Bourgogne
Conseil économique et social

AUTOSAISINE

# « Enjeux et perspectives pour les entreprises bourguignonnes dont les activités sont liées au nucléaire »

## AVIS

présenté par


Jean-Pierre FARAH et Michel MAILLET

Membres de la Commission n° 2

« *Développement économique, emploi, innovation* »

Chargé d'études CESR

Christophe LEFEVRE



SEANCE PLENIERE DU 26 JANVIER 2005

*Tout d'abord, quoiqu'on pense du nucléaire-qu'on y soit hostile ou favorable- c'est un fait : jamais l'Europe n'a produit autant d'énergie électronucléaire qu'en 2002. En Europe, environ 30 % de l'électricité est d'origine nucléaire… L'option nucléaire demeure essentielle pour la sécurité de notre approvisionnement énergétique et pour permettre de tenir nos engagements de lutte contre les changements climatiques.*

**Loyola de PALACIO**
Vice-présidente de la Commission européenne
en charge de l'énergie et des transports
3ème rencontres parlementaires sur l'énergie nucléaire
21 juin 2004

# SOMMAIRE

**REMERCIEMENTS** 6
**COMPOSITION DE LA COMMISSION N°2** 9
**SYNTHESE** 10
Une croissance de la production électronucléaire mondiale… 10
… qui représente une chance pour la Bourgogne… 10
… si elle sait relever les défis auxquels elle est confrontée 11
Les préconisations du Conseil économique et social de Bourgogne 11
**RAPPORT** 14
**INTRODUCTION** 15

1 L'ENERGIE DANS LE MONDE D'ICI 2050 : RESERVES ; EVOLUTION DE LA CONSOMMATION MONDIALE ; PROBLEMATIQUES ENVIRONNEMENTALES **17**

**1.1 LES SOURCES D'ENERGIE : DIVERSITE ET RESSOURCES** **17**
1.1.1 LES ENERGIES FOSSILES : UNE RAREFACTION DES RESSOURCES 17
Le pétrole : la matière première privilégiée des carburants et du chauffage domestique 17
Le gaz naturel : une demande sans cesse croissante 17
Le charbon : des réserves encore abondantes 18
Les combustibles fossiles : une source de tensions économique et politique, une place prépondérante au cœur de la problématique environnementale 18
1.1.2 LES COMBUSTIBLES NUCLEAIRES : UNE INDEPENDANCE ENERGETIQUE RENFORCEE, MAIS UN PROBLEME D'ACCEPTABILITE 18
L'uranium : une sécurité d'approvisionnement 18
Les freins au développement du nucléaire : un problème d'acceptabilité et une imprévisibilité réglementaire et politique 19
1.1.3 LES ENERGIES RENOUVELABLES : DES RESSOURCES INEPUISABLES ET RESPECTUEUSES DE L'ENVIRONNEMENT, MAIS ENCORE HANDICAPEES PAR DES COUTS D'INVESTISSEMENT ELEVES 20
L'énergie solaire : une puissance installée de 288 MW 20
L'hydroélectricité : la plus importante des énergies renouvelables 21
L'éolien : une montée en puissance 21
La biomasse : 3 grandes filières 21
La géothermie : une des ressources énergétiques les plus propres 22
Les énergies renouvelables : contraintes et limites 22
**1.2 L'EVOLUTION DE LA DEMANDE ENERGETIQUE MONDIALE : UNE AUGMENTATION REGULIERE, MAIS INEGALE D'UNE REGION DU MONDE A L'AUTRE** **22**
**1.3 ENERGIE ET EFFET DE SERRE : UNE CONTRIBUTION MAJEURE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE** **24**

2 L'ENERGIE NUCLEAIRE : PRESENTATION GENERALE **28**

**2.1 DONNEES DE BASE** **28**
2.1.1 LE PARC NUCLEAIRE MONDIAL : 439 REACTEURS CONNECTES AU RESEAU EN 2004 28
2.1.2 LE NUCLEAIRE : UNE INDUSTRIE CREATRICE D'EMPLOIS ET EXPORTATRICE 28
**2.2 LA SITUATION DU NUCLEAIRE DANS LE MONDE : UNE CROISSANCE DE LA PRODUCTION MONDIALE** **30**
2.2.1 LA FRANCE : LE NUCLEAIRE, UN DES PILIERS DE NOTRE POLITIQUE ENERGETIQUE 31
Le développement du nucléaire en France : un choix lié au contexte énergétique des années 1970 31

Le nucléaire : une industrie concernant plus de 100.000 personnes 31
Le nucléaire en France : une option ouverte à l'horizon 2020 33
2.2.2 L'ASIE : UN DYNAMISME CONFIRME 35
Le Japon : la poursuite du programme électronucléaire 35
La Chine : le Xème plan, un développement dynamique de l'électronucléaire 35
La Corée : 8 nouveaux réacteurs à l'horizon 2015 37
L'Inde : un ambitieux programme de construction 37
2.2.3 LES PAYS OCCIDENTAUX : DES SITUATIONS CONTRASTEES 37
L'Amérique du nord : une politique de relance volontariste 37
La Finlande : vers un 5ème réacteur 38
L'Italie, la Suède, l'Allemagne, la Belgique : une sortie hésitante du nucléaire 38
2.2.4 LA FEDERATION DE RUSSIE ET LES PAYS DE L'EST : UN PARC RELATIVEMENT JEUNE 39
2.2.5 L'AMERIQUE LATINE ET L'AFRIQUE 39

3 LES PRINCIPAUX ACTEURS BOURGUIGNONS DONT L'ACTIVITE EST LIEE AU NUCLEAIRE **40**

**3.1 FRAMATOME-ANP (SAINT-MARCEL) : LE PRINCIPAL DONNEUR D'ORDRE 40**
3.1.1 LE GROUPE AREVA : 70.000 EMPLOYES DANS LE MONDE 40
3.1.2 LE CŒUR DE METIER DE L'USINE DE SAINT-MARCEL : LES ELEMENTS DU CIRCUIT PRIMAIRE DES CENTRALES NUCLEAIRES 40
3.1.3 LES MARCHES DE FRAMATOME-ANP : LES COMPOSANTS DE REMPLACEMENT, LE MARCHE CHINOIS ET L'EPR 42
3.1.4 QUELQUES PROBLEMATIQUES : UN AVENIR ENCORE DIFFICILE A PREVOIR, DES SAVOIR-FAIRE HUMAINS MENACES DE DISPARAITRE 43
**3.2 VALINOX-NUCLEAIRE (MONTBARD) : UN LOURD PASSE 43**
3.2.1 LES MARCHES : LES TUBES POUR ENVIRONNEMENT NUCLEAIRE 43
3.2.2 QUELQUES PROBLEMATIQUES : UNE SITUATION FINANCIERE DIFFICILE, DES RETARDS DE MAINTENANCE PENALISANTS 44
**3.3 SFARSTEEL (LE CREUSOT-MONTCHANIN) : UN GROUPE INTEGRE 45**
3.3.1 SFARSTEEL : UN SAVOIR-FAIRE HISTORIQUE LIE AU DEVELOPPEMENT DU PROGRAMME NUCLEAIRE FRANÇAIS 45
3.3.2 LES METIERS DE SFARSTEEL : LA CONSTRUCTION DE GROSSES PIECES MECANIQUES 46
3.3.3 QUELQUES PROBLEMATIQUES : UNE LOCALISATION GEOGRAPHIQUE HANDICAPANTE, DES MOYENS DE PRODUCTION VIEILLISSANTS 46
**3.4 LA SOCIETE DE CHAUDRONNERIE GENERALE INOXYDABLE (LE BREUIL) : L'EXEMPLE D'UN SOUS-TRAITANT 47**
3.4.1 LA SCGI : PRESENTATION GENERALE 47
3.4.2 QUELQUES PROBLEMATIQUES : INVESTISSEMENTS ET QUOTAS 47
**3.5 LE COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE (VALDUC) : UN ACTEUR MAJEUR EN MATIERE DE RECHERCHE ET D'INNOVATION 48**
3.5.1 LE CEA : PRESENTATION GENERALE 48
3.5.2 LE CENTRE CEA DE VALDUC : MISSIONS ET IMPLICATIONS REGIONALES 49
Les missions du centre CEA de Valduc : un maillon essentiel de la défense nationale 49
Le centre CEA de Valduc : poids économique régional 50
**3.6 LE CENTRE D'EXPERIMENTATION ET DE VALIDATION DES TECHNIQUES D'INTERVENTION SUR CHAUDIERES NUCLEAIRES A EAU PRESSURISEE (CHALON-SUR-SAONE) : UN EXEMPLE DES ACTIVITES DE MAINTENANCE 52**
3.6.1 LES MISSIONS DU CETIC : L'AMELIORATION DE LA SURETE NUCLEAIRE 52
3.6.2 EVOLUTION DE L'ACTIVITE DU CETIC : PRIMAUTE DE LA FORMATION 52

4 LES PROBLEMATIQUES **59**

**4.1 LE NUCLEAIRE : UNE INDUSTRIE DONT L'IMAGE EST ENCORE MAL PERÇUE 59**
**4.2 L'INDUSTRIE BOURGUIGNONNE LIEE AU NUCLEAIRE : UNE « SILICON VALLEY » A L'IMAGE PROFONDEMENT DECALEE, UN MANQUE PREJUDICIABLE DE SYNERGIE ENTRE LES ACTEURS 60**
**4.3 L'OUTIL DE PRODUCTION : UNE RELATIVE OBSOLESCENCE TECHNIQUE QUI PENALISE LA COMPETITIVITE DES ENTREPRISES ET POSE LE PROBLEME DE LA SECURITE 60**
**4.4 LES RESSOURCES HUMAINES : UNE PYRAMIDE DES AGES PREOCCUPANTE, DES FILIERES DE FORMATION DE MOINS EN MOINS ATTRACTIVES POUR LES JEUNES 61**

5 PRECONISATIONS DU CONSEIL ECONOMIQUE ET SOCIAL DE BOURGOGNE **65**

6 UN VŒU EN GUISE DE CONCLUSION **69**

**ANNEXES** 84
**LISTE DES SIGLES ET UNITES DE MESURE** 89
Sigles et acronymes 89
Unités de mesure 90
**BIBLIOGRAPHIE** 91

# REMERCIEMENTS

PERSONNES AYANT ETE AUDITIONNEES PAR LA COMMISSION N° 2

**Pierre BACHER** – *Président*, Société française d'énergie nucléaire, groupe Bourgogne.

**Christine BAZIN** – *Chargée d'information*, Centre régional de ressources travail, emploi, formation en Bourgogne.

**Marc BENNER** – *Délégué régional*, délégation régionale EDF-Bourgogne.

**Francis BERNARD** – *Chef du service fabrication plutonium*, département fabrications et technologies nucléaires, CEA-Valduc.

**Jean-Paul BRUNEL** – *Chef d'établissement*, FRAMATOME-ANP.

**Jean-Marie CHAUDRONNIER** – *Secrétaire général*, SFARSTEEL.

**Roger CHEVALIER** – *Responsable du développement durable*, FRAMATOME-ANP.

**Gilles DIANE** – *Secrétaire du comité d'entreprise*, VALINOX-Nucléaire.

**Jacky DUBOIS** – *Membre du Collectif énergie*.

**Jean-Pierre DURSKY** – *Directeur*, FRAMTOME-ANP.

**Laurent DUVERNE** – *Directeur*, Société de chaudronnerie générale et inoxydable.

**René DUVERNE** – *Président directeur général*, Société de chaudronnerie générale et inoxydable.

**David EMOND** – *Chef de division*, bureau de contrôle des chaudières nucléaires, Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement.

**Claude FARYS** – *Chargé de missions valorisation centre*, CEA-Valduc.

**Jean-Pierre GABRIEL** – *Animateur*, Collectif énergie.

**Jean-Marc GAILLARD** – *Directeur des ressources humaines*, CNPE-Belleville-sur-Loire.

**Alain GAURAT** – *Attaché de communication*, CNPE-Belleville-sur-Loire.

**Jean-Luc GISCLON** – *Directeur*, IUT du Creusot.

**David GUILLON** – *Président directeur général*, SFARSTEEL.

**Patrick HARCOUET** – *Adjoint au chef du département fabrications et technologies nucléaires*, CEA-Valduc.

**Philippe KOENIG** – *Secrétaire*, Union départementale de Côte-d'Or de la CFTC.

**Gérard KOTTMANN** – *Directeur général adjoint*, VALINOX-Nucléaire.

**Isabelle LAUGERETTE** – *Secrétaire générale*, Union des industries et métiers de la métallurgie de Saône-et-Loire.

**Samuel LECERF** – *Directeur*, VALINOX-Nucléaire.

**Daniel LE SAINT** – *Directeur*, CNPE-Belleville-sur-Loire.

**Bernard MAILLOT** – *Chef du département support technique et administratif*, CEA-Valduc.

**Tony MONTESIN** – *Directeur*, IUT de Chalon-sur-Saône.

**Philippe NAUDY** – *Chef du laboratoire soudage au service productique*, assemblage et conditionnement, CEA-Valduc.

**Gilbert PESCAYRE** – *Chargé de communication*, Société française d'énergie nucléaire, groupe Bourgogne.

**Jean-Claude PONS** – *Chargé de missions au département support technique et administratif*, CEA-Valduc.

**Jean REBIFFE** - Société française d'énergie nucléaire, groupe Bourgogne.

**Pierre RENARD** – *Directeur*, Centre d'expérimentation et de validation des techniques d'intervention sur chaudière nucléaire.

**Guy ROUSSELET** – *Responsable des ressources humaines*, VALINOX-Nucléaire.

**Jean-François SORNEIN** – *Directeur*, CEA-Valduc.

**Catherine TREIMANY** – *Assistante scientifique*, CEA-Valduc.

**Audrey VERSTRAETE** – *Technicienne-statisticienne*, Centre régional de ressources travail, emploi, formation en Bourgogne.

PERSONNES AYANT REPONDU A L'ENQUETE DE LA COMMISSION N° 2

**Serge BARBIER** – *Gérant*, MGM.

**Yves BERGERON** – *Gérant*, BEMECA.

**Sylvie BOREY** – *Gérante*, Modelage Borey.

**Rose DESBROSSES** – *Présidente*, SOBORE-Industries.

**Denis GARET** – *Président directeur général*, Assistances contrôles technologies.

**Ludovic GASNE** – *Président*, Ateliers de mécanique Gasne.

**Gérard LAGOUTTE** – *Président directeur général*, Pinette Emidecau-Industries.

**Bernard LUTHRINGER** – *Gérant*, NTC-Nucléaire service international.

**Natacha PIOT** – *Gérante*, CITA.

**Michel REJENET** – *Président*, MECA-Services.

**Victor SOARES** – *Gérant*, ABC.

Les membres de la commission n° 2 du Conseil économique et social de Bourgogne remercient par ailleurs mesdemoiselles Virginie BRAGANÇA et Emilie DEGEURCE, stagiaires au CESR.

# COMPOSITION DE LA COMMISSION N°2

(au 10 janvier 2005)

**Président**

**Hubert CAMUS**, représentant du Bureau interprofessionnel des vins de Bourgogne.

**Vice-président**

**Jean-Pierre FARAH**, représentant de l'union régionale CFTC.

**Secrétaire**

**Lucette LAURENT**, représentante du Comité régional du tourisme.

**Membres**

**Daniel BIGEARD**, représentant de la Fédération bancaire française, comité de Bourgogne.
**Claudine CONTASSOT**, représentante du comité régional CGT.
**JEAN-CLAUDE DESLOT**, personnalité qualifiée, 1er vice-président du Conseil économique et social de Bourgogne.
**Robert FARON**, représentant de la Chambre régionale de commerce et d'industrie de Bourgogne.
**CECILE FELZINES**, représentante de la Chambre régionale de commerce et d'industrie de Bourgogne.
**William FORESTIER**, représentant de la Chambre régionale de métiers.
**Jean-Claude FORTIER**, représentant de l'Université de Bourgogne.
**Michel LAFARGE**, représentant de la Fédération régionale du bâtiment.
**Jean-Claude LAJUGIE**, représentant de la Chambre régionale de commerce et d'industrie de Bourgogne.
**Michel MAILLET**, représentant du comité régional CGT.
**Gilbert MARPEAUX**, représentant de l'union régionale des syndicats FO.
**Jean-François MICHON**, représentant de l'union régionale CFE-CGC.
**Raphaël MAX**, représentant de la CGPME.
**Elisabeth PETITBON**, représentante de l'union régionale des syndicats CFDT.

# SYNTHESE

## *Une croissance de la production électronucléaire mondiale…*

**L'électronucléaire a connu dans les années 1970 une croissance soutenue** du fait d'une forte perspective de croissance des besoins d'électricité et de sa compétitivité, mais également en raison de l'adoption d'une politique d'indépendance énergétique par certains pays dépourvus de ressources en combustibles fossiles sur leur territoire. En l'espace d'une trentaine d'années, cette source d'énergie a permis d'assurer le tiers des besoins en électricité de l'Union européenne (UE).

Il est vraisemblable que certains **des pays industrialisés** disposant d'ores et déjà d'importantes capacités de production électrique et connaissant un niveau de croissance économique modéré ne développeront pas de façon substantielle leur parc nucléaire. Néanmoins**, un certain nombre d'entre eux conserve une politique dynamique en faveur de cette option.** Ainsi, le projet de loi sur l'énergie examiné en première lecture à l'Assemblée nationale le 1er juin 2004 montre-t-il clairement la volonté de la France de pérenniser le choix du nucléaire. De la même façon, la Finlande a pris une position franche en faveur du nucléaire, en décidant la construction d'une 5ème tranche.

**Aux États-Unis**, le seul maintien de la part du nucléaire dans la production d'électricité (20 %), objectif minimal de son plan énergétique, représente la construction de plusieurs dizaines de réacteurs dans la décennie. De plus, si ce pays souhaite maintenir en 2025 son taux d'indépendance énergétique à son niveau actuel de 70 %, et éviter une trop grande dépendance vis-à-vis du gaz, sans pour autant faire appel au charbon national émetteur de $CO_2$, **il lui faudra doubler la capacité de son parc nucléaire actuel,** ce qui représenterait une capacité additionnelle de 95 GWe, soit 95 réacteurs de 1.000 MWe ou 63 de 1.500 MWe.

**Les pays asiatiques,** quant à eux, doivent faire face à une forte demande électrique liée à un développement économique rapide et au dynamisme de leur démographie : la progression de la demande finale d'électricité pourrait atteindre un rythme annuel moyen de 5 à 6 % d'ici à 2020 dans ces pays. Dans ces conditions, **le nucléaire devrait participer au parc électrique futur,** d'une part dans un but de diversification, d'autre part parce qu'il permet la mise en place de capacités importantes dans des lieux de forte demande électrique.

## *… qui représente une chance pour la Bourgogne…*

**Les différents programmes lancés à travers le monde constituent une chance pour le tissu industriel de notre région, car un grand nombre d'entreprises est étroitement lié à la filière nucléaire :** FRAMATOME-ANP à Chalon-sur-Saône ; VALLINOX-Nucléaire à Montbard ; SFARSTEEL au Creusot ; Aubert & Duval à Imphy, pour ne citer que les plus importantes. Aux acteurs spécifiquement industriels, il convient d'ajouter le centre CEA de Valduc, qui constitue un maillon essentiel de la mission de défense nationale, ainsi que le Centre d'expérimentation et de validation des techniques d'intervention sur chaudières nucléaires à eau pressurisée (CETIC), centre unique en France pour la formation et la qualification des opérateurs de centrale. **Au total, on estime que, en Bourgogne, 7.000 emplois dépendent plus ou moins directement de cette filière énergétique.**

## *… si elle sait relever les défis auxquels elle est confrontée*

Cependant, **l'industrie bourguignonne sort affaiblie d'une longue période de marasme.** En premier lieu, **plusieurs bassins industriels traînent une image singulièrement datée,** qui n'est plus en rapport avec les technologies de pointe qu'ils ont développées -ou qu'ils sont en train de développer. Cette image négative pénalisent fortement l'attractivité des entreprises implantées sur ces territoires, et, par voie de conséquence, pèsent défavorablement sur l'emploi en détournant les compétences vers d'autre bassins. **Cette « Silicon Valley » du nucléaire qu'est la Bourgogne, subit également fortement les conséquences de son manque de structuration.** En outre, **la crise qui a frappé l'industrie nucléaire française en général, et bourguignonne en particulier, n'a pas permis aux entreprises d'investir dans la modernisation de leur outil de production,** d'où leur difficulté aujourd'hui à s'adapter aux évolutions du marché. Conséquence, la fabrication de certains éléments se trouve aujourd'hui délocalisée à l'étranger. **L'activité soudaine des entreprises est évidemment la bienvenue, mais elle pose aussi des problèmes sur le plan des ressources humaines,** car elle génère un besoin très important de personnels qualifiés, or nombre d'entreprises ont des personnels qui ont été embauchés dans les années 1970. Ces entreprises arrivent donc en fin de cycle. Si rien n'est fait pour transmettre les savoir-faire, la pérennité des activités industrielles sera fortement compromise. La désaffection des jeunes pour les filières scientifiques et techniques explique en partie ces difficultés.

## *Les préconisations du Conseil économique et social de Bourgogne*

### STRUCTURER LA FILIERE

ORGANISER DES « ASSISES DES INDUSTRIES BOURGUIGNONNES LIEES AU NUCLEAIRE »

**Pour amener les acteurs à se rassembler, nous proposons que soient organisées des « Assises des industries bourguignonnes liées au nucléaire ». Coordonnées conjointement par le Conseil régional de Bourgogne et la Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (DRIRE) de Bourgogne,** elles devront rassembler l'ensemble des protagonistes concernés : industriels (donneurs d'ordres et sous-traitants), partenaires sociaux, chercheurs, organismes de formation…

Le nucléaire étant à un tournant important de son histoire -compte tenu des décisions prises en faveur de cette option énergétique par de nombreux pays- **il importe que ces « Assises » se tiennent dès cette année.**

L'animation de ces « Assises » devra être confiée à une personnalité qui sera à même de créer la discussion et de susciter les besoins de coopération et d'organisation de la filière.

Enfin, la synthèse des débats devra revenir à un pool politique qui aura, *in fine*, la maîtrise des décisions.

**Nous pensons fortement que ces « Assises » pourront déboucher sur la création d'un pôle de compétence** qui sera en mesure de résoudre les problématiques auxquelles doivent faire face les entreprises.

DÉVELOPPER DES DEMARCHES DE PARTENARIAT

Le rapport a mis en évidence le nombre important de PME sous-traitantes. **Afin de pérenniser leur activité et de faciliter leur développement, il importe qu'une démarche de partenariat soit développée par les donneurs d'ordres, et en particulier par FRAMATOME-ANP.**

## COMMUNIQUER SUR LA FILIERE

COMMUNIQUER SUR LE POLE DE COMPETENCE DU NUCLEAIRE

Synonyme d'excellence, le nucléaire n'est pas antinomique de l'image de la Bourgogne. Nous pensons que l'on peut avoir la même approche pour cette filière industrielle que pour l'aéronautique en région Midi-Pyrénées. **La Région doit par conséquent communiquer sur ce pôle de compétence.**

CREER UNE PUBLICATION

Dans le domaine de la communication, **il nous paraît intéressant que soit également créé un bulletin d'actualités sur la culture du nucléaire en Bourgogne.** Cette publication, dont le coordonnateur pourrait être le groupe Bourgogne de la SFEN, devra proposer des informations destinées au grand public sur l'activité des entreprises, sur la formation et l'emploi, sur la sécurité…

## ORGANISER ET ADAPTER LA FORMATION ET L'EMPLOI

RENFORCER AUPRES DES JEUNES L'ATTRACTIVITE
DES FILIERES SCIENTIFIQUES, TECHNIQUES ET TECHNOLOGIQUES

**En premier lieu, il faut enrayer le processus de désaffection des jeunes à l'égard des filières scientifiques, techniques et technologiques.** Plutôt que de fermer des sections, un effort doit être accompli par les acteurs de la formation pour expliquer aux jeunes que les formations industrielles qui leur sont à présent proposées sont qualifiantes. Nous ne sommes plus à l'époque Schneider, où les ouvriers étaient « formatés » pour un type de travail particulier. Aujourd'hui, même en cas de difficultés, leur acquis de compétences leur permettra de continuer à travailler.

**Les emplois du nucléaire font appel à des technologies de pointe. Ce sont des métiers de valeur, avec des rémunérations souvent plus élevées que dans d'autres secteurs industriels. Les entreprises se doivent aussi de communiquer sur ces aspects.**

DEVELOPPER LES PARTENARIATS ENTRE ENTREPRISES ET ORGANISMES DE FORMATION

**Les difficultés économiques n'ont pas altéré les relations entre l'IUT du Creusot et les entreprises :** des ingénieurs viennent délivrer des enseignements au sein de l'IUT, des professionnels participent aux jurys, des transferts de technologies s'opèrent entre ses laboratoires de recherche et les entreprises creusotines. **Ce type de partenariats doit être encouragé et développé.**

REACTIVER CERTAINES FORMATIONS

L'absence de débouché consécutive à la crise qui a frappé l'industrie nucléaire a entraîné l'abandon de certaines formations. Nous avons déjà cité l'exemple du département « Maintenance nucléaire » de l'IUT de Chalon-sur-Saône. **Le fort regain d'activité de cette filière industrielle -regain d'activité dont nous avons tout lieu de penser qu'il sera durable- doit inciter les organismes de formation à rouvrir ces sections.**

AIDER LES ENTREPRISES A GERER L'EMPLOI

Les problématiques de l'emploi rencontrées par les entreprises que nous avons auditionnées trouvent essentiellement leur origine dans l'incertitude qui a longtemps pesé sur l'avenir de l'industrie nucléaire. **Nous croyons par conséquent indispensable d'aider les entreprises à anticiper les mutations démographiques et à mettre en place une gestion prévisionnelle des emplois et des formations.** A l'image de ce qui est déjà entrepris sur la pyramide des âges en Saône-et-Loire, sur l'axe Creusot-Chalon-sur-Saône, **la Direction régionale du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle (DRTEFP) et les directions départementales (DDTEFP) nous semblent devoir être à l'origine de ce travail de prospective.**

## S'INTERROGER SUR LES BESOINS DE FINANCEMENT

INSCRIRE LES INDUSTRIES BOURGUIGNONNES LIEES AU NUCLEAIRE PARMI LES PRIORITES DU SCHEMA REGIONAL DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE

**Les recommandations qui précèdent doivent évidemment être accompagnées d'un volet financier.** A ce titre, il nous apparaît opportun que la Région inscrive rapidement les industries liées au nucléaire parmi les priorités de son futur schéma régional de développement économique. Des initiatives de soutien à l'investissement, à l'embauche et à la formation professionnelle doivent figurer dans ce schéma. Dans ce cadre, **des prêts à taux bonifiés pourraient être accordés aux entreprises souhaitant moderniser leurs outils de production.**

# RAPPORT

# INTRODUCTION

**Parler sereinement et objectivement du nucléaire n'est pas chose aisée. Il s'agit pourtant d'une question essentielle, car l'énergie se trouve au cœur des questions fondamentales de l'humanité.** On compte aujourd'hui 6 milliards d'habitants sur Terre. L'expansion démographique, extrêmement rapide au cours des 3 derniers siècles (la population mondiale est passée de 300 millions d'habitants à la valeur actuelle), s'est ralentie au cours des 10 dernières années. La baisse de la natalité observée en Europe s'est étendue aux pays méditerranéens et l'on peut penser que ce phénomène touchera prochainement d'autres continents. La prévision d'augmentation de la population a été revue à la baisse, de 8,1 à 7,4 milliards d'habitants à l'horizon 2020, et tendrait vers 8 milliards en 2050. Cette décélération est un paramètre très important, mais compensé en terme de demande d'énergie par une urbanisation de plus en plus forte.

D'autre part, d'après les grands organismes monétaires internationaux, la croissance de l'économie mondiale devrait être de l'ordre de 3 % par an jusqu'en 2020, avec des différences notables d'une région à l'autre : près de 7 % pour la Chine, suivie de près par l'Inde, un peu plus de 4 % pour les pays en développement d'Asie, 3 % pour les économies en transition et 2 % pour l' Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Dans les pays en développement, la croissance du produit national brut est directement proportionnelle à la quantité d'énergie consommée, alors que l'on observe un début de découplage entre la quantité de richesses produites et la consommation d'énergie dans les pays les plus développés, où l'on constate une croissance de l'efficacité énergétique, c'est-à-dire plus de richesses produites à quantité d'énergie donnée.

