace occupé par les centrales au sol</li> <li>Puissance très faible</li> </ul>
<b>BIOMASSE</b>	Jusqu'à 500 MW	<b>1 %</b>	Base et semi-base	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renouvelable (si replantation)</li> <li>Abondante</li> <li>Substitution aux ressources fossiles</li> <li>Solution déchets</li> <li>Puissance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Émission si l'on ne replante pas pour compenser</li> <li>Arbitrage agriculture pour énergie/nourriture</li> <li>Polluant localement (poussières, SO<sub>2</sub>)</li> </ul>
<b>GÉOTHERMIE</b>		<b>0,3 %</b>	Base	<ul style="list-style-type: none"> <li>Non polluant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contrainte géographique</li> <li>Difficultés techniques</li> </ul>

→ Énergies non émettrices de gaz à effet de serre (GES), hors ACV, substituables sous condition de disponibilité (éolien, solaire), d'acceptabilité (hydraulique, éolien), de maturité technique et économique (solaire, biomasse, géothermie)

# OPTIMISER LE MIX de production énergétique



Le groupe EDF a opté pour une stratégie industrielle d'investissements visant à répondre, en toute sûreté, à la hausse de la demande d'électricité. Ses choix associent recherche de compétitivité et lutte contre les émissions de CO<sub>2</sub>, en prenant en compte le contexte des pays où il intervient.

## ? COMPRENDRE

### L'intérêt écologique de l'électricité

L'électricité est un atout majeur pour lutter contre le changement climatique. Sa production provient d'un mix énergétique comprenant toujours une part de ressources sans émission de CO<sub>2</sub> (nucléaire, hydraulique et autres EnR). Dans le temps, la quantité de carbone émis est appelée à décroître du fait du déploiement des meilleures technologies disponibles sur les moyens de production d'électricité écologiquement les moins performants. Ses usages (transports, moteurs industriels, chauffage, etc.) n'émettent aucun gaz à effet de serre. Ils offrent en outre l'avantage d'éviter les pollutions locales : bruit, poussières et gaz nocifs, salissures, odeurs. Les privilégier a un impact déterminant sur la baisse des émissions de CO<sub>2</sub>.

### DES CHOIX ÉNERGÉTIQUES ADAPTÉS

Le groupe EDF choisit le mix énergétique le mieux adapté à chaque pays : ressources, structure du parc national de production, acceptabilité des énergies, etc. Il ambitionne de réduire ses émissions au-delà de la baisse de 20 % fixée par l'Union européenne pour 2020. Dans cet esprit, il entend renouveler son parc nucléaire, préserver son potentiel hydraulique, développer des énergies renouvelables, moderniser les centrales thermiques à flamme et déclasser les centrales les plus polluantes.

#### En France

95 % de la production s'effectue sans émission de CO<sub>2</sub> (hors ACV)<sup>1</sup>, à partir des centrales nucléaires et hydrauliques. EDF investit en outre dans les énergies renouvelables (éolien, solaire photovoltaïque, biomasse) et modernise son parc thermique à flamme qui répond aux pointes de consommation. Dans les DOM et en Corse, très dépendants

d'énergies fossiles importées, EDF investit aussi dans les énergies renouvelables qui fournissent actuellement 24 % de l'énergie consommée.

#### En Italie

Edison table sur les CCG<sup>2</sup> pour leurs très hauts rendements, donnant des émissions de CO<sub>2</sub> deux fois inférieures à celles des centrales classiques. De 2001 à 2007, la société a mis en service huit centrales CCG (7 000 MW au total), dont quatre détenues avec Edipower. Elle exploite aussi 68 centrales hydroélectriques (1 840 MW) et 23 fermes éoliennes (256 MW) en concession. En éolien, Edison a mis en service en 2007 10 MW, mis en construction 84 MW et obtenu des autorisations pour construire 30 MW de plus. Fenice, qui exploite en Italie, Espagne et Pologne des cogénérations industrielles, a conclu en 2007 trois contrats de nouvelles installations pour une puissance de 50 MW.

#### En Allemagne

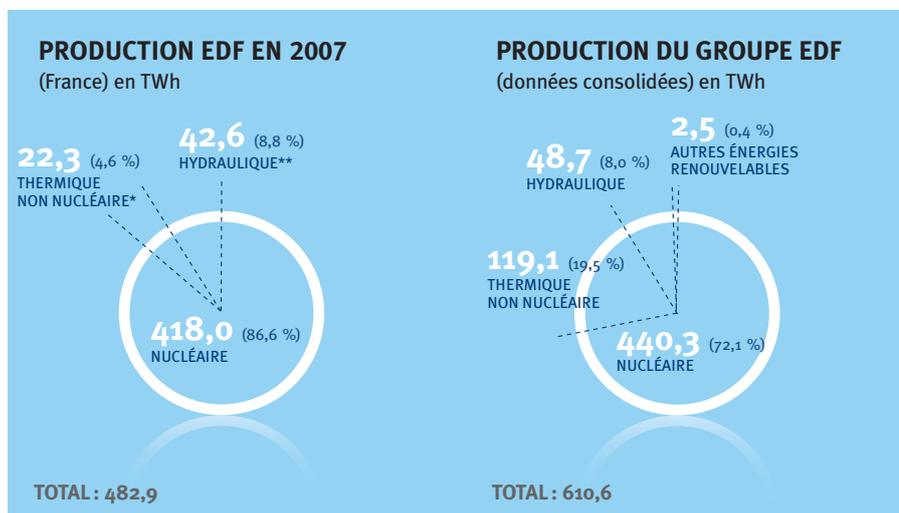
EnBW est l'électricien allemand le moins émetteur de CO<sub>2</sub> par kWh grâce à ses centrales hydrauliques et nucléaires. Conformément à l'accord sur la sortie du nucléaire, la centrale d'Obrigheim (357 MWe) a été arrêtée en mai 2005 et EnBW va construire une centrale à charbon (900 MW) à très haut rendement à Karlsruhe.

