



LING AO, OPÉRATION DE CHARGEMENT DU REACTEUR\_CHINE

#### FAITS MARQUANTS

- > **Février**, la centrale de Golfe de Suez en Égypte entre en exploitation avec plus d'un mois d'avance sur le planning.
- > **Août**, canicule et sécheresse perturbent les conditions de production, de transport et de distribution de l'électricité. En France, EDF fait face à cette situation grâce à la mobilisation de ses agents, au civisme de ses grands clients qui modèrent leurs appels de puissance, et à la coopération de l'Union Nationale pour la Pêche en France (UNPF) qui aide à la surveillance des cours d'eau.
- > **Septembre**, EDF met aux enchères une dernière tranche de capacités de production. Les 6 000 MW prévus sont atteints.
- > **Décembre**, présentation au gouvernement du "plan Aléas climatiques", qui définit toutes les mesures à mettre en œuvre si des situations climatiques exceptionnelles devaient perturber production et distribution d'électricité : tempêtes, inondations, grands froids, canicule ou sécheresse.

# La maîtrise industrielle dans la compétition



Puissance et réactivité dans un contexte de plus en plus incertain >

Nucléaire : un atout économique et environnemental >

Puissance et réactivité du thermique à flamme >

Un engagement amplifié dans les énergies renouvelables >

Le rôle central de la gestion de réseau >

## PUISSANCE ET RÉACTIVITÉ DANS UN CONTEXTE DE PLUS EN PLUS INCERTAIN

L'année 2003 a rappelé que l'électricité est un produit de première nécessité qui ne se stocke pas. Les aléas climatiques ont causé de nombreux amorçages<sup>(1)</sup> sur les lignes THT<sup>(2)</sup> en Europe. La sécheresse et la canicule ont entravé les capacités de production hydraulique et thermique (à flamme et nucléaire). Cette situation a montré la nécessité de disposer d'installations de production diversifiées et robustes et de développer les interconnexions de réseaux de transport. Une leçon d'autant plus pertinente que la croissance des consommations d'électricité ne se dément pas : + 4 % en France en 2003.

### Des outils de production diversifiés

**Pour apporter à ses clients une fourniture sûre et compétitive**, le groupe EDF table sur des outils de production diversifiés et complémentaires, adaptés aux spécificités de chaque pays. Il est le premier exploitant mondial de turbines à gaz, surtout dans des pays où cette ressource est abondante comme au Mexique. En Europe, il s'affirme comme le premier producteur d'électricité hydraulique. En France, pays pauvre en énergies fossiles, il compte sur le nucléaire pour assurer une production de masse sans CO<sub>2</sub>, il exploite au maximum le potentiel hydraulique et confère au thermique à flamme un rôle décisif d'appoint.

**Cette stratégie intègre toutes les énergies renouvelables** : le Groupe investit dans l'énergie éolienne en Europe, au Maghreb, aux États-Unis, et n'oublie pas pour autant le potentiel que représente la biomasse, deuxième énergie renouvelable mondiale. Ses chercheurs se mobilisent pour faire accéder l'énergie solaire photovoltaïque et la géothermie au seuil de compétitivité indispensable à leur développement.

(1) Courts-circuits.

(2) Très haute tension.

> **Puissance installée du groupe EDF : 122 568 MWe** (dont 118 191 MWe en Europe)  
 (données consolidées) Nucléaire : 65 966 MWe ; Thermique à flamme : 32 591 MWe ;  
 Hydraulique : 23 578 MWe ; Autres ENR : 435 MWe

> **Puissance installée EDF maison mère : 101 227 MWe**  
 Nucléaire : 63 130 MWe ; Thermique à flamme : 17 500 MWe ; Hydraulique : 20 597 MWe

## L'intelligence partagée

**Le Groupe s'appuie sur les synergies des experts et exploitants de sa filière "Managers d'énergies"** pour renforcer la sûreté et les performances de ses outils de production. Ainsi, des équipes d'horizons divers ont préparé ensemble l'application aux grandes installations de combustion de la directive européenne sur les permis d'émission de gaz à effet de serre. Leur collaboration est aussi à l'origine de la réussite des projets de production indépendante, au Mexique et en Égypte. En octobre, les experts du groupe EDF se sont réunis à Wrocław (Pologne) au sujet de la réduction des émissions de polluants des centrales thermiques.

**La coopération se déroule aussi dans l'exploitation quotidienne** des unités de production. Elle est même concrétisée dans des produits de suivi à distance du fonctionnement (e-monitoring) et de mise en réseau comme l'Extranet P@ge développé par la R&D et la branche Énergies.

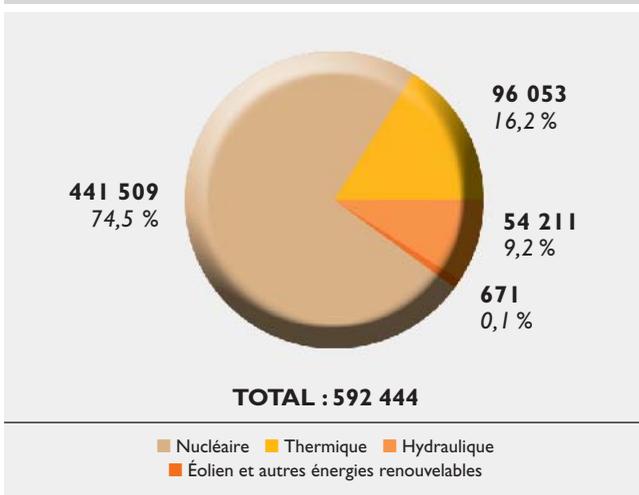
Déjà de règle avec les évaluations internationales de l'AIEA et de WANO<sup>(1)</sup>, l'échange de bonnes pratiques et l'ouverture au regard d'autrui font partie de la culture de l'industrie nucléaire, la seule au monde à avoir développé de telles démarches qui améliorent la sûreté de toutes les installations. Dans le Groupe, les échanges se multiplient : en 2003 le forum de l'ingénierie a réuni 600 ingénieurs et techniciens des centrales françaises et leurs collègues d'EnBW et de Ling Ao.

Au quotidien, des groupes de travail rassemblent des équipes d'EnBW (Obrigheim, Philippsburg et Neckarwestheim) et de trois sites français (Cattenom, Dampierre, Fessenheim) sur la sûreté, le combustible, les méthodes d'arrêt de tranche, de maintenance, la gestion des compétences. Un groupe R&D nucléaire a aussi été créé. La coopération s'étend à des partenariats industriels avec des exploitants chinois, techniques avec d'autres du Japon, d'Afrique du Sud, de Russie et d'Ukraine.

(1) AIEA: Agence Internationale de l'Énergie Atomique; WANO: World Association of Nuclear Operators.