**Les scénarii établis par le Conseil mondial de l'énergie (CME) montrent que, compte tenu des paramètres évoqués ci-dessus, les besoins primaires en énergie pourraient d'ici 20 ans augmenter d'environ 50 %. L'énergie apparaît donc pour l'ensemble des peuples comme un facteur primordial de leur développement économique et social.**

Par ailleurs, les préoccupations environnementales constituent un élément de plus en plus déterminant dans les réflexions sur l'avenir énergétique. A tel point que **le futur énergétique de la planète est aujourd'hui autant analysé en terme environnemental qu'en terme strictement énergétique.**

**L'énergie nucléaire, qui fournit avec un seul gramme d'uranium autant d'énergie que 3 tonnes de charbon, qui contribue en outre très faiblement à la production de gaz à effet de serre, apparaît donc pour beaucoup comme une option énergétique incontournable, même si elle n'est pas la seule.** On peut multiplier les exemples. En appuyant la demande d'EDF de construire un réacteur tête de série EPR, le gouvernement français a ainsi démontré explicitement sa volonté de maintenir ouverte l'option nucléaire. De la même façon, la Finlande a pris position en faveur du nucléaire, en décidant la construction d'une 5ème tranche. Les pays asiatiques (Chine, Corée, Inde, Japon) ont lancé des programmes de construction ambitieux, tandis que l'Amérique du nord a mis en œuvre une politique de relance du nucléaire très volontariste. Même les pays ayant fait le choix de sortir du nucléaire tardent à appliquer leur décision. Ainsi, plus de 20 ans après le référendum de 1980 décidant l'arrêt du nucléaire, la Suède a fermé un seul réacteur, en novembre 1999. L'arrêt d'une seconde tranche, prévu initialement en 2001, a été repoussé. En Italie, où ont été arrêtés 4 réacteurs entre 1982 et 1990, l'opportunité d'un recours au nucléaire fait aujourd'hui de nouveau débat. On observe la même tendance en Belgique, où la loi sur l'arrêt progressif du nucléaire fait l'objet d'un nouvel

examen. Seule l'Allemagne semble pour l'heure fermement décidée à sortir progressivement du nucléaire.

**Notre propos n'est pas de nous prononcer en faveur ou non du nucléaire.** Nous nous félicitons d'ailleurs de la décision affichée par le gouvernement, dans son projet de loi sur l'énergie, de diversifier le futur bouquet énergétique de la France en se fixant l'objectif d'atteindre à l'horizon 2020 une production intérieure d'électricité d'origine renouvelable égale à 21 %. Néanmoins, comme nous le montrerons dans les 2 premières parties de cette étude, le nucléaire connaît une phase de développement soutenu. Que l'on soit favorable ou non à cette forme énergétique, c'est un fait objectif.

**Ce constat est capital pour notre région** car, s'il n'existe pas encore d'éléments statistiques, **on estime que 7.000 emplois travaillent en Bourgogne pour la filière énergie. Un grand nombre d'entreprises dépendent directement du nucléaire.** L'usine FRAMATOME-ANP de Saint-Marcel a ainsi fabriqué depuis sa création 427 éléments de grandes dimensions pour les centrales nucléaires : 283 générateurs de vapeur, 68 pressuriseurs et 76 cuves (sur un total de 439 réacteurs connectés au réseau mondial au 1er octobre 2004) ; le groupe SFARSTEEL bénéficie d'un savoir-faire historique lié au développement de tout le programme nucléaire français (58 réacteurs) ; VALINOX-Nucléaire, pour sa part, est l'un des 3 fabricants mondiaux de tubes pour environnement nucléaire…

**Les différents programmes lancés à travers le monde constituent une chance pour le tissu industriel de notre région.** Cependant, le contexte a beaucoup évolué depuis les années 1970-1980 (mutations techniques, concurrence accrue, internationalisation des marchés, entre autres). **Les entreprises bourguignonnes, affaiblies par une longue période de marasme, rencontrent des difficultés à s'adapter à ces nouvelles conditions. De plus, cette « Silicon Valley » du nucléaire qu'est la Bourgogne, si elle ne manque pas d'atouts, subit fortement les conséquences de son manque de structuration.**

# 1 L'ENERGIE DANS LE MONDE D'ICI 2050 : RESERVES ; EVOLUTION DE LA CONSOMMATION MONDIALE ; PROBLEMATIQUES ENVIRONNEMENTALES

## 1.1 LES SOURCES D'ENERGIE : DIVERSITE ET RESSOURCES

La satisfaction progressive des besoins en énergie de tous les habitants de la planète, en considérant les techniques de production actuellement disponibles et celles en cours de préparation ou faisant l'objet de recherches approfondies, en tenant compte aussi de leur impact sur l'environnement et le cadre de vie, et de toutes les considérations économiques afférentes, est l'un des objectifs majeurs que la communauté internationale se doit d'atteindre. Les ressources énergétiques de la planète constituent les bases du raisonnement sur lesquelles on peut élaborer une réponse à la demande. **Il est essentiel pour l'humanité d'apprécier la diversité de ses ressources naturelles, leur complémentarité et leur répartition géographique, mais aussi, pour chacune d'elle, d'en évaluer les quantités.**

### 1.1.1 Les énergies fossiles : une raréfaction des ressources

#### *Le pétrole : la matière première privilégiée des carburants et du chauffage domestique*

La forte densité énergétique du pétrole en fait la matière première privilégiée des carburants et du chauffage domestique. **Il représente 36,5 % de la consommation énergétique mondiale (36,2 % en France).** Les réserves prouvées, c'est-à-dire celles qui ont une forte probabilité d'être récupérées dans le futur à partir des gisements connus et dans des conditions technico-économiques existantes aujourd'hui, sont légèrement supérieures à 140 GTep. **Si l'on divise ce chiffre par la consommation actuelle, on obtient une durée de vie de l'ordre d'une cinquantaine d'années.** Il convient toutefois de noter que de nombreux exemples passés montrent que les réserves pétrolières prouvées ont généralement été sous-estimées.

#### *Le gaz naturel : une demande sans cesse croissante*

**Le recours au gaz naturel s'est fortement développé depuis les années 1970 : cette ressource représentait 15,5 % de la consommation mondiale en 1973, et 23 % en 2001.** Les réserves semblent plus abondantes que celles du pétrole, mais elles restent concentrées dans un petit nombre de pays dont certains sont déjà ou peuvent devenir des zones sensibles. Une question souvent débattue est de savoir si le gaz va être utilisé massivement pour produire de l'électricité, comme certains le pensent, ou s'il va surtout servir à des usages industriels ou pour le chauffage, que ce soit pour répondre à une demande nouvelle, ou que ce soit en substitution d'autres énergies. Ses réserves sont évaluées à un peu moins de 132 GTep, soit environ 65 ans.

### *Le charbon : des réserves encore abondantes*

En Allemagne, en Chine, aux Etats-Unis, en Russie, les combustibles fossiles solides (charbon, lignite, tourbe) représentent encore une source d'énergie importante et bon marché. **Sur la base de la consommation mondiale de 2002, on estime leurs réserves à 230-260 années.** Ils constituent la source d'énergie la plus abondante et la mieux répartie sur la planète.

### *Les combustibles fossiles : une source de tensions économique et politique, une place prépondérante au cœur de la problématique environnementale*

**Notre rythme de consommation actuel est incompatible avec le temps qu'il a fallu à la nature pour créer les réserves de combustibles fossiles.** S'il est difficile de prévoir à quelle date commenceront à décroître les productions de ces ressources, leur épuisement à plus ou moins long terme engendrera inévitablement des tensions économiques se traduisant par des hausses de prix, et des tensions politiques, liées à la localisation des réserves (celles qui sont situées dans des zones stables s'épuisant plus rapidement que celles localisées dans des zones instables). Ainsi, depuis le début de l'année 2004, la persistance des incertitudes géopolitiques, sur fond de reprise de l'activité économique, a-t-elle entraîné une forte hausse des prix du pétrole. Ce renchérissement pèse sur la croissance et le commerce de nombreux pays.

**Le charbon et le pétrole résultant de très anciennes forêts fossilisées et décomposées, brûler ceux-ci revient à libérer le carbone stocké dans le bois. Ils se trouvent en conséquence au cœur de la problématique environnementale en raison des gaz à effet de serre qu'ils émettent.** Le gaz naturel ne contenant ni soufre, ni azote, ni métaux lourds, présente des avantages en matière de pollution. Il a été estimé que le remplacement du charbon par le gaz permet une réduction de 40 % du $CO_2$ émis, et de 25 % lorsqu'il remplace le pétrole.

## 1.1.2 Les combustibles nucléaires : une indépendance énergétique renforcée, mais un problème d'acceptabilité

### *L'uranium : une sécurité d'approvisionnement*

**La principale motivation des états qui ont engagé des programmes électronucléaires est la recherche de l'indépendance énergétique.**

L'intérêt stratégique de ce combustible réside tout d'abord dans la diversification des sources d'énergie qu'il permet.

Il tient également à l'abondance de l'uranium dans le monde et à sa répartition géographique équilibrée, qui permet aux exploitants de centrales nucléaires de diversifier leurs sources d'approvisionnement et de réduire les risques de rupture. L'énergie nucléaire se présente sous une forme particulièrement concentrée : une tonne d'uranium utilisée dans une centrale nucléaire classique permet de produire autant d'énergie que 10.000 tonnes de pétrole.

Les réserves d'uranium disponibles à un coût inférieur à 80 dollars le kg se situaient en 1997 à 2,5 millions de tonnes, selon l'OCDE. Compte tenu de besoins annuels estimés à 60.000 tonnes aujourd'hui, et à 70.000 tonnes à partir de 2015, les réserves connues d'uranium devraient suffire à satisfaire la demande mondiale jusqu'en 2015, sans même tenir compte des quantités considérables de plutonium libérées pour un usage civil par le processus de désarmement.

**Le Commissariat général du Plan estime, quant à lui, que les réserves d'uranium spéculatives, récupérables à un coût inférieur à 130 dollars par kg, pourraient atteindre 7 à 11 millions de tonnes, soit plus de 250 années de consommation.**

Enfin, lorsque la filière des réacteurs surgénérateurs, qui sont théoriquement capables de produire plus d'énergie qu'ils n'en consomment, sera techniquement maîtrisée, elle pourrait permettre de multiplier par 50 la quantité d'énergie produite à partir de l'uranium. Le potentiel des réserves connues d'uranium atteindrait alors environ 2 fois plus que l'ensemble des réserves énergétiques fossiles.

| REGIONS | RESERVES PROUVEES | | RESSOURCES SUPPLEMENTAIRES | | TOTAL (en milliers de tonnes) |
|---|---|---|---|---|---|
| | 80$/kg | 80-130$/kg | 80$/kg | 80-130$/kg | |
| OCDE Amérique | 441 | 251 | 99 | 0 | **791** |
| OCDE Europe | 33 | 46 | 10 | 37 | **126** |
| OCDE Pacifique | 622 | 93 | 136 | 44 | **895** |
| Total OCDE | 1.096 | 390 | 245 | 81 | **1.812** |
| **Reste du Monde** | **1.438** | **366** | **588** | **183** | **2.575** |
| **Total (en milliers de tonnes)** | **2.534** | **756** | **833** | **264** | **4.387** |

**Réserves et ressources d'uranium en 1997**

## *Les freins au développement du nucléaire : un problème d'acceptabilité et une imprévisibilité réglementaire et politique*

**Aucune forme de production d'énergie ne fait autant parler d'elle que le nucléaire.** Qu'il s'agisse des questions de non-prolifération ou d'accidents, comme celui de Tchernobyl, l'opinion est largement mobilisée. La sûreté des installations et encore plus les déchets constituent des motifs d'inquiétude. Ces sujets, très importants, ont pris une telle ampleur et suscitent des controverses tellement passionnées qu'ils aboutissent à condamner la filière électronucléaire dans son ensemble.

**L'autre frein au développement du nucléaire est l'imprévisibilité réglementaire et politique,** laquelle ajoute aux contraintes habituelles des industriels un risque supplémentaire pouvant être dissuasif. Le principal type d'incertitude pour un électricien nucléaire est la durée de vie de ses installations. Le nucléaire est une industrie jeune, l'ensemble des phénomènes qui déterminent cette durée de vie n'est pas cerné. Si le remplacement de certains éléments lourds comme la

cuve du réacteur ou l'enceinte de confinement est considéré par les experts comme prohibitif sur le plan économique, beaucoup d'autres parties (couvercles de cuves, générateurs de vapeur...) peuvent faire l'objet de jouvence ou de remplacement de manière à poursuivre l'exploitation de l'installation dans des conditions optimales de sûreté. L'exemple américain est à cet égard représentatif de l'effort de prolongation de la durée de vie des centrales et, plus généralement, d'optimisation de l'outil existant. Quelques réacteurs ont d'ores et déjà obtenu le renouvellement pour 20 ans de leur autorisation d'exploitation par l'autorité de sûreté américaine, la portant de 40 à 60 ans. Des demandes d'autorisation de prolongation de durée de vie sont actuellement à l'étude pour une vingtaine d'autres réacteurs.

### 1.1.3 Les énergies renouvelables : des ressources inépuisables et respectueuses de l'environnement, mais encore handicapées par des coûts d'investissement élevés

Tirées des 4 éléments -la terre, l'eau, l'air et le feu- et du soleil, **les énergies renouvelables sont inépuisables et d'un usage immémorial.** On parle de nos jours d'énergies renouvelables pour désigner en fait des sources anciennes dont la mise en œuvre est optimisée par des technologies modernes ou bien d'énergies dont le principe est entièrement nouveau, comme le photovoltaïque où la lumière du soleil produit directement de l'électricité.

Une typologie classique consiste à distinguer les énergies renouvelables selon leur degré de maturité technique. Dans la catégorie des énergies renouvelables matures, on place généralement d'une part l'hydroélectricité et, d'autre part, l'utilisation de la chaleur extraite des procédés d'incinération d'ordures ménagères. Les filières en développement, dont on peut attendre des progrès très rapides, sont l'éolien, le solaire thermique, le bois combustible, la géothermie basse température et le biogaz. Les filières en devenir, dont les performances techniques et économiques ne seront optimales que dans quelques années, comprennent le solaire photovoltaïque, l'éolien offshore, l'énergie tirée des vagues, la géothermie haute température et la filière hydrogène.

**Outre leur contribution à la diminution des émissions de gaz à effet de serre, les énergies renouvelables présentent le double avantage de réduire la dépendance des états vis-à-vis des importations et d'être fondées sur des technologies de pointe créatrices d'emplois et d'exportations.**

#### *L'énergie solaire : une puissance installée de 288 MW*

L'énergie rayonnée par le soleil correspond, après traversée de l'atmosphère, à une puissance reçue au sol de 1 kW/m$^2$ pour une surface perpendiculaire aux rayons du soleil. En France, l'énergie moyenne annuelle d'ensoleillement est approximativement de 1.200 kWh/m$^2$ dans le Nord et de 1.800 kWh/m$^2$ sur la Côte d'Azur.

La production d'électricité à partir de la lumière se fait à l'aide de convertisseurs photovoltaïques. Les techniques évoluent rapidement, en particulier celle du silicium cristallin et des multicouches. **La puissance installée dans le monde est passée de 46,5 MW en 1990 à 288 MW en 2000.**

## *L'hydroélectricité : la plus importante des énergies renouvelables*

Sur un potentiel hydroélectrique mondial (ressources ultimes) de 36.000 TWh, les sites considérés comme exploitables (réserves) seraient de l'ordre de 14.000 TWh, c'est-à-dire l'équivalent de la production nette totale d'électricité dans le monde en 1998. Ces chiffres doivent être comparés à la production hydroélectrique, laquelle représentait 2.845 TWh en 2000, soit 18,5 % de la production totale d'électricité.

**De toutes les énergies renouvelables, l'hydroélectricité associée à des barrages est de loin la plus importante en terme d'énergie primaire commerciale.** Elle a fourni, en 1998, 2,7 % de l'énergie primaire commerciale consommée dans le monde. Il faut également citer les centrales au fil de l'eau, qui représentent actuellement une puissance totale installée de 50 GW, dont 18 GW dans les pays en développement et 10 GW en Europe.

## *L'éolien : une montée en puissance*

Les ressources ultimes de la circulation d'air autour de la Terre pour la production d'électricité seraient de l'ordre de 500.000 TWh par an, dont au grand maximum 10 % seraient exploitables. La capacité de puissance électrique installée dans le monde en 2000 était de 17,5 GW pouvant produire une énergie maximale de 153 TWh au cours de l'année. **Le taux de croissance annuel de la puissance installée dans le monde est très important, de l'ordre de 6 GW en 2001, il pourrait atteindre un taux de 10 GW en 2005.**

Les techniques évoluent vite et 40 % du marché en 2000 étaient des turbines de plus de 1 MW de puissance. On peut récupérer en mer jusqu'à 40 % d'énergie en plus que sur Terre, cependant le coût des éoliennes y est beaucoup plus élevé. Pour le réduire, on envisage de développer des unités de 4,5 MW avec un diamètre de rotor de 115 m. Un parc offshore de 40 MW est en construction en face de Copenhague avec des éoliennes classiques de 1 MW. La surface au sol nécessaire en France est de l'ordre de 8 ha/MW, soit 60 kWh d'énergie électrique produite par an et par $m^2$ au sol.

## *La biomasse : 3 grandes filières*

La biomasse recouvre, d'une part, les valorisations de déchets agricoles, forestiers, industriels ou urbains et, d'autre part, les biomasses régénérées (exploitation forestière ou cultures à vocation énergétique). **La valorisation de la biomasse recouvre 3 grandes filières :**

- la combustion de la biomasse sèche, dont le développement est envisageable sur les réseaux de chauffage collectifs, éventuellement en association avec les énergies fossiles ;
- la production de méthane à partir de biomasse humide, qui offre des perspectives intéressantes pour le traitement des déchets agricoles ou ménagers et peut répondre à un besoin local de chaleur ou de production d'électricité ;
- les biocarburants, techniquement réalistes, mais encore concurrencés par les produits pétroliers, et dont le développement est subordonné à des considérations de politique agricole.

**La production potentielle d'énergie issue de la biomasse est d'environ 70 GTep par an pour l'ensemble de la planète.**

### *La géothermie : une des ressources énergétiques les plus propres*

La chaleur contenue à l'intérieur de la Terre provient de la désintégration des éléments radioactifs qu'elle contient : principalement l'uranium, le thorium et le potassium. Les ressources potentielles de la géothermie sont de l'ordre de 700 GTep, mais les réserves classiques ne sont que de 60 GTep. **Son taux de croissance s'est récemment accéléré car cette énergie est d'un coût peu élevé dans certains pays et elle est considérée comme une des sources les plus propres.** Actuellement, 44 TWh d'électricité sont produits par an dans un total de 46 pays et 38 TWh sont utilisés directement sous forme de chaleur.

### *Les énergies renouvelables : contraintes et limites*

**Ces sources d'énergie ont leurs propres contraintes et limites.** La biomasse pose des problèmes pratiques de transport et de stockage, qui la rendent impropre à un usage intensif dans les zones urbanisées. L'énergie éolienne entraîne une pollution sonore du voisinage et est dévoreuse d'espace. A titre d'illustration, si l'on remplaçait toutes les centrales nucléaires d'Europe par des éoliennes perfectionnées, d'une puissance unitaire pouvant atteindre 1 GWh, celles-ci occuperaient une bande de 10 km de large sur 3.200 km de long. L'énergie solaire reste soumise aux variations de l'ensoleillement selon les latitudes et les saisons, même si les nouvelles techniques de cellules photovoltaïques intégrées aux surfaces des bâtiments ouvrent des perspectives intéressantes. Indépendamment de ces limites, qui ne sont pas rédhibitoires, la commercialisation des énergies renouvelables tarde à décoller en raison de coûts d'investissement élevés par rapport aux énergies fossiles et du manque de confiance des investisseurs, des pouvoirs publics et des utilisateurs. Aymeri de MONTESQUIOU, rapporteur au Sénat d'une étude sur « Le nucléaire en Europe : union ou confusion ? » note d'ailleurs : **« Au regard des chiffres, votre rapporteur constate que les énergies renouvelables ne peuvent pas être considérées comme une solution alternative à l'énergie nucléaire, du moins à moyen terme. Le bon sens commande de sortir d'une logique de compétition entre ces deux types d'énergie. Pour faire face à ses besoins futurs, l'Union européenne ne pourra se passer d'aucune d'entre elles. »**

## 1.2 L'EVOLUTION DE LA DEMANDE ENERGETIQUE MONDIALE : UNE AUGMENTATION REGULIERE, MAIS INEGALE D'UNE REGION DU MONDE A L'AUTRE

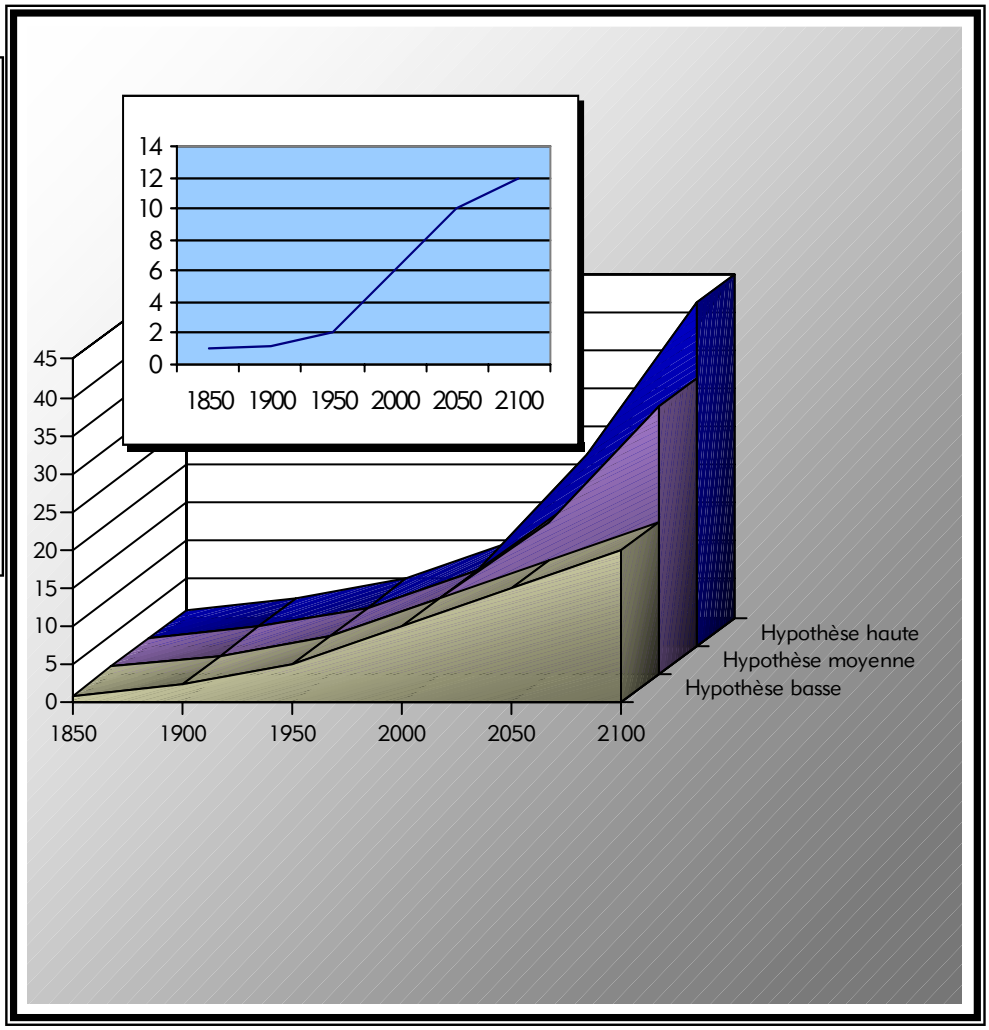
Au cours des 10 dernières années, la demande mondiale d'énergie a progressé en moyenne de 1,2 % par an. **La consommation d'énergie primaire dans le monde, au cours de l'année 1998, a été de 8,5 GTep,** dont 2,5 pour l'Amérique du Nord, 2,3 pour l'Asie et le Pacifique, 1,8 pour l'Europe, 0,9 pour les pays de l'ex-Union soviétique, 0,3 pour le Moyen-Orient, 0,36 pour l'Amérique du Sud et l'Amérique centrale et 0,26 pour l'Afrique.

La consommation moyenne d'énergie primaire dans le monde est de 1,76 Tep par an et par habitant, mais ce chiffre masque d'importantes disparités que l'on peut illustrer en signalant que les 2 milliards d'habitants les plus pauvres de la planète ne consomment en moyenne que 0,2

Tep par habitant et par an, alors que le milliard d'habitants les plus riches des pays industrialisés en consomme 6,2, soit 31 fois plus. Pour que chaque habitant de la planète puisse consommer au moins 2 Tep par an, sans modification de la consommation des pays développés, il faudrait passer brutalement de 9,6 à 14,7 Gtep.

Ces chiffres montrent que **les besoins en énergie de la planète seront à l'avenir considérables,** même si les choix des sociétés industrialisées étaient de s'orienter activement vers des économies d'énergie. La DGXVII de la Commission européenne (énergie et transports) et l'International institute of applied systems analysis (IIASA), entre autres, ont imaginé plusieurs schémas possibles d'évolution des consommations énergétiques. Même si, comme le remarque Philippe TESTARD-VAILLANT dans un numéro hors série du magazine Science et vie consacré au nucléaire, « ces projections hétérogènes, contrastées sinon contradictoires… traduisent un degré d'incertitude aiguë », **les différents scénarii envisagés laissent apparaître une augmentation sensible de la demande mondiale d'énergie.** Les moins optimistes prévoient une consommation de 25 GTep à l'horizon 2050, les plus optimistes (les plus « sobres », pourrait-on écrire) une consommation de 14 GTep. Il convient de noter que ces derniers scénarii constituent une limite extrêmement basse de la consommation d'électricité. De l'avis même de leurs auteurs, ils sont plus exploratoires que réalistes.

**Evolution de la consommation mondiale d'énergie (en GTep) depuis 1850 et projection jusqu'en 2100 selon 3 scénarii (en insert, évolution de la population mondiale, en milliards d'habitants)**



## 1.3 ENERGIE ET EFFET DE SERRE : UNE CONTRIBUTION MAJEURE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'effet de serre est d'abord un phénomène naturel essentiel à la survie de notre planète : certains gaz contenus dans l'atmosphère terrestre piègent une fraction du rayonnement solaire et maintiennent ainsi une température moyenne à la surface de l'ordre de 15°C, alors qu'elle s'établirait, sinon, à - 18°C.

**Comme la majorité des activités humaines, l'usage de l'énergie peut porter atteinte à l'environnement,** qu'il s'agisse :

- en matière de production ou de consommation d'énergie, des pollutions sur les milieux liées à l'extraction des combustibles (charbon, pétrole et gaz), des émissions de polluants locaux (dioxyde d'azote ou de soufre) ou de gaz à effet de serre, ainsi que du bruit lié à la combustion d'énergies fossiles, notamment dans les transports, des perturbations engendrées par les ouvrages hydroélectriques sur les rivières, de l'impact paysager des éoliennes ou des conséquences des rejets radioactifs ;
- en matière de transport ou de stockage de l'énergie, des conséquences sur les mers des accidents de transport du pétrole, de l'impact paysager des lignes électriques.

**Parmi l'ensemble de ces impacts sur l'environnement, le changement climatique tient une place de premier plan.** Ce phénomène constitue en effet pour les pays développés le défi le plus important à relever au cours du XXI$^{ème}$ siècle. L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère et corrélativement de la température moyenne de la planète, par leur ampleur et leur rapidité, pourraient en effet entraîner des déséquilibres majeurs : augmentation du niveau de la mer, accélération de l'avancée des déserts et du recul des glaciers, plus grande différenciation des saisons (épisodes caniculaires et de froid plus intenses), augmentation des phénomènes climatiques extrêmes (inondations, tempêtes...) devenus plus fréquents et plus violents, bouleversements écologiques qui pourraient avoir des répercussions importantes et directes sur l'Homme, en termes sanitaires par exemple.

**Dans le prolongement de la conférence de Rio de Janeiro de 1992 sur le développement durable, 159 pays se sont réunis à Kyoto du 2 au 11 décembre 1997 pour adopter un protocole international de lutte contre le réchauffement planétaire.** Les pays riches signataires s'engagent à une réduction globale de 5,2 % de leurs émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990, pendant la période allant de 2008 à 2012. Ce protocole couvre 6 gaz à effet de serre : le $CO_2$, le méthane ($CH_4$), l'oxyde nitreux ($N_2O$), ainsi que 3 substituts des chlorofluorocarbures (l'hydrofluorocarbone (HFC), le perfluorocarbone (PFC) et l'hexafluorure de soufre ($SF_6$)). Les pays en voie de développement ne sont pas concernés par ces engagements. Les objectifs se situent entre moins 8 % et plus 10 %, sur la période 2008-2012, par rapport à 1990. **Pour l'UE, l'objectif est de moins 8 % ;** pour les Etats-Unis de moins 7 % ; pour le Japon de moins 6 % ; pour le Canada de moins 6 % ; pour la Fédération de Russie et l'Ukraine de 0 % ; pour l'Australie de plus 8 % ; et pour l'Islande de plus 10 %.

Pour réduire les émissions de gaz à effet de serre ou pour les stabiliser, il faudrait que l'accroissement de la consommation des combustibles fossiles soit principalement réservé au développement des pays les plus pauvres. C'est en effet cette forme d'énergie primaire qui est la plus facile à utiliser en grande quantité dans les pays ne disposant pas de l'infrastructure et des

techniques pour la mise en œuvre, par exemple, de l'énergie nucléaire ou des grands barrages hydroélectriques. Dans les pays industrialisés, il serait particulièrement important de réduire la consommation des carbones fossiles pour les transports et la production d'électricité, en procédant autant que possible à des économies d'énergie et en développant les sources d'énergie qui ne produisent pas de gaz à effet de serre.

L'énergie nucléaire ne laisse personne indifférent. Elle a toujours cristallisé les opinions soit en sa faveur -comme ce fut le cas lors de la signature du traité Euratom- parce qu'elle semblait ouvrir des perspectives radicalement nouvelles quant à l'approvisionnement énergétique, soit fortement en opposition pour des raisons liées à la non-prolifération, à la sûreté et au devenir des déchets nucléaires. **Cependant, que l'on soit favorable ou non à cette option énergétique, force est de constater que le nucléaire constitue aujourd'hui pour de nombreux décideurs l'une des réponses -même si elle n'est évidemment pas la seule- au problème du réchauffement climatique. En effet, à la différence des énergies fossiles, les centrales nucléaires ne produisent aucun $CO_2$ lors de leur fonctionnement.** Et même si l'on prend en compte les émissions liées à l'extraction des combustibles et à la construction des installations, le bilan pour la production de $CO_2$ des différentes filières de production d'électricité est encore très favorable au nucléaire.