#### Au Royaume-Uni

EDF Energy recourt au gaz et au charbon et s'est engagé en 2007 à réduire de 60 % ses émissions de CO<sub>2</sub> par kWh produit d'ici 2020. La société a lancé la construction d'une centrale CCGT (1 311 MW) et d'un parc



1. Analyse du cycle de vie (ACV).  
2. Cycle combiné gaz.



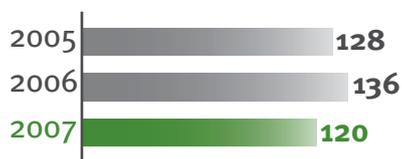
\*Dont 4 TWh en Corse et dans les DOM.  
\*\*Dont 1,4 TWh en Corse et dans les DOM.



Centrale nucléaire de Cruas. Grâce au nucléaire et à l'hydraulique, 95 % de la production d'EDF en France s'effectue sans émission de CO<sub>2</sub> (hors analyse du cycle de vie).

#### ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DUES À LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ ET DE CHALEUR (g/kWh)<sup>1</sup>

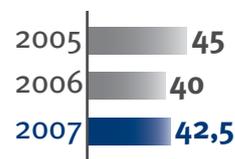
##### Groupe EDF



##### Groupe EDF sur la zone Europe



##### EDF



1. Les données Groupe 2007 n'incluent pas Edison, ni Dalkia.

#### CAPACITÉS INSTALLÉES AU 31.12.07 (GWe)

	Nucléaire	Thermique non nucléaire	Hydraulique	Autres EnR	TOTAL
Total EDF maison mère	63,1	14,5	20,4	0,0	98,0
Total Europe hors EDF maison mère	2,7	19,6	2,8	1,4	26,5
Total Europe y compris EDF maison mère	65,8	34,1	23,2	1,4	124,5
Total reste du monde	0,0	2,2	0,0	0,0	2,2
<b>Total Groupe EDF</b>	<b>65,8</b>	<b>36,3</b>	<b>23,2</b>	<b>1,4</b>	<b>126,7</b>

#### PRODUCTION ÉLECTRIQUE AU 31.12.07 (TWh)

	Nucléaire	Thermique non nucléaire	Hydraulique	Autres EnR	TOTAL
Total EDF maison mère	418,0	22,3*	42,6**	0,0	482,9
Total Europe hors EDF maison mère	22,3	85,0	6,1	2,5	115,9
Total Europe y compris EDF maison mère	440,3	107,3	48,7	2,5	598,8
Total reste du monde	0,0	11,8	0,0	0,0	11,8
<b>Total Groupe EDF</b>	<b>440,3</b>	<b>119,1</b>	<b>48,7</b>	<b>2,5</b>	<b>610,6</b>

\* Dont 4 TWh en Corse et dans les DOM.

\*\* Dont 1,4 TWh en Corse et dans les DOM.

## ? COMPRENDRE

### La relance du nucléaire

Les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique ne suffisent pas à compenser l'épuisement des ressources fossiles ni à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans un contexte de forte croissance de la demande d'électricité. Le nucléaire produit un kWh compétitif et disponible, sans gaz à effet de serre. Plusieurs pays relancent la construction de réacteurs nucléaires ou s'approprient à le faire.

### Prévisions

Doublement de la demande mondiale d'électricité entre 2005 et 2030

éolien offshore (90 MW). Elle ambitionne de prendre part à la relance du nucléaire britannique.

### PARTICIPER AU RENOUVEAU DU NUCLÉAIRE DANS LE MONDE

#### En France

EDF exploite 58 réacteurs en donnant la priorité à la sûreté. L'expérience acquise sur la gestion d'un parc aussi important et les performances obtenues font référence dans le monde. Pour préparer le renouvellement de ce parc et renforcer ses capacités de production de base, EDF a engagé à Flamanville la construction d'une unité EPR (1 650 MW). Ce réacteur présente une sûreté renforcée et des performances économiques et environnementales améliorées : une consommation de combustible réduite de 17 % par kWh produit, une baisse de 30 % des déchets et des rejets. Le premier béton a été coulé fin 2007. EDF pilote la construction de Flamanville 3 en intégrant son expérience d'exploitant et en s'appuyant sur son ingénierie intégrée.

#### Aux États-Unis

EDF et Constellation Energy, qui exploite cinq centrales nucléaires, ont conclu en 2007 un partenariat pour créer UniStar Nuclear Energy LLC, joint-venture 50/50. Cette société va développer, réaliser, détenir et exploiter, seul ou en partenariat avec d'autres acteurs américains

du secteur, des centrales nucléaires de type EPR aux États-Unis avec, dans une première étape, une série de quatre réacteurs de type EPR dont le premier devrait être mis en service en 2015.

#### En Chine

La Chine projette de disposer d'un parc nucléaire de 40 GW en 2020. EDF, qui a participé à la construction et à la mise en service des centrales de Daya Bay et Ling Ao, a conclu en 2007 un accord avec son partenaire historique China Guangdong Nuclear Power Company (CGNPC) pour construire et exploiter à Taishan, en joint-venture (environ 1/3 EDF, 2/3 CGNPC), deux unités de type EPR (1 600 MW) sur le modèle de Flamanville 3.

#### Au Royaume-Uni

Le gouvernement, après un long débat citoyen engagé en 2006, a décidé la relance du nucléaire début 2008. Via sa filiale EDF Energy, EDF entend participer à ce renouvellement et a déposé avec AREVA un dossier de certification de l'EPR (modèle Flamanville 3) auprès des autorités britanniques.

#### En Afrique du Sud

Compte tenu de ses liens historiques avec l'électricien national ESKOM, EDF se tient prêt à apporter toute sa contribution, le moment venu, au développement de centrales nucléaires de type EPR.

Chantier de construction de l'unité de type EPR à Flamanville. Le chantier emploie 700 personnes et en mobilisera jusqu'à 2 000.

