

# ETUDE SUR L'EVOLUTION DES METIERS DE L'INGENIERIE NUCLEAIRE

Rapport réalisée par Evelyne Huet et Erik *Zolotoukhine* de chez IREP pour le compte de l'OPIIEC

Avril 2008

© OPIIEC

# **Sommaire**

<b>Préambule</b> .....	<i>page 3</i>
<b>Les entretiens auprès des experts</b> .....	<i>page 4</i>
<b>Les entretiens auprès des <u>autres acteurs de la filière nucléaire</u> :</b>	
→ <b>Les sous-traitants</b> .....	<i>page 33</i>
→ <b>Les ingénieurs et techniciens dans la filière nucléaire</b> .....	<i>page 41</i>
→ <b>Les responsables de formation</b> .....	<i>page 47</i>
→ <b>Les élèves et étudiants</b> .....	<i>page 51</i>
<b>Estimation chiffrée des besoins en recrutement d'ingénieurs et techniciens pour l'ingénierie nucléaire en France</b> .....	<i>page 56</i>
<b>Conclusions</b> .....	<i>page 65</i>

# Préambule

- Dans le contexte du redémarrage du nucléaire dans le monde, l'OPIIEC a souhaité identifier les évolutions qui vont apparaître à court et moyen termes dans les métiers et emplois de techniciens et ingénieurs de l'ingénierie nucléaire.
  
- Pour ce faire, nous avons réalisé une étude qualitative, sous forme d'entretiens individuels approfondis auprès de représentants des différentes catégories d'acteurs concernées par les métiers de l'ingénierie nucléaire :
  - 17 experts (EDF, AREVA, CEA, ASN, IRSN, INSTN)
  
  - 78 autres acteurs :
    - 31 sous-traitants des grands donneurs d'ordre (dont Assystem, Ajilon, Open Cascade, Aptus, Principia, Technip, ABMI, Jacobs France, Altran, Comex Nucléaire, NECS, Thalès, ...)
    - 21 ingénieurs et techniciens, chez les sous-traitants rencontrés
    - 13 responsables de formation (dont ENSPG, Ecoles Centrales, Mines de Paris, ENSTA, ENSCP, SGN, INSTN, UTC, ... et Paristech)
    - 13 élèves - étudiants en cours de formation (universités, écoles, INSTN)

diversifiés en termes de profils et d'implantation géographique sur le territoire national.

(Ces 95 entretiens, d'une durée moyenne de 2 heures, ont été conduits entre mi-octobre 2007 et début mars 2008. La plupart (80) ont été réalisés en face à face)

# Les entretiens auprès des experts

*Le contexte général*

*Des besoins à l'échelle mondiale*

*Le contexte français*

*Les difficultés perçues de la filière en France*

*Le recours à la sous-traitance des grands acteurs du nucléaire*

*Les besoins en recrutement des grands acteurs du nucléaire*

- **17 experts** ont été interrogés (*experts décisionnaires responsables de départements et divisions de leur structure*)  
sur **leurs sites de travail**  
lors d'entretiens **en face à face** (1 expert a été interrogé par téléphone)  
d'une durée **de 1h30 à 3 heures**

*dans les entités suivantes :*

- **EDF** :
  - **DIN** (*Division Ingénierie Nucléaire*)
  - **DPN** (*Division Production Nucléaire*) / **SFRP** (*Société Française de Radioprotection*)
  - **CIDEN** (*Centre d'Ingénierie, Déconstruction et Environnement*)
  
- **Areva** :
  - **Areva TA** (*Technicatome*)
  - **Areva NC** (*Nuclear Cycle*) → **SGN** (*Ingénierie du cycle du combustible nucléaire*)
  - **Areva France**
  - **Direction Achats Groupe Areva**
  
- **INSTN** (*Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires*) :
  - **Unité d'enseignement Ingénierie Nucléaire**
  - **ENEN** (*Association Européenne d'Enseignement Nucléaire*)
  - **Division Insertion professionnelle**
  
- **ASN** (*Autorité de Sûreté Nucléaire*)
- **IRSN** (*Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire*)
- **CEA** (*Commissariat à l'Energie Atomique*)

## Le contexte général

(Nota : le contexte général a été essentiellement abordé avec EDF et Areva)

### → Un constat unanime chez les experts rencontrés :

#### Les besoins énergétiques croissent ...

« Les prévisions de l'AEIE à l'horizon 2030 sont les suivantes en matière de besoins : 660 GWatt en Europe, 850 aux USA et 800 en Chine, donc des chiffres colossaux » (EDF)

« J'ai appris ce matin même qu'en 2030, nous consommerons 5,5 fois plus d'énergie qu'aujourd'hui » (Areva)

#### ... et les ressources fossiles s'épuisent

« Certaines études considèrent que dès la prochaine décennie, la production de pétrole va décroître et le gaz, 20 ans après » (EDF)

#### Par ailleurs, tous évoquent la nécessité d'une meilleure prise en compte des considérations environnementales

« On est face à un problème majeur de l'énergie, dû à la prochaine pénurie et au réchauffement climatique... Des soucis qui vont être à régler d'urgence... C'est la génération de nos propres enfants qui va devoir y faire face... » (Areva)

« Aujourd'hui la préoccupation « gaz à effet de serre » est telle qu'elle a pris le pas sur tous les autres aspects... » (EDF)

« Des manifestations comme le Grenelle de l'Environnement font progresser la prise de conscience du problème » (Areva)

« EDF émet 7 fois moins de CO<sub>2</sub> par kWh produit que la moyenne européenne ; c'est un aspect qui va être valorisé dans le futur compte-tenu des discussions en cours sur le CO<sub>2</sub> » (EDF)

« Nous avons également, depuis 2/3 ans, une volonté de prise en compte des impacts environnementaux ; tous les sites Areva sont certifiés ISO 14001 ; nous mettons donc aussi en place une ingénierie qui, dès la conception, prend en compte les impacts environnementaux ; nous avons donc besoin de gens spécialisés dans ce type de calculs. Nous appelons cela l'éco-conception... » (Areva)

→ **Une situation que tous les grands acteurs de la filière jugent tout à fait propice au « redémarrage du nucléaire » :**

« ... Nous sentons vraiment un redémarrage du nucléaire ; très clairement, et maintenant... » (EDF)

« Au milieu du siècle, nous serons 2 fois plus nombreux dans le monde et nous devons par ailleurs réduire notre consommation de moitié ; c'est le fameux facteur 4... Seul le nucléaire peut nous permettre de réaliser un tel enjeu... » (Areva)

« L'épuisement progressif des ressources fossiles et la préoccupation environnementale de plus en plus prégnante au niveau mondial nous conduit à reconsidérer les vertus du nucléaire » (EDF)

Les **atouts** reconnus au nucléaire sont de différents ordres :

**1) Une puissance en phase avec les besoins, sans commune mesure avec les possibilités offertes actuellement par les énergies renouvelables**

« Je travaille actuellement sur la récupération des vagues ; on en extrait 500 kW électriques au cours des 3.500 heures d'exploitation annuelle (une demi année environ) ; tout un tas de sociétés interviennent sur le fonctionnement du projet ; tout le monde est content (...) Je suis allé dernièrement visiter une centrale, dans laquelle 4 réacteurs étaient exposés dans le hall avec leurs états de service : le premier 1.450 MW, le second 1.472 MW, le troisième 1.465 MW et le quatrième 1.442 MW... Soit une énergie diabolique ; rien à voir avec notre petite bouée posée sur les vagues... Aucune autre technologie que celle-ci ne sauvera la planète... » (Areva)

**2) Un bilan carbone global jugé finalement « bien meilleur »**

« Lorsqu'on fait le bilan carbone global, le nucléaire produit considérablement moins de CO<sub>2</sub> que les autres énergies ; voire même moins que l'éolien et que le solaire lorsqu'on intègre les coûts de production... » (EDF)

... / ...

### 3) Le faible coût du combustible

« ... Il nous faut évidemment considérer la part du combustible dans le coût du kWh ; en nucléaire ce coût est de l'ordre de 5% si on ne considère que le minerai ; c'est peu... » (EDF)

« Par rapport au pétrole, l'économie du nucléaire n'est pas du tout la même... En nucléaire, le minerai extrait ne représente finalement que très peu ; toute la valeur ajoutée se trouve dans la conception et le travail des installations à construire... Dans le pétrole, la valeur se situe essentiellement dans la matière même » (Areva)

« Notre meilleur allié, c'est le baril à 100 \$... » (Areva)

### 4) La « disponibilité » du combustible

« L'uranium est par ailleurs assez bien réparti dans le monde, en tout cas dans les grands pays politiquement « stables » (Canada, Australie, ...) ; c'est un gros avantage... » (EDF)

« En matière de nucléaire, on dépend assez peu du coût du minerai, qui est relativement faible dans le coût de production ; c'est un atout... » (EDF)

### 5) Une production de « déchets » peu importante (moins importante que celle souvent imaginée)

« Les déchets réellement dangereux ne représentent qu'un faible volume ; pour le parc français actuel, les déchets long terme, c'est à peine une piscine olympique et demie ... et tout est encapsulé, avec une méthode de stockage réversible... » (EDF)



## Des besoins à l'échelle mondiale

### → Une demande que tous constatent :

#### Tous les pays sont intéressés par le nucléaire...

« Le nucléaire redémarre partout dans le monde ; c'est l'envol... Comme les moineaux, nous étions tous sur le fil et comme les moineaux, dès que l'un d'eux s'envole, tous suivent... Même dans les grands pays comme les **Etats-Unis**, le retournement de l'opinion est très net en faveur du nucléaire ; la **Chine** est en plein boum... En **Europe**, on y va tous ; même les pays qui se disent encore plus ou moins en moratoire... Nous allons investir en **Afrique du Sud**... Et la **Russie** va également redémarrer... » (EDF)

« **L'Angleterre** va repartir sur un nouveau programme... Aux **Etats-Unis**, c'est reparti également ; nous y avons de grands projets... En **Chine**, tout va très vite : 2 contrats EPR seront signés à la fin de ce mois... **L'Inde** est demandeur d'énergie... Le **Maroc** voudrait un EPR... **L'Afrique du Sud** est très demandeur (ils veulent 4 ou 5 EPR)... Tous les pays du monde veulent du nucléaire... » (Areva)

« **L'Inde**, la **Chine** et le **Brésil** ont des besoins massifs ; beaucoup de projets en cours... La **Chine** a notamment fait le choix de reconstruire des centrales de type 900 MWatt en les modernisant, en particulier sur le contrôle commande, mais la **Chine** s'intéresse aussi aux centrales de génération 3... Le **Japon** et la **Corée** poursuivent leurs programmes de nucléaire sans l'avoir interrompu... **L'Afrique du Sud** est très intéressée par le partage d'expérience ; ils prévoient d'investir entre 5.000 et 6.000 MWatt de construction dans un avenir proche... Nous avons également des projets avec la **Lituanie**... » (EDF)

#### ... Même si les besoins d'externalisation des prestations ne seront *a priori* que « momentanés » pour certains pays...