Ainsi peut-on lire dans le Livre vert de la Commission européenne intitulé « Vers une stratégie européenne de sécurité d'approvisionnement énergétique » : « L'option nucléaire doit être examinée au regard de sa contribution aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de développement durable. **Le nucléaire permettra en Europe d'éviter en 2010 environ 300 millions de tonnes d'émission de $CO_2$.** Cela est équivalent au retrait de circulation de 100 millions de voitures de tourisme ».

Dans la même perspective, la Commission européenne a publié en 1999 une étude au titre évocateur : « Dilemma study : study of the contribution of nuclear power to the reduction of carbon dioxide emissions from electricity generation ». Ce document montre la difficulté des choix politiques auxquels devront procéder les états confrontés à la fois à une opinion publique peu favorable au nucléaire et à la nécessité de respecter les engagements de Kyoto. L'étude envisage 3 scénarii :

- le scénario fortement nucléaire, qui prévoit le maintien au niveau actuel (23 %) de la part de cette énergie dans la production d'électricité et donc la construction, d'ici 2025, de nouvelles centrales en Europe (100 GW) ;
- le scénario médian suppose la mise hors service des centrales après 40 ans de fonctionnement et leur non-remplacement : à l'horizon 2035, le nucléaire ne représentera alors plus que 1 % de la production européenne d'électricité ;
- le scénario faiblement nucléaire suppose, quant à lui, la sortie du nucléaire à l'horizon 2010.

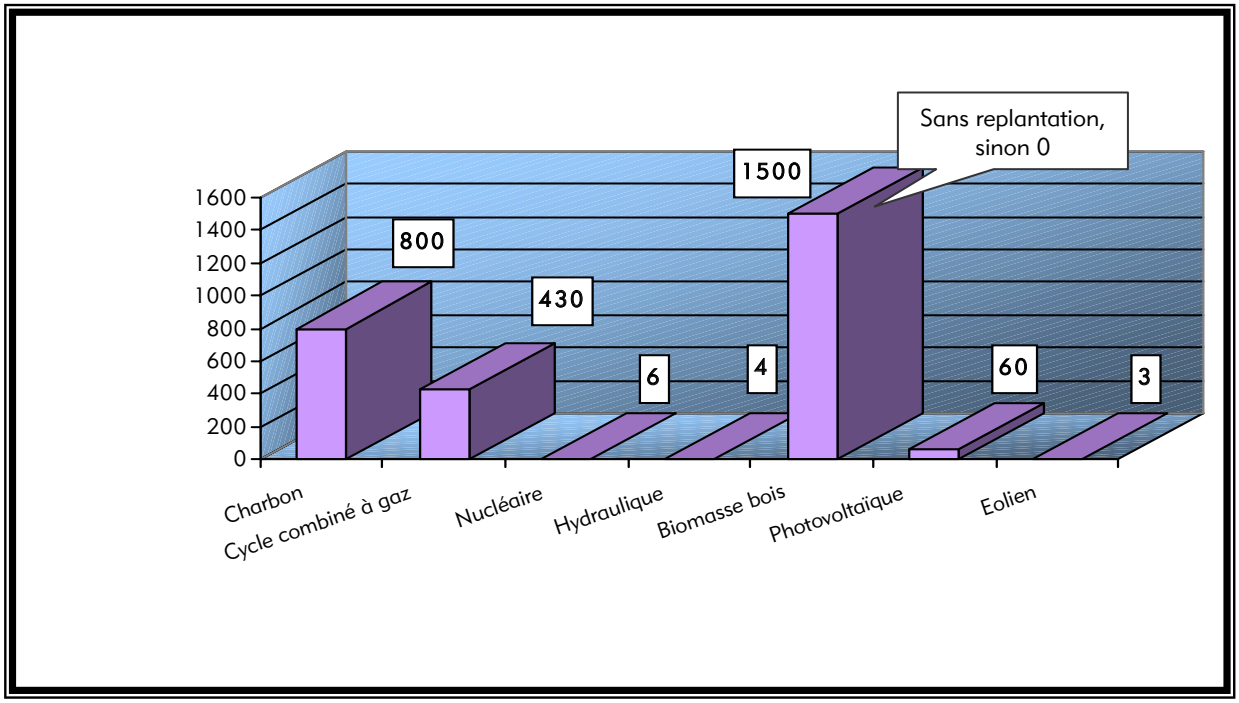
**Si l'on fixe au secteur de la production d'électricité dans l'UE l'objectif de réduire ses émissions de 8 % par rapport à 1990, le rapport montre que cet objectif est pratiquement atteint à partir de 2015 dans le scénario fortement nucléaire, mais qu'il n'a aucune chance de l'être dans les 2 autres scénarii.**

| SCENARIO | 2010 | 2025 |
|---|---|---|
| Fortement nucléaire | + 8 % | 0 % |
| Médian | + 13 % | + 33 % |
| Faiblement nucléaire | + 22 % | + 52 % |

(Source : www.industrie.gouv.fr)

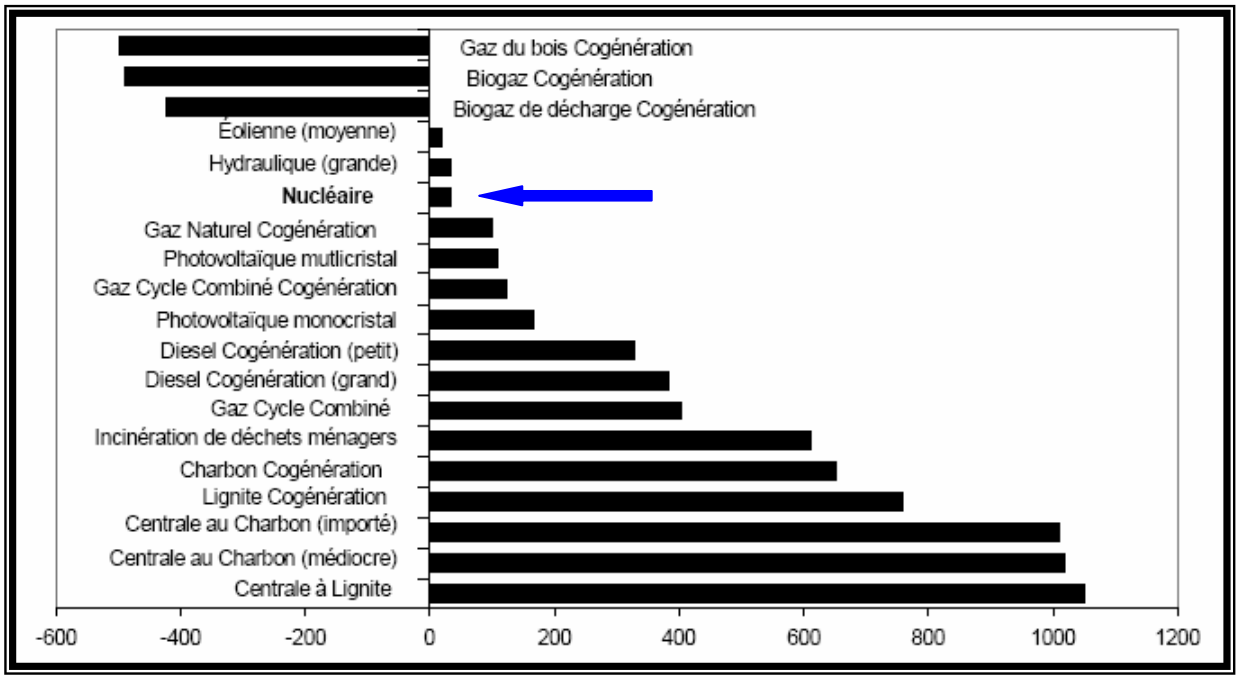
Un rapport d'information du Sénat rendu en 2000 notait de la même façon : « Votre rapporteur ne prétend pas que les atouts climatiques du nucléaire feraient disparaître comme par enchantement ses inconvénients environnementaux, et suffiraient à justifier sa rédemption aux yeux d'une opinion publique européenne méfiante. Il considère simplement que, **dans une approche pragmatique et responsable, tous les aspects de l'énergie nucléaire doivent être sincèrement pris en compte.** Tel n'est pas encore le cas aujourd'hui. Mais l'appréciation finale restera toujours de nature politique. Encore faut-il avoir clairement conscience, avant de trancher, **qu'en l'état actuel des besoins et des technologies énergétiques, refuser le nucléaire c'est choisir l'effet de serre** ».

Un second rapport sur « L'évaluation et l'ampleur des changements climatiques, de leurs causes et de leur impact prévisible sur la géographie de la France à l'horizon 2025, 2050 et 2100 » arrive à la même conclusion : « Votre Rapporteur tient à insister sur les recommandations énoncées en fin de rapport consistant à réaliser des économies d'énergie, prôner l'efficacité énergétique, développer les énergies renouvelables. Cependant, même si toutes ces politiques étaient mises en œuvre, le changement du rythme de progression de la consommation d'énergie dépend de choix de société de grande ampleur. Dans ce contexte, la France ne saurait renoncer à l'énergie nucléaire pour produire son électricité, car cela la conduirait à émettre bien davantage de gaz à effet de serre. Cette situation particulière de la France doit être expliquée aux citoyens comme à nos partenaires étrangers et prise en compte avec toutes les conséquences qu'elle implique. Certes, le recours à l'énergie nucléaire doit être combiné avec toutes les autres ressources énergétiques. »




**Emissions de $CO_2$ selon les modes de production de l'électricité (en g/kWh)**

(Source : www.debat-energie.gouv.fr)




**Classement des technologies par émissions d'équivalent $CO_2$ (en g/kWh)**

(Source : www.wwf.fr)

# 2 L'ENERGIE NUCLEAIRE : PRESENTATION GENERALE

## 2.1 DONNEES DE BASE

### 2.1.1 Le parc nucléaire mondial : 439 réacteurs connectés au réseau en 2004

**Au 1er octobre 2004, 439 réacteurs nucléaires étaient connectés à un réseau électrique, soit une puissance installée de 353 GWe.** Durant l'année 2002, l'énergie nucléaire a assuré une production de 2.574 TWh, ce qui représente environ 7 % de la production d'énergie et 16 % de la production d'électricité mondiale.

Cette situation est très contrastée. Au 31 décembre 2003, les pays membres de l'OCDE comptaient 351 réacteurs en exploitation, soit environ 84 % de la capacité de production électronucléaire mondiale et près de 23 % de la production totale d'électricité des pays de l'OCDE. A l'inverse, les pays de l'hémisphère sud n'utilisent pratiquement pas cette forme d'énergie. Au sein de l'UE, l'énergie nucléaire a permis de produire 34 % de l'électricité en 2002. En comptant les pays de l'élargissement, 13 pays sur 25 possèdent des réacteurs nucléaires en activité.

### 2.1.2 Le nucléaire : une industrie créatrice d'emplois et exportatrice

Selon le Programme indicatif nucléaire pour la Communauté (PINC), le cycle du combustible, la construction des centrales nucléaires, les services et les équipements de l'industrie nucléaire, la production d'électricité et les organismes de sûreté fournissent **plus de 220.000 emplois, souvent hautement qualifiés, dont 100.000 en France,** 40.000 en Allemagne, 40.000 au Royaume-Uni, 15.000 en Espagne, 10.000 en Belgique, 7.000 en Suède et 4.000 en Finlande. **A la fois directement et indirectement, l'industrie nucléaire procure du travail à 400.000 personnes en Europe.** Les emplois chez les producteurs d'électricité, qui sont les plus nombreux, ne sont pas vraiment spécifiques de l'industrie nucléaire. En effet, les exploitants ont besoin de personnels aussi bien dans les centrales thermiques classiques que dans les centrales nucléaires. Toutefois, la teneur en emplois de la filière nucléaire est plus élevée en exploitation que celle de la filière gaz : 105 emplois par TWh/an pour la première, contre 70-85 emplois par TWh/an pour la seconde. La filière charbon fait un peu mieux, avec 100 emplois par TWh/an, en raison de l'intensité en emplois des activités d'extraction.

| EUROPE | REACTEURS CONNECTES AU RESEAU | POURCENTAGE DE LA PRODUCTION D'ELECTRICITE |
|---|---|---|
| ALLEMAGNE | 18 | 28 |
| ARMENIE | 1 | 35,5 |
| BELGIQUE | 7 | 55,5 |
| BULGARIE | 4 | 38 |
| ESPAGNE | 9 | 24 |
| FEDERATION DE RUSSIE | 30 | 16,5 |
| FINLANDE | 4 | 27 |
| FRANCE | 59[1] | 78 |
| HONGRIE | 4 | 33 |
| LITUANIE | 2 | 80 |
| PAYS-BAS | 1 | 4,5 |
| REPUBLIQUE TCHEQUE | 6 | 31 |
| ROUMANIE | 1 | 9 |
| ROYAUME-UNI | 23 | 24 |
| SLOVAQUIE | 6 | 57 |
| SLOVENIE | 1 | 40 |
| SUEDE | 11 | 46 |
| SUISSE | 5 | 40 |
| UKRAINE | 14 | 46 |
| **TOTAL** | **206** | |
| **TOTAL UE A 25** | **151** | |
| **AUTRES PAYS DU MONDE** | **REACTEURS CONNECTES AU RESEAU** | **POURCENTAGE DE LA PRODUCTION D'ELECTRICITE** |
| ARGENTINE | 2 | 9 |
| BRESIL | 2 | 4 |
| CANADA | 17 | 12,5 |
| CHINE | 9 | 2,2 |
| COREE DU NORD | | |
| COREE DU SUD | 19 | 40 |
| ETATS-UNIS | 104 | 20 |
| INDE | 14 | 3,5 |
| IRAN | | |
| JAPON | 54 | 25 |
| MEXIQUE | 2 | 5 |
| PAKISTAN | 2 | 2,5 |
| REPUBLIQUE D'AFRIQUE DU SUD | 2 | 6 |
| TAIWAN | 6 | 21,5 |
| **TOTAL** | **233** | |
| **TOTAL DANS LE MONDE** | **439** | **16** |

**Répartition des réacteurs nucléaires connectés au réseau électrique et en construction dans le monde au 1er octobre 2004**

(Source : www.industrie.gouv.fr)

[1] Dans ce total est compris le réacteur à neutrons rapides PHENIX (230 MWe).

S'agissant des ventes de centrales à l'étranger, les constructeurs européens, forts de leur savoir-faire technologique, parviennent à emporter des marchés face à leurs concurrents américains, russes et canadiens. **FRAMATOME-ANP a ainsi exporté 2 tranches nucléaires en République d'Afrique du Sud, 2 en Corée et 2 en Chine, où il est en train d'en construire 2 autres.** Mais, indépendamment des ventes de centrales neuves, les constructeurs européens exportent des équipements, ainsi que des services de conseil et de maintenance pour le parc installé. Ainsi, dans le chiffre d'affaires nucléaire de FRAMATOME-ANP, les services représentent 24 % et les équipements 28 %, alors que la part des réalisations nouvelles n'est que de 11 % (le solde correspond au combustible nucléaire)

## 2.2 LA SITUATION DU NUCLEAIRE DANS LE MONDE : UNE CROISSANCE DE LA PRODUCTION MONDIALE

**L'électronucléaire a connu dans les années 1970 une croissance soutenue** du fait d'une forte perspective de croissance des besoins d'électricité et de sa compétitivité, mais également en raison de l'adoption d'une politique d'indépendance énergétique par certains pays dépourvus de ressources en combustibles fossiles sur leur territoire, comme la France ou le Japon. En l'espace d'une trentaine d'années, cette source d'énergie a permis d'assurer le tiers des besoins en électricité de l'UE.

Parmi les 441 réacteurs en opération dans le monde fin 2002, 4 avaient dépassé une durée d'exploitation de 40 ans, 60 de 30 ans, 230 de 20 ans. On chiffre la demande mondiale en nouveaux réacteurs nucléaires, pour les 30 prochaines années, entre 200 et 300 GWe, soit un investissements de 300 à 450 milliards d'euros. Signalons que ces estimations purement économiques ne tiennent pas compte du rôle que pourra jouer dans le futur le nucléaire dans la lutte pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Il est vraisemblable que certains des pays industrialisés disposant d'ores et déjà d'importantes capacités de production électrique et connaissant un niveau de croissance économique modéré ne développeront pas de façon substantielle leur parc nucléaire. C'est principalement le cas de l'Europe, qui se caractérise aujourd'hui par des surcapacités de production électrique. Celles-ci devraient se résorber vers 2010 en centre Europe. Avec une hypothèse de durée de vie de 40 ans, l'essentiel du remplacement du parc nucléaire européen devrait se concentrer entre 2015 et 2030 pour environ 100 GWe, avec jusqu'à 10 GWe par an à renouveler entre 2020 et 2030. Le parc français pèse pour la moitié de l'ensemble.

**Aux États-Unis,** le seul maintien de la part du nucléaire dans la production d'électricité (20 %), objectif minimal de son plan énergétique, représente plusieurs dizaines de réacteurs dans la décennie. A titre illustratif, 20 réacteurs des 104 réacteurs en activité auront atteint 40 ans d'âge en 2010, et près de 60 en 2015. Leurs exploitants envisagent de demander la prolongation de 40 à 60 ans de la durée de leur licence d'exploitation pour seulement moins de la moitié, principalement les plus récents. À ceux-ci pourraient s'ajouter les réacteurs nécessaires pour réduire les émissions de $CO_2$, en substitution aux énergies fossiles. À titre illustratif, **si ce pays souhaite maintenir en 2025 son taux d'indépendance énergétique à son niveau actuel de 70 %, et éviter notamment une trop grande dépendance vis-à-vis du gaz, sans pour autant faire appel au charbon national émetteur de $CO_2$, il lui faudra doubler la capacité de son parc nucléaire actuel,** ce qui représenterait une capacité additionnelle de 95 GWe, soit 95 réacteurs de 1.000 MWe ou 63 de 1.500 MWe.

**Pour les pays d'Asie, le nucléaire, fort de ses atouts et favorisé par une croissance économique très forte et soutenue, est appelé à se développer.** La Chine, très faiblement équipée aujourd'hui, est désireuse de lancer un parc nucléaire fondé sur une filière nationale. Ceci fait de ce pays un enjeu stratégique majeur pour les constructeurs de réacteurs nucléaires.

## 2.2.1 La France : le nucléaire, un des piliers de notre politique énergétique

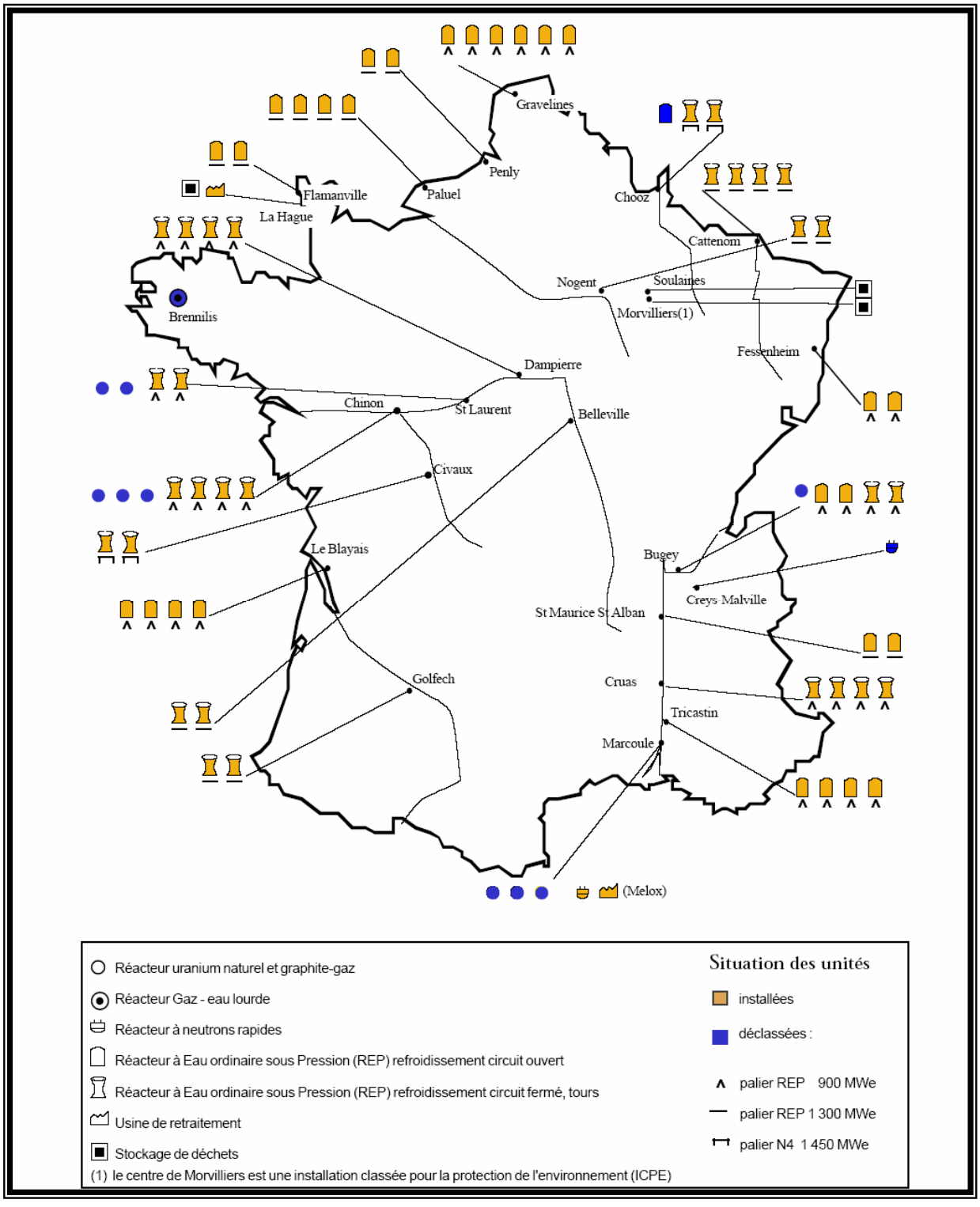
### *Le développement du nucléaire en France : un choix lié au contexte énergétique des années 1970*

Les ressources de la France en énergie hydraulique et en combustibles fossiles sont limitées. La garantie de sa sécurité d'approvisionnement est donc liée au développement de sources énergétiques de substitution. **Le choix de recourir au nucléaire s'inscrit dans le contexte politique de l'année 1945, avec la création par le gouvernement provisoire du général de GAULLE du Commissariat à l'énergie atomique (CEA).** Héritier d'une longue tradition scientifique française dans le domaine de la physique nucléaire, cet organisme préside au développement des applications de la fission de l'atome : il a mis notamment au point la première filière 100 % française dite « uranium naturel graphite gaz » (UNGG). Neuf réacteurs de ce type d'une capacité globale brute de 2.388 MWe ont été couplés au réseau entre 1956 et 1972. En 1968, pour des raisons techniques et économiques, le choix de réacteurs à eau sous pression (REP) a marqué un nouveau démarrage.

**Le contexte énergétique des années 1970-1980, avec ses 2 chocs pétroliers, a renforcé le choix du nucléaire et conduit le gouvernement français à accentuer son effort.** Le 5 mars 1974, un Conseil interministériel, sous la présidence de Pierre MESSMER, a décidé le lancement d'un programme de 16 réacteurs de 900 MWe, bientôt suivi, à partir de 1976, de 20 réacteurs supplémentaires de 1.300 MWe. En 1995, notre pays était doté de 54 réacteurs avec une puissance installée de 57.140 MWe. En 1996 et 1997, 3 réacteurs REP du palier N4 (1.450 MWe) ont été mis en service : Chooz B1, Chooz B2 et Civaux 1. Enfin, une deuxième tranche de 1.450 MWe de la centrale de Civaux est entrée en service fin 1999. Ceci a porté la puissance installée du parc à 62.950 MWe, pour 58 réacteurs. **Le nucléaire représente environ les trois quarts de la production française d'électricité (78,2 % en 2002).** Ce choix stratégique a accru le taux d'indépendance énergétique de la France : de 22,7 % en 1973, il a dépassé les 50 % en 1993 et s'est stabilisé à ce niveau depuis (50,7 % en 2002). Le parc français actuel est donc relativement jeune et très fortement standardisé : à l'exception de PHENIX, il fait appel à une seule filière, les réacteurs REP, et ne regroupe que 3 modèles de réacteurs qui correspondent à des paliers successifs de développement.

### *Le nucléaire : une industrie concernant plus de 100.000 personnes*

La France maîtrise désormais l'ensemble du cycle du combustible nucléaire depuis l'extraction de l'uranium naturel jusqu'au retraitement et au recyclage de combustibles usés, en passant par les techniques d'enrichissement de l'uranium et de fabrication de combustible. Dans tous ces




**Les sites nucléaires en France (situation au 1er janvier 2004)**

(Source : www.industrie.gouv.fr)

domaines, **la France a une position de leader mondial.** Dans le même temps, elle a développé sa propre technologie en matière de construction de réacteurs, s'émancipant ainsi peu à peu de la filière américaine. Elle peut désormais exporter un savoir-faire reconnu dans le monde entier. La France détient donc une part importante du marché mondial du nucléaire et de nombreux industriels français occupent souvent les premières places.

**Le programme nucléaire français** a représenté un investissement considérable, étalé sur plus d'une vingtaine d'années. Cet investissement peut être évalué à près de 122 milliards d'euros. Il **a engendré une activité soutenue en France, autour de la construction, puis de l'exploitation et de la maintenance des centrales nucléaires. Cette activité a été à l'origine de plus de 100.000 emplois en moyenne sur la période de construction,** en intégrant l'ensemble des secteurs économiques qui y ont participé. **Aujourd'hui, l'activité liée à l'investissement dans de nouveaux réacteurs a décru, au profit de l'exploitation et de la maintenance des réacteurs existants.** Cette activité représente un volume d'emplois dont la stabilité est acquise sur la durée de vie de ces équipements (proche de 40 ans). **Les entreprises du secteur nucléaire (hors EDF) emploient directement 58.000 personnes au sein du CEA, de la COGEMA, de FRAMATOME-ANP, de TECHNICATOME et de l'ANDRA.** L'exploitation des 58 tranches du parc s'appuie en outre sur 20.000 agents EDF et sur 20.000 intervenants d'entreprises extérieures. La sous-traitance joue en effet un rôle primordial dans ce secteur, notamment pour les opérations de BTP, de démantèlement ou de maintenance. **On estime de ce fait que le nucléaire emploie globalement environ 100.000 personnes en France.**

## *Le nucléaire en France : une option ouverte à l'horizon 2020*

**Le projet de loi sur l'énergie, examiné en première lecture à l'Assemblée nationale le 1er juin 2004, montre clairement la volonté de la France de pérenniser le choix du nucléaire.** Ainsi peut-on lire dans le titre Ier A, article 1er ter de ce texte : « La première (priorité de l'Etat) est de maintenir l'option nucléaire ouverte à l'horizon 2020. Si, pour les centrales nucléaires actuelles, une durée de vie de quarante ans semble plausible, cette durée de vie n'est pas garantie et son prolongement éventuel l'est encore moins. Les premières mises à l'arrêt définitif des centrales nucléaires actuelles pourraient donc se produire vers 2020. La durée de vie de chaque centrale sera en effet évaluée au cas par cas et le moment venu, en tenant compte de ses spécificités de conception, de construction et d'exploitation. Cette durée de vie dépendra donc de l'aptitude des centrales à respecter les exigences de sûreté déterminées, en toute indépendance par rapport aux producteurs, par la Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Compte tenu des délais de construction d'une nouvelle centrale nucléaire, la France devra être, vers 2015, en mesure de décider si elle lance une nouvelle génération de centrales nucléaires en remplacement de l'actuelle. A cette fin, les technologies nécessaires devront être disponibles au moment du renouvellement du parc. La prochaine programmation pluriannuelle des investissements de production électrique, dont l'horizon sera 2015, tiendra donc compte de cette nécessité nationale de conserver l'option nucléaire ouverte. A cet effet, elle prévoira notamment la construction prochaine d'un réacteur de conception la plus récente. **L'Etat appuiera dans ce cadre la demande d'Electricité de France de construire un réacteur européen à eau pressurisée : l'EPR.** En effet, les technologies de rupture, celles des réacteurs de quatrième génération, ne seront au mieux disponibles pour un déploiement industriel qu'à l'horizon 2045, soit trop tardivement pour le remplacement du parc nucléaire actuel. »

| PRINCIPAUX ACTEURS ET INDUSTRIELS FRANÇAIS | |
|---|---|
| Etudes et recherches sur les réacteurs et sur le cycle du combustible nucléaire | CEA<br>www.cea.fr |
| Conception, réalisation des chaudières nucléaires et des assemblages de combustible | FRAMATOME-ANP<br>www.framatome-anp.com |
| Production d'électricité, réalisation, exploitation et maintenance des centrales | EDF<br>www.edf.fr |
| Cycle du combustible : extraction du minerai, conversion et enrichissement, retraitement-recyclage | COGEMA<br>www.cogema.fr |
| **ETAT ET ETABLISSEMENTS PUBLICS NATIONAUX** | |
| Tutelle du secteur nucléaire, suivi des aspects internationaux du nucléaire civil | Direction générale de l'énergie et des matières premières (DGEMP)<br>www.industrie.gouv.fr |
| Tutelle EDF | DGEMP<br>www.industrie.gouv.fr<br><br>Direction de la demande et des marchés énergétiques (DIDEME) |
| Contrôle de la sûreté et de la radioprotection | Autorité de sûreté nucléaire (ASN)<br>www.asn.gouv.fr |
| Sécurité civile, gestion des crises | Ministère de l'Intérieur<br>www.interieur.gouv.fr |
| Expertise, sûreté et radioprotection | Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)<br>www.irsn.org |
| Gestion des déchets radioactifs | Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA)<br>www.andra.fr |

**Les principaux acteurs du nucléaire en France : qui fait quoi ?**

Cette orientation s'est traduite le 21 octobre 2004 par l'annonce faite par EDF de lancer un réacteur tête de série EPR à Flamanville, dans la Manche. La réalisation du projet devrait s'échelonner sur 5 ans, à compter de 2007.