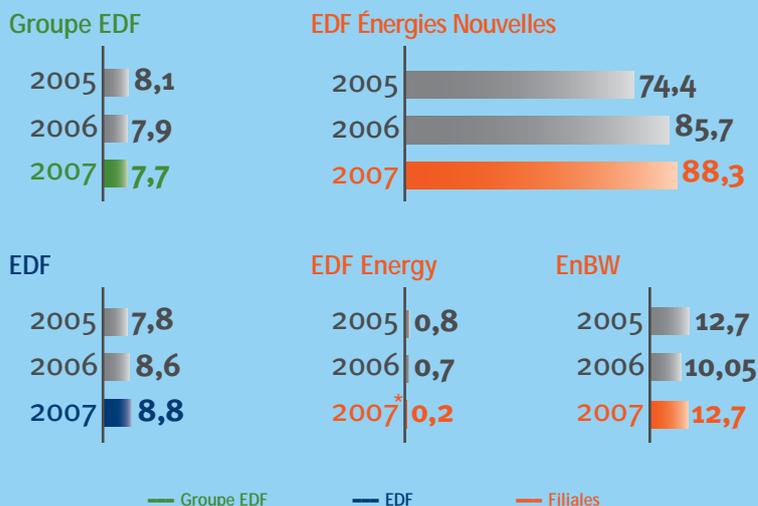


## HYDROÉLECTRICITÉ : RENFORCER LA PREMIÈRE ÉNERGIE RENOUVELABLE

En France, EDF a engagé deux chantiers en 2007 pour répondre aux demandes de pointe. En Corse, il construit le barrage du Rizzanese (54 MW) pour une mise en service en 2012 et, à la Réunion, il porte la capacité de l'ouvrage de Rivière de l'Est à 80 MW (+ 25 %). À Gavet, dans l'Isère, il s'apprête à remplacer six anciennes centrales par une seule unité, plus puissante. EDF poursuit aussi le projet SuPerHydro pour accroître les performances et la sûreté du parc. En Allemagne, EnBW porte de 26 MW à 100 MW la capacité de sa centrale au fil de l'eau de Rheinfelden. Sans émission de CO<sub>2</sub>, sa production à partir de 2010 correspondra à la consommation de 200 000 foyers. Au Laos, EDF construit la centrale de Nam Theun 2 (1 070 MW) dont il est le premier investisseur, le constructeur et le futur exploitant avant transfert. L'ouvrage sera mis en service en 2009. À Madagascar, EDF va construire une micro-installation (6 MW). Ce projet est porté par le e8 et financé par l'Union européenne et la KfW<sup>2</sup> allemande.

## PART DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE LA CHALEUR PRODUITES À PARTIR DE SOURCES D'ÉNERGIE RENOUVELABLE POUR EDF, LE GROUPE EDF ET LES PRINCIPALES FILIALES DU GROUPE (en %)<sup>1</sup>

(NB: la production hydraulique intègre l'énergie produite par les STEP – Station de transfert d'énergie par pompage.)



1. En 2007, les quantités produites comprennent l'électricité et la chaleur.

\* La modification de la méthode de calcul en 2007 explique cette diminution.

## DÉVELOPPER LES AUTRES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Le développement des énergies renouvelables est un axe stratégique prioritaire, porté par EDF Énergies Nouvelles (EDF EN, 50 % EDF). Ces énergies contribuent de plus en plus au mix énergétique du Groupe, notamment l'éolien qui représente 80 % de la production d'EDF EN. EDF investit pour développer la rentabilité de ces énergies et contribue à l'innovation technologique.

### L'éolien

En 2007, EDF EN a mis en service de nouveaux parcs éoliens : Luc-sur-Orbieu (16 MW) en France, Sant'Agata (72 MW) en Italie, Red Tile (24 MW) au Royaume-Uni, Kalyva et Perdikovouni (36 MW) en Grèce ainsi que Fenton (205,5 MW) et Pomeroy (198 MW) aux États-Unis. L'entreprise a démarré de

grands chantiers en France (13 parcs : 328 MW) dont Salles-Curan (87 MW), au Portugal Arada (112 MW) et Altominho (240 MW) et aux États-Unis Goodnoe (94 MW). En offshore, la construction de 30 MW au large des côtes belges a été lancée par le consortium C-Power (20,8 % EDF EN). Aux États-Unis, la société a conclu trois contrats d'exploitation-maintenance pour des turbines d'une capacité globale de 868 MW, dont 508 MW avec MidAmerican Energy. De son côté, Edison a lancé un programme 2008-2013 doté de 1 Md€ affecté au développement des énergies renouvelables (hydroélectricité + éolien), en Italie et à l'étranger. À la fin de ce programme, Edison aura une capacité d'énergie renouvelable de 2 700 MW.

2. Banque de développement.

## Investissements en France

- > Construction du barrage du Rizzanese : 150 M€
- > Extension de capacité de Rivière de l'Est : 25 M€
- > SuPerHydro : 560 M€ environ de 2007 à 2011

**20 000 MW**  
le groupe EDF, premier hydraulicien de l'Union européenne

ZOOM

### L'éolien dans le groupe EDF EN

- > capacités nettes détenues par EDF EN : 871,4 MW (2007 : + 265 MW)
- > objectif de 3 300 MW installés de 2008 à 2010
- en construction : 1 095 MW/en projets : 10 000 MW

### EDISON – Plan industriel 2008-2013

- > 1 Md€ d'investissement dans les énergies renouvelables
- > 2 700 MW installés en Italie et à l'international en 2013

**175 GWh**  
d'énergie verte  
produits à partir de  
biomasse par  
les centrales polonaises  
en 2007

---

**900 M€**  
pour de nouveaux  
moyens de production  
thermique à flamme en  
France d'ici 2010

---

**57 %**  
de rendement effectif pour  
la centrale CCGT d'Edison  
à Simeri Crichi équipée de  
turbines à gaz de dernière  
génération

---



#### La biomasse

EDF EN poursuit ses projets biomasse (notamment paille et bois) avec des technologies de combustion et de gazéification. TIRU, spécialiste du secteur, et EDF EN valorisent la biomasse pour produire électricité, chaleur et biocarburants. En France, TIRU (51 % EDF) a conclu en 2007 un partenariat de cinq ans avec OWS, deuxième constructeur européen d'unités de méthanisation : TIRU interviendra comme ensemblier et comme exploitant pour le compte des collectivités locales. En Belgique, EDF EN a pris une participation de 25 % au capital de la filiale éthanol d'Alcofinance.

