

**EDF**

Electricité  
de France

Direction Générale

**S Û R E T É**

**NUCLÉAIRE**

**1 9 8 9**



**S Û R E T É**

**NUCLÉAIRE**

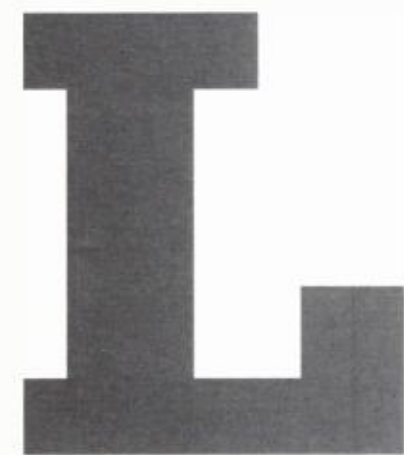
**1 9 8 9**

**LE RAPPORT  
DE L'INSPECTEUR GÉNÉRAL**





# RAPPORT DE SYNTHÈSE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE A FIN 1989



*'Inspecteur Général pour la Sûreté Nucléaire a pour première mission d'être le garant, tant vis-à-vis du Directeur général que de l'opinion publique, d'une bonne prise en compte des préoccupations de sûreté dans les installations nucléaires d'EDF. C'est dans ce cadre que mon rapport annuel s'attache à présenter une vue globale de la sûreté nucléaire dans l'Entreprise à fin 1989.*

*J'avais écrit dans mon rapport de l'année dernière que 1988 avait été une bonne année pour la sûreté nucléaire à EDF, en particulier en raison de l'absence d'incident très significatif pour la sûreté. L'année 1989 a confirmé que la sûreté de nos installations se situe à un bon niveau, mais elle a été marquée d'une part par quelques incidents importants, sur lesquels je reviendrai plus loin, et d'autre part par une évolution très nette des relations entre EDF et ses Autorités de Sûreté. Je considère finalement que l'année 1989 a constitué une **année-charnière** pour la sûreté à EDF, car tant pour répondre à la demande des Autorités de Sûreté, que pour atteindre les*

---

*objectifs que l'Entreprise s'est fixée elle-même en matière de sûreté, EDF a défini en 1989 un certain nombre d'orientations importantes qui devraient influencer dans l'avenir sur toutes ses actions liées à la sûreté.*

*Ce rapport de synthèse comprendra trois parties. Dans la première, je dresserai un panorama d'ensemble de la situation telle que je la vois en cette fin d'année ; dans la deuxième, j'analyserai sous l'angle de la sûreté les principaux événements survenus à EDF au cours de l'année 1989 ; dans la troisième, je proposerai des orientations pour l'avenir. Dans le rapport IGSN proprement dit qui est joint en annexe, je passerai en revue les différents thèmes retenus pour mon programme d'inspection sûreté nucléaire 1989.*



## Première partie

# 1 - PANORAMA DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

## 1.1 - L'évolution de l'environnement national

Les relations avec les Autorités de Sûreté ont évolué de manière très significative au cours de l'année 1989. On ne peut pas parler à proprement parler de "rupture", car cette évolution était déjà amorcée dans les années antérieures, mais 1989 a vu une succession de prises de position de la part du Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires (SCSIN) qui ont indiqué sa volonté de marquer son indépendance vis-à-vis de l'exploitant nucléaire EDF, premier responsable de la sûreté de ses installations, et qui reflètent plus ou moins directement l'opinion des milieux politiques vis-à-vis des questions de sûreté et de protection de l'environnement, telle qu'elle s'est notamment manifestée au cours du débat parlementaire de décembre 1989. La conférence de presse tenue à l'occasion de la publication du rapport SCSIN 1988 a rendu publique cette évolution, comme l'ont fait un certain nombre de documents émis par le SCSIN, telle la publication de la "Charte de la Sûreté Nucléaire" dans le Bulletin SN d'avril 1989.

Il va de soi qu'EDF ne peut que suivre les directives que lui donnent les Autorités de Sûreté, et qu'en outre nous nous félicitons de l'affirmation publique de l'indépendance de ces Autorités. Je considère pour ma part que l'indépendance de jugement en matière de sûreté a toujours été la règle depuis pratiquement les origines du programme nucléaire français, quoi qu'aient pu en dire certains critiques de ce programme. Ce qui me paraît néanmoins fondamental, c'est que cette indépendance s'est toujours appuyée sur une analyse technique contradictoire, mais approfondie, des dossiers et il me paraîtrait dangereux qu'elle puisse désormais se fonder d'abord sur des considérations de nature socio-politique. Une telle dérive conduirait à un processus décisionnel qui se situerait en terme de conflit de pouvoir, et non plus de recherche du meilleur compromis technique.

L'évolution de nos relations avec le SCSIN me conduit donc à une mise en garde. On a tendance parfois à mettre sur le seul compte de la qualité des hommes et de l'organisation des entreprises le succès du programme nucléaire français par rapport à l'étranger. C'est trop vite oublier l'importance de l'environnement favorable sur les plans politique, juridique et réglementaire dans lequel notre pro-

gramme a pu se développer. En ce qui concerne la contrainte réglementaire, il est généralement reconnu qu'elle a une large part de responsabilité dans l'échec du programme nucléaire américain, qui disposait au départ d'une avance technologique considérable. Il est instructif de noter que les "régulateurs" américains ont souvent cru de bonne foi qu'en marquant plus nettement leur pouvoir vis-à-vis de l'industrie nucléaire américaine, notamment par un durcissement de leurs exigences, ils rendaient service à cette industrie, et regagnaient en même temps la confiance du public. Ils se sont doublement trompés.

Or je crains que nous n'assistions aujourd'hui à une tendance similaire en France, avec plus d'une décennie de décalage. Il me paraît significatif que les derniers mois aient vu se multiplier des propositions de restructuration de l'organisation nationale de la sûreté nucléaire, alors qu'aucun responsable ne met sérieusement en cause le bien-fondé technique des décisions prises dans le passé, et que la seule préoccupation avancée porte sur la perception de ces questions par l'opinion publique. Plusieurs initiatives locales, telle la "contre-expertise" organisée par le Conseil Général du Haut-Rhin à l'occasion de l'épreuve décennale de Fessenheim, ressortissent à mon avis au même courant, même si souvent les préoccupations de protection vis-à-vis de la radioactivité l'emportent sur les soucis strictement de sûreté.

En pratique, cette évolution se traduit pour EDF par de nouvelles contraintes auxquelles l'Entreprise doit faire face. Il est vraisemblable que ces contraintes iront en se renforçant dans les années à venir, et nous devons en tenir compte si nous voulons que notre programme nucléaire se poursuive dans des conditions acceptables. Je pense que c'est avant tout sur les aspects techniques de sûreté que nous devons faire porter notre effort.

En effet, notre préoccupation essentielle doit être de maintenir en France un consensus sur les réponses à apporter aux problèmes techniques de sûreté qui se posent aujourd'hui, comme sur ceux qui se poseront pendant toute la poursuite du programme. Nous devons nous efforcer de garantir la qualité du dialogue technique entre nos spécialistes et les experts indépendants qui apportent leur soutien aux Autorités de Sûreté. Ceci impose que nous leur ouvrons tous nos dossiers, que nous respections à la lettre les engagements pris auprès du SCSIN comme du Groupe Permanent, notamment en ce qui concerne les délais d'études, que nous réagissions rapidement sur les incidents, et que nous nous efforcions d'anticiper les problèmes plutôt que de les subir. Je sais que les Directions Opérationnelles partagent ce point de vue, mais nous devons reconnaître que nous n'avons pas toujours été sans

reproches sur certains points dans le passé. J'espère que notre interlocuteur technique principal, l'IPSN, sortira renforcé des débats en cours sur le CEA.

Il me paraît clair en outre que nous devrions rendre plus visible auprès des milieux politiques et de l'opinion publique le fait que toutes les décisions techniques relatives à la sûreté des centrales nucléaires font l'objet, après discussions, d'un accord entre EDF et le SCSIN. L'opinion ne peut en effet que s'inquiéter lorsqu'on lui dit que les Autorités de Sûreté remettent en cause une décision d'EDF, premier responsable de la sûreté des centrales, alors qu'il ne s'agit que d'une question de présentation.

## 1.2 - La situation technique

S'il ne m'apparaît pas que la sûreté des centrales EDF ait été réellement mise en cause en 1989, on doit constater que sont survenus au cours de ces 12 mois des incidents d'exploitation qui méritent d'être pris sérieusement en considération. Nous avons subi en 1989 la conjonction de trois "courants", à laquelle est venue se superposer la découverte de deux erreurs dans la conduite des opérations de maintenance, erreurs survenues en 1988 mais révélées par les contrôles de 1989. C'est cette superposition qui a fait de 1989 une année "chaude" pour la sûreté à EDF.

Je préciserai tout d'abord ce que je qualifie de "courants" dans les difficultés rencontrées en exploitation. Le premier goupe d'incidents résulte de ce que nous n'avons pas encore mis de l'ordre dans une exploitation perturbée par le poids des modifications, alors qu'elle est déjà difficile du seul fait de la complexité des installations. Mes visites sur sites mettent ainsi régulièrement en évidence les difficultés rencontrées par l'exploitant pour tenir à jour ses procédures de conduite et d'entretien, ce qui explique, par exemple, l'anomalie dans les procédures qui auraient dû être modifiées suite au chargement de combustible MOX (oxyde mixte uranium-plutonium) à St-Laurent B. Cette anomalie, découverte par les inspecteurs du SCSIN, a entraîné une lettre du Ministre au Directeur Général, et le lancement d'une enquête, qui a mis en évidence des défaillances de l'organisation, tout en confirmant que la sûreté de la centrale n'a jamais été vraiment en cause. Nul ne pourrait affirmer aujourd'hui que nous ne découvrirons pas d'autres anomalies similaires dans l'avenir.

Le deuxième type de problèmes est lié au vieillissement des installations. L'usure des grappes de contrôle des réacteurs 900 MW, plus rapide que prévue, qui s'est manifestée par un blocage à Gravelines, en est l'exemple le plus significatif. Je pense que le SCSIN est d'accord avec EDF pour considérer que le problème, une fois découvert, a été correctement traité sur le plan technique, mais on doit se

demander s'il n'aurait pas pu être légèrement anticipé, ne serait-ce que de quelques mois, par une analyse plus rapide d'un incident précurseur à Dampierre.

Le troisième type de difficultés est plus dérangeant, dans la mesure où il résulte de qualifications insuffisantes sur des modifications de conception, ou de fabrication, sur des systèmes dont on pouvait considérer, au stade actuel du programme REP, qu'ils étaient éprouvés. Des difficultés ont été ainsi rencontrées à Nogent, tels l'erreur sur le logiciel de protection et le gonflement des râteliers de stockage de combustible. Mais deux problèmes génériques majeurs sur les tranches 1300 MW, touchant directement la sûreté, marqueront sans contexte l'année 1989 : ce sont les défauts de soudure inconel sur les piquages des pressuriseurs, accompagnés ou non de fuites, défauts imputables à une erreur de conception ; c'est surtout le nouveau type de déformation observé sur les tubes des générateurs de vapeur, assimilable à un phénomène de "denting" analogue à celui constaté au niveau des plaques de maintien des tubes aux USA il y a quelques années, suivi de fissurations par corrosion sous contrainte, défaut dont l'origine exacte fait encore l'objet de discussions. La réaction de l'Entreprise a sans doute été à la hauteur de l'ampleur des problèmes lorsqu'elle a pu être correctement évaluée, et il est certain que des mesures compensatrices, encore en cours de discussions avec les Autorités de Sûreté, permettront de maintenir un niveau de sûreté acceptable sur les tranches touchées par ces défauts. Il n'en reste pas moins qu'une situation entièrement "normale" ne pourra être établie avant plusieurs années.

Il me faut maintenant parler des deux erreurs de maintenance révélées au cours de l'été. La première, détectée à Dampierre en juillet, portait sur le maintien en place pendant plus d'un an de deux fonds pleins rendant indisponible un circuit de sauvegarde qui n'est nécessaire qu'en cas d'accident de faible probabilité. La seconde, détectée en août à Gravelines, mettait en cause le bon fonctionnement des sécurités de suppression de circuit primaire si elles avaient été sollicitées pendant les 15 mois où a subsisté l'anomalie, et a été considérée initialement comme potentiellement très significative pour la sûreté puisqu'elle a été classée au niveau 3 de l'échelle de gravité. En fait l'analyse effectuée depuis montre, à mon avis, qu'elle devrait aujourd'hui être "déclassée" au niveau 2, car les sécurités étaient restées opérationnelles. Quoiqu'il en soit, en dehors de leur retentissement médiatique, tout à fait normal dès lors que Gravelines constituait le premier niveau 3 enregistré dans l'échelle depuis sa mise en service en avril 1988, ces incidents ont appelé notre attention, et



celle des Autorités de Sûreté, sur la possibilité de dysfonctionnements graves du système d'assurance de qualité dans les opérations d'entretien des matériels importants pour la sûreté. Des décisions ont été prises sans délai, et portées à la connaissance des Autorités de Sûreté. Une réflexion plus approfondie a été en outre engagée au sein d'EDF; j'y reviendrai plus loin.

Il est incontestable que tous ces incidents et difficultés ont contribué à l'évolution de l'attitude des Autorités de Sûreté dans leur contrôle de l'activité d'EDF, comme à la propre réflexion EDF sur ses objectifs en matière de niveau de sûreté d'exploitation. Ils ont plus accompagné ces évolutions qu'ils n'en ont été réellement la cause, car ils n'ont pas mis en évidence une dégradation des conditions de sûreté en exploitation. Tous les indicateurs dont nous disposons<sup>1</sup> malgré leurs imperfections, confirment que le niveau de sûreté reste globalement bon. Les dysfonctionnements observés qui mettent en cause des aspects très divers de la sûreté, conception, qualification des modifications, qualité de la maintenance, ressortissent à des types connus et des actions destinées à les éliminer sont en cours depuis plusieurs années. L'année "chaude" 1989 nous a tous sensibilisés au fait qu'il faut progresser plus vite dans tous les domaines où nous travaillons déjà.

Sur le plan médiatique par ailleurs, on peut juger que la politique de communication de l'Entreprise a su faire face aux événements, et que l'image de la sûreté de nos centrales n'en a pas été trop détériorée. Il est certain cependant qu'elle n'en a pas été améliorée non plus, et que cette amélioration reste nécessaire.

Pour conclure sur ce point, je considère pour ma part qu'il n'y a aucune raison de dramatiser la situation actuelle de la sûreté à EDF. Nous serions dans une toute autre position si nous avions eu sur une de nos centrales un incident analogue à celui de Vandellòs, en Espagne, survenu en novembre sur la centrale jumelle de Saint-Laurent A2, et dont je parle plus en détail dans le Chapitre 1 du rapport. A Vandellòs en effet, bien que l'incident n'ait eu aucune conséquence radiologique, à l'intérieur comme à l'extérieur du site, une analyse de la séquence accidentelle montre que les barrières de défense avaient été sérieusement entamées. Sur le plan de l'opinion publique en outre, l'impact a été très négatif, sans commune mesure avec l'impact de l'incident de Gravelines par exemple, ce qui plaide sans doute en faveur de l'échelle de gravité dans son utilisation avec les media.

Si l'expérience de 1989 ne doit pas nous conduire

à remettre en cause la politique nationale de sûreté, je crois par contre qu'elle peut nous aider à prendre tous une plus claire conscience de l'enjeu de la sûreté, et à moduler nos orientations en conséquence. C'est ce que je vais examiner maintenant.

### 1.3 - Les objectifs de sûreté d'EDF

Au début de ce rapport, j'ai parlé d'année-charnière pour 1989. En fait, la politique d'EDF en matière de sûreté est définie depuis l'origine. La bonne exploitation du parc nucléaire doit être une "grande ambition" pour l'Entreprise. Ce parc doit être mis au service de l'économie nationale et la stratégie qui consiste à "tirer le maximum de l'outil" exige d'abord une bonne sûreté, car sinon l'image sera ruinée, immédiatement ou à terme, et l'outil sera inutilisable. Il a toujours été clair que la "maîtrise de l'exploitation" n'est pas synonyme de "progrès sur la sûreté", et qu'au contraire, il pouvait y avoir compétition entre gains de productivité et amélioration de la sûreté. Je rappelle, à titre d'exemple, que le Directeur Général, à l'occasion du Conseil d'Administration de 1987 où fut présentée la politique de sûreté de l'Entreprise, précisait qu'il n'avait jamais été question de "faire la course aux arrêts courts", dans un soi-disant souci de productivité, mais que l'objectif était au contraire de privilégier la qualité des opérations d'arrêt, indispensable à une bonne sûreté du parc.

Dans la pratique cependant, il ne faut pas sous-estimer la difficulté que représente l'exploitation d'un parc nucléaire de plus de 50 unités, dans des conditions satisfaisantes de sûreté et de disponibilité, compte tenu des contraintes administratives et budgétaires. Il ne faut pas être intoxiqué par l'idée fausse que le programme nucléaire serait arrêté, fausse parce qu'elle ne s'applique qu'au programme d'engagement de nouvelles unités et qu'elle oblitère le fait que l'exploitation du parc constitue un "challenge" de même ampleur, sinon même plus ambitieux, que celui de la construction du parc, où, après tout, nous venions derrière les Américains et quelques autres, alors qu'ici nous sommes en tête du peloton.

C'est pourquoi, il est bon que l'expérience d'exploitation du parc dans cette année 1989 ait permis à tous de reprendre conscience de la spécificité du nucléaire, et de l'importance de l'enjeu que représente sa sûreté. Les financiers savent que c'est le caractère nucléaire du parc de production EDF, et non notre valeur intrinsèque en tant qu'Entreprise, qui nous met dans une position avantageuse sur les marchés. Il est très clair pour eux qu'un incident sur une centrale nucléaire serait susceptible de remettre en cause cette position, ce qui ne sera jamais le cas d'un incident sur une centrale à charbon. Dès lors,

<sup>1</sup> La question des Indicateurs de Sûreté est traitée au Chapitre 1 du Rapport

on conçoit bien qu'une bonne gestion technique du parc et notamment la prévention d'incidents, doit permettre d'éviter des pertes de productivité qui peuvent être au plan financier sans commune mesure avec les gains de productivité que l'on pourrait rechercher par ailleurs. Dans les stratégies de rupture, le risque d'accident, ou d'incident nucléaire, ne doit pas être ignoré.

Dans la lettre qu'il a adressée au Ministre le 23 août suite à l'incident de Gravelines, le Directeur Général l'a informé de sa décision "d'engager une réflexion approfondie sur le niveau de sûreté de nos centrales et sur la possibilité de l'améliorer significativement par des actions visant à réduire la fréquence des incidents". Je pense que l'objectif est d'agir sur tous les incidents, car il n'est pas bon de tolérer même des incidents mineurs qui peuvent être à l'origine un jour d'erreurs plus graves. Mais l'effort doit certainement se concentrer sur trois types d'incidents :

- les incidents de niveau 3 dans l'échelle de gravité, tel Gravelines. Depuis le début de l'exploitation des REP, nous n'en avons eu que 2, le premier étant survenu en 1984 sur Bugey. L'incident de Bugey était d'ailleurs à mon avis potentiellement plus sérieux que celui de Gravelines, car il s'agissait d'une véritable séquence incidentelle, laissant l'installation dans un état de sûreté dégradé, et mettant en cause la conception comme l'exploitation. Quoiqu'il en soit, 2 incidents en 5 ans, sur une quarantaine de tranches en moyenne, donnent une fréquence moyenne de l'ordre de 1% par tranche et par an. C'est peu, mais il est certain que "secouer" l'opinion publique avec un tel "presqu'accident" tous les deux ans n'est pas la meilleure méthode pour améliorer l'image de la sûreté nucléaire en France.
- les accidents, qui sans être graves d'un point de vue radiologique, impliqueraient néanmoins des contrôles dans l'environnement, et feraient certainement l'objet d'une exploitation médiatique intense. Aujourd'hui, c'est sans conteste le risque de rupture brutale d'un ou plusieurs tubes de Générateurs de Vapeur (RTGV) qui est le plus préoccupant, compte tenu de l'état des GV d'un grand nombre de tranches. La probabilité de voir survenir un tel accident dans les quelques années à venir (au-delà, on peut espérer avoir amélioré significativement l'état des GV en service) n'est pas négligeable. C'est pourquoi il est très important que les exploitants soient bien préparés à faire face à ce type d'accident, dont l'expérience étrangère a montré que, bien conduit, il n'avait aucune conséquence radiologique sur l'environnement, et pouvait donc rester au niveau de gravité 3.
- enfin les accidents graves, conduisant à un risque

radiologique suffisamment important pour que les Pouvoirs Publics jugent nécessaire de déclencher sur le site le Plan d'Urgence (PPI, Plan Particulier d'Intervention). Classés au niveau de gravité 5, ces accidents ont une probabilité d'occurrence de l'ordre de 1 sur 100.000 par an et par tranche. Cette évaluation, extraite des résultats de l'EPS-1300, étude probabiliste de sûreté menée par EDF qui sera publiée au printemps 90, a tiré profit des résultats d'expérience du parc, en particulier sous l'angle "facteur humain" et peut donc être jugée a priori cohérente avec les résultats de cette expérience d'exploitation. Elle n'en reste pas moins entachée d'une notable marge d'incertitude. Il faut donc considérer que dans l'état actuel de sûreté du parc EDF, la probabilité de voir survenir un tel accident sur une des tranches du parc dans les 20 ans à venir peut être de quelques pour cent.

Nous avons tous bien conscience des conséquences que pourrait entraîner un tel accident. Même si les rejets radioactifs externes restaient limités, ce qui est le cas le plus probable, et ce qui réduirait les effets hors-site à des interdictions de consommation d'eau et de produits alimentaires, il faudrait s'attendre à une très forte pression pour arrêter immédiatement toutes les tranches de même type que la tranche accidentée, et peut-être même toutes les tranches nucléaires, au moins pour une période d'examen. L'impact politique risquerait d'être amplifié par les réactions internationales, surtout si l'accident survenait sur une centrale frontalière.

Il est donc bon qu'EDF se fixe comme objectif de réduire significativement le risque de ce type d'accident, mais il ne faut pas se cacher qu'atteindre un ordre de grandeur d'une décade, ce qui paraît a priori souhaitable, constitue une tâche difficile. Le Directeur Général dans sa lettre du 23 août déjà citée indiquait que "nous devons pouvoir progresser, par une action sur les hommes, et par des moyens supplémentaires donnés aux exploitants pour mieux contrôler leurs actions et mieux anticiper les difficultés à venir."

Je terminerai ce panorama d'ensemble de la sûreté à EDF par deux réflexions. La première porte sur l'attitude des responsables locaux sur les sites nucléaires au regard des questions évoquées dans ce rapport. J'ai pu constater au cours de mes visites une prise de conscience généralisée de l'importance de la sûreté comme enjeu pour l'avenir, de la nécessité d'effectuer des progrès significatifs, et de la conviction que ces progrès exigent la participation active de tous les acteurs. Cela se traduit en particulier par une plus grande ouverture et une plus grande transparence, qui sont à encourager. Je considère que cette

prise de conscience constitue un fait très positif pour la politique de sûreté qu'EDF entend mener.

Ma deuxième réflexion porte sur l'environnement international. Que ce soit au sein de grands organismes telle l'Agence Internationale de Vienne, ou

dans des instances politiques comme le Parlement Européen, la tendance est à élever le niveau des objectifs de sûreté, à renforcer les contrôles et à exiger la transparence de l'information. Notre politique doit prendre ces évolutions en compte.



## Deuxième partie

### 2 - ENSEIGNEMENTS DES EVENEMENTS SURVENUS EN 1989

#### 2.1 - La signification "sûreté" des principaux événements

Dans le panorama de la première partie, je n'ai présenté que des événements négatifs pour la sûreté, et je reviendrai d'ailleurs plus loin sur la signification de certains d'entre eux, car leur analyse est riche d'enseignements. Mais il y a eu aussi heureusement, dans l'exploitation de nos centrales en 1989, des aspects très positifs pour la sûreté, qu'il ne faudrait pas ignorer sous peine d'avoir une vue déformée de la réalité. Je n'en citerai que quelques uns pour ne pas alourdir ce rapport de synthèse. Ils me paraissent aussi représentatifs de la sûreté nucléaire à EDF en 1989 que les incidents cités plus haut.

Le facteur de disponibilité des tranches 900 MW hors arrêt annuel a été excellent et me paraît représentatif des progrès effectués depuis quelques années dans la conduite en fonctionnement normal : réduction du nombre des arrêts automatiques, diminution des fausses manœuvres en essais périodiques, etc. Bien que je ne dispose pas aujourd'hui de chiffres précis, je ne suis pas certain qu'on constate un progrès analogue dans le nombre des incidents survenus dans les périodes de redémarrage des centrales après arrêt annuel. On rencontre là un problème de qualité dans l'exécution des opérations de maintenance qui sera développé plus loin.

Toujours sur les tranches 900 MW, l'opération "décennale Fessenheim" me paraît être un succès sous l'angle de la sûreté, malgré les quelques difficultés rencontrées et l'allongement des délais par rapport aux prévisions. EDF n'avait d'ailleurs pas droit à l'erreur dans cette affaire, suivie de très près par des Autorités de Sûreté qui se devaient d'être plus impeccables que jamais en raison de la surveillance mise en place par la Commission locale. Les contrôles effectués ont démontré qu'au terme de plus de dix années d'exploitation industrielle, les équipements et circuits principaux sont restés en bon état. Je citerai l'étanchéité de l'enceinte, particulièrement bonne, avec une valeur de fuite mesurée 10 fois inférieure au critère réglementaire.

Sur les tranches 1300 MW, dont j'ai signalé les malheurs, il faut signaler la réussite de la mise en oeuvre sur Penly des premières procédures de conduite accidentelle faisant appel à "l'Approche Par Etats", APE. On sait que ces procédures représentent un progrès considérable pour la sûreté. Elles

constituent l'un des aboutissements du programme d'études lancé par EDF à la lumière des enseignements de l'accident de Three Mile Island. De nombreuses difficultés ont dû être surmontées par les services responsables de la DE et du SPT. Il faut à mon avis les féliciter pour ce succès.

Enfin, dans un tout autre ordre d'idées, je voudrais signaler un autre aboutissement, c'est celui de l'étude probabiliste de sûreté (EPS-1300) effectuée par une équipe EDF inter-Directions depuis le début 86. Les résultats sont aujourd'hui acquis, même si leur mise en forme définitive, et une demande d'examen préalable par le Groupe Permanent, repoussent leur publication au printemps 90. Ils confirment que la conception de nos tranches est bonne, en référence aux standards internationaux, et que les risques liés au "facteur humain", même s'ils sont importants en valeur relative par rapport aux risques globaux, restent dans des limites acceptables. Ce dernier résultat est important dans la mesure où l'évaluation s'est appuyée très directement sur les résultats de l'exploitation de la totalité du parc nucléaire REP-EDF.

Il est en outre un aspect positif de la sûreté qui reste caché, c'est celui lié aux mesures prises pour améliorer la sûreté qui ont permis d'éviter des événements fâcheux, car il est en général impossible de le mettre concrètement en évidence. L'incident survenu en 1989 sur la centrale espagnole de Vandellos nous a permis cependant de confirmer a posteriori tout l'intérêt pour la sûreté des mesures prises il y a deux ans sur les tranches analogues de St-Laurent A. En effet la décision de déplacer les circuits des échangeurs d'arrêt les aurait mis à l'abri d'une inondation comme celle de Vandellos, et nous aurait donc assuré une défense supplémentaire contre un risque de perte de refroidissement du coeur, risque qui est d'ailleurs resté au niveau de la menace à Vandellos.

Revenant maintenant aux incidents survenus en 1989, pour en commenter la signification pour la sûreté, je les regrouperai en trois catégories : conception des installations, conduite de l'exploitation et entretien des équipements importants pour la sûreté.