L'EPR est un réacteur « évolutionnaire » et non révolutionnaire, qui n'introduit pas de rupture technologique. Sa puissance électrique nette est d'environ 1.600 MWe. Cette forte puissance unitaire est adaptée aux régions où les réseaux électriques sont importants et bien maillés, ainsi qu'aux régions à forte densité de population, où la place disponible pour installer des centrales est limitée. L'EPR a été conçu pour une durée de vie technique de 60 ans. Grâce aux améliorations apportées aux équipements, aucune opération lourde de jouvence ne devrait intervenir durant les 40 premières années d'exploitation.

## 2.2.2 L'Asie : un dynamisme confirmé

**Les pays asiatiques doivent faire face à une forte demande électrique** liée à un développement économique rapide et au dynamisme de leur démographie : la progression de la demande finale d'électricité qui avait atteint 8 à 9 % par an entre 1971 et 1995, que ce soit en Chine, dans l'Asie de l'est ou dans l'Asie du sud, pourrait se poursuivre à un rythme annuel moyen de 5 à 6 % d'ici à 2020, selon les derniers travaux de l'Agence internationale de l'énergie (AIE). **Dans ces conditions, le nucléaire devrait participer au parc électrique futur,** d'une part dans un but de diversification, d'autre part parce qu'il permet la mise en place de capacités importantes dans des lieux de forte demande électrique.

### *Le Japon : la poursuite du programme électronucléaire*

Au Japon le nucléaire est apparu, avec le charbon et le gaz naturel, comme le gage d'une indispensable diversification énergétique dans un pays dépourvu de ressources naturelles. Le développement de l'énergie nucléaire au Japon a donc bénéficié d'une volonté politique soutenue, même si une opposition locale très prononcée se manifestait dans la phase préalable aux travaux.

**Le parc japonais de 52 réacteurs à eau légère** est exploité par 10 compagnies. Le Japon est un des rares pays à poursuivre un ambitieux plan de construction de centrales nucléaires : 4 tranches sont en cours de construction et 6 autres sont programmées à courte échéance. L'objectif affiché par ce pays est de porter la part de l'électricité nucléaire à 40 %.

### *La Chine : le X$^{ème}$ plan, un développement dynamique de l'électronucléaire*

Sur les 353 GWe de capacité électrique totale que comptait la Chine fin 2002, les centrales thermiques représentaient la majeure partie de la capacité installée -environ les trois quarts- et malgré les décisions gouvernementales de fermer les petites centrales de moins de 50 MWe, jugées trop polluantes et pas assez rentables, la part des unités de production de faible puissance reste considérable. Le charbon devant rester le combustible majeur, l'ordre de grandeur de la part du parc thermique devrait rester le même.

Le rôle joué par l'hydraulique, avec 84,6 GWe installés en 2002 (soit environ le quart de la capacité totale) sera cependant amené à croître puisque la politique de développement de l'Ouest du pays, richement doté en ressources hydrauliques, est une des lignes directrices du gouvernement.

A ce jour, la part du nucléaire est toujours marginale. Entre 2004 et 2006, les centrales en cours de construction -Qinshan II tranche, 2 puis Tianwan- seront achevées et la part du nucléaire atteindra environ 2,4 %, avec 8.900 MWe.

**Depuis son ouverture et son engagement dans des réformes économiques au début des années 1980, la Chine connaît une croissance continue de son PIB. Ainsi de 1990 à 2000, les taux de croissance réelle annuels du PIB ont été en moyenne de 10 %,** ceci malgré la crise asiatique de juillet 1997. Les effets de cette crise furent moindres en Chine puisque la baisse de la progression de ses exportations a en partie été compensée par la stimulation du marché intérieur et par l'émergence de nouvelles activités dans le secteur tertiaire, telles que les télécommunications. Depuis, ce taux de croissance a légèrement baissé et a été pour l'année 2002 de 8 %. Compte tenu de l'objectif fixé en novembre 2002 par le gouvernement chinois de quadrupler le PIB chinois d'ici 2020, l'objectif est de maintenir une croissance d'environ 7 % d'ici-là. Sur de telles bases de croissance du PIB d'ici à 2020, la Commission d'état au développement et à la réforme estime que la capacité de production électrique installée en 2020 devra alors être de l'ordre de 800 à 850 GWe, voire de 900 GWe.

**Cette primauté du développement économique pose clairement 2 problèmes : la sécurité énergétique et la pénurie d'électricité.** En 2003, on estime que le déficit en électricité a été de l'ordre de 15.000 MWe en moyenne (environ 4 % de la capacité de production du pays) et de 40.000 MWe en pointe.

**Pour faire face et assurer à la Chine une certaine marge de manœuvre, le X$^{ème}$ plan quinquennal (2001-2006) prévoit un développement du nucléaire.** la Chine a décidé de faire passer la contribution de l'énergie nucléaire dans la production électrique de 1 à 4 %. Les prévisions ont révélé un besoin de 36 GW supplémentaires, l'équivalent d'une vingtaine de réacteurs de 1.000 à 1.500 MWe. Ce marché représente de 1,5 milliard à 2 milliards d'euros par réacteur de 1.000 MW. L'objectif du gouvernement est de choisir une technologie unique - celle du réacteur REP- et de donner aux industriels chinois une part croissante de la fabrication des gros composants et de l'ingénierie.

Deux accords d'intention ont été signés le 11 juin 2004 avec AREVA. Le premier indique qu'AREVA apportera à la China Guangdong nuclear power company son expertise et son assistance pour la réalisation de la phase 2 de la centrale de LING AO II : 2 nouveaux réacteurs seront construits sur ce site. Un autre accord d'intention a été signé avec la China national nuclear corporation. Il porte sur l'assistance à la réalisation de 2 réacteurs à QINSHAN I phase 2. A ces 4 réacteurs de duplication s'ajoutent 4 autres de troisième génération à Yangjiang et Sanmen, pour lesquels un appel d'offres international a été lancé le 28 septembre 2004. Cet appel d'offres concerne la construction des 4 îlots nucléaires et un contrat de transfert de technologie.

Dans ce contexte, **la France est bien placée car elle bénéficie déjà de solides implantations dans le Guangdong acquises par FRAMATOME-ANP et EDF.** De plus, FRAMATOME-ANP, EDF et le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) ont établi des relations étroites avec les grands instituts nucléaires chinois, tels que le Beijing institute of nuclear engineering (BINE) ou le Nuclear power institute of Chine (NPIC), à Chengdu. Enfin, la standardisation qui a présidé à

la réalisation du programme français constitue un atout important pour notre pays, car elle permet de réduire fortement les coûts d'investissements, à la différence de la filière américaine.

### *La Corée : 8 nouveaux réacteurs à l'horizon 2015*

**Après la crise économique de la fin de la précédente décennie, les autorités coréennes ont donné une nouvelle impulsion au programme électronucléaire.** Avec 16 réacteurs en exploitation qui ont assuré, en l'an 2000, 40,9 % de la production d'électricité, la Corée poursuit le deuxième programme de développement électronucléaire après celui du Japon. Quatre nouvelles unités sont en cours de construction et 2 réacteurs supplémentaires ont été approuvés à l'été 2001. Huit nouvelles centrales devraient être mises en service d'ici à 2015. A terme, un parc électronucléaire de 26 réacteurs est prévu. La réalisation de ce plan aboutirait à doubler la capacité installée aujourd'hui (elle serait portée à 26 Gwe).

### *L'Inde : un ambitieux programme de construction*

L'année 2000 a vu l'entrée en service commercial du quatorzième réacteur indien. Ces 14 réacteurs représentent un peu plus de 2 % de la production d'électricité de ce pays. Quatre réacteurs sont actuellement en cours de construction et **un ambitieux plan de développement prévoit de porter la capacité nucléaire totale à 20.000 MWe en 2020, soit environ 15 % de la production d'électricité indienne.** Pour ce faire, l'Inde entend accroître sa capacité de production à partir de réacteurs indigènes pour 8.000 MWe supplémentaires et se tourner vers des partenariats étrangers pour avoir accès à la technologie des réacteurs à eau légère pour 7 à 8.000 MWe.

## 2.2.3 Les pays occidentaux : des situations contrastées

Les grands plans d'équipement électronucléaire des pays occidentaux sont pour la plupart terminés. Toutefois, quelques pays envisagent déjà l'avenir et le renouvellement des capacités actuelles.

### *L'Amérique du nord : une politique de relance volontariste*

**En 2003, les États-Unis comptaient 103 réacteurs nucléaires en fonctionnement** (34 réacteurs à eau bouillante construits par General electric et 69 réacteurs à eau pressurisée construits par Westinghouse, Babcock & Wilcox et Combustion engineering). Selon les premières estimations, les réacteurs américains ont produit 762 TWh en 2003 (contre 780 TWh en 2002, année record). Entre 1997 et 2003, l'augmentation de la production s'est élevée de 133 TWh (+ 21 %), soit l'équivalent de 18 nouvelles tranches (24 tranches depuis 1990). Cette production représente au total 20 % de la production totale d'électricité.

**Le plan national énergétique adopté en mai 2001** (« Report of the national energy policy development group ») **prône une relance du nucléaire.** Dans ce but, l'administration américaine a lancé en février 2002 l'initiative « Nuclear power 2010 ». Celle-ci vise à lever les obstacles administratifs (particulièrement dans le domaine réglementaire) qui s'opposent à la

construction de nouvelles centrales dans le courant de cette décennie. **Notons enfin que le seul maintien de la part actuelle du nucléaire dans la production d'électricité nécessitera la construction de plusieurs dizaines de réacteurs afin de compenser la fermeture des unités devenues obsolètes et pour suivre la croissance globale de la consommation.**

**Au Canada, le développement à court terme de l'électronucléaire prend la forme d'un redémarrage de certains des réacteurs qui avaient été arrêtés.** Ces redémarrages signifieraient la reconnexion au réseau de 6 réacteurs, représentant une capacité nucléaire supplémentaire de 3.598 MWe.

## *La Finlande : vers un 5ème réacteur*

La politique énergétique du gouvernement finlandais a comme objectif de « garantir la sécurité d'approvisionnement en énergie à des coûts de production bas, tout en respectant ses engagements pris dans le cadre du protocole de Kyoto ». Depuis 10 ans, la consommation en électricité augmente de façon régulière en Finlande avec un taux de 2 %. La Finlande enregistre la plus forte croissance annuelle au sein des pays nordiques. En 2002, la consommation en électricité a cru de 3,3 %, pour atteindre 84 TWh. En 2015, on estime qu'elle atteindra 97 TWh. **L'énergie nucléaire produit dans ce pays plus d'électricité que tout autre source (26 % du total).** La Finlande compte 4 réacteurs nucléaires en exploitation d'une capacité de production totale de 2.656 MWe. Leur mise en exploitation commerciale est intervenue entre 1977 et 1982.

**A la suite de la demande d'autorisation de construction d'un 5ème réacteur nucléaire déposée en novembre 2000 par l'électricien Teollisuuden Voima Oy (TVO), le gouvernement finlandais a pris une position favorable sur le principe de cette construction le 17 janvier 2002.** Cette autorisation, confirmée par le parlement le 24 mai 2002 par 107 voix pour et 92 voix contre, est valable 5 ans. Ces décisions étaient attendues par le secteur énergétique finlandais depuis une trentaine d'années puisque le projet de 5ème tranche était contenu dans le plan de construction des capacités nucléaires du début des années 1970. En octobre 2002, TVO a lancé un appel d'offres. Celui-ci prévoit la construction d'un réacteur à eau pressurisée ou à eau bouillante d'une capacité comprise entre 1.000 et 1.600 MWe, pour un coût compris entre 1,7 et 2,5 milliards d'euros. La construction devrait débuter en 2005, pour une mise en service à l'horizon 2010. **Comme nous le verrons plus loin, l'îlot nucléaire sera construit par FRAMATOME-ANP.**

## *L'Italie, la Suède, l'Allemagne, la Belgique : une sortie hésitante du nucléaire*

De 1982 à 1990, **l'Italie** a fermé 4 réacteurs et décidé de sortir du nucléaire. Mais **l'opportunité d'un recours à cette énergie pour diversifier le bouquet énergétique italien fait débat.** Les électriciens italiens, pour leur part, envisagent sérieusement une participation dans des centrales construites à l'étranger.

Plus de 20 ans après le referendum de 1980 décidant l'arrêt du nucléaire, la **Suède** a fermé un premier réacteur en novembre 1999. **L'arrêt d'une seconde tranche, prévu initialement en 2001, a été repoussé.** Le nucléaire représente 47 % de la production totale d'électricité et la fermeture des 10 autres réacteurs n'est pas encore programmée.

Plus récemment (1998), **l'Allemagne** a décidé de sortir progressivement du nucléaire. La durée de vie des réacteurs a été limitée à 32 ans, soit l'arrêt total de la production électronucléaire en 2020 (elle constitue actuellement environ 30 % de la production d'électricité de ce pays).

**En Belgique**, la nouvelle loi adoptée en janvier 2003 prévoit une durée d'exploitation des 7 réacteurs à 40 ans, ce qui signifie un arrêt progressif entre 2015 et 2025. **Cette loi fait néanmoins l'objet d'un nouveau débat public depuis le changement de gouvernement.**

### 2.2.4 La Fédération de Russie et les Pays de l'est : un parc relativement jeune

**La Fédération de Russie et l'Europe orientale** représentent aujourd'hui près de 13 % de la capacité nucléaire installée dans le monde, soit une capacité de 45 GWe répartie entre 67 réacteurs. Si la première production d'électricité à partir d'une centrale nucléaire est très ancienne (1954), **la plupart des centrales aujourd'hui en activité dans ces pays ont été construites pendant la période soviétique à partir de 1973.** De nombreuses mises en service ayant eu lieu dans les années 1990, le parc y est jeune (15 ans d'âge moyen).

En 2001, la Fédération de Russie à coupler un nouveau réacteur au réseau : Rostov 1. Elle a ainsi porté à 30 le nombre de réacteurs installés sur son territoire, totalisant une puissance de 20,8 GWe. En outre, 3 réacteurs de 1.000 MWe sont en cours d'achèvement : Kalinine 3, Koursk 5, dont 70 % des travaux sont réalisés, et Volgodonsk 2, qui pourrait être mis en service en 2005, voire 2006. En 2003, l'électricité d'origine nucléaire a représenté 16,5 % de la production totale d'électricité russe, avec 148,6 TWh (en hausse de 5 % par rapport à 2002). Pour la partie européenne du pays, qui concentre la majorité des centrales, cette proportion s'élève à 40 %.

Les centrales de conception soviétique, modernisées, continue à contribuer à l'approvisionnement électrique des pays de l'ancien bloc soviétique. Au 1er octobre 2004, le nucléaire assurait 31 % de la production d'électricité de la République tchèque, 40 % en Slovénie, 57 % en Slovaquie, 33 % en Hongrie, 9 % en Roumanie, 80 % en Lituanie et 38 % en Bulgarie.

### 2.2.5 L'Amérique latine et l'Afrique

**On compte en Amérique latine 6 réacteurs en service :** 2 en Argentine, 2 au Brésil et 2 au Mexique. Si un seul nouveau réacteur est officiellement en construction (en Argentine), des études préliminaires à l'achèvement d'une 3ème unité sont actuellement menées au Brésil.

**La République d'Afrique du sud est le seul pays africain doté de réacteurs en exploitation.** ESKOM, l'exploitant de 2 réacteurs REP de 900 MWe, à Koeberg, est également à la tête d'un consortium international travaillant à la mise au point du Pebble bed modular reactor (PBMR). Le concept de PBMR est fondé sur de petits réacteurs (100 MWe) de conception modulaire qui peuvent être construits assez rapidement, exploités et complétés pour réaliser des centrales nucléaires de différentes tailles, en fonction des besoins.

# 3 LES PRINCIPAUX ACTEURS BOURGUIGNONS DONT L'ACTIVITE EST LIEE AU NUCLEAIRE

## 3.1 FRAMATOME-ANP (SAINT-MARCEL) : LE PRINCIPAL DONNEUR D'ORDRE[2]

### 3.1.1 Le groupe AREVA : 70.000 employés dans le monde

**FRAMATOME-ANP appartient au groupe AREVA.** Dans son périmètre actuel, AREVA est la réunion de 5 sociétés principales : AREVA T&D, COGEMA, FCI, FRAMATOME-ANP, et TECHNICATOME. **Ce groupe emploie dans le monde 70.000 personnes.**

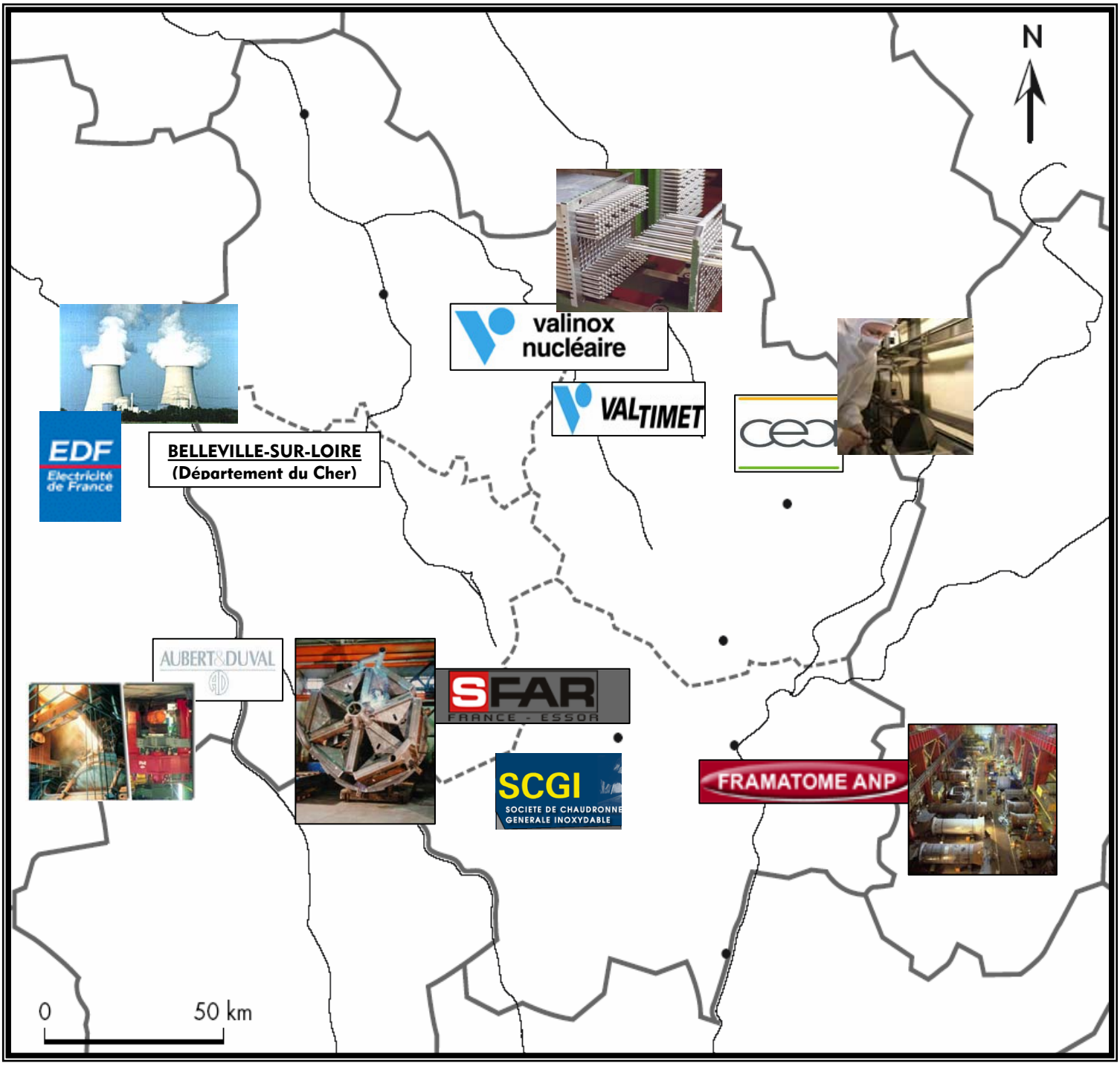
Le groupe FRAMATOME-ANP correspond au regroupement des activités nucléaires de FRAMATOME et de SIEMENS. Cette société se divise en plusieurs pôles :

- un pôle amont, qui rassemble l'ensemble des métiers du nucléaire situés en amont de la production d'électricité :
  - recherche, extraction et concentration du minerai d'uranium,
  - conversion du minerai d'uranium en hexafluorure d'uranium,
  - enrichissement de l'hexafluorure d'uranium,
  - fabrication du combustible nucléaire ;
- un pôle réacteur et service : réacteur, équipement, service nucléaire ;
- un pôle aval couvrant les activités de traitement et de recyclage des combustibles usés après leur utilisation dans les centrales nucléaires ;
- un pôle transmission, qui fournit des produits, des systèmes et des services pour la transmission et la distribution d'électricité ;
- un pôle recherche et développement ;
- et un pôle connectique, assuré par la société FCI.

### 3.1.2 Le cœur de métier de l'usine de Saint-Marcel : les éléments du circuit primaire des centrales nucléaires

Le premier atelier de FRAMATOME à Chalon-sur-Saône a été construit en 1972. Il abrite aujourd'hui le Centre d'expérimentation et de validation des techniques d'intervention sur chaudières nucléaires à eau pressurisée (CETIC), qui est un groupement d'intérêt économique (GIE) EDF(50 %)-FRAMATOME-ANP(50 %) dédié aux entraînements sur maquettes.

[2] Auditions de Jean-Pierre DURSKY (directeur), Jean-Paul BRUNEL et Roger CHEVALIER, 28 septembre 2004.




**Localisation des principaux acteurs du nucléaire en Bourgogne[3]**

[3] A la fin de cette troisième partie figure une série de tableaux offrant un panorama plus complet -bien que non-exhaustif- des entreprises sous-traitantes du nucléaire.

En 1973, a été élevé un atelier réservé à la fabrication des cuves de réacteur (on y fabrique aujourd'hui des tunneliers).

En 1975, a été construit à Saint-Marcel un atelier pour la fabrication des composants lourds : cuve de réacteur, générateur de vapeur (le générateur de vapeur reçoit l'eau chaude du circuit primaire -dans des tubes en forme de U- ce qui permet de chauffer l'eau du circuit secondaire et de la transformer en vapeur), pressuriseur (un pressuriseur permet de contrôler la pression du circuit primaire d'un réacteur à eau pressurisée).

**Le rassemblement de toutes les fabrications nucléaires à Saint-Marcel s'est opéré en 1986.** Ce site dispose d'un accès à la Méditerranée via la Saône et le Rhône grâce au port fluvial sud (GIE Chambre de commerce et d'industrie de Chalon-sur-Saône (35 %)-FRAMATOME-ANP (65 %)).

**Le cœur de métier de FRAMATOME est la fabrication des éléments du circuit primaire des centrales nucléaires :** cuve, générateur de vapeur, pompe et pressuriseur. A Saint-Marcel ont été réalisés 427 éléments de grandes dimensions, dont 65 destinés à l'export (283 générateurs de vapeur, 68 pressuriseurs et 76 cuves).

**L'usine de Saint-Marcel compte actuellement 613 employés. Ce chiffre est à mettre en perspective avec celui du début des années 1980 : 1.800 personnes travaillaient alors sur ce site. Les effectifs ont ensuite chuté à 400 salariés.** La question de la survie de l'établissement s'est alors posée. Un programme d'embauche a cependant été lancé il y a 2 ans. Il a déjà porté sur 158 personnes.

**FRAMATOME-ANP fait en outre travailler un grand nombre de sous-traitants régionaux :** citons, entre autres, la SCGI (voir paragraphe 3.4), SFARSTEEL (voir paragraphe 3.3)… Pour ces entreprises, il s'agit d'emplois directement liés au nucléaire. Elle fait également appel à d'autres sociétés, pour les opérations de maintenance, de nettoyage. La sous-traitance pure a été multipliée par 10 depuis 2 ans. Sans le forgé, qui représente un élément très important, **son marché de sous-traitance s'est élevé à 5,5 millions d'euros en 2003.** Il atteignait déjà 7 millions d'euros au moment de l'audition (22 septembre 2004).

### 3.1.3 Les marchés de FRAMATOME-ANP : les composants de remplacement, le marché chinois et l'EPR

**Ces chiffres montrent que l'usine de Saint-Marcel sort d'une longue période de crise.** La dernière centrale neuve livrée date de 1998 (Chine). **FRAMATOME doit sa survie à EDF qui, poussé par les autorités de sécurité, a décidé d'opérer le remplacement des couvercles de cuves.** Cette décision faisait suite à l'identification de problèmes de corrosion sous contrainte de l'inconel 600 (il s'agit d'un alliage contenant du nickel). La cuve des générateurs de vapeur étant aussi revêtue de cet alliage, un programme de remplacement de ces éléments a également été mis en œuvre. Le site de Saint-Marcel a vécu sur ce marché jusqu'à l'année 2000. Depuis cette date, FRAMATOME-ANP s'est positionnée sur le marché nord-américain. Comme les Américains ont obtenu l'autorisation de prolonger la durée de vie de leur centrale, l'entretien de celles-ci n'est plus préventif, mais curatif. Leurs besoins en composants de remplacement sont donc urgents, d'autant plus que Westinghouse ne possède plus d'usine (Westinghouse ne travaille plus que sur l'engineering).

**En plus des marchés des composants de remplacement, FRAMATOME-ANP a signé le 18 décembre 2003 avec l'électricien finlandais TVO un contrat pour la fourniture d'un réacteur EPR** dont la mise en service commerciale est prévue à l'horizon 2010. Aux termes de ce contrat, FRAMATOME fournira l'îlot nucléaire, le premier cœur du réacteur, une partie des travaux en génie civil, des bâtiments connexes tels que le bâtiment d'accès et celui des effluents, ainsi qu'un simulateur EPR. Par ailleurs, compte tenu des coopérations fructueuses déjà engagées avec la Chine, FRAMATOME est bien positionné pour répondre aux demandes et appels d'offres de ce pays. Enfin, **suite à la décision d'EDF de lancer un réacteur tête de série EPR, FRAMATOME devrait fournir à la compagnie nationale la chaudière nucléaire.** De même que pour l'EPR finlandais, la majeure partie des composants de cet élément sera produite dans les usines de Saint-Marcel et de Jeumont (Nord). **Il convient toutefois de noter que la cuve de ce nouveau réacteur nécessite la réalisation d'un lingot de 500 t qu'un seul forgeron au monde est actuellement capable de fabriquer. Celui-ci se trouve au Japon.**

### 3.1.4 Quelques problématiques : un avenir encore difficile à prévoir, des savoir-faire humains menacés de disparaître

Si les dernières années ont été marquées par la décision de construire de nouvelles tranches, des incertitudes demeurent. **Le marché chinois représente un énorme potentiel, toutefois il est probable que ce pays fabriquera lui-même l'essentiel de ses installations.** Il existe donc à court terme une bulle de croissance très forte, mais celle-ci peut s'atténuer dans les prochaines années.

D'autre part, **l'usine de Saint-Marcel est en fin de cycle, au sens générationnel.** La plupart de ses collaborateurs ont en effet été embauchés dans les années 1970. Si rien n'est fait pour transmettre leurs savoir-faire, l'usine disparaîtra naturellement avec le départ de ses employés. La direction de FRAMATOME cherche donc à mettre à profit l'embellie pour préparer l'avenir, en réalisant d'importants investissements, néanmoins elle rencontre des difficultés à trouver des personnels ouvriers compétents. D'autant plus qu'il est difficile d'orienter les jeunes vers les métiers du nucléaire.

## 3.2 VALINOX-NUCLEAIRE (MONTBARD)[4] : UN LOURD PASSE

### 3.2.1 Les marchés : les tubes pour environnement nucléaire

**VALINOX-Nucléaire est une filiale à 100 % du groupe VALLOUREC, leader mondial du tube sans soudure.** Son chiffre d'affaires est de 20 millions d'euros. Elle a fait l'objet d'un plan social en 1999 : son effectif est alors passé de 260 à 90 employés. Comme pour FRAMATOME-ANP, le marché des composants de remplacement a permis de charger *a minima* ses capacités de production entre 2000 et 2003. **L'entreprise emploie aujourd'hui 160 personnes,** dont 60 % sont en CDD ou intérimaires.

[4] Auditions de Samuel LECERF (directeur), Gilles DIANE, Gérard KOTTMANN et Guy ROUSSELET, 23 juin 2004.