En Pologne, EC Kraków a obtenu, après ERSA et Kogeneracja, l'autorisation des pouvoirs publics de valoriser de la biomasse en cocombustion du charbon (5 % du combustible). Un projet de partage d'expérience sur la biomasse, notamment les certificats verts, a été lancé. Des techniques d'injection directe pour valoriser davantage de biomasse sont à l'étude avec plusieurs universités et EDF R&D.

#### Le solaire photovoltaïque et les autres EnR

Le Groupe travaille à améliorer les technologies et à diminuer les coûts de la filière solaire photovoltaïque. Il participe à la R&D sur les films minces et les cellules polymères ou à colorant. En France, Tenesol (45 % EDF) a commencé à produire des panneaux photovoltaïques dans sa nouvelle usine de Toulouse. EDF EN accélère le développement de projets solaires photovoltaïques et a signé des contrats d'approvisionnement de modules avec les Américains First Solar (pour 230 MWc) et United Solar Ovonic LLC (30 MWc) ainsi qu'avec le Canadien Photowatt International (67,5 MWc). De plus, via son programme Accès à l'Énergie, EDF a installé, avec ses partenaires, 2 MWc au total de systèmes solaires individuels en Afrique.

Le Groupe évalue l'intérêt technico-économique des hydroliennes qui utilisent la force des courants marins. Les études préliminaires au large de Bréhat en Bretagne et de Barfleur en Basse-Normandie ainsi que les analyses d'impact se sont poursuivies en 2007 en concertation avec les administrations, les élus et les pêcheurs. Le



comité des pêches de Paimpol a fait bénéficier EDF de son expertise pour évaluer les réactions du milieu marin à la présence d'hydroliennes au large de Bréhat. Électricité de Strasbourg (88,34 % EDF) a finalisé, avec la participation d'EnBW, son projet expérimental de géothermie profonde à Soultz-sous-Forêts avec la mise en service début 2008 d'une unité de production de 1,5 MWe.

#### Optimiser le parc thermique à flamme

Utilisé notamment lors de pics de consommation ou d'aléas sur les autres moyens de production, le parc d'EDF en France a couvert 4 % de sa production en 2007 et émis 20,5 Mt de CO<sub>2</sub> (42,5 g/kWh produit), plaçant l'entreprise au deuxième rang des émetteurs industriels nationaux. S'y ajoutent en Europe les productions thermiques d'EDF Energy, d'EnBW, d'Edison et des unités de Pologne et de Hongrie. Les centrales thermiques du Groupe ont émis 77,88 Mt de CO<sub>2</sub> en 2007 en Europe. Le Groupe investit dans les meilleures technologies pour améliorer les rendements de ses centrales à flamme et réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub> et de polluants (SOx et NOx).

#### En France

EDF renforce ses capacités de pointe. La TAC<sup>3</sup> (125 MW) de Vitry a été couplée au réseau et la centrale fioul de Cordemais 3 (700 MW) remise en service, après douze ans d'arrêt. Aramon 1 et Porcheville 1 suivront en 2008. Dans les DOM et en Corse, EDF renouvelle, à partir de 2010, 6 de ses 7 centrales diesels. De nouveaux investissements ont été décidés en 2007 : 555 MW de TAC à Vaires-sur-Marne et Montereau compléteront les 500 MW prévus en 2008 et 2009 à Arrighi et Vaires-sur-Marne. Un CCG sera construit à Blénod (440 MW) et deux autres de 465 MW remplaceront des unités fioul à Martigues. Semblables aux trois futures CCG d'EDF Energy à West Burton, ils offriront les émissions de CO<sub>2</sub> et de NOx les plus basses du parc thermique à flamme et éviteront celles de SO<sub>2</sub>.

#### En Europe

Edison a mis en service en 2007 deux CCG de 800 MW chacun à Simeri Crichi et Turbigio



Production de panneaux photovoltaïques à l'usine Teneosol de Toulouse, France.

(50 % Edipower). Edison a constitué avec Hellenic Petroleum le deuxième plus important opérateur énergétique de Grèce qui disposera d'une capacité installée de 1 400 MW. Les projets en cours devraient permettre d'augmenter cette capacité jusqu'à 2 000 MW. EnBW va construire une centrale thermique à charbon supercritique (900 MW) à Karlsruhe où une centrale à gaz est aussi envisagée. EnBW a commencé à tester, avec l'université de Stuttgart, une technique de captage de  $\text{SO}_2$  à la chaux limitant la perte de rendement. En Hongrie, le programme d'éco-efficacité énergétique de BERT a réduit en moyenne de 10 % la consommation de combustible et les émissions spécifiques de  $\text{CO}_2$  de ses trois CCG.

### Participer au marché du carbone

Le système européen de quotas de  $\text{CO}_2$  s'applique au groupe EDF comme aux autres grands industriels. Le Groupe gère les émissions de son parc de production et s'est préparé à la période 2008-2012, plus exigeante.

EDF Trading (100 % EDF) est un acteur significatif sur le marché européen des permis d'émissions de  $\text{CO}_2$ . L'opérateur est également actif sur le marché des mécanismes de développement propre. En novembre 2006, EDF a lancé un Fonds Carbone Groupe, dont la gestion a été confiée à EDF Trading, associant les sociétés du groupe EDF, EDF Energy, EnBW et Edison. En mutualisant les capacités du Groupe en matière d'achat de crédits d'émissions, les différentes sociétés du groupe EDF consolident leur stratégie de couverture  $\text{CO}_2$  en diversifiant leurs ressources en permis d'émission. Elles se donnent ainsi les moyens d'assurer le respect de leurs engagements environnementaux à des conditions économiques optimales.