## > L'EXTRANET P@GE

> **RÉPARTITION DE LA PRODUCTION DU GROUPE EDF DANS LE MONDE EN 2003 (en GWh)**



**Cet outil de partage et d'échanges d'informations et d'expériences relie 800 exploitants, ingénieurs et experts du Groupe, dont 77 % du thermique à flamme, 13 % des énergies renouvelables et 10 % de l'hydraulique. Il a permis, par exemple, de faire bénéficier la centrale de Cordemais de l'expérience de celle d'Heilbronn (EnBW) pour gagner en souplesse et en coûts d'exploitation. En Chine, cette logique de filière Métiers a bénéficié directement à la centrale de Laibin B.**

## France : un parc robuste et performant

En 2003, la production d'EDF en France a encore augmenté pour s'établir à 490,9 TWh, 1 % de plus qu'en 2002. Elle a été assurée pour 420,7 TWh (85,7%) par les centrales nucléaires, pour 45,5 TWh (9,3 %) par les installations hydroélectriques et pour 24,7 TWh (5 %) par les centrales thermiques à flamme.

**Le système de production français a pourtant affronté une situation climatique exceptionnelle :** une sécheresse persistante dès le printemps, diminuant de moitié la capacité hydroélectrique, puis une canicule limitant les possibilités d'appel au thermique à flamme et au nucléaire. La situation a été maîtrisée, la continuité de la fourniture assurée, sans impact sur l'environnement ni sur la sûreté, grâce à la mobilisation des équipes d'EDF, aux achats sur le marché de gros et à la coopération de nombreux acteurs : les grands clients qui ont réduit leur consommation, les exploitants de cogénération, sans oublier l'Union Nationale pour la Pêche en France (UNPF). L'action du gouvernement français a été déterminante : en accordant aux producteurs des dérogations temporaires et limitées pour les températures de rejet dans les cours d'eau, il a permis de maintenir la production de certaines centrales, quand cela s'avérait indispensable en dernier recours.

À partir du retour d'expérience de ces événements et des informations communiquées par les exploitants britanniques, allemands et sud-américains du Groupe, ainsi que par Dalkia, EDF a publié en novembre un "plan Aléas climatiques extrêmes" renforçant les mesures pour mieux prévoir, prévenir et gérer de telles crises.

### > Production d'électricité EDF maison mère : 490,9 TWh

Nucléaire : 420,7 TWh  
Thermique à flamme : 24,7 TWh  
Hydraulique : 45,5 TWh

### > Ventes en gros sur les marchés européens (EDF maison mère)

2000 : 77,3 TWh                      2002 : 110,2 TWh  
2001 : 91,0 TWh                      2003 : 111,0 TWh

## ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION + ACHATS DE EDF MAISON MÈRE EN TWH

Année	Achats d'EDF en France	Achats d'EDF marchés gros	Total achats d'EDF	Production hydraulique EDF	Production nucléaire EDF	Production thermique à flamme EDF	Production hydraulique + nucléaire + thermique à flamme + achats
1993	14,0	3,4	17,4	61,8	350,0	15,1	444,4
2000	23,6	7,8	31,4	65,4	395,2	25,6	517,6
2001	36,6	7,6	44,2	60,2	401,3	20,2	525,9
2002	35,2	13,9	49,1	45,2 <sup>(1)</sup>	416,5	24,7	535,5
2003	37,0	17,2	54,2	45,5	420,7	24,7	545,1

(1) À partir de 2002, la production hydraulique d'EDF n'intègre plus celle de la CNR (Compagnie Nationale du Rhône).



1\_Les turbines de la centrale hydroélectrique de Luz, du Groupement d'Équipement Hydraulique Adour et Gaves.

## NUCLÉAIRE : UN ATOUT ÉCONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

Le parc nucléaire d'EDF est un atout essentiel de la compétitivité du Groupe. Il garantit aux clients la sécurité d'une fourniture à prix durablement bas. Le débat sur les énergies organisé par les pouvoirs publics français a rappelé les avantages de cet outil pour la collectivité : indépendance énergétique, contribution significative aux engagements pour la limitation des émissions de gaz à effet de serre.

### Une production et une disponibilité en hausse continue

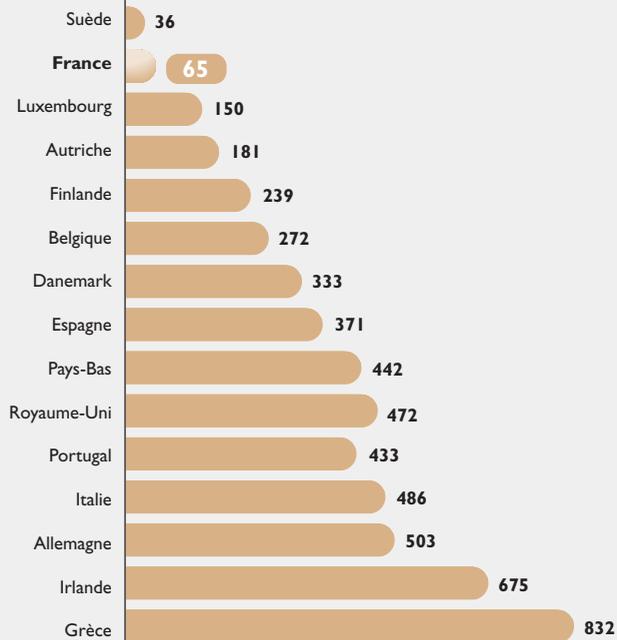
Malgré la perte de production engendrée par la canicule et la sécheresse, les 58 réacteurs nucléaires exploités en France ont dépassé leur objectif (418 TWh) et fourni 420,7 TWh (416,5 TWh en 2002). En croissance constante, leur disponibilité atteint 82,7 % (pour un objectif de 82 %) malgré des arrêts pour visites partielles plus nombreux : 23 en 2003, 16 en 2002. Ces progrès de disponibilité sont liés notamment à la réduction de la durée des arrêts pour le rechargement des réacteurs en combustible et leur maintenance, ainsi qu'à l'optimisation de leur programmation en fonction de la demande du marché. En décembre 2003, 57 tranches sur 58 étaient couplées au réseau.

En Allemagne, les cinq réacteurs exploités par EnBW ont produit 36,8 TWh avec une disponibilité de 92,1 %.

#### > Évolution de la disponibilité du parc nucléaire :

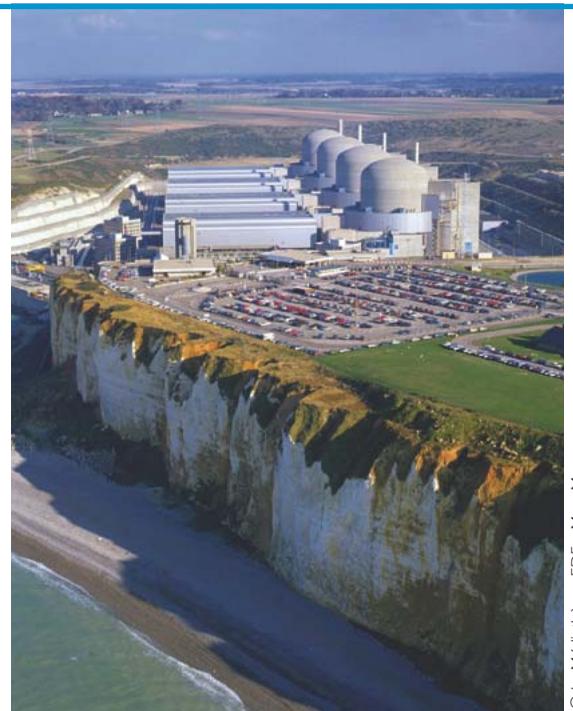
2000 : 80,8 %    2002 : 82 %  
2001 : 81,1 %    **2003 : 82,7 %**

#### > ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> EN G PAR kWh POUR LE SECTEUR DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE LA CHALEUR DANS LES PAYS DE L'UNION EUROPÉENNE EN 2001



Source : AIE – Agence internationale de l'énergie - 2003

1\_ La centrale nucléaire de Paluel.