**VALINOX-Nucléaire fabrique des tubes pour générateur de vapeur.** Ces tubes, en alliage de nickel doivent assurer un service sans faille pendant 30 à 50 ans. Parmi les principaux marchés de VALINOX, on retiendra :

- la France, avec la rénovation de 5 unités pour la période 2006-2010 et la construction d'un réacteur EPR (horizon 2008-2010) ;
- les Etats-Unis, avec la rénovation d'une cinquantaine de centrales nucléaires ;
- la Chine (30 à 36 centrales à construire entre 2005 et 2020) et l'Inde (une vingtaine de projets à un horizon un peu plus lointain).

**La demande va s'accélérer à partir de 2006, avec le démarrage des projets chinois et la demande de remplacement américaine.** Il est difficile de se projeter au-delà de cet horizon, toutefois il est probable que le vrai retour de la demande se situera en 2015, avec le remplacement des centrales françaises et la réalisation de la deuxième phase du marché chinois.

La société VALLINOX-Nucléaire compte seulement 2 concurrentes dans le monde : SANDVIK en Suède, qui adopte des pratiques commerciales très agressives, et SUMITOMO au Japon, plus tourné vers la satisfaction des besoins de ses clients domestiques.

### 3.2.2 Quelques problématiques : une situation financière difficile, des retards de maintenance pénalisants

**La situation financière de VALINOX-Nucléaire est difficile en raison d'un lourd passé.** Le chiffre d'affaires est erratique, le résultat net négatif. VALINOX a dû accepter des commandes à perte (notamment en raison de spécifications de plus en plus sévères). La commande réalisée pour les Etats-Unis (projet Watts Bar) impose de réduire le critère d'inspectabilité appelé « bruit de fond » (contrôle non destructif par courant de Foucault), ce qui contraint à réduire drastiquement les cadences de production. Toutefois, elle a permis à l'entreprise de mieux connaître ses outils. Fin 2003, l'endettement de l'entreprise était de 15,2 millions d'euros. Il atteindra à la fin de 2004 environ 17 millions d'euros. Une augmentation de capital était programmée pour novembre 2004 par VALLOUREC (6,5 millions d'euros).

**Compte tenu de ces difficultés, VALINOX doit combler son retard de maintenance.** A l'époque du plan social, les dépenses ont été réduites dans tous les secteurs. Seuls des investissements concernant la sécurité ont été réalisés entre 2000 et 2003. Aujourd'hui, l'entreprise se trouve pénalisée par des problèmes techniques.

## 3.3 SFARSTEEL (LE CREUSOT-MONTCHANIN)[5] : UN GROUPE INTEGRE

### 3.3.1 SFARSTEEL : un savoir-faire historique lié au développement du programme nucléaire français

**Le groupe SFARSTEEL appartient à France-Essor, qui possède également Polimiroir et Claircom. Il est la réunion de plusieurs sociétés :**

- SFAR (150 employés), basée à Montchanin, spécialisée dans la construction de très grosses pièces mécaniques ;
- CIVAD (50 employés), dont l'activité est liée à la chaudronnerie lourde et à la mécano-soudure ;
- Creusot-Forge (50 employés), dédiée au forgeage,
- Creusot-Mécanique, qui se consacre à l'usinage de pièces de très grandes dimensions.

Très dépendant de ses sources d'approvisionnement, la société SFARSTEEL est en outre actionnaire à hauteur de 25 % de l'aciérie Creusot-Métal (220 employés), les 75 % restants étant détenus par INDUSTEEL, du groupe ARCELOR. Il convient de noter que SFARSTEEL a réalisé d'importants investissements (4,5 millions d'euros, partagés avec INDUSTEEL) puisque vient d'être inauguré à Creusot-Métal un portique de 150 t (un second portique développant les mêmes capacités sera installé au mois de mars 2005).

Elle investit également dans de nouvelles techniques de soudage et est étroitement liée au Centre de recherche des matériaux du Creusot (CRMC). L'ensemble constitué par ces sociétés représente un groupe de 50 millions d'euros de chiffres d'affaires, employant 350 personnes.

**L'idée stratégique du groupe est l'intégration verticale de ses activités,** depuis le bureau d'études et la production d'acier au montage, en passant par la fonderie, la forge, l'usinage, la chaudronnerie et la mécano-soudure. Cette politique d'intégration existe au Japon depuis déjà une vingtaine d'années. La synergie des activités de SFARSTEEL est rendue possible par la proximité géographique des différents sites (la distance maximale entre 2 sites est de 9 km).

**SFARSTEEL se positionne sur plusieurs marchés : le nucléaire (qui représente 50 % de son chiffre d'affaires),** la pétrochimie (20 %), la cimenterie (10 %), les techniques offshore, les énergies classiques, la sidérurgie (ces 2 derniers secteurs étant en net recul).

Dans le cadre des programmes de renouvellement et de construction de centrales nucléaires, le groupe SFARSTEEL produit des viroles (supérieures, coniques et basses) de générateur de vapeur, des plaques tubulaires de générateur de vapeur, des dômes et fonds de générateur de vapeur, des cuves de réacteurs nucléaires, des rotors de turbines nucléaires, des conteneurs de déchets radioactifs (les conteneurs les plus importants offrent un volume de stockage de 12 $m^3$ et pèsent environ 110 t). L'un des principaux atouts de SFARSTEEL dans ce secteur réside dans son savoir-faire historique lié au développement de tout le programme nucléaire français. Toujours dans ce domaine, SFARSTEEL fournit aussi la Marine nationale en pièces de

[5] Auditions de David GUILLON (PDG) et Jean-Marie CHAUDRONNIER, 7 septembre 2004.

raccordement et en pièces de cuves de réacteur pour les sous-marins à propulsion nucléaire ou lanceurs d'engins.

### 3.3.2 Les métiers de SFARSTEEL : la construction de grosses pièces mécaniques

La fonderie devait être arrêtée par ARCELOR il y a 3 ans. Le groupe SFARSTEEL s'est employé à la restaurer, car elle est très complémentaire d'un point de vue industriel et commercial avec le forgeage. Les capacités de SFARSTEEL en la matière lui permettent de traiter 2 marchés ayant des besoins dans de fortes dimensions : l'hydraulique et la cimenterie. Sur ces marchés, ses principaux concurrents sont polonais, roumains, ce qui pose un problème de compétitivité pour les produits bas de gamme.

L'aciérie, quant à elle, produit et commercialise des lingots destinés à la fabrication de tôles en aciers spéciaux, de pièces moulées et de pièces de forge. Elle propose un large éventail d'aciers allant du fer pur à des nuances très fortement alliées, ainsi qu'une large gamme de lingots :

- les lingots traditionnels (de 4 à 190 t),
- les lingots creux (de 30 à 250 t),
- les lingots coulés sous vide (de 76 à 190 t).

Les installations de la forge comprennent 2 presses hydrauliques : 11.300 t (à 3 cylindres et 2 colonnes) et 7.500 t (à 4 colonnes), des moyens de levage importants, des fours. La forge produit des pièces étirées pleines (rotors, bouts d'arbres, cylindres, plaques, blocs), des pièces étirées creuses (viroles, tubulures), des pièces bigornées (viroles), des pièces écrasées (disques de rotors, de réacteurs, de générateur de vapeur), des pièces formées (calottes, fonds, tubulures). Notons que pour la grosse forge, il ne reste plus, dans le monde, que 3 forgerons actifs. Cependant, de nouveaux concurrents risquent d'apparaître, notamment en Chine.

Enfin, SFARSTEEL est un acteur majeur sur le plan européen pour l'usinage de moyennes et grandes dimensions. Il possède 55 machines-outils (tours verticaux, tours horizontaux, aléseuses, fraiseuses…).

### 3.3.3 Quelques problématiques : une localisation géographique handicapante, des moyens de production vieillissants

**La localisation géographique du Creusot -position continentale, éloignée des lieux d'expédition- est le principal frein au développement des activités du groupe SFARSTEEL.** Ses concurrents japonais sont tous implantés sur le littoral.

**Nous avons noté les efforts de modernisation entrepris au cours de l'année 2004 par SFARSTEEL (Creusot-Métal). Toutefois, ces investissements relèvent plus de la modernisation que du développement des capacités de production. Certains équipements demeurent obsolètes. Les machines de la forge, par exemple, ont toutes entre 20 et 25 ans d'âge.** Pour faire face à la reprise du marché, SFARSTEEL a besoin d'un levier financier. « Il y a

l'espoir d'atteindre l'oasis, mais avec des moyens dépassés »[6]. La capacité de SFARSTEEL est limitée à la fabrication de lingots de 250 t, ce qui pose le problème de la concurrence du Japon pour la réalisation de l'EPR, pour lequel des lingots de 500 t sont nécessaires.

## 3.4 LA SOCIETE DE CHAUDRONNERIE GENERALE INOXYDABLE (LE BREUIL)[7] : L'EXEMPLE D'UN SOUS-TRAITANT

### 3.4.1 La SCGI : présentation générale

La Société de chaudronnerie générale et inoxydable (SCGI) a été créée en 1973. D'abord installée à Montchanin, elle était alors spécialisée dans la fabrication de matériel inox pour grandes cuisines et abattoirs. **L'orientation des fabrications vers le nucléaire s'est faite au cours de la période 1976-1982.** L'achat de l'usine actuelle (5.200 $m^2$), implantée au Breuil, date de 1982. Ce nouvel atelier permet de traiter des commandes plus importantes.

En parallèle, a été créé un département laser : découpe et soudure laser 3 D. Les installations de la SCGI permettent de souder des pièces d'une longueur de 15 m sur des matériaux variés : acier inoxydable, inconel, titane, plastique, bois etc...

La SCGI se consacre à mettre en forme les métaux pour la réalisation de produits de haute technicité pour la chimie, l'aéronautique, l'énergie (réalisation de connecteur électrique), le ferroviaire (chapeau d'essieu), le nucléaire (séparateur à chicanes pour générateur de vapeur).

La société SCGI est un sous-traitant de différents donneurs d'ordre : ALSTOM, CEGELEC, COGEMA, FRAMATOME-ANP, General Electric Westinghouse (filière énergie), EADS (filière aéronautique)… Son principal donneur d'ordres est FRAMATOME-ANP.

**La SCGI compte aujourd'hui 21 employés,** dont 1 chef d'atelier chaudronnerie, 1 chef d'atelier laser. La société ne possède pas de bureau d'études : elle travaille sur des plans clients. Elle n'emploie pas non plus de commerciaux, même si l'expérience a été conduite il y a quelques années.

### 3.4.2 Quelques problématiques : investissements et quotas

**Dégager des marges pour investir n'est pas le principal problème de la SCGI. La question est de savoir dans quoi investir.** Une bonne gestion technique et financière voudrait qu'elle remplace ou remette à niveau certaines machines de son atelier laser, mais aucune innovation majeure n'a été réalisée ces dernières années.

Par ailleurs, comme de nombreux sous-traitants, **la SCGI voit le montant des commandes que lui attribue son principal donneur d'ordres limité à un certain pourcentage de son chiffre d'affaires. Ce principe de quotas, s'il permet d'éviter qu'une société soit exclusivement dépendante d'une grande entreprise, restreint la croissance de son activité.**

---

[6] Auditions de David GUILLON (PDG) et Jean-Marie CHAUDRONNIER, 7 septembre 2004.
[7] Auditions de René DUVERNE (PDG) et Laurent DUVERNE, 26 août 2004.

## 3.5 LE COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE (VALDUC)[8] : UN ACTEUR MAJEUR EN MATIERE DE RECHERCHE ET D'INNOVATION

### 3.5.1 Le CEA : présentation générale

Le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) comprend 4 grands pôles opérationnels :

- la recherche : sciences de la matière, sciences du vivant, sciences du climat ;
- le nucléaire : réacteurs nucléaires, cycle du combustible, gestion des déchets ;
- la défense nationale : armes nucléaires, propulsion nucléaire, matières, surveillance des traités ;
- la recherche technologique.

**A travers la diversité de ses programmes, il ambitionne de devenir le premier organisme européen de recherche technologique et de garantir la pérennité de la dissuasion nucléaire.** Pour y parvenir, il possède un certain nombre d'atouts : une culture croisée ingénieurs-chercheurs, propice aux synergies entre recherche fondamentale et innovation technologique ; des installations exceptionnelles ; enfin, une réelle implication dans le tissu industriel et économique. Implanté sur 9 centres répartis dans toute la France, le CEA bénéficie de fait d'une forte insertion régionale et de solides partenariats avec les autres organismes de recherche, collectivités locales et universités. Par ailleurs, afin de favoriser le transfert des connaissances, il accorde une importance particulière à l'enseignement et à l'information du public. Reconnu comme un expert dans ses domaines de compétences, le CEA est pleinement inséré dans l'espace européen de la recherche et exerce une présence croissante au niveau international.

**CHIFFRES CLES DU CEA**

- 15.024 salariés
- 2,7 milliards d'euros de budget
- 1.689 brevets déposés ou en vigueur
- 1.300 contrats signés avec l'industrie
- 83 nouvelles entreprises créées depuis 1984 dans le secteur des hautes technologies
- 9 centres de recherche

La Direction des applications militaires (DAM) constitue le pôle défense du CEA. Elle conçoit, fabrique, maintient en condition opérationnelle, puis démantèle les têtes nucléaires qui équipent les forces océaniques et aéroportées.

Le pôle défense nationale doit être en mesure de garantir au président de la République la sûreté et la fiabilité des têtes nucléaires qu'il met à la dispositions des armées. Après l'arrêt

[8] Auditions de Jean-François SORNEIN (directeur), Francis BERNARD, Claude FARYS, Patrick HARCOUET, Bernard MAILLOT, Philippe NAUDY, Jean-Claude PONS et Catherine TREIMANY, 8 novembre 2004.

définitif des essais nucléaires, cette garantie est apportée par la simulation numérique. C'est l'objectif du programme « Simulation ».

La DAM est également responsable de l'approvisionnement en matières nucléaires pour les besoins de la défense, et ceci dans le respect de la décision d'arrêter la production de matières fissiles destinées aux armes et de démanteler les usines de production associées.

Elle est aussi chargée de la conception et de l'entretien des réacteurs nucléaires assurant la propulsion des bâtiments de la Marine nationale (sous-marins et porte-avions).

Enfin, elle « contribue, pour les instances nationales et internationales, à la surveillance du respect du traité d'interdiction des essais nucléaires et à la lutte contre la prolifération nucléaire et le terrorisme[9] ».

**La DAM compte à présent 4.500 collaborateurs répartis sur 4 sites : DAM-Ile de France, le Centre d'études scientifiques et techniques d'Aquitaine (CESTA), le centre Le Ripault, près de Tours, et de le centre de Valduc.**

### 3.5.2 Le centre CEA de Valduc : missions et implications régionales

#### *Les missions du centre CEA de Valduc : un maillon essentiel de la défense nationale*

**Depuis 1957, le centre du CEA de Valduc constitue un maillon essentiel de la mission de défense nationale** consistant à garantir la force de dissuasion de notre pays. Pôle de compétences pour les matériaux nucléaires, ce centre a 3 missions principales.

1. Les recherches amont sur les matériaux nucléaires et sur les objets d'expérimentation nécessaires au programme « Simulation ». Ces recherches comprennent notamment : les études de vieillissement des matériaux nucléaires, le développement et l'évaluation des matériaux et des technologies des charges nucléaires du futur, la physique expérimentale pour l'étude du comportement des matériaux sous sollicitations extrêmes. Elles se nourrissent de résultats de travaux théoriques et expérimentaux et font appel aux technologies les plus avancées et à l'ingénierie la plus moderne dans des domaines de compétences variés.

2. La réalisation et le maintien en condition opérationnelle des composants nucléaires des armes de la force de dissuasion, ainsi que le démantèlement d'armes retirées du service. Pour cela, le centre de Valduc maîtrise un ensemble de technologies avancées : usinage d'ultra-précision et micro-usinage, mise en forme des matériaux par fonderie ou déformation plastique…

3. La gestion des matériaux nucléaires liés à ses activités. Cette mission comprend en particulier le recyclage des matières nucléaires issues des armes retirées du service. Des études physico-chimiques sont menées afin d'optimiser le recyclage des matériaux nucléaires

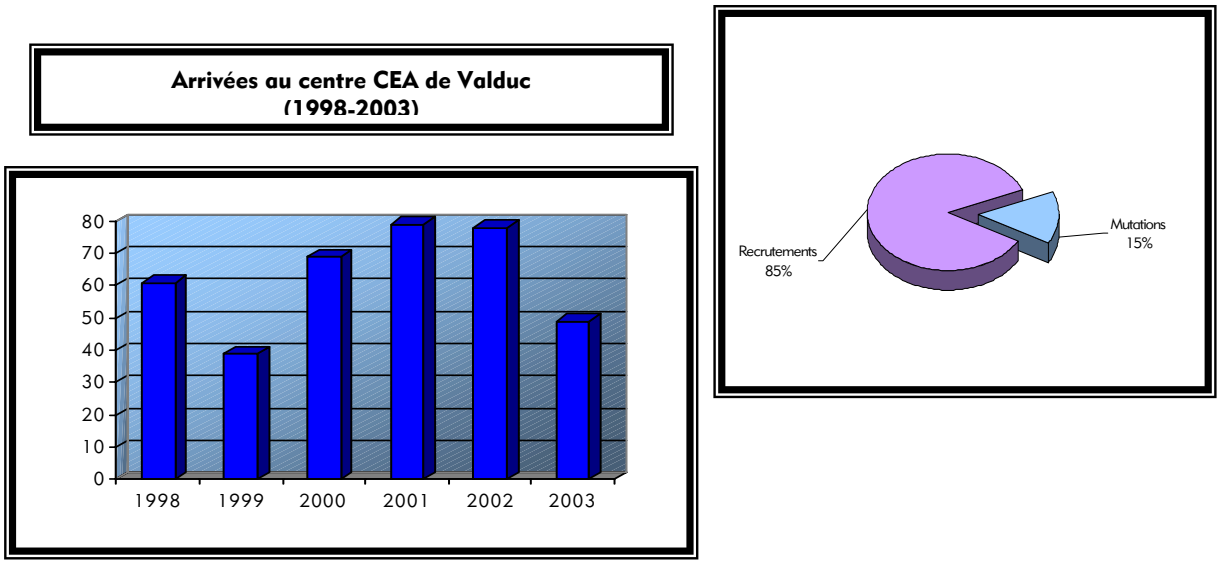
[9] Source : www.cea.fr.

provenant des anciennes armes. Pour la gestion des déchets associés à ses activités, le centre a développé de nouveaux procédés de traitement et de conditionnement.

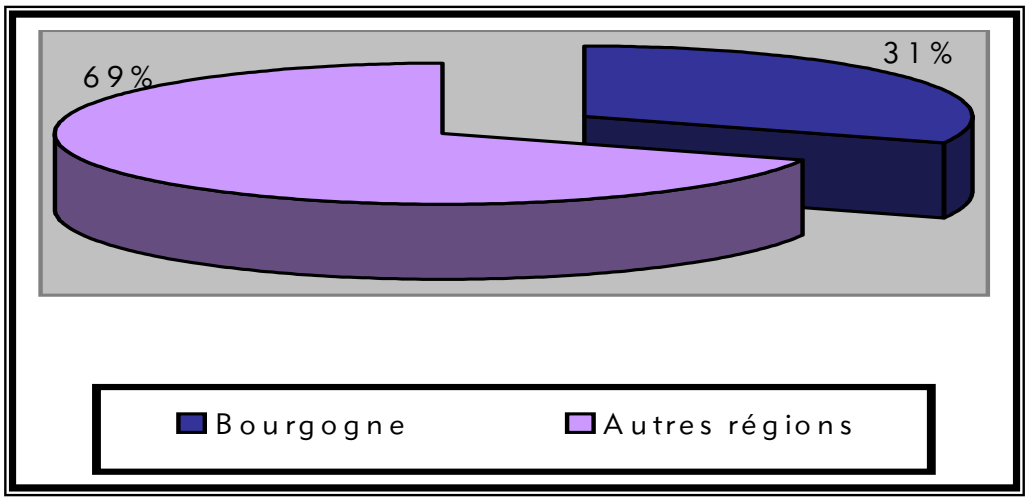
Au delà de ses missions premières**, le centre s'implique dans un ensemble de relations avec la région, que ce soit sur un plan scientifique et technique, économique ou encore social.** Ainsi le CEA de Valduc publie-t-il et diffuse-t-il régulièrement des informations auprès de pouvoirs publics locaux, par l'intermédiaire de la Structure d'échange et d'information sur Valduc (SEIVA).

## *Le centre CEA de Valduc : poids économique régional*

**Le CEA de Valduc compte aujourd'hui environ 1.000 employés** (ce chiffre est à mettre en rapport avec les 11.324 habitants du canton d'Is-sur-Tille). L'effectif du centre a été considérablement renouvelé au cours des 6 dernières années, avec 375 arrivées (sous forme de mutations ou de recrutements) :



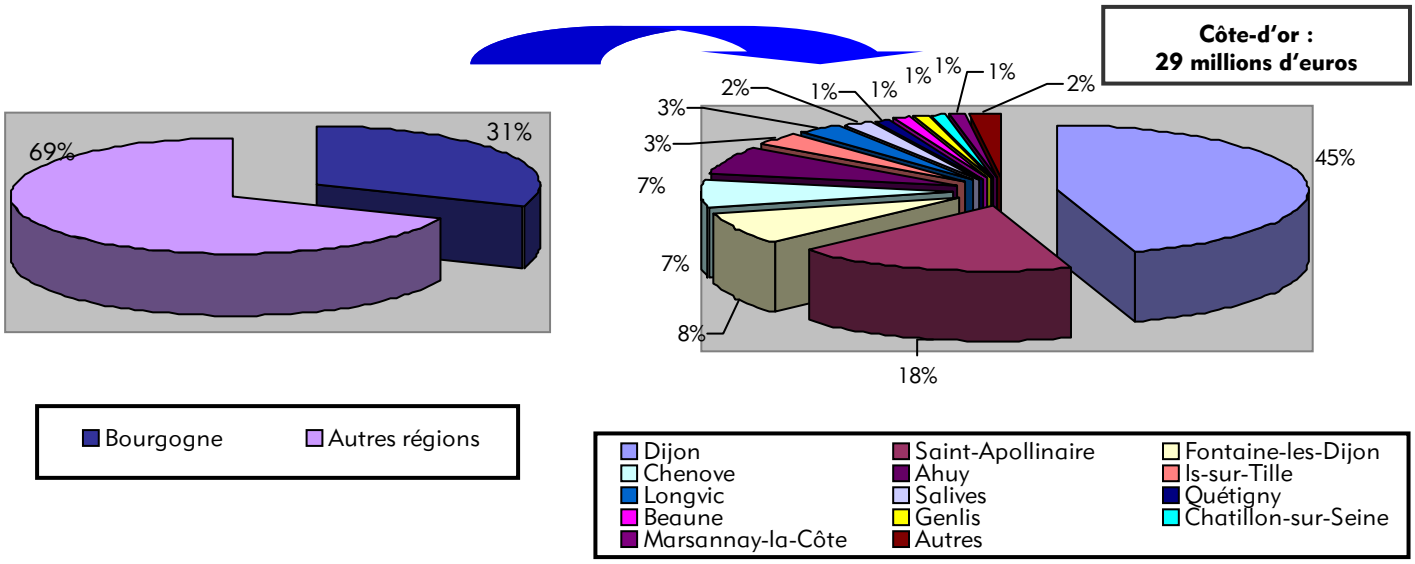

Ces arrivées concernent tous les niveaux :




**Niveau de recrutement au centre CEA de Valduc (1998-2003)**
(Source : www.cea.fr)

**Aux 1.000 employés proprement dits du centre, il convient d'ajouter un nombre important d'intervenants extérieurs :** environ 400 salariés d'entreprises travaillent quotidiennement sur le site de Valduc pour des activités de logistique, de maintenance, d'exploitation, de rénovation, et pour des travaux de construction. A titre d'exemple, près d'une centaines de personnes travaillent sur le chantier de construction d'un nouveau magasin de stockage.

**Outre l'emploi, le poids du centre de Valduc dans l'économie locale est particulièrement important.** Plus de 30 % de son budget (environ 95 millions d'euros) sont directement réinvestis auprès de fournisseurs bourguignons (209 en 2003).




**Répartition des dépenses externes du centre CEA de Valduc (2003)**
(Source : www.cea.fr)

**Le centre de Valduc a également noué des relations étroites avec les milieux de l'enseignement et de la recherche.** Des accords cadres avec l'Université de Bourgogne et l'Université de Franche-Comté formalisent le développement de programmes de recherche communs et l'intensification des coopérations déjà existantes : enseignements conjoints, accueil de stagiaires ou d'étudiants préparant une thèse de doctorat. Le rôle important du CEA de Valduc dans le domaine de la recherche s'exprime en particulier au sein de la Fédération de recherches 2604 « Caractérisation de la matière », qui rassemble, outre le CEA, l'université de Bourgogne et le Centre national de la recherche scientifique (CNRS). Cette structure, soutenue financièrement par le Conseil régional de Bourgogne (financement des thèses, investissements d'équipements scientifiques) regroupe 130 scientifiques universitaires et 80 personnels CEA (20 équivalents temps plein).

## 3.6 LE CENTRE D'EXPERIMENTATION ET DE VALIDATION DES TECHNIQUES D'INTERVENTION SUR CHAUDIERES NUCLEAIRES A EAU PRESSURISEE (CHALON-SUR-SAONE)[10] : UN EXEMPLE DES ACTIVITES DE MAINTENANCE

Le CETIC, groupement d'intérêt économique EDF(50 %)-FRAMATOME-ANP(50 %), est un centre rassemblant l'ensemble des matériels de l'îlot nucléaire sous la forme de maquettes à l'échelle 1 (ou 1/2). Il emploie 20 personnes, dont 8 formateurs.

### 3.6.1 Les missions du CETIC : l'amélioration de la sûreté nucléaire

**Le CETIC vise à l'amélioration de la sûreté nucléaire et de la sécurité des interventions, à la diminution de la dosimétrie -collective et individuelle- des interventions et au renforcement de la disponibilité du parc nucléaire.** Il met ses installations à la disposition des entreprises pour mettre au point des méthodes d'interventions et d'outillages appropriées aux problèmes rencontrés sur le parc ; pour qualifier des méthodes et des outillages de maintenance ; pour assurer l'entraînement d'équipes avant intervention sur site ; pour anticiper des innovations (méthodes et outillages) justifiées par la maîtrise d'aléas potentiels ; pour assurer la formation, la qualification des opérateurs de centrale dans le domaine de la manutention du combustible.

Pour assurer ses différentes missions, le CETIC dispose d'un ensemble unique de matériels :

- une piscine de bâtiment réacteur à l'échelle 1 ;
- un couvercle 1.300 MW, des internes de cuve inférieurs et supérieurs réels ;
- un couvercle 1.300 MW ;
- un pressuriseur 900 MW ;
- une maquette de générateur de vapeur 900 MW ;
- des maquettes à l'échelle 1/2 de générateur de vapeur 900 MW, 1.300 MW et 1.400 MW ;
- des maquettes des autres principaux matériels du circuit primaire.