« La Chine achètera les premiers réacteurs, puis ensuite les fabriquera toute seule... ; il n'y aura pas le marché chinois du nucléaire, c'est une évidence... » (Areva)

#### ... Et même si tous les pays ne sont pas encore « éligibles » à l'énergie nucléaire

« Il faut toutefois considérer une chose : pour lancer du nucléaire dans un pays, il faut tout de même que ce pays possède quelques infrastructures d'encadrement réglementaire ; c'est la raison pour laquelle il n'y a pas encore pour le moment de nucléaire dans le Maghreb, malgré leurs souhaits... » (EDF)

« ... Le nucléaire mobilise beaucoup d'argent au départ ; un réacteur, c'est 3 milliards d'euros... » (Areva)

## Le contexte français

### → Un « contexte français » un peu particulier :

#### Un parc important en place...

« En France, on a déjà une puissance installée assez importante (58 tranches) ; on n'a donc pas forcément de besoins qui vont aller croissant ; on va simplement essayer de remplacer le parc existant par de nouvelles tranches et c'est pour cela que le Président a dit qu'il n'y aurait pas de nouveaux sites nucléaires... » (Areva)

« En France, 80% de l'énergie est d'origine nucléaire... » (EDF)

#### ... Mais un parc vieillissant...

« Les plus anciennes centrales, les PWR, ont 30 ans... La durée initialement envisagée était de 40 ans... » (EDF)

#### ... à « revaloriser »

« L'orientation consiste à revaloriser les centrales existantes en les aménageant ; si on pouvait les conduire jusqu'à 50 ans, ce serait très intéressant car elles sont aujourd'hui amorties ; cela fait beaucoup de travail d'ingénierie... » (EDF)

... / ...

→ En France, les perspectives de la filière se présentent donc sous 3 angles :

1) Le maintien et l'exploitation du parc existant

« Actuellement EDF maintient en conditions opérationnelles les 58 tranches implantées en France, tant sur le plan de l'exploitation que sur celui des entreprises qui en assurent la maintenance courante... » (EDF)

« La tendance est au maintien en vie des parcs de centrales, pas au remplacement ; il va donc falloir trouver les compétences capables d'assurer ce renouvellement puisque le parc est aujourd'hui ancien... » (Areva)

« ... il ne s'agit pas de multiplier les EPR en France... Aujourd'hui le message de la direction est clair : la priorité, c'est l'appui à l'exploitant, sur le parc existant... » (EDF)

Zoom sur le parc existant :

- **58 tranches en fonctionnement (et 9 en situation de démantèlement)**  
« L'essentiel du parc actuel se compose de centrales de génération 2, en particulier le N4 que l'on appelle le 2+, en raison du contrôle commande informatisé ; les centrales de nouvelle génération en cours de construction actuellement, dont l'EPR, sont de génération 3 ; la génération 4 est celle qui prendra le relais pour une exploitation à l'horizon 2030 (nous en sommes au niveau des recherches de principe : sodium, ...) » (EDF)
- **80% de l'énergie d'origine nucléaire**
- **1 réacteur EPR en construction (Flamanville), début d'exploitation : 2013 (selon Areva)**  
« EPR est un projet commun franco-allemand, commencé entre 1995 et 2000, dont l'objectif est d'imposer la technologie au niveau mondial ; actuellement L'EPR se développe en France et en Finlande ; donc 2 tranches EPR en Europe » (EDF)

... / ...

## 2) La volonté de participer au développement de la filière à l'étranger...

### ... compte-tenu de l'importance des projets qui semblent vouloir se mettre en place

« Lorsqu'on observe le contexte mondial et les projets en cours, on voit que le nucléaire ne peut que redémarrer ; et c'est maintenant que cela se fait... » (EDF)

« Il est clair que nous sommes aujourd'hui dans un climat général de relance du nucléaire dans le monde ; un certain nombre de pays ont des envies et des projets en la matière... » (ASN)

« Le besoin d'énergie augmente de façon très importante ; la part du nucléaire dans les différents types d'énergie va probablement rester la même pendant encore longtemps mais par contre elle va augmenter en volume de façon considérable... » (Areva)

« Selon les hypothèses basses de l'AIEA, il va falloir construire 500 tranches nucléaires dans le monde dans les 20 prochaines années, avec des niveaux d'exigence très élevés » (INSTN)

« Il y aura 300 centrales à construire dans le monde dans les 20 prochaines années. Si on a 1/3 du marché, ça fera 5 centrales à construire par an »

### ... en particulier sur la technologie EPR (rappel : projet franco-allemand)

« Une cinquantaine de tranches ont été construites entre 1977 et le début des années 90 ; les perspectives sont beaucoup plus ambitieuses... Ce qu'on essaye de vendre aujourd'hui c'est de l'EPR ; à court et moyen termes, on ne vendra plus que de l'EPR 1.600 ou 1.000 MW et à plus long terme (30 ans), on passera sur la 4<sup>ème</sup> génération avec des réacteurs de type Super Phœnix, ... sur lesquels nous avons d'ailleurs perdu l'avance que nous avions car nous avons arrêté Creys-Malville... » (Areva)

« On va avoir un produit de référence : l'EPR. L'intérêt d'Areva et d'EDF est que l'EPR soit qualifié partout dans les 27 pays européens » (Areva)

« On va avoir un EPR standard donc en terme d'ingénierie, il faudra redesigner, requalifier le produit en fonction des particularismes nationaux, géographiques » (Areva)

**... en mettant en avant « le savoir-faire français »**

« EDF pense avoir un rôle à jouer à l'international ; l'idée étant d'utiliser la connaissance acquise en France... » (EDF)

« EDF se voit très clairement à l'international comme co-exploitant des compagnies d'électricité... » (Areva)

« Nous souhaitons être moteur en matière de recherche, de manière à ce que d'autres partenaires (notamment internationaux) puissent se joindre à nous... Sur l'aspect expertise, nous poussons nos partenaires à bien contractualiser les étapes, pour établir un cadre de fonctionnement... » (IRSN)

« Les exploitants qui ont aujourd'hui des compétences en ingénierie sont peu nombreux : il y a les Français et les Russes, et notamment chez les constructeurs... » (EDF)

« En tant qu'exploitant, EDF a 1.200 années - réacteur à son actif. Aucun exploitant au monde n'a l'expérience d'EDF. Il y a bien 60 tranches au Japon, mais avec 7 exploitants » (Areva)

« La France a la chance d'avoir des compétences qui ont été maintenues au fil des années et nous devons veiller à ce que la relance du nucléaire ne conduise pas à aspirer ces compétences et donc à démunir les autorités de sûreté nucléaire ; ce serait préjudiciable à l'ensemble du système... » (ASN)

« L'INSTN est très connu internationalement ; nous n'avons pas de concurrents, au contraire, nous sommes là pour déclencher de la synergie... » (INSTN)

**... et la position actuelle de leadership de la France, issue de son expérience**

« Nous avons de gros besoins en ingénierie nucléaire et en savoir-faire équipementier ; aujourd'hui, il n'y a que 2 ou 3 fournisseurs dans le monde capables d'équiper un EPR (au Japon, en France, en Corée) ; je dois ajouter que la Chine est en train actuellement d'acquérir cette compétence... » (EDF)

**3) Le souhait de se positionner fortement sur le démantèlement (la déconstruction), très « porteur » compte-tenu des préoccupations environnementales...**

« L'objectif du démantèlement n'est pas de remplacer les centrales par une nouvelle technologie... Mais l'enjeu pour EDF est de montrer que nous savons démanteler ; c'est important compte-tenu des philosophies actuelles... » (EDF)

« Les projets de démantèlement sont des projets assez longs, en raison des durées de décontamination (décroissance radioactive : 20/25 ans)... Un travail très important... » (EDF)

« Actuellement en France, 9 réacteurs sont en situation de démantèlement ; rien que cela nous donne déjà du travail pour les 20 prochaines années... Nous sommes aujourd'hui à 22% du démantèlement de ces 9 tranches... » (EDF)

« Le programme d'assainissement et de démantèlement de l'UP1 à Marcoule est énorme. Il va durer 20 ans » (CEA)

« Le cheval de bataille de la filière, c'est le démantèlement et la gestion des « déchets »... » (Areva)

« On préfère parler de déconstruction. La déconstruction est un des éléments fondateurs de l'acceptation du nucléaire » (Areva)

**... et de sa capacité à devenir un « tremplin de recrutement »**

« L'un de nos objectifs est également d'utiliser le démantèlement comme un tremplin de recrutement pour faire venir les nouveaux diplômés dans le secteur... Le démantèlement regroupe tous les réflexes et toutes les compétences relatives à la gestion du nucléaire ; de la construction à l'exploitation. C'est une formation in vivo... Jusqu'au début des années 2000, l'attrait pour la filière n'était pas très vif pour les jeunes ingénieurs... Il ne s'agissait, pour l'essentiel du travail, que de faire de l'exploitation ; aujourd'hui, nous tentons de dynamiser ce travail par le démantèlement, beaucoup plus motivant en terme de contenu de travail... » (EDF)

« Les métiers de démantèlement sont des métiers créatifs, imaginatifs. On doit déconstruire au meilleur coût économique » (CEA)

« Le nucléaire a tout de même la spécificité suivante : on est responsable la vie entière de ce que l'on touche ; ce n'est pas le cas d'un pétrolier ni de toute autre chose... Les enjeux de la déconstruction sont donc très importants ; il y a des technologies qu'il faut trouver... Je ne pense pas du tout que ce soit un travail « d'anciens » ; je dirais même qu'il vaut mieux que ce ne soit pas ceux qui ont construit qui déconstruisent... Ce serait bien triste... » (Areva)

« Dans une centrale en déclassement, tous les réflexes de grand chantier sont concernés : pilotage des hommes, contraintes industrielles, lois-cadre sur la radioprotection et la gestion des déchets nucléaires.

Les scénarios de démantèlement ne se font pas avec des ingénieurs débutants. Ils nécessitent des ingénieurs de haut niveau » (EDF)

... / ...

... en le structurant industriellement grâce à l'expérience acquise...

*« Un autre grand sujet que je vois se pointer à l'horizon est le démantèlement des installations existantes ; il est clair que la stratégie que recommande aujourd'hui l'ASN, et qui est suivie par EDF notamment, est de ne plus attendre 30 ans comme dans le passé, mais de démanteler au plus tôt de façon à profiter de la mémoire des gens qui ont mis en place les installations... Le démantèlement va conduire à de nouveaux métiers de conception de logiques... » (ASN)*

*« On va déconstruire aussi par paliers : CP0, CP1, CP2, comme on a construit par paliers... Donc on fait des documents-cadre pour les laisser aux futurs ingénieurs... » (EDF)*

*« Actuellement, la conception de la déconstruction est faite en même temps que celle de la construction de la centrale » (EDF)*

## Les difficultés perçues de la filière en France

→ Cependant, les principaux acteurs français de la filière évoquent quelques inquiétudes, de nature à contrarier cette dynamique de relance :

### Le flottement lié à cette période de redémarrage

« Nous sommes dans une voie étroite ; nous n'avons plus fait de nucléaire depuis longtemps, les forces d'ingénierie ont donc un peu disparu... » (EDF)

« Même si notre vision des choses tend à nous faire penser que les besoins iront croissant, il nous est difficile compte-tenu du récent redémarrage de faire des projections sur ce que seront nos expertises dans les années qui viennent, et en corollaire sur les ressources humaines à mettre en face ; ce « flou » nous pose problème... » (IRSN)

« Quand le parc nucléaire français a été construit, il y avait à la fois une offre, une vision stable (5 réacteurs à construire par an) et un discours politique clair... Donc on a trouvé les ressources... Aujourd'hui la visibilité n'est pas la même... » (EDF)

« Tout le monde essaie de se persuader qu'il y aura 300 nouveaux réacteurs dans les 20 ans qui viennent, mais personne n'en sait rien » (Areva)

« Tout le monde pensait que la première centrale EPR serait construite en France, ... et c'est en Finlande... » (Areva)

### Le départ programmé des « forces vives »

« Actuellement la génération qui a construit le parc nucléaire, c'est-à-dire la force vive, est en train de partir en inactivité ; c'est un souci supplémentaire... » (EDF)

« ... Le prochain départ en retraite des experts du secteur aura des conséquences chez les industriels (Areva, Westinghouse, ...), chez les exploitants et sur les autorités de sûreté... Et toute la problématique de l'expertise va donc être de savoir avancer avec cette situation... » (ASN)

« Chez Areva, les seniors se mettent à leur compte pour doubler leur salaire ; ça fuit par le haut et ça ne rentre pas assez par le bas... » (INSTN)

« Il y a également certains seniors qui commencent à se structurer en « individuel » pour proposer leurs compétences » (Areva)

... / ...