3. Turbine à combustion.

## Energy Business Award 2007

pour EDF Trading, dans la catégorie « Marchés de permis d'émissions »

## ? COMPRENDRE

### Les quotas d'émissions de $\text{CO}_2$

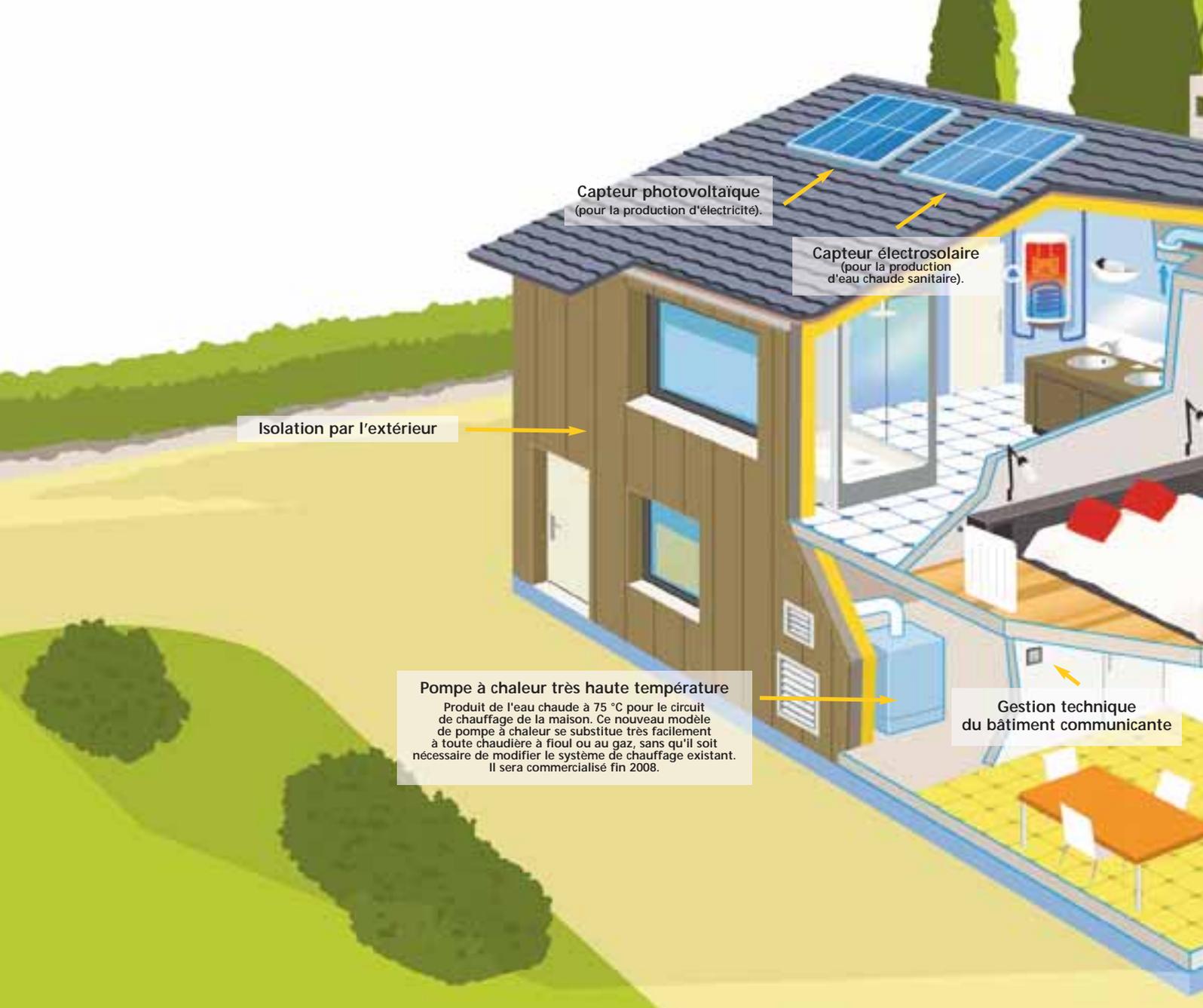
Pour inciter les industriels à réduire leurs émissions de  $\text{CO}_2$ , l'Union européenne a, par la directive ETS, fixé des plafonds d'émission aux États qui les répartissent entre les acteurs économiques. Ceux-ci peuvent acheter ou vendre des quotas d'émissions de  $\text{CO}_2$  pour rester dans la limite imposée. Un marché de quotas est ainsi créé, qui tend à récompenser les plus faibles émetteurs de  $\text{CO}_2$ .

### Le captage et le stockage du $\text{CO}_2$

Le captage du  $\text{CO}_2$  dans les centrales thermiques et son stockage dans le sous-sol (gisements gaziers ou pétroliers, aquifères salins profonds, veines de charbon non exploitables) forment un enjeu technologique et économique considérable. On estime la capacité de stockage souterrain entre 1 000 et 10 000 Md de tonnes de  $\text{CO}_2$ , à comparer aux 30 Md de tonnes de  $\text{CO}_2$  émises annuellement dans le monde. Un effort important de R&D vise à rendre cette solution attractive économiquement et à garantir la fiabilité à long terme des stockages. EDF R&D y participe. Plusieurs expérimentations sont en cours en Europe, aux États-Unis et au Canada.