## Sûreté : une priorité permanente

EDF entend inscrire la sûreté de fonctionnement du parc dans une dynamique d'amélioration permanente. Indicateur de la qualité d'exploitation, le nombre d'arrêts automatiques de réacteur baisse (1,19 pour 7 000 heures de criticité en 2002, 1,13 en 2003). Comme en 2002, un seul incident a été classé niveau 2 sur l'échelle INES (une anomalie générique concernant des filtres de puisards) et le plan de maîtrise du risque incendie a donné des résultats encourageants. Le taux de réussite des "îlotages", c'est-à-dire la capacité pour une centrale qui n'est plus couplée au réseau à continuer de fonctionner de façon autonome, est excellent en 2003 : 90 % pour un engagement de 60 %. Le succès des îlotages conditionne la rapidité de reconstitution du réseau électrique après une panne généralisée.

Le déploiement des simulateurs de conduite de nouvelle génération est lancé avec l'équipement des centrales de Belleville, Blayais et Cruas. Il touchera son terme fin 2004.

L'amélioration de la sûreté passe aussi par la comparaison avec les meilleures pratiques. À la demande d'EDF, WANO, qui regroupe 144 exploitants nucléaires, a réalisé une Corporate Peer Review : sept centrales, six unités d'ingénierie et les fonctions d'état-major ont été auditées par 14 experts venus de dix pays. Leurs observations se sont focalisées sur l'exercice de la responsabilité de la sûreté et sur la qualité des interfaces et de l'appui des unités nationales aux centrales. De leur côté, les centrales de Nogent-sur-Seine et Civaux ont fait l'objet d'un Osart (Operational safety assessment review team), évaluation menée par l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique. À Nogent par exemple, les experts ont souligné les bonnes pratiques et le professionnalisme des équipes et mis en lumière des voies d'amélioration : propreté industrielle et gestion des déchets notamment. Une délégation reviendra sur le site en 2004 pour vérifier la prise en compte de ces recommandations.

### R&D SIMULATION + "RÉALITÉ VIRTUELLE" = GAIN DE TEMPS

À Cattenom, lors d'un arrêt de tranche, le transfert d'un container dans le bâtiment réacteur imposait de passer au-dessus de la cuve, soit huit heures d'arrêt supplémentaires. Grâce aux outils de simulation en "réalité virtuelle" développés par la R&D pour préparer les interventions et entraîner les équipes, une solution alternative, évitant ce passage au-dessus de la cuve, a pu être mise au point. Autre innovation : son élaboration à distance par les équipes du site et celles de R&D via une connexion simultanée.

### > COOPÉRATION RENFORCÉE AVEC LES ACTEURS DE LA FILIÈRE NUCLÉAIRE

Dans une recherche de compétitivité, EDF a diversifié ses fournisseurs de combustible nucléaire, avec les premières livraisons d'assemblages Westinghouse sur les centrales de Belleville et Gravelines. En parallèle, le déploiement en 2003 sur les centrales 1 300 MW de l'assemblage combustibles renforcé, proposé par Framatome ANP fin 2001, a constitué un défi technique relevé avec succès. La gestion de l'aval du cycle et des déchets a par ailleurs donné lieu à un partage approfondi avec le CEA et le groupe AREVA et fait l'objet de débats fructueux avec plusieurs instances nationales, dont la Commission nationale chargée par la loi de 1991 d'évaluer les recherches sur la gestion à long terme des déchets de haute activité à vie longue.

1\_ Les experts de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA), lors de leur visite d'évaluation à la centrale de Nogent-sur-Seine.



## Radioprotection et sécurité en progrès constant

**L'implication croissante des sites a porté ses fruits et la radioprotection continue de progresser.** Malgré les nombreuses visites partielles de l'année, la dose d'exposition collective aux rayonnements s'améliore à nouveau : 0,89 hSv/ réacteur<sup>(1)</sup> (0,97 en 2002 et 1,02 en 2001) et les doses individuelles sont en baisse dans tous les métiers. Toutefois, une personne a été exposée à une dose de 23 mSv (milliSieverts) alors que depuis deux ans aucun intervenant n'avait dépassé 20 mSv, seuil que se fixe EDF depuis 1996 et qui deviendra la norme légale à partir de 2005, la limite actuelle étant de 35 mSv sur l'année. Le nombre d'intervenants exposés à une dose comprise entre 16 et 20 mSv est stable : 60 en 2002, 65 cette année. Dans les centrales d'EnBW, la dosimétrie opérationnelle collective s'établit en moyenne à 0,49 hSv/tranche. Autre domaine en progrès : la sécurité, avec un taux de fréquence (EDF et prestataires) passé de 8,5 accidents avec arrêt de travail pour 100 000 heures travaillées en 2002 à 7,7 en 2003 dans les centrales françaises.

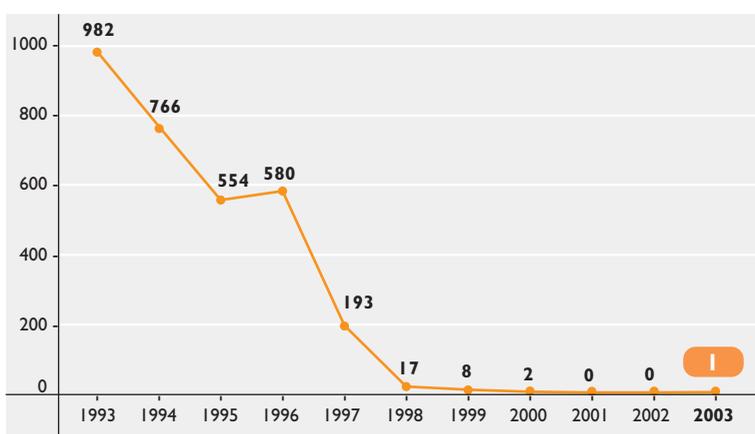
**Les progrès passent aussi par le renforcement du partenariat avec les prestataires extérieurs.** La "Charte de progrès et de développement durable" a pris le relais de celle de 1997 et créé notamment des Commissions interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail. Formées de représentants des salariés et des employeurs d'EDF et des entreprises prestataires, ces commissions améliorent la prévention des risques des intervenants extérieurs. Parmi les mesures, on note l'amélioration des vestiaires, la mise à disposition de cartographies dosimétriques et de bruit et la formation des prestataires à l'utilisation des outillages des centrales. La charte prévoit aussi le versement par EDF d'une majoration spécifique pour les travaux sur le matériel "Important pour la sûreté".

### R&D QUAND LE NUCLÉAIRE S'INSPIRE DU THERMIQUE À FLAMME

Développé par EDF R&D pour les centrales thermiques à flamme, MIRAC, système de mesure en continu de l'isolation du rotor d'un alternateur, a été adapté aux centrales nucléaires. Ainsi, malgré une forte baisse de la résistance d'isolement du rotor, l'alternateur de Dampierre 4 a pu être redémarré en sécurité et sans dommage. Une vingtaine de MIRAC seront installés sur les alternateurs du parc nucléaire.