Je pense que nous devons être particulièrement attentifs à tous les incidents qui trouvent partiellement leur origine dans des défauts indépendants de l'exploitation proprement dite, qu'il s'agisse d'erreurs de conception, de qualifications insuffisantes, ou de vieillissement accéléré. Ils peuvent en effet placer les exploitants dans des situations non prévues, où une mauvaise interprétation peut conduire à des actions aggravantes. Nous avons rencontré en 1989 plusieurs "précurseurs" de ce type d'incidents : — détérioration non prévue des grappes de commande entraînant une possibilité de blocage,

- c'est à dire le non-fonctionnement d'une sécurité essentielle, le contrôle de la réactivité ;
- défauts sur les piquages de pressuriseurs des tranches 1300 MW, avec une possibilité d'éjection du piquage, accident de brèche non isolable sur le circuit primaire, initiateur majeur potentiel d'accident ;
  - fissurations circonférentielles des tubes GV, qui accroissent la probabilité de ruptures multiples, accident difficile à gérer qui aurait un impact très négatif sur l'image de la sûreté de nos centrales ;
  - erreurs dans la modification d'un logiciel de sécurité, non décelée par l'assurance de qualité, qui ouvre la porte à des séquences non prises en compte dans la conception.

Il ne faut certes pas dramatiser, et la conception des tranches REP est globalement bonne, je l'ai indiqué plus haut. Cependant nous devons rester à l'affût de tout événement qui peut indiquer un risque de perte brutale d'un équipement important pour la sûreté, ou encore de toutes les sources de cause commune, tel l'incendie ou l'inondation, qui peuvent rendre indisponibles des équipements redondants (voir l'incident Vandellos). Notre objectif doit être d'anticiper les problèmes et non de les subir en décelant, à travers l'expérience d'exploitation ou par un éventuel renforcement des contrôles, les signes précurseurs de défauts génériques importants pour la sûreté. A un autre niveau, il faut aussi attacher une grande attention au processus de modifications sur les installations, qui complique considérablement la tâche des exploitants, et dont l'expérience montre qu'il est à l'origine d'erreurs.

Même si aucun incident sérieux dans une de nos centrales n'a trouvé en 1989 son origine dans une erreur de conduite, c'est néanmoins toujours la conduite qui reste responsable de la plus grande partie des erreurs qui conduisent à des incidents, du simple fait que les erreurs de conduite ne sont pas facilement récupérables en temps réel. Le professionnalisme de nos équipes de conduite doit être plus que jamais considéré comme un impératif pour la sûreté. Par ailleurs, c'est une bonne préparation à la conduite en situation accidentelle qui reste notre ultime défense pour les accidents à faible probabilité, notamment à travers la mise en oeuvre des procédures ultimes. C'est pourquoi je considère comme très important pour la sûreté le développement des formations par "stages de mises en situation" sur simulateurs, qui préparent les équipes de conduite à faire face aux situations accidentelles imprévues.

La maintenance a été à la "une" de l'actualité durant l'été 89 avec les incidents de Gravelines et de Dampierre, qui ont mis en évidence des insuffisances dans l'assurance de qualité de certaines opérations d'entretien. La qualité reste cependant d'un bon

niveau, car il y a finalement peu d'erreurs non corrigées, mais ces erreurs, même peu fréquentes, peuvent avoir des conséquences graves, en introduisant dans la centrale des modes communs, ou des défauts cachés qui ne se révèlent qu'en situation incidente, et peuvent alors en aggraver sérieusement le déroulement. La décision de rendre systématique l'obligation de requalification de tous les systèmes vitaux pour la sûreté répond à ce souci. Le SPT a pris conscience en outre qu'un effort important est à faire dans le domaine de la maintenance, y compris pour la formation, analogue à celui qui a été fait dans les années passées sur la conduite.

## 2.2 - Les enseignements par grands thèmes

On trouvera dans le rapport annexe, notamment dans le chapitre consacré à la sûreté en exploitation, des commentaires sur les divers enseignements qui ont été tirés de l'expérience 1989. Dans ce rapport de synthèse, je voudrais me limiter à trois grands thèmes, qui ne sont pas neufs, mais que les événements de l'année ont mis particulièrement en lumière. Il s'agit des hommes, des organisations, et des relations entre les uns et les autres.

Pour ce qui est des hommes, si tous s'accordent pour dire qu'ils doivent constituer la plus grande richesse de l'Entreprise, je pense qu'il nous faut reconnaître qu'ils en sont aujourd'hui le point le plus critique, au moins sous l'angle de la sûreté. Je ne veux pas ici mettre en cause les exécutants ; l'enquête effectuée après l'incident de Gravelines a parfaitement montré que le problème ne se posait pas à ce niveau. Par contre la qualité des hommes, leurs comportements individuels et collectifs, leurs pratiques de travail et plus généralement leur "culture", ne paraissent pas globalement adaptés à l'enjeu, et ceci à tous les niveaux de responsabilité, et en particulier à celui de la hiérarchie et des "managers". Il serait faux de croire que le problème se limite au SPT ; la manière dont la DE a réagi aux difficultés rencontrées cette année me paraît révélatrice des mêmes comportements. L'objectif fixé par le Directeur Général, à savoir une amélioration significative du niveau de sûreté de nos centrales, ne pourra à mon avis avoir quelques chances d'être atteint que si des progrès notables sont faits dans la qualité des hommes à tous les niveaux, leur motivation, leur "Culture de Sûreté"<sup>2</sup>, progrès qui exigent naturellement des progrès dans les organisations et les relations de travail.

Lorsque j'essaie de résumer l'impact des organisations actuelles sur la sûreté nucléaire, c'est le mot

<sup>2</sup> Une fiche sur le thème "Culture de Sûreté" figure dans le rapport joint

"complexité" qui me paraît le plus approprié. Sur les sites, cette complexité est vécue comme un formalisme dont on ne saisit pas la valeur et qui entrave la créativité et la prise de responsabilité. Entre les sites et les Services Centraux du SPT, c'est pour le moins une incompréhension certaine de ce que les uns pourraient apporter aux autres. Entre la DE et le SPT, c'est une difficulté à appréhender les responsabilités respectives et le lieu où doivent être prises les décisions. Je ne suis pas convaincu que nos structures actuelles soient à la hauteur de l'enjeu du parc nucléaire. Le métier nucléaire est très spécifique, et crée entre toutes les unités concernées un lien beaucoup plus fort que les métiers qui ont structuré l'Entreprise dans le passé.

Il y a en outre à mon avis un problème de moyens, non pas global mais spécifique à certains secteurs, qui se superpose à la complexité des structures et conduit à des dysfonctionnements des organisations. Plusieurs enquêtes ont mis l'accent sur la fonction "contrôle en temps réel". Pour ma part, je prendrai un exemple très élémentaire : l'étiquetage des matériels dans les centrales. Il est reconnu comme très déficient, et l'expérience a démontré, s'il en était besoin, que cela ne peut qu'aggraver les risques de confusion, qui constituent une préoccupation sérieuse pour la sûreté. Qui est responsable ? Les Aménagements lorsqu'ils passent la centrale à l'exploitant, ce dernier lorsqu'il remet une tranche en service après arrêt, les études qui n'ont pas prévu de supports corrects, la Direction Générale qui ne donne pas des effectifs supplémentaires, ...? Toute réflexion sur la sûreté ne devra pas hésiter à remettre en cause les organisations en place.

Le troisième thème, celui des relations entre hommes et organisations peut lui aussi se résumer pour moi en quelques mots : il faut se libérer de la pression du temps. Les responsables opérationnels comme les exécutants veulent pouvoir réfléchir "avant" l'opération. La hiérarchie veut avoir le temps de suivre les opérations sur le terrain, et d'être à l'écoute des exécutants. Les fonctionnels veulent pouvoir réfléchir sur la doctrine, et ne pas être encombrés par les consultations en temps réel. Si on reprend la liste des incidents survenus en 1989, on verra aisément que nombre d'entre eux, sinon tous, auraient pu être évités si, à un moment, ceux qui étaient concernés s'étaient arrêtés, et avaient pris le temps de réfléchir.

C'est bien sûr une question d'organisation, mais c'est plus que cela. Il faut qu'à tous les échelons chacun sache ce dont il est responsable en matière de sûreté nucléaire, et que des décisions réfléchies puissent être prises au bon niveau et sans délai. Concrètement sur un site, il faut que la DE résolve les problèmes techniques qui peuvent l'être et

qu'ainsi les exploitants puissent concentrer leurs efforts sur ce qui est de leur seule responsabilité. Il faut en outre que les Services Centraux du SPT assistent les responsables locaux grâce à leur compétence, et ne les surchargent pas de demandes dont on ne peut localement saisir l'intérêt. Au niveau central, il faut que la coopération DE/SPT permette de réagir rapidement lorsqu'un problème important de sûreté est décelé.

Finalement, les enseignements généraux que je retire personnellement de l'expérience d'exploitation 1989 sont très classiques. Ils portent sur des questions qui doivent être bien traitées pour améliorer l'efficacité d'une Entreprise quelle qu'elle soit. J'y rajouterai seulement qu'il faut dans notre cas que la sûreté soit effectivement mise au premier plan, non seulement dans les mots, mais aussi dans les esprits.

### **2.3 - Réflexions complémentaires**

Parmi les tâches qui prennent du temps aux responsables alors qu'ils n'en saisissent pas toujours l'utilité, je crois qu'on peut inclure certaines des actions conduites en réponse à des demandes de l'Administration et des Autorités de Sûreté. Ce n'est pas nouveau, mais la charge correspondante s'accroît continuellement. Je ne me dissimule pas qu'il peut y avoir dans certains cas des effets négatifs pour la sûreté lorsque l'exploitant n'est pas capable de discerner dans les demandes de l'Administration ce qui est réellement important pour la sûreté. J'ai en mémoire les premiers moments de la séquence TMI, où l'exploitant était surtout préoccupé par une instruction NRC sur les pertes de bulle au pressuriseur, et ne pensait pas à son inventaire en eau dans le circuit primaire.

Je crois néanmoins qu'il n'y a qu'une manière raisonnable de faire face à ce qui me paraît être une réelle difficulté sur les sites. Nous devons anticiper les demandes de l'Administration, identifier les problèmes avant elle, et nous montrer toujours les plus soucieux de la sûreté lorsque le problème est réel. Je pense par exemple aux fissurations de tubes GV. Pour les problèmes qui nous paraissent mineurs, il ne faut pas entamer une bataille, qui sera toujours coûteuse et dommageable pour nos relations avec l'Administration. Il faut s'efforcer de traiter la question en temps différé sur un plan générique. Pour que les discussions techniques puissent alors se dérouler dans une atmosphère de confiance, il faut très largement ouvrir nos dossiers aux experts de l'Administration, au stade le plus précoce possible. Par ailleurs, sur le plan formel, comme je l'ai déjà demandé<sup>3</sup>, il faudrait ap-

porter à chaque responsable un soutien juridico-administratif qui lui permette d'être impeccable en matière de dossiers règlementaires et de délais.

Je voudrais enfin qu'on garde présent à l'esprit que le fossé qui sépare toujours la réalité de la sûreté nucléaire et la perception qu'en ont les élus et le public, est potentiellement une source de sérieuses difficultés. J'ai déjà dit que l'affirmation d'indépen-

dance du SCSIN, par des critiques dures de la manière dont EDF exploite ses centrales, a surtout conduit le public à perdre la confiance qu'il avait dans l'exploitant nucléaire. L'utilisation de l'échelle de gravité comme instrument de pression du SCSIN sur EDF me paraît un détournement d'un outil qui ne sera un bon vecteur médiatique que s'il s'appuie sur la vérité technique.



## **Troisième partie**

### **3 - ORIENTATIONS**

#### **3.1 - La politique de sûreté EDF**

Comme indiqué plus haut, la réflexion lancée par le Directeur Général dans sa lettre du 23 août sur l'amélioration du niveau de sûreté de nos centrales, va orienter toutes les actions de l'Entreprise en 1990. Un premier document a été préparé par le SPT pour la fin 1989, et un programme d'actions détaillé doit être transmis aux Autorités de Sûreté à la fin du mois de juin 1990. Dans un entretien que j'ai eu avec le Chef du SCSIN en novembre, j'ai compris que son intention était de faire examiner les propositions EDF par ses soutiens techniques habituels, et en particulier par le Groupe Permanent, l'objectif étant d'aboutir à une lettre-directive sur la sûreté d'exploitation qui jouerait un peu le même rôle que celui joué en son temps par la lettre ministérielle sur les options de conception du palier 1300 MW. Ceci renforce l'importance de la réflexion en cours, puisqu'elle débouchera in fine non seulement sur des actions de la seule responsabilité d'EDF, ayant pour but d'améliorer le niveau de sûreté de nos centrales, mais également sur un texte para-règlementaire, que l'évolution actuelle du contexte règlementaire évoquée en début de ce rapport nous incite à considérer comme risquant d'être déterminant pour l'exploitation future du parc nucléaire EDF. Je suggère donc de créer un Comité Sûreté interne de haut niveau.

Sa première tâche serait de suivre la progression de la réflexion entreprise conformément à la décision du Directeur Général, et de l'approuver formellement avant transmission au Directeur Général pour envoi aux Autorités de Sûreté en juin 90. Plus généralement, en me référant à ce qui a été mis en place par exemple chez les exploitants américains, je pense que ce "Comité Sûreté" devrait donner systématiquement son aval à toutes les actions déterminantes pour la sûreté conduites par les Directions Opérationnelles, des désaccords éventuels étant tranchés par le Directeur Général, et initier éventuellement des revues internes de sûreté.

#### **3.2 - L'évaluation du niveau de sûreté de nos installations**

Lorsqu'on se fixe des objectifs, il faut également disposer d'un instrument de mesure. Il me paraîtrait nécessaire qu'EDF se dote d'un outil performant lui permettant d'évaluer en permanence le niveau de

sûreté de ses installations, en fonction de l'expérience d'exploitation, et notamment des incidents, dont on cherchera à évaluer objectivement la gravité. Cet outil comporterait une évaluation probabiliste en temps réel de la sûreté de chaque installation, construite à partir de l'acquis de l'EPS et intégrant de façon vivante le retour d'expérience. C'est une tâche importante. Il aura fallu 4 ans pour aboutir sur l'EPS, et sa transformation en outil opérationnel convivial peut demander un délai comparable, sous réserve que les Directions Opérationnelles y consacrent un effort du même ordre. Un tel outil permettrait de fonder le nécessaire dialogue technique sur des évaluations concrètes de l'importance relative de tel ou tel problème, et même de sa contribution au risque global en valeur absolue. Ainsi d'une part on répondrait à cette exigence fondamentale de la sûreté, qui est de discriminer l'essentiel de l'accessoire, mais aussi on pourrait débarrasser le dialogue technique de certains effets pervers actuels, tel que la prise en compte systématique du jugement d'expert le plus pessimiste.

#### **3.3 - Une Culture de Sûreté intégrée dans le Projet d'Entreprise**

Vu l'importance du rôle joué par les hommes et leur motivation dans l'obtention d'un niveau de sûreté élevé, il me paraîtrait souhaitable de mettre en place des mécanismes visant à encourager l'établissement d'une Culture de Sûreté dans toutes les unités d'EDF qui sont concernées, de près ou de loin, par la sûreté nucléaire, et à en surveiller les progrès. Cela implique certainement des directives venant d'en haut, une politique de communication interne qui en assure la visibilité et la crédibilité à tous les échelons inférieurs, car tous doivent être convaincus que ce n'est pas un concept vide de sens. Ces directives pourraient encourager certains types d'actions, et instaurer au niveau global de l'Entreprise un système de reconnaissance des progrès accomplis.

Mais une véritable Culture de Sûreté ne s'impose pas d'en haut, elle doit être créée à la base, et il faut que chaque responsable discute avec ses collaborateurs comment cette Culture doit s'implanter concrètement dans l'activité de l'unité. Je considère en outre que ce concept ne se limite pas aux exploitants de centrales, mais qu'il est valable, avec les adaptations nécessaires, aux acteurs de la sûreté d'autres Directions Opérationnelles, telles la DE et la DER, qui doivent trouver elles-mêmes les exigences qui leur sont propres.

Pierre TANGUY 15 janvier 1990



# TABLE DES MATIÈRES

## **RAPPORT DE SYNTHÈSE**

<b>- LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE À EDF À FIN 1989</b>	<b>5</b>
1 - Panorama de la Sûreté Nucléaire	7
1.1 - L'évolution de l'environnement national	
1.2 - La situation technique	
1.3 - Les objectifs de sûreté d'EDF	
2 - Enseignements des événements survenus en 1989	<b>10</b>
2.1 - La signification "sûreté" des principaux événements	
2.2 - Les enseignements par grands thèmes	
2.3 - Réflexions complémentaires	
3 - Orientations	<b>13</b>
3.1 - La politique de sûreté EDF	
3.2 - L'évaluation du niveau de sûreté de nos installations	
3.3 - Une Culture de Sûreté intégrée dans le Projet d'Entreprise	

<b>TABLE DES MATIÈRES</b>	<b>15</b>
---------------------------	-----------

<b>AVANT-PROPOS</b>	<b>19</b>
---------------------	-----------

<b>CHAPITRE 1 : ÉVALUATION DE LA SÛRETÉ OPÉRATIONNELLE</b>	<b>21</b>
--	-----------

1 - Les indicateurs	<b>21</b>
1.1 - Comparaison internationale des performances en 1988	
1.2 - L'évolution 88-89	
1.3 - Les indicateurs détaillés	
2 - L'échelle de gravité	<b>23</b>
2.1 - Le parc français et l'échelle de gravité	
2.1.1 - Le bilan	
2.1.2 - Analyse des résultats	
2.1.3 - Les déviations à éviter	
2.2 - Le plan international	
3 - VISUREX	<b>26</b>
4 - La Culture de Sûreté	<b>26</b>
5 - Les problèmes de matériel	<b>27</b>
5.1 - Les générateurs de vapeur	
5.2 - Usure des grappes de commande	
5.3 - Fissures sur les piquages des pressuriseurs 1300 MW	

6 - La qualité des logiciels	28
6.1 - La maintenance des logiciels	
6.2 - Les logiciels de sûreté du palier N4	
<b>ANNEXE 1 : CULTURE DE SÛRETÉ</b>	<b>31</b>
1 - Définition	31
2 - Exemples	31
3 - Attitudes recherchées	32
4 - Dispositions nécessaires à leur acquisition	32
5 - Remarques	33
Appendice : Guide pour une bonne culture de sûreté.	34
<b>CHAPITRE 2 : L'ORGANISATION DE SÛRETÉ DES DIRECTIONS OPÉRATIONNELLES</b>	<b>37</b>
1 - Le Service de la Production Thermique	37
2 - La Direction de l'Équipement	38
<b>CHAPITRE 3 : LA VISITE DÉCENNALE DE FESSENHEIM - LE VIEILLISSEMENT DES CENTRALES</b>	<b>39</b>
1 - La visite décennale	39
1.1 - Épreuves et contrôles réglementaires	
1.2 - Opérations de maintenance	
1.3 - Les modifications	
1.4 - L'organisation	
2 - La contre-expertise	41
3 - Le vieillissement des centrales	42
<b>CHAPITRE 4 : PROCÉDURES ULTIMES ET PLAN D'URGENCE</b>	<b>43</b>
1 - Les procédures ultimes	43
2 - Plan d'urgence et communication de crise	44
<b>CHAPITRE 5 : CREYS-MALVILLE</b>	<b>45</b>
1 - Aperçu sur l'année de fonctionnement	45
2 - Les événements marquants	46
<b>CHAPITRE 6 : L'ÉTUDE PROBABILISTE DE SÛRETÉ - EPS 1300</b>	<b>47</b>
1 - Bref rappel du déroulement de l'étude	47
2 - Le travail accompli en 1989	47

3 - Les résultats acquis en fin 1989	48
4 - LESSEPS	48
5 - Les applications futures des résultats de l'EPS 1300	49
<b>CHAPITRE 7 : FACTEURS HUMAINS</b>	<b>51</b>
1 - La mission d'enquête FH suite aux incidents Gravelines, Dampierre et Flamanville	51
1.1 - Analyse des incidents	
1.2 - Les axes de réflexion résultant de l'analyse	
a) la cohérence nécessaire à la qualité et à la sûreté	
b) la gestion des indisponibilités	
c) l'arrêt de tranche	
d) les exigences de la qualité et de la sûreté	
e) la culture de sûreté en maintenance	
f) le management	
2 - Les essais S3C	54
3 - Contribution de J.C.Wanner	56
3.1 - Les erreurs humaines dans les accidents	
3.2 - Homme ou Automatismes	
<b>CHAPITRE 8 : LA FORMATION</b>	<b>63</b>
1 - Le rôle du management	63
1.1 - Rôle de la hiérarchie de conduite	
1.2 - La hiérarchie de maintenance	
1.3 - Le management	
2 - Les moyens à mettre en oeuvre	64
2.1 - Les programmes de formation continue	
2.2 - L'évolution des métiers	
2.3 - Les moyens techniques	
3 - L'évaluation	64
<b>CHAPITRE 9 : ASPECTS INTERNATIONAUX</b>	<b>67</b>
1 - L'expérience de sûreté à l'étranger	67
1.1 - Revue des incidents significatifs	
1.2 - L'incident de Trojan	
1.3 - L'accident de Vandellos	
2 - W.A.N.O.	68
2.1 - Vue générale	
2.2 - Fonctionnement de WANO-PC	
2.3 - Relations WANO-PC/EDF	
2.4 - Les répercussions sur les relations EDF-INPO	
3 - Relations avec l'URSS et les pays de l'Est	70
3.1 - Le rôle de WANO	

---

3.2 - Une vue globale de la sûreté en URSS	
3.3 - Les actions internationales soviétiques	
3.4 - Ce que peut apporter EDF	
3.5 - Le cas des pays de l'Est	
4 - L'AIEA	72
5 - La Communauté européenne	73
5.1 - Sûreté	
5.2 - Environnement	
6 - Normes de radioprotection	73
Appendice : Séminaire GPU sur le management du risque dans les centrales nucléaires.	75
<b>ANNEXE 2 : RÉFÉRENCES IGSN</b>	77
<b>ANNEXE 3 : VISITES ET RÉUNIONS IGSN EN 1989</b>	81
<b>LISTE DES SIGLES UTILISÉS</b>	85

# AVANT-PROPOS

C

omme celui de l'année dernière, ce rapport a été préparé en application de la lettre de mission que m'a adressée le Directeur Général le 29 janvier 1988, qui indique :

"J'approuverai chaque année un programme de travail basé sur un certain nombre de thèmes, pour lesquels les Directions Opérationnelles concernées vous fourniront toutes les informations pertinentes et sur lesquels vous me soumettrez un rapport avec éventuellement propositions d'actions."

Le Directeur Général a approuvé, au cours de la réunion ad hoc "Sûreté nucléaire" tenue le 21 décembre 1988, le programme pour 1989. Neuf thèmes ont été retenus, comme en 1988. Je les présenterai dans l'ordre où ils seront traités dans le rapport.

**CHAPITRE 1 :** Evaluation de la sûreté opérationnelle. Les incidents rencontrés en exploitation restent la préoccupation majeure de la sûreté nucléaire, qu'ils résultent d'actions inappropriées de l'exploitant ou de défauts de conception ou de réalisation. J'analyserai les principaux événements qui ont marqué l'année 1989 à EDF, et il y en a eu un certain nombre. Je m'efforcerai d'en tirer des enseignements susceptibles de nous aider à progresser dans l'avenir. J'insisterai sur les points où nous devons à mon avis nous montrer particulièrement attentifs, mais je considère qu'il n'y a aucune raison de dramatiser la situation et que 1989 n'a pas mis en évidence de graves dégradations de la sûreté de nos centrales.

**CHAPITRE 2 :** Organisation de sûreté des Directions Opérationnelles. Il est largement admis que la sûreté dépend de l'efficacité des organisations à faire passer dans les faits les principes fixés dans les textes. L'année 1989 a vu sur les sites le plein démarrage des Missions Sûreté-Qualité et l'arrivée des premiers Ingénieurs Experts en Matériel (IEM). Par ailleurs la création du Centre National d'Ingénierie du Parc en Exploitation (CNIPE) a marqué la volonté commune du SPT et de la DE de renforcer leur coopération. Je rendrai compte de ce que j'ai constaté. Je pense que les progrès visés par le Directeur Général en matière de niveau de sûreté passent par une certaine remise en cause des organisations.

**CHAPITRE 3 :** Le vieillissement des installations. Je consacrerai la majeure partie de ce chapitre à un commentaire sur la visite décennale effectuée pour la première fois sur le palier 900 MW à Fessenheim, dans un environnement politique difficile, et qui peut être à mon sens considérée comme une réussite.

**CHAPITRE 4 :** Plans d'urgence et procédures accidentelles ultimes. Je passerai en revue les progrès significatifs de 1989. Je présenterai en particulier les résultats du groupe de travail sur l'organisation en situation de crise, groupe piloté par le Cabinet de la Direction Générale.

**CHAPITRE 5 :** Creys-Malville. La centrale a reçu ses autorisations de redémarrage en janvier, et a atteint sa puissance nominale le 16 juin. J'analyserai brièvement les enseignements généraux d'un fonctionnement qui a globalement répondu aux attentes.

**CHAPITRE 6 :** L'étude probabiliste de sûreté EPS 1300. Cette action arrive à son aboutissement, et je crois que sans attendre la publication des résultats, prévue pour le printemps 90, on peut féliciter les équipes qui ont su mener à bien une tâche difficile. Sans anticiper sur cette publication, je ferai quelques commentaires sur les résultats déjà connus.

**CHAPITRE 7 :** Facteur humain. C'est un thème permanent, qui est venu une nouvelle fois au premier plan de l'actualité avec les incidents de l'été qui ont entraîné la création d'une mission d'enquête. Je présenterai mes vues personnelles sur une question difficile qui ne se prête pas aux recettes-miracles. Par ailleurs, j'ai passé un petit contrat de consultant avec l'un des meilleurs spécialistes français, J.C WANNER, co-auteur avec J.L.NICOLET et A.CARNINO du livre "CATASTROPHE?...NON MERCI !", publié chez Masson en mai 1989. J'ai reproduit dans le rapport deux de ses analyses qui me paraissent pouvoir nous être de quelque utilité.

**CHAPITRE 8 :** La formation. Le contenu de ce chapitre a été directement inspiré par les travaux d'un groupe de réflexion mis en place par le SPT et auquel je participe. L'intérêt de la formation pour la sûreté est une évidence. Il apparaît aujourd'hui de plus en plus que le coût de la non-formation est tel qu'il justifie largement tous les efforts faits pour assurer une formation satisfaisante des exploitants nucléaires.

**CHAPITRE 9 :** Aspects Internationaux. Ils prennent toujours de plus en plus d'importance, avec le rôle accru de l'AIEA, la création officielle de WANO, la multiplication des coopérations, y compris avec les pays de l'Est. Ils n'ont pas que des aspects positifs, dans la mesure où ils permettent des dérives politiques qui ne servent pas la sûreté. Je me limiterai à quelques aspects dans lesquels j'ai été directement impliqué.

Comme celui de l'année dernière, le rapport comporte en annexe une bibliographie, liste des différents rapports, publications ou notes internes, établis par l'équipe IGSN en 1989.

Egalement comme l'année dernière, le rapport est rédigé à la première personne pour bien marquer que je prends l'entière responsabilité de tous les jugements qui y sont exprimés, mais je dois souligner à nouveau que H. Guimbail et A. Carnino, chargés de mission auprès de moi, en ont préparé et rédigé une grande partie. Avec C. Ruault et M.H. Landy, secrétaires, et A. Nguyen, chauffeur, ils constituent autour de moi l'équipe IGSN, dont ce rapport résume l'activité en 1989.

# 1. ÉVALUATION DE LA SÛRETÉ OPÉRATIONNELLE

## 1 - LES INDICATEURS

**I**l est très difficile d'évaluer un niveau de sûreté, que ce soit en valeur absolue ou en évolution relative dans le temps, si on ne dispose pas d'un instrument de mesure adapté. Dans mon rapport 88, j'avais fortement encouragé le SPT à utiliser, et à diffuser, les indicateurs de performance mis au point dans le cadre de coopérations internationales. C'est ce qui a été fait, et je reproduit ci-dessous quelques résultats qui me paraissent intéressants. J'avais également souhaité le développement d'indicateurs locaux plus détaillés. Des actions en ce sens ont été engagées et me paraissent avoir été utiles aux responsables. Je ne dispose cependant pas de résultats précis, et il faudra sans doute un certain recul pour pouvoir porter un jugement sur leur efficacité.

### 1.1 - Comparaison internationale des performances en 1988

Des accords internationaux sur un jeu d'indicateurs de performances, ont été passés entre UNIPÉDE et INPO, et à partir du 1.1.1990 le nouveau système sera le seul en vigueur. Pour 1988 et 1989, des indicateurs très proches ont été utilisés, et l'INPO a publié dans un document à diffusion restreinte les valeurs pour 1988. EDF a fourni les résultats des tranches REP 900 MW et 1300 MW, et la synthèse INPO présente sous la rubrique France l'ensemble regroupé.