### Les Mécanismes de développement propre (MDP)

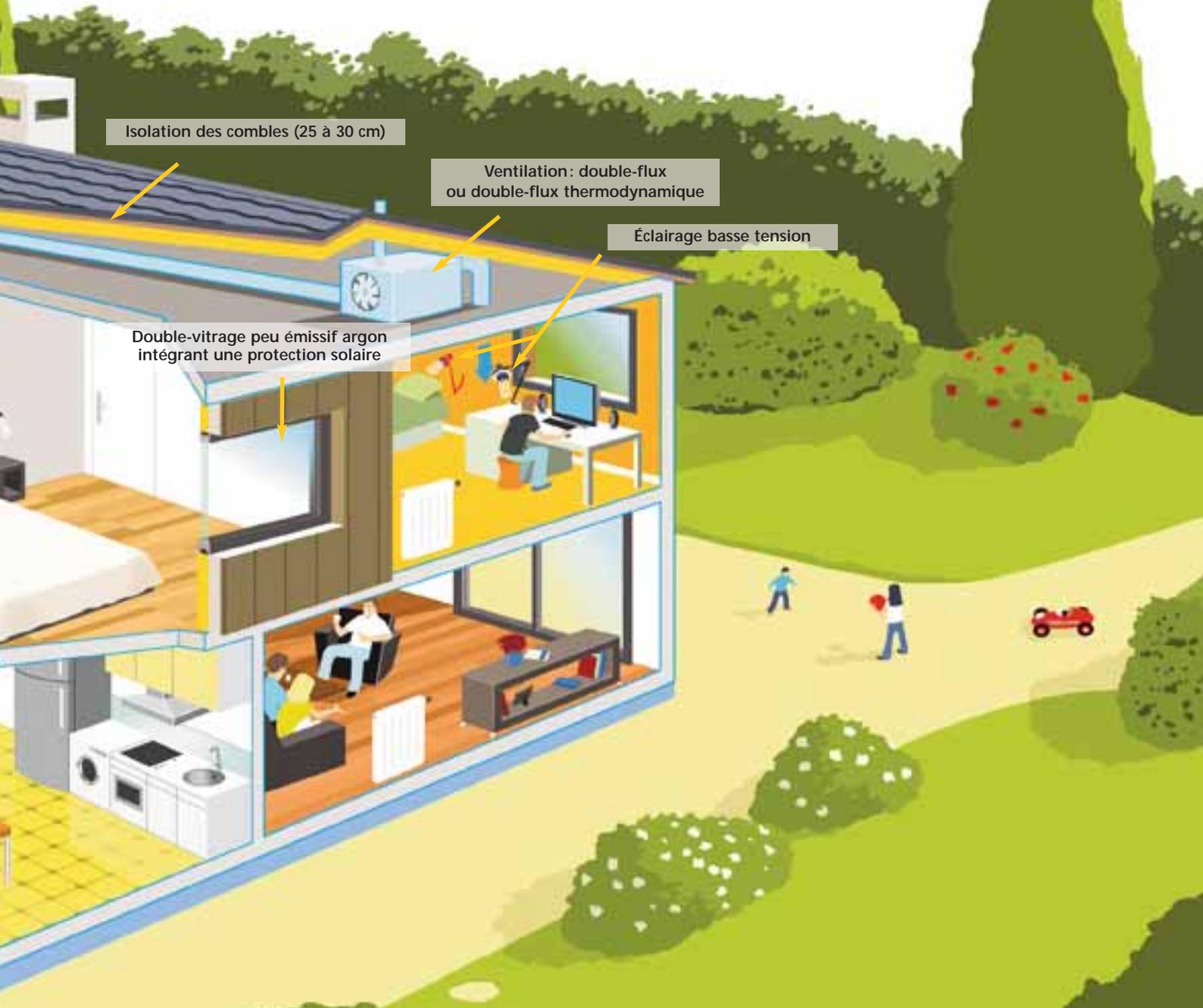
Créés par le protocole de Kyoto de 1998, les MDP encouragent les transferts de technologies peu ou non émettrices de  $\text{CO}_2$  vers les pays en développement. En investissant dans des projets réduisant les émissions de gaz à effet de serre dans ces pays, un énergéticien peut bénéficier de quotas d'émission de  $\text{CO}_2$  dans son pays.



Maison bas carbone: solution éco-efficaces pour un bâtiment existant (mise en œuvre dans le cadre d'une rénovation).

# CONSOMMATION: promouvoir l'éco-efficacité énergétique





L'éco-efficacité énergétique est devenue l'un des leviers majeurs de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Elle associe l'optimisation de la consommation d'énergie à des productions locales non émettrices de CO<sub>2</sub>, comme les énergies renouvelables réparties. Le groupe EDF a fait de l'éco-efficacité énergétique l'axe structurant de son offre commerciale.

## **?** COMPRENDRE

### **L'éco-efficacité énergétique**

L'éco-efficacité énergétique place le client au cœur des choix énergétiques.

Il est à la fois :

- acteur de sa production d'énergie avec le développement des énergies renouvelables réparties
- acteur de l'écoqualité de ses locaux, personnels ou professionnels, et de leur isolation
- acteur de la maîtrise de sa consommation d'énergie
- acteur de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

La gamme d'offres et de services d'éco-efficacité énergétique d'EDF va du conseil à la réalisation de solutions énergétiques à base d'énergies renouvelables.

## ? COMPRENDRE

### Les Certificats d'économie d'énergie

Les CEE, ou certificats blancs, visent à réduire l'intensité énergétique finale<sup>2</sup> française de 2 % par an d'ici 2015<sup>3</sup> et de 2,5 % d'ici 2030.

Ce dispositif astreint EDF à réaliser de 2006 à 2009, 30 TWh d'économies dans ses installations ou celles de ses clients.

2. Rapport entre la consommation d'énergie et la croissance économique.

3. L'intensité énergétique finale a baissé de 0,9 % par an entre 1990 et 2004.

## LES CLIENTS PARTICULIERS

### Bleu Ciel d'EDF, la nouvelle marque de l'éco-efficacité énergétique

EDF regroupe depuis 2007 sous sa marque Bleu Ciel toutes ses offres de gaz et d'électricité, de services d'éco-efficacité énergétique et d'énergies renouvelables réparties, en France continentale. Le conseil Énergie Solaire propose un conseil gratuit sur la faisabilité technique et économique d'une installation, et les offres Énergie Solaire Clé en Main, Énergie Solaire Production Garantie et Énergie Solaire Financement Adapté permettent à chacun de produire son énergie. De leur côté, les offres Objectif travaux et Estimation travaux intègrent des conseils pour l'isolation des bâtiments et le service Suivi conso aide à mieux maîtriser les consommations. L'offre Équilibre carbone garantit, quant à elle, une fourniture d'origine renouvelable. Dans les DOM et en Corse, EDF propose depuis plusieurs années à ses clients des offres d'éco-efficacité énergétique adaptées.



l'extérieur; à moyen terme, isolants plus efficaces; à long terme, parois actives pour stocker et restituer l'énergie solaire. EDF R&D poursuit aussi, avec le projet CISEL, le développement de cellules photovoltaïques moins coûteuses.

Plusieurs actions de grande ampleur illustrent une démarche d'implication et de mobilisation des clients dans l'éco-efficacité du quotidien: Tournée Bleu Ciel « Ensemble devenons acteurs de nos énergies ! »: plus de 3000 visiteurs dans huit villes françaises.

Vente en kiosque du guide « E = moins de CO<sub>2</sub> » au profit de projets d'éco-efficacité. 1 million de lampes à économie d'énergie achetées dans les DOM et en Corse en un an, via les promotions EDF, Régions, ADEME. 3000 compteurs intelligents déployés par EDF Energy pour suivre les consommations et économiser l'énergie. EnBW et sa marque Yello font de même.