### 3.6.2 Evolution de l'activité du CETIC : primauté de la formation

L'activité du CETIC a progressé en 2004 de 20 %, atteignant 43.200 heures, pour un chiffre d'affaires de l'ordre de 2 millions d'euros (en augmentation de 6 % par rapport à 2003). **L'évolution depuis 1997 montre une nette orientation vers la formation, au détriment de la maintenance.**

[10] Audition de Pierre RENARD (directeur), 28 octobre 2004.

| SOCIETE | LOCALISATION GEOGRAPHIQUE | GROUPE | PRINCIPAUX DONNEURS D'ORDRES | ACTIVITES |
|---|---|---|---|---|
| ABC | CHAMPFORGEUIL | GIE HORUS | EDF<br>FRAMATOME-ANP | Analyses<br>Essais et inspections techniques |
| ABEMAC | MACON | | | Chaudronnerie |
| Aciérie du Val de Saône | AUXONNE | ALSTOM | | Fonderie<br>Usinage |
| ACRODUR | LONGVIC | SOBORE | COGEMA<br>ALSTOM | Nickelage chimique |
| ADT | LOUHANS | | ALSTOM<br>FRAMATOME-ANP | Usinage |
| ALFRA SAS | SENS | | VALLOUREC | Mécanique de précision |
| AMR | CHAGNY | | ALSTOM<br>FRAMATOME-ANP | Usinage<br>Mécano-soudure |
| ASCOT | CHALON-SUR-SAONE | | EDF<br>FRAMATOME-ANP | Inspections techniques |
| ATS-Ingénierie | LE CREUSOT | | ALSTOM<br>FRAMATOME-ANP | Ingénierie<br>Etudes techniques |

**Quelques entreprises bourguignonnes liées à l'énergie nucléaire**

| SOCIETE | LOCALISATION GEOGRAPHIQUE | GROUPE | PRINCIPAUX DONNEURS D'ORDRES | ACTIVITES |
|---|---|---|---|---|
| BEAT | CHALON-SUR-SAONE | | FRAMATOME-ANP | Mécanique<br>Machines spéciales<br>Outillages<br>Chaudronnerie |
| BEMECA | CHATENOY-LE-ROYAL | | FRAMATOME-ANP | Mécanique de précision |
| BMI | CHALON-SUR-SAONE | | FRAMATOME-ANP<br>VALLOUREC | Chaudronnerie |
| Bourgogne affûtage industriel | CHALON-SUR-SAONE | | FRAMATOME-ANP | Affûtage |
| Câblerie et corderie de Bourgogne | GUERIGNY<br><br>DIJON | | EDF<br><br>EDF<br>VALLOUREC | Mécanique générale<br>Usinage de précision<br><br>Fabrication d'équipements de levage et de manutention |
| CAT mutualiste de Montbard | MONTBARD | GIE Ateliers de Bourgogne | VALLOUREC | Soudure par point |
| Centre interrégional de métrologie | AUXERRE | | EDF<br>CEA<br>VALLOUREC | Etalonnage dimensionnel |
| CETIB DEXIS | CRISSEY | DESCOURS ET CABAUD | FRAMATOME-ANP | Négoce technique |
| Société nouvelle des établissements CITA | LAMARCHE-SUR-SAONE | | FRAMATOME-ANP<br>ALSTOM | Chaudronnerie<br>Tuyauterie |

| SOCIETE | LOCALISATION GEOGRAPHIQUE | GROUPE | PRINCIPAUX DONNEURS D'ORDRES | ACTIVITES |
|---|---|---|---|---|
| Clément Gérard | SAINT-SERNIN-DU-BOIS | | FRAMATOME-ANP | Chaudronnerie |
| CMG | LE CREUSOT | | ARCELOR<br>ALSTOM<br>INDUSTEEL | Tournage<br>Soudage |
| CODIME | DIJON | | CEA | Travaux d'installation électrique |
| ERAT-Industrie | CHATENOY-LE-ROYAL | | FRAMATOME-ANP | Chaudronnerie<br>Maintenance industrielle |
| ERI | CHALON-SUR-SAONE | | FRAMATOME-ANP | Etudes et réalisation d'outillages |
| EROFIL 71 | SAINT-BERAIN-SOUS-SANVIGNES | | USINOR<br>INDUSTEEL<br>FRAMATOME-ANP | Mécanique générale |
| ERTCM-Industrie | EPINAC | ERTCM-Holding | ALSTOM<br>FRAMATOME-ANP | Chaudronnerie |
| Fonderie Mathieu | CHAMPFORGEUIL | | ALSTOM<br>FRAMATOME-ANP | Fonderie |
| GOMES | NEVERS | | TECPHY | Tuyauterie |
| GRILLOT | MIGENNES | | | Chaudronnerie |
| INGENIA-Facilitateur | ECUISSES | Groupe INGENIA-Facilitateur | CEA | Ingénierie<br>Bureaux d'études |

| SOCIETE | LOCALISATION GEOGRAPHIQUE | GROUPE | PRINCIPAUX DONNEURS D'ORDRES | ACTIVITES |
|---|---|---|---|---|
| JTS | NEVERS | | VALLOUREC | Traitement de surface |
| LAFFITE-Affûtage | LE CREUSOT | | USINOR<br>INDUSTEEL<br>FRAMATOME-ANP | Affûtage |
| LASERTEC | ARCEAU | | CEA | Traitement et revêtement des métaux |
| LESNE SA | CUISERY | | FRAMATOME-ANP | Chaudronnerie |
| MCM SA | VENAREY-LES-LAUMES | | VALLOUREC | Mécanique générale |
| MECA-Services | CRISSEY | | FRAMATOME-ANP | Mécanique générale |
| MICRO 2000 | ETANG-SUR-ARROUX | | ALSTOM<br>FRAMATOME-ANP | Mécanique générale |
| MGM | MONTBARD | | VALLOUREC | Mécanique générale |
| MIS | MONTCHANIN | | USINOR<br>INDUSTEEL<br>FRAMATOME-ANP | Services annexes à la production |
| MODELAGE | SAINT-AMBREUIL | | USINOR<br>INDUSTEEL | Fabrication de moules et modèles |
| NFM-Technologies | LE CREUSOT | | CEA | Mécanique générale |
| ORBANDAL-Découpage | CRISSEY | | FRAMATOME-ANP | Découpage<br>Emboutissage |

| SOCIETE | LOCALISATION GEOGRAPHIQUE | GROUPE | PRINCIPAUX DONNEURS D'ORDRES | ACTIVITES |
|---|---|---|---|---|
| OREFI | DIJON | | VALLOUREC | Fourniture de matériels industriels |
| OSS | JOIGNY | | | Tôlerie industrielle |
| Patouret-Dubois et fils | AVALLON | | ALSTOM<br>VALLOUREC | Matériaux d'isolation |
| PEI | CHALON-SUR-SAONE | Holding Lagoutte | FRAMATOME-ANP | Fabrication de machines |
| PRO-ETRA | MARSANNAY-LA-COTE | | FRAMATOME-ANP | Sérigraphie |
| RELIA | CHAMPFORGEUIL | | FRAMATOME-ANP | Informatique industrielle |
| SADLER SA | TONNERRE | | VALLOUREC | Maintenance industrielle |
| SCGI | LE BREUIL | | FRAMATOME-ANP | Chaudronnerie |
| SEVA | SAINT-FLORENTIN | | VALLOUREC | Ingénierie<br>Bureau d'études |
| SFAR | MONTCHANIN | Groupe France-Essor | ALSTOM<br>FRAMATOME-ANP<br>COGEMA | Mécanique générale |
| SNE | MONTCEAU-LES-MINES | | GOGEMA | Fabrication de filtres pour centrales nucléaires |
| SOBORE-Industries | GEMEAUX | | VALLOUREC | Traitement et revêtement des métaux |

| SOCIETE | LOCALISATION GEOGRAPHIQUE | GROUPE | PRINCIPAUX DONNEURS D'ORDRES | ACTIVITES |
|---|---|---|---|---|
| Société des établissement Raoul Monnot | BEAUNE | | FRAMATOME-ANP | Mécanique générale |
| SEI-Bourgogne | CRISSEY | Groupe CERIC | ALSTOM<br>FRAMATOME-ANP | Ingénierie<br>Bureau d'études |
| SOPEMI | LAMARCHE-SUR-SAONE | Groupe CITA | EDF<br>ALSTOM<br>FRAMATOME-ANP | Traitement et revêtement des métaux |
| STIM | CRISSEY | | FRAMATOME-ANP | Chaudronnerie-tuyauterie |
| TOURSOR | VERON | | FRAMATOME-ANP | Fabrication de ressorts |

# 4 LES PROBLEMATIQUES

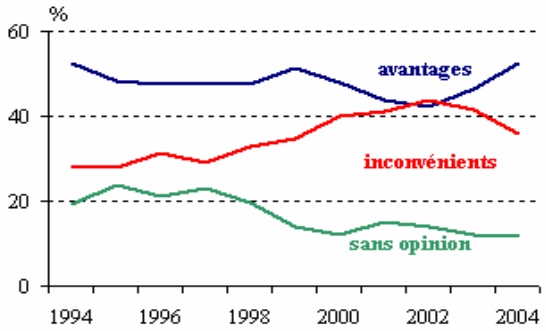
## 4.1 LE NUCLEAIRE : UNE INDUSTRIE DONT L'IMAGE EST ENCORE MAL PERÇUE

*Il est plus difficile de désagréger un préjugé qu'un atome.*
**Albert EINSTEIN**

**Depuis une quinzaine d'années -c'est à dire à peu près depuis la catastrophe de Tchernobyl- l'image de marque de l'industrie nucléaire, mais aussi celle de toutes les agences qui sont chargées de son contrôle, s'est progressivement altérée dans la plupart des pays développés.** La pression de groupes militants anti-nucléaires bien organisés en est sans doute la principale cause, mais il n'est pas certain qu'elle soit la seule. Ces derniers ont su en effet s'attirer la sympathie des médias presque partout, tandis qu'en contraste, la plupart des acteurs industriels ou gouvernementaux, placés sur la défensive, ont affronté les difficultés de communication sans grands succès[11].

**Méconnue du public, l'industrie du nucléaire constitue pourtant un domaine d'excellence de l'économie française.** Ainsi, en dehors des aspects industriels liés à l'énergie, seuls traités dans ce rapport, les techniques de pointe spécifiques au nucléaire permettent des progrès considérables dans des domaines comme l'agroalimentaire (avec la conservation des aliments par ionisation), ou la microélectronique. En particulier, l'utilisation des radioéléments dans le domaine de la santé est reconnue comme une aide précieuse au dépistage, au traitement et au suivi des pathologies majeures. La médecine nucléaire est une discipline d'imagerie qui se distingue par le fait que les images sont obtenues après injection d'une faible dose de

[11] Il convient cependant de nuancer ce propos et de noter que depuis 2002 se confirme peu à peu un retournement de l'opinion publique en faveur du nucléaire. L'indépendance énergétique de la France redevient un objectif prioritaire et, en conséquence, le choix du nucléaire pour produire les trois quarts de l'électricité en France rencontre une majorité de partisans. Ainsi, pour la première fois depuis 1999, les partisans du nucléaire sont majoritaires dans la population française. En effet, à la question : « Selon vous, le choix du nucléaire pour produire les trois quarts de l'électricité en France présente-t-il plutôt des avantages ou plutôt des inconvénients ? », 52 % des personnes interrogées trouvent désormais plutôt des avantages à l'option nucléaire, 36 % des inconvénients ; 12 % des personnes sont indécises.




**Variation de l'opinion publique à l'égard du nucléaire**
(Source : www.industrie.gouv.fr)

radioactivité chez le patient, ces images permettant l'analyse fonctionnelle et métabolique des organes. D'autre part, la radiothérapie par rayonnements ionisants (cobalt 60, iridium 192) est la seconde arme contre le cancer après la chirurgie. Enfin, la radio-immunologie est une technique très répandue d'analyses médicales *in vitro*, qui permet de doser hormones et marqueurs tumoraux dans le sang grâce à la sensibilité de mesure du traceur iode 125. Toutes ces techniques sont utilisées dans des centres hospitaliers, anti-cancéreux et des laboratoires agréés. Le nucléaire est en conséquence un catalyseur technique et scientifique.

## 4.2 L'INDUSTRIE BOURGUIGNONNE LIEE AU NUCLEAIRE : UNE « SILICON VALLEY » A L'IMAGE PROFONDEMENT DECALEE, UN MANQUE PREJUDICIABLE DE SYNERGIE ENTRE LES ACTEURS

**Plusieurs bassins industriels bourguignons traînent une image singulièrement datée, qui n'est plus en rapport avec les technologies de pointe qu'ils ont développées -ou qu'ils sont en train de développer.** Ce constat s'applique particulièrement au bassin du Creusot, lequel véhicule encore une image fortement marquée par les traumatismes engendrés par la faillite du groupe Creusot-Loire. Il concerne également le bassin de Montbard. Ainsi, lors de leur audition, les responsables de VALINOX-Nucléaire nous ont confié[12] : « Nous nous interrogeons sur l'attractivité déclinante de Montbard : perte de 16 lits en médecine... Nous militons pour le maintien de la desserte par TGV de la gare de Montbard, car il semble que le projet de TGV Rhin-Rhône privilégie un arrêt 10 km avant cette ville ». **Ces images décalées pénalisent l'attractivité des industries implantées sur ces territoires.**

**Les auditions menées par la commission n° 2 du Conseil économique et social de Bourgogne ont montré l'existence de certains liens entre les donneurs d'ordre et leurs fournisseurs. Pourtant, elles ont aussi permis de montrer l'absence de réelle synergie entre eux.** Le Conseil économique et social comprend et respecte la volonté des entreprises de préserver leur autonomie, toutefois, compte tenu du contexte de plus en plus concurrentiel et de l'internationalisation des marchés, étant donné surtout l'importante problématique soulevée par les ressources humaines, il paraît indispensable que les acteurs se fédèrent, notamment pour offrir plus de visibilité -donc d'attractivité- et pour échanger leurs savoir-faire.

## 4.3 L'OUTIL DE PRODUCTION : UNE RELATIVE OBSOLESCENCE TECHNIQUE QUI PENALISE LA COMPETITIVITE DES ENTREPRISES ET POSE LE PROBLEME DE LA SECURITE

**Le paysage de l'industrie nucléaire s'est profondément modifié depuis les années 1980.** L'internationalisation du marché fait que les stratégies des acteurs sont de plus en plus dissociées des enjeux nationaux[13]. Les fournisseurs sont contraints de fusionner. Par exemple, les fabricants de robinets pour les circuits d'eau se sont regroupés et il n'en demeure plus qu'un seul en France. On voit coexister les grands acteurs avec des PME, qui sont des marchés de

[12] Auditions de Samuel LECERF (directeur), Gilles DIANE, Gérard KOTTMANN et Guy ROUSSELET, 23 juin 2004.
[13] Auditions de David GUILLON (PDG) et Jean-Marie CHAUDRONNIER, 7 septembre 2004.

« niche ». Ces dernières ont une durée de vie faible, leur savoir-faire d'un moment est rapidement dépassé par les grands groupes[14].

**Le marasme qui a frappé l'industrie nucléaire française en général, et bourguignonne en particulier, n'a évidemment pas permis aux entreprises -à l'exception de FRAMATOME-ANP- d'investir dans la modernisation de leur outil de production, d'où leur difficulté aujourd'hui à s'adapter à ces évolutions.** Ainsi, VALINOX-Nucléaire ne dispose-t-elle plus de machines suffisamment performantes et est-elle fortement handicapée par rapport à ces concurrents, SANDVIK et SUMITOMO. Nous avons vu aussi que les machines de la forge du groupe SFARSTEEL ont toutes entre 20 et 25 ans d'âge, ce qui limite sa capacité de production à la fabrication de lingots de 250 t. Or, selon la volonté du client finlandais de FRAMATOME-ANP -TVO souhaite un forgé présentant un minimum de soudures pour réduire le plus possible les opérations de contrôle- le design de la cuve du nouveau réacteur EPR nécessite la réalisation de lingots de 500 t. La fabrication de cet élément se trouve donc délocalisée au Japon.

**Pour conclure, il convient de souligner que la fragilité de ces entreprises ne se pose pas seulement en termes économiques, mais également en termes de risques.** La fermeture d'une entreprise comme VALINOX-Nucléaire aurait des conséquences majeures pour l'entretien du parc nucléaire français. Le marché ne compte plus que 3 fournisseurs, dont les carnets de commandes sont pleins jusqu'en 2010. Cela pose un problème pour la sécurité car il n'est pas possible de réparer un composant dégradé[15].

## 4.4 LES RESSOURCES HUMAINES : UNE PYRAMIDE DES AGES PREOCCUPANTE, DES FILIERES DE FORMATION DE MOINS EN MOINS ATTRACTIVES POUR LES JEUNES

Les entreprises travaillant pour le nucléaire connaissent actuellement une explosion de leurs carnets de commandes. **Cette activité soudaine est évidemment la bienvenue, mais elle pose des problèmes sur le plan des ressources humaines, car elle génère un besoin très important de personnels qualifiés, or nombre d'entreprises ont des personnels qui ont été embauchés dans les années 1970.** Ces entreprises arrivent par conséquent en fin de cycle. Si rien n'est fait pour transmettre les savoir-faire, la pérennité des activités industrielles sera fortement compromise. Il y a urgence, car certains postes nécessitent plusieurs années de formation (5 années sont requises pour un soudeur[16]).

**Pour expliquer en partie ces difficultés, la désaffection des jeunes pour les filières scientifiques et techniques a souvent été avancée au cours des auditions.** « Il est difficile d'orienter les jeunes vers les métiers du nucléaire », observait l'un des intervenants[17]. David GUILLON, PDG du groupe SFARSTEEL notait pour sa part, non sans humour[18] : « Notre filière n'est pas très « sexy ! » Même si les salaires sont élevés, les jeunes préfèrent s'orienter vers les activités tertiaires ».

---

[14] Audition de David EMOND (Chef de division), 7 juillet 2004.
[15] *Idem*.
[16] Auditions de David GUILLON (PDG) et Jean-Marie CHAUDRONNIER, 7 septembre 2004.
[17] Auditions de Jean-Pierre DURSKY (directeur), Jean-Paul BRUNEL et Roger CHEVALIER, 28 septembre 2004.
[18] Auditions de David GUILLON (PDG) et Jean-Marie CHAUDRONNIER, 7 septembre 2004.

Jean-Luc GISLCON, directeur de l'IUT du Creusot, remarquait de la même façon[19] : « Force est de constater que ces professions (du nucléaire) attirent de moins en moins. On essaie de communiquer afin de montrer que la mécanique peut être propre, nette. Lorsque nous allons à la rencontre des jeunes en lycée, nous ne nous contentons pas de communiquer sur les formations, mais aussi sur les débouchés. Malgré tout, les jeunes préfèrent s'orienter vers les services ». Même discours de la part de Tony MONTESSIN, directeur de l'IUT de Chalon-sur-Saône[20] : « Il faut aussi souligner le manque grandissant d'intérêt des jeunes pour les métiers de l'industrie ».

**Ce désintérêt concerne aussi les formations les plus qualifiantes.** Ainsi, Jean-François SORNEIN, directeur du centre CEA de Valduc, remarquait-il lui aussi[21] : « On observe un effondrement du flux d'étudiants dans les filières scientifiques. Nous sommes pourtant prêts à recevoir plus de thésards. Il convient de noter que cette évolution n'est pas propre à la Bourgogne. Nous allons être prochainement confrontés à d'importants problèmes, car de nombreux chercheurs partent en retraite ».

Ce constat n'est pas nouveau. En 2003, le Conseil économique et social de Bourgogne, dans un rapport sur « La recherche publique en Bourgogne », soulignait que « l'ensemble des acteurs de la recherche (Etat, organismes scientifiques, universités, écoles d'ingénieurs…) doivent s'attacher à relever un défi humain. Les jeunes sont en effet moins attirés par les secteurs scientifiques alors que le nombre de recrutement de chercheurs et d'enseignants-chercheurs devrait augmenter dans les années à venir puisque les départs à la retraite seront massifs, notamment dans les EPST. Sachant qu'il faut plus de 10 ans après le baccalauréat pour former un chercheur, le risque d'un déficit dans les métiers scientifiques est probable ».

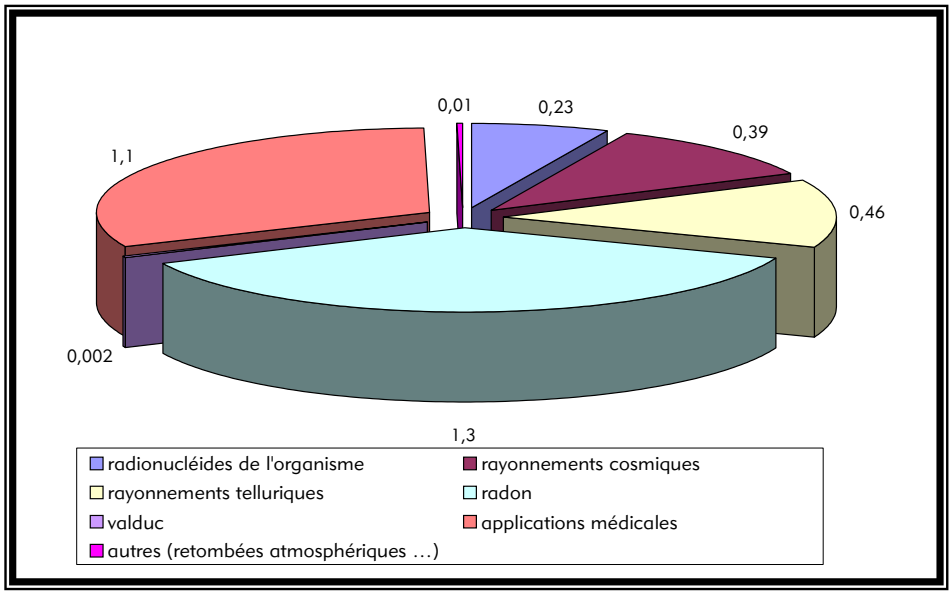
**Ce désintérêt tient à plusieurs raisons. L'image décalée des industries concernées, évoquée ci-dessus, est un frein manifeste à l'orientation des jeunes vers les métiers de la métallurgie.** « Ceux-ci ont une vision de cette filière digne de Zola », notait l'un des intervenants. La commission n° 2 du Conseil économique et social de Bourgogne a pourtant pu constater au cours des visites qu'elle a réalisées sur le terrain que la plupart des postes sont aujourd'hui hautement qualifiés. La faible attractivité de certains bassins, consécutive aux crises passées, contribue de la même manière à détourner les jeunes de ces professions. Dans un département comme la Saône-et-Loire, qui a connu un traumatisme industriel important, les parents ne veulent évidemment pas exposer leurs enfants à vivre les crises qu'ils ont eux-mêmes connues. Enfin, s'agissant de la recherche, la désaffection peut s'expliquer par la difficulté pour un jeune de se consacrer pendant plusieurs années à un travail de fond très spécialisé. Ainsi que l'a relevé le Conseil économique et social de Bourgogne dans son rapport sur « La recherche en Bourgogne », « les étudiants se sentent de plus en plus attirés par des études plus courtes de type BTS, DUT, voire DESS promettant des perspectives professionnelles immédiates ».

**A ces tendances s'ajoutent des difficultés et des problématiques propres à la filière nucléaire. En premier lieu, l'absence de commande jusqu'en 2003 ne lui a pas permis de réagir, d'anticiper.** Conséquence de cette absence de débouchés, certaines formations ont été abandonnées. On peut citer l'exemple de la section « maintenance nucléaire » de l'IUT de Chalon-sur-Saône : en dépit d'une convention avec le CETIC et FRAMATOME-ANP, cet

[19] Audition téléphonique de Jean-Luc GISCLON (directeur), 3 novembre 2004.
[20] Audition téléphonique de Tony MONTESSIN (directeur), 3 novembre 2004.
[21] Auditions de Jean-François SORNEIN (directeur), Francis BERNARD, Claude FARYS, Patrick HARCOUET, Bernard MAILLOT, Philippe NAUDY, Jean-Claude PONS et Catherine TREIMANY, 8 novembre 2004.

établissement a enregistré seulement une dizaine d'embauches au cours des 10 années de fonctionnement de cette spécialité[22].

**Il y a aussi la question de la perception de la sécurité des installations, perception le plus souvent faussée par manque d'information (ou par désinformation).** On rejoint ici le problème de la connaissance de cette industrie par le grand public, déjà évoqué ci-dessus. Pour beaucoup de jeunes, travailler sur un site nucléaire est synonyme de risques. « Il y a des mots qui font peur », notait très justement un conseiller. Il n'est certes pas question de minimiser ici les dangers potentielles du nucléaire, pourtant, les visites que la commission n° 2 du Conseil économique et social de Bourgogne a menées au CEA de Valduc ou au centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Belleville-sur-Loire (département du Cher) montre une application exigeante des pratiques de radioprotection des employés -et des visiteurs- de ces installations. Si l'on prend l'exemple du CEA, on constate une diminution constante des expositions professionnelles, tant pour les doses collectives qu'individuelles, reçues par l'ensemble des salariés CEA et prestataires. La dose moyenne annuelle par travailleur du CEA effectivement exposé est ainsi passée de 2,1 milli-Sieverts (mSv) en 1992 à 1 mSv en 2000. Pour les travailleurs d'entreprises extérieures, la dose moyenne annuelle reçue par chacun est passée de 1,8 mSv en 1992 à 1 mSv en 2000. Ces valeurs sont à rapprocher de la norme européenne qui est, pour les personnes travaillant dans le nucléaire, de 100 mSv sur 5 ans. Pour mémoire, la dose reçue par la population française du fait de la radioactivité naturelle varie de 2 mSv à une dizaine de mSv par an, selon la région et l'altitude[23].




**Impact sanitaire de centre CEA de Valduc**
**comparé aux sources naturelles de rayonnement (en mSV)**
(Source : www.cea.fr)

[22] Audition téléphonique de Tony MONTESSIN (directeur), 3 novembre 2004.
[23] Auditions de Jean-François SORNEIN (directeur), Francis BERNARD, Claude FARYS, Patrick HARCOUET, Bernard MAILLOT, Philippe NAUDY, Jean-Claude PONS et Catherine TREIMANY, 8 novembre 2004.

**Il convient toutefois de noter que, face à ces difficultés, la profession s'organise.** En relation avec les ASSEDIC de Bourgogne, pour parer au plus pressé, elle accompagne le recrutement de personnels non qualifiés qui seront ensuite formés en entreprise[24].

Sur le plan des formations, les professionnels de la métallurgie ont mis en place un certificat de qualification paritaire de la métallurgie (CQPM) de technicien de maintenance en robinetterie nucléaire (le robinetier garantit la qualité de service des vannes, clapets et robinets en menant des opérations d'expertise et de maintenance sur les centrales nucléaires). Cependant, ce certificat, créé il y a quelques années par l'Union des industries et métiers de la métallurgie (UIMM) de Saône-et-Loire et des sous-traitants locaux d'EDF, n'a pas rencontré un grand succès. La filière métallurgique finalise par ailleurs un contrat d'objectif afin de formaliser une filière d'apprentissage au plan régional (ce document devrait voir le jour au début de l'année 2005). Enfin, elle organise des journées de présentation des activités des entreprises dans les collèges.

D'autres initiatives existent : FRAMATOME-ANP nous a signalé avoir mis en place un programme de recrutement en partenariat avec l'ANPE ; des démarches de tutorat-parrainage ont été développées au sein de VALINOX-Nucléaire, afin de transmettre les savoir-faire ; le CEA de Valduc a établi des liens forts avec l'Université, l'ENSAM, l'IUT du Creusot pour attirer davantage les jeunes vers les filières scientifiques et techniques.

La Société française d'énergie nucléaire (SFEN), société savante dont l'objet est de favoriser l'avancement des sciences et techniques nucléaires et des sciences et techniques connexes, en offrant à tous les spécialistes concernés un cadre favorable à l'échange des connaissances, assume également des missions d'information auprès des jeunes : fiches consacrées aux métiers du nucléaire, aides à la rédaction de dossiers, de mémoires, de rapports… (voir à ce sujet le site Internet de la SFEN : www.sfen.org/fr/docu/sos.htm).

Enfin, concernant les risques, le CEA de Valduc communique à travers la Structure d'échange et d'information sur Valduc (SEIVA). Cette association indépendante créée en 1996 (loi de 1901) est une instance de dialogue et de débat regroupant différentes personnalités issues du monde scientifique, politique, associatif et institutionnel : universitaires, maires, présidents du Conseil régional de Bourgogne et du Conseil général de Côte-d'Or, sénateurs, députés, conseillers généraux, représentants d'organismes concernés par la santé, représentants d'associations de défense de l'environnement. La SEIVA a institué 4 commissions thématiques : environnement, économie, analyses et information. Celles-ci ont pour mission d'améliorer les connaissance des impacts sanitaires, environnementaux et économiques des activités du CEA.

**Malgré ces différentes mesures, les problèmes d'attractivité des métiers des industries liées au nucléaire ou de la recherche subsistent.**

[24] Audition d'Isabelle LAUGERETTE (secrétaire général), 18 octobre 2004.

# 5 PRECONISATIONS DU CONSEIL ECONOMIQUE ET SOCIAL DE BOURGOGNE

## STRUCTURER LA FILIERE

Avec près de 7.000 emplois, l'industrie du nucléaire constitue un secteur de pointe de l'économie bourguignonne, toutefois, étant donné le flou généré par la multitude et l'absence de synergie des acteurs qui la composent, il paraît indispensable qu'une initiative soit prise en faveur de la structuration de cette filière encore en germe. Une telle organisation doit faciliter le renforcement de son attractivité par la valorisation et l'échange de ses savoir-faire. Elle doit également permettre, par la lisibilité qu'elle offrira, un meilleur accompagnement financier des entreprises, lequel est indispensable à la nécessaire rénovation d'outils de production vieillissants.

ORGANISER DES « ASSISES DES INDUSTRIES BOURGUIGNONNES LIEES AU NUCLEAIRE »

**Pour amener les acteurs à se rassembler, nous proposons que soient organisées des « Assises des industries bourguignonnes liées au nucléaire ». Coordonnées conjointement par le Conseil régional de Bourgogne et la Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (DRIRE) de Bourgogne,** elles devront rassembler l'ensemble des protagonistes concernés : industriels (donneurs d'ordres et sous-traitants), partenaires sociaux, chercheurs, organismes de formation…

Le nucléaire étant à un tournant important de son histoire -compte tenu des décisions prises en faveur de cette option énergétique par de nombreux pays- **il importe que ces « Assises » se tiennent dès cette année.**

L'animation de ces « Assises » devra être confiée à une personnalité qui sera à même de créer la discussion et de susciter les besoins de coopération et d'organisation de la filière.

Enfin, la synthèse des débats devra revenir à un pool politique qui aura, *in fine*, la maîtrise des décisions.

**Nous pensons fortement que ces « Assises » pourront déboucher sur la création d'un pôle de compétence** qui sera en mesure de résoudre les problématiques auxquelles doivent faire face les entreprises.

DÉVELOPPER DES DEMARCHES DE PARTENARIAT

Le rapport a mis en évidence le nombre important de PME sous-traitantes. **Afin de pérenniser leur activité et faciliter leur développement, il importe qu'une démarche de partenariat soit développée par les donneurs d'ordres, et en particulier par FRAMATOME-ANP.**

## COMMUNIQUER SUR LA FILIERE

Nous avons remarqué que l'image négative que renvoient certains bassins industriels pénalise fortement l'attractivité des entreprises implantées sur ces territoires, et, par voie de conséquence, pèse défavorablement sur l'emploi en détournant les compétences vers d'autres bassins.