Le SPT a analysé les résultats internationaux 1988<sup>4</sup>.

La disponibilité, bien que n'atteignant pas la valeur de 80 % dépassée dans d'autres pays européens,

INDICATEURS	FRANCE	RFA	JAPON	USA
Disponibilité moyenne (%)	77,5	81,3	70,4	64,9
Arrêts automatiques par tranches	2,3	1,0	0,1	2,1
Actions de sûreté par tranche	0,3	?	?	0,8
Indisponibilité fortuite moyenne (%)	5,5	0,7	0,0	4,7
Fuite combustible REP (Bq l 131/g)	23	78	?	180
Doses travailleurs REP (h × Sv/tranche)	1,94	3,39	1,72	3,45
Volume déchets solides (m <sup>3</sup> /tranche)	119	?	?	169
Sécurité industrielle (accidents/200 000 h)	1,87	?	?	0,30

Tableau 1  
INDICATEURS  
DE PERFORMANCE  
INPO 1988

reste à un niveau, 77,6 %, du même ordre que celui observé en Europe et au Canada. La valeur médiane réalisée sur 129 unités REP dans le monde sur les 3 années 86-88 est de 79,1 %.

La fréquence des arrêts fortuits est de 2,3 par tranche et par an pour la France, du même ordre qu'aux Etats-Unis (2,1) moins satisfaisant qu'en RFA (1,0) et surtout qu'au Japon (0,1).

La dosimétrie du personnel paraît bien maîtrisée à EDF, en bilan comparatif: 1,94 h.Sv contre 3,39 en RFA et 3,45 aux USA (REP seuls)

Le numéro de mai 89 de "C'est arrivé dans les centrales" donne des chiffres qui précisent la valeur des arrêts fortuits : 1,9/tr.an en 88 pour les 900 MW, soit -47 % par rapport à 87, et 3,4/tr.an pour les 1300 MW, soit -35 % par rapport à 87 ( Arrêt automatique réacteur critique après MSI). Il signale en outre que,

pour les incidents significatifs rapportés aux Autorités de Sûreté, on constate qu'après 3 ans de croissance modérée mais ininterrompue, la courbe décroche brutalement en 1988: le nombre passe de 11 à 8 pour les 900 MW, et de 14 à 9 pour les 1300 MW. On peut juger que ces tendances sont bonnes et traduisent une meilleure intégration du retour d'expérience.

## 1.2 - L'évolution 88-89

La disponibilité du palier 900 MW est restée bonne en 89, puisqu'elle s'élève à 78,5 %, comparée à 78,8 % en 88. Pour le palier 1300 MW par contre, les résultats sont moins bons : disponibilité de 62,5 % comparée à 69,7 % en 88.

En ce qui concerne les arrêts fortuits, leur nombre s'élevait fin novembre 89 à 92 sur 12 mois glissants

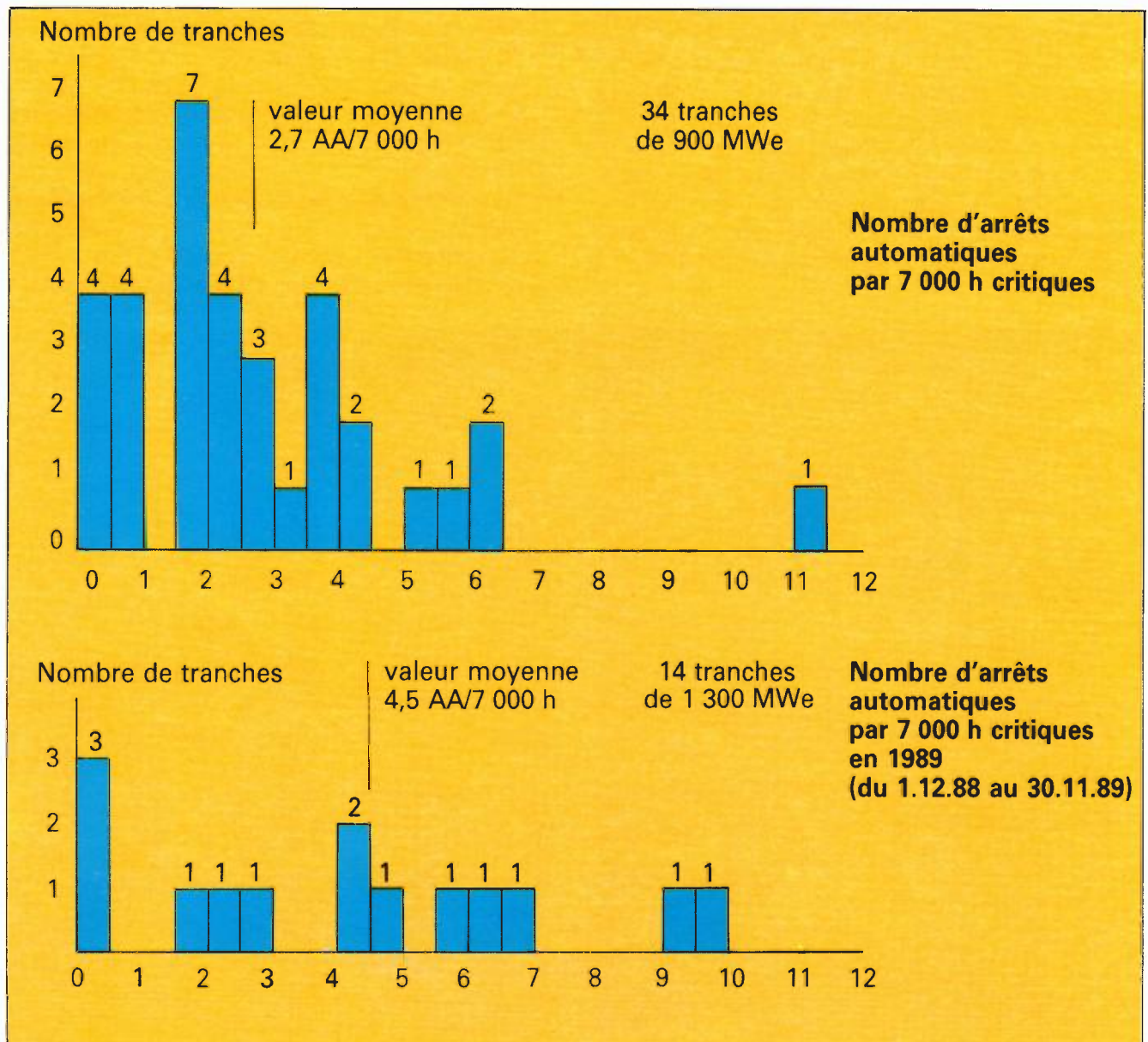


Tableau 2



pour le palier 900 MW, soit 2,7/tr.an comparé à 1,9/tr.an en 88. Le nombre de sollicitations de systèmes de sécurité est resté sensiblement le même, 10 comparé à 9. Pour le palier 1300 MW, il y a eu à fin novembre 89 sur 12 mois glissants 50 arrêts fortuits, soit une moyenne de 3,6/tr.an, comparable au chiffre 88. On ne peut interpréter de tels indicateurs globaux en termes de sûreté. Ils donnent cependant une première indication qualitative, en ce sens qu'ils ne semblent pas refléter une dégradation significative de la sûreté d'une année sur l'autre.

## 1.3 - Les indicateurs détaillés

Au plan national, des réflexions sur ce que pourraient être des indicateurs plus spécifiquement sûreté ont été engagées. Les services centraux du SPT ont préconisé un nombre limité d'indicateurs liés par exemple au respect des STE (Spécifications Techniques d'Exploitation), à la disponibilité des systèmes de sauvegarde, etc... Ces premières dispositions sont mises à l'essai dans les CPN et Centrales. Cependant sur le terrain se développent des tentatives tout aussi intéressantes. Leur état de développement est très variable d'un site à l'autre; certains sites ont poussé la réflexion relativement loin et testent des jeux d'indicateurs donnant une vision globale des évolutions dans tous les domaines concernant la sûreté, qui paraissent prometteurs. A l'issue de la période actuelle de gestation, pour laquelle il convient de laisser se développer réflexions et initiatives locales, les Services Centraux du SPT devront en tirer tous les enseignements en vue de promouvoir un système optimisé, utilisable par tous. Il me paraîtrait très souhaitable qu'une première synthèse des résultats obtenus et des orientations pour l'avenir figurent dans le bilan annuel 1989 de la sûreté en exploitation que prépare le SPT.

## 2 - L'ÉCHELLE DE GRAVITÉ

L'année 1989 a vu la poursuite de l'application expérimentale de l'échelle de gravité, application commencée le 20 avril 1988 et prévue, selon les directives ministérielles, jusqu'à fin 89. Le CSSIN<sup>5</sup> qui est à l'origine de la création de l'échelle, doit en apprécier les résultats début 1990 et donner son avis sur l'intérêt d'adopter définitivement ces dispositions qui, il faut le signaler, représentent une initiative originale au sein de la communauté nucléaire internationale. C'est pourquoi il est utile d'effectuer non seulement un examen critique des résultats quantitatifs et qualitatifs obtenus

en France, mais aussi d'apprécier l'impact que l'initiative française a eu chez nos partenaires étrangers.

### 2.1 - Le parc français et l'échelle de gravité

Il faut tout d'abord reconnaître que nos exploitants ont bien joué le jeu, ce qui n'était pas évident a priori. Partant d'une base très générale et peu précise<sup>6</sup>, laissant une très grande part au jugement de l'ingénieur, ils ont systématiquement pratiqué l'exercice qui consiste, lors de chaque déclaration d'incident significatif pour la sûreté, à se livrer à une évaluation rapide du niveau de classement dans l'échelle, de manière à en donner le résultat dans le télex initial de déclaration.

L'expérience acquise dans l'utilisation de l'échelle s'est de ce fait rapidement accrue. Elle a permis non seulement de faire évoluer les critères dans le sens d'une plus grande précision<sup>7</sup>, mais aussi de traiter des domaines qui n'avaient pas été vus au départ, comme par exemple les anomalies de matériels ou de structures découvertes lors d'inspections et de contrôles périodiques.

Est-ce à dire que l'on est maintenant en possession d'un ensemble complet et cohérent de règles permettant de manier l'échelle sans coup férir ? Sans doute pas, car des progrès restent à faire comme on va le voir.

#### 2.1.1 - Le bilan

Du 20 avril 1988 au 20 novembre 1989, soit 19 mois, 130 incidents ont été classés dans l'échelle de gravité sur un total de 694 incidents déclarés significatifs au sens des procédures réglementaires. Ce résultat porte sur un parc comprenant :

- 1 tranche REP de 250 MW (CHOOZ A)
- 34 tranches REP de 900 MW (CP0-1-2)
- 14 tranches REP de 1300 MW (P4- P'4)
- 4 tranches UNGG (CHINON A3, SAINT-LAURENT A1-A2, BUGEY 1)
- 1 tranche RNR de 1200MW (CREYS-MALVILLE), soit un total de 54 tranches. Ceci donne un résultat brut de :

#### 1,5 événements classés dans l'échelle par tranche et par an

Si on s'intéresse maintenant à la répartition en niveaux, on trouve :

- 124 niveaux 1, soit 1,45 incidents/tr.x an,
- 5 niveaux 2, soit 0,06 incidents/tr.x an,
- 1 niveau 3, soit 0,012 incident/tr.x an.

La comparaison avec les résultats de la première

<sup>5</sup> CSSIN : Conseil Supérieur de la Sûreté et de l'Information Nucléaires

<sup>6</sup> Bulletin SN n° 32 mars-avril 1988

<sup>7</sup> Note SPT D5 442-SN89/2260 du 27 juillet 1989

La difficulté principale dans un contexte international, reste pour nous de montrer que nous savons utiliser correctement l'échelle. Les résultats actuels surprennent nos partenaires étrangers (cf § 2.1.2 et 2.1.3 ci-dessus). Lorsqu'on explique que plus de 40 % des niveaux 1 sont dus à des non-respect des spécifications techniques, que peuvent-ils penser de la qualité de l'exploitation en France ? Qu'on le veuille ou non, l'instauration d'une échelle internationale va entraîner des comparaisons entre pays ; on peut faire confiance à nos partenaires étrangers pour appliquer strictement les critères, à nous d'en faire autant.

### ■ 3 - VISUREX

**E**n application de la décision de la Direction Générale prise lors de la réunion ad hoc "Sûreté Nucléaire" tenue 21.12.1988, le SPT a mis en place une procédure interne d'échanges d'expérience et de bonnes pratiques pour la sûreté dans les centrales nucléaires en exploitation sous le nom de VISUREX:

"Visite Sûreté Retour d'EXpérience"

Une note SPT<sup>9</sup> donne l'esprit et les modalités de réalisation de ces évaluations, placées dans le cadre du programme annuel de l'Inspection Nucléaire du Service. Deux visites ont eu lieu au 1er semestre, sur les centrales de Tricastin 3-4, du 13 au 24 mars, et Saint-Laurent B, du 16 au 26 mai. Deux autres étaient prévues au 4ème trimestre, seule a été effectuée celle du 6 au 17 novembre à Cruas 1-2. Il était prévu que le programme 89 conservait un caractère expérimental et devait permettre de porter un jugement sur la formule et sur ce que pourrait être un programme définitif. IGSN a été associé à la préparation des visites, à une Visurex et aux réunions de synthèse après visites. J'ai reçu en outre une note SPT<sup>10</sup> qui analyse l'intérêt du programme VISUREX à la lumière de trois visites effectuées, et en comparaison avec les autres actions pilotées par l'Inspection Nucléaire du SPT, revue sur une activité donnée et "pré-Osart".

La dernière note SPT citée conclut que les VISUREX réalisées en 1989 ont été des actions perçues comme très positives par deux centrales sur trois, qui en ont tiré profit pour identifier l'importance des problèmes qui leur restent à résoudre, et pour se mobiliser sur l'objectif sûreté. Il sera utile que l'Inspection Nucléaire du SPT rende visite à ces deux centrales au cours de l'année 1990 pour connaître la suite qui aura été donnée aux intentions manifestées à l'issue des VISUREX. Je pense que c'est alors que

l'on pourra mieux juger le bénéfice concret retiré par la centrale de la visite et des échanges avec les équipes visiteuses. La troisième centrale semble en avoir tiré moins de résultats, et a indiqué sa préférence pour des actions plus "ciblées". Il sera là aussi utile de voir si ce désir se concrétise en 1990.

La note SPT conclut également à l'intérêt des agents des équipes VISUREX pour les échanges qui ont lieu au cours des visites, et les informations que j'ai recueillies par la participation d'IGSN à cette expérience me permettent d'adhérer à cette conclusion. J'ai effectivement le sentiment que le retour d'expérience par cette voie est particulièrement profitable à l'intérieur de l'équipe visiteuse elle-même, grâce aux nombreuses discussions engendrées par les interviews avec les exploitants de la centrale visitée et que la vie commune en équipe durant les deux semaines y contribue également. On peut en outre espérer que les liens créés entre les centrales visitées et leurs "visiteurs" serviront de vecteur à un retour d'expérience efficace notamment en matière de "bonnes pratiques".

Ces points positifs étant soulignés, je dois cependant avouer que j'espérais davantage de ce programme. J'en attendais notamment que les centrales visitées puissent situer le niveau de sûreté de leurs installations par rapport à ce que la note SPT appelle "le référentiel SPT". La lecture des rapports de visite, et ma participation à une réunion conclusive, ne me donnent pas le sentiment que cet objectif a été atteint. Or, au moment où tous les responsables locaux prennent conscience qu'il faut progresser en matière de sûreté, et que ces progrès ne viendront pas d'en haut, mais d'actions locales, de telles "auto-évaluations", assistées par l'Inspection Nucléaire, me paraissent plus nécessaires que jamais.

La note SPT propose de poursuivre le programme en 1990 par trois nouvelles visites, d'élargir le référentiel par une ouverture européenne, sur Tihange, et d'organiser en fin d'année une réunion de bilan global sur les six VISUREX, avec les exploitants concernés et les Services Centraux du SPT. J'adhère à ces propositions. Je suggère cependant que toutes les centrales concernées, tant du programme 89 que du programme 90, intègrent cette action dans la démarche de progrès sur la sûreté que l'Entreprise va engager à partir de 1990 pour améliorer significativement le niveau de sûreté des centrales, et par conséquent que l'accent soit mis délibérément sur l'aspect "auto-évaluation", ce qui implique peut-être que le domaine soit mieux cerné. Pour progresser, il faut se fixer des objectifs, et pour mesurer les progrès, il faut un instrument de mesure. A mon avis, le programme VISUREX n'a de sens que s'il permet une certaine mesure des progrès faits ou qui restent à faire.

9 SPT/95-89049 du 25 janvier 1989

10 D5 95.89474 du 4 décembre 1989

## 4 - LA CULTURE DE SÛRETÉ

**D**ans une note de mi-89<sup>11</sup> j'ai développé un certain nombre d'idées sur le concept de "Culture de Sûreté". Je n'y reviendrai pas ici. A l'occasion d'une réflexion, qui se poursuit encore actuellement, au sein d'un groupe de travail de l'AIEA, j'ai préparé un texte à vocation pédagogique, qui est joint en Annexe 1 à ce chapitre.

J'ai, par ailleurs, fait part dans la note citée de mes réflexions sur les comportements des équipes de conduite dans les situations de conflits sociaux que je ne reprendrai pas non plus dans ce rapport. Je considère que la décision du Directeur Général, dont le SCSIN a été informé<sup>12</sup>, répond bien à mes préoccupations.

Les erreurs de maintenance décelées en juillet et août 89, dont j'ai longuement parlé dans le rapport de synthèse, m'ont également donné l'occasion de me pencher avec un petit groupe de responsables du SPT sur la qualité des opérations d'entretien, et sur la "Culture de Sûreté" des hommes engagés dans ces opérations<sup>13</sup>. L'analyse des incidents révèle de sérieuses lacunes, dans la définition des responsabilités de chaque intervenant, dans la formation qui leur est donnée et qui devrait leur faire prendre conscience des conséquences potentielles d'erreurs dans l'exécution de leurs tâches, dans le contrôle de ces tâches par les agents eux-mêmes ou par des agents spécialement préparés à ce rôle, dans le suivi par la hiérarchie de l'exécution des opérations sur le terrain, et finalement dans l'engagement de tous à rechercher une qualité exemplaire dans toutes les opérations. Toutes ces déficiences me paraissent typiques d'un manque assez général de "Culture de Sûreté" dans les équipes à tous les niveaux. Les actions engagées au sein du SPT devraient y porter remède avec le temps.

## 5 - LES PROBLÈMES DE MATÉRIEL

**D**epuis le début de l'année, nos centrales REP sont confrontées à des problèmes de matériels liés au vieillissement et qui concernent la sûreté. Ils me paraissent importants. Je souhaite que le suivi du fonctionnement dans l'avenir soit suffisamment attentif pour qu'on ne laisse pas passer les moindres indices et qu'on essaie d'anticiper le développement de nouveaux phénomènes d'usure ou de dégradation.

### 5.1 - Les générateurs de vapeur (GV)

L'année 1989 n'a pas marqué de trêve dans le processus qui conduit à la dégradation de ces composants. Aux USA deux incidents notables se sont produits, qui n'ont pas eu de conséquences significatives. Le premier survenu à la centrale de Mc-GUIRE était une RTGV (Rupture de Tube de Générateur de Vapeur) franche, le second, survenu à la centrale de NORTH-ANNA, est plus préoccupant pour nous. Sous l'effet de la pression primaire, un bouchon d'obturation de tube qui était fissuré a été expulsé vers l'intérieur du tube, a percé le tube et est allé endommager des tubes voisins. Ces bouchons, fabriqués en alliage Inconel 600, sont également utilisés sur nos appareils pour obturer les tubes douteux. Nous sommes en présence d'un nouveau mode de dégradation, susceptible d'affecter les quelques milliers de bouchons actuellement en place. Je me réjouis que le SPT se soit orienté vers une solution de renforcement pour éliminer le risque d'expulsion, plutôt que vers le développement de nouvelles méthodes de Contrôle Non Destructif nécessitant des délais de mise au point.

S'il se confirme que les tubes des GV 900 MW certains tubes peuvent développer des fissurations circumférentielles qui mettent en défaut le concept de Risque de Fuites Avant Rupture (FARR) sur lequel est fondée notre défense en profondeur, je pense qu'il faudrait s'orienter vers des solutions de bouchage préventif, même si cette politique devait nous conduire à revoir le calendrier de remplacement des GV les plus affectés. Cette proposition est tout à fait conforme à l'avis que j'avais donné il y a plus d'un an sur les questions de sûreté de ces GV<sup>14</sup>.

Le nouveau phénomène de dégradation des tubes GV apparu à NOGENT, à l'issue du premier cycle de fonctionnement (10.000 h environ) et confirmé sur d'autres tranches 1300 MW a fait l'objet au cours du second semestre de multiples études et notes du SPT et de la DE. Je l'ai déjà évoqué dans mon rapport de synthèse. C'est incontestablement un phénomène préoccupant pour la sûreté, et son évolution devra être suivie de près tout au long de 1990. Pour le moment, je ne vois rien à rajouter à la courte note que j'ai rédigée fin octobre 89<sup>15</sup>.

### 5.2 - Usure des grappes de commande

L'incident de blocage de grappe survenu à GRAVELINES 4 le 1<sup>er</sup> avril dernier, est un précurseur de l'accident de non-fonctionnement des grappes de

11 IGSN 89-0611 du 30 juin 1989

12 EP 15548 du 29 septembre 1989

13 IGSN 89-1104 du 27 novembre 1989

14 IGSN 88-0901 du 2 septembre 1988

15 IGSN 89-1005 du 30 octobre 1989



# ANNEXE 1

## CULTURE DE SÛRETÉ

**L**e risque d'erreur humaine est largement pris en compte dans la sûreté des centrales nucléaires. Les principes de base de sûreté prescrivent :

- l'élimination, notamment par le recours aux automatismes, des opérations où une erreur humaine unique peut conduire à l'accident ;
- la fourniture aux agents des informations dont ils ont besoin pour remplir correctement leurs fonctions ;
- l'organisation du travail des individus et des équipes pour qu'ils disposent en temps réel d'une assistance efficace ;
- le choix et la formation des équipes pour les préparer aux situations qu'elles peuvent rencontrer ;
- l'aménagement de l'environnement matériel et humain pour placer les agents dans de bonnes conditions pour exécuter leurs tâches.

Mais au-delà l'homme exerce encore sa responsabilité, et il peut avoir à faire preuve de jugement, à interpréter les textes, ou à rechercher de l'information. C'est là qu'intervient ce que depuis l'accident de Tchernobyl on appelle la "Culture de Sûreté". Construite progressivement dans l'Entreprise, elle crée des comportements individuels et collectifs qui, dans la vie courante, mais aussi face à une situation accidentelle ou simplement imprévue, engendrent des réflexes positifs pour la sûreté de l'installation.

On peut trouver dans l'exploitation passée des centrales nucléaires de nombreux exemples où les exploitants ont eu de tels comportements. On a pu aussi malheureusement observer des accidents qui ont eu au moins en partie pour cause l'absence d'une telle culture. C'est pourquoi, à partir des exigences de la sûreté, et en fonction de l'expérience du passé, il paraît nécessaire de préciser en quoi consiste une bonne Culture de Sûreté, et comment elle peut être acquise.

### 1 - DÉFINITION

**D**ans un organisme dont les activités ont un lien avec la sûreté d'une installation nucléaire, la Culture de Sûreté est une attitude, individuelle et collective, reflétant une attention aux questions de sûreté en rapport avec leur importance. Cette attitude doit être prépondérante, face aux autres préoccupations légitimes de l'entreprise, chez tous ceux dont les tâches sont en relation avec la sûreté nucléaire. Dans les activités courantes comme en situation perturbée, elle doit engendrer de la part des intéressés des comportements réfléchis positifs pour la sûreté.

### 2 - EXEMPLES

**L**a Culture de Sûreté n'est pas un concept théorique, mais une réalité qui se vit concrètement dans le quotidien. Avant d'aller plus loin, il paraît donc utile de donner quelques exemples de cette réalité concrète.

**Exemple 1** - Un agent d'exploitation, au cours d'une ronde ordinaire de surveillance, note l'augmentation de température d'un palier de pompe par rapport au précédent relevé, et le signale à son chef de quart, bien que la valeur soit à l'intérieur du domaine autorisé. Ce faisant, il peut permettre qu'un défaut soit décelé précocement, et prévenir ainsi une panne brutale mettant en cause la sûreté. Cette attitude est donc recommandable. L'agent a pu avoir ce comportement parce que son chef de quart lui avait indiqué très précisément quelles étaient ses responsabilités dans l'exécution de ses rondes, et quelles pouvaient en être les répercussions pour la sûreté de l'installation.

**Exemple 2** - Un opérateur refuse à un agent d'entretien l'autorisation de procéder à un recalage de l'échelle de mesure d'un détecteur neutronique. Cette opération avait été demandée pour permettre le redémarrage du réacteur, en éliminant un signal d'arrêt automatique jugé intempestif par les spécialistes en instrumentation. Le refus de l'opérateur permet de respecter strictement les spécifications techniques d'exploitation. L'opérateur a eu un bon comportement vis-à-vis de la sûreté, parce que la

formation qu'il avait reçu lui avait permis de prendre conscience des risques de criticité au démarrage lorsqu'une panne imprévue d'un détecteur neutronique se superpose à une indisponibilité.

**Exemple 3** - Un agent d'entretien rend compte d'une erreur commise au cours d'une opération de maintenance sur un équipement important pour la sûreté, qui l'avait placé en situation telle qu'il n'aurait pu fonctionner correctement s'il avait été sollicité. Cette erreur était restée cachée, et a été décelée par l'agent lui-même au cours d'une visite ultérieure. Cet agent a eu une attitude positive pour la sûreté, car l'analyse de son erreur permet de modifier la gamme d'entretien pour rendre le renouvellement d'une erreur analogue plus difficile. Le comportement de l'agent a été facilité par la mise en place au niveau des équipes d'entretien d'un "cercle de qualité" où sont analysés par les exécutants eux-mêmes les événements de leur travail qui peuvent jouer sur la sûreté.

**Exemple 4** - Une bonne coopération entre équipes de conduite et d'entretien a permis de limiter au minimum la consommation des durées d'indisponibilité autorisées par les spécifications techniques d'exploitation sur les matériels importants pour la sûreté. Ce résultat est bon pour la sûreté, dans la mesure où une indisponibilité réduit la marge de sécurité dont dispose l'installation dans le cadre du concept de "défense en profondeur". Il a été obtenu en partie grâce à une bonne sensibilisation des équipes à travers l'utilisation sur le site d'indicateurs de sûreté, élaborés avec la participation des exécutants.

**Exemple 5** - Tous les membres des équipes de quart ont rédigé et signé un code de professionnalisme, dans lequel ils s'engagent, à titre personnel et collectif, à rechercher en permanence l'excellence dans toutes leurs activités qui sont en rapport avec la sûreté de la centrale. Cette bonne sensibilisation à la primauté de la sûreté n'a sans doute été possible que parce que la hiérarchie de la centrale et de l'entreprise a toujours su démontrer dans ses décisions de gestion qu'elle donnait la priorité à la sûreté par rapport à ses autres préoccupations.

Ces cinq exemples, tirés d'événements qui se sont produits, en France ou à l'étranger, auraient pu être multipliés à l'infini. Ils n'ont pour but que de démontrer que la Culture de Sûreté peut se vivre sur de multiples terrains et de façons très diverses, mais toujours concrètes. Ils mettent en évidence le fait que les comportements caractéristiques d'une bonne Culture de Sûreté ne peuvent se développer que dans un environnement favorable qui doit être créé par les responsables hiérarchiques. C'est pourquoi, après une description des attitudes recherchées de la part des exécutants, on indiquera

comment la hiérarchie doit permettre leur acquisition.