→ **Egalement des interrogations sur la possible émergence d'une concurrence internationale en France, ...**

*« Il n'est pas impossible que des concurrents d'EDF cherchent à implanter des centrales en France... » (EDF)*

*« Suez a comme projet de faire un EPR en France... » (Areva)*

**... sur l'incidence de la disparition, en France, des grandes forges, ...**

*« Aujourd'hui, les forges capables de construire des cuves de réacteurs dans le monde ne se comptent même pas sur les doigts d'une main et plus aucune n'est en France ; ce n'est pas un problème de compétences mais un problème d'outil industriel ; mais c'est un problème qu'on ne peut pas oublier dans la problématique... » (ASN)*

**... et sur l'impact que pourrait avoir la multiplication d'accidents de surexposition dans le « radioactif plus diffus » (appareils de radiologie, irradiateurs, ...)**

*« Même si ça n'a rien à voir avec les centrales nucléaires, l'opinion publique fera l'amalgame... D'où l'importance de l'attention portée à la radioprotection... » (EDF)*

→ **Compte-tenu de la demande à l'export, l'ASN aimerait également que l'expertise réglementaire soit renforcée**

*« Concernant l'expertise, nous avons actuellement le défaut de n'avoir en France qu'un seul expert, certes très compétent mais unique, l'IRSN ; c'est un problème par rapport aux pays étrangers... Le monde universitaire pourrait produire d'autres structures expertes... » (ASN)*

... / ...

→ **Mais l'inquiétude concerne surtout :**

**La crainte d'une (trop) « faible attractivité » de la filière (pour les jeunes ingénieurs) ...**

« Il est vrai que le jeune chaland n'est pas attiré par nos technologies existantes parce que le parc français est ancien... Lors du transfert du savoir, on voit bien que nos jeunes n'ont pas les yeux qui brillent devant le travail des anciens... » (EDF)

« J'ai le sentiment qu'il va falloir aller les chercher les élèves et les étudiants... Par exemple pour ce qui concerne le démantèlement... Nous avons fait tout un travail de fond avec les industriels du secteur, avec des comités d'experts... Nous avons acquis ainsi une certaine connaissance des contenus qu'il faudra enseigner... Mais on constate finalement que l'attractivité du secteur reste quand même problématique... » (INSTN)

« Aujourd'hui 1 polytechnicien sur 2 se dirige vers une voie qui ne concerne pas l'industrie ; c'est tout de même un peu dommage... » (Areva)

**... ou (la crainte) d'une régulation très fortement marquée par l'offre de salaires**

« Le problème est que de nos jours, les jeunes n'ont plus le principe, la culture de l'entreprise que nous avons, nous, au début de nos carrières... Aujourd'hui, ce sont des mercenaires, qui n'hésitent plus à se vendre au plus offrant... Côté sous-traitants, certains forment de nouveaux ingénieurs, qui au bout d'un certain temps deviennent seniors et qui donc deviennent plus chers... Les sous-traitants ne souhaitent pas les payer davantage, notamment pour ne pas être plus chers lors des appels d'offres, ils ne les gardent pas et restent donc avec une expertise de « jeunes » ingénieurs... Il y a une espèce de régulation par les coûts qui appauvrit tout le système... » (EDF)

« Il va falloir mettre en place un vrai facteur de motivation pour attirer du monde vers ces métiers ; notamment un bon salaire... La rareté des ingénieurs et les besoins en la matière feront que les salaires grimperont considérablement... » (INSTN)

« La concurrence n'est pas interne à l'énergie, au secteur ; ce n'est pas une question d'enseigne. Notre problème est que les jeunes ingénieurs font souvent le choix d'un autre secteur que le nôtre, par intérêt financier... » (EDF)

« Il y a un problème de salaires dans l'ingénierie. Le jour où les salaires proposés dans l'ingénierie rattraperont ceux du Tertiaire (ce qui est en cours), on peut espérer que les ingénieurs feront de l'ingénierie » (Areva)

→ Certains experts restent toutefois optimistes

« Le nucléaire n'était pas un secteur très prisé jusqu'à présent ; il y a 2 ou 3 ans, nous étions classés 130<sup>ème</sup> dans les « souhaits » en matière d'orientation professionnelle... et nous sommes aujourd'hui 5<sup>ème</sup> ... » (Areva)

« Entre les années 1990 et 2000, le discours sur les réticences des étudiants au nucléaire pour des raisons idéologiques était assez présent, en particulier concernant le débat sur les déchets ; on ne l'entend quasiment plus aujourd'hui... Il y a des déclics assez difficiles à expliquer : par exemple, peut-être que l'achat par la Finlande, pays dont on se dit qu'il a une certaine éthique, d'un EPR a participé à ce regain d'intérêt... » (INSTN)

« Je crois que ce qui attire aujourd'hui les jeunes diplômés, c'est l'aventure... Et non pas la technologie sur laquelle ils vont être amenés à travailler... Contribuer à quelque chose d'important sur le plan de l'environnement, quelque chose qui associe les gens... C'est la raison pour laquelle le démantèlement offre des perspectives, avec des notions de « pionnier » et d'« aventure »... avec la possibilité d'une certaine indépendance due au fait que tout est à faire... » (EDF)

« Notre volonté est de faire savoir que le nucléaire est une filière durable, qui appellera des perspectives durablement... » (EDF)

« Je crois par ailleurs que les jeunes générations se disent qu'elles connaîtront « l'après pétrole »... De ce fait, il me semble qu'elles peuvent être plus sensibilisées aux nouvelles sources d'énergie, et notamment au nucléaire » (Areva)

« Quantitativement, comme l'automobile et l'aéronautique vont moins bien, les perspectives ne sont pas si inquiétantes que cela... Et le succès appelle le succès » (Areva)

« On va sous-traiter quelques centaines de milliers d'heures, mais à raison de 1.500 heures par individu, ça ne fait finalement pas grand-chose. C'est évidemment l'intérêt des fournisseurs de crier au loup, parce que ça fait grimper les prix. Le problème est un problème de pépinière pour l'ingénierie au sens large, et pas seulement pour le nucléaire. Par exemple, on sait que les ingénieurs préfèrent faire "Calculs" plutôt que "Génie civil", donc il y a un problème de recrutement sur le génie civil mais ce problème-là est global. Et nous, on n'aura besoin que de... gars en génie civil, donc ça n'a rien de considérable » (Areva)

## Le recours à la sous-traitance des grands acteurs du nucléaire

### → **L'appel à la sous-traitance va augmenter parallèlement aux commandes fermes ...**

« On va sous-traiter de plus en plus, mais on ne sait pas dans quels pays. C'est sur les commandes fermes qu'on va pouvoir prendre des décisions d'allocations de ressources » (Areva)

« On va continuer à sous-traiter par lots, avec des contrats dont la durée va augmenter » (EDF)

### **... de manière mesurée sur les activités localisées en France**

« Il n'y aura pas une explosion sur les activités localisées en France » (Areva)

### **... et sans sous-traiter la partie "cœur du réacteur"**

« L'appel à la sous-traitance va être mesuré. C'est ce qui est à côté du cœur qu'on va sous-traiter. Mais a priori, on ne va pas sous-traiter des pans entiers »

« On sous-traitera le génie civil, l'électricité, l'installation générale à des sous-traitants implantés localement car il faut aller sur les sites »

« A chaque fois que l'on embauche un ingénieur, il faut environ 30m2 de bureau... Le bureau, la partie réunion, etc... Donc il est souvent plus intéressant pour nous de faire appel à des compétences qui ont déjà leurs m2... Ils ont également une réactivité en mobilisation des compétences ; les problèmes internes de vacances par exemple ne se posent pas »

... / ...

→ ... avec un **recours sans doute accru aux prestations (multi-métiers) au forfait (en mode projet) plutôt qu'en assistance technique**

*« Pour les sous-traitants, le business le plus profitable est évidemment l'assistance technique, qui est de l'intérim déguisé. Compte-tenu de la pénurie de ressources à venir, il vaudra mieux que nos managers utilisent leur temps à manager la maîtrise d'œuvre plutôt qu'à manager des équipes de personnes ! »*

*« Aujourd'hui, on donne la priorité au forfait dès qu'on le peut. Mais on aura toujours besoin d'AT pour avancer dans les projets »*

*« Actuellement en France, il y a de très bonnes petites structures de 30, 50, 200 personnes qui savent travailler au forfait sur leur cœur-métier. Mais il n'y a que xxx et xxx qui savent faire du forfait multi-métiers, et qui peuvent répondre à de gros projets en utilisant eux-mêmes une sous-traitance en cascade »*

**... et pour les sous-traitants sur les projets à l'international, l'exigence de partenariats avec des "locaux"**

*« Les grandes ingénieries en France qui jouent au plan international, il n'y en a pas en dehors de XXX. Les autres font seulement de l'Assistance Technique. Si les majors veulent aller sur le nucléaire, il leur faut nouer des partenariats avec des locaux dans les pays où on veut aller »*

→ **Ils n'ont pas d'inquiétude quant à la capacité des sous-traitants (en particulier les grandes structures d'ingénierie) à trouver les ressources nécessaires**

*« Ce sont des sociétés qui pour la plupart se sont développées avec le nucléaire... en apprenant des process assez structurants ; elles ont ensuite proposé leurs services à d'autres secteurs (aéronautique, automobile, ...) ; elles ont donc un éventail de compétences et d'activités assez développé. Les grandes ne sont pas mono-activité nucléaire. Il y a dans ces sociétés un vivier un peu « boîte noire »... Un vivier mobilisable « sous iceberg ». Par exemple, si 10% du chiffre d'Altran sont faits dans le nucléaire, il y a peut-être 25% des effectifs qui ont des compétences dans le nucléaire » (Areva)*

## Les besoins en recrutement des grands acteurs du nucléaire

### → Un défi majeur : recruter

« Notre défi d'embauche de compétences est majeur... » (Areva)

« Actuellement, nous sommes en pénurie de ressources par rapport au travail à faire... » (EDF)

« Anne Lauvergeon dit actuellement qu'elle recrute 1 ingénieur par heure dans le monde... » (EDF)

### → Les profils souhaités sont les suivants :

#### Des jeunes gens, en sortie de formation initiale (souvent grande école et/ou doctorat) ...

« Nous recrutons des jeunes en sortie d'école et aussi beaucoup à la sortie de l'INSTN » (Areva)

« La logique actuelle est de renforcer et renouveler les compétences » (EDF)

« Nous recrutons en écoles d'ingénieurs mais aussi beaucoup en sortie d'universités, niveau Doctorat et nous cherchons des gens plutôt orientés R&D, orientés expertise... La moyenne d'âge actuelle de nos experts est clairement élevée ; nous avons vraiment besoin de renouveler notre expertise » (Areva)

« x% de notre recrutement se fait sur les grandes écoles, principalement parisiennes ; mais nous travaillons également avec tout le réseau des écoles d'ingénieurs et pas seulement les écoles qui ont des filières spécialisées nucléaire... » (EDF)

« Notre secteur cherche à recruter plutôt des Français compte-tenu des considérations militaires... » (Areva)

... / ...