### LES OFFRES AUX PROFESSIONNELS ET AUX ENTREPRISES

Les offres d'EDF se structurent autour des économies d'énergie, de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et de l'impact environnemental des activités. EDF propose à ses clients des services de suivi et de diagnostic de leurs consommations, à partir desquels il élabore et installe des solutions techniques performantes. La gamme Équilibre garantit, via les certificats verts délivrés par Observ'er, l'origine renouvelable des kWh achetés. Autres options: kWh Équilibre+ et Certificats Équilibre+ pour contribuer, de surcroît, au projet R&D photovoltaïque CISEL. Avec l'offre Carbone Optimia, EDF propose aux industriels un bilan de leurs émissions de CO<sub>2</sub>, ainsi que

### L'éco-efficacité énergétique en ligne

EnBW a créé une maison virtuelle sur son site Internet ([www.enbw.com](http://www.enbw.com)) pour montrer les sources d'économies d'énergie. Les internautes peuvent y télécharger une brochure de conseils.

### L'expertise de la R&D

EDF R&D appuie les offres commerciales. Ainsi, ses équipes ont développé une pompe à chaleur très haute température pour remplacer une chaudière et diviser au moins par 2 la facture de chauffage et par 5 les émissions de CO<sub>2</sub><sup>1</sup>. L'isolation fait l'objet de travaux: à court terme, isolation par



Les clients industriels d'EnBW bénéficient de services d'éco-efficacité énergétique: suivi des consommations en ligne; diagnostic de l'installation pour éviter la surcharge; *Energy Efficiency Watchers*: réseaux locaux de 10 à 15 entreprises pour l'exploitation des économies potentielles; *Energy Days*: formations sur site de leurs collaborateurs.

ZOOM

## Formation

50 000 professionnels du bâtiment pourront se former d'ici 2009 aux techniques d'éco-efficacité énergétique via une formation créée par EDF, la Fédération française du bâtiment, l'Association technique énergie et environnement, l'ADEME et la Capeb. Un projet éligible aux certificats d'économies d'énergie.

## JO

EDF est le « partenaire durable » des JO de Londres 2012. EDF Energy fournira l'énergie des JO à partir d'énergies renouvelables, ainsi qu'un combustible allégé en carbone pour la torche et la flamme olympiques. Pièce centrale de ce partenariat, EDF Energy 2012 Carbon Challenge encourage les foyers à réduire, par des mesures pratiques, leur empreinte énergétique de 15 % d'ici 2012. 25 000 foyers y ont adhéré fin 2007.



La fonderie PSA à Sept-Fonds. EDF y a conduit un projet de récupération d'énergie. La chaleur récupérée chauffe les locaux administratifs.

des solutions de trading de quotas. Par ailleurs, avec Puissance Excelis, EDF propose aux grands industriels des transformateurs moyenne tension conformes aux normes interdisant les PCB<sup>4</sup> et PCT<sup>5</sup>.

EDF Energy et EnBW mettent eux aussi à la disposition de leurs clients des offres d'éco-efficacité énergétique selon des modalités propres à leurs territoires. Edison mène des programmes similaires auprès de ses quelques grands clients directs. Fenice assure à ses clients industriels la fourniture de services énergétiques avec un engagement sur l'amélioration de la performance énergétique.

éco-énergétiques et de solutions techniques à base d'énergie renouvelable. Par exemple, le Diagnostic EnR Équilibre leur propose un diagnostic énergétique, un suivi des consommations, un Bilan Carbone et un accompagnement pour l'installation d'énergies renouvelables réparties.

En Allemagne, EnBW et ses partenaires ont poursuivi le programme Energieeffiziente Schulen d'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments scolaires (isolation, systèmes de chauffage).

## LES OFFRES AUX COLLECTIVITÉS

Les collectivités et bailleurs sociaux bénéficient, eux aussi, d'offres de services

1. Tests effectués en 2007 dans une maison de 160 m<sup>2</sup>.  
4. PolyChloroBiphényle.  
5. PolyChloroTerphényle.

## PAC

Le Centre de l'Ovive à Moulins a retenu la solution d'EDF : une pompe à chaleur (PAC) pour chauffer les bassins, produire l'eau chaude sanitaire, chauffer ou rafraîchir les locaux. Cette PAC eau/eau puise les calories de la nappe phréatique de l'Allier.

**45 622**  
**offres Équilibre®**  
**souscrites par des**  
**professionnels et des**  
**entreprises en 2007**

**ZOOM**

## Service d'énergie embarquée

Sodetrel (100 % EDF) propose aux collectivités locales et exploitants de transports publics un service d'énergie embarquée pour les bus, camions, navettes fluviales et petits trains électriques. Ce contrat intègre la fourniture, la maintenance et le recyclage des batteries. Icade a choisi ce service pour les deux navettes fluviales desservant depuis 2007 son siège social parisien.

## Économie d'énergie



EDF et l'ADEME ont accompagné les collectivités hôtes de la Coupe du monde de rugby 2007 dans la recherche d'économies d'énergie et la promotion des énergies renouvelables. Après diagnostic énergétique, 2 600 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques ont été installés au stade Geoffroy-Guichard de Saint-Étienne. Ils peuvent produire 205 000 kWh par an et éviter le rejet de 20 tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

# INVESTIR dans la recherche



La R&D d'EDF soutient la démarche du Groupe en améliorant les performances environnementales du parc de production, en favorisant l'émergence industrielle des énergies renouvelables et en développant des usages de l'énergie éco-efficaces. En France, elle a apporté une contribution soutenue à la réflexion collective du Grenelle de l'environnement.

**100 M€**  
(environ)  
près du tiers des  
dépenses R&D en 2007  
consacré aux études sur  
la protection  
de l'environnement

## Création d'un laboratoire

avec l'École nationale des ponts et chaussées et le Centre d'études techniques maritimes et fluviales sur la mécanique des fluides appliquée à l'hydraulique et l'environnement.