### **3 - ATTITUDES RECHERCHÉES**

Chaque individu doit :

3-1 - Être parfaitement au courant de sa responsabilité personnelle à l'intérieur de son unité pour tout ce qui concerne l'exécution de ses tâches en relation avec la sûreté, ainsi que des responsabilités analogues des agents qui travaillent avec lui - **responsabilité**

3-2 - Savoir comment sa propre responsabilité est liée à la sûreté de l'installation, et connaître en particulier les conséquences possibles d'une exécution incorrecte - **connaissance**

3-3 - Exécuter avec rigueur toutes ses tâches liées à la sûreté, et exiger la même rigueur de ceux qui travaillent avec lui - **rigueur**

3-4 - Identifier, rapporter et analyser toutes ses insuffisances propres, et celles de ceux qui travaillent avec lui, lorsqu'elles sont liées à la sûreté, et contribuer à les corriger rapidement - **auto-contrôle**

3-5 - Adhérer pleinement et sans réserve aux principes de la Culture de Sûreté et à leur mise en oeuvre dans ses activités propres, parce qu'il est convaincu de leur nécessité - **engagement**

### **4 - DISPOSITIONS NÉCESSAIRES À LEUR ACQUISITION**

**D**ans une organisation, une Culture de Sûreté ne peut être instituée et maintenue que si le responsable met en place une structure appropriée.

Chaque responsable hiérarchique doit, à son niveau, et en partant du niveau le plus élevé de la direction :

4-1 - S'assurer que tous les individus placés sous ses ordres dont les actions peuvent avoir de l'influence sur la sûreté de l'installation, ont des responsabilités clairement définies, et que, si d'autres unités interfèrent avec ces actions, leurs responsabilités et celles de leurs agents sont également définies - **définir les responsabilités**

4-2 - Organiser les programmes de formation de ses agents de façon à ce qu'ils acquièrent les connaissances nécessaires à une bonne compréhension des aspects liés à la sûreté dans leurs fonctions - **former les hommes**

4-3 - Créer un environnement de travail qui facilite une exécution rigoureuse et sans fautes de toutes les tâches liées à la sûreté, mettre en place un système permettant d'identifier les éventuelles in-

suffisances et de les corriger rapidement, et assumer ses propres responsabilités disciplinaires en cas de faute caractérisée - **créer l'auto-discipline**

4-4 - Contrôler en permanence qu'une Culture de Sûreté satisfaisante existe dans l'unité dont il est responsable, en évitant notamment de laisser s'y instaurer l'auto-complaisance - **contrôler**

4-5 - Rendre visible pour tout le personnel son attachement à la Culture de Sûreté - **s'impliquer**

## ■ 5 - REMARQUES

**I**l est essentiel que toutes les prescriptions en matière de Culture de Sûreté soient reliées à des exigences précises de sûreté. Les dispositions correspondantes peuvent interférer, tant pour les individus que pour les structures, avec les autres préoccupations de l'entreprise. Pour une bonne efficacité, il faut donc qu'elles soient intégrées dans une conception globale cohérente. Dans la mesure où certaines préoccupations autres, comme

la sécurité du travail, impliquent des attitudes proches de celles qu'exige la Culture de Sûreté, il peut y avoir synergie.

C'est à l'exploitant nucléaire, premier responsable de la sûreté de son installation, qu'il appartient en priorité de s'engager dans un processus de Culture de Sûreté. Cela ne doit pas empêcher les autres organismes qui interviennent dans la sûreté nucléaire, et en particulier les constructeurs et les Autorités de Sûreté avec leurs appuis techniques, d'y réfléchir. En phase d'exploitation, la Culture de Sûreté joue de toute évidence un rôle crucial, car une erreur éventuelle peut plus difficilement être rattrapée. Mais une bonne Culture de Sûreté est un besoin tout aussi impératif dans les unités en charge de la conception et de la réalisation des centrales. C'est donc sur l'ensemble de ses activités qui concernent la sûreté que l'Exploitant nucléaire doit mettre en place la Culture de Sûreté.

## Appendice

# GUIDE POUR UNE BONNE CULTURE DE SÛRETÉ

Pour aider une organisation à mettre en place en son sein une "Culture de Sûreté" conforme aux principes exposés plus haut, et pour en contrôler la permanence, on peut indiquer un certain nombre d'actions et de critères dont l'expérience semble démontrer la pertinence. C'est ce qui a été ébauché dans cet Appendice, en distinguant 5 thèmes : responsabilités, formation, discipline, contrôle et engagement.

## ■ 1 - RESPONSABILITÉS

En partant de la Direction Générale, chaque responsable doit mettre en place une structure dans laquelle chaque élément dépendant de lui voit sa responsabilité en matière de sûreté définie de manière suffisamment détaillée pour qu'il n'y ait aucune ambiguïté sur ce dont il est chargé et dont il lui sera demandé compte : exécution, contrôle, rapport, etc. Le responsable est chargé en outre de s'assurer que l'ensemble de cette structure lui permet d'exercer sa propre responsabilité conformément aux objectifs qui lui ont été fixés. Pour cette vérification, il peut faire appel à l'assistance d'organismes conseils ou à l'expérience acquise par d'autres exploitants, sans que sa responsabilité en soit atténuée pour autant. Au sommet de la hiérarchie, il appartient au Directeur Général de procéder aux délégations nécessaires assorties d'objectifs en matière de sûreté, et de s'assurer que ces délégations et les moyens correspondants concourent bien à une sûreté globale de la centrale conforme à l'objectif défini par l'Entreprise et approuvé par les Autorités de Sûreté.

Au niveau individuel, cette structure doit aboutir à une définition de la responsabilité de chacun. Il est indispensable que chaque agent soit parfaitement au courant de ce qui est attendu de lui pour toutes les actions qui lui sont demandées et qui peuvent influencer la sûreté. Il est souhaitable que cela fasse l'objet d'un document écrit, émis sous l'autorité d'un responsable de niveau supérieur, mais dont la rédaction peut utilement être confiée à l'agent lui-même, sur la base d'un document-guide général.

Les agents doivent connaître les responsabilités d'ensemble de l'unité à laquelle ils appartiennent afin de pouvoir y situer leur propre responsabilité. Si d'autres unités, ou d'autres organismes, contribuent à ses tâches, chaque agent doit savoir très précisément quelles sont leurs responsabilités particulières

et dans quelle mesure elles interfèrent avec ses responsabilités propres. L'exemple le plus courant est celui des interventions de services d'entretien ou d'essais sur des systèmes importants pour la sûreté qui ne peuvent en aucun cas modifier la responsabilité fondamentale de l'opérateur en ce qui concerne la conformité de sa centrale avec les spécifications. Si une interprétation est nécessaire, une concertation peut être organisée, mais la responsabilité finale restera celle de l'opérateur.

Comme pour tous les autres thèmes, il est naturellement nécessaire de prendre en compte sans délai le retour d'expérience, surtout s'il apparaît qu'un accident a trouvé son origine dans l'absence, ou la mauvaise qualité, des définitions de responsabilités. Ceci semble avoir été le cas à Tchernobyl, pour les répercussions sur la conduite du réacteur des impératifs liés à l'essai programmé à l'occasion de la mise à l'arrêt.

## ■ 2 - FORMATION

Il faut que chacun puisse rattacher ses responsabilités propres à la sûreté d'ensemble de l'installation. Si on prend l'exemple des opérateurs en salle de commande, il leur est demandé de prendre les dispositions garantissant le respect des spécifications techniques d'exploitation. Pour qu'ils aient pleinement conscience de la signification de la responsabilité qui leur est ainsi confiée, il est nécessaire qu'ils sachent quelles pourraient être les conséquences d'un non-respect de cette mission, c'est-à-dire d'une violation, intentionnelle ou non, de ces spécifications. Cette connaissance doit s'acquérir à l'occasion de leur formation, et s'entretenir lors des recyclages. Ce n'en est pas l'objectif principal, mais c'en est un aspect essentiel du point de vue de la Culture de Sûreté.

D'autres exemples peuvent être donnés. On a vu dans le passé des incidents qui trouvaient leur origine dans une mauvaise exécution de travaux de maintenance par des agents qui n'avaient jamais été instruits de l'importance de cette tâche particulière pour la sûreté de la centrale. Au stade du projet, comme à ceux de la fabrication et de la construction, le personnel n'est pas toujours pleinement conscient des répercussions possibles pour la sûreté d'un dysfonctionnement des systèmes en cause, et n'a donc aucune raison d'y attacher une attention particulière.

Il est clair qu'il appartient d'abord à la hiérarchie d'inclure dans le programme de formation de chaque agent les connaissances de base en matière de sûreté qui lui sont nécessaires pour avoir une bonne conscience des questions de sûreté mises en jeu dans ses fonctions. Mais l'agent lui-même au cours



de son activité en centrale ne doit pas se contenter d'appliquer des consignes dont il ne saisit pas l'utilité vis-à-vis de la sûreté ; il doit demander à suivre une formation qui lui apportera les réponses dont il a besoin.

Deux points particuliers méritent d'être soulignés ici. Le premier concerne les outils utilisés pour la formation des opérateurs ; ils doivent permettre de passer des situations normales d'exploitation que connaissent bien les opérateurs aux situations accidentelles, parfois extrêmes, que peuvent entraîner des non-respects de règles ou spécifications ; cela peut demander des simulateurs assez sophistiqués. Le deuxième est relatif à l'utilisation d'incidents réels qui donneront à l'agent une illustration concrète et crédible de la façon dont une erreur peut conduire à un type de situation qu'on voulait éviter ; une "incidence" doit être constituée à cette fin.

### ■ 3 - DISCIPLINE

Quelles que soient leurs fonctions, dès lors qu'elles influent sur la sûreté, les agents disposent de documents plus ou moins détaillés qui leur indiquent la nature et le contenu de leurs tâches en fonction des situations rencontrées. Pour les opérateurs, ce sont les procédures de conduite, pour le personnel de maintenance, les gammes d'entretien, etc.. Il s'agit là d'un impératif de sûreté qui dépasse le strict concept de Culture de Sûreté.

Mais quelle que soit la qualité des documents et de la formation correspondante, l'application sur le terrain dépendra fortement du comportement individuel de l'agent, dont on sait qu'il peut être fonction de multiples facteurs. La qualité d'exécution pourra ainsi dépendre de la motivation de l'individu ou de ses préoccupations personnelles. Si des mouvements sociaux créent une certaine tension au sein des équipes d'exploitation, on peut en craindre une répercussion sur le travail.

La hiérarchie a un rôle important à jouer. Elle doit créer un environnement de travail qui facilite une exécution rigoureuse et sans fautes de la part des agents, par des injonctions répétées et l'organisation d'un suivi effectif des actions sur le terrain, créant ainsi dans les équipes une incitation mutuelle à un professionnalisme rigoureux. La hiérarchie doit également mettre en place, au plus près des exécutants, un système (cercle de qualité ou autre) qui détecte les insuffisances, en analyse les causes profondes et propose des solutions. Elle doit y faire régner la confiance, chacun ayant conscience que la reconnaissance d'erreurs est profitable à tous, et améliore finalement la sûreté de la centrale.

La hiérarchie a également une fonction disciplinaire à exercer. Certes, elle doit savoir éviter la

sanction d'une simple erreur pour privilégier la transparence des événements dont il y a des leçons à tirer. Par contre, dans le cas de défaillances répétitives ou de faute grave, elle ne doit pas hésiter à assumer sa responsabilité, car la Culture de Sûreté dans une équipe ne manquera pas de se dégrader si tous peuvent constater que de tels errements ne sont pas sanctionnés.

C'est aussi bien sûr à l'individu qu'il appartient d'assumer sa responsabilité et d'être cohérent avec lui-même. L'exécutant est le mieux placé, en fonction de ce qu'il a appris sur l'importance de son rôle dans la sûreté, pour déceler les légères imperfections dans l'exercice de ses fonctions qui pourraient dégénérer et avoir des conséquences dommageables pour l'installation et la protection du public. Il doit donc être attentif en permanence à la qualité et la rigueur de ses activités.

Pour prendre un exemple, si les opérateurs "s'ennuient" la nuit dans les salles de commande, et jugent qu'il y aurait plus d'avantages que d'inconvénients à ce qu'ils en profitent pour se reposer à tour de rôle, ils doivent soulever cette question avec leur hiérarchie. Il n'est certainement pas acceptable que, comme dans certaines centrales américaines, ils dorment dans leurs fauteuils pendant le quart!

La discipline est certes un sujet délicat, mais lorsque la sûreté de la centrale est en cause, elle ne peut souffrir aucune complaisance. Il faut que la hiérarchie s'attache à développer une atmosphère de dialogue et de confiance réciproques. Mais rien ne pourra jamais justifier l'inobservation de directives émises par le responsable de la sûreté de l'installation.

### ■ 4 - CONTRÔLE

Chaque responsable à son niveau doit mettre en oeuvre des moyens lui permettant de suivre comment le personnel sous ses ordres vit quotidiennement la Culture de Sûreté. Ce suivi passe inéluctablement par l'utilisation d'indicateurs plus ou moins précis, et par des évaluations par rapport à des références, sinon des objectifs.

Quelques exemples illustreront cet aspect :

- comme en matière de sécurité industrielle, la réalisation d'audits externes, où des personnes compétentes apportent un point de vue indépendant et extérieur, constitue pour le responsable un outil très puissant d'évaluation ;
- la qualité des relations avec les Autorités de Sûreté est un indice du niveau de culture de sûreté des responsables et des équipes ; on peut s'attacher au nombre, et à l'importance, des observations faites au cours des inspections, au respect des délais mis par la centrale à répondre aux demandes, etc.

- sur un plan interne, la fréquence et les résultats des réunions, visites, revues et inspections organisées par les responsables hiérarchiques sur les questions de sûreté et de qualité, constituent de bons indicateurs ;
- les indicateurs habituels (nombre d'arrêts automatiques, de sollicitations des systèmes de sécurité, etc.) donnent une vue utile sur certains aspects de la Culture de Sûreté ;
- des indicateurs plus spécifiques sûreté peuvent être utilisés: nombre et gravité des incidents significatifs pour la sûreté, nombre d'alarmes présentes en salle de commande, nombre de straps dans les armoires, nombre de demandes de travaux en souffrance, consommation des délais alloués par les spécifications techniques, etc.

Les exécutants doivent être directement associés au recueil des données permettant ces évaluations, et en reconnaître la pertinence vis-à-vis des objectifs de la sûreté en général, et de la Culture de Sûreté en particulier. C'est à cette condition que les indicateurs, et les évaluations correspondantes, pourront motiver les individus et les équipes, et jouer finalement le rôle d'une auto-évaluation. L'objectif global est d'éviter de se trouver dans une situation où l'on ne prend conscience d'une dégradation de la Culture de Sûreté dans la centrale qu'à l'occasion d'un incident sérieux qui la révèle.

## ■ 5 - ENGAGEMENT

L'impulsion doit venir d'en haut, et il est nécessaire que les responsables, tout au long de la ligne hiéar-

chique, manifestent par des actes signifiants, visibles mais non-gratuits, qu'ils sont personnellement engagés à la réussite d'une démarche de Culture de Sûreté. Il ne faut pas que des agents puissent avoir le sentiment que la hiérarchie est plus soucieuse de production ou de rentabilité que de sûreté.

La prise en compte des aspects liés à la sûreté dans l'appréciation portée sur les agents, l'organisation de revues ou de visites consacrées spécifiquement à la sûreté ou à la qualité, l'attention personnelle portée aux relations avec les organismes de sûreté, et plus généralement le fonctionnement efficace d'une structure de suivi correspondant aux objectifs du paragraphe 4 précédent, sont autant de signes qui peuvent contribuer à manifester cet engagement.

En ce qui concerne les individus, il est indispensable qu'ils adhèrent, sans réserve mentale ou autre, aux principes et aux modalités de mise en oeuvre qui gouvernent la Culture de Sûreté. Dans la mesure où ils auront participé eux-mêmes à leur élaboration et à leur application pratique sur le terrain, cette adhésion devrait résulter automatiquement de la conscience qu'a chacun de l'importance pour la sûreté de l'instauration d'une bonne Culture de Sûreté chez tous. Une formalisation de cette adhésion n'est peut-être pas toujours utile; cela dépend de la culture propre à l'entreprise. Des initiatives comme celles de certaines centrales américaines où les opérateurs ont établi des "Codes de Professionalisme" sur lesquels ils s'engagent, paraissent intéressantes.

## 2. ORGANISATION DE SÛRETÉ DES DIRECTIONS OPÉRATIONNELLES

# 1

*1989 a vu pour le Service de la Production Thermique les premiers effets des décisions d'organisation prises les deux années précédentes et pour la Direction de l'Équipement, des prises de décisions créant des structures nouvelles et redéployant les activités de manière à adapter l'ensemble aux tâches actuelles et futures de cette Direction.*

### 1 - LE SERVICE DE LA PRODUCTION THERMIQUE

**L**a Direction du Service a déclaré 1989 année du retour d'expérience. La Mission Sûreté Qualité (MSQ) sur les sites est l'une des pièces maîtresses du bon accomplissement de cette tâche. D'une manière générale, c'est cette année que s'est développée la montée en régime de cette structure. Tout ne peut être défini sur le papier et une bonne part des modes de fonctionnement est à inventer sur place. D'où l'importance des relations avec les services techniques qui doivent reconnaître la valeur ajoutée que peut leur apporter la MSQ.

La MSQ a de multiples rôles à jouer et son problème actuel est de trouver le bon équilibre entre ces différents rôles. Les difficultés rencontrées sur le terrain viennent des oppositions ressenties entre, d'une part son caractère opérationnel ou fonctionnel, d'autre part son action en temps réel et en temps différé.

Le premier conflit n'est qu'apparent. En effet, les ISR jouent un rôle opérationnel en situation accidentelle, mais sont dans les autres cas le conseil des opérationnels, par exemple lorsque se produisent des événements inhabituels en exploitation, ou lorsque se pose un problème d'interprétation des spécifications techniques. Cette fonction est maintenant bien établie. Les choses sont peut-être moins avancées en ce qui

concerne les IEM, tout au moins pour la part de leur activité qui concerne la sûreté, mais leur mise en place est récente et demande à être rodée. Les IEM n'opèrent pas à l'identique d'un site à l'autre et il conviendra de faire un bilan national de leurs activités pour en déduire leur mode optimal d'intervention. En ce qui concerne la mise en oeuvre du retour d'expérience, la MSQ a un rôle important à jouer. Le retour d'expérience doit être fait par les services opérationnels et la MSQ ne saurait se substituer à eux pour l'assurer. Ceci ne doit pas empêcher le rôle moteur que la MSQ doit avoir dans la recherche des événements les plus significatifs, leur présentation sous une forme pédagogique et l'aide qu'elle peut apporter aux services opérationnels dans les programmes suivis. La section Surveillance de la Qualité (SQ) peut de plus s'assurer que les programmes sont effectivement suivis et assimilés par le personnel. En fait la dualité "opérationnel/fonctionnel" n'a pas lieu d'être : la MSQ doit jouer en matière de retour d'expérience un rôle de guide, de conseil, de soutien logistique et de contrôle externe auprès des services techniques.

Une difficulté plus réelle est celle qui consiste à concilier les impératifs du temps réel, essentiellement l'aide apportée en exploitation, avec le recul qu'il est nécessaire de prendre sur le quotidien pour analyser les événements survenus, en déduire les tendances qui s'en dégagent, identifier les axes d'amélioration et servir ainsi de "poisson pilote" pour la Direction du site. Ce rôle est encore inégalement rempli, car l'attraction du temps réel est très forte et le potentiel que représentent les sept ISR en moyenne est aisément absorbé non seulement par les tâches liées au quart, mais aussi par les arrêts de tranche, la mise à jour des procédures, etc... il est difficile dans ces conditions de les utiliser à des tâches d'analyse et de réflexion. On assiste à la mise en place progressive d'ingénieurs chargés d'effectuer ces analyses ; cette initiative mérite d'être généralisée si l'on veut suivre et valoriser le fonctionnement des services techniques.



*Visite décennale  
Chantier des tubes-guides*

## 1.2 - Opérations de maintenance

De nombreuses interventions ont eu lieu dans ce domaine, les plus lourdes étant :

- le remplacement préventif des tubes-guides de barres équipés de nouvelles broches,
- le remplacement préventif de six grappes de commande,
- le remplacement de 27 thermocouples de mesure de température du coeur (RIC),
- le contrôle de la visserie et des jeux de baffles des internes inférieurs,
- l'échange standard de moteur sur l'un des diesels de secours,
- le remplacement d'une partie du circuit d'eau brute (prévention de la corrosion),
- le remplacement de tableaux électriques et de redresseurs,
- la visite de deux corps BP et du corps HP de la turbine et le remplacement du rotor de l'alternateur.

Il n'a pas été possible d'extraire les cannes chauffantes du pressuriseur qui étaient hors-service. Une

nouvelle tentative est prévue lors de l'arrêt de 1991. Il est souhaitable d'arriver à extraire ces cannes car, outre la mise en place de cannes bonnes pour le service, un examen des piquages permettra d'enrichir le retour d'expérience sur leur comportement et d'apprécier le cas échéant les différences avec le 1300 MW.

## 1.3 - Les modifications

140 modifications ont été réalisées. Elles concernaient pour l'essentiel la mise au niveau CHINON B4 et les améliorations vis à vis du risque incendie. Pour ce dernier point, il s'agissait du renforcement des dispositions de prévention et de lutte (sectorisation, portes coupe-feu, etc...). En ce qui concerne la mise au niveau CHINON B4, les principales modifications ont porté sur :

- le remplacement des soupapes du pressuriseur,
- les dispositions liées aux consignes H et U telles que la mise en place des filtres à sable, les manchettes de raccordement entre les systèmes EAS et ISBP,
- la mise en place de matériels qualifiés pour équiper les traversées électriques de l'enceinte,

### 3. LA VISITE DÉCENNALE DE LA TRANCHE 1 DE FESSENHEIM LE VIEILLISSEMENT DES CENTRALES

- la modification du sens d'écoulement de l'eau dans les structures internes inférieures du réacteur,
- le remplacement des armoires de contrôle-commande de la machine de chargement en vue d'améliorer la fonction manutention du combustible.

Bien que l'essentiel soit fait, la liste des modifications n'est pas close car des études sont toujours en cours et la mise en oeuvre de leurs conclusions sera progressivement faite lors des futurs arrêts de tranche.

L'ensemble de ces travaux est conséquent. Il représente 26 semaines d'arrêt, 700 000 heures de travail et 450 MF de dépenses directes. L'opération peut être considérée comme une réussite, plusieurs indicateurs en témoignent. Tout d'abord le suivi de sûreté effectué par les Autorités s'est déroulé sans problèmes particuliers, ensuite les thèmes sur lesquels on pouvait s'attendre a priori à des difficultés comme la protection incendie ou la mise à jour des procédures de conduite, n'ont finalement donné lieu à aucune réserve. Bien au contraire, à l'issue des inspections réglementaires, la DRIR Alsace a écrit à la Centrale pour lui faire part de son absence de remarques et de sa satisfaction de voir redémarrer la tranche avec un jeu de procédures à jour.

Tout n'a cependant pas été parfaitement maîtrisé. Il conviendra d'en tirer les conséquences pour la décennale de la tranche 2. Pour ce faire, la Centrale a d'ailleurs mis en place quatre groupes de travail. Les points d'amélioration importants concernent :

- la propreté des chantiers (bâtiments, circuits), qui peut être à l'origine d'incidents au redémarrage (ex : baudruche oubliée dans le circuit ISBP),
- la maîtrise des plannings et des budgets.

Aucun des incidents survenus durant les essais de requalification n'a été jugé suffisamment préoccupant pour justifier un classement dans l'échelle de gravité. Leur cause provient essentiellement de questions de propreté ou de procédures à améliorer. On ne note que deux incidents de niveau 1 dans l'échelle de gravité, ils ne sont d'ailleurs pas directement liés à la décennale proprement dite. Le premier, qui a eu lieu tranche 1 à l'arrêt, est une erreur de confusion de tranche qui a temporairement privé la tranche 2 de RRI. Cet incident, sans conséquences car immédiatement redressé, a donné lieu à des complications d'ordre médiatique créées par la commission de contre-experts (cf § 2 ci-après). Le second, malheureusement trop fréquent sur toutes les tranches, concerne un début de cavitation des pompes RRA lors de la baisse du niveau d'eau dans le circuit primaire.

#### 1.4 - L'organisation

C'est certainement un facteur qui a contribué à la réussite de l'opération. Ceci tend à montrer que lorsque l'on a à mener à bien une opération aussi importante qu'une décennale, une structure unique, responsable du bon aboutissement des dossiers jusques et y compris la requalification finale du système modifié, constitue une bonne réponse au problème posé. Pour assurer sa mission, la structure intégrée GRPT/DE-REAL s'est créée de façon analogue à un groupe d'affaire de la DE (chargés d'affaire) auquel on a notamment ajouté des contrôleurs de travaux pour assurer les tâches de surveillance confiées habituellement aux Aménagements.

La décennale de BUGEY 2 va commencer incessamment avec un découpage des responsabilités et des tâches plus conventionnel. Le bilan des deux expériences sera extrêmement intéressant à faire et à comparer, de manière à en tirer les conséquences pour la suite quant au choix de la meilleure formule de travail.

## 2 - LA CONTRE-EXPERTISE

Composée de cinq experts réputés indépendants (trois Allemands, un Belge et un Français) et de deux consultants français associés, cette mission a été créée en avril 1989 par le Conseil Général du Haut-Rhin, sur proposition de son Président. L'objectif de cette mission était de donner un avis indépendant sur la sûreté de la Centrale au moment de la visite décennale, de manière à "rassurer" le public alsacien. Cette initiative du Conseil Général constitue une nouveauté dans la pratique française habituelle et n'a pas été sans poser de nombreux problèmes d'organisation pour que le groupe d'experts puisse travailler. Le SCSIN a constitué l'interface officielle.

Les conclusions du rapport -mais fallait-il s'attendre à autre chose ?- ne sont pas positives sans toutefois être négatives. Après s'être plaint du caractère fragmentaire des informations, avoir regretté que la totalité du programme de modifications n'ait pu être réalisée et que les bilans de rejets radio-éléments par radio-élément ne soient pas communiqués, avoir demandé que plus de soins soient apportés aux contrôles avant redémarrage, la commission a estimé "ne pas devoir recommander le report de la remise en route du réacteur n°1 de Fessenheim". On peut se demander dans ces conditions, si l'objectif du Président du Conseil Général vis à vis des populations alsaciennes a été atteint...

Quoi qu'il en soit, la mission a pu effectuer son travail dans un cadre normal. On peut simplement

endroits les plus exposés du site est acceptable si les filtres sont munis de protections biologiques. Les dossiers pour commande des équipements (bacs à eau montés sur une charpente) seront prêts au printemps 90 et le début des travaux d'installation pourra commencer environ un an plus tard. Le parc sera muni de ces protections biologiques fin 92.

Une étude prometteuse est celle de la faisabilité de mettre en place un pré-filtre à l'intérieur de l'enceinte. Fonctionnant en pression, ce pré-filtre de petites dimensions permettrait de gagner un facteur 10 sur le terme source et donc de relâcher au maximum le dixième du terme source de référence, ce qui est très avantageux sur tous les plans : thermique du filtre, radioprotection du site, et surtout conséquences radiologiques de l'accident à l'extérieur du site. Les zones affectées seraient beaucoup plus restreintes et la gestion post-accidentelle de l'environnement s'en trouverait facilitée d'autant.

Si l'on fait le bilan de la procédure U5, le fait de ne pas s'être limité au cas enveloppe pour lequel elle avait été initialement prévue a entraîné des prolongements d'études et des retards de mise en oeuvre. Dans le contexte actuel, en particulier vis à vis du risque hydrogène et de l'utilisation de U5 dans le Guide d'Intervention pour les Accidents Graves (GIAG), il était difficile d'espérer faire autrement. Quoi qu'il en soit, le dossier définitif est prévu pour mi-90 et sera présenté aux Autorités de Sûreté à cette date.

## **2 - PLAN D'URGENCE ET COMMUNICATION DE CRISE**

L'année 88 avait vu au mois d'octobre, la parution du plan sanitaire du PUI<sup>19</sup>, qui décrivait et justifiait l'organisation et les moyens retenus au plan sanitaire, complétant les dispositions techniques décrites dans le PUI proprement dit.

La maquette nationale du PUI qui datait de 1986, a fait l'objet d'une révision incorporant les éléments du plan sanitaire qui modifiaient les dispositions précédentes et la maquette révision 1 de mi-89 a été diffusée à tous les intéressés et aux Autorités de Sûreté.