(1) Homme Sievert/réacteur.

> NOMBRE D'INTERVENANTS (EDF ET PRESTATAIRES)  
DONT LA DOSE ANNUELLE EST SUPÉRIEURE À 20 µSv/an



## Réduire l'impact environnemental

**En amélioration à 0,47 GBq par réacteur en moyenne, les rejets radioactifs liquides** des centrales, hors tritium et carbone 14, sont faibles et restent inférieurs aux nouvelles limites réglementaires (12,5 GBq/tranche). La propreté radiologique s'est accrue dans tous les secteurs : trois fois moins de contaminations dans les transports de combustibles usés et d'outillage (quatre écarts pour 11 en 2002) et deux fois moins pour les voiries (205 pour 364 en 2002). Déjà faibles, les contaminations vestimentaires continuent de diminuer (375 pour 539 en 2002).

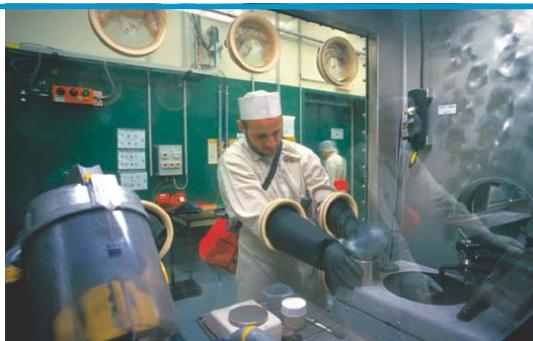
**EDF a livré ses premiers déchets de très faible activité (TFA) au centre de stockage** ouvert durant l'été par l'Agence nationale pour la gestion de déchets radioactifs (ANDRA) à Morvilliers. Unique au monde, ce centre accueillera les déchets TFA issus pour l'essentiel de la déconstruction des huit centrales nucléaires de première génération et de la centrale de Creys-Malville. Quant à l'usine Centraco de Socodei, filiale d'EDF, elle a traité dans ses unités d'incinération et de fusion 5 150 tonnes de déchets faiblement radioactifs, contribuant à diviser leur volume par 10.

Comme Socodei et conformément aux objectifs, 21 unités nucléaires en France étaient certifiées ISO 14001 en fin d'année. Les trois dernières et la centrale allemande de Philippsburg ont programmé leur certification pour 2004.

> Dans le cadre de la loi Bataille (30/12/1991), la branche Énergies travaille en partenariat avec l'ANDRA et le CEA sur des solutions de gestion à long terme des déchets nucléaires à vie longue. Les trois solutions envisagées sont le stockage en profondeur, la séparation et transmutation, l'entreposage de longue durée en surface.

### R&D UN OUTIL POUR UNE MESURE PLUS QUALITATIVE DE LA DOSIMÉTRIE

Depuis juin 2003, la centrale de Dampierre dispose d'un spectromètre gamma portable pour identifier rapidement et facilement les radioéléments présents dans les contaminations et mieux maîtriser la dosimétrie des intervenants lors des travaux de maintenance. Elle l'utilisera dès son prochain arrêt de tranche pour optimiser les protections biologiques, décontaminer les circuits et prévoir les doses d'exposition. La centrale de Chinon en sera équipée en 2004 et, après retour d'expérience, une vingtaine d'appareils industriels seront déployés dans les centrales.



1, 2\_Grâce aux bons gestes de radioprotection, les doses individuelles d'exposition aux rayonnements sont en baisse dans tous les métiers.

3\_Contrôle de déchets de très faible activité (TFA) avant leur départ d'un site de production.

4, 5\_À l'usine Centraco, les déchets faiblement radioactifs sont contrôlés, triés, découpés ; les déchets métalliques sont fondus pour être coulés en lingots.

## Valoriser l'expertise

**Mise en sécurité** du sarcophage de Tchernobyl en Ukraine, déconstruction des centrales d'Europe orientale les plus anciennes : le Groupe participe aux projets européens et internationaux pour améliorer la sûreté nucléaire de ces régions. EDF a remporté, avec des partenaires, le contrat d'assistance pour l'arrêt définitif des deux réacteurs slovaques de Bohunice et des deux réacteurs bulgares de Kozloduy. Un accord a été conclu avec l'exploitant russe RosEnergAtom pour améliorer les performances de la centrale de Kalinine et mieux prévenir le risque incendie.

**En Asie, le Groupe accompagne le développement du nucléaire chinois.** Jumelage des centrales de Qin Shan et de Cruas, poursuite du conseil à l'exploitation et à la maintenance auprès de l'exploitant CGNPC<sup>(1)</sup>, appui au développement des relations entre les PME nucléaires françaises et la Chine : cette action de partenariat industriel revêt de multiples formes.

## La préparation de l'avenir

**EDF entend développer le patrimoine du Groupe et le valoriser au mieux**, en conciliant rentabilité à court terme et enjeux de long terme. Signataire du protocole de Kyoto, la France s'est engagée à stabiliser en 2010 ses émissions de gaz à effet de serre à leur niveau de 1990 et la future Loi d'orientation sur les énergies fixera sa politique pour les trente prochaines années.

Sans préjuger de ces futurs choix énergétiques ni de la structuration de son mix de production, EDF entend garder ouverte l'option nucléaire, garante de lutte contre l'effet de serre, d'indépendance énergétique et de sécurité d'approvisionnement électrique à des coûts de production stables et bas. Afin de lisser dans le temps le renouvellement de son parc, EDF souhaite réaliser, avec des partenaires industriels, un EPR (*European Pressurized Reactor*), réacteur en évolution par rapport aux réacteurs actuels. Seul un prototype testé industriellement permettra de choisir en connaissance de cause la technologie qui assurera la transition entre les centrales arrivant en fin de vie à partir de 2018 et les réacteurs de quatrième génération envisagés à l'horizon 2040.

La préparation de l'avenir et le maintien des performances à leur meilleur niveau passent aussi par le renouvellement des compétences avec une anticipation suffisante, notamment pour les métiers de haute technicité où les formations sont très longues. Un projet important a été lancé pour optimiser la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences et 25 métiers "cœur" ont été identifiés dans le nucléaire.

(1) CGNPC: China Guangdong Nuclear Power Company.

## > 3<sup>E</sup> VISITES DÉCENNALES : LE DROIT D'ALLER PLUS LOIN

**EDF a engagé le réexamen de sûreté des 34 réacteurs nucléaires de 900 MW, prologue à leurs troisièmes visites décennales (VD). Effectué tous les dix ans, ce bilan de santé complet permet de contrôler en profondeur les installations et d'améliorer leur niveau de sûreté en intégrant les progrès issus de l'exploitation des centrales françaises et étrangères et de la mise au point des nouveaux réacteurs. Ces troisièmes VD conditionnent l'autorisation de fonctionnement donnée pour dix nouvelles années par l'Autorité de sûreté nucléaire.**

1\_EDF intervient dans l'exploitation de cinq des six centrales nucléaires chinoises, comme celle de Ling Ao.