## LIMITER LES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> ET L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU PARC DE PRODUCTION

Répondant aux demandes des opérationnels du Groupe, les équipes d'EDF R&D développent des outils pour améliorer la performance et la sûreté des installations de production. Elles contribuent au développement des énergies renouvelables dans le Groupe. Dans ce domaine, elles travaillent à l'émergence industrielle des technologies les plus prometteuses : éolien, énergies marines, photovoltaïque, biomasse...

Pour l'éolien, très soumis aux aléas météorologiques, EDF R&D a développé une prévision météo journalière affinée qui s'appuie sur la recherche de journées analogues dans le passé. Elle évoluera vers une prévision horaire et des corrélations vent-production.

Pour l'énergie photovoltaïque, les travaux sur les cellules à couches minces de 2<sup>e</sup> génération, commercialisées depuis 2006, visent à en réduire le coût de production. Un projet sur les dispositifs de 3<sup>e</sup> génération vise un rendement de conversion supérieur à 50 % (20 % actuellement au mieux).

Pour le thermique, EDF poursuit ses recherches dans les technologies susceptibles de réduire, puis quasiment supprimer les émissions

de CO<sub>2</sub> (captage et stockage).

Pour l'hydraulique, EDF R&D a modélisé le fonctionnement de l'étang de Berre en trois dimensions. Outre les apports d'eau douce de l'usine de Saint-Chamas et d'eau de mer par le canal de Caronte, ont été intégrés les effets du vent, de l'évaporation et des marées dans le golfe de Fos-sur-Mer. Ce modèle sert à évaluer les variations de la salinité en tout point de l'étang en fonction de la marche de l'usine. Objectif : optimiser l'exploitation de la centrale de Saint-Chamas en respectant l'écosystème de l'étang.

## PROPOSER AUX CLIENTS DES SOLUTIONS ÉCO-EFFICACES

EDF R&D soutient la politique commerciale orientée sur les offres éco-efficaces. Fin 2007, EDF R&D a créé, avec le soutien d'Edison, le Centre européen de recherche sur l'efficacité énergétique (ECLEER), dont l'École des mines de Paris et l'École polytechnique fédérale de Lausanne sont les premiers partenaires. Les recherches portent sur les pompes à chaleur et les technologies à haute efficacité énergétique dans l'industrie. Elles complètent les essais sur la performance énergétique des équipements et du bâti conduits depuis 2003 sur le site des Renardières.



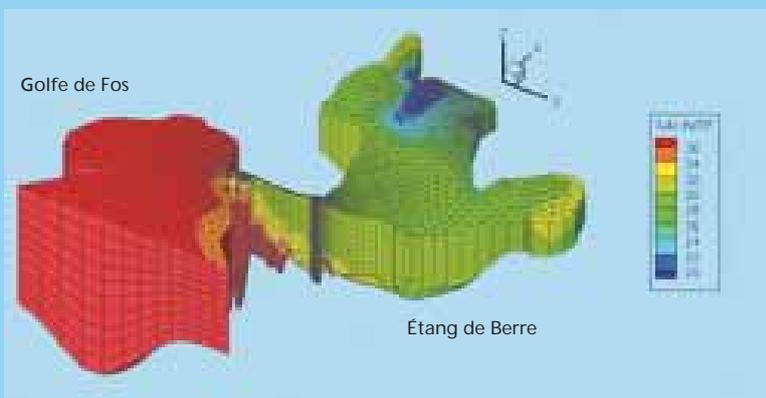
ZOOM

L'adaptation des systèmes de production au changement climatique mobilise les chercheurs. Après avoir reconstitué le comportement thermique du Rhône sur tout son cours, EDF R&D et ses partenaires ont simulé l'impact, sur les niveaux et les températures du fleuve, des changements climatiques prévus par le dernier rapport du GIEC. Des travaux similaires sont en cours pour la Loire et la Garonne.



Les équipes d'EDF R&D améliorent la performance et la sûreté des installations. Ici, travail sur la boucle CARERRA, pour optimiser le circuit de refroidissement du réacteur à l'arrêt.

### MODÉLISATION DU FONCTIONNEMENT DE L'ÉTANG DE BERRE EN 3D



Pour l'industriel comme pour le commerçant, la bonne maîtrise du froid est une source considérable d'économies d'énergie. EDF R&D explore la piste de la commande prédictive qui ajuste la marche d'un groupe frigorifique aux contraintes anticipées de la charge à refroidir. À Saint-Dizier, EDF R&D, partenaire de la municipalité, établit un bilan énergétique précis de chaque logement à partir des données cadastrales et propose aux habitants des solutions pour réduire leur consommation. En 2007, EDF et Toyota ont conclu un partenariat technologique et lancé la première expérimentation en Europe, sur la flotte du Groupe, du véhicule hybride rechargeable. Ce véhicule combine un moteur à essence et un moteur électrique rechargeable de deux manières, pendant la conduite (récupération de l'énergie de décélération) et en connexion

sur le réseau. Utilisant principalement de l'énergie électrique sur de courtes distances, le véhicule hybride rechargeable réduit les émissions de CO<sub>2</sub> et limite le recours au carburant fossile. EDF et Toyota ont en outre élaboré un système de charge, à partir d'une prise domestique ou d'une borne publique, qui reconnaît le véhicule, facilite la facturation à distance, privilégie la charge en périodes de basse consommation en électricité, les plus favorables vis-à-vis des émissions de CO<sub>2</sub>. Le groupe EDF poursuit ses expérimentations de véhicule électrique de 3<sup>e</sup> génération, notamment la Cleanova, dotée d'un moteur électrique à haut rendement, qui se décline en « tout électrique » ou en « hybride rechargeable », développée par Dassault Systèmes de Véhicules Électriques (SVE).

### 12 défis de R&D

EDF structure sa recherche moyen et long termes autour des 12 défis de R&D qui mobilisent plusieurs centaines de chercheurs et de nombreux partenaires en France et à l'étranger. Plusieurs thématiques contribuent directement à la préservation de l'environnement, par exemple :

- > anticiper les contraintes climatiques sur l'eau
- > mieux caractériser les impacts environnementaux des installations
- > anticiper le nouveau paysage énergétique
- > développer technologies et services pour l'efficacité énergétique dans les bâtiments
- > accroître l'efficacité énergétique des procédés dans l'industrie
- > innover dans les énergies renouvelables et le stockage.