... d'un profil « généraliste », avec une formation technique confirmée

« Mis à part quelques secteurs très particuliers, la spécialisation de l'ingénieur importe finalement assez peu ; nous les formons... L'ingénieur « tout venant » fait l'affaire pour 90% de nos besoins » (EDF)

« Il n'y a besoin que de 5% à 10% de spécialités ou connaissances nucléaires » (Areva)

« Nous avons beaucoup de Polytechniciens, des X Armement, également Supélec et l'ENSTA, des Centraliens, ... Puis des ingénieurs de plus petites écoles qui seront formés dans les différents sites » (Areva)

« Notre profil en matière de recrutement : le jeune ingénieur, plutôt généraliste, avec quelques années d'expérience (30/35 ans), dans le meilleur des cas dans une société d'ingénierie » (IRSN)

« Un bon radioprotectionniste dans le domaine nucléaire peut être issu d'une formation BTS, voire d'un cursus licence/maîtrise ; ce n'est pas forcément un diplôme d'ingénieur ou celui d'une grande école » (EDF)

« Pour moi les besoins sont de 2 ordres : le secteur recherche des gens capables de conduire un projet dans le respect des contraintes spécifiques des chantiers nucléaires et a également besoin de tous les métiers qui tournent autour du démantèlement, et plus largement autour de la maintenance d'exploitation... Donc pas forcément des ingénieurs » (INSTN)

« L'idéal pour nous en ingénierie est l'ingénieur avec un Doctorat. Un universitaire manque un peu de la technicité dont nous avons besoin... » (Areva)



→ **Autres critères parfois évoqués, ...**

**... l'aptitude à la prise rapide de responsabilités**

*« Il y a aussi une différence en terme de responsabilités ; un jeune qui va travailler chez EDF ou Areva aura moins, ou en tout cas moins rapidement, les responsabilités qu'il pourra avoir chez nous » (IRSN)*

*« Il faut que que les candidats futurs acquièrent une vision de maîtrise d'œuvre : "Voilà ce que je veux, et je vais piloter quelque chose ou quelqu'un pour y arriver" » (Areva)*

**... et si possible, certaines valeurs**

*« Compte-tenu de notre statut et de nos missions particulières de service public, nous avons un certain nombre de valeurs que n'ont pas forcément les exploitants nucléaires ; nous avons constaté lors de nos entretiens d'embauche qu'un jeune ingénieur qui postule pour un poste chez nous nous « choisit »... La motivation qui les fait venir à nous est très souvent fondée sur ces valeurs citoyennes ; il y a une notion d'utilité... » (IRSN)*

*« Nous faisons également attention lors de nos recrutements à ne pas intégrer des jeunes gens dont on sent qu'ils ont les dents très longues car on sait bien qu'ils partiront quelques années après pour aller gagner mieux leur vie ailleurs, avec notre formation... » (IRSN)*

→ **Tous les grands acteurs de la filière** rencontrent des **difficultés** dans le **recrutement** de ces profils « **souhaités** » ...

... **en particulier** pour les métiers de l'ingénierie **du parc en exploitation**

« Nous avons une difficulté de recrutement liée au positionnement de nos ingénieurs ; c'est la différence entre l'ingénieur développeur – qui trouve sa noblesse – et l'ingénieur « qui maintient », auquel on demande de ne faire que le strict nécessaire par rapport aux besoins... on ne lui demande pas de faire plus, on lui demande de faire ce qu'il y a à faire, c'est tout... Et ça, c'est un peu dévalorisant pour l'ingénieur... Etre reconnu, c'est être développeur d'idées nouvelles... » (EDF)

« L'ingénierie du parc en exploitation est très émiettée... Avec de grosses contraintes, plusieurs donneurs d'ordre... » (EDF)

« ... C'est le « mal vivre » de l'ingénieur... Compte-tenu des fortes exigences des exploitants, l'ingénieur peut parfois avoir le sentiment de ne pas faire totalement du bon travail, ... du « beau » travail, par manque de temps... c'est donc très frustrant... Et l'ingénieur a besoin d'une certaine autonomie dans son travail... On constate par exemple qu'ils ne vivent pas toujours très bien le partage des expériences, parce qu'ils perçoivent cela comme un peu abêtissant... » (EDF)

... **L'export** et **l'EPR** sont bien sûr **plus séduisants** aux yeux des **jeunes diplômés**

« Il y a une certaine tension en terme de métier entre ce qui va se passer en France et ce qui va se passer à l'international... En France, le besoin est domestique, il s'agit « d'exploiter » au fil de l'eau... Alors qu'à l'international, le besoin est comparable à celui qu'a connu EDF en 1970 ; il s'agit de construire... Ce qui fait que les besoins seront très différents en matière de métiers... Le jeune diplômé n'est pas forcément attiré par la seule exploitation... » (INSTN)

« Actuellement l'EPR et nos centrales à l'international représentent x% de nos ressources humaines ; le « gros des troupes » est sur le parc existant, qui est une vieille technologie... Les jeunes sont donc un peu déroutés de travailler sur une technologie aussi ancienne ; ce n'est pas très séduisant... Mais notre besoin est de faire vieillir correctement notre parc... » (EDF)

« Il va y avoir une aspiration des autres pays. En Finlande par exemple, sur la construction de l'EPR, l'Autorité de Sûreté a 10.000 dossiers à approuver et elle n'a que 300 personnes disponibles... Donc il y a un goulot d'étranglement... » (Areva)

→ **Beaucoup** invoquent également le sujet du « **salaire** »...

... comme étant actuellement un **frein** au recrutement

« Nous serons probablement confrontés à un problème de salaires... Nous ne sommes pas des golden boys... » (EDF)

« Il y a en plus une telle pression concurrentielle sur la sous-traitance que les sociétés de la filière ne peuvent pas proposer des salaires mirobolants... Les « boîtes » qui font du démantèlement par exemple ne sont pas des ONG subventionnées... » (INSTN)

... susceptible d'engendrer des **mouvements néfastes** à l'équilibre global de la filière nucléaire

« 15 à 20% de nos recrutements sont « avec expérience professionnelle » (entre 3 et 6 ans d'expérience) ; et dans ce cas, nos bassins de recrutement assez naturels, ce sont nos prestataires... »

« En raison des faibles salaires, les entreprises de première assistance n'attirent pas grand monde ; elles deviennent en fait assez vite des antichambres pour EDF et Areva... qui les testent durant quelques temps et qui, lorsque la personne a fait ses preuves, les recrutent rapidement... »

« Nos ingénieurs sont également de plus en plus chassés, et plutôt par des entités de la filière énergie... »

→ **Certains** citent également les éléments de **confort de vie** que seuls peuvent proposer les **grands acteurs de la filière**

« EDF est mieux armé que nous ; il y a chez EDF une variété de métiers qui permet notamment une plus grande mobilité »

« Le salaire n'est pas nécessairement l'élément le plus déterminant. Le jeune ingénieur qui travaille chez un sous-traitant depuis plusieurs années et qui n'arrête pas de bouger d'un site à un autre a forcément un jour envie de se fixer quelque part pour fonder une famille, et de stabiliser sa situation en termes géographique, statutaire, ... Et donc il part chez le donneur d'ordre » (Areva)

→ **Ainsi les différentes structures des experts rencontrés se sont-elles engagées dans un processus de communication d'envergure, pour attirer les candidats ...**

**... avec notamment une présence appuyée auprès des cibles directement visées**

« Récemment le Président d'EDF est allé présenter aux jeunes élèves ingénieurs ce que serait le nucléaire de demain... Notre souhait est de réintroduire l'enseignement nucléaire dans les grandes écoles et dans les universités » (EDF)

« Nous menons beaucoup d'actions auprès des écoles, en jouant notamment sur les réseaux d'anciens élèves » (Areva)

« Nous participons à quelques salons, le salon de l'APEC notamment ; et nous essayons d'être présents dans les revues des écoles d'ingénieurs » (IRSN)

« Nous recommandons à communiquer auprès des universités, des écoles d'ingénieurs... Nous avons totalement arrêté de le faire... » (EDF)

**... et une volonté de développer des actions en partenariat**

« Nous sommes dans une logique de partenariat, afin de caler le mieux possible les enseignements aux besoins des entreprises » (EDF)

« Cela fait partie de notre métier de connaître les besoins des industriels, donc nous leur demandons... Areva siège dans notre conseil d'enseignement, comme EDF, aux côtés du Ministère de la Santé, de l'Autorité de Sécurité et des différents acteurs du métier... » (INSTN)

« ... en assurant notamment des enseignements dans certaines écoles, avec le risque de voir ensuite les élèves - ingénieurs se vendre en se prévalant de ces enseignements » (Areva)

« Le problème est que l'on va, à mon avis, vers un fonctionnement « en chacun pour soi » entre les différents acteurs du marché... Un ingénieur de système pourra très bien travailler pour Areva sur la mise en place d'un programme en Bulgarie et par la suite faire exactement la même chose pour EDF sur un programme en Angleterre... Areva aura formé cet ingénieur et celui-ci pourra utiliser ses compétences chez un autre opérateur ; c'est une situation qui n'existe pas encore vraiment actuellement dans la filière... » (Areva)

« Aller former des gens qui vont se placer comme concurrents chez les autres pose un problème. Ce ne sont pas les gens d'Assystem qui forment les gens d'Areva..., donc il faudra que les parties prenantes de la formation initiale fassent une opération "cartes sur table" pour édicter des règles » (Areva)

→ Par ailleurs – et toujours dans la perspective d'une facilitation des recrutements – si **beaucoup** des experts rencontrés **trouvent intéressant** le **principe** de **l'alternance** comme mode de formation... ,

... notamment pour ses vertus d' « **immersion** »

« Nous aimerions favoriser des parcours durant lesquels nous accueillerions de jeunes ingénieurs en stage, en alternance... C'est une très bonne immersion... » (EDF)

« ... L'alternance est un système à la mode, qui présente l'intérêt de proposer à terme aux entreprises des jeunes qui ont déjà un peu d'expérience ; tout cela va dans le bon sens... » (Areva)

... la plupart invoquent « **la lourdeur** » du système...

« Lorsque vous êtes un petit établissement de formation, l'alternance est un vrai boulet... C'est horriblement compliqué... Il faut travailler avec un CFA, il faut obligatoirement un tuteur dans l'établissement ; c'est un vrai parcours du combattant... » (INSTN)

« Nous développons également des partenariats de type « alternance » ; nous avons une demande à ce niveau ; mais l'alternance se pratique plus chez nous dans les métiers fonctionnels (et moins dans les métiers opérationnels). La difficulté de prendre les gens en alternance réside dans le fait que cela demande une grande disponibilité et que nous sommes actuellement dans une période de forte croissance ; donc ce n'est pas simple avec en plus le risque de voir partir la personne à la fin de sa période... » (Areva)

... et le sentiment que **ce procédé** (l'alternance) n'est **pas adapté à la cible** des **ingénieurs**

« Nous aimerions que les écoles d'ingénieurs mettent en place des cursus alternants ; nous serions très intéressés. Mais je crois que le problème est un problème d'image... Dans l'esprit de nos ingénieurs, un diplôme acquis en alternance aurait une moindre valeur qu'un diplôme acquis en cycle classique ; il y a une pédagogie à faire autour de cet aspect... La sémantique est importante ; il est possible que le terme « apprenti » bloque un peu chez les ingénieurs ; pour beaucoup d'esprits, l'apprenti, c'est « l'apprenti boulanger ». Aujourd'hui l'image de l'apprenti, c'est celui qui n'a pas réussi dans la filière classique... Il y a un travail à faire, et notamment de la part des syndicats professionnels, pour redonner une image positive des cycles alternants... » (EDF)

« Il y a assez peu d'alternance chez les ingénieurs ; ce n'est pas adapté aux travaux d'ingénierie, qui sont en général des travaux qui ont besoin d'une certaine continuité. Il y a aussi un problème de planning dans les écoles ; le cursus alternant doit être adapté d'un bout à l'autre de l'année ; ce n'est pas toujours simple à organiser dans les écoles car il y a un problème de localisation géographique des lieux de résidence des élèves... Les professeurs n'ont pas le temps de venir dans les entreprises, comme cela devrait être fait » (Areva)

« Les médecins et les experts-comptables ont été formés en apprentissage, mais dans le secteur médical on parle "d'internes" : c'est plus valorisant "qu'apprentis"... » (Areva)

« Il y a 1.000 alternants en France aujourd'hui dont 5% seulement en ingénierie car les écoles n'aiment pas » (Areva)

→ Certains **suggèrent d'autres solutions ...**

... comme la création **d'un cycle d'ingénierie généraliste**, avec des modules de spécialités ...