Les sites disposent donc d'un guide cohérent décrivant les règles, les méthodes et l'organisation à mettre en place pour faire face à une situation de crise. Il importe maintenant d'en assurer le caractère opérationnel permanent par la formation et l'entretien des connaissances des équipes, la maintenance

du matériel spécifique et à vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble par des exercices périodiques. Chaque site effectue dans l'année plusieurs exercices internes. Trois à quatre se déroulent au plan national et impliquent les Autorités de Sûreté. On a pu constater en 89 l'amélioration du fonctionnement de notre dispositif. La liaison permanente par vidéo entre les locaux de crise nationaux : PCD<sup>20</sup> à Murat et LTC<sup>21</sup> à la Défense, permet d'éliminer des temps morts et facilite la compréhension technique en temps réel.

Les exercices ont cependant montré les progrès qui restent à faire dans le domaine de la maîtrise des conséquences radiologiques : connaissance du terme source, identification des chemins de fuite éventuels, évaluation de l'activité rejetée lorsque cette dernière ne passe pas par la cheminée. Il s'agit probablement d'une question de moyens qui restent à étoffer. Dans la situation actuelle, en l'absence de données plus précises, les Autorités retiennent toujours les évaluations volontairement prudentes de l'IPSN, ce qui entraîne parfois des prises de décision précoces, pas nécessairement adaptées à la situation réelle.

Une innovation importante mise en place en 1989 dans l'organisation de crise, a été la cellule de communication dont les principes avaient été établis en 88, mais dont les moyens et les méthodes de travail ont été validés cette année. En particulier, la fonction de porte-parole a été développée et a donné lieu à la mise en place de stages de formation conduits par des journalistes.

Partant de l'exemple du nucléaire, un groupe de travail piloté par la Direction Générale a établi les bases d'une organisation pour la communication de crise, applicable à l'ensemble des Directions Opérationnelles et traitant aussi bien de la communication externe que de la communication interne. Les concepts de cellule de crise, de porte-parole, etc... ont été étendus et la création d'une cellule de veille de la DG entérinée. Cette cellule qui suit le déroulement de la crise en temps réel mais sans participer à sa gestion technique, permet à la DG d'être informée et de juger du moment le plus opportun pour intervenir en fonction des circonstances. Une réunion ad-hoc tenue en décembre a entériné ces dispositions.

Il serait judicieux de tester l'ensemble du dispositif à chaque exercice de crise national et de disposer rapidement d'un guide pratique indiquant la conduite à tenir et les gestes à faire pour les acteurs qui joueront un rôle dans les différentes cellules.

<sup>19</sup> PUI : Plan d'Urgence Interne.

<sup>20</sup> PCD : Poste de Commandement Direction.

<sup>21</sup> LTC : Local Technique de Crise.

## 5. CREYS-MALVILLE

**A**insi que nous l'indiquions dans le rapport 88, après l'effort considérable consenti par l'Entreprise tout au long de l'année, nous estimions que la Centrale de Creys-Malville était prête pour redémarrer et ce, dans des conditions satisfaisantes pour la sûreté. Ce redémarrage a été autorisé par les Autorités de Sûreté et effectif le 12 janvier 1989.

### 1 - APERÇU SUR L'ANNÉE DE FONCTIONNEMENT

**U**ne période de trois mois de fonctionnement à faible puissance a été immédiatement engagée à partir du 12 janvier. Le couplage au réseau a eu lieu le 21 avril. Ensuite, la puissance de la tranche a été progressivement augmentée jusqu'à la pleine puissance qui a été obtenue le 16 juin.

Les conditions météorologiques d'un été particulièrement chaud et sec n'ont malheureusement pas permis l'exploitation continue à pleine puissance de la tranche. La température et le débit du Rhône, par le jeu des dispositions réglementaires, ont entraîné des limitations de puissance. De plus, la production électrique a été perturbée au mois d'août par un incident sur l'un des deux groupes turbo-alternateurs. La production a été arrêtée le 7 septembre, conformément aux prévisions.

En 1989, la Centrale de Creys-Malville aura produit 2 milliards de kWh.

Après l'arrêt de la production, ont eu lieu à faible puissance deux essais importants pour la sûreté, ils ont donné des résultats satisfaisants. Il s'agissait des essais de convection naturelle dans le circuit primaire et dans les circuits secondaires, ainsi qu'un essai de dégonflage d'une cloche d'argon d'un échangeur intermédiaire.

Pendant la période d'arrêt, prévue jusqu'en février 1990, se déroulent les travaux prévus, c'est-à-dire :

- le réarrangement du coeur par permutation des diluants en acier et des assemblages fissiles
- le remplacement de deux réservoirs en acier 15D3 par des réservoirs en acier inoxydable

Le chantier barillet



études de systèmes ont été envoyées à l'IPSN/DAS pour analyse au fur et à mesure de leur parution et les dernières remarques reçues ont été intégrées.

Les séquences accidentelles ont été révisées en tenant compte des remarques de l'IPSN/DAS, du jeu de données génériques, des études de systèmes révisées et des compléments d'études thermohydrauliques déterminés lors de la 2 phase. C'est la famille accidentelle ATWS (Transitoires sans Arrêt Automatique) qui a nécessité le plus d'études complémentaires.

Il est aussi intéressant de noter que durant le dernier trimestre 89 des séquences accidentelles de cumul d'une dilution intempestive avec une perte de source externe ont pu être mises en évidence et se retrouvent avoir un poids important dans le résultat final. Ceci n'a jamais été pris en compte dans d'autres études probabilistes et démontre le systématisme de notre approche.

Les résultats ont été calculés en faisant apparaître le facteur d'erreur lié aux données utilisées. Dans une phase ultérieure, des études de sensibilité aux hypothèses prises seront effectuées grâce à LESSEPS.

Tous les rapports concernant les données, les études de systèmes, les séquences accidentelles de la 3<sup>ème</sup> phase sont prêts et le résumé de synthèse de l'étude globale est déjà bien avancé. Les résultats ne seront considérés comme définitifs qu'après la présentation devant le groupe permanent en avril 90 et seront rendus publics à ce moment là.

### 3 - LES RÉSULTATS ACQUIS EN FIN 1989

**L**e risque global de fusion de coeur toutes familles accidentelles confondues et tous états confondus est de l'ordre de quelques  $10^{-5}$  par tranche et par an, avec un facteur d'erreur de l'ordre de 7.

La séquence de dilution intempestive cumulée avec une perte de source électrique externe représente une contribution importante en état de puissance mais elle est très liée à des hypothèses physiques pour lesquelles des études ou essais complémentaires seront nécessaires. Elle est elle-même dominée par la possibilité d'erreur humaine : ceci tend à montrer que pour prévenir son apparition, il existe deux sortes de modifications possibles, soit de modifier les procédures de conduite soit de prévoir un automatisme.

Les autres séquences se retrouvent globalement à un niveau de contribution équivalent, ce qui illustre le bien fondé de l'approche de sûreté et la cohérence de la conception, ainsi que l'efficacité des mesures prises telles que ISR et procédures H, U.

De cet ensemble de séquences, ressortent cependant les familles d'accidents de perte de réfrigérant primaire par la contribution des petites brèches en état de puissance et d'arrêt à froid et les familles de transitoires sans arrêt automatique où la perte du système d'alimentation normale des générateurs de vapeur se retrouve dans la séquence dominante.

L'ensemble des séquences en état d'arrêt à froid donne une contribution loin d'être négligeable vis à vis de l'ensemble du risque. Ceci est un des enseignements de l'EPS, enseignement que l'on n'a pas pu tirer d'autres études probabilistes qui ne comprennent que l'étude des séquences accidentelles en état de puissance.

La présence de l'ISR apporte un gain global de l'ordre d'un facteur 5, mais ce gain peut monter dans des séquences comme la perte totale d'eau alimentaire (H2) à un facteur 20, ce qui contribue largement à rendre la séquence négligeable.

Les mesures liées à la gestion de l'accident (procédures H et U) se montrent efficaces. Le gain qu'elles apportent n'a pas encore été chiffré, mais l'un de leurs effets est de rendre négligeables les séquences accidentelles à long terme.

### 4 - LESSEPS

**L**a complexité de l'EPS et la nécessité de sa mise à jour à intervalles réguliers ont amené à développer un logiciel très performant pour mener à bien les calculs effectués par les différents codes classiques utilisés, assurer les interfaces d'entrée dans chacun d'eux et consulter les banques de données.

LESSEPS est la structure informatique, développée par la DER, qui a servi, grâce à ses bases de connaissances et de données et au modèle EPS 1300 issu des analyses révisées, à effectuer le calcul final du risque et des séquences accidentelles de la dernière phase avec calculs des incertitudes associées.

Cette structure informatique comporte un plan qualité, dont la fin de la mise en oeuvre sera constituée pour la validation de LESSEPS par les études de sensibilité nécessaires à l'EPS et à la présentation finale des résultats.

LESSEPS a été mis à disposition du CEA/IPSN pour accomplir la dernière phase de leur étude probabiliste sur un réacteur de 900 MW. Il est aussi à noter que ce logiciel va être acquis par l'Union Soviétique pour ses études probabilistes grâce à un contrat signé par la DE et la DER.

Pour pouvoir utiliser ce logiciel dans les applications envisagées des résultats de l'EPS, la DER a commencé la formation des ingénieurs de la DE et du SPT qui auront à l'utiliser.



## 5 - LES APPLICATIONS FUTURES DES RÉSULTATS DE L'EPS 1300

**L**es applications futures des résultats acquis dans l'EPS ainsi que l'utilisation des méthodes et outils développés ont conduit les Directions Opérationnelles concernées à définir un programme pluriannuel sur 2 à 3 ans.

Le SPT, à partir de 89, a commencé à mettre en oeuvre ses réflexions sur l'actualisation des bases de données et sur l'évolution de la fiabilité du matériel et s'est préparé au développement des méthodes d'analyse de sûreté utilisées dans l'EPS. Dès 90, les résultats serviront à l'élaboration des Spécifications Techniques d'Exploitation pour le N4, et aux réévaluations de sûreté des tranches 900 MW. Une organisation appropriée sera mise en place pour l'actualisation des bases de données (données de fiabilité et profils de fonctionnement). L'EPS sera utilisée pour répondre aux demandes des Autorités de Sûreté, surtout en ce qui concerne le facteur humain. Une réflexion sera engagée sur les applications de l'EPS dans le domaine de la maintenance.

La DE/SEPTEN s'est fixé comme objectifs en 90 l'élaboration des spécifications techniques, les études H sur N4 avec prise en compte de la salle de commande informatisée et l'approche par états gé-

néralisée, et certaines études H sur CP0 demandées par les Autorités de Sûreté. L'année 1990 sera aussi nécessaire pour prendre en mains l'étude probabiliste réalisée par le CEA/IPSN sur le 900 MW. Au-delà de 90, ces études seront poursuivies avec adaptation aux 900 MW et il sera lancé une étude de l'initiateur d'agression interne, l'incendie. Les résultats de l'EPS serviront aussi aux réflexions en cours sur le REP 2000.

La DER effectuera des travaux de simplification des modèles EPS 1300 et développera un nouvel outil inspiré de LESSEPS qui fonctionnera sur station de travail. Ce nouvel outil sera particulièrement utile pour les calculs des spécifications techniques, pour la formation aux scénarios accidentels et comme aide à la conception des systèmes. Des méthodes seront développées pour l'étude des initiateurs d'agression interne du type incendie. Pour l'analyse des incidents et des précurseurs, des méthodes seront mises au point en liaison avec le SPT.

Comme on le voit les applications de l'EPS seront nombreuses et donneront des études et des méthodes très utiles pour les analyses de sûreté à venir. Elles permettront de valoriser l'acquis de cette longue mais remarquable étude. Je tiens d'ailleurs à féliciter très chaleureusement tous les membres de l'équipe EDF inter-Directions qui l'a réalisée.



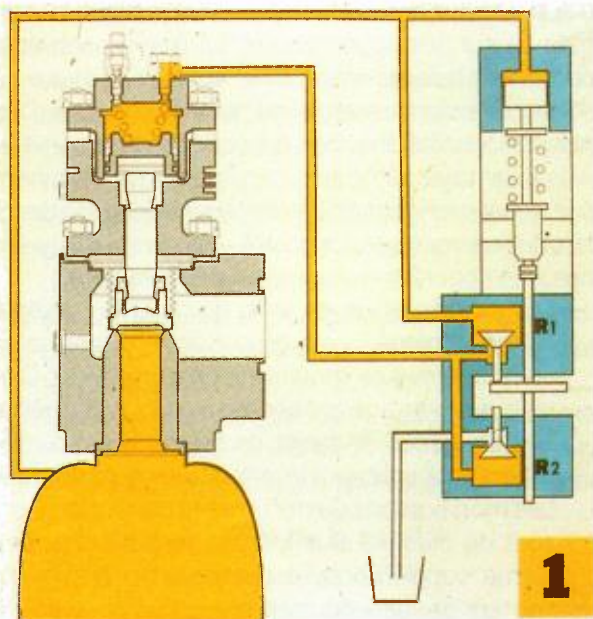


# 7. FACTEURS HUMAINS

**L**es facteurs humains constituent un domaine où des progrès importants ont été réalisés ces dernières années mais ils demeurent une préoccupation essentielle pour la sûreté nucléaire. C'est ce qu'ont illustré les incidents de cet été qui ont montré l'effort de sûreté à accomplir en maintenance.

Par ailleurs, les essais réalisés sur le simulateur S3C ont montré les progrès que l'on pouvait attendre sur le plan de la conduite par une salle de commande informatisée, mais il reste quelques questions sur leur complète signification pour Chooz B-N4.

J'ai aussi voulu montrer dans ce chapitre comment l'aéronautique analyse la genèse des accidents d'avion et je terminerai par des vues de J.C. WANNER très utiles et significatives sur le partage homme-automatisme.



Une erreur au remontage a entraîné le bouchage de la ligne reliant le pressuriseur à l'armoire-pilote.

## 1 - LA MISSION D'ENQUÊTE FACTEURS HUMAINS SUITE AUX INCIDENTS DE GRAVELINES (16/08/89), DAMPIERRE (01/08/89) ET FLAMANVILLE (16/05/89)

**L**a mission s'est déroulée d'octobre à décembre 1989 et comprenait 6 membres permanents et 2 membres à temps partiel : A. Colas du SPT/DFH, A. Carnino de DG/IGSN, C. Gaujacq du CPN Cattenom, M. Llory de DER/ESF, P. Tournier du CPN Cruas, E. Warrener du CPN Blayais et D. Clément du SPT/DFH, Y. Hadjidakis du SPT/DSN. Les centrales visitées ont été Dampierre, Gravelines et Flamanville.

Cette mission, bien que nouvelle en son genre (facteurs humains) et arrivant dans un contexte difficile (médiatisation des incidents, autres commissions d'enquête, sentiment de culpabilisation dans les centrales concernées) a été très bien accueillie et les interviews de tous les acteurs concernés ont pu être menés dans un climat de franche collaboration. Grâce à cela, les membres de la mission ont pu aborder des thèmes de réflexion plus profonds.

Il est important à mon avis de noter les progrès effectués en matière de déclaration des incidents, transparence essentielle pour permettre une analyse et une prévention efficaces en matière de retour d'expérience. Il faudra veiller à maintenir un climat de confiance permettant de rapporter les erreurs humaines sans pour autant culpabiliser les auteurs de ces erreurs ni penser qu'ils commettent plus d'erreurs qu'avant.

### 1.1 - Analyse des incidents

Sans reprendre ici l'analyse causale de ces incidents, analyse que l'on retrouvera dans le rapport détaillé de la mission d'enquête<sup>23</sup> il paraît intéressant d'en faire ressortir les points marquants :

— des erreurs ont certes été commises lors d'arrêts

<sup>23</sup> Note d'envoi SPT D5 89/1 139 du 4 janvier 1990

conduite et la maintenance et permettre une meilleure gestion des indisponibilités, il serait bon qu'à divers niveaux de la maintenance, il existe "un oeil externe" sur la sûreté, conseillant en matière de sûreté et assurant la garantie des opérations de maintenance vis à vis de la conduite.

Le retour d'expérience est aussi un élément important de la sûreté et il faudrait l'organiser pour qu'il puisse atteindre les acteurs concernés en maintenance. "C'est arrivé dans les centrales" est certainement un excellent vecteur de cette information et il faudrait qu'il puisse s'étoffer davantage en matière d'incidents liés à la maintenance. Mais un autre élément de ce retour d'expérience est la communication vers le haut et la prise en compte des problèmes rencontrés dans la vie quotidienne, surtout en arrêt de tranche et c'est là un rôle que l'encadrement peut jouer, en évitant de créer une culture trop "papier".

#### **f) Le management**

Derrière bien des éléments de réflexion notés dans l'enquête, il apparaît des difficultés d'organisation et de management. L'homme y est bien le centre du problème. De tous les interviews menés, il ressort un sentiment de pression du temps nuisible à la qualité et à la sûreté. C'est un constat où tout le monde est persuadé qu'il faudrait faire autrement mais le temps et les priorités ne permettent pas de s'atteler réellement à cette tâche. A cela, s'ajoute la culture traditionnelle du SPT, le turn-over trop rapide des postes et le fait de privilégier l'action par rapport à la réflexion. Il y a aussi un sentiment très partagé de déresponsabilisation, sans doute attribuable aux exigences et à la parcellisation des tâches, et de manque de reconnaissance du professionnalisme.

Un autre constat est lié au fait que la hiérarchie et l'encadrement n'ont plus le temps de se rendre sur le terrain auprès des agents, et de connaître ainsi les difficultés du travail quotidien surtout en période d'arrêt de tranche. Pour que les problèmes soient connus et traités en temps voulu, pour que le retour d'expérience passe aux acteurs, pour responsabiliser et reconnaître le professionnalisme, il est nécessaire que la communication interne dans les centrales passe bien et que le management puisse gérer ses priorités réellement, quitte à rester réaliste dans les objectifs à atteindre dans un premier temps.

En conclusion de cette mission d'enquête, il ressort nettement à mon avis que des erreurs humaines comme celles rencontrées cet été sont et seront toujours possibles. Il est nécessaire que la maintenance prennent conscience que de telles erreurs peuvent arriver, qu'il est nécessaire de les prévenir et de les détecter le plus près possible du terrain.

Pour cela, ce sont une organisation et un management "à l'écoute" des problèmes rencontrés qui permettront de piéger ou de récupérer de tels incidents.

## **2 - LES ESSAIS S3C**

**J**e me suis intéressé cette année au simulateur S3C et aux essais qui y sont menés depuis 87. Le simulateur et la salle S3C sont représentatifs de la future salle de commande du N4 sur un plan fonctionnel uniquement. En effet pour N4, les logiciels seront de réalisation différente, l'architecture informatique aussi et la technologie en sera plus récente et donc différente elle aussi.

La première série d'essais réalisés en 87 et début 88 a permis de valider les fonctionnalités de la salle, d'améliorer la présentation des informations sur écran et de valider les dialogues dans les différentes phases de fonctionnement normal ou légèrement perturbé. Du fait que des équipes différentes ont pu passer sur le simulateur S3C et sachant que chaque équipe a sa propre identité, il a pu être vérifié qu'aucune ne se trouvait en situation de blocage devant ce nouveau mode de conduite. Notons simplement quelques points sur lesquels des conclusions nettes ont été obtenues : l'utilisation du synoptique mural pour saisir une vue d'ensemble de la salle dès qu'on y entre, la nécessité d'un 3ème poste opérateur pour l'ISR et le chef de quart, l'optimisation de l'éclairage et la rédaction d'une procédure de recette de cet éclairage, un constat de fatigabilité des yeux des opérateurs après une semaine de tests sur simulateur...

L'année 88 a été mise à profit pour réaliser les évolutions prévues et décidées sur N4 par suite des essais de la première phase : changement de l'aménagement du pupitre principal de conduite et réalisation d'un nouveau dialogue d'alarmes, installation d'un 3ème poste opérateur, intégration de la fonction procédures (normales, incidentelles, APE). En plus de valider les modifications apportées, les essais de 89 avaient pour but de tester les procédures sur écran et l'informatisation de l'APE.

La préparation de ces essais a conduit à développer 300 pages écrans de procédures de fonctionnement normal, 100 de procédures de fonctionnement incidentel, 200 pour le fonctionnement accidentel. L'évaluation s'est déroulée de février à juin 89, avec 4 équipes d'opérateurs N4, renforcées par un chef de quart et un observateur ISR. Une équipe P4 a pu aussi participer à certains essais. Les essais se sont déroulés en 2x8 ou en 3x8 et ont permis de dérouler un maximum de scénarios accidentels.

Les conclusions de ces essais ont montré que les modifications apportées sont satisfaisantes. Les pro-

procédures informatisées ne présentent pas de difficulté majeure d'utilisation bien que perçues comme un changement important dans la conduite. L'appropriation et la mémorisation des dialogues de base est rapide et aisée.

Des améliorations restent cependant à faire : mieux indiquer sur chaque page l'objectif à atteindre et le contexte, éviter les mises en séquence successives, ne pas abuser du nombre de pas (chaque pas se traduisant par une action), mettre à jour des procédures en fonction du processus. Les opérateurs ont visiblement apprécié ces procédures pour mener des tâches complexes, mais par contre se sentent trop guidés pour les tâches courantes, ce qui pose le problème du professionnalisme et du maintien des compétences.

L'utilisation de l'APE informatisée s'est révélée être un gain énorme pour les opérateurs qui sont bien guidés en permanence ; le fait que la procédure leur indique s'ils font une erreur et comment la corriger est un progrès évident. Le fait de travailler en boucles itératives menées par la procédure mais indiquant les interventions nécessaires en cas de besoin est aussi un facteur très favorable de ce type de conduite. Il faudra quand même se méfier du sentiment que l'on peut avoir "d'être dans un tunnel" c'est à dire où l'on

peut avoir du mal à se situer ou à relier avec un modèle mental d'accident durant toutes ces itérations.

Le troisième poste est d'une utilisation variable. En conduite normale ou incidentelle, les chefs de quart soit y sont présents, soit préfèrent se mettre au pupitre principal entre les opérateurs, soit effectuent des allers et retours entre les 2 pupitres. Pour ce qui est des situations accidentelles, il est difficile de conclure car durant ces essais il n'avait pas été possible de développer les procédures adaptées pour les chefs de quart et les ISR.

Le simulateur a été transféré au SPT depuis juillet 89. Une actualisation de la salle sur les logiciels de la simulation P4 est en cours. A partir de mars 90, la formation N4 pourra commencer. En parallèle sera reliée une salle de commande P4 qui servira en alternance pour la formation. Suite à une réunion de novembre, on peut considérer qu'il n'y aura plus d'essais sur S3C en 90.

La préoccupation majeure que je ressens est l'impossibilité d'utiliser S3C pour valider les procédures de conduite réelles N4, compte tenu des différences déjà citées. On peut se demander s'il ne serait pas nécessaire d'avoir un vrai simulateur N4 pour valider les nouveaux matériels et logiciels ainsi que les



Centrale de PENLY : Première centrale à utiliser l'Approche Par Etats (APE).

procédures, et assurer la formation des opérateurs N4. Je regrette que les essais sur le plan facteurs humains et conduite informatisée ne puissent plus se faire. Ils seraient nécessaires pour se donner des éléments probants de réponses en ce qui concerne l'automatisation des futures centrales nucléaires, REP 2000 par exemple.

## **3 - CONTRIBUTION J.C WANNER**

**D**ans le cadre de la collaboration entreprise avec J.C. Wanner, il m'a paru intéressant de lui demander une contribution à partir de deux études qu'il a accomplies respectivement pour la Direction Générale de l'Aviation Civile et pour le CNES. En ce qui concerne le § 3-1 qui présente la genèse des accidents aériens par suite d'erreurs humaines, en utilisant le modèle décrit dans "Catastrophes ?...non merci!"<sup>24</sup>, nous avons effectué un parallèle rapide avec les incidents des centrales nucléaires, qui est indiqué en italique. Pour ce qui est de la philosophie "Homme ou Automatisme" présentée au § 3-2, les règles données par J.C.Wanner me paraissent s'appliquer très directement aux problèmes que nous rencontrons nous-mêmes dans la conduite des centrales, et le lecteur pourra lui-même faire facilement la transposition.

### **3.1 - Les erreurs humaines dans les accidents**

Les opérations RACHEL, SEMIRAMIS et ARCHIMEDE, menées pour le compte de la Direction Générale de l'Aviation Civile, ont pour objectif une meilleure appréhension du rôle des erreurs humaines dans la genèse des accidents aériens.

Le fichier RACHEL (Répertoire d'Analyse du Comportement Humain en Ligne) rassemble les accidents aériens survenus dans le monde occidental depuis 1973 jusqu'à 1987. Les renseignements de base sont fournis principalement par le fichier OACI (Organisation Mondiale de l'Aviation Civile) et le fichier de la CAA (organisme britannique de certification).

*Si l'on analyse des incidents au lieu et place d'accidents, c'est à dire des événements ayant eu des conséquences sur la sûreté de l'installation sans être catastrophiques, la méthode s'applique de la même façon. Seules les séquences accidentelles sont "coupées" plus tôt avant l'apparition des conséquences catastrophiques.*

Chaque fiche, consacrée à un accident, comporte cinq "pages" de données.

#### **Première page**

Renseignements généraux, type d'avion, date de l'accident, trajet prévu, phase de vol au cours de laquelle l'accident est survenu, conditions de vol (altitude, vitesse, configuration avion, etc.), conditions d'environnement (visibilité, jour ou nuit, précipitations - pluie, neige, verglas, etc.), éventuellement identification des systèmes dont la défaillance ou l'endommagement sont en relation avec l'accident (structure, moteurs, pilote automatique, aides au pilotage ou à la navigation, etc.).

#### **Deuxième page**

Texte décrivant les conditions dans lesquelles s'est déroulé l'accident.

Les données de deux premières pages ne sont qu'une recopie non interprétée des informations trouvées dans les fichiers originaux.

#### **Troisième page**

Les informations disponibles sont interprétées pour présenter l'accident sous forme d'une succession chronologique d'événements qui sont classés en trois types distincts (chaque type comprend des sous-types). Les types d'événement sont universels et valables pour l'étude de tous les systèmes pilotés, avion, automobile, locomotive, centrale nucléaire, usine de production de produits chimiques, complexe pétrolier, etc. Par contre les sous-types sont en général caractéristiques d'un type d'activité.

Le fonctionnement d'un système peut être représenté par un point dans un diagramme multidimensionnel, chaque dimension étant consacrée à un paramètre de fonctionnement du système ou d'un sous-système (altitude, vitesse, régime moteur, température de ventilation d'une génératrice, etc. pour un avion). Le domaine est borné par des frontières au voisinage desquelles la probabilité d'accident varie plus ou moins rapidement d'une valeur voisine de zéro à une valeur voisine de l'unité.

Si le point de fonctionnement "traverse" la frontière l'accident devient hautement probable.

Le point de fonctionnement est susceptible de se déplacer à l'occasion de trois types d'événement et de trois types seulement.

— Le premier type d'événement est l'événement de *Pilotabilité*.

L'opérateur dispose de tous les éléments d'information et toutes les commandes nécessaires à la conduite donc au maintien du point de fonctionnement dans sa position nominale, mais pour diverses raisons (décrites dans les sous-types, charge de travail trop élevée, sous-vigilance, mauvaise interpré-

<sup>24</sup> J.L. NICOLET, A. CARNINO et J.C. WANNER - *Catastrophes, Non merci ! - La prévention des risques technologiques et humains* - Editions Masson - avril 1989

tation d'une information, refus de l'information, etc.), il laisse le point de fonctionnement se déplacer en direction d'une limite. Les sous-types d'événements sont pratiquement communs à tous les systèmes pilotés.

— Le deuxième type d'événement est l'événement de *Sensibilité aux Perturbations*

Une perturbation externe au système (rafale pour un avion, variation de tension du secteur pour une usine de production, etc.) ou une perturbation interne (apparition d'une panne) provoque un transitoire déplaçant le point de fonctionnement.

— Le troisième type d'événement est l'événement de *Manoeuvrabilité*.

Pour suivre la mission imposée au système ou pour corriger un écart, l'opérateur est amené à effectuer une manoeuvre, ce qui se traduit par une variation d'un ou de plusieurs paramètres de fonctionnement donc un déplacement du point de fonctionnement.

Il est évident que les sous-types d'événements de ces deux derniers types sont caractéristiques de chaque système piloté.

Chaque accident est ainsi caractérisé par une suite d'événements de ces trois types conduisant en finale au dépassement d'une limite. C'est cette suite, caractéristique d'un accident, résultant de l'interprétation des données disponibles, qui est stockée dans la troisième page.