## » PUISSANCE ET RÉACTIVITÉ DU THERMIQUE À FLAMME

Capables de démarrer en quelques heures, les centrales à charbon, fuel ou gaz jouent un rôle essentiel d'ajustement rapide de la production. Elles contribuent à l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité en France et constituent un appoint majeur au mix énergétique d'EDF.

### Un appoint décisif

Très sollicité au cours de l'année, notamment pour compenser le déficit de production hydraulique dû à la sécheresse, le parc thermique à flamme français (36 tranches en service dont 17 à charbon, 8 au fioul, 4 au gaz et 7 turbines à combustion) a aussi été affecté par la canicule. La température trop élevée des fleuves a contraint à interrompre ou limiter la production de certaines unités. Pour autant, et comme l'an passé, sa production s'est maintenue à un très haut niveau (24,7 TWh – maison mère) avec un taux de réactivité à l'appel très satisfaisant (97,2 % pour les centrales fuel, 96,7 % pour les centrales à charbon).

### L'enjeu de la performance économique et environnementale

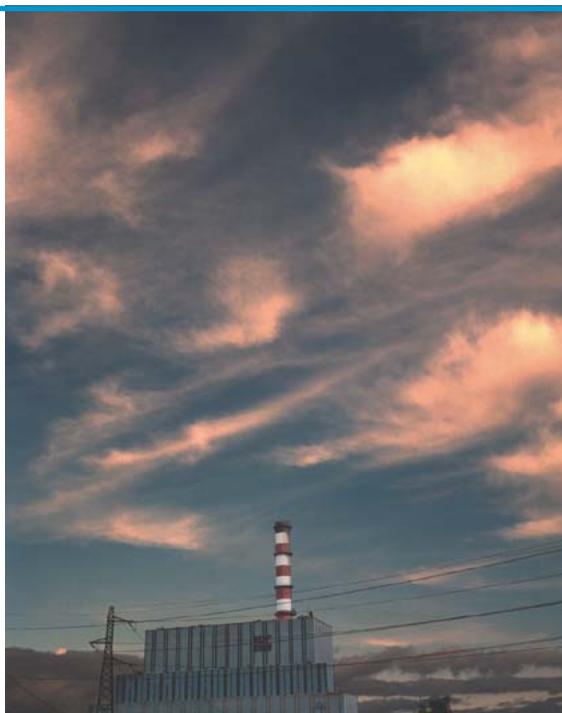
**En France**, l'ouverture du marché de l'électricité nécessite de renforcer la performance du parc. Il faut aussi l'adapter aux normes environnementales dont les contraintes ont fortement évolué depuis la construction des centrales, dans les années 1960 pour les plus anciennes. EDF a décidé en 2003 de consacrer 250 millions d'euros entre 2004 et 2009 à la modernisation des centrales du Havre (Seine-Maritime), de Cordemais (Loire-Atlantique), Blenod (Meurthe-et-Moselle) et La Maxe (Moselle) pour prolonger leur durée de vie jusqu'à 2015 et les mettre en conformité avec les futures obligations environnementales. En 2003, la décision a été prise d'investir 100 millions d'euros pour l'installation d'une dénitrification catalytique à la centrale du Havre.



© La Médiathèque EDF – Philippe Dureuil



© Janek Skarzynski / AFP



© La Médiathèque EDF – Guillaume Herbaut

1\_Sur le chantier de construction de la centrale à cycle combiné au gaz de Phu My, au Vietnam.

2\_Inspection d'une turbine à la centrale de Wrocław en Pologne.

3\_La centrale thermique de La Maxe, en France.

L'adaptation du parc thermique à flamme se traduit aussi par l'arrêt progressif, d'ici 2005, des centrales en fin de vie : Champagne-sur-Oise, Vaires, Montereau, Loire-sur-Rhône, Ambès et Dunkerque. Leurs effectifs sont en cours de redéploiement. En 2003, la déconstruction des centrales de Pont-sur-Sambre et Genevilliers a été engagée.

**Les centrales exploitées par le Groupe hors de France** participent pleinement à sa dynamique de progrès. Au Mexique, les actions pour accroître la disponibilité des centrales à cycle combiné gaz de Saltillo et Rio Bravo 2 et pour réduire leurs charges d'exploitation ont porté leurs premiers fruits. Elles constituent une source de retour d'expérience pour le projet de Rio Bravo 3, de Phu My 2.2 au Vietnam, de Norte Fluminense au Brésil. En Égypte, les centrales à gaz de Golfe de Suez et Port-Saïd mises en service en 2003 ont fonctionné en base sur le réseau avec une disponibilité de 98 % et des émissions inférieures de 20 % aux seuils autorisés. En Chine, la centrale à charbon de Laibin B a augmenté de 13 % sa production d'électricité et, après arrêt pour maintenance, sa deuxième unité a été remise sur le réseau avec huit jours d'avance sur le planning. Quant aux installations polonaises, centrale thermique de Rybnik, unités de cogénération d'ECK, ECW, Kogeneracja et EC Zielona Gora, elles ont mutualisé leurs achats pour réaliser des économies : jusqu'à 18 % pour les seules commandes de charbon.

## Environnement sur tous les fronts

Le Groupe se mobilise pour améliorer l'impact environnemental de ses installations. EDF Energy a engagé un programme de 290 millions d'euros pour réduire de 90 % les émissions d'oxyde de soufre de ses centrales à charbon de Cottam et West Burton. Quant à la centrale du Havre, elle divisera par 5 les rejets d'oxyde d'azote d'une de ses unités avec l'installation d'une dénitrification catalytique des fumées.

### **R&D** DES SOLUTIONS POUR VAINCRE LES MÉFAITS DU VENT

Le vent du désert contrarie la marche des aérocondenseurs des centrales de Rio Bravo et Saltillo jusqu'à provoquer, par temps de canicule, le déclenchement de la turbine. Les chercheurs d'EDF ont déterminé, grâce à leurs codes 3D, l'origine de cette dégradation et proposé des solutions : pose d'écrans coupe-vent à des endroits choisis et renforcement des ventilateurs. Une évaluation économique est en cours.

## > INGÉNIERIE INTÉGRÉE POUR DES PROJETS BIEN MAÎTRISÉS

**Ingénieurs, techniciens, exploitants, chercheurs : toutes les composantes du Groupe se mobilisent pour accroître les performances et le développement de l'outil de production. En Égypte, où les centrales de Golfe de Suez et de Port-Saïd sont entrées en service en février et juillet 2003, avec plus de deux et trois mois d'avance sur le planning contractuel.**

**En Chine, la mise en service des deux tranches de Liao Cheng, première mondiale de chaudières à anthracite de 600 MW, est aussi en avance sur le programme et, au Vietnam, la réalisation de la centrale à cycle combiné gaz/vapeur de Phu My 2.2 se poursuit conformément aux engagements pris. Planning tenu aussi au Mexique pour la centrale de Rio Bravo 3 où les essais ont commencé en septembre 2003. Alimentée par le Gazoducto del Río, premier gazoduc construit, financé et exploité par le Groupe, elle sera mise en service industriel en avril 2004. La construction de la centrale de Rio Bravo 4 a débuté en 2003 pour une mise en service industrielle en avril 2005.**

En Pologne, où toutes les unités du Groupe ont intégré la certification ISO 14001, l'accent est mis sur la valorisation des cendres : dans le remblayage de galeries minières désaffectées pour celles de Rybnik, dans la fabrication de ciments et de revêtement routier pour celles d'ECW et d'ECK, ces dernières étant recyclées en totalité. En Hongrie, BERT, leader de la fourniture de chaleur et d'électricité à Budapest avec cinq sites de production décentralisée, a fini d'assainir les sols et nappes phréatiques des centrales d'Angyalföld, de Kelenföld et de Kispest. BERT poursuit son programme pour diminuer de 30% ses émissions de NOx et SO<sub>2</sub> d'ici 2005. En Afrique, la centrale ivoirienne d'Azito a obtenu cette année la triple certification Qualité (ISO 9001/2000), Santé-Sécurité (OHSAS 18001) et Environnement (ISO 14001), tout comme celle Laibin B en Chine ainsi que la compagnie EDF Energy en Grande-Bretagne.