*« Il faudrait peut-être envisager la création d'un cycle d'ingénierie généraliste avec des modules de spécialités et un sous-module nucléaire » (Areva)*

... ou encore un système de **VAE à l'INSTN pour les Bac + 2 qui travaillent depuis longtemps dans le nucléaire**

*« Il existe des cohortes importantes de Bac + 2 qui ont 10 à 20 ans d'expérience dans le nucléaire. Ils ont encore 10 à 20 ans à faire. Une solution pourrait consister pour eux en une formation en alternance à l'INSTN à raison de 1 semaine par mois » (Areva)*

→ Les domaines sur lesquels semblent se concentrer les préoccupations les plus vives en matière de besoins sont les suivants :

*(domaines spontanément évoqués par les experts rencontrés comme étant ceux pour lesquels les besoins sont/seront les plus importants)*

### **Le génie civil**

*« Nous avons actuellement une faible compétence en génie civil... Consécutivement à la phase assez creuse dans la construction des réacteurs et au fait que dans les sous-marins et porte-avions, il n'y a pas de béton ; on a donc un peu perdu cette compétence et nous essayons de la recréer un peu. On va souvent chercher cette compétence ailleurs, et notamment chez XXX... »*

*« Nous avons des difficultés de recrutement sur certains secteurs très particuliers, comme le génie civil par exemple... Les jeunes diplômés font en effet souvent le choix de choisir des entreprises proposant l'élaboration d'ouvrages plus emblématiques... »*

### **Le « contrôle-commande »**

*« Nous avons des difficultés de recrutement sur le contrôle-commande en raison de l'ancienneté de notre parc et donc du travail inhérent qui motive peu les jeunes... »*

### **La « radioprotection »**

*« Il y a aussi des domaines pour lesquels nous ne parvenons pas à toucher les cibles... Le brevet de technicien en radioprotection assure un emploi à 100%, tellement la demande est grande... Mais nous ne parvenons pas à le faire savoir... » (INSTN)*

→ Et dans une moindre mesure :

### Le cycle Chimie

*« Aujourd'hui la renaissance du nucléaire est bien démarrée côté réacteur ; en revanche pour ce qui concerne nos besoins, ils vont être importants sur le cycle « chimie de l'uranium », dont l'enrichissement... »*

mais : *« Nous n'avons pas de difficultés de recrutement sur la chimie ; la filière est essentiellement féminine, il y a beaucoup de candidatures... »*

→ **Puis de façon plus générique...**

*« Nous manquons de cadres « intermédiaires » pour diriger les études ; notre pyramide est creuse au milieu... »*

*« Nous avons également des besoins en mécanique, dans le domaine des fluides, puis également dans le domaine de la sûreté et en manutention... Et dans tous ces domaines, nous recrutons beaucoup... »*

**Mais on constate une grande difficulté chez les experts de la filière à évaluer précisément ce que seront les besoins en matière de compétences**



# **Les entretiens auprès des autres acteurs de la filière nucléaire**

**(Sous-traitants des grands donneurs d'ordre ; Ingénieurs et Techniciens ; Responsables de formation ; Elèves et étudiants)**

***(78 entretiens individuels approfondis)***

# Les sous-traitants

**(31 entretiens individuels,**

*dont Assystem, Ajilon, Open Cascade, Aptus, Principia, Technip, ABMI, Jacobs France, Altran, Comex Nucléaire, NECS, Thalès, ...)*

**- 18 en face à face (durée : 1h30 à 2h30)**

**- 13 par téléphone (durée : 45mn à 2h)**

→ **Des structures d'ingénierie de formats très variables,**

- *dont certaines cotées en Bourse*
- de **1 établissement en France jusqu'à 235 bureaux sur 13 pays** ; structures nationales ou internationales ; 5 à 68.000 salariés au total ; dont **5 à 1.850 ingénieurs et techniciens intervenant dans le nucléaire**
- **CA compris entre 0,4 M€ et 6,6 B€** dont **2% à 100%** (10% en moyenne pour les grandes structures et 75% à 90% en moyenne pour les petites) proviennent **du nucléaire**, les autres activités d'ingénierie concernant souvent l'aéronautique, la défense, l'électronique, mais aussi le pétrole, l'automobile, le ferroviaire, les télécommunications

→ **Des clients "nucléaire" récurrents,**

*EDF, AREVA, CEA*

*et aussi ANDRA, IRSN, FBFC, SGN, SOFINEL, ITER, Direction des Applications Militaires, EURODIF, Cogema, ...*

→ L'avenir du nucléaire est jugé extrêmement porteur...

- *ce qui devrait entraîner une forte croissance des recrutements jusqu'en 2015,*
- *sans toutefois pouvoir la prévoir avec précision*

→ La concentration du marché ne semble pas poser de difficultés majeures...

... de même non plus que le travail à l'international (en équipes internationales) lorsqu'il s'en présente

- *hormis quelques problèmes de mobilité*

→ Leur stratégie dans la filière nucléaire :

- *Développer leurs activités dans la maintenance, dans le démantèlement*
- *Investir pour recruter du personnel dans tous les niveaux*
- *Se rapprocher d'autres entreprises, en particulier pour les activités liées aux grands projets, notamment par le biais de la création de pôles d'expertise*
- *Travailler de plus en plus à l'international, développer les réseaux de collaboration et de partenariats avec l'étranger*
- *Egalement, pour certaines grandes structures d'ingénierie déployées à l'international, essayer d'intervenir de plus en plus en mode projet (par opposition à l'assistance technique)*

→ Leur équipe d'ingénieurs et techniciens actuelle (dans la filière nucléaire)

→ Leur formation :

- des *ingénieurs généralistes avec spécialisation* en génie civil, ou génie atomique, ou physique des radio-éléments
- des *ingénieurs généralistes sans spécialisation préalable* dans le nucléaire
- des *informaticiens*, des *mécaniciens*, des *physiciens*, des *docteurs en physique nucléaire*
- des *ingénieurs* issus de différentes écoles (Supélec, Mines,...), certains de *l'INSTN* et des autres formations complémentaires internes (études de sûreté)
- les *techniciens* ont des formations *plus courtes* (BTS, DUT, voire Bac Pro ou CAP) *avec spécialisation* dans les nouvelles technologies, l'informatique, le développement

*Beaucoup de ces techniciens sont directement formés par l'entreprise dans le cadre de stages ou de formations continues (minimum de 3 semaines de formation pour pouvoir travailler en centrales) (formations spécifiques EDF)*

- Dans certaines structures (notamment spécialisées en radioprotection), tous les *ingénieurs* sont de formation **Bac + 2** (BTS radioprotection ou DUT Chimie)
- Et certaines structures (spécialisées en *maintenance génie civil*) ne comportent *aucun ingénieur*

→ Leurs âge et ancienneté dans l'entreprise :

- une *moyenne d'âge souvent comprise entre 30 et 40 ans*, avec des âges allant de 20-25 ans jusqu'à 55-60 ans
- une *ancienneté qui est souvent soit de 3-4 ans, soit de 10 ans ou plus*

→ Leurs salaires :

- compris entre 30.000 € (débutants) et 50 à 60 / 70.000 € (les plus expérimentés) par an pour les ingénieurs
- entre 18.000 € (débutants) et 36 à 42.000 € (expérimentés) par an pour les techniciens

→ Pas de référentiel-métiers en général, mais certains « découpages »

- (personne ne connaît le référentiel-métiers de l'OPIIEC)

→ Leur évolution dans l'entreprise :

- les ingénieurs sont ingénieurs d'études pendant 2-3 ans puis ils deviennent soit consultants, soit chefs de projets, soit responsables des études
- les techniciens sont monteurs, tireurs de câbles, cableurs, ... jusqu'à chefs de chantiers ; certains deviennent ingénieurs

→ Leur expertise :

- un niveau d'expertise déclaré très élevé, avec une forte spécialisation, ...
- ... qui croît avec l'ancienneté,
- ... et qui nécessite une actualisation permanente

→ Beaucoup de recrutements en 2007, en raison principalement de l'augmentation du volume d'activité (*beaucoup plus que des départs en retraite*) ...

... mais également de la nécessité de remplacer des départs vers de grandes structures (*Areva notamment*)

→ Les profils recherchés :

- *souvent de jeunes diplômés spécialisés dans le nucléaire avec une première expérience acquise lors de stages*
- *mais également des profils plus seniors*

→ Des recrutements souvent jugés de plus en plus difficiles (sauf pour les grandes entreprises « multi-pays ») même lorsqu'on sait les anticiper, en raison ...

- *de la pénurie de formations et de l'absence de clarté du marché,*
- *du manque d'ingénieurs qui choisissent les filières de l'industrie,*
- *et en corollaire de la forte sollicitation des candidats potentiels,*
- *également des lourdeurs des procédures règlementaires qui découragent les équipes (dans les interventions de rénovation dans les centrales en marche)*

→ Difficultés auxquelles les employeurs essaient de remédier de diverses manières...

- *développement des stages, recours aux chasseurs de têtes, formation interne sur le mode du compagnonnage, développement de liens avec les écoles, participation à des salons,...*

- Des besoins « qualitatifs » en compétences qui n'ont pas fondamentalement évolué au cours des dernières années...
  - si ce n'est sur les nouvelles technologies
  - et sur la capacité d'adaptation (équipes multiculturelles, plusieurs domaines d'activité)
  
- Des besoins en compétences qui vont continuer à évoluer parallèlement à l'évolution des technologies et à la forte relance du nucléaire
  - avec également une composante « management » de plus en plus importante
  
- Les formations initiales des ingénieurs et techniciens intervenant dans le nucléaire sont jugées ...
  - globalement bien adaptées par leurs employeurs, « *qualitativement* » parlant, ...
  - mais insuffisamment nombreuses selon certains...
  - et manquant d'un peu de stages pratiques, surtout pour les ingénieurs
  - Certains aimeraient également davantage de polyvalence et une vraie formation à l'anglais
  - Quelques employeurs (grandes structures d'ingénierie) disent également contribuer à l'élaboration des programmes de formation d'écoles



→ **Les formations continues sont quant à elles relativement peu utilisées (par les sous-traitants)**

- Certains évoquent cependant certaines formations continues externes, dont celles d'EDF dispensées dans le cadre des stages QSP et PR
- Les employeurs disent procéder à des formations internes, plus ou moins « formelles » (de type « passage de relais inter-générationnel »)
- Seuls ceux qui ont l'habitude de recruter des non débutants évoquent certaines formations continues « typiquement nucléaires » (à l'INSTN en particulier) que leurs ingénieurs ont suivies chez leurs précédents employeurs
- Les quelques formations continues externes *effectivement pratiquées* sont apparemment plutôt « transverses » (*management, logiciels, ...*)

→ **Enfin, les stages et l'alternance suscitent des réactions très partagées :**

- Les stages sont perçus par les employeurs comme une bonne chose, dans leur principe, mais souvent difficiles à mettre en œuvre dans leurs propres entreprises en raison de la difficulté d'encadrement ou de planification, et de la réglementation  
Quelques employeurs disent néanmoins accueillir des stagiaires (*souvent pour des durées de 6 mois*) qu'ils intègrent ensuite  
(*Rappelons que certains voient dans le développement de l'accueil des stagiaires un moyen de surmonter leurs futures difficultés de recrutement, face à la pénurie qui se profile*)
- L'alternance et l'apprentissage sont beaucoup moins bien perçus pour les ingénieurs, pour des raisons d'image dévalorisante, et sont jugés (en corollaire) mieux adaptés aux techniciens qu'aux ingénieurs...  
Aucun employeur n'y a jamais eu recours dans le nucléaire, mais certains (en particulier les « petits » cabinets) les envisagent, pour des raisons de coûts

# **Les ingénieurs et techniciens dans la filière nucléaire**

**(21 entretiens individuels en face à face,  
*chez les sous-traitants rencontrés*)**

**durée des entretiens : 1h à 1h15**

→ **Des fonctions diverses :**

*(manager des contrats, responsable de projets, chef de projet en nucléaire, ingénieur d'études, ingénieur développement, ingénieur démantèlement, techniciens en électricité, ...)*

→ **Des âges très concentrés entre 30 et 40 ans**

*(les techniciens ont plutôt moins de 30 ans)*

→ **Un métier souvent décrit comme ayant été *choisi*...**

→ ... *plus ou moins directement*

→ Certains travaillent également sur d'autres secteurs

→ **Des formations initiales et des diplômes relativement diversifiés, ...**

→ ... avec une forte dominante

« école d'ingénieurs », ...