### **Quatrième page**

Liste des sigles correspondant à chacun des événements décrits dans la page trois.

### **Cinquième page**

Série de mots-clés caractérisant l'accident. Ces mots-clés sont destinés à faciliter la recherche d'une fiche. Ils sont stockés dans un fichier qui peut être modifié et complété par les utilisateurs travaillant en création de fiche.

Les fiches peuvent être triées sur les critères suivants :

- type d'avion,
- date (en particulier mois de l'année),
- terrains de départ ou de destination,
- phase de vol,
- conditions d'environnement,
- types et sous-types d'événement (tri sur la page quatre),
- mots clé.

Le fichier provisoire résultant d'un tri peut être trié à nouveau sur un autre critère.

Enfin il est possible de sauvegarder un fichier résultant de tris successifs (bien entendu ce sont les numéros de fiches qui sont sauvegardés et non les fiches elles-mêmes).

*Les compte-rendus d'incidents significatifs (CRIS) pour le nucléaire comportent les informations qui pourraient permettre de les analyser de façon analogue. Le groupe "manoeuvrabilité" deviendrait le groupe "fonctionnement" et correspondrait aux états standards du réacteur nucléaire et aux transitoires de changements d'état. Le groupe "sensibilité aux perturbations" devrait comporter une catégorie "événement externe", une catégorie "pannes antérieures" à l'incident où l'on retrouverait des erreurs de maintenance, des indisponibilités de matériels révélées par l'incident. En ce qui concerne les erreurs de pilotabilité, c'est à dire de conduite, les catégories des erreurs de représentation sont parfaitement adaptées.*

*Une autre source d'incidents à analyser pourrait provenir des essais MS ou MSR sur simulateur avec des équipes constituées d'opérateurs.*

Jusqu'à présent 500 accidents ont été analysés pour lesquels le facteur humain a joué un rôle dans la genèse de la catastrophe.

On a pu constater qu'il n'y avait pas d'accidents dus à une surcharge de travail ou du moins que ce type d'accident ne survient que lorsque l'équipage est incapable de faire face à une charge de travail normale pour des raisons de fatigue, d'états physiologiques anormaux, etc. (la période retenue pour la collecte est telle que les avions intéressés sont des avions modernes bien équipés en automatismes soulageant l'équipage). Ainsi la très grande majorité des accidents a pour origine des erreurs de représentation et une mauvaise évaluation du risque encouru.

Le résultat le plus spectaculaire de l'analyse est le fait qu'il a été possible de regrouper les accidents en pratiquement sept familles. Certaines de ces familles sont typiques du travail aérien, mais on retrouve une famille du genre "Three Mile Island" (erreur de représentation due à une présentation ambiguë de l'information) et une famille du genre "Tchernobyl" (successions de procédures improvisées sans évaluation du risque encouru).

Parmi les sept familles il a été possible d'en sélectionner quelques unes dont le scénario pouvait être aisément reproduit au simulateur de vol. Ainsi à partir d'accidents réels ont été bâtis des scénarios typiques reproduisant l'enchaînement des événements caractéristiques d'une famille. Les scénarios ont été adaptés au type d'avion simulé et aux lignes aériennes desservies par la compagnie françaises dont les équipages (volontaires) ont accepté de participer à l'expérience.

*Le fait d'avoir pu mettre en évidence des scénarios en nombre limité pour "piéger" en erreur de représentation des pilotes ou des opérateurs est*

*particulièrement intéressant. Il est alors possible de développer des moyens d'ingénierie pour prévenir un grand nombre de ces erreurs. Une étude systématique des incidents nucléaires tant réels que simulés arrivant à des conclusions analogues devrait permettre de mieux concevoir pour l'homme les réacteurs futurs.*

C'est ainsi que l'opération **SEMIRAMIS** (Système pour l'Etude des Modèles Internes de Représentation et Analyse des Méthodes d'Interprétation de Situations) a été mise sur pied pour mettre au point les méthodes d'essais. A cette occasion ont été bâtis les programmes permettant de relever en cours de simulation les paramètres de vol et les commandes de l'équipage et de les restituer sur l'écran d'un micro-ordinateur sous la forme soit d'un tableau de bord reconstitué, soit de la trajectoire vue en plan ou en perspective. Au cours de cette opération est apparue aussi l'utilité de l'enregistrement vidéo des trois membres de l'équipage, ainsi que leur rythme cardiaque (système ERGOSCOPE) permettant d'estimer la validité de la simulation.

La visualisation du tableau de bord et de la trajectoire, ainsi que les enregistrements vidéo, sont présentés aux équipages, juste après l'essai, de façon à provoquer leurs remarques sur les événements enregistrés et surtout à obtenir de leur part des commentaires sur les raisons qui les ont poussés à prendre telle ou telle décision (bonne ou mauvaise). Le fait de leur présenter le déroulement de l'action sous une forme très imagée, leur permet en général de se replacer dans le contexte psychologique du vol et de se remémorer le déroulement de leur démarche intellectuelle de prise de décision. Nous avons pu ainsi, plusieurs fois, reconstituer la succession des raisonnements ayant conduit à une erreur, niée a priori parce que non remarquée, et mise en évidence par la relecture. Nous insistons sur la nécessité d'une telle présentation imagée. La présentation de l'événement sous forme de courbes permet de reconnaître l'erreur, mais beaucoup plus difficilement d'en faire reconstituer la genèse par l'opérateur. Il faut replacer l'équipage dans des conditions psychologiques voisines de la réalité pour l'aider à se remémorer la succession des événements et des décisions.

*Les essais menés sur simulateur de centrales nucléaires, soit lors des mises en situation, soit en essais spécifiques facteurs humains, permettraient d'avoir un outil analogue, parfaitement réaliste quant aux conditions de travail de l'équipe. Il faudrait seulement en modifier les logiciels pour pouvoir permettre de rejouer lors des "debriefings" les scénarios et événements qui se sont déroulés durant l'essai.*

Une fois l'outil mis au point, l'opération **ARCHIMEDE** (Action de Recherche sur le Comportement Humain en Incident, Méthode d'Evaluation et de Détection des Erreurs) a été lancée sous la forme de douze vols simulés. Chaque vol comprenait des séquences destinées à mettre les équipages dans les conditions psychologiques du vol pour faire oublier la simulation (décollage, montée, croisière avec quelques pannes ou incidents mineurs) et deux séquences reproduisant l'un des quatre scénarios tirés d'accidents types réels.

Le souci de réalisme a été poussé jusqu'à demander aux équipages de porter l'uniforme et à reproduire l'environnement radio (en passant des enregistrements de trafics réels effectués dans les zones correspondant aux trajectoires simulées). Les équipages ont tous reconnu le réalisme de la simulation, confirmé par les enregistrements des rythmes cardiaques. Ils ont également noté que les scénarios étaient très conformes à la réalité d'un vol et ils n'ont pas eu l'impression d'avoir été "piégés" par des événements anormaux que l'on ne peut rencontrer en vol.

Chaque scénario a provoqué systématiquement des déviations importantes proches de l'accident, et parfois "l'accident" attendu. Les événements, dont la succession conduit à cette situation critique sont d'une extrême banalité (petites erreurs courantes commises très souvent mais la plupart du temps corrigées très rapidement ou sans conséquences dans le contexte et par suite rarement notées par les équipages). C'est l'enchaînement malencontreux de ces erreurs qui est rare, mais non l'occurrence de chaque erreur. Le rôle des scénarios était de provoquer cet enchaînement malencontreux en favorisant une erreur au mauvais moment ou en interdisant la correction par un événement extérieur, réaliste, judicieusement provoqué.

Ces résultats ont conduit à créer deux autres fichiers, un fichier analogue à RACHEL mais répertoire, non les accidents, mais les incidents graves (Near Miss des Anglo-Saxons) et un fichier regroupant les "événements" collectés par les équipages, c'est-à-dire les petites erreurs courantes en général ignorées parce que corrigées rapidement ou sans conséquence.

*Il est à noter que dans le nucléaire, c'est bien ce que l'on cherche en demandant de faire des rapports sur des événements relativement fréquents mais qui auraient pu avoir des conséquences sur la sûreté de l'installation. Il serait sans doute intéressant de reprendre l'expérience pilote "Human Performance Evaluation System" menée sur Dampierre en 1985 où l'on demandait aux opérateurs de volontairement*



*déclarer leurs propres erreurs même si elles n'avaient eu aucune conséquence.*

Une analyse, rapide pour l'instant, du fichier "incidents" n'a pas fait apparaître de familles nouvelles. Les accidents ne seraient que des incidents qui ont "mal tourné", mais ne semblent pas être de nature différente. Ceci milite en faveur du recueil de ce type de données, car les incidents sont beaucoup plus fréquents que les accidents et plus faciles à analyser, en particulier parce que l'équipage peut "s'expliquer". Malheureusement la tendance fâcheuse consistant à considérer que les erreurs sont des fautes rend encore difficile la divulgation de ces données fondamentales pour la sécurité.

Le fichier "événement" est en cours de constitution. Son analyse devrait mettre en lumière les types d'événements les plus fréquents et ceux pour lesquels il est possible de trouver des parades pour en diminuer la fréquence (parades technologiques, par

exemple modification de la présentation de l'information ou modification du type de commande, parades "procédurales", par exemple changement de type de messages pour éviter des ambiguïtés, etc.).

Enfin d'autres opérations ARCHIMEDE sont en cours de préparation (avec bien entendu d'autres scénarios) pour compléter l'expérience avec de nouveaux équipages et pour étudier si l'expérience acquise par un équipage au cours de la première expérimentation réduit sa propension à l'erreur dans d'autres circonstances, ce qui pourrait avoir des retombées importantes sur les méthodes de formation et de recyclage.

*En conclusion, un travail similaire pourrait être mené dans le domaine nucléaire et le programme d'essais dits Mises en Situation Observées (MSO) du SPT serait une bonne occasion de confirmer ou d'infirmer les résultats trouvés dans le domaine de l'aviation.*

## 3.2 - Homme ou Automatisation

Le choix opérateur humain ou automatisation repose sur la philosophie suivante:

**I** - Si la réalisation d'une fonction présente des dangers physiques inacceptables pour l'homme, il faut **l'automatiser**.

**II** - Si la réalisation d'une fonction exige une habileté exceptionnelle de l'opérateur, il faut **l'automatiser**.

Une fonction sera reconnue comme exigeant une habileté exceptionnelle si, dans le temps imparti, le nombre d'actions de l'opérateur (prises d'information, décision, action sur les commandes) ou bien l'absence de certaines informations, lui interdisent d'exécuter des actions correctrices et lui imposent ainsi un travail en boucle ouverte.

C'est en particulier le cas du pilotage direct d'un système naturellement instable ou à temps de réponse très inférieur au temps de réponse de l'opérateur humain (de l'ordre de quelques dixièmes de seconde). C'est également le cas lorsque l'apparition d'une panne nécessite une succession d'actions immédiates et compliquées.

**III** - Si la réalisation de la fonction exige un travail fastidieux et répétitif (comme le respect d'une valeur de consigne par une action simple, l'attente passive d'un événement rare ou la surveillance d'un paramètre peu évolutif) il faut **automatiser**.

**IV** - Chaque fois qu'une décision repose sur des choix

- qui ne peuvent se réduire à des algorithmes peu complexes, reposant sur des logiques faisant intervenir un nombre fini de paramètres internes et des états définis a priori,
  - qui font intervenir une logique floue ou une évaluation qualitative de la situation,
  - qui nécessitent une saisie de la situation par une méthode du type reconnaissance de forme,
- il faut mettre **l'homme dans la boucle** en le laissant maître de la décision, ce qui ne signifie pas nécessairement maître direct de l'action sur le système.

Par *algorithmes peu complexes* nous entendons des fonctions programmables, liant commandes, paramètres à contrôler et consignes, dont les coefficients varient avec les états prévus du système. Ces états du système doivent donc être connus a priori de façon exhaustive. L'établissement de ces fonctions repose sur des modèles de comportement du système (réponses aux commandes fonctions des états et des paramètres d'environnement) qu'il

importe d'avoir précisément identifiés a priori. Une certaine auto-adaptation est concevable, mais elle conduit rapidement à la complexité et nécessite toujours un minimum de connaissance du comportement du système dans le domaine prévu de fonctionnement.

Tout doute sur les modèles de comportement ou l'exhaustivité de la liste des états possibles rend hasardeux l'établissement des algorithmes de contrôle.

Par *logique floue* nous entendons tout processus de décision faisant intervenir une estimation de l'état du système ou de son point de fonctionnement ne reposant pas sur des valeurs figées, bien déterminées a priori, mais sur des tendances, des évolutions chronologiques, une expérience acquise et une vue d'ensemble de la situation.

Par exemple, la coupure de l'interrupteur d'une alimentation électrique se traduit, théoriquement, par une mise à zéro de la tension de sortie. Or en pratique le détecteur ne mesure pas une valeur strictement nulle, mais une valeur voisine de zéro. Qu'entend-on alors par voisine de zéro ? Pour qu'un automatisme détecte la mise hors service de l'alimentation, il est nécessaire de fixer un seuil de tension au dessous duquel celle-ci est considérée comme effectivement nulle. Des considérations sur la précision de mesure du capteur aident l'ingénieur automatique à fixer un seuil ; mais ce seuil sera-t-il valable dans toutes les conditions d'emploi et de vieillissement du capteur ? Or il faut fixer une valeur raisonnable évitant les erreurs de détection, assez grande pour couvrir les erreurs de zéro, assez faible pour éviter de confondre coupure normale d'alimentation et mauvais fonctionnement. Par contre un opérateur humain observant la chute de tension ne s'arrêtera pas à la valeur précise affichée. Il se contentera d'une valeur floue, l'expression "voisine de zéro" lui suffisant pour juger, grâce à son expérience, en observant la chute de tension en fonction du temps. Il lui sera relativement facile de discriminer l'arrêt normal et le mauvais fonctionnement.

Il est évident que si le seuil fixé à un automatisme de détection se révèle inapproprié à l'usage, il sera facile de modifier ce seuil et de bâtir une logique plus complexe de discrimination d'état. Mais une telle démarche n'est possible qu'a posteriori si elle apparaît indispensable. Il est impossible de prévoir des logiques complexes pour toutes les détections analogues. Cette dernière remarque est très générale. L'opérateur humain est très souple d'utilisation en logique floue, mais dès que l'on a bien identifié le problème, grâce à l'expérience de l'opérateur, on peut remplacer l'opérateur par un automatisme, la logique ayant dès lors perdu son caractère flou.

Par *évaluation qualitative* de la situation nous en-

tendons toute démarche faisant intervenir des considérations qui ne peuvent être chiffrées et donc entrer dans une pondération de critères orientant le choix. Toute évaluation du risque et des conséquences entraînés par une situation donnée entre dans cette catégorie (doit-on interrompre tout de suite la distribution d'énergie dans un petit secteur ou tenter une manoeuvre, possible mais délicate, au risque de pénaliser ultérieurement un plus grand secteur ?). Les considérations d'éthique et de morale en sont un autre exemple (le délestage immédiat du petit secteur peut avoir des conséquences économiques ou humaines graves). Il est évident qu'un système automatique ne peut être programmé pour répondre à ce type de questions. Une fois la décision prise par l'opérateur humain, il peut en confier la réalisation à un automatisme, en fixant par exemple de nouvelles valeurs de consigne.

Ainsi mettre l'homme dans la boucle ne signifie pas lui faire "piloter" le système en permanence. Par contre il est fondamental de lui fournir les informations nécessaires et suffisantes lui permettant de connaître en permanence l'état du système à contrôler, ainsi que les informations lui permettant de prévoir l'évolution de l'état du système. La vigilance de l'opérateur est à ce prix.

Par *méthode du type de reconnaissance de forme*, nous entendons toute méthode de saisie globale ou synthétique de l'information analogue à la reconnaissance d'une forme donnée, dans une image. Ce peut être la reconnaissance directe d'une anomalie sur un site (présence d'une fuite de vapeur même légère à un endroit inhabituel par exemple). Le cerveau humain est capable d'identifier très rapidement et avec une grande probabilité de succès une telle situation.

Par contre les algorithmes capables d'une même performance avec un système automatique sont loin d'être au point.

Ce peut être également la reconnaissance d'une anomalie sur une présentation synthétique sous forme d'un graphique ou d'une courbe. Par exemple la forme de l'évolution d'un paramètre en fonction du temps, ou d'un autre paramètre, peut être qualitativement différente de la forme nominale, sans que des critères précis et définis a priori permettent de le déceler. Nous sommes là en présence d'une reconnaissance de forme apparentée à la logique floue.

Ce peut être enfin la reconnaissance d'un bruit, d'une vibration, voire d'une odeur (fuite de liquide hydraulique par exemple) qui alerte l'opérateur et lui fait deviner une anomalie. Ici encore nous sommes dans le domaine de la logique floue ; comment apprendre à un système automatique à distinguer la fréquence et l'intensité d'un bruit jugé anormal par rapport à la fréquence et l'intensité d'un bruit normal ? Rappelons que c'est en tapant sur les bandages des roues de wagon que les employés du chemin de fer y détectaient des fissures naissantes. Comment distinguer une odeur anormale au milieu des odeurs normales de vernis, d'huiles, de combustibles, de fumées dans une installation ?

Ainsi la reconnaissance de forme repose sur trois caractéristiques de l'opérateur humain,

- l'utilisation de la logique floue,
- la capacité de distinguer des similitudes au milieu des dissemblances de diverses situations,
- la capacité de distinguer des dissemblances au milieu des similitudes de diverses situations.



# 8. FORMATION

**L**es idées figurant dans ce Chapitre m'ont été suggérées par ma participation aux travaux d'un petit groupe de réflexion, chargé par le chef du SPT de se pencher sur les problèmes posés par la formation des personnels d'exploitation. Les recommandations que formulera ce groupe au printemps 90 devraient en garder l'essentiel.

## 1 - LE RÔLE DU MANAGEMENT

**I**l est admis aujourd'hui que la hiérarchie doit s'impliquer très directement dans la formation des agents. Les discussions que j'ai pu avoir sur les sites m'ont fait apparaître l'importance de certains niveaux de la hiérarchie.

### 1.1 - Rôle de la hiérarchie de conduite

Je pense qu'il faut distinguer dans la hiérarchie le Chef de Quart (CdQ), qui a un rôle spécial, à la fois membre et "patron" de l'équipe, les ISR, qui sont rattachés à la MSQ mais qui vivent avec la conduite, et les cadres du service conduite, dont le chef du service.

**A** - Pour la formation pilotée par les Chefs de Quart, on peut retenir les points suivants qui recueillent à mon avis un large consensus :

- il s'agit d'un approfondissement dans le métier exercé ;
- les besoins doivent être identifiés par le CdQ; ils peuvent l'être de deux manières, par des discussions sur le terrain, par exemple en accompagnant un rondier, ou à travers l'expérience d'un incident vécu qui a mis en évidence une lacune ;
- les CdQ doivent disposer d'une "allocation temps" suffisante, et de dossiers pédagogiques leur permettant une formation différenciée suivant les catégories de personnel ;
- la motivation des membres de l'équipe peut être renforcée par leur participation à des exercices sur simulateurs (actuellement les stages de mise en situation ne mettent en jeu que l'ISR, le CdQ et les 2 opérateurs).

J'ajouterai quelques commentaires. Les Chefs de Quart m'ont paru très conscients de leur responsabilité dans la formation des agents de leur équipe, mais il faut reconnaître qu'elle était jusqu'ici difficile à organiser dans les faits. Les trente cinq heures de travail hebdomadaire ne facilitent pas le travail de répartition, même si certaines centrales utilisent un logiciel permettant d'aider à cette répartition des heures de formation, compte tenu des roulements en quart, des remplacements, des dates de stages nationaux et des congés des agents. Le renforcement des équipes de conduite décidé par le SPT doit permettre de résoudre ces difficultés.

Par ailleurs, les stages à la carte organisés par les Centres de Formation m'ont paru très appréciés. Un Chef de Quart peut demander une formation sur simulateur adaptée aux besoins de son équipe, et il peut y emmener ses Techniciens d'Exploitation qui autrement ne vont jamais sur simulateurs.

**B** - Pour la formation pilotée par l'ISR, elle doit compléter celle des CdQ sur des points précis, spécifiques sûreté bien sûr, et être formalisée. Elle doit s'adresser à tout ou partie de l'équipe rassemblée avec le CdQ. Une formation spécifique devrait s'adresser aux adjoints CdQ pour la question des relations entre consignations, retraits d'exploitation, spécifications techniques d'exploitation, etc. Les ISR devraient disposer de dossiers pédagogiques de base dont ils pourraient s'inspirer.

Les cadres du service conduite seraient chargés de mettre sur pied en concertation avec les CdQ la formation obligatoire, de vérifier sur le terrain avec les CdQ les résultats de cette formation, et de mettre en place les stages de formation spécifiques, tel la "Sûreté en arrêt de tranche", au moment utile (juste avant l'arrêt) et par l'équipe concernée. Ils devraient en outre faire régulièrement avec les CdQ la synthèse des évaluations des actions de formation et du contrôle des aptitudes.

### 1.2 - La hiérarchie de maintenance

Elle doit organiser la formation spécifique préalable à toute intervention sur matériel IPS, ce qui implique de prévoir le temps, les installations et les formateurs pour que les intervenants soient efficacement formés à l'intervention qui leur est demandée. Cette formation devrait comprendre une présentation des gestes à faire et des fautes à éviter, sur maquettes

ou à partir de bandes vidéo, et instruire les intervenants des conséquences potentielles pour la sûreté d'une exécution incorrecte. Elle devrait également instruire les agents sur l'importance de la phase "compte-rendu".

Les agents chargés du contrôle des interventions, contrôle technique ou gestionnaire, devraient suivre une formation appropriée, car il s'agit d'un métier qui doit être défini et valorisé. Plus les tâches sont parcellisées, plus il est important de former des agents d'un niveau suffisant pour qu'ils puissent avoir une vue d'ensemble du fonctionnement des systèmes, ce qui implique des connaissances techniques de base dont ne disposeront jamais tous les intervenants élémentaires.

### ■ 1.3 - Le management.

Son rôle est fondamental, notamment pour motiver les agents sous leurs ordres. Il est indispensable que l'encadrement, à tous les niveaux, assure un contrôle effectif de la capacité des agents à effectuer correctement leurs tâches, c'est à dire en particulier s'assurer qu'ils ont suivi et assimilé la formation appropriée.

Il faut faire prendre conscience à l'encadrement et aux agents du "coût de la non-formation", qui justifie le temps et les efforts consacrés à la formation continue. L'importance que le management attache à la formation est rendue plus visible par la désignation de quelques uns parmi les meilleurs professionnels dans un secteur pour former leurs collègues.

C'est au management à prendre en compte les conséquences pour la formation d'une plus grande stabilité dans le poste : type de recyclage pour mieux intégrer l'expérience du métier et combattre l'effet de routine ; reconnaissance des responsabilités "dormantes", dans la mesure où l'accident est exceptionnel, par une formalisation du niveau acquis, qui valorise la formation reçue.

C'est également au management à prendre la responsabilité de la "sanction de la formation", avec éventuellement exclusion en cas d'échec (voir plus loin).

## ■ 2 - LES MOYENS À METTRE EN ŒUVRE

### ■ 2.1 - Les programmes de formation continue.

Il faut maintenir la compétence et combattre l'ennui et la routine grâce à des programmes discutés avec les intéressés et fondés essentiellement sur des "études de cas" : à partir des difficultés concrètes qu'ils rencontrent dans l'exercice du métier, et sur les incidents observés ici ou ailleurs qui montrent

qu'un aspect du métier n'est pas toujours bien compris (ex. la prise de procédure). Il est donc nécessaire de faire apparaître clairement dans l'analyse des incidents le rôle éventuel d'une formation insuffisante.

La fréquence des mises à jour doit faire l'objet d'une étude. Les opérateurs demandent à passer sur simulateurs une fois par trimestre, et non une fois par an. Une analyse avec les Centres de Formation devrait faire apparaître s'il existe un taux de fréquence "optimum".

Pour la maintenance comme pour la conduite, un "rafraîchissement des connaissances spécifiques" devrait être obligatoire juste avant les périodes d'arrêt annuel.

La formation continue peut porter sur l'enrichissement de la culture de base à tous les niveaux, dès lors que le besoin en est ressenti, pour "boucher les trous" dans les connaissances qui empêchent l'agent d'être entièrement à l'aise dans son métier. Le problème est de déceler les attentes.

Il se pose un problème de compromis entre la formation continue sur le site même et les stages de recyclage dans des Centres de Formation.

### ■ 2.2 - L'évolution des métiers

La technologie évolue, avec l'introduction de l'informatique en particulier, et la formation doit être précédée d'une phase d'explication avec les agents, car ils doivent ressentir l'évolution technique certes comme représentant un progrès pour la machine et l'objectif de production, mais aussi comme un enrichissement de leur tâche. Les outils de formation doivent être présents avant l'introduction des nouvelles technologies, ce qui est sans doute plus facile si la formation se fait en Centre.

J'ai eu l'impression que l'effort à accomplir pour l'arrivée du Schéma Directeur Informatique (Version 1) en matière de formation est considérable. C'est encore une priorité de plus à gérer au niveau local. Même si les services parisiens concernés préparent beaucoup de moyens et de dossiers pédagogiques, y compris une information générale régulière de l'avancement du projet, on peut être inquiet de l'impact possible sur les temps disponibles pour la formation. Il sera intéressant de regarder, pour les centrales qui se sont engagées à des objectifs de nombre de jours annuels à dédier à la formation, quelle sera la nouvelle répartition par sujet (sûreté, informatique etc.).

Les métiers de conduite et maintenance seront revus et enrichis par l'arrivée de l'informatique, et de nombreuses sources d'erreurs humaines seront supprimées, mais la période d'implantation et de formation risque d'être difficile à vivre et nécessitera

une grande vigilance de la hiérarchie pour maintenir le même niveau de sûreté qu'actuellement.

Le renforcement des exigences, notamment en matière de qualité-sûreté exige également une formation appropriée; il s'agit là aussi d'une formation locale, car les nouvelles pratiques qui seront présentées et auxquelles les agents devront s'adapter dépendront de l'organisation locale. Pour qu'elle soit efficace, on peut penser qu'elle devrait être fortement "participative" et branchée sur des objectifs de résultats.

Les techniques de management des hommes et les pratiques de travail en équipe évoluent et nécessitent aussi une formation.

### 2.3 - Les moyens techniques

On doit s'assurer en permanence qu'il n'existe pas de différences entre simulateurs et installations qui sont perçues par les agents comme faisant perdre de sa crédibilité à la formation.

Il faut organiser sur les sites des salles de préparation aux actions de maintenance où des maquettes, sinon des équipements en vraie grandeur, permettent un entraînement réaliste. Ceci existe certainement déjà ; il faut en faire l'inventaire et s'assurer que les actions à haut risque potentiel sont bien couvertes.

Je ne suis pas sûr que l'on tire des stages de formation tels qu'ils sont effectués aujourd'hui toutes les informations qui pourraient nous être utiles. Par exemple, je suggère d'organiser périodiquement des séminaires entre formateurs qui travaillent sur les stages de mise en situation, pour échanger leur expérience et en tirer les enseignements (stress, comportement, facilité des procédures, etc.) sous une forme utilisable par le SPT. Actuellement la règle du jeu est de ne pas garder de trace individuelle, ce qui est bien, mais il ne faut pas que toute cette information soit perdue !

## 3 - L'ÉVALUATION

Tout le monde est bien conscient qu'une évaluation est nécessaire. Des essais ont été faits dans les différents Centres de Formation. Un groupe de travail en liaison avec le Centre de Formation du Bugey a préparé diverses solutions qui ont été testées lors de stages. Il semble qu'à quelques exceptions près, ce type d'évaluation soit bien reçu dans l'immédiat. Cependant, à mon avis avant toute action nationale, il faut faire un plan de communication de l'information à tous les agents, en faisant ressortir la valorisation acquise grâce à cette évaluation. Par ailleurs, je pense que les métiers de la maintenance doivent être considérés de façon à ce que l'évaluation professionnelle s'applique aussi à eux.