## La pile à combustible dans tous ses usages

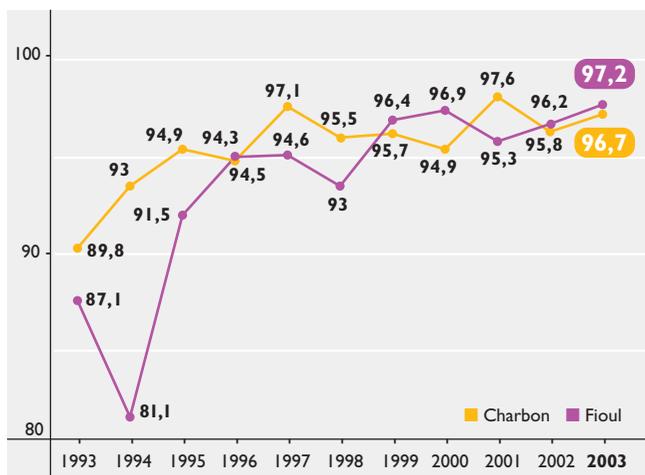
Le Groupe est aussi très engagé dans la promotion de technologies prometteuses comme la pile à combustible. Leader dans ce secteur, EnBW a poursuivi, avec des résultats supérieurs aux prévisions, les essais de la pile PEM mise en service fin 2002 à Mingolsheim (212 kW<sub>e</sub>, 237 kW<sub>th</sub>) et commencé à commercialiser des piles domestiques : 55 corps de chauffe seront installés avant fin 2004. En France, trois piles résidentielles alimentent des sites isolés non raccordés au réseau dans la vallée d'Aude et en Franche-Comté. Deux autres sont prévues en 2004 à Forbach et Strasbourg. En Sicile, à Catania, le pilote de démonstration réalisé par EDF Energia Italia et l'ElFER de Karlsruhe teste la faisabilité d'alimentation d'une pile avec l'hydrogène issu du process de fabrication d'un client.

### R&D PILES À COMBUSTIBLE : UN NOUVEAU MATÉRIAU BREVETÉ

Dans une pile à combustible à oxyde solide (SOFC), il est impossible d'utiliser directement du méthane ou du gaz naturel sans détériorer l'anode de la pile. Il faut au préalable déshydrater et désulfurer ces gaz, ce qui accroît les coûts d'exploitation. Avec le CNRS<sup>(1)</sup>, EDF a développé un nouveau matériau d'anode qui la rend pratiquement insensible à ces modes de dégradation. Les premiers contacts ont été pris avec des industriels intéressés.

(1) CNRS: Centre national de recherche scientifique.

> TAUX DE RÉACTIVITÉ DES TRANCHES THERMIQUES À FLAMME (hors TAC et AGP) EN FRANCE



© Issouf Sanogo / AFP Photo

1\_La centrale d'Azito, près d'Abidjan en Côte d'Ivoire, est alimentée au gaz naturel. C'est la plus grande centrale thermique installée en Afrique de l'Ouest.

## UN ENGAGEMENT AMPLIFIÉ DANS LES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Le groupe EDF est l'un des opérateurs énergétiques les plus engagés dans le développement de toutes les formes d'énergies renouvelables. À commencer par la première d'entre elles et la plus compétitive : l'hydraulique. En 2003, le Groupe a franchi de nouvelles étapes, notamment dans l'éolien.

### Hydraulique : une gestion fine et partagée

L'absence de précipitations dès le printemps a entraîné des difficultés, aggravées encore par la canicule estivale. En concertation avec les autres usagers de l'eau (irrigants, touristes, pêcheurs...), EDF a géré les ressources hydrauliques de manière anticipative et très pointue pour parvenir à maintenir la production de son parc hydroélectrique français (45,5 TWh – maison mère) à un niveau comparable à celui de 2002 (45,2 TWh). Durant la canicule, les barrages ont joué un rôle moteur pour assurer le soutien d'étiage et le refroidissement des fleuves. À l'inverse, ils ont permis de limiter partiellement l'effet des crues très violentes de décembre dans certaines régions. La sécurité est restée un axe majeur de progrès : en France, la campagne de communication sur la sécurité des personnes en aval des barrages a été repensée avec de nouveaux visuels pour rendre le message plus clair et percutant. La troisième Convention nationale de la sûreté hydraulique a débattu, en particulier avec les associations de pêcheurs et de canoë-kayak, de la question des accidents impliquant des tiers. La synergie joue entre hydrauliciens du Groupe dans ce domaine aussi : en Argentine, Hidisa et Hinisa ont lancé une série de diagnostics sécurité, et au Brésil, Light a poursuivi ses actions d'amélioration dans ses installations de Lajes dont les réservoirs revêtent une importance capitale pour la production d'électricité et la desserte en eau de Rio de Janeiro.

### Préparer l'avenir

Le Groupe investit dans l'hydraulique au Laos : le projet de Nam Theun 2 a été lancé par un consortium d'investisseurs mené par EDF, avec le soutien de la Banque mondiale. Sa puissance installée sera de 1 070 MWe dont 995 dédiés à la production d'énergie pour la

#### > QUELQUES CAPACITÉS HYDROÉLECTRIQUES DU GROUPE

##### > Données consolidées

- France : 20 597 MWe
- Allemagne : 1 478 MWe
- Suède : 300 MWe
- Brésil (Light) : 852 MWe

**6 concessions hydrauliques et 2 autorisations, représentant une capacité de 135 MW et une production moyenne de 500 GWh, ont été renouvelées en France en 2003.**

© Antonio Scarza / AFP



Thaïlande, ce qui fournira au Laos des revenus nécessaires à son développement économique et social, tout en étant attentif à la protection de l'environnement. EDF a réalisé les études de conception de Nam Theun 2, sélectionné les principaux constructeurs et assurera le suivi de sa construction et de son exploitation pendant vingt ans.

En France, le renouvellement des concessions hydrauliques s'est poursuivi.

### ● Ventes de services : la participation au développement

Les contrats d'ingénierie se développent en Chine : surveillance de la qualité de fabrication des équipements pour la centrale hydraulique de LongTan et le barrage de Tongbai, assistance auprès des stations de pompage-turbinage de Zhanghewan et Yixing. En Amérique latine, au Costa Rica, l'étude de préfaisabilité de l'aménagement hydroélectrique Balsa Inferior s'est achevée tandis que se poursuit au Mexique la mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour un projet d'équipement du barrage de San Rafael.