*DUT + diplôme d'ingénieur universitaire,*

*BTS informatique industrielle + 3<sup>ème</sup> année de spécialisation,*

*Maîtrise de physique + ENSIEG,*

*Supélec + INSTN Génie atomique (en 3<sup>ème</sup> année),*

*Ecoles d'ingénieurs,*

*BTS Electrotechnique + Licence en recherche et développement,*

*DUT de Chimie + Licence pro en génie des procédés*

→ ... et très généralement des enseignements spécialisés « énergie » « nucléaire », souvent en dernière année de cursus

→ **Tous ont été embauchés dès la fin de leur formation initiale**

- Beaucoup ont ensuite changé d'entreprise tous les 2-3 ans (pour les ingénieurs) ou tous les ans (pour les techniciens), pour avoir des responsabilités plus importantes
- Ceux qui à moment donné ont été recrutés par un grand donneur d'ordre (*Areva, Alstom, ...*) y sont restés (y sont depuis) plus longtemps (*de 5 à 8 ans*), parce que leurs responsabilités ont pu y évoluer
- Aucun n'a connu de période de chômage
- Certains sont devenus ingénieurs après avoir commencé techniciens (*ils le sont alors devenus au bout de 7-8 ans*)

→ **Tous se disent satisfaits de leur parcours**

- Beaucoup travaillent sur la simulation, la conception, les calculs, souvent pour le compte de tiers (EDF, CEA, ...)
  - ... D'autres sur la maîtrise d'œuvre, ou le démantèlement
  
- Tous disent trouver leur travail intéressant...
  - ... parce que varié, pointu, enrichissant sur le plan humain, avec de fortes responsabilités et un très haut niveau d'exigence, une vraie reconnaissance de la qualité du travail fourni (grâce à la traçabilité et au suivi des affaires)..., des technologies qui évoluent et un sentiment de pérennité très confortable
  - Seuls « bémols » : la partie réglementation (interventions de réparation dans les centrales notamment), le côté « administratif » de certaines tâches et les délais souvent trop courts
  
- Et la plupart se disent également satisfaits de leurs conditions de travail, de leurs salaires, et de leurs perspectives d'évolution
  - Seul reproche : des horaires et des déplacements parfois « *lourds* »
  
- Mise à part l'importance prise par le démantèlement, pas d'évolutions vraiment importantes dans leur métier au cours des dernières années, ...
  - si ce n'est une pression de plus en plus forte des clients sur les prix et les délais,
  - et des contraintes de sécurité de plus en plus importantes.
  - Certains évoquent également un travail plus compartimenté, et des contraintes de procédures variables d'un site à l'autre

→ **L'avenir (de l'ingénierie) du nucléaire leur semble tout à fait prometteur...**

- parce que c'est une énergie propre et que les besoins en énergie vont augmenter
- parce que la France a une longue histoire nucléaire, qu'elle peut exporter
- parce que les centrales vont vivre de plus en plus longtemps
- ... avec en perspective des évolutions (*pas des « révolutions »*) des outils et des méthodes, parallèlement à celle des technologies

→ **La plupart sont confiants pour l'avenir de leur propre métier...**

- Seules craintes spontanément évoquées : celle de la pression sur les prix qui peut contraindre les « *petits* » à *fermer...*
- ou encore le risque d'afflux de candidats dans le secteur *lorsqu'on le saura porteur (!)*
- En revanche, la concentration du marché n'est le plus souvent pas perçue comme une menace

***Par ailleurs...***

- ... qu'on ait ou non déjà été conduit à travailler avec des équipes internationales, cet aspect n'est pas non plus perçu comme inquiétant ; *au contraire...*
- Le seul *vrai sujet* de préoccupation spontanément cité par les *inquiets* concerne le niveau en anglais

→ **Tous se disent satisfaits de leur formation initiale, pour la solidité des bases qu'elle leur a apportées**

- Le regret majeur concerne l'insuffisance des liens de cette formation initiale avec le terrain, pour ceux qui n'ont pas connu les stages en entreprises
- (Remarque : *Ceux qui ont suivi le cours de génie atomique de l'INSTN auraient souhaité qu'il dure 6 mois de plus*)

- Très peu ont suivi des sessions de formation (continue) depuis la fin de leur formation initiale, en dehors des habilitations obligatoires
  - Ces sessions étaient courtes
  - Ils les ont suivies à leur demande, ...
  - ... et ont pu les mettre en application immédiatement
  
- Seuls quelques-uns pensent avoir besoin de formations complémentaires dans les années qui viennent,
  - notamment pour la gestion des matières nucléaires, les règlementations nationales et internationales, les logiciels,
    - également pour le management et les langues
  - Les autres pensent plutôt qu'ils continueront à apprendre sur le tas
  
- Tous souhaitent évoluer vers plus de responsabilités ...,
  - ... éventuellement pour certains en partant travailler à l'étranger pendant quelques années
  - D'autres espèrent simplement que "ça continuera comme ça", ...
  - ... ou que le métier ne deviendra pas trop compartimenté

# **Les responsables de formation**

**(13 entretiens individuels en face à face,**

***dont ENSPG, Ecoles Centrales, Mines de Paris, ENSTA, ENSCP, SGN, INSTN, UTC...  
et Paristech (regroupement d'écoles d'ingénieurs : X, ENSTA, ENCP, Arts et Métiers, Ecoles des Mines)***)

**durée des entretiens : 1h30 à 3h**



→ **Des structures et des "formats" de cursus extrêmement divers :**

→ Dans les **écoles d'ingénieurs** : Enseignement de spécialisation sur le nucléaire en 3<sup>ème</sup> année

→ **INSTN** :

- Etablissement à statut Enseignement Supérieur habilité à délivrer tous types de diplômes de l'enseignement supérieur : techniciens, ingénieurs et docteurs (*dans le cadre du programme de formation du CEA*)
- Formations d'ingénieurs, en particulier en génie atomique (*formation phare : 65 élèves civils et 15 à 20 élèves officiers de la Marine chaque année*)
- Formations réglementaires pour les salariés des sous-traitants du nucléaire (*de 3 à 4 jours, à quelques semaines*)
- Internationalement connu
- Un très large panel d'enseignants

→ **Chez SGN** :

- Structure de formation interne, exclusivement réservée aux salariés du groupe AREVA (*ingénieurs et techniciens supérieurs*)
- Formations sur la sûreté nucléaire, la criticité, le cycle du combustible, ...
- Formations qui sont délivrées par des experts

→ **Aucune difficulté en général pour recruter des élèves...**

→ L'INSTN mentionne cependant **certaines formations** qui **n'attirent pas** (*chimie nucléaire, démantèlement, radioprotection*)

- Les programmes dans la filière nucléaire allient le plus souvent connaissances théoriques, applications pratiques et stages
  - Certains établissements (Ecoles Centrales et ENSTA) revendiquent cependant une formation beaucoup plus généraliste que spécifiquement "nucléaire", y compris dans leurs enseignements spécialisés "nucléaire"
  
- Les programmes sont toujours définis en concertation avec les industriels (AREVA et/ou EDF), et les Autorités
  - Certaines écoles se disent néanmoins particulièrement soucieuses de conserver leur indépendance vis-à-vis des entreprises
  - Les programmes évoluent au fur et à mesure des avancées technologiques, en concertation avec les industriels
  
- Dans les écoles, les enseignements spécialisés "nucléaire" sont très souvent dispensés par des intervenants extérieurs issus de AREVA, EDF, de l'IRSN ou de l'INSTN
  - Les écoles font également beaucoup appel à leurs anciens élèves pour ces enseignements spécialisés
  
- Pour répondre à la curiosité des élèves et les inciter à choisir les métiers du nucléaire, des représentants du monde professionnel viennent aussi visiter les écoles d'ingénieurs pour faire part de leurs expériences
  - Dans le même esprit d'incitation au choix de ces métiers, et donc en amont de leurs filières de formation, certaines écoles fortement spécialisées "nucléaire" participent avec les industriels à des actions d'information dans les lycées et universités
  
- Dans la plupart des écoles, les industriels proposent spontanément des stages pour essayer de faciliter leurs propres recrutements dans l'actuel contexte de pénurie
  - Dans le même ordre d'idées, certaines entreprises sollicitent fortement les écoles pour que les élèves viennent assister à leurs présentations des métiers du nucléaire

- Dans ce contexte, tous les élèves trouvent facilement du travail dès leur sortie de l'école...
  - ... le plus souvent dans le nucléaire
  - ... parfois à l'étranger, dans les entreprises qui les ont accueillis en stage
  - ... avec souvent comme premier emploi un poste d'ingénieur
  
- Dans certaines écoles cependant, beaucoup d'élèves choisissent de poursuivre en doctorat
  
- Dans les 10 – 15 prochaines années, la plupart des responsables de formation pensent que les évolutions des formations et des programmes liés au nucléaire concerneront à la fois...
  - l'internationalisation et le niveau de leur recrutement, avec un poids plus important des Masters
  - le contenu des programmes, qui s'adaptera aux avancées technologiques
  - Les autres se disent incapables de répondre parce que leur école restera avant tout une grande école généraliste
  
- Quoi qu'il en soit, aucun ne semble avoir envie de développer des formations en alternance pour les ingénieurs
  - pour des raisons d'image (d'abord) :
 

*"dans l'imaginaire des élèves, l'apprenti c'est le maçon, à la limite le technicien. Certainement pas l'ingénieur"*
  - et pour des raisons de lourdeur logistique, à la fois pour les entreprises et pour les écoles
 

*"le rythme de l'alternance est beaucoup trop contraignant pour les entreprises. Il n'est pas compatible avec le rôle de formateurs qu'on attend d'elles"*

*"pour les établissements d'enseignement c'est un cauchemar. Il faut monter la formation avec le CFA dont dépend géographiquement l'établissement, donc vous pouvez avoir plusieurs CFA. Et il faut que chaque élève ait un tuteur dans l'établissement..."*

# **Les élèves et étudiants**

**(13 entretiens individuels en face à face,  
*dans les organismes de formation rencontrés*)**

**durée des entretiens : 1h à 1h30**

→ Leurs profils :

→ Les élèves des formations initiales

- de 21 à 23 ans
- élèves de 3<sup>ème</sup> année (1 de 1<sup>ère</sup> année)
- entrés sur concours en sortie de classes préparatoires
- quelques doubles cursus : Ecole + M2 (Université ou INSTN)
- 25 à 36 heures de cours par semaine, avec chaque année un stage en entreprise, de 4 à 6 mois en dernière année
- 12 à 100 élèves par promotion

→ Le stagiaire en formation continue interne chez SGN

- 28 ans
- formation suivie : analyse de sûreté
- 12 à 15 stagiaires sur 5 jours

→ Les programmes des formations actuellement suivies :

→ Les formations initiales :

- en 1<sup>ère</sup> année, enseignements des "bases"
- en 3<sup>ème</sup> année, des cours très spécialisés (*physique des réacteurs, génie nucléaire, ...*), mais aussi des cours plus transverses (*énergie en général, management, économie, ...*)

→ La formation continue suivie (SGN) :

- la sûreté nucléaire

→ Certains ont choisi cette spécialisation nucléaire par passion et/ou parce que le secteur est en plein essor...