Le contrôle du niveau de compétence ne devrait pas résulter d'un examen livresque, mais devrait être un "auto-contrôle" de la capacité professionnelle de l'équipe, conduite ou maintenance, par des exercices qui contribuent à maintenir compétence et confiance. Il est nécessaire que la formation continue permette de déceler des insuffisances, qui peuvent obliger dans un premier temps à une formation supplémentaire, et dans un deuxième temps, à un changement de poste. Il faut faire comprendre aux agents qu'il est très souhaitable que ces insuffisances soient détectées "à froid" au cours de la formation plutôt qu'à l'occasion d'un incident.

La Direction Générale avait demandé au SPT lors de la réunion ad hoc "sûreté nucléaire" du 21 décembre 1988 d'étudier, puis de mettre progressivement en oeuvre, avec l'assistance de la DPRS, une procédure interne de contrôle de l'efficacité de la formation des agents d'exploitation. Les contacts ont eu effectivement lieu. Ils n'ont pas encore à ma connaissance abouti à un projet finalisé.





# 9. ASPECTS INTERNATIONAUX

## 1 - L'EXPÉRIENCE DE SÛRETÉ À L'ÉTRANGER

### 1.1 - Revue des incidents significatifs.

Il n'y pas eu dans le monde en 1989 d'accident ayant eu des conséquences notables sur le personnel ou l'environnement. Si l'on excepte l'incendie survenu à Vandellos en octobre, dont je parlerai en détail plus loin, il n'y a même pas eu d'incident ayant une importance très particulière pour la sûreté, ou ayant eu un retentissement médiatique notable.

Comme tous les ans, les spécialistes de sûreté se sont retrouvés dans le cadre de l'AEN, puis dans celui de l'AIEA, pour présenter leur expérience et discuter les enseignements communs à en tirer. Il faut se féliciter de ce que ces réunions deviennent de plus en plus ouvertes, en particulier avec la participation active des pays de l'Est aux deux réunions.

Tant qu'on ne dispose pas d'une échelle de gravité reconnue sur le plan international, il est difficile de présenter un bilan comparatif, et même d'identifier dans tous les événements discutés ceux qui sont les plus significatifs pour la sûreté. Les cas que je vais citer ci-dessous ne correspondent donc qu'à mon propre jugement, sur la base des synthèses qui ont été préparées par l'IPSN. Ils mériteraient sans doute un classement au niveau 2, ou 3 dans certains cas, de notre échelle.

#### - DOEL 1 - PWR - Belgique

Confusion sur trois quarts consécutifs entre "litre" et "décalitre", qui a conduit à une dilution intempes- tive du bore dans le circuit primaire.

#### - BIBLIS B - PWR - RFA

Accumulation d'azote dans le haut de la cuve réacteur ; cet azote provenait des accumulateurs d'injection de sécurité.

#### - TVO 1 - BWR - Finlande

Blocage de 15 barres de commande sur 121, dû à la présence de poudre métallique d'origine in- connue ; on soupçonne un sabotage.

#### - BORSSELE - PWR - Hollande

Perte totale du système de détection et d'alarme incendie, par suite d'un défaut de logiciel.

#### - TRILLO - PWR - Espagne

Perte totale des alimentations électriques sans démarrage immédiat des diesels de secours. Cet incident est survenu à l'arrêt et trouve son origine dans un problème de procédures.

#### - Japon

Fuite d'un piquage d'instrumentation du coeur en fond de cuve, à rapprocher du problème rencontré à EDF sur les piquages pressuriseur.

#### - IGNAHNISKAYA 2 - URSS

Important incendie dans les nappes de cablage électrique due à des erreurs de conception et de montage.

#### - Grande-Bretagne

Détérioration d'un élément combustible suite à une erreur humaine, ayant conduit à un arrêt de plusieurs mois.

#### - Canada

Dommages sur le combustible provoqués par une surpuissance locale au moment d'un redémarrage par suite de l'utilisation d'une procédure non valable.

#### - Etats-Unis

Incendie provoqué par la connection du circuit d'air comprimé au circuit d'hydrogène de la partie se- condaire.

J'ai eu en outre connaissance, au cours de la réunion INSAG de décembre 1989, de deux inci- dents sérieux, l'un sur la centrale ATUCHA - HWPR - Argentine, avec détérioration d'éléments combus- tibles, l'autre en Inde sur un réacteur à eau lourde de type CANDU, lié à un mauvais fonctionnement du circuit de refroidissement du modérateur. Dans l'un et l'autre cas, un arrêt d'assez longue durée serait nécessaire pour réparer.

Cette énumération montre d'une part qu'il ne s'est rien produit de "dramatique" sur les 450 tranches nucléaires en service dans le monde en 1989, et confirme d'autre part l'intérêt des échanges interna- tionaux sur ces incidents, car il y a visiblement des

enseignements qui concernent non seulement les compagnies qui exploitent des centrales de même type, mais plus généralement tous les exploitants nucléaires. On pourrait souhaiter que WANO publie systématiquement vers la fin du mois de janvier de chaque année une revue commentée de tous les incidents "notables" survenus dans le monde au cours de l'année précédente.

## ■ 1.2 - L'incident de Trojan

A la lumière des difficultés que nous avons rencontrées à EDF en 1989 sur la qualité des opérations de maintenance, - je pense plus particulièrement à l'incident révélé en juillet à Dampierre, où un circuit de sauvegarde était resté indisponible pendant plus d'un an par suite d'un oubli de fonds pleins sur le circuit avant le redémarrage - il est instructif de citer un incident survenu aux USA sur la centrale de Trojan. Au cours d'inspections en juillet et août de cette année, des inspecteurs de la NRC ont découvert que les puisards du système de refroidissement du coeur en cas d'accident étaient indisponibles depuis l'arrêt annuel de 1988, et peut-être depuis 1975. Les écrans prévus pour protéger les puisards contre les débris étaient absents ou endommagés. La NRC a constaté que l'exploitant n'avait procédé à aucune visite et n'avait pris aucune mesure pour prévenir l'obturation des puisards. Il ne disposait d'ailleurs ni de la documentation ni des procédures correspondantes. Il n'est pas inutile de savoir que d'autres que nous ont des difficultés à atteindre un bon niveau de qualité. Cela ne doit pas nous dissuader de chercher à progresser.

## ■ 1.3 - L'accident de Vandellos 25

Le jeudi 19 octobre 1989, à 21h39, un incendie s'est déclaré sur le groupe turbo-alternateur n° 2 de la centrale de VANDELLOS 1, par suite d'une avarie importante qui a entraîné à la fois une fuite d'hydrogène et la rupture de tuyauteries d'huile de graissage. Le réacteur a été immédiatement arrêté, mais l'incendie a occasionné des dégâts importants qui ont conduit à la perte des alimentations électriques et des régulations de matériels importants pour le refroidissement du réacteur à l'arrêt. L'incendie est resté circonscrit à la partie non nucléaire de l'installation et a été maîtrisé au bout de quatre heures. Le refroidissement du réacteur a toujours été assuré, malgré la présence de grandes quantités d'eau et de fumée dans les sous-sols de l'installation où étaient situés des matériels importants. Il n'y a eu aucune victime et aucune conséquence radiologique.

Pour la sûreté nucléaire, c'est la permanence du

refroidissement du coeur qui a été au centre des préoccupations. Après la chute des barres, les quatre turbosoufflantes (TS) ont été alimentées en vapeur par la centrale auxiliaire. Deux TS ont déclenché 7 minutes plus tard, les cables électriques alimentant leurs auxiliaires ayant été endommagés par l'incendie. La défaillance ultérieure du circuit d'air comprimé, qui traversait la salle des machines en feu, a affecté la régulation des niveaux d'eau dans les condenseurs et les bâches alimentaires des deux autres TS. L'exploitant est intervenu dans les sous-sols pour régler manuellement ces niveaux pendant toute la nuit, jusqu'à réparation des tuyauteries d'air. Les sous-sols ont été inondés, en raison du percement par le feu de deux joints en caoutchouc armé du circuit de refroidissement du condenseur du GTA n° 2, et du déversement d'eau de mer qui en a résulté, aggravé par l'eau répandue par les pompiers. Les pompes auxiliaires des TS ont néanmoins continué à fonctionner, bien que les moteurs aient été partiellement noyés.

Finalement, le réacteur a pu toujours être refroidi par deux TS, alors qu'une seule aurait suffi. Les exploitants ont cherché à mettre en service les circuits alimentant l'échangeur d'arrêt, ultime secours en cas d'arrêt total du refroidissement ; les moteurs étaient inondés et ont dû être démontés et séchés ; les circuits n'ont été disponibles que 20 heures après le début de l'accident, mais ils n'ont pas été nécessaires. Les moteurs du circuit de ventilation de l'eau des piscines où est stocké le combustible irradié ont aussi été noyés ; ils ont été remplacés dans la journée qui a suivi l'accident, alors que la température d'eau n'atteignait que 26,5°C.

L'événement est donc resté au niveau "incident" en ce qui concerne la partie nucléaire, sans doute surtout grâce à l'excellent comportement de l'exploitant qui avait une très bonne connaissance de la centrale et des matériels. Vis-à-vis du réacteur de Vandellos, les deux réacteurs de St-Laurent bénéficient de plusieurs éléments favorables en raison des modifications effectuées depuis plusieurs années, en particulier le déplacement des circuits ultimes qui leur évite d'être menacés par une inondation des sous-sols.

## ■ 2 - W.A.N.O.

### ■ 2.1 - Vue Générale

D'une manière générale, je suis très favorablement impressionné par le démarrage de l'Association Mondiale des Exploitants de Centrales Nucléaires (en anglais WANO), officiellement mise en place à Moscou en mai 1989, avec la participation effective du Président Delaporte. En ce qui concerne le Centre Régional de Paris, je soutiens l'action et les

initiatives de M. Burtheret, Directeur de WANO-PC. J'ai évoqué au Chapitre 1 la question des indicateurs de performance, qui sont maintenant unifiés sous l'égide INPO/UNPEDE. J'estime qu'ils peuvent être, à travers WANO-PC, à l'origine d'approfondissements utiles. Je suis en faveur de l'organisation de réunions d'experts ad hoc, telle qu'elle est envisagée par M. Burtheret, dont les rapports constitueront progressivement l'apport de WANO-PC à une doctrine commune à tous les exploitants nucléaires mondiaux. J'adhère sans réserve à la philosophie fondamentale de Lord Marshall, président de WANO, qui est celle d'un "Club" qui éduque les "petits" et les amène au niveau des "grands", dans une confidentialité rigoureuse, et sans soucis mercantiles. J'ai l'impression que l'intention des dirigeants actuels de WANO est d'arriver progressivement, notamment par les visites techniques, à ce que les Centres Régionaux exercent une pression, amicale mais ferme, sur les exploitants qui seraient d'un niveau insuffisant du point de vue sûreté, pour qu'ils se corrigent.

### 2.2 - Fonctionnement de WANO-PC

J'ai le sentiment que l'équipe en place est dynamique, et qu'elle est en train de se doter des moyens en personnel lui permettant d'apporter une réelle valeur ajoutée. Les contacts avec les compagnies membres ont été pris. Il y a des réticences, mais aussi des bonnes volontés. EDF n'est peut-être pas aussi moteur que je l'eusse souhaité ; j'en dirai un mot plus loin.

M. Burtheret m'a confirmé que son objectif était de mettre en oeuvre effectivement dès que possible le système de notification rapide des incidents. Pour le moment, l'information sur les incidents est loin d'être performante ; 57 rapports étaient néanmoins classés en ordinateur à la mi-89, et, dans le cas de l'accident de Vandellos évoqué plus haut, WANO-PC a été en mesure de diffuser très vite une première information à tous ses membres. L'analyse approfondie s'est par contre fait un peu attendre.

Les visites techniques d'échange sont également l'un des vecteurs de coopération que WANO-PC s'attache à développer. Trois visites devraient avoir lieu en 1990, dont deux en France. Elles devraient permettre de démarrer le programme "bonnes pratiques".

La messagerie ne marche pas aussi bien que celle d'INPO, et de très loin. Il faut inciter les gens à être "interactifs". M. Burtheret a des projets, dont l'établissement de listes d'experts par sujets, qui devraient permettre d'améliorer la "valeur ajoutée" de WANO-PC, en particulier sur l'analyse et la diffusion des

rapports d'incidents. Dans cet esprit, deux "évaluations" ont été demandées ; les rapports seront la propriété du demandeur.

En ce qui concerne le problème des relations Est-Ouest, que j'évoquerai plus loin, on peut signaler que WANO-PC doit organiser 10 des 25 visites réciproques Est-Ouest demandées par Lord Marshall après la réunion constitutive de WANO à Moscou.

### 2.3 - Relations WANO-PC/EDF

Je suis convaincu qu'EDF peut renforcer son soutien à WANO-PC. Les "ENR" (notification rapide d'événement) n'arrivent pas vite, et ne couvrent pas tous les incidents classés au niveau 1 de l'échelle de gravité. D'ailleurs, les telex correspondants n'ont pas été adaptés au format WANO. Les incidents de niveau 2 (par exemple Dampierre en août) ne font même pas l'objet d'ENR. Des "EAR" (analyse immédiate d'événement) arrivent, et j'ai eu copie de l'EAR concernant les blocages de grappes de contrôle, mais je ne suis pas sûr par contre que les conclusions de la mission d'enquête Gravelines (soupapes SE-BIM) aient été transmises. J'ai suggéré d'utiliser la grille de l'échelle de gravité française pour entrer dans le système de notification WANO-PC, ce qui pourrait donner aux membres étrangers l'occasion d'apprécier concrètement son utilité. Encore faudrait-il que nous jouions le jeu !

En ce qui concerne les visites que doit organiser WANO-PC pour promouvoir l'échange d'informations entre ses membres, j'ai suggéré au SPT de demander à des spécialistes européens de venir à Cruas pour des échanges sur le traitement et les rejets d'effluents radioactifs.

J'ai signalé également à M. Burtheret l'intérêt de créer, avec le Département Matériel du SPT, un circuit d'information rapide pour les défauts matériels, combustible, etc., ce qui permettrait de faire "vivre" la messagerie électronique, afin de lui faire jouer un rôle aussi utile que celui que joue aujourd'hui la messagerie INPO.

Les relations avec la DE m'ont paru inexistantes.

### 2.4 - Les répercussions sur les relations EDF-INPO.

La création de WANO pose à EDF, comme à tous les exploitants nucléaires qui ont adhéré au programme international de l'INPO, la question de la "double appartenance". Cette question a fait l'objet d'un débat très franc au cours de la dernière réunion de l'IPAC (International Participant Advisory Group) qui s'est tenue au siège de l'INPO à Atlanta en novembre.

Pour ma part, je considère que la position d'EDF doit être cohérente avec quelques données de fait :

- EDF s'est engagé à soutenir activement WANO
- WANO, et notamment WANO-PC, s'est d'ores et déjà engagé dans trois programmes, information sur les incidents, visites techniques d'échanges et bonnes pratiques, qui ont été construits sur la même base que les programmes correspondants d'INPO, et pour lesquels il y a duplication pure et simple.

La première priorité me paraît donc être d'établir aussi rapidement que possible la crédibilité de WANO, et d'éviter de paraître la mettre en cause vis-à-vis des autres membres de WANO par une double appartenance de simple confort. Ceci dit, il est clair que WANO n'atteindra que peu à peu son régime de croisière, et que l'enjeu nucléaire est trop important pour EDF pour que nous puissions envisager d'être privé d'informations et d'échanges sur la sûreté opérationnelle pendant ce laps de temps.

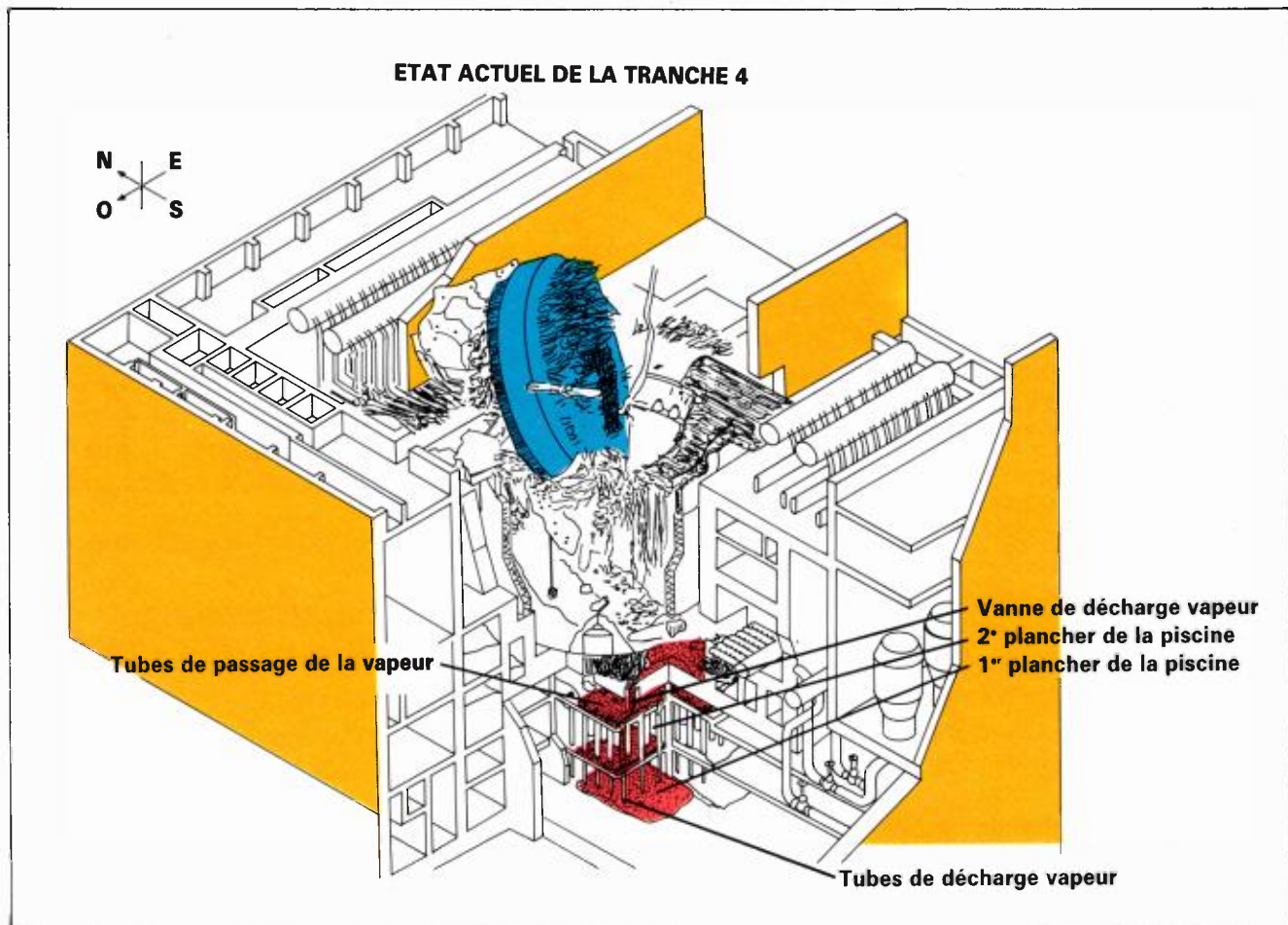
A mon avis, EDF doit envisager à terme une modification de son statut dans le programme international d'INPO. Cela ne veut pas dire qu'EDF cesserait tout lien avec l'INPO, mais que les relations s'établiraient sur une base contractuelle, fonction de l'intérêt réciproque des deux partenaires. Avant d'en

arriver là, il y a une période de transition à prévoir, et la conclusion de la réunion IPAC de novembre a été précisément d'adopter de part et d'autre une position du type "wait and see". On continue donc pour le moment sur les bases antérieures, en participant de part et d'autre à la mise en régime de WANO, et on en reparlera en 1990.

## 3 - RELATIONS AVEC L'URSS ET LES PAYS DE L'EST

### 3.1 - Le rôle de WANO

Après la réunion de Moscou créant WANO, il m'apparaît de plus en plus nécessaire qu'une action conjointe WANO/PC-WANO/AC (c'est à dire en pratique une action EDF/INPO) soit organisée, pour apporter une assistance technique opérationnelle aux Soviétiques pour la sûreté de leurs centrales. Un nouvel accident nucléaire soviétique aurait des conséquences désastreuses pour tous les programmes nucléaires occidentaux.



### 3.2 - Une vue globale de la sûreté en URSS

On peut essayer d'avoir une vue globale des différentes actions entreprises par l'URSS après le traumatisme Tchernobyl. Il ne faut pas s'étonner que certaines actions soient lentes à prendre forme. Après tout, INPO, créé en septembre 79, lorsque les producteurs américains ont compris que les centrales nucléaires ne s'exploitaient pas comme des centrales à charbon, a mis plus de 3 ans à atteindre sa crédibilité.

Le grand reproche qu'il faut faire aux Soviétiques, c'est de ne pas avoir compris que la "remise en cause de la sûreté" qui a eu lieu en Occident après TMI s'appliquait aussi à eux, et d'avoir continué à fonctionner avec des pratiques qui étaient en gros celles des pays occidentaux à la fin des années 60. Tout d'un coup ils découvrent qu'il y a de profondes faiblesses chez eux, et qu'ils ont plus de 10 ans de retard sur les pratiques et les critères de sûreté occidentaux (comme sur le vocabulaire, les concepts, etc.). Ils sont effrayés devant l'ampleur de la tâche, et ils demandent de l'aide, sans avoir encore mis en place les structures, inspirées de l'Occident, qui pourraient coordonner cette assistance et en intégrer au fur et à mesure les résultats dans un nouvel univers nucléaire.

Mais leur base technique est bonne, et les hommes sont compétents. Il faut savoir voir au-delà de certaines différences qui reflètent :

- un environnement industriel différent, en particulier en ce qui concerne la propreté des lieux de travail, et la modernité des soutiens logistiques, informatique notamment, qui ne les empêche pas de faire un travail de qualité ;
- une formalisation inexistante, tant en ce qui concerne les procédures d'exploitation que le contrôle du travail en milieu ionisant, qui rappelle ce qui existait chez nous il y a 30 ans, mais qui n'est pas contradictoire avec une bonne disponibilité des tranches, ni avec des ambiances radiologiques qui semblent en général acceptables.

Ce qui visiblement leur a fait défaut jusqu'ici, c'est le principe même de remise en cause interne qui est à la base de la sûreté, qui oblige en particulier à imaginer que l'accident puisse arriver, et à prendre les mesures en conséquence, notamment pour la formation des opérateurs. Ils semblent néanmoins avoir progressé rapidement au cours des derniers mois, si on en croit les enseignements tirés de l'OSART effectué en fin d'année par l'AIEA à Ignalina, où les experts internationaux ont eu connaissance de tous les incidents d'exploitation survenus dans le passé, et ont évalué leur signification pour la sûreté en utilisant l'échelle de gravité française, qui paraît

décidément une bonne base pour une échelle internationale.

### 3.3 - Les actions internationales soviétiques

Pour faire face à la situation de leur sûreté, les Soviétiques paraissent avoir procédé en plusieurs temps, même s'il y a eu des recouvrements.

**1)** Ils ont essayé de fonder leur nouveau système sur des principes de sûreté "up to date". Le rapport AIEA INSAG-3, publié début 88, leur a paru une base adéquate, en leur évitant d'avoir à recopier des règles étrangères.

**2)** Leur structure réglementaire sûreté est en train de se construire en s'inspirant de très près de la solution NRC américaine. L'accord au niveau gouvernemental avec les USA leur donne accès à tout ce dont ils ont besoin.

**3)** Les spécialistes soviétiques ont participé à de multiples réunions internationales, leur permettant de se mettre au courant de tous les concepts, résultats, etc. qui se discutent en Occident. La création de la Société Nucléaire d'URSS, et ses relations avec l'ANS et la SFEN, vont dans le même sens.

**4)** Pour ses centrales récentes et futures, sur lesquelles il est plus facile d'appliquer une nouvelle approche, l'URSS a signé trois accords :

- les USA ont procédé à une analyse de sûreté des VVER-1000 actuels, qui a été discutée avec les spécialistes soviétiques
- les Allemands travaillent avec eux sur le projet VVER-88, qui consiste à reprendre le projet soviétique existant et à le rendre conforme aux normes occidentales de sûreté, c'est-à-dire, en pratique, à appliquer les principes généraux d'INSAG-3 (VVER 88 est un projet qui reste à engager)
- les Français doivent travailler avec eux sur VVER-92, qui, par définition, doit être conforme aux normes occidentales, mais qui, en plus, doit être économique ; c'est leur projet REP 2000.

**5)** Pour les centrales en exploitation, RBMK, VVER-400 et VVER-1000, les soviétiques ont pris deux initiatives :

- ils ont invité des OSART
- ils ont adhéré à WANO, et ont accepté la décision prise en mai 89 de procéder à des visites croisées des dirigeants techniques de tous les sites de l'Est avec des sites nucléaires de l'Ouest. Ces visites ont commencé. Elles confirment les faiblesses soviétiques, mais aussi la qualité techni-

que de leurs ingénieurs et de leurs exploitants. Elles ont également permis de vérifier que les mesures de sûreté décidées après Tchernobyl sur les RBMK sont effectivement en cours de mise en oeuvre.

### **3.4 - Ce que peut apporter EDF**

Le contrat passé par EDF en fin 89 sur la CAO est certainement plus important par les promesses d'avenir qu'il soulève, que par son montant, pourtant déjà significatif.

La difficulté majeure actuelle des soviétiques porte sur l'évaluation de sûreté de leurs centrales anciennes en service, RBMK et VVER. Nous avons été capables en France d'évaluer la sûreté de centrales UNGG anciennes, construites et contrôlées avec des critères moins rigoureux que ceux qui sont aujourd'hui en usage. C'est sur cette technique d'évaluation que nous pourrions proposer une assistance aux Soviétiques. Elle couvrirait les trois aspects essentiels pour la sûreté :

- la conception, en analysant les études de sûreté (et notamment d'accident) existantes, en les critiquant compte tenu des progrès des connaissances
- la qualité de réalisation, en ne se limitant pas aux contrôles passés, souvent inexistantes, mais en utilisant des contrôles par sondage pour avoir une idée de la qualité actuelle des composants principaux
- la sûreté en exploitation, en examinant les points critiques habituels: procédures, formation, entretien, essais périodiques, analyse des incidents.

C'est en regroupant l'ensemble des observations dans ces trois domaines qu'il serait possible d'évaluer le niveau de sûreté des installations et de formuler les recommandations propres à le faire progresser.

### **3.5 - Le cas des pays de l'Est**

La situation présente à la fois des points communs, puisque ce sont les mêmes VVER qui sont exploités, mais aussi de profondes différences liées aux compétences et aux organisations. La politique française, comme celle d'EDF, ne peut se décider qu'au cas par cas, étant entendu que l'objectif reste toujours le même : assister les exploitants nucléaires de tous les pays pour contribuer, dans la mesure de nos possibilités, à prévenir des incidents ou accidents, dont l'impact pourrait être mondial.

## **4 - L'AIEA (Agence Internationale de l'Energie Atomique - Vienne)**

Le rôle de l'AIEA en matière de sûreté me paraît devoir continuer à s'accroître dans l'avenir. A priori, ce ne devrait pas être une mauvaise chose dans la mesure où, conformément à sa mission, l'Agence a toujours défendu la nécessité d'un programme nucléaire important au niveau mondial. Il faut néanmoins prendre garde à une tendance de plus en plus marquée chez certains responsables de l'Agence à lier l'avenir du nucléaire aux projets à "sûreté intrinsèque". L'évolution mondiale peut certes inciter à voir l'avenir en noir, par exemple si on regarde l'URSS où la contestation anti-nucléaire marque de plus en plus de points, ou même la Grande-Bretagne où l'abandon du projet de privatisation des centrales nucléaires a été attribué à la situation économique du nucléaire, trop cher pour des économistes qui ne voient qu'à court terme. Aux USA, pour certaines compagnies, l'accroissement des coûts de maintenance aurait même effacé le bénéfice sur le coût du combustible! Sans que je perçoive bien la logique sous-jacente, l'AIEA en conclut qu'il faut mettre le cap sur des réacteurs perçus par le public comme nouveaux, et suffisamment sûrs pour qu'ils éliminent la nécessité de plans d'urgence différents des plans industriels habituels. C'est une position qui a été considérée comme non réaliste par un colloque international réuni à Chicago en août 1989, mais il faut s'attendre à ce que le débat se poursuive en 1990 et les années suivantes.