Le nucléaire nous paraît pourtant en mesure de rénover l'image d'une région comme celle du Creusot, ainsi que l'a fait, par exemple, le Queen Mary II pour Saint-Nazaire. Mais dans le secteur du nucléaire, plus que dans tout autre domaine, un effort pédagogique est essentiel. Il est nécessaire de faire savoir qu'il ne se limite pas aux seules centrales de production d'électricité. Les techniques de pointe spécifiques au nucléaire permettent des progrès considérables dans des domaines comme l'agroalimentaire ou les nanotechnologies. De la même façon, l'imagerie médicale a largement bénéficié de la découverte de la radioactivité artificielle et des méthodes de détection associées. Les développements du marquage isotopique, de l'instrumentation nucléaire et de l'informatique, ont permis l'émergence et la mise en œuvre de différentes méthodes d'exploration fonctionnelle et atraumatique, aujourd'hui indispensables aux sciences de la cognition ainsi qu'à la clinique humaine, notamment en psychiatrie, neurologie, cardiologie ou oncologie. L'apport des technologies issues du nucléaire a aussi été déterminant pour la biologie structurale. L'utilisation de molécules marquées radioactives associée au développement de techniques physico-chimiques d'analyse permet également l'étude du métabolisme du médicament (pharmacocinétique, métabolisme). On n'en finirait pas de multiplier les exemples des nombreuses applications du nucléaire. Une étude spécifique de ces aspects nous semble d'ailleurs souhaitable.

### COMMUNIQUER SUR LE POLE DE COMPETENCE DU NUCLEAIRE

Synonyme d'excellence, le nucléaire n'est pas antinomique de l'image de la Bourgogne. Nous pensons que l'on peut avoir la même approche pour cette filière industrielle que pour l'aéronautique en région Midi-Pyrénées. **La Région doit par conséquent communiquer sur ce pôle de compétence.**

### CREER UNE PUBLICATION

Dans le domaine de la communication, **il nous paraît intéressant que soit également créé un bulletin d'actualités sur la culture du nucléaire en Bourgogne.** Cette publication, dont le coordonnateur pourrait être le groupe Bourgogne de la SFEN, devra proposer des informations destinées au grand public sur l'activité des entreprises, sur la formation et l'emploi, sur la sécurité…

## ORGANISER ET ADAPTER LA FORMATION ET L'EMPLOI

Certaines formations industrielles disparaissent, faute de débouchés et/ou de candidats. Récemment, l'Université de Bourgogne a décidé de fermer les 2 premières années de licence sciences et techniques de l'IUT du Creusot. Pourtant, dans la décennie qui s'ouvre, les industries bourguignonnes vont être confrontées à un fort besoin de personnels qualifiés, du fait d'une part du départ en retraite d'un grand nombre de leurs employés, d'autre part de la relance notable de leurs activités. Si ce défi humain n'est pas rapidement relevé, c'est l'avenir d'un grand nombre d'entreprises, voire de bassins qui se trouvera compromis.

### RENFORCER AUPRES DES JEUNES L'ATTRACTIVITE DES FILIERES SCIENTIFIQUES, TECHNIQUES ET TECHNOLOGIQUES

**En premier lieu, il faut enrayer le processus de désaffection des jeunes à l'égard des filières scientifiques, techniques et technologiques.** Plutôt que de fermer des sections, un effort doit être accompli par les acteurs de la formation pour expliquer aux jeunes que les formations industrielles qui leur sont à présent proposées sont qualifiantes. Nous ne sommes plus à l'époque Schneider, où les ouvriers étaient « formatés » pour un type de travail particulier. Aujourd'hui, même en cas de difficultés, leur acquis de compétences leur permettra de continuer à travailler.

**Les emplois du nucléaire font appel à des technologies de pointe. Ce sont des métiers de valeur, avec des rémunérations souvent plus élevées que dans d'autres secteurs industriels. Les entreprises se doivent aussi de communiquer sur ces aspects.**

### DEVELOPPER LES PARTENARIATS ENTRE ENTREPRISES ET ORGANISMES DE FORMATION

**Les difficultés économiques n'ont pas altéré les relations entre l'IUT du Creusot et les entreprises :** des ingénieurs viennent délivrer des enseignements au sein de l'IUT, des professionnels participent aux jurys, des transferts de technologies s'opèrent entre ses laboratoires de recherche et les entreprises creusotines. **Ce type de partenariats doit être encouragé et développé.**

### REACTIVER CERTAINES FORMATIONS

L'absence de débouché consécutive à la crise qui a frappé l'industrie nucléaire a entraîné l'abandon de certaines formations. Nous avons déjà cité l'exemple du département « Maintenance nucléaire » de l'IUT de Chalon-sur-Saône. **Le fort regain d'activité de cette filière industrielle -regain d'activité dont nous avons tout lieu de penser qu'il sera durable- doit inciter les organismes de formation à rouvrir ces sections.**

AIDER LES ENTREPRISES A GERER L'EMPLOI

Les problématiques de l'emploi rencontrées par les entreprises que nous avons auditionnées trouvent essentiellement leur origine dans l'incertitude qui a longtemps pesé sur l'avenir de l'industrie nucléaire. **Nous croyons par conséquent indispensable d'aider les entreprises à anticiper les mutations démographiques et à mettre en place une gestion prévisionnelle des emplois et des formations.** A l'image de ce qui est déjà entrepris sur la pyramide des âges en Saône-et-Loire, sur l'axe Creusot-Chalon-sur-Saône, **la Direction régionale du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle (DRTEFP) et les directions départementales (DDTEFP) nous semblent devoir être à l'origine de ce travail de prospective.**

## S'INTERROGER SUR LES BESOINS DE FINANCEMENT

INSCRIRE LES INDUSTRIES BOURGUIGNONNES LIEES AU NUCLEAIRE PARMI LES PRIORITES DU SCHEMA REGIONAL DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE

**Les recommandations qui précèdent doivent évidemment être accompagnées d'un volet financier.** A ce titre, il nous apparaît opportun que la Région inscrive rapidement les industries liées au nucléaire parmi les priorités de son futur schéma régional de développement économique. Des initiatives de soutien à l'investissement, à l'embauche et à la formation professionnelle doivent figurer dans ce schéma. Dans ce cadre, **des prêts à taux bonifiés pourraient être accordés aux entreprises souhaitant moderniser leurs outils de production.**

# 6 UN VŒU EN GUISE DE CONCLUSION

**L'Etat est en train de mettre en place dans les régions françaises son Projet d'action stratégique de l'Etat en région (PASER).** Selon la définition de Monsieur Paul RONCIERE, Préfet de la région Bourgogne, « Le PASER s'inscrit dans la mise en place d'une gestion rénovée de l'action publique qui se veut plus performante, plus efficace, moins coûteuse et plus lisible pour le citoyen et le contribuable ». Ce projet formalise les grandes priorités stratégiques de l'Etat, les objectifs et moyens qu'il se donne, et s'appuie sur le diagnostic du territoire éclairé par l'expertise publique régionale**. Ce diagnostic se révèle très proche de celui que nous avons réalisé dans cette étude pour les industries liées au nucléaire.** Ainsi peut-on lire dans cette feuille de route des services régionaux le diagnostic suivant : « La Bourgogne pourrait ne pas résister aux effets conjugués :

- du choc démographique qui va l'atteindre plus vite et plus fortement que le reste du pays,
- des mutations économiques qui affectent des pans entiers de l'activité : une industrie qui structure plusieurs territoires mais qui connaît de fortes et rapides mutations liées à sa modernisation et à la mondialisation,

…

- de la très faible coopération entre le monde économique, éparpillé entre de nombreuses structures qui s'ignorent ou se combattent, et la sphère publique, elle-même très fragmentée ».

Parmi les grandes priorités de l'Etat en Bourgogne, figure la promotion « des secteurs, des technologies et des activités susceptibles de porter une image forte ». L'Etat a pour cela ciblé 2 pôles d'excellence : l'agroalimentaire et la logistique, et 2 technologies clés : l'image et la caractérisation de la matière.

**Compte tenu du diagnostic que nous venons de dresser de la situation des industries bourguignonnes liées au nucléaire, dont l'impact a une dimension nationale, voire internationale, on peut émettre le vœu que celles-ci soient inscrites parmi les priorités de l'action de l'Etat en Bourgogne, notamment au titre du chapitre 1.1 « activités susceptibles de porter une image forte ».**

**AVIS ADOPTE PAR 55 VOIX POUR, 8 ABSTENTIONS ET 2 CONTRE**

# EXPLICATIONS DE VOTE

**Intervention de Gilles DENOSJEAN**
**au titre de Force Ouvrière**

« Monsieur le Président,
Monsieur le Préfet,
Mesdames, Messieurs les Conseillers,

L'Union régionale CGT-FORCE OUVRIERE avec la Confédération CGT-FO a toujours été favorable à la diversification des sources d'énergies et particulièrement au développement de la filière électronucléaire française.

Concernant l'aspect de la consommation d'énergie sur le plan général, pour l'Union Régionale CGT-FO, l'énergie est un enjeu majeur, tant la vie elle-même et l'exercice des libertés fondamentales sont liées à l'énergie : liberté de se déplacer, d'étudier, d'informer, d'échanger… Tous les objets usuels incorporent de l'énergie. L'avenir de la planète dépend de beaucoup des choix énergétiques qui seront faits. La croissance de la demande en énergie est très importante : + 57 % dans les 20 prochaines années. Pour répondre à ce besoin, il faudrait construire d'ici à 2050 autant de centrales électriques que dans tout le XX$^{ème}$ siècle !

A titre d'exemple, les Etats Unis se trouvent devant une crise énergétique telle qu'ils prévoient de construire un nombre très important de centrales électriques dans les 20 ans à venir. Sachant que 52 % des centrales américaines actuelles fonctionnent au charbon, on imagine le niveau de $CO_2$ qui est rejeté dans l'atmosphère. Cela donne peut-être une explication au fait que les Etats Unis ne ratifient pas le protocole de KYOTO.

Pour l'Union Régionale CGT-FO, il y a donc un enjeu écologique évident qui se pose au regard de l'augmentation prévisible de la consommation d'énergie. Allons nous doubler ou tripler la quantité de gaz divers rejetés dans l'atmosphère, au mépris des changements climatiques que nous provoquerions pour des siècles sur toute la planète, ou allons nous permettre aux pays en voie de développement d'utiliser les ressources fossiles (pétrole, charbon, gaz) qui nécessitent moins d'investissement de départ et posent moins de problèmes géopolitiques ?

Dans ce cadre, il est évident que les pays industrialisés doivent limiter leur consommation d'énergie en général et les ressources fossiles en particulier qui ne sont pas éternelles. Il est nécessaire de rationaliser l'utilisation des énergies d'une part et d'utiliser à plein celles qui polluent le moins d'autre part.

- Développer le nucléaire pour produire une électricité de masse, abondante, bon marché, disponible sur les réseaux en grande quantité, qui ne rejette pas de gaz polluants et dont

tout le cycle est maîtrisé, des mines à la gestion des déchets ultimes en passant par le recyclage des matières énergétiques.

- Mais et aussi les énergies renouvelables, au premier rang desquelles se placent les barrages hydroélectriques qui en France produisent 14 % de l'électricité.

L'énormité des besoins prévus en énergie aiguise les appétits. C'est une des raisons majeures de toute la restructuration du secteur nucléaire français qui s'est opérée et qui a abouti à la création d'une multinationale publique française : AREVA qui va s'ouvrir aux capitaux privés prochainement, ce qui pour nous est regrettable car la notion de rentabilité et de retour sur investissement le plus court possible va diriger la stratégie de d'entreprise au détriment peut- être d'un niveau de sécurité maximum de production et de sécurité des personnels en particulier.

Le groupe AREVA est l'opérateur de l'ensemble de la filière combustible depuis l'amont (mines d'uranium) jusqu'à l'aval (traitement et recyclage) en passant par la fabrication de combustibles, sans oublier la construction de chaudières nucléaires avec la filiale FRAMATOME et ses multiples entreprises qui sont liées à celle-ci, notamment au niveau de la sous-traitance dans notre région Bourgogne.

AREVA est le nom commercial de la Société des participations du CEA (Commissariat à l'Energie Atomique crée en 1945 par le général de Gaulle).

AREVA emploie aujourd'hui 70 000 salariés dans le monde, dont environ 7 000 dans notre région et réalise un chiffre d'affaires de 11 114 milliards d'euros.

La plus grande partie de l'activité AREVA est la métallurgie, avec une activité importante avec FRAMATOME, et la sous-traitance en Saône-et-Loire en particulier comme le confirme le projet d'avis. Egalement une activité très importante au niveau de la métallurgie avec en Côte d'Or le site de MONTBARD spécialisé dans la fabrication de tubes pour les centrales nucléaires. La chimie est également très présente essentiellement dans le groupe avec l'enrichissement de l'uranium, le retraitement et le recyclage.

En fournissant de 75 à 80 % de l'électricité produite en France, la production électronucléaire permet aussi à la France d'éviter l'achat en dollars de millions de barils de pétrole dont les variations de prix sont soumises à des aléas notamment politiques de façon régulière.

Jusqu'à la fin des années 80, l'essentiel de l'uranium consommé était extrait de mines situées sur le territoire national, ainsi que de mines africaines (Niger notamment).

La recherche de coûts toujours plus bas a conduit l'opérateur principal, AREVA/COGEMA, à délocaliser l'extraction d'uranium vers l'Australie et le Canada, où l'uranium est beaucoup plus concentré dans le minerai. Même si AREVA reste l'opérateur de ces mines, cette délocalisation a conduit à la fermeture de toutes les mines françaises.

Des stocks nationaux sont toutefois constitués maintenant grâce au retraitement des combustibles usés des réacteurs éléctronucléaires.

C'est le but du retraitement qui sépare les différentes matières en vue de leur recyclage. 96 % du combustible usé est recyclable, le reste étant conditionné pour être stocké dans l'attente des décisions sur le devenir de ces déchets ultimes et de nouveaux moyens (retraitement poussé, incinération dans des réacteurs spécifiques, transmutation…) sur lesquels travaille le CEA, organisme public de recherche.

Si l'uranium de retraitement, stocké sous forme de nitrate d'uranyle, n'est actuellement pas réinjecté dans la filière de fabrication des combustibles, par contre le plutonium est d'ores et déjà recyclé dans un combustible particulier appelé MOX. Le réacteur de nouvelle génération EPR pourra être chargé à 30 % de combustible MOX, et même à terme à 100 %.

Le MOX peut également servir de débouché au plutonium des bombes atomiques démantelées dans le cadre des accords de désarmement entre les USA et l'ex-URSS. C'est à ce titre que la COGEMA a reçu 140 kg de plutonium américain pour une opération test de recyclage en MOX avant la construction aux USA de fabrication de ce combustible en prévision.

Une des particularités de l'industrie nucléaire est bien sûr le risque qui y est associé (irradiation et contamination). Les travailleurs du nucléaire sont les premiers exposés tout comme la population car en France les implantations de centrales sont toujours proches des zones fortement urbanisées. L'Union nationale des syndicats CGT-FO du secteur du nucléaire se préoccupe depuis l'origine de la maîtrise de ces risques et de la protection des travailleurs, des populations et de l'environnement.

Cependant la principale revendication FORCE OUVRIERE depuis 35 ans reste insatisfaite : c'est la négociation d'une convention nationale couvrant l'ensemble des travailleurs exposés au risque nucléaire.

En dépit de ce risque spécifique, l'industrie nucléaire est l'une des plus sûres du monde occidental. Si l'accident de TCHERNOBYL peut être emblématique des risques et des difficultés dans la maîtrise de cette technologie de production d'énergie, il importe que l'attention pour le niveau de sécurité ne souffre d'aucun relâchement.

Pour FORCE OUVRIERE, l'ouverture du capital d'AREVA à l'actionnariat privé nous fait dire qu'une phase de privatisation de cette entreprise est dans la stratégie gouvernementale.

Pour FO cela veut dire que la stratégie de privatisation va faire passer la notion de rentabilité avant les critères de sécurité de production et donc de protection des salariés et de la population et cela n'est pas acceptable.

Force est de reconnaître que sans cette énergie il n'y a pas de « développement durable » mais alors les conditions de production, de sécurité doivent être absolument maîtrisées sous peine de risque majeur pour nous tous.

Pour l'Union rgionale CGT-FO cette industrie de production d'énergie à base de nucléaire est une véritable chance pour la région Bourgogne au travers de la production d'éléments d'équipements des centrales de production. Cela doit nous permettre de maintenir et de développer un pool de compétence de haute technologie à la pointe de l'innovation et de la recherche dans notre région.

Mais il faut mettre en adéquation tous les facteurs intervenants, la recherche, la formation, l'emploi avec des rémunérations qui attirent notamment les jeunes dans cette filière qui à notre avis doit rester un élément moteur important dans notre région, sur le plan de l'industrie métallurgique lourde et de ses activités annexes.

LE GROUPE CGT-FO VOTERA LE PROJET D'AVIS ».

**Intervention de Jean-Marc ZAMBOTTO**
**au titre de la CFDT**

« Il ne nous apparaît pas judicieux d'entrer dans une polémique sur le nucléaire, je voudrais par contre souligner quelques contradictions et contre-vérités.

- Page 22, il est écrit que l'énergie éolienne entraîne une pollution sonore du voisinage. Or, pour avoir visité une ferme éolienne de 14 aérogénérateurs en Rhénanie Palatinat et à la lecture d'une documentation EDF sur les éoliennes et le bruit, « le bruit d'une éolienne à 500 mètres est équivalent à 35 décibels, soit le bruit d'une conversation à voix basse ».

La loi du 27 février 1996 réglemente les niveaux sonores maximum perceptibles. Pour finir, « les émissions sonores augmentent très peu avec la puissance des éoliennes », cette affirmation est fausse.

- Faut-il se satisfaire que les entreprises utilisent le PARE pour former la main d'œuvre nécessaire ? Même question en ce qui concerne le renforcement de l'apprentissage. En formant des salariés au certificat qualification robinetterie nucléaire, comment prépare-t-on leur reclassement en cas de baisse d'activité ?
- Comme toutes les entreprises, l'industrie nucléaire est confrontée aux incertitudes et à l'imprévisibilité. Mais pourquoi mettre en cause les contraintes réglementaires et politiques (page 19) ? c'est un discours qui fleure bon le libéralisme.

On considère que globalement les conditions de travail et les salaires sont meilleurs dans ces entreprises. Sur quels critères se base-t-on ? Quels CHSCT ont été interrogés ?

Enfin, cet avis s'appuie sur peu de données chiffrées, en particulier en ce qui concerne l'emploi. Le chiffre de 7000 salariés ne s'appuie sur aucun indicateur précis.

Le traitement des déchets nucléaires n'est pas abordé notamment sur le développement des filières professionnelles concernées par cette problématique incontournable de l'industrie nucléaire.

Dernier constat, les investissements dans les projets nucléaires absorbent des financements qui font cruellement défaut aux programmes d'efficacité énergétique, alors que ceux-ci offrent un coût spécifique de réduction des émissions de gaz à effet de serre bien inférieur à celui du nucléaire.

La CFDT s'abstiendra sur cet avis ».

**Intervention de Nelly HOLLINGER**
**à titre personnel**

« Le rapport présenté ce matin est fort intéressant car il apporte beaucoup d'informations sur un sujet sensible, mais je constate qu'il laisse subsister des ambiguïtés.

Je lis page 16 : « notre propos n'est pas de nous prononcer en faveur ou non du nucléaire » et on se félicite de la diversification annoncée pour arriver à 21 % de production d'énergie renouvelable.

Cependant, l'avis s'appuie sur le constat que « le nucléaire connaît une phase de développement soutenu » en considérant ce développement comme un fait objectif, pour demander non seulement de le soutenir mais d'en faire une priorité à travers les entreprises qui y sont liées, dans le cadre du schéma régional de développement économique.

Autre ambiguïté : le nucléaire et l'image de la Bourgogne.

Traditionnellement, cette image est celle d'une région où il fait bon vivre, une région de vignobles, de paysages variés, de lieux de culture, voire de spiritualité. Comment concilier cette image avec celle d'une « Silicon Valley » ?

Une publication à but informatif n'est pas à rejeter, mais faut-il aller jusqu'à parler de « culture du nucléaire » ? Certes, l'industrie a toujours eu sa place en Bourgogne, mais doit-on pour autant faire de l'industrie liée au nucléaire « une vitrine » de la Région ?

Doit-on se réjouir de ce que la conclusion de l'avis suggère : inscrire cette industrie comme « susceptible de porter une image forte » de la Bourgogne ?

D'autre part, le rapport insiste sur plusieurs arguments -que je ne conteste pas- à destination du public :

Sur la perception qu'a celui-ci de la sécurité des installations,
Sur la réduction des émissions de $CO_2$,
Sur l'intérêt des formations qualifiantes et des métiers bien payés,
Sur le rôle important (en particulier du CEA) dans le domaine de la recherche,
Sur les progrès réalisés grâce aux techniques de pointe spécifiques au nucléaire, dans des domaines divers.

Mais, à l'inverse, le rapport n'insiste pas sur les déchets et sur leur prise en charge (avec plus de centrales , encore plus de déchets).

Il n'insiste pas non plus beaucoup sur les usages controversés de l'énergie nucléaire « pour les besoins de la défense » ou « la dissuasion » et la lutte -destinée à nous rassurer- contre la prolifération nucléaire et le terrorisme (ce dernier mot dont la présence ici m'a choquée, d'où ma proposition d'amendement).

Il est également fait état du retournement de l'opinion publique (52 %) en faveur du nucléaire. Or, la question telle qu'elle était posée, suscitait déjà, me semble-t-il, la réponse espérée, la crise du pétrole aidant, puisqu'il s'agissait d'assurer les ¾ de la production de l'électricité en

France. La réponse aurait peut-être été différente s'il avait été question d'installer une centrale nucléaire ou d'enfouir des déchets radioactifs dans l'environnement immédiat des personnes interrogées !

Les Bourguignons sont tranquilles à ce sujet : ils n'ont pas de centrales sur leur territoire ! Les entreprises bourguignonnes en fabriquent les éléments mais « l'assemblage » -si je puis dire- s'effectue ailleurs. Les risques, si risques il y a -et il y en a de temps à autre, même en France- sont pour les autres.

Je voudrais poser en outre une dernière question :

L'uranium, quand il est utilisé dans les réacteurs, est dit enrichi. Or, j'ai entendu parler d'uranium appauvri : de quoi s'agit-il exactement ?

Car, dans diverses sources écrites, j'ai lu que de l'uranium appauvri avait été utilisé dans les bombardements en ex-Yougoslavie, puis dans la guerre du Golfe, et qu'il en restait d'énormes réserves.

Il n'y a pas là de quoi rassurer quand on souhaite pour les habitants de notre région, et d'ailleurs, la paix avant tout et une vie meilleure.

Un proverbe dit : « dans le doute, abstiens-toi ». Je m'abstiendrai donc dans le vote de cet avis ».

**Intervention de Thierry GROSJEAN**
**au titre des associations de protection de la nature**

« Comme tous les documents officiels ou semi-officiels concernant le nucléaire, celui-ci se présente sous un aspect qui voudrait le faire accepter comme une vérité scientifique établie.

Or, il se fonde sur une documentation univoque et des axiomes. La déclaration liminaire de Loyola de PALACIO résume d'ailleurs fort bien cette « nucléaire attitude » qui confond l'information et la propagande. J'avais espéré, notamment après l'excellent avis sur les énergies renouvelables, que le CESR échapperait à ce type de posture idéologique et admettrait au moins de confronter des opinions et de se baser sur des expertises contradictoires.

Pour comprendre les enjeux et perspectives en matière d'emploi pour la bourgogne, tout en prenant en compte d'autres données que les facteurs socio-économiques, il m'apparaît indispensable de rappeler quelques informations qui ont une valeur largement aussi respectable que celles exploitées par cet avis, car défendues elles aussi par des scientifiques et techniciens , mais indépendants du lobby, et par des citoyens, qui n'ont jamais été réellement consultés sur un programme décidé dès l'origine hors de toute légitimité démocratique.

**Poser démocratiquement les bonnes questions**

L'enjeu est de taille et concerne tous les citoyens . Avec le lancement du programme EPR, c'est le renouvellement de la totalité du parc nucléaire français que prépare EDF. Cela engagerait la France jusqu'en 2130, fin de vie théorique de la dernière centrale qui serait construite. Dans ce contexte, trouvez-vous normal que les gouvernements et EDF n'aient pas consulté les citoyens ou les clients ? Que le CESR n'ait pas consulté des experts ou des associations opposées au nucléaire ? Nous posons pour notre part la question : « Plutôt que d'investir une nouvelle fois des milliards d'euros dans le nucléaire, ne préféreriez-vous pas qu'EDF, au titre d'un vrai service public, mette tout en œuvre pour développer une véritable politique de recherche, de développement de l'efficacité énergétique et d'économies d'énergie, de développement des énergies renouvelables, politique créatrice d'emplois ?

Le récent « débat » accompagnant la loi sur l'énergie du 1er juin 2004 a été une mascarade. IL EST POSSIBLE DE SORTIR DU NUCLEAIRE SANS CHANGER NOTRE NIVEAU DE VIE ET EN AMELIORANT L'EMPLOI.

Si le nucléaire représente 75 % de l'électricité produite en France, il représente en fait seulement 15 % de l'énergie consommée et à peine 6 % dans le monde. L'industrie nucléaire consomme elle-même l'équivalent de 4 réacteurs (TRICASTIN fonctionne pour EURODIF), 10 réacteurs fonctionnent pour l'exportation à perte d'électricité, et 10 autres correspondent à la surconsommation imposée par le chauffage électrique. D'après l'Agence internationale de l'énergie, il est possible de réduire de moitié la consommation électrique française sans restreindre le confort. **Il n'y a donc pas besoin de produire autant avec les énergies renouvelables qu'avec le nucléaire** ! Il existe plusieurs scénarios pour sortir du nucléaire, jouant sur des moyens de production efficaces (cogénération) et les énergies de transition (pétrole, gaz, charbon…), les consommations et le gisement d'économies, les énergies renouvelables.

L'EPR EST OBSOLETE, DANGEREUX, INUTILE ET N'EST PAS UNE SOLUTION A L'EFFET DE SERRE : IL TUE L'AVENIR.

L'EPR n'a rien de nouveau : il s'agit d'un vieux projet dont les objectifs de sûreté n'ont pas évolué depuis 1995, c'est sans doute pourquoi il reste couvert par le secret industriel et non soumis à une expertise indépendante. Il est dangereux car présentant les mêmes risques d'accident majeur et, comme les 58 réacteurs en fonctionnement, il n'est pas à l'abri du terrorisme. Il aggrave le problème irrésolu des déchets radioactifs. La part du nucléaire dans la consommation mondiale d'énergie finale, déjà marginale (3 %), va décroître inexorablement. Le nucléaire ne permettra jamais de lutter contre l'effet de serre ni de remplacer le pétrole. 90 % de la hausse des gaz à effet de serre de l'UE sont dus aux transports, c'est dans ce secteur qu'il faut agir prioritairement.

Même les gens favorables au nucléaire reconnaissent que la France n'a pas besoin de construire de nouvelles centrales avant 20 ou 30 ans, car dotée déjà d'un parc surdimensionné et poussant au gaspillage et paupérisant les plus démunis. En fait , ils reconnaissent que la vraie raison de ce programme est de permettre à l'industrie nucléaire de survivre, car menacée par la raréfaction des commandes.

L'EPR représente en réalité un lourd handicap pour l'avenir, en hypothéquant notre progrès énergétique. Il constitue une grave erreur de stratégie industrielle, essentiellement par son impact négatif sur les véritables technologies du futur : économies d'énergie, efficacité énergétique, énergies renouvelables. Ces filières sont innovantes, à forte valeur ajoutée, créatrices d'emplois et constituent des marchés d'avenir. L'EPR est incompatible avec le développement des énergies renouvelables.

**La sortie du nucléaire est une chance pour l'emploi**

Avant d'engager les emplois liés au nucléaire en Bourgogne dans une voie sans issue par une sorte d'acte de foi irréaliste, il serait plus intelligent de se pencher à temps sur la reconversion de cette industrie. Si la sortie du nucléaire était décidée (sur 20 ans, par exemple), il resterait des dizaines d'années de travail spécialisé pour arrêter progressivement les centrales les plus dangereuses (dont BELLEVILLE et DAMPIERRE), sécuriser celles qui en ont besoin (la majorité du parc) et prévoir leur démantèlement. Une BOURGOGNE se tournant résolument vers les technologies de pointe, misant sur les économies d'énergie -principal gisement énergétique de notre pays- et les énergies renouvelables serait autrement plus créatrice d'emplois, tout en comblant le retard accumulé par la France dans ces domaines en libérant des investissements énormes.

**Une image forte pour la Bourgogne ?**

Il est douteux que VALDUC et ses fuites permanentes, la proximité des passoires nucléaires que sont BELLEVILLE ou DAMPIERRE participent à donner une image bénéfique à notre région. Par contre, on aura besoin des compétences des travailleurs de la filière pour assurer la sortie du nucléaire.

L'industrie nucléaire a bien du mal à s'accommoder de la démocratie, bien qu'elle affirme le contraire par sa propagande. Le nucléaire n'est compétitif que parce qu'il ne prend pas en compte son coût réel. Le nucléaire empoisonne la terre par ses déchets, constitue un risque permanent et nourrit la prolifération des armes dans des pays dictatoriaux.

Mais quel nucléocrate osera aujourd'hui avouer : « Nous nous sommes trompés et avons engagé le pays et les citoyens dans une voie sans avenir » ?