... d'autres y sont venus un peu par hasard, mais sont contents de ce choix

→ Tous sont ravis de leur formation, à la fois dans ses aspects théoriques et dans ses aspects appliqués

→ Ils apprécient particulièrement...

- surtout les aspects techniques
- les stages effectués
- également les possibilités d'ouverture à l'international, à la recherche

... un peu moins en revanche

- certaines matières "de base" (*thermohydraulique, ..., management, langues, économie, ...*)

→ Leurs enseignants viennent souvent du milieu professionnel...

... et leur semblent extrêmement bien connaître leurs domaines de spécialité

→ Beaucoup attendent de ce métier qu'il leur permette d'être utiles ("*de sauver le monde*"), d'avoir une bonne situation, de faire de la modélisation (et dans une moindre mesure, de voyager)

→ Certains disent vouloir travailler dans le "concret"

→ D'autres envisagent plutôt la recherche, ...

- ... au CEA ou chez AREVA
- ... ou dans un laboratoire universitaire

→ Ceux qui imaginent leur évolution future aimeraient se diriger...

- vers des missions transverses à fortes responsabilités
- ou vers de la direction de laboratoires ou de programmes de recherche
- voire vers d'autres secteurs dans le groupe AREVA (*salarié Areva*)

→ Tous ont le sentiment de (bien) connaître le secteur du nucléaire, ...

→ ... grâce en particulier aux contacts de leurs écoles avec les entreprises

→ Et presque tous pensent qu'il leur sera facile de trouver du travail dans ce métier du nucléaire, avec leur formation actuelle

→ Plusieurs feront une thèse avant de chercher un emploi

→ Les autres chercheront directement du travail, mais feront peut-être ensuite une formation complémentaire (*école de commerce, sciences humaines*)

(La personne en formation continue chez SGN va entamer une nouvelle formation, toujours chez SGN)

→ Seul 1 élève (de 1<sup>ère</sup> année) évoque spontanément l'envie d'un premier poste à l'étranger

→ Tous perçoivent le nucléaire, et donc leur propre parcours professionnel, comme promis à un avenir radieux, en raison du contexte énergétique mondial, ...

... même si certains évoquent (sans y croire) le risque d'un changement de politique



**Estimation chiffrée  
des besoins en recrutement  
d'ingénieurs et techniciens  
pour l'ingénierie nucléaire en France**

## Les données que nous avons utilisées pour notre estimation :

### ■ Des informations communiquées dans la presse économique :

Areva

- :
- **1.000 ingénieurs et cadres** en France seront recrutés en **2008**
  - 8.000 recrutements par an (*1 par heure*) dans le monde

EDF

- :
- **5.000 ingénieurs** seront recrutés dans les **10 ans**
  - **3.000 à 4.000 techniciens** dans les **10 ans**

Suez

- :
- **700 ingénieurs et techniciens** seront recrutés en **2008**

Sous-traitants et  
partenaires d'EDF

- :
- **3.000 à 4.000 techniciens** seront recrutés dans les **10 ans**

■ Des informations issues de l'étude, que nous avons superposées à celles issues de la presse :

Areva + EDF  
+ Suez

- :
- hypothèse retenue :
  - **1.200 recrutements par an en France jusqu'en 2010** (900 ingénieurs ; 300 techniciens)
  - **1.100 recrutements par an en France après 2010** (650 ingénieurs ; 450 techniciens)

ASN + IRSN  
+ CEA

- :
- hypothèse retenue :
  - **150 recrutements par an en France jusqu'en 2010** (docteurs - ingénieurs surtout)
  - **100 recrutements par an en France après 2010**

Sous-traitants

- :
- hypothèse retenue :
  - **900 à 1.100 recrutements (de complément<sup>(\*)</sup>) par an en France dans les 5 ans qui viennent (jusqu'en 2012)**  
(i.e. 400 à 500 ingénieurs ; 500 à 600 techniciens)
  - **700 recrutements (de complément<sup>(\*)</sup>) par an en France après 2012**  
(40% ingénieurs ; 60% techniciens)
  - Pourquoi pas davantage ?  
Chez la grande majorité des sous-traitants interrogés, les recrutements prévus sont certes très importants, mais surtout destinés à remplacer les départs (chez les donneurs d'ordre, à la concurrence, ...).  
Par ailleurs, les activités des grandes structures d'ingénierie couvrent souvent plusieurs filières, avec des personnels ingénieurs et techniciens qui peuvent être réorientés vers la filière nucléaire, compte-tenu des types de prestations habituellement sous-traitées (i.e. pas le cœur du réacteur). La compétence "nucléaire" nécessaire peut leur être donnée en formation continue.

---

((\*) : effectifs supplémentaires par rapport à ceux de l'année précédente)

## Estimation globale :

*(recrutements = remplacements des départs (en retraite, à la concurrence, ...) + créations nettes d'emplois)*

- **Estimation du besoin global en recrutements (France) d'ingénieurs et techniciens pour l'ingénierie nucléaire**

**Jusqu'en 2010** : **2.200 par an** (~ 1.400 ingénieurs - 800 techniciens)

**2010-2012** : **2.100 par an** (~ 1.100 ingénieurs - 1.000 techniciens)

**Après 2012** : **1.900 par an** (~ 1.000 ingénieurs - 900 techniciens)

## Ventilation par domaines de compétences du besoin global annuel en recrutements (*France*) d'ingénieurs et techniciens pour l'ingénierie nucléaire jusqu'en 2012 : (\*)

	En % des besoins de recrutements annuels en ing. et tech.	En nombre d'ingénieurs à recruter par an jusqu'en 2012	<i>Dont</i> : chez les ss-traitants des grands donneurs d'ordre	En nombre de techniciens à recruter par an jusqu'en 2012	<i>Dont</i> : chez les ss-traitants des grands donneurs d'ordre
- Automatisme, électronique, informatique industrielle ** .....	~ 15%	~ 200 (/ an)	~ 70 (/ an)	~ 130 (/ an)	~ 80 (/ an)
- Sûreté, combustible, neutronique .....	~ 14%	~ 180	~ 30	~ 130	~ 40
- Métallurgie, physique des matériaux, CND.....	~ 11%	~ 140	~ 40	~ 100	~ 70
- Génie civil ** .....	~ 6%	~ 80	~ 50	~ 50	~ 40
- Electro-mécanique .....	~ 10%	~ 140	~ 60	~ 100	~ 70
- Conception et process .....	~ 25%	~ 360	~ 40	~ 200	~ 60
- Installation générale .....	~ 8%	~ 80	~ 80	~ 100	~ 100
- Radioprotection .....	~ 2%	~ 30	~ 10	~ 30	~ 20
- Chimie et environnement .....	~ 4%	~ 60	~ 20	~ 40	~ 30
- Codes de calcul et traitement du signal .....	~ 2%	~ 30	~ 10	~ 20	~ 20
- Métiers supports ( <i>achats, qualité, ...</i> ) .....	~ 3%	~ 50	~ 50	~ 30	~ 30
	<b>Σ = 100%</b>	<b>Σ ~ 1300 / an</b>	<b>Σ ~ 400 à 500 / an</b>	<b>Σ ~ 900 / an</b>	<b>Σ ~ 500 à 600 / an</b>

(\* ventilation déduite des entretiens auprès des experts) / (\*\* recrutements perçus comme particulièrement difficiles)

## Question corollaire :

**Combien d'ingénieurs et techniciens "éligibles" au nucléaire sont *produits* chaque année en France ?**

### **Les ressources en ingénieurs :**

([source](#) : *CNISF - Conseil National des Ingénieurs et Scientifiques de France*)

- **Estimation : 36.000 diplômes délivrés en 2007 (ingénieurs et diplômes universitaires  $\geq$  Bac + 5)**
- Les diplômes d'ingénieurs = 60% des diplômes délivrés à Bac+5
- **Il existe en France ~ 270.000 personnes qui exercent un métier d'ingénieur et cadre technique** au sens INSEE, sur un total de 468.000 ingénieurs diplômés (*année = 2005*), **soit environ 60% du nombre total des ingénieurs diplômés**

**Hypothèse retenue : sur 36.000 ingénieurs diplômés en 2007,**  
exerceront un **métier d'ingénieur et cadre technique...**

Hypothèse **haute** : **60%** (*i.e. comme sur le  $\Sigma$  global actuel*) ~ **22.000**

Hypothèse **basse** : **45%** (*compte-tenu de l'attraction pour la finance, ...*) ~ **16.000**

## Les ressources en techniciens supérieurs :

(source : Ministère de l'Education Nationale enseignement supérieur recherche - Direction de l'évaluation et de la prospective (MEN-DEP))

- IUT → DUT : **50.000 DUT** délivrés en 2005
- STS → BTS : **100.000 BTS** délivrés en 2005 (dont **8.000** à l'issue d'une formation par l'apprentissage)  
(Licence Pro → **40.000 étudiants** inscrits en 2007)

- **Sur les 100.000 BTS délivrés en 2005 :**

7.700 spécialités pluritechnologiques de production  
2.900 génie civil construction et bois  
10.400 mécanique électricité électronique

soit **21.000 BTS délivrés en 2005** dans des **domaines concernant le nucléaire**

dont sans doute **1/5 seulement ne poursuivent pas leurs études** (cf réforme LMD...)  
(hypothèse analogue à celle retenue pour les DUT – voir page suivante)

- **hypothèse retenue :**  
**donc ~ 4.000 nouveaux BTS éligibles au nucléaire sur le marché du travail en 2005**

- Sur les 50.000 DUT délivrés en 2005 :

sans doute ~ **10.000 DUT délivrés dans des domaines concernant le nucléaire**  
(hypothèse : 20%, comme pour les BTS - voir page précédente)

- hypothèse retenue :  
dont ~ **1/5 seulement ne poursuivent pas leurs études** (source MEN - DEP)  
(**donc ~ 2.000 nouveaux DUT éligibles au nucléaire sur le marché du travail en 2005**)

- Peuvent sans doute s'ajouter à ces 4.000 nouveaux BTS et 2.000 nouveaux DUT éligibles au nucléaire sur le marché du travail en 2005 ...