## La montée en puissance de l'éolien

L'énergie éolienne connaît un essor important dans le monde. En France, le Groupe ambitionne de produire 20 à 30 % de l'électricité d'origine éolienne en 2005. À travers sa filiale SIF Énergies, il participe à de nombreux projets : en France, à Saint-Simon-Clastres (Aisne), Oupia et Riols (Hérault), au Portugal à Serra de Cabreira et Montemuro. En Belgique, il a pris une participation dans la société Sea Power pour développer 60 éoliennes en mer du Nord.

L'année a été marquée par l'inauguration du parc communal de Bouin (Vendée) dont les huit éoliennes produiront plus de 45 millions de kWh. Aux États-Unis, deux projets portés par la société EnXco, acquise en 2002, ont abouti à Chanarambie (85,5 MW) et Viking (12 MW) dans le Minnesota. Au Maroc, le parc de Tétouan (50 MW), le plus grand champ éolien d'Afrique, a produit 188 GWh.

EDF s'engage aussi dans la construction d'éoliennes sur ses sites industriels notamment sur celui de Cordemais, où plusieurs projets sont en cours pour environ 10 MW.

### R&D BARRAGE DE TUILIÈRES : UN GAIN DE DEUX MILLIONS D'EUROS SUR LA MAINTENANCE

EDF a développé pour la maintenance une démarche d'aide à la décision fondée sur l'analyse de risques. Appliquée en 2003 à la rénovation du système de vannes du barrage de Tuilières, elle a conduit à retenir une stratégie de maintenance offrant une économie de plus de deux millions d'euros par rapport à la solution initiale envisagée.



© La Médiathèque EDF - Julien Goldstein

#### > L'éolien en France

**228 MW** installés  
dont 74,9 en 2003

**0,5 TWh** produit  
en 2003

1\_Le barrage de Ribeirão das Lajes,  
à 70 km au sud de Rio de Janeiro, Brésil.

2\_La centrale hydroélectrique d'Eygoun Lescun,  
dans les Hautes-Pyrénées.

## Biomasse, le thermique vert

Après l'hydraulique, la biomasse est la seconde des énergies renouvelables dans le monde. Plusieurs sociétés du Groupe sont impliquées dans le développement de cette filière, en particulier TIRU qui incinère les déchets ménagers et a produit 409 GWhe en 2003, dont 50 % à partir de biomasse, ou encore SIIF Énergies qui développe à Lucena en Espagne une centrale de 27 MW. En Allemagne, les centrales de Leonberg et d'Ulm ont été mises en service : avec celle de Pforzheim prévue pour 2004, elles éviteront le rejet chaque année de 200 000 tonnes de CO<sub>2</sub>. En Pologne, ECK a construit deux chaudières : l'une brûlant de la paille à Zamosc, l'autre des saules poussant sur des sols impropres à l'agriculture alimentaire à Tarnobrzeg.

## Géothermie : nouveaux investissements

En Guadeloupe, la centrale de Bouillante I a produit près de 20 GWh et la construction de la seconde unité s'achève. La production attendue est de 70 GWh par an. Autre technologie : à Soultz, la construction du pilote pour extraire la chaleur de roches à grande profondeur et pour produire de l'électricité s'est poursuivie. Fin 2003, deux puits étaient réalisés et le forage d'un troisième est en cours.

## Solaire : un nouveau pas vers un photovoltaïque compétitif

Les chercheurs d'EDF et du CNRS/ENSCP<sup>(1)</sup> ont mis au point un procédé électrolytique pour fabriquer le CIS (cuivre, indium, sélénium) qui constitue les pellicules de semi-conducteurs utilisées dans les cellules photovoltaïques. Outre une baisse des coûts de fabrication des modules photovoltaïques, le procédé CISEL (cuivre, indium, sélénium, électrodéposés) offre l'avantage d'être bien adapté au traitement des grandes surfaces comme les façades en verre ou les verrières de toit, et de conférer de bonnes performances aux cellules photovoltaïques. Un laboratoire commun "cellules solaires en couches minces", créé en 2003 à Chatou, prolonge ce projet lancé en 2000 avec le soutien de l'ADEME et la participation de Saint-Gobain Recherche.

> Centrales bagasse-charbon

0,3 TWh produit en Guadeloupe  
et à La Réunion .

(1) ENSCP : École nationale supérieure de chimie de Paris.

## > L'ÉLECTRICITÉ SANS LE RÉSEAU

Les installations photovoltaïques sont une solution à la fois écologique et économique pour fournir l'électricité aux habitats éloignés du réseau. Dans les départements d'outre-mer, EDF a contribué avec l'ADEME à équiper 6 050 sites isolés en panneaux photovoltaïques qui évitent de recourir aux groupes électrogènes et de rejeter chaque année dans l'atmosphère 1 200 tonnes de CO<sub>2</sub>.



## » LE RÔLE CENTRAL DE LA GESTION DE RÉSEAU

Les réseaux constituent un élément essentiel de l'industrie électrique. Le groupe EDF développe dans leur gestion une expertise industrielle et technique d'autant plus indispensable que leur conduite se complexifie avec l'ouverture des marchés et qu'ils sont confrontés, plus que d'autres installations, à la multiplication des phénomènes climatiques violents.

### Distribution : l'accent sur la productivité et la qualité

Le groupe EDF est un opérateur important de la distribution d'électricité en Europe, en Argentine et au Brésil.

**Dans toutes les sociétés du Groupe, les efforts de productivité et de rentabilité** se sont poursuivis.

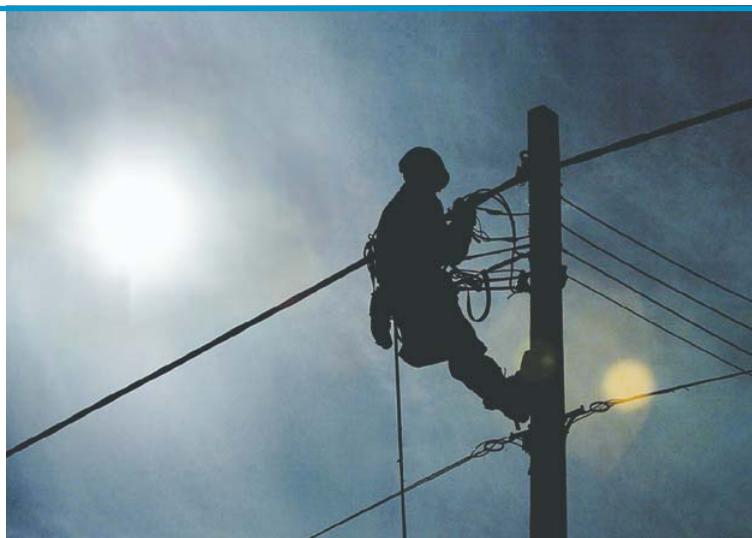
En France, l'activité de distribution optimise ses investissements et améliore la maîtrise de ses achats.

**La profonde restructuration** engagée pour séparer les forces commerciales des équipes de distribution a été l'occasion d'analyser ce qui constitue la proximité territoriale de l'entreprise. Cette réflexion a été présentée aux élus, au Conseil économique et social et aux pouvoirs publics.