Nous attendons de la région qu'elle ne nous engage pas, avec les générations futures, dans ce pari dangereux et sans avenir. Nous attendons d'EDF qu'elle devienne un véritable service public de l'électricité sans nucléaire.

Nous attendons de la Région qu'elle soit pionnière d'une transition maîtrisée pour les salariés de la filière nucléaire.

- GLOBAL CHANCE «  Le réacteur nucléaire EPR : un programme inutile et dangereux
- LE NUCLEAIRE : TABOU ? - sept 2003
- L'IMPOSTURE NUCLEAIRE

Documents disponibles auprès de « SORTIR DU NUCLEAIRE » 9 rue DUMENGE
69317 LYON Cedex 04 - www.sortirdunucleaire.org

- « EOLE ou PLUTON » par A. BONDUELLE - GREENPEACE 2003 - www.greenpeace.fr

**Intervention de Marie de MONJOUR**
**à titre personnel**

« Très intéressée par la présentation de l'avis sur l'industrie nucléaire par mes collègues, je les remercie de leur clarté d'expression.

Je regrette simplement que n'aie pas été mené parallèlement un avis sur les déchets du nucléaire. Cet avis aurait pu aider la décision des conseillers économiques et sociaux dans leur vote.

Pour cette raison, je m'abstiens ».

**Intervention de Renaud ABORD de CHATILLON**
**au titre de la filière bois**

« Nos collègues, en fin d'intervention, ont souhaité que la filière nucléaire soit incluse dans le PASER.

Or, ni les entreprises nucléaires, ni le bois et la filière bois (un tiers de la surface de la Bourgogne, 20 000 emplois, avec la possibilité d'ici 2015 de créer 10 000 emplois supplémentaires si le surcroît de douglas du Morvan était transformé sur place, première forêt régionale certifiée développement durable en France) ne sont mentionnées dans la plaquette PASER qui nous a été distribuée et sur laquelle le Préfet de Région va s'appuyer pour son exposé sur l'action de l'Etat à venir. Pourquoi ? »

**Intervention de Claudine CONTASSOT**
**au titre de la CGT**

« Voilà bientôt 3 ans que la CGT en Saône-et-Loire travaille sur la filière énergie qui prend maintenant une dimension régionale. C'est dire si nous nous félicitons que le CESR se soit saisi de cette question bien que le projet d'avis ne porte que sur un aspect limité mais important de la filière.

Nous ne reviendrons pas sur les enjeux : le projet d'avis les a largement posés et de bonne manière.

De même nous nous garderons bien de situer le débat pour ou contre l'énergie nucléaire. Le projet d'avis le relève : la production d'électricité par le nucléaire est un fait et nombre de pays dans le monde font et vont faire ce choix qui répond d'une part au développement des besoins énergétiques et d'autre part aux exigences environnementales. Et quels que soient les choix de la France pour sa politique énergétique, il importe que les industries bourguignonnes concernées aient tous les atouts en mains pour se développer et développer l'emploi.

Nous nous bornerons à souligner l'importance d'un tel dossier qui peut placer la Bourgogne dans une véritable dynamique de développement. Les raisons en sont doubles :

1°) La Bourgogne dispose d'atouts considérables avec des compétences et des activités industrielles liées à la production d'électricité par le nucléaire. Parce que ces secteurs ont été et sont encore lourdement frappés par la désindustrialisation (c'est le cas au CREUSOT, à MONTBARD, à IMPHY et dans une moindre mesure à CHALON-SUR-SAÔNE), la relance de ces industries peut être une véritable seconde chance pour l'emploi et le développement de ces bassins. Cependant, il convient de relever qu'une des conditions de ce développement renvoie fortement aux nécessaires investissements de capacité dans le groupe SFARSTEEL et plus particulièrement à CREUSOT-MÉTAL.

2°) Par-delà la question du nucléaire, la Bourgogne dispose également d'atouts importants pour être une région pilote dans le domaine de l'exploitation des énergies propres. C'est le cas pour l'utilisation des ressources forestières (la région dispose du 2ème parc forestier national) avec le bois énergie et les techniques de gazéification sur lesquelles travaille le CEA. C'est le cas aussi pour les immenses ressources en charbon du sous-sol de la Nièvre où les techniques de gazéification *in situ* peuvent apporter des réponses au remplacement du pétrole et du gaz naturel dont les ressources s'épuisent.

Pour ces raisons, nous soutenons fortement la proposition du projet d'avis demandant à la Région d'inscrire les industries dont l'activité est liée au nucléaire dans son futur schéma de développement économique. Mais, compte tenu des raisons que nous venons d'évoquer, il nous semble nécessaire d'aller au-delà et que c'est l'ensemble de la filière énergie qu'il convient d'inscrire en perspective.

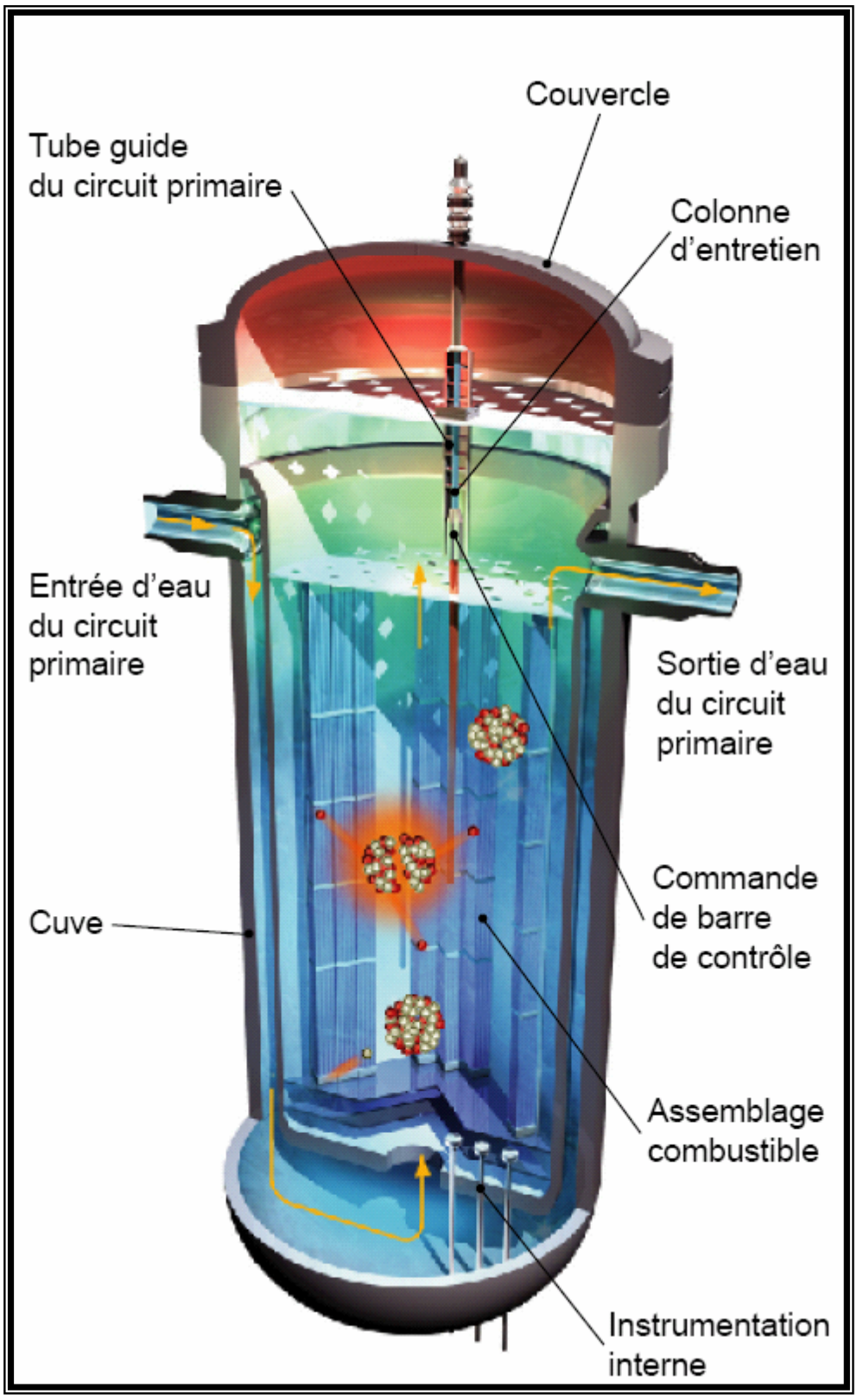
De notre point de vue, le CESR peut largement aider la Région dans cette approche. C'est pourquoi, dans le prolongement des avis que notre assemblée vient de rendre sur les énergies renouvelables et les industries dont les activités sont liées au nucléaire, nous proposons que le CESR travaille sur un avis permettant de relever les possibilités d'exploitations des énergies en Bourgogne (avec notamment le bois, la biomasse et le charbon) en intégrant les possibilités nouvelles qu'apportent les techniques de gazéification permettant d'en faire des énergies propres. Cet avis pourrait également poser les bases de réflexion sur les formations qui devront se mettre en place pour répondre aux besoins d'emplois qui en découleront.

Bien entendu le groupe CGT votera le projet d'avis ».

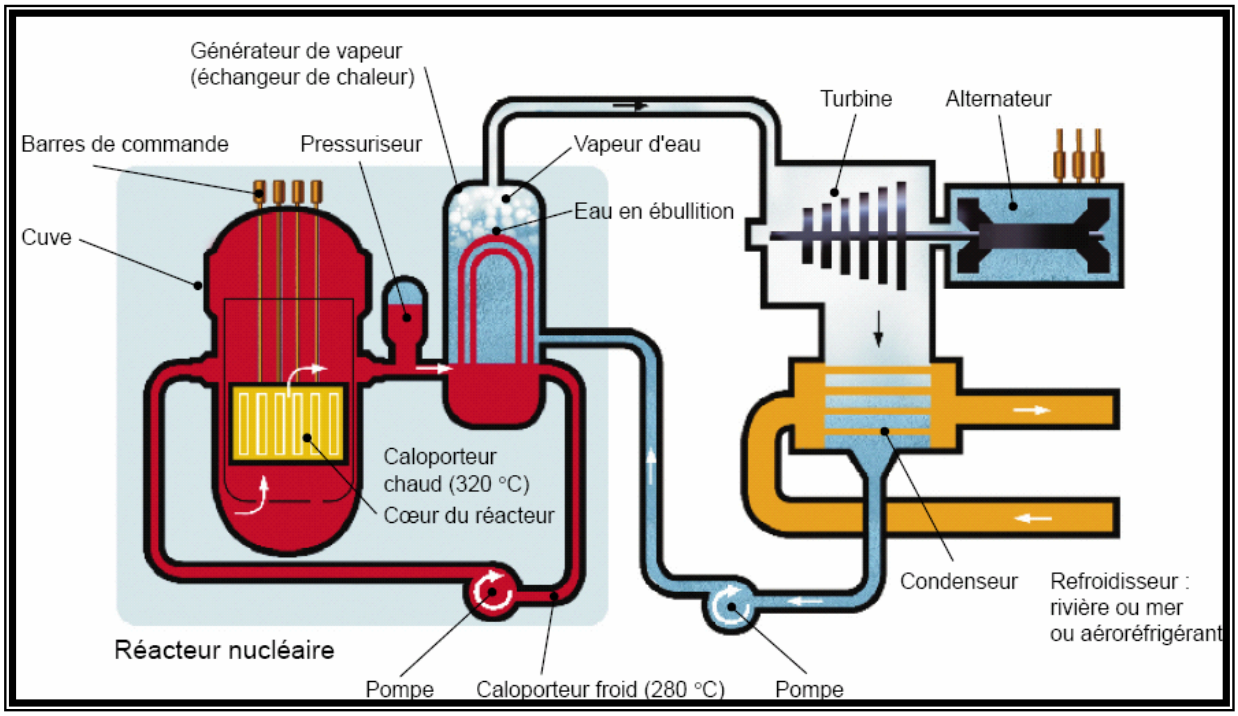
# ANNEXES

| FILIERE | COMBUSTIBLE | MODERATEUR | CALOPORTEUR |
|---|---|---|---|
| Réacteur UNGG<br>(Uranium naturel graphite-gaz)<br><br>Première filière développée en France. Tous les réacteurs de cette génération ont maintenant été arrêtés, le dernier en 1994 | Uranium naturel<br>(0,7 % d'uranium 235) | Carbone solide<br>(Graphite) | Gaz carbonique |
| Réacteur CANDU<br>Filière développée au Canada | Uranium naturel | Eau lourde | Eau lourde sous pression |
| Réacteur RBMK<br>(Reactor bolchoe molchnastie kipiachie)<br>Ces réacteurs constituent 40 % du parc nucléaire de l'ancienne Union soviétique | Uranium enrichi à 1,8 % d'uranium 235 | Carbone (graphite) | Eau bouillante |
| Réacteur REB<br>(Réacteur à eau bouillante)<br>Filière développée aux Etats-Unis, au Japon et en Suède | Uranium enrichi à 3 % d'uranium 235 | Eau ordinaire entrant en ébullition dans le cœur | |
| Réacteur REP<br>(Réacteur à eau sous pression)<br>La filière la plus classique dans le monde occidental | Uranium enrichi à 3 % d'uranium 235 | Eau sous pression maintenue à l'état liquide | |
| Réacteur RNR<br>(Réacteur à neutrons rapides)<br>La caractéristique de ces réacteurs est qu'ils ne comprennent pas de modérateur : les neutrons restent rapides | Uranium enrichi ou plutonium | Aucun | Sodium liquide |

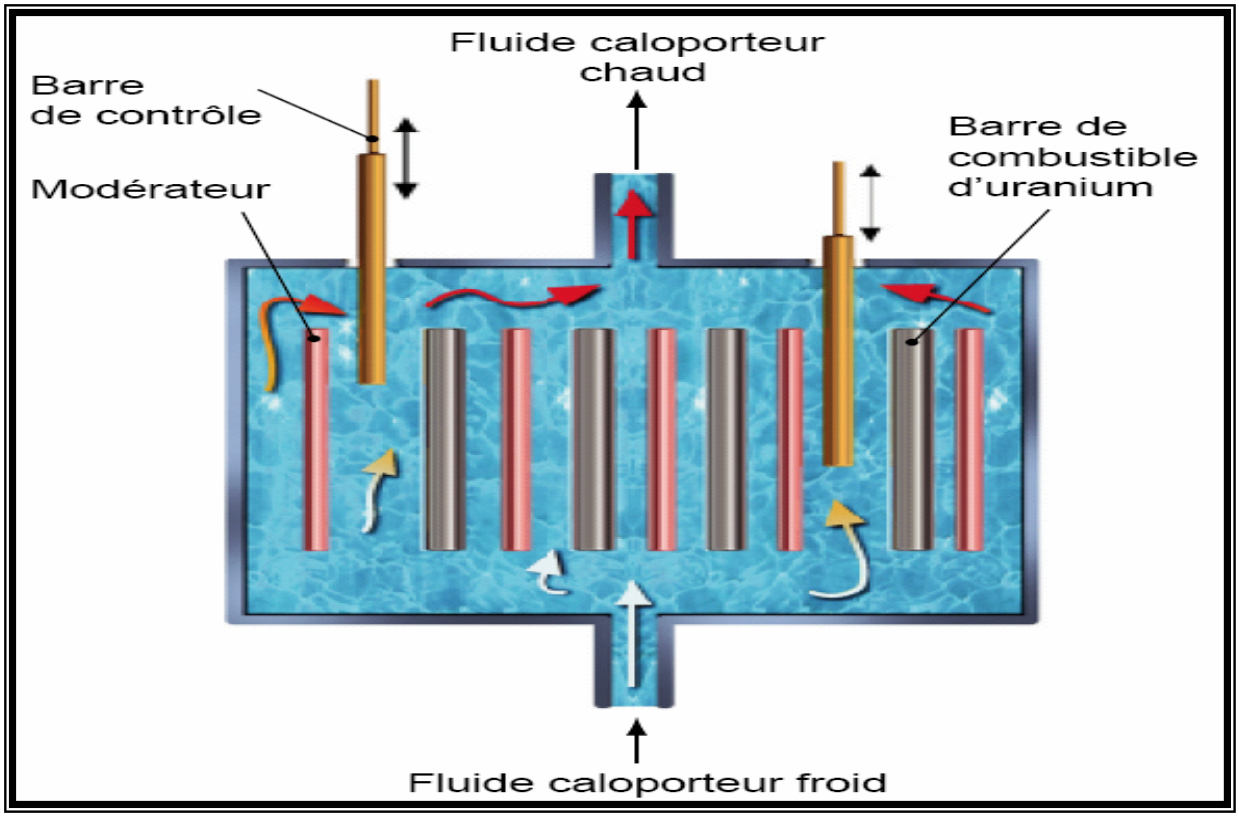
**Les différentes familles de réacteurs**
(Source : www.cea.fr)




**Cuve d'un réacteur**
(Source : www.cea.fr)




**Principe de fonctionnement d'un réacteur à eau sous pression (REP)**
(Source : www.cea.fr)




**Cœur d'un réacteur nucléaire**
(Source : www.cea.fr)

Le bâtiment réacteur est constitué d'une double enceinte : une enceinte interne étanche en béton précontraint **(5)** et une coque externe en béton armé **(6)**, chacune d'une épaisseur de 1,30m. Il abrite le circuit primaire constitué principalement de la cuve **(1)**, des générateurs de vapeur **(2)**, du pressuriseur **(3)** et des pompes primaires **(4)**. À l'intérieur de l'enceinte est aménagée une zone protégée par un revêtement réfractaire **(7)**. C'est là qu'en cas de fusion du cœur, la partie du cœur fondu qui pourrait s'échapper de la cuve serait recueillie et refroidie. Les opérateurs pilotent la centrale depuis la salle de commandes **(8)** où sont centralisées les données de fonctionnement. Celle-ci est située dans l'un des bâtiments de sauvegarde protégés par la coque externe. Si l'alimentation électrique externe de la centrale venait à être coupée, des moteurs diesel, localisés dans deux bâtiments séparés **(9)**, sont prévus afin de fournir l'électricité nécessaire aux fonctions de sûreté. Le bâtiment turbine **(10)** abrite les équipements qui transforment la vapeur produite en électricité : corps de turbine, alternateur, et transformateur relié au réseau électrique.

**L'EPR**

(Source : www.framatome-anp.com)

# LISTE DES SIGLES ET UNITES DE MESURE

*Sigles et acronymes*

**AIE** Agence internationale de l'énergie.
**ANDRA** Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.
**ASN** Autorité de sûreté nucléaire.

**CEA** Commissariat à l'énergie atomique.
**CESTA** Centre d'études scientifiques et techniques d'Aquitaine.
**CETIC** Centre d'expérimentation et de validation des techniques d'intervention sur chaudières nucléaires à eau pressurisée.
**CME** Conseil mondial de l'énergie.
**CNPE** Centre nucléaire de production d'électricité.
**CQPM** Certificat de qualification paritaire de la métallurgie.
**CRMC** Centre de recherche des matériaux du Creusot.

**DAM** Direction des applications militaires.
**DDTEFP** Direction départementale du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle.
**DGEMP** Direction générale de l'énergie et des matières premières.
**DGSNR** Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.
**DIDEME** Direction de la demande et des marchés énergétiques.
**DRIRE** Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement.
**DOE** Department of energy.
**DRTEFP** Direction régionale du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle.

**EPR** European pressurized water reactor.

**GIE** Groupement d'intérêt économique.

**IAEA** International atomic energy agency.
**IIASA** International institute of applied systems analysis.
**IRSN** Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

**OCDE** Organisation de coopération et de développement économiques.

**PBMR** Pebble bed modular reactor.

**REP** Réacteur à eau sous pression.

**SEIVA** Structure d'échange et d'information sur Valduc.
**SFEN** Société française d'énergie nucléaire.

**TVO** Teollisuuden Voima Oy.

**UE** Union européenne.
**UIMM** Union des industries et métiers de la métallurgie.

**UNGG** Uranium naturel graphite gaz.

## *Unités de mesure*

**GTep** Gigatonne équivalent pétrole.
**GW** Gigawatt.

**KWh** Kilowattheure.

**mSv** Milli-Sieverts
**MWe** Mégawatt électrique.

**Tep** Tonne équivalent pétrole
**TWh** Térawattheure.

# BIBLIOGRAPHIE

## TEXTES LEGISLATIFS

*Projet de loi adopté par l'Assemblée nationale en première lecture, après déclaration d'urgence, d'orientation sur l'énergie*, texte adopté n° 302, 1er juin 2004.
www.assemblee-nationale.fr/12/ta/ta0302.asp

*Projet de loi modifié par le Sénat* d'*orientation* sur l'*énergie (urgence déclarée)*, texte adopté n° 93, 10 juin 2004.
www.senat.fr/leg/tas03-093.html

## ARTICLES ET REVUES

*Comment satisfaire la demande mondiale d'électricité en 2020 ?* , Energies & matières premières, n° 7, 1er trimestre 1999.

*EPR, le réacteur nucléaire avancé*, dossier de presse AREVA, 2004.

**Maria ARGIRI, Fatih BIROL**, *L'énergie dans le monde d'ici à 2020 : perspectives et défis*, L'Observateur de l'OCDE, n° 215, janvier 1999.

**Pierre-René BAUQUIS**, *A reappraisal of energy supply and demand in 2050*, Oil & gas science and technology, n volume 56, ° 4, 2001

**Robert DELOCHE**, *Quelles énergies pour le futur ?* , Energies & matières premières, n° 17, 3ème trimestre 2001.

**Stéphane GRIT, Dominique MAILLARD**, *Quelle place pour le nucléaire dans le bilan énergétique futur dans le monde et en France ?* , Revue des ingénieurs, novembre-décembre 2002.

**Jean LAHERRERE**, *Quelles énergies en 2020 et quelles incertitudes ?* , Revue Géologues, n° 124, 2000.

**Richard LAVERGNE**, *Perspectives énergétiques pour la France à l'horizon 2010-2020*, Energies & matières premières, n° 6, 3ème trimestre 1998.

**Dominique MAILLARD**, *Le nucléaire, à nouveau sur le devant de la scène*, Energies & matières premières, n° 7, 1er trimestre 1999.

**Louis MEURIC**, *Comment satisfaire la demande mondiale d'électricité en 2020 ?* , Energies & matières premières, n° 7, 1er trimestre 1999.

**Jean-Jacques SMEDTS**, *Le nucléaire aux USA : résultats excellents, renaissance annoncée ; mais aussi incertitudes…*, Revue des ingénieurs, mai-juin 2002.

**Philippe TESTARD-VAILLANT**, *Cigale ou fourmi : des scénarios éminemment variables, in Le siècle du nucléaire : dossier 2003-2100*, Sciences et vie, hors série N° 225, décembre 2003.

## AVIS ET RAPPORTS

*European energy to 2020 : a scenario approach*, Commission of the european communities (DG XVII), Office for official publications of the european communities, 1996.

*Dilemma study : study of the contribution of nuclear power to the reduction of carbon dioxide emissions from electricity generation*, Commission of the european communities (DG XVII), Office for official publications of the european communities, 1999.
www.energiasostenible.org/upload/documents/dilemma.pdf

*Perspectives énergétiques pour la France. Un scénario tendanciel*, Direction générale de l'énergie et des matières premières, mars 2000.

*Livre vert : vers une stratégie européenne de sécurité d'approvisionnement énergétique*, Communauté européenne, Office des publications officielles des Communautés européennes, 2001.

*Report of the national energy policy development group*, US government printing office, 2001.
www.whitehouse.gov/energy/National-Energy-Policy.pdf

*Séminaire « Energie et société » : les interrogations sur l'évolution de la demande mondiale*, Ecole nationale d'administration, 2002.

*Séminaire « Energie et société » : l'offre pourra-t-elle satisfaire les besoins énergétiques du monde ?* , Ecole nationale d'administration, 2002.

*AEN : rapport annuel 2003*, Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE, Les Editions de l'OCDE, 2003.
www.nea.fr/html/pub/activities/ar2003/fr/aen-ra2003.pdf

*Energie, comprendre pour choisir*, ministère de l'Economie, des finances et de l'industrie, 2003.

*ESA : annual report 2003*, Euratom supply agency, Office for official publications of the european communities, 2003.

*Les centrales nucléaires dans le monde*, Commissariat à l'énergie atomique, 2003.

*World population prospects : the 2002 revision*, Department of economic and social affairs, United nations, 2003.

*La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde : cinquième inventaire*, Observatoire des énergies renouvelables, 2004.

*L'énergie en France, repères*, ministère de l'Economie, des finances et de l'industrie, 2004.
www.industrie.gouv.fr/energie/statisti/pdf/reperes.pdf

*Projet d'action stratégique de l'Etat en région de Bourgogne*, Préfecture de la région Bourgogne, 2004.
www.bourgogne.pref.gouv.fr/telechargements/PASER%20stratégie%2021-10-2004.pdf

**Christiane BATAILLE, Claude BIRRAUX**, *Rapport sur la durée de vie des centrales nucléaires et les nouveaux types de réacteurs*, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, rapport n° 832 Assemblée nationale – n° 290 Sénat, mai 2003.
www.assemblee-nationale.fr/12/pdf/rap-oecst/i0832.pdf

**Jean BESSON**, *Une stratégie énergétique pour la France*, ministère de l'Economie, des finances et de l'industrie, 2003.
www.industrie.gouv.fr/debat_energie/site/pdf/rapport-besson1.pdf

**Nicolas CARNOT, Stéphane GALLON**, *L'impact économique d'un abandon du nucléaire en France*, ministère de l'Economie, des finances et de l'industrie, 2001.

**Jean-Michel CHARPIN, Benjamin DESSUS, René PELLAT**, *Etude économique prospective de la filière électrique nucléaire*, La Documentation française, 2000

**Marcel DENEUX**, *L'évaluation de l'ampleur des changements climatiques, de leurs causes et de leur impact prévisible sur la géographie de la France à l'horizon 2025, 2050 et 2100*, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, rapport n° 3603 Assemblée nationale – n° 224 Sénat, 2002.
www.senat.fr/rap/r01-224-1/r01-224-11.pdf

**Gabriel GAUDY**, *Les perspectives énergétiques de la France à l'horizon 2010-2020*, avis et rapports du Conseil économique et social, Les Editions des journaux officiels,1999.

**Jean-Pierre GRENOUILLET, Bernard LAURIN, Claire MOUSSET-DECLAS**, *La recherche publique en Bourgogne*, avis du Conseil économique et social régional de Bourgogne, 2003.
www.cr-bourgogne.fr/documents/cesr/030303recherche.pdf

**André LAJOINIE**, *L'énergie*, rapport d'information n° 2907, Assemblée nationale, 2001.

**Serge LEPELTIER**, *Maîtriser les émissions de gaz à effet de serre : quels instruments économiques ?* , rapport d'information n° 346, Sénat, 1999.
www.senat.fr/rap/r98-346/r98-346.html

**Dominique MAILLARD**, *L'énergie nucléaire en 110 questions*, Direction générale de l'énergie et des matières premières, 2000.

**Aymeri de MONTESQUIOU**, *L'énergie nucléaire en Europe : union ou confusion ?* , rapport d'information n° 320, Sénat, 2000.
www.senat.fr/rap/r99-320/r99-3201.pdf

**Mycle SCHNEIDER**, *Changement climatique et nucléaire*, WWF, 2002

**Jean-Marc ZAMBOTTO**, *Les énergies renouvelables en Bourgogne*, avis du Conseil économique et social régional de Bourgogne, 2004.
www.cr-bourgogne.fr/documents/cesr/041026Energies%20renouvelables.pdf

**Clet VIOLEAU**, *Le schéma prévisionnel des formations 2005-2007*, avis du Conseil économique et social régional de Bourgogne, 2004.

## OUVRAGES

**Jean-Louis BOBIN, Hervé NIFENECKER, Claude STEPHAN**, *L'énergie dans le monde : bilan et perspectives*, EDP sciences, 2001.

**Elisabeth FOUQUOIRE-BRILLET**, *La Chine et le nucléaire*, Que sais-je ? , 1999.

**Arnulf GRÜBLER, Alan MAC DONALD, Nebojsa NAKICENOVIC**, *Global energy perspectives*, Cambridge university press, 1998.

**Hervé NIFENECKER**, *L'énergie nucléaire a-t-elle un avenir ?* , Le Pommier, 2003.

## PRINCIPAUX SITES INTERNET

www.ademe.fr : site de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

www.andra.fr : site de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

www.arevagroup.com : site du groupe AREVA.

www.nea.fr : site de la Nuclear energy agency.

www.asn.gouv.fr : site de l'Autorité de sûreté nucléaire.

www.assemblee-nationale.fr : site de l'Assemblée nationale.

www.cea.fr : site du Commissariat à l'énergie atomique.

www.cogema.fr : site de la COGEMA.

www.conseil-economique-et-social.fr : site du Conseil économique et social.

www.edf.fr : site d'Electricité de France.

www.energies-renouvelables.org : site de l'Observatoire des énergies renouvelables.

www.framatome-anp.com : site du groupe FRAMATOME-ANP.

www.iaea.org : site de l'International atomic energy agency.

www.industrie.gouv.fr : site du ministère de l'Economie, des finances et de l'industrie.

www.interieur.gouv.fr : site du ministère de l'Intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales.

www.irsn.org : site de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

www.nea.fr : site de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE.

www.oecd.org : site de l'Organisation de coopération et de développement économiques

www.senat.fr : site du Sénat.

www.sfen.org : site de la Société française d'énergie nucléaire.

www.site-gamma.fr : site d'information sur l'industrie nucléaire en France.

www.wwf.fr : site du WWF-France.