~ **6.000 BTS + autre diplôme de niveau  $\leq$  Bac + 3** (i.e. 35% des 17.000 BTS (i.e. 21.000 - 4.000) diplômés 1 à 3 ans avant qui ont poursuivi leurs études, en admettant que le nombre de diplômés BTS est constant chaque année entre les années n - 3 et n.  
(35% = 45% qui restent dans le technique - 10% qui deviennent ingénieurs) )

~ **3.000 DUT + autre diplôme de niveau  $\leq$  Bac + 3** (i.e. 35% des 8.000 DUT (i.e. 10.000 - 2.000) diplômés 1 à 3 ans avant qui ont poursuivi leurs études, en admettant que le nombre de diplômés DUT est constant chaque année entre les années n - 3 et n.  
(35% = 45% qui restent dans le technique - 10% qui deviennent ingénieurs) )



## Mise en parallèle des besoins estimés en recrutements et des ressources potentielles en France en nouveaux ingénieurs et techniciens pour la filière nucléaire

### Besoins estimés (jusqu'en 2010) (\*)

- **1.400 ingénieurs par an**  
(soit ~ **8%** des ressources)
  
- **800 techniciens par an**  
(soit ~ **5%** des ressources)

### Ressources potentielles en France

- **16.000 à 22.000 ingénieurs diplômés par an** qui exerceront un **métier d'ingénieurs et cadres techniques**,...
- sur un total de **36.000 ingénieurs diplômés par an**
- (et sur un total global de **270.000 personnes** qui exercent actuellement un **métier d'ingénieurs et cadres techniques**)
- **15.000 diplômés BTS / DUT par an** (**10.000 BTS + 5.000 DUT**) dans des domaines **éligibles au nucléaire qui exerceront un métier de technicien**, après avoir poursuivi leurs études ou dès l'obtention de leur diplôme
- sur un total de **31.000 diplômés BTS / DUT par an** dans des domaines éligibles au nucléaire

(\* cf page 59)

# Conclusions

## Les perspectives globales :

- Le **nucléaire** représente **5% de l'énergie mondiale**  
(le bois : 10% ; l'hydraulique : 5% ; l'éolien : 0.001% ; le photovoltaïque : ~ 0% ; le fossile : le reste)

Il existe actuellement **400 réacteurs nucléaires** dans le monde

En **Europe**, **1/3 de l'électricité** est **nucléaire** (80% en France)

Les **besoins du monde en énergie électrique devraient doubler d'ici 2025**

- Un **programme de construction de centrales** qui va sans doute **exploser à l'international**, mais **pas en France**

Les hypothèses envisagées par les grands donneurs d'ordre :

- 250 à 300 centrales (900, 1.000 et 1.600 MW) seront sans doute à construire dans les 20 ans qui viennent (*mais très peu sont actuellement programmées*), dont 1 en France (EPR, Flamanville 3 jusqu'en 2011)
- 1/3 de ces centrales seront construites par Areva et/ou EDF (et/ou Suez), ...
  - ... soit 80 à 100 centrales sur 20 ans,
  - ... donc 4 à 5 par an dans le monde

## (Les perspectives globales (suite))

- Données

- 1 centrale neuve
  - . ~ 3 B€
  - . mise en place des études et des structures en amont : 4 à 5 ans selon les contextes politiques et les Autorités de Sureté
  - . construction : 3 à 5 ans
  - . mise en route : 1 à 2 ans
- soit en moyenne 10 ans entre le 1<sup>er</sup> contact et la mise en exploitation

→ Un **programme de déconstruction considérable**, en particulier **en France**, avec un recours très important à la sous-traitance **en prestations d'ingénierie (de conception et d'exécution)**

- Données

- En France, le programme de déconstruction pèse 1.000.000 tonnes, et plusieurs B€ (*pour mémoire, on ne sait actuellement évacuer que 5.000 t / an*)
- déconstruction d'une centrale : 25 ans
- 9 réacteurs (de 1<sup>ère</sup> génération) doivent être démantelés à l'horizon 2027
- construction de l'usine de retraitement des déchets UP1 de Marcoule : plusieurs B€ (*soit un coût de 200 M€ / an*)
- le recours à la sous-traitance va s'intensifier, et la durée des marchés va sans doute s'allonger : de [ 3 - 4 ans ] actuellement à [ 6 - 7 ans ].

→ **En France**, (maintenance et) **ingénierie du parc des 58 tranches nucléaires** en exploitation

- achat par EDF de prestations de (maintenance), améliorations et modifications, avec pour EDF la volonté d'allonger au maximum la durée de vie de ses centrales (*au moins 50 ans, c'est-à-dire encore au moins 20 ans pour les centrales PWR*)

→ **Des difficultés en perspective** face à cette relance du nucléaire

## Les difficultés à prévoir :

- Le manque de visibilité sur les projets à venir et sur leurs dates de démarrage
  
- La pénurie de ressources en France en ingénieurs et techniciens ...
  - étroitesse des filières de formation spécialisées nucléaire (*INSTN en particulier*) mais surtout manque d'ingénieurs qui *font* de l'ingénierie (mise en sommeil du nucléaire et recentrage de la grande industrie en France depuis 20 ans)
  - risque d'aspiration des compétences françaises par l'étranger (*UK et autres pays d'Europe du nord notamment*) ou par d'autres secteurs (*Pétrole - gaz, mais aussi et surtout Tertiaire (Banque, Finance), pour des raisons à la fois de salaire, d'image, de confort*)
  
- ... en particulier en génie civil et installations industrielles complexes.

### (Les difficultés à prévoir (suite))

- **En corollaire**, la **bataille du recrutement**, en particulier pour les "petits" sous-traitants ...
- risque d'encouragement de la mentalité de mercenaire
  - aspiration des salariés des sous-traitants par les grands donneurs d'ordre, pour des raisons à la fois de salaires, de confort de vie (de famille), de perspectives de carrières, d'avantages sociaux...
  - risque de baisse du niveau de compétences des ingénieurs et techniciens des petits sous-traitants
  - risque de non-motivation des candidats pour les technologies vieillissantes, la lourdeur des procédures règlementaires, les déplacements fréquents dans des villes non attractives, le travail d'exécution sans développement d'idées
  - risque de déception chez les candidats de ne pas travailler sur l'EPR, ou sur les réacteurs de 4<sup>ème</sup> génération, ou sur la construction de centrales
  - risque également d'une certaine réticence à l'expatriation (dans des pays lointains à l'industrialisation récente (*Chine, Inde...*))
- ... **avec la nécessité** pour les sous-traitants **d'anticiper** leurs recrutements, **sans visibilité** sur les projets, **pour être prêts** "le moment venu"

## Les certitudes :

→ Le **recours** des grands donneurs d'ordre à **l'ingénierie professionnelle (en sous-traitance)** va augmenter, parallèlement aux **commandes fermes** qu'eux-mêmes vont signer.

(avantages de la sous-traitance pour les donneurs d'ordre (entre autres) :

- *"plus grande réactivité en terme de mobilisation des compétences à un endroit donné"*
- *pas de gestion des problèmes de Ressources Humaines*
- *"pas de m2 de bureaux à trouver"*

Cependant, **il n'y aura pas une explosion de l'activité sous-traitée** pour les activités localisées **en France**

→ **C'est sur les commandes fermes** que les grands donneurs d'ordre **prendront leurs décisions d'allocations de ressources**

## (Les certitudes (suite))

→ Les **besoins de recrutements "supplémentaires" des sous-traitants** en ingénieurs et techniciens **pour la filière nucléaire** (i.e. au-delà du remplacement des départs de leurs ingénieurs et techniciens chez les grands donneurs d'ordre ou à la concurrence) **ne seront pas considérables**, en raison ...

- de la multi-activité des grandes structures d'ingénierie
- de la très faible part du "spécifiquement nucléaire - cœur du réacteur" dans les prestations sous-traitées par les grands donneurs d'ordre
- et donc, en corollaire, de la possibilité pour les sous-traitants de réorienter leurs ingénieurs et techniciens vers la filière nucléaire

*" Qu'ils fassent du génie civil pour le nucléaire ou pour autre chose, ce sont les mêmes compétences de base qui sont mobilisées, et ils peuvent apprendre sans difficultés majeures les règles spécifiques au nucléaire "*



## Recommandations quant aux actions souhaitables pour l'ensemble de la filière, compte-tenu de ces besoins et perspectives :

### Souhaits exprimés auprès des grands donneurs d'ordre

- Donner une **visibilité** aux sous-traitants sur les projets signés  
*(engagement de contrats sur plusieurs années, dès signature des commandes fermes)*
- Fortement **communiquer sur l'enjeu citoyen** (gaz à effet de serre ("sauver la planète"), coût de l'énergie, **déconstruction** (terme nettement préférable à "démantèlement", pour les connotations induites)) ...
- ... et recréer l'idée de **l'Aventure du nucléaire**
- Souligner la **pérennité du travail** (bien au-delà de la durée totale de la carrière professionnelle des personnes)
- Donner des **perspectives** sur les **carrières envisageables**
- Proposer des **salaires d'embauche motivants** (sans excès sous peine d'asphyxie du système)
- Continuer à développer les **actions de partenariat et d'information** avec les **écoles, universités...**
- Inciter **ces établissements** à **élargir** leurs **filières de formation éligibles** au nucléaire, (notamment à l'INSTN, par le biais de la **VAE pour les Bac + 2** qui ont 10 à 20 ans d'expérience dans le nucléaire)  
*"et en créant peut-être des cycles de formation initiale en ingénierie généraliste, avec des modules de spécialités et un sous-module nucléaire"*
- **Agrandir** les **structures de formation internes**

## (Recommandations (suite))

### Côté sociétés d'ingénierie, et Syntec-CICF (pour répondre aux demandes des grands donneurs d'ordre)

- Maintenir le **niveau d'exigence** dans les **recrutements** d'ingénieurs et techniciens
  
- **Accompagner l'évolution de la demande** des donneurs d'ordre qui tend à préférer l'organisation **en mode projet avec des interventions (multi-métiers) au forfait** lorsque le projet est entièrement défini, avec des engagements de résultats, au détriment des prestations d'Assistance Technique
  
- (pour les grandes ingénieries qui veulent intervenir **à l'international**) **Nouer impérativement des partenariats locaux** dans les pays où elles veulent intervenir
  
- **Dialoguer** avec les **donneurs d'ordre** pour :
  - Réduire la tendance au « débauchage » des ingénieurs et techniciens
  - Gérer les parcours des carrières et des responsabilités

## (Recommandations (suite))

- Mettre en place **des actions de formation continue (actions collectives)** visant à faire évoluer et renforcer les compétences techniques des ingénieurs et techniciens de l'ingénierie nucléaire. **Les contenus des formations devront porter notamment sur :**
  - PDMS (installations industrielles complexes – Plant Design Management System – 3 D)
  - Catia V5 – Mécanique
  - Solidworks (DAO)
  - PRIMAVERA (Project Planner)
- Engager des **actions auprès des autorités concernées** (Ministère de l'Education Nationale, ...) pour favoriser **l'apprentissage dans les écoles d'ingénieurs** (et les M2), ...
- ... ceci pour **susciter l'envie chez les élèves-ingénieurs** et **inciter** ainsi **les écoles** (*souvent très réticentes actuellement quant à l'apprentissage*) à **adapter leurs formations** pour répondre à cette demande
- Faciliter la **mobilité des ingénieurs et techniciens**, en particulier pour ceux qui sont détachés sur des chantiers en France et à l'étranger, en obtenant l'extension des règles de défiscalisation applicables aux salariés du BTP
- Renforcer les **campagnes d'information et de motivation des lycéens** pour les attirer vers les formations techniques (ingénieurs et techniciens).

## **O.P.I.I.E.C**

### **OBSERVATOIRE PARITAIRE DES METIERS DE L'INFORMATIQUE, DE L'INGENIERIE, DES ETUDES ET DU CONSEIL**

56/60 rue de la Glacière – 75640 PARIS Cedex 13  
Tél : 01.77.45.95.36 / Fax : 01.43.36.36.10

**L'OPIIEC (Observatoire Paritaire des Métiers de l'Informatique, de l'Ingénierie, des Études et du Conseil)** est une instance paritaire, association loi 1901, créée en 1998, dont les membres sont les fédérations patronales SYNTEC et CICF et les organisations de salariés (CGC, CFDT, CGT, CFTC, FO).

L'OPIIEC a pour **principales missions** de :

- **procéder à un état des lieux**, en identifiant le périmètre stratégique des métiers de la branche, en anticipant le champ de l'observation et en analysant les statistiques d'entreprises, d'emplois, de métiers et de formation ;
- **étudier de façon prospective les formations nécessaires** à ces emplois, leur adaptation aux métiers nouveaux et émergents, la valorisation des compétences, la reconversion éventuelle des métiers en perte de vitesse ou en voie de disparition dans la branche ;
- **communiquer**, en transférant l'information aux partenaires de la branche, puis en l'ouvrant aux tiers institutionnels et privés.

Les bases de données dont l'OPIIEC dispose et les études conduites sous son égide sont autant d'outils qui permettent à la CPNE (Commission Paritaire Nationale pour l'Emploi) de **définir la politique de formation de la branche**.

L'OPIIEC a notamment réalisé **un référentiel des métiers de la branche** (Informatique, Ingénierie, Études et Conseil).