**L'amélioration de la qualité est effective** notamment en France et au Royaume-Uni. En France, hors événement exceptionnel, le temps de coupure se situe à 65 minutes environ par client sur un an. En incluant la canicule de l'été et les tempêtes de l'automne, ce temps est d'environ 80 minutes par client sur un an. La mobilisation des équipes, la bonne réactivité des Forces d'Intervention Rapide (FIRE) mises en place après les tempêtes de 1999 et la disponibilité des matériels de secours ont permis de ramener rapidement l'alimentation électrique là où les intempéries l'avaient interrompue.



© Daniel Garcia / AFP



© Nicolas Astouri / AFP

1\_ Les panneaux photovoltaïques du village de Towé, au Bénin.

2\_ Le complexe hydroélectrique de Nihuil II, en Argentine.

3\_ EDF Energy a lancé un programme d'amélioration de sa réactivité aux tempêtes. Ainsi, en 2003, la durée d'interruption du service de basse tension a été de 69 minutes par client seulement.

**Au Royaume-Uni, EDF Energy a consacré 435 millions d'euros à la modernisation de son réseau** et engagé un programme d'amélioration de sa réactivité aux tempêtes, avec 500 personnes impliquées dans 56 projets et 12 millions d'euros pour élaborer un système d'urgence. Au total, la durée d'interruption du service basse tension d'EDF Energy a été de 69 minutes par client sur un an. Par ailleurs, sa filiale Private Network Management a remporté le contrat d'électrification de la ligne TGV Eurotunnel entre le Tunnel et Waterloo Station.

En Hongrie, Demasz a remporté le prix satisfaction de ses clients.

**En Slovaquie, SSE a analysé** les causes de défaillance, réorienté la maintenance et redéfini le plan d'investissement : automatisation, télécommande, mise à niveau des protections électriques.

## La distribution : un métier qui se structure dans le Groupe

La filière Distribution, nouvellement créée, a organisé les échanges entre experts et exploitants des réseaux de distribution du Groupe. Elle a favorisé leur accès aux innovations des équipes de R&D.

Elle a surtout joué un rôle clé dans la mise au point d'indicateurs pour comparer les performances économiques, techniques et la qualité de service des sociétés du Groupe: un atout pour les améliorations futures. Des équipes de travail ont ainsi été constituées pour échanger les meilleures pratiques face aux épisodes climatiques violents qui se multiplient.

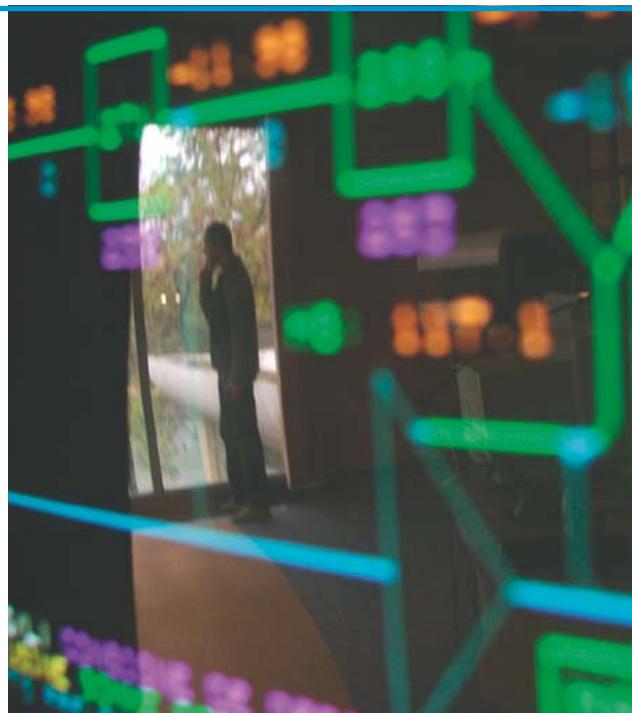
> **Enfouissement des lignes en France en 2003 :**

**91,3 %** des nouvelles lignes en moyenne tension

### R&D AMÉLIORER LA QUALITÉ DE SERVICE

Le premier poste intégrant un contrôle commande "tout numérique" a été mis en service avec succès en 2003, dans la région de Gap. Une seconde expérimentation est en cours.

## > LE RÉSEAU DE TRANSPORT DU GROUPE EDF



© Patrick Valassens / AFP

- France :	<b>1 200 000 km (EDF GDF SERVICES) basse et moyenne tension</b>
- Hongrie :	<b>30 500 km (Demasz)</b>
- Royaume-Uni :	<b>170 306 km (EDF Energy)</b>
- Slovaquie :	<b>31 500 km (SSE)</b>
- Argentine :	<b>37 730 km (Edenor) + 14 841 km (Edemsa)</b>
- Brésil :	<b>56 610 km (Light)</b>
- Afrique du Sud :	<b>2 033 km en moyenne tension (PN Energy)</b>
- Allemagne :	<b>146 055 km (EnBW) en moyenne et basse tension</b>

1\_Écran de contrôle au Poste Commun de Commande EDF, Le 28 octobre 2003 à Sainte-Tulle.

## Transport : les artères vitales

Le groupe EDF assure la gestion de réseaux de transport (haute et très haute tension) en Allemagne à travers EnBW, en Argentine, avec Distrocuyo, et surtout en France à travers RTE, dont la gestion et le management sont totalement indépendants afin de garantir une complète équité de traitement à tous les opérateurs. RTE élabore son propre rapport annuel et dispose d'un site Internet [www.rte.com](http://www.rte.com).

## Vente de services de consultance à l'international

Les équipes spécialisées d'EDF ont mené plusieurs missions portant sur la construction des postes d'évacuation et des lignes des centrales de Phu My au Vietnam, de Golfe de Suez et de Port-Saïd en Égypte, de Rio Bravo 3 au Mexique. Elles ont travaillé sur le projet d'interconnexion des Émirats arabes unis, de sa conception à l'analyse des offres, ont poursuivi les études d'ingénierie et la supervision pour la reconstruction de lignes et de postes 220 kV au Liban. Elles ont aussi supervisé les travaux du dispatching d'Abu Dhabi, préparé les appels d'offres pour le dispatching national d'Éthiopie et pour le dispatching régional du West Delta en Égypte.

### R&D LES LABOS DE R&D ÉVITENT DES INVESTISSEMENTS SUR LE RÉSEAU

Une nouvelle réglementation va contraindre RTE à réduire la pression de commande des disjoncteurs HTB<sup>(1)</sup>. Les labos de R&D ont réalisé des essais pour déterminer si ces disjoncteurs restent opérationnels avec des pressions réduites. Ces essais contribueront à éviter les dépenses de remise à niveau systématique de près de 3 000 disjoncteurs, soit 20 % du parc.

### R&D MINIMISER L'IMPACT DE LA CANICULE SUR LES RÉSEAUX ENTERRÉS

Les chercheurs d'EDF ont analysé et identifié les causes des défaillances survenues lors de la canicule sur les liaisons moyenne tension souterraines. Les mesures préventives ou curatives sont maintenant à l'étude.

(1) Disjoncteur HTB: disjoncteur qui protège le réseau de transport du RTE.