En ce qui concerne les programmes de sûreté de l'Agence, l'INSAG (International Nuclear Safety Advisory Group), groupe consultatif d'experts de sûreté placé auprès du directeur général de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, poursuit ses travaux et va publier au début 1990 un rapport analysant le programme OSART, ses mérites et ses insuffisances, et suggérant des recommandations pour en améliorer l'efficacité. Il prépare en outre deux documents, l'un sur la Culture de Sûreté, l'autre sur la sûreté des réacteurs futurs. Il a été également décidé de préparer une contribution INSAG donnant le point de vue de spécialistes sûreté sur le projet de nouvelles normes de radioprotection élaboré par la CIPR et disponible en janvier 90 (Voir plus loin § 6).

### 5 - LA COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE

**J**e suis parmi ceux qui considèrent qu'une extension des interventions communautaires en matière de sûreté est inéluctable à terme, et que tout en gardant présent à l'esprit le principe de la responsabilité des autorités nationales en matière réglementaire, qui ne peut en aucun cas être déléguée, on peut soutenir certaines orientations, sous réserve qu'elles fassent l'objet de larges concertations. En continuité avec les conclusions auxquelles j'étais arrivé avec le Professeur BIRKHOFFER, RFA, et qui étaient résumées dans mon rapport 1988, je serais personnellement favorable aux initiatives ci-après.

#### 5.1 - Sûreté

La CCE, à travers ses groupes habituels d'experts, pourrait adapter les principes et normes de sûreté de l'AIEA aux conditions européennes, et, après atteinte d'un consensus, les transformer en directives pour les pays membres. Elle pourrait en outre organiser une concertation préalable entre les pays membres pour agir de façon coordonnée dans les différentes instances techniques de l'AIEA où sont traitées les questions de sûreté, et y mettre en oeuvre une représentation commune des pays de la Communauté.

La CCE pourrait mettre en oeuvre un mécanisme permettant une transparence vis-à-vis du public européen de la sûreté des centrales en exploitation, par exemple en implantant une échelle européenne de gravité des incidents. Dans le même esprit, des visites d'équipes communes d'inspecteurs de différents pays dans les centrales nucléaires de la Communauté pourraient renforcer la confiance de l'opinion publique dans la sûreté de ces installations et dans la compétence des organismes réglementaires nationaux.

La CCE pourrait enfin mettre en place, en concertation avec les Autorités de Sûreté nationales des pays de la Communauté, un mécanisme permettant de donner un label européen à un projet présenté par une association de producteurs européens.

#### 5.2 - Environnement

Il me paraît personnellement souhaitable à terme de réduire le niveau des rejets radioactifs en provenance de nos centrales. Je pense que nous devrions nous y préparer dès maintenant :

**a)** en mettant toutes les installations au niveau de la meilleure d'entre elles, par exemple CRUAS sur le palier 900 ;

**b)** en engageant des études pour savoir quels seraient les équipements à installer ou à modifier pour réduire ces niveaux, et quelles en seraient les conséquences tant économiques que pour l'exposition des travailleurs.

Dans l'immédiat, nous devrions suggérer une initiative de la CCE pour harmoniser les méthodes de mesure et de comptabilité des effluents liquides et gazeux, en préalable à tout essai de création de "normes d'émission". Cette harmonisation devrait couvrir les différents radionucléides suivis, les seuils de mesure et les règles de comptabilité pour les valeurs en dessous des seuils, la mesure des activités spécifiques et des activités globales etc...

Je pense enfin que nous ne pourrions pas éviter une intervention de la CCE dans la transparence des mesures de radioactivités autour de nos centrales, et dans le dispositif d'alerte en cas d'événement anormal. Il serait sans doute utile de prendre les devants là aussi.

### 6 - NORMES DE RADIOPROTECTION

**A** la demande du Professeur Tubiana, j'ai été conduit au cours de l'année 89 à suivre de près cette question, et j'ai jugé qu'il pouvait être intéressant d'en faire le point dans le présent rapport.

Des spécialistes internationaux ont étudié les derniers résultats disponibles concernant les effets à long terme des radiations sur les survivants japonais des explosions d'Hiroshima et de Nagasaki. Le document scientifique de base est le rapport UNSCEAR 1988 (l'UNSCEAR est le Comité placé auprès des Nations-Unies sur l'effet des radiations ionisantes). Il évalue entre 4 et 11 pour cent par gray le risque de mortalité par cancer pour des doses élevées. Ceci correspond à une multiplication par environ 3 de son estimation de 1977 qui avait servi de base aux normes de radioprotection en vigueur. Différents organismes nationaux et internationaux, notamment la CIPR (Commission Internationale de Protection Radiologique), se sont appuyés sur ces résultats pour engager une procédure de révision des normes de radioprotection applicables aux travailleurs.

L'Académie des Sciences, consultée par le Ministre de la Recherche, a publié en fin 89 un rapport qui conclut qu'il ne paraît pas justifié dans l'immédiat de modifier les normes. En effet il n'existe pas de données épidémiologiques correspondant à des expositions à faibles doses avec des faibles débits de dose, conditions rencontrées dans l'application des normes de radioprotection, et les incertitudes ac-

tuelles sur les coefficients à introduire dans l'extrapolation des résultats Hiroshima-Nagasaki sont telles qu'on ne peut affirmer que les normes actuelles soient remises en cause.

Dans la pratique, pour un exploitant nucléaire comme EDF, c'est le bilan radiologique réel mesuré sur les travailleurs qui importe. Les résultats mettent en évidence, malgré le vieillissement des installations, des valeurs très largement inférieures aux limites réglementaires pour la grande majorité des travailleurs, et une tendance régulière à la baisse qui est à mettre au crédit de la très forte motivation des exploitants. La conformité à des limites plus restrictives risquerait d'entraîner non seulement une augmentation du nombre des personnes exposées, mais aussi un abandon de la recherche systématique de réductions supplémentaires.

Certains syndicats ont pris clairement position en faveur d'une réduction des normes, en particulier la CISL au plan mondial, et la CFDT en France. Cependant, j'ai le sentiment qu'une grande part de leurs préoccupations réelles portent sur les agents les plus exposés, dont nous souhaitons autant qu'eux limiter l'exposition. Ce souci pourrait être pris en compte sans remettre en cause la limite annuelle actuelle, et

l'Académie des Sciences dans son rapport a fait des recommandations en ce sens.

On peut enfin penser que la réduction des limites réglementaires aurait des effets psychologiques défavorables sur le public et sur le personnel des installations nucléaires. Ni la confiance dans le nucléaire, fortement ébranlée par l'accident de Tchernobyl, ni la motivation du personnel, ne sortiraient renforcées de l'adoption de mesures interprétées comme l'aveu d'un danger accru.

La CIPR a finalement décidé de soumettre son projet de recommandations à l'avis de la communauté scientifique internationale. Le projet devrait être rendu public en janvier 1990. Il est probable qu'il maintiendra la limite annuelle actuelle, 50 milli Sievert, mais qu'il introduira une limite sur 5 ans de 100 mSv, pour éviter que certains agents, exposés au voisinage de la limite pendant plusieurs années consécutives, n'accumulent au cours de leur vie professionnelle des doses trop importantes. Ceci rejoint la préoccupation de l'Académie et des syndicats mentionnée plus haut. L'année 1990 verra se dérouler aux plans français et international des discussions auxquelles il est essentiel qu'EDF prenne part.



# APPENDICE

## **SÉMINAIRE GPU SUR LE MANAGEMENT DU RISQUE DANS LES CENTRALES NUCLÉAIRES**

Ayant été invités à présenter une communication sur le management du risque dans les centrales EDF au séminaire organisé par GPU, la compagnie d'électricité propriétaire entre autres de TMI, nous avons trouvé leur approche originale et séduisante. L'ensemble du séminaire s'est révélé de très haute qualité et a bien montré que la sûreté et le management des centrales nucléaires, comme ceux de l'aviation et de l'espace, étaient des préoccupations générales et bien actuelles.

Un an après l'accident de TMI, la compagnie GPU s'est réorganisée pour créer une structure fonctionnelle de sûreté, qui assure l'indépendance nécessaire vis à vis des sites pour les questions de sûreté. Depuis, cette structure a évolué en y incluant les aspects autorisations de sûreté, la planification à long terme, la stratégie et plus récemment un groupe de Management des Risques.

Ce groupe est dirigé par le vice-président de GPU Nucléaire, R. Long. Le groupe avait pour mission d'être créatif et de développer des méthodes pour identifier les risques et trouver des moyens de les réduire et de les surveiller efficacement. Après une revue de la littérature sur le sujet et des visites auprès de nombreux exploitants tant nucléaires qu'appartenant à d'autres industries (EDF a reçu leur visite en septembre 88), l'étude a identifié 13 paramètres impactant les risques ( cf tableau 1) ; de nombreux séminaires ont été menés pour sensibiliser et créer la communication à l'intérieur de GPU sur les risques. Ceci a conduit à définir les étapes d'un processus de management du risque :

- identifier les risques
- les analyser
- développer et analyser les actions préventives pour contrôler ces risques
- donner une priorisation des risques
- mettre en oeuvre les actions préventives
- surveiller et faire du retour d'expérience.

Finalement c'est la méthode de Vernon Grose (réf. "Managing Risk - Systematic Loss Prevention for Executives" par Vernon Grose) qui a été retenue pour

une identification systématique d'un large ensemble de risques et pour leur intégration sous une forme stimulante pour le personnel et permettant de bonnes décisions des managers. La première mise en oeuvre est en cours à Oyster Creek et il sera intéressant de suivre les résultats de cette application en 1990.

La méthode de Grose commence par le tracé d'un diagramme fonctionnel, où des blocs définissent les fonctions, les tâches et activités en se centrant sur ce qui est fait (et non pas comme dans une approche traditionnelle sur le qui, où, pourquoi, quand et comment). Pour chaque bloc il est alors possible de déterminer une liste des dangers possibles, avec l'aide du personnel lui-même concerné par l'activité en question. A partir de là, les mêmes personnes sont invitées à définir les scénarios de risques, soit réels parce que vécus, soit imaginés à partir de l'expérience personnelle ou par les banques de données d'incidents ou les études probabilistes de sûreté. Les conséquences ainsi mises en évidence sont des possibilités de dommages aux personnes, aux matériels et systèmes, ou une perte financière, ou une atteinte à l'image de marque de l'entreprise. Les scénarios doivent faire apparaître les conséquences et les actions préventives. Au moins 2 actions préventives sont demandées et rangées par ordre de signification pour la sûreté et incluent des modifications de conception, des mesures de sûreté, des alarmes, des procédures de surveillance, une intervention de personnel ou une décision des managers d'accepter ce risque ou de le transférer sur des assurances. Si un scénario identifié demande une action urgente, il doit être transmis aussitôt à l'organisation compétente.

Les scénarios sont ensuite transmis à un jury de 5 à 6 membres dont un manager, un expert fonctionnel, et un conseiller en risques qui assure la continuité entre les différents jurys. Les critères de jugement de ces jurys sont : la gravité des conséquences, la fréquence d'apparition, et les coûts des actions préventives. A partir de ces jugements, il est établi une classification sous forme de pyramide ou de totem. Il en résulte une mise en évidence des risques très graves, vraisemblables, et de faible coût préventif. L'étape finale est la mise en oeuvre des solutions décidées et le suivi de leur application.

Cette approche est bien sûr un processus continu

qui permet d'éliminer ou de limiter l'ensemble des risques.

L'expérience menée actuellement sur Oyster Creek après une formation appropriée des managers et du personnel a conduit à développer quelques 40 scénarios dès les 2 premières semaines et la masse critique se situera autour de 200 scénarios. Les jurys

doivent se réunir fin 89 et le résultat sous forme de totem n'est pas encore connu.

Cette expérience nous paraît intéressante à suivre car c'est une première en ce qui concerne le management systématique du risque dans une centrale nucléaire.

## LES 13 ATTRIBUTS DU MANAGEMENT DU RISQUE

LE MANAGEMENT	LES HOMMES	LES ACTIVITES	LES EQUIPEMENTS
Le système de management des risques	Le bien être des employés	La conduite	La conception, les états, la surveillance
La culture de l'organisation	La qualification du personnel	La maintenance	Les études quantifiées de risque
La documentation et les procédures	Les facteurs humains	Les aides techniques	
La communication			
L'expérience et le retour d'expérience			



# ANNEXE 2

## RÉFÉRENCES IGSN

### PUBLICATIONS

#### LIVRE

A. CARNINO, avec J.L. NICOLET et J.C. WANNER  
*Catastrophes ? Non merci ! - La prévention des risques technologiques et humains*  
Editions MASSON - Avril 1989

#### ARTICLES DE REVUE

P. TANGUY  
*Qui a peur des centrales nucléaires?*  
PCM-LE PONT-N° 2 - février 89

P. TANGUY  
*Edito*  
Bulletin interne de Fessenheim N°41 - avril 89

P. TANGUY  
*Editorial*  
Nuclear Europe N°5/6 - mai-juin 89

P. TANGUY  
*Le Retour d'Expérience dans le Nucléaire*  
Supplément La Recherche N°212 - août-juillet 1989

P. TANGUY  
*La sûreté des centrales nucléaires françaises à eau sous pression*  
Industrie + Technique/Revue Technique Suisse - n°21 - 18 octobre 1989

### EXPOSÉS A DES CONFÉRENCES

P. TANGUY  
*Accident Management*  
PSA'89 International Topical Meeting Probability, Reliability and Safety Assessment - Pittsburgh - USA - avril 89

A. CARNINO  
*Tchernobyl 3 ans après*  
Rotary Club - Charleville Mézières - Avril 89

P. TANGUY  
*Le Facteur Humain dans les Situations Accidentelles*  
Réunion SFEN TMI 10 ans après - Paris - mai 89

A. CARNINO

*An integrated approach to safety, including the human factors element*

GPU Seminar on risk management - New Jersey - septembre 89

P. TANGUY

*OPERA Lunch Address*

Lyon - 21 septembre 1989

A. CARNINO

*Preventing Human Errors : progress made in the field*

Conférence IBC Human Reliability in Nuclear Power - Londres - 20 octobre 89

A. CARNINO - J.L. NICOLET

*An audit on human factors: Why an audit ? How to manage it ?*

Second European meeting on cognitive science approaches to process control - Sienne, Italie - 27 octobre 89

P. TANGUY

*Le Risque Nucléaire*

Conférence au Cycle de Formation Supérieure du CEA - Le Ripault - 10 octobre 1989

A. CARNINO

*Fiabilité et sûreté de fonctionnement*

12èmes journées scientifiques Rhone Poulenc - Lyon - 18-20 octobre 1989

P. TANGUY

*Le devenir d'une centrale nucléaire après sa mise à l'arrêt*

SFEN - Montargis - 19 octobre 1989

P. TANGUY

*L'évolution de la sûreté nucléaire*

Réunion des débatteurs - 19 octobre 1989

P. TANGUY

*Expanding Electricity Supply while protecting the Environment and conserving Energy*

Power Conference - Chicago - 31 octobre 1989

A. CARNINO

*La composante humaine dans les incidents et accidents*

Colloque de la Caisse Régionale d'Assurance Maladie de Nord-Picardie sur les accidents et les facteurs humains - Lille - 17 novembre 1989

P. TANGUY

*Principes Généraux de Sûreté Nucléaire*

Colloque SFRP sur l'organisation des secours en cas d'accident nucléaire - Avignon - 21 novembre 1989

P. TANGUY

*Electricité Nucléaire: une Energie Maîtrisée*

Colloque de Montluçon - 23 novembre 1989

A. CARNINO

*Fiabilité humaine*

Groupe Permanent de Réflexion et d'Analyse - Direction des Constructions Navales DGA - Paris -  
7 décembre 1989

## **RAPPORTS INTERNES**

P. TANGUY

*Culture de Sécurité*

25 mai 1989

P. TANGUY

*Dossier sur les moyens R&D EDF en prévention des risques majeurs*

IGSN 89-0412 - avril 89

P. TANGUY

*Fiches relatives à la sécurité de Creys-Malville - juin 89 - Incidents dans les centrales EDF*

Réunion de Presse Gravelines - 22 août 1989

P. TANGUY

*Réponses aux questions du Collège de Prévention des Risques Technologiques*

10 novembre 1989

P. TANGUY

*Réponses aux questions de l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques*

IGSN - 89-1103 du 17 novembre 1989 et 1105 du 22 novembre 1989

H. GUIMBAIL

*Compte rendu de mission en URSS*

15 novembre 89 - IGSN 89-1101

A. CARNINO

*Rapport de la mission d'enquête facteurs humains*

Rapport SPT - décembre 1989

H. GUIMBAIL

*Bilan de fonctionnement de l'échelle de gravité au terme d'un an d'application. Propositions d'améliorations*

GT SIN/IPSN/EDF

## **NOTES INTERNES**

*Impact sécurité des mouvements sociaux*

IGSN 89-0103 et 0205

*Normes de RadioProtection*

IGSN - 89-0206, 0410 et 0505

*Facteurs Humains*

IGSN 89- 0210, 0313, 0314 et 0509.

---

*Rapport intermédiaire*  
IGSN 89 - IGSN - 89-0611

*Compte-rendu participation à Visurex*  
IGSN - 89- 0613

*Générateurs de Vapeur REP*  
IGSN - 89-1005-1006

*Mission "Effectifs"*  
IGSN - 89-1104

*Incident Biblis A du 17.12.87*  
Application de l'échelle de gravité française IGSN 89-0104

*Communication nucléaire, propositions au CSSN*  
mai 89

*Commentaires sur les interventions pour travaux en centrales nucléaires*  
IGSN 89-0907

*Vérification de la note SEPTEN - Accidents de réactivité. Dossier Post Chernobyl*  
IGSN 89-0901




# ANNEXE 3

## **VISITES ET RÉUNIONS IGSN EN 1989**

- visite CPN CRUAS, le 4 janvier (IGSN - 89-0103)
- Groupe Permanent des 5 et 12 janvier sur les procédures I,A,H,U
- réunion au SPT/DEx, le 11 janvier (IGSN - 89-0107)
- Comité d'information des professions médicales, 18 janvier
- réunion de présentation de l'échelle de gravité aux électriciens allemands de VDEW, 18 janvier
- Groupe Permanent du 19 janvier sur la qualification
- réunion SEPTEN sur les accidents graves, 24 et 25 janvier (IGSN-89/0201)
- réunion au SEPTEN, le 25 janvier (IGSN - 89 -0201)
- visite CPN DAMPIERRE, le 26 janvier (IGSN - 89-0204)
- réunion au Service Central de Sureté pour la préparation de la présentation publique de l'OSART de Saint-Alban, 30 janvier
- participation à l'exercice de crise Dampierre 2 du 1 février
- réunion avec SPT, le 8 février (IGSN 89 - projet du 10 février)
- réunion du Comité Technique EPS 1300, le 15 février
- Groupe permanent du 16 février sur la décennale Fessenheim, Bugey
- Groupe de travail "communication de crise", 17 février
- visite CPN Chinon Facteurs Humains, le 20 février
- réunion Golfch du 22 février
- réunion Blayais du 23 février - entretiens avec J.C. Wanner, le 22 février (IGSN 89-0509)
- visite Centrale de FESSENHEIM, le 27 février (IGSN - 89-0403)
- réunion à la REAL, le 28 février (IGSN - 89-0404)
- visite Centre de Formation du BUGEY, le 1er mars
- visite CPN BUGEY, le 2 mars (IGSN - 89-0506)
- Groupe de travail "échelle de gravité", 3 mars
- visite Centre de formation de CAEN, le 7 mars (IGSN - 89-0608)
- réunion du Comité Technique EPS 1300, le 9 mars
- réunion SPT/IGSN Facteurs Humains, le 16 mars
- Groupe de travail "échelle de gravité", 20 mars
- Groupe de travail "communication", 21 mars
- Groupe permanent du 22 mars sur le RCCP-N4.
- réunion du Comité Directeur EPS 1300, le 22 mars (IGSN 89-1004)
- réunion-audit EPS/ATWS, le 23 mars (IGSN - 89-0609)
- participation à la réunion finale Visurex Tricastin, le 24 mars
- réunion-audit PDV (projet durée de vie), le 7 avril
- visite CPN CATTENOM, le 11 avril
- visite Centrale CHOOZ A, le 12 avril
- visite site CHOOZ B, le 12 avril
- Groupe de travail "communication de crise", 14 avril
- Groupe de travail "échelle de gravité" du 17 avril
- Groupe permanent du 20 avril sur la décennale Fessenheim, Bugey
- réunion au Service Central de Sureté sur les grappes de Gravelines, 21 avril

- Comité d'information des professions médicales, 25 avril
- Groupe permanent du 26 avril sur les RFS
- CSNE du 27 avril
- réunion du Comité Technique EPS 1300, le 27 avril
- participation à réunion annuelle SCSIN-DE, le 10 mai
- participation à la Visurex Saint Laurent B du 16 au 26 mai (IGSN 89-0908)
- Groupe permanent du 18 mai, fonctionnement interne du groupe
- DER Chatou, préparation du bilan annuel de la sureté
- réunion avec DE, le 23 mai (IGSN - 89-0606) - CSNE du 24 mai
- participation à la réunion finale VISUREX à Saint-Laurent B, le 26 mai
- participation à réunion annuelle SCSIN-SPT, le 30 mai
- réunion du 31 mai au SGSN sur l'exercice "Epaule"
- Groupe de travail "communication" du 31 mai
- participation au stage de formation des "porte-parole", Montpellier 5-7 juin
- visite au CEN-CADARACHE, programme FUSCHIA, le 7 juin
- réunion SPT/IGSN sur banques FH, le 12 juin - réunion du Comité Technique EPS 1300, le 12 juin
- réunion audit LESSEPS, le 12 juin (IGSN 89-0614)
- participation à la réunion des Chefs de MSQ du 13 juin
- Groupe de travail "communication de crise", 13 juin
- réunion-audit S3C, le 13 juin
- Groupe de travail "échelle de gravité", 14 juin
- participation à la revue de projet DE-REC "Qualité des logiciels", le 15 juin
- visite site PENLY, le 16 juin
- participation à la réunion IEMN du 20 juin
- participation au comité de coordination GV, 20 juin
- participation à l'exercice de crise Flamanville du 21 juin
- Groupe permanent Chinon A3 du 22 juin
- participation au CSNE du 23 juin
- réunion au SPT/DSN, le 30 juin
- réunion au Service Central de Sûreté sur l'exercice Flamanville, 5 juillet
- Groupe permanent du 6 juillet sur le risque incendie
- participation à un stage APE sur le simulateur de Paluel, 10 au 12 juillet
- réunion avec J.C. Wanner les 31 juillet-1er août (IGSN 89-0806)
- visite WANO-PC, le 11 août
- participation à mission Gravelines, le 21 août
- réunion du Comité Technique EPS 1300, le 29 août
- Groupe de travail "communication de crise", 5 septembre
- réunion à Paluel sur l'APE
- Groupe de travail "communication", 12 septembre
- réunion GRPT-Sud-Est à Lyon 13 septembre
- réunion Saint-Alban, 14 septembre
- visite site GOLFECH, le 20 septembre (IGSN 89-0908)
- visite usines Sebim, 22 septembre
- Comité d'information des professions médicales du 28 septembre
- réunion au ministère sur l'exercice "Jacques Coeur", 29 septembre
- réunion sûreté DE/SPT, le 3 octobre
- participation à un séminaire sur l'intelligence artificielle, Toulouse 5 et 6 octobre



- 
- 
- réunion des responsables de sûreté, SEPTEN, 10 octobre
  - participation au CSNE du 10 octobre
  - Groupe permanent du 12 octobre sur Phébus-PF
  - visite CPN DAMPIERRE, le 12 octobre
  - visite CPN BLAYAIS, le 13 octobre
  - réunion du Comité Technique EPS 1300, le 16 octobre
  - participation à la mission d'enquête FH GRA, DAM, FLA en octobre et novembre
  - Groupe de travail "communication de crise", 20 octobre
  - réunion du Comité Directeur EPS 1300, le 24 octobre (89-1202)
  - visite au CPN Blayais, le 15 novembre - participation au CSNE du 16 novembre
  - participation à la réunion de débriefing du Visurex Cruas du 17 novembre
  - Groupe permanent du 23 novembre sur Golfech
  - Groupe permanent du 30 novembre sur l'APE
  - réunion du Comité Technique EPS 1300, le 6 décembre
  - participation à la réunion des chefs de MSQ, 7 décembre
  - Groupe de travail "communication", 7 décembre
  - visite CPN CHINON, le 11 décembre
  - conférence à la SFEN Nord-Pas-De-Calais sur Tchernobyl, 13 décembre
  - réunion du Comité Technique EPS 1300, le 13 décembre
  - participation à l'exercice de crise sur Blayais, 19 décembre
  - participation exercice de crise le 19 décembre
  - conférence sur Tchernobyl au GDL, 20 décembre
  - présentation au Siège du CEA de la mission en URSS, 20 décembre
  - Groupe permanent du 21 décembre sur le 1300 MW.

Lors de mes visites dans les Centrales et CPN, j'ai organisé avec mes collaborateurs une conférence-débat sur la sûreté avec les cadres intéressés.





# LISTE DES SIGLES UTILISÉS

<b>AA</b>	Arrêt Automatique
<b>AEN</b>	Agence pour l'Énergie Nucléaire
<b>AIE</b>	Analyse Immédiate d'Événement
<b>AIEA</b>	Agence Internationale pour l'Énergie Atomique
<b>ANS</b>	American Nuclear Society
<b>APE</b>	Approche Par Etat
<b>APRP</b>	Accident de Perte de Réfrigérant Primaire
<b>ARCHIMEDE</b>	Action de Recherche sur le Comportement Humain en Incident, Méthode d'Évaluation et de Détection des erreurs
<b>ATWS</b>	Anticipated Transients Without Scram
<b>BCS</b>	Boucle Secondaire d'Évacuation de la Puissance
<b>BP - HP</b>	Basse Pression - Haute Pression
<b>CAA</b>	Organisme britannique de certification
<b>CAO</b>	Conception Assistée par Ordinateur
<b>CCE</b>	Comité des Chefs des Etudes
<b>CdQ</b>	Chef de Quart
<b>CEA</b>	Commissariat à l'Énergie Atomique
<b>CISL</b>	Confédération Internationale des Syndicats Libres
<b>CND</b>	Contrôle Non Destructif
<b>CNEH</b>	Centre National d'Études Hydrauliques
<b>CNEN</b>	Centre National des Etudes Nouvelles
<b>CNIPE</b>	Centre National d'Ingénierie du Parc en Exploitation
<b>CPN</b>	Centre de Production Nucléaire
<b>CRIS</b>	Compte Rendu d'Incidents Significatifs
<b>CS</b>	Culture de Sécurité
<b>CSNE</b>	Comité de Sécurité Nucléaire en Exploitation
<b>CSSIN</b>	Conseil Supérieur de la Sécurité et de l'Information Nucléaires
<b>DAS</b>	Département Analyse de Sécurité
<b>DD</b>	Direction de la Distribution
<b>DE</b>	Direction de l'Équipement
<b>DER</b>	Direction des Etudes et Recherches
<b>DEx</b>	Département Exploitation du SPT
<b>DRIR</b>	Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche
<b>DSN</b>	Département de Sécurité Nucléaire du SPT
<b>EAR</b>	Event Analysis Report
<b>EAS</b>	Système d'Aspersion de Secours
<b>EFP</b>	Etat de Fin de Palier
<b>EFPR</b>	Etat Fini de Première Réalisation
<b>ENR</b>	Event Notification Report
<b>EPRI</b>	Electric Power Research Institute
<b>EPS</b>	Étude Probabiliste de Sécurité
<b>FARR</b>	Fuite Avant Risque de Rupture
<b>FH</b>	Facteur Humain
<b>GDL</b>	Groupe Des Laboratoires
<b>GIE</b>	Groupement d'Intérêts Économiques
<b>GPR</b>	Groupe Permanent chargé des Réacteurs
<b>GPU</b>	General Public Utilities
<b>GTAG</b>	Groupe de Travail Accidents Graves
<b>GV</b>	Générateur de Vapeur
<b>HPES</b>	Human Performance Evaluation System
<b>IEM</b>	Ingénieurs Experts en Matériel
<b>IGSN</b>	Inspecteur Général pour la Sécurité Nucléaire
<b>INPO</b>	Institute of Nuclear Power Operation
<b>INSAG</b>	International Nuclear Safety Advisory Group

<b>INTRA</b>	Groupe d'Intervention Robotique sur Accidents
<b>IPAC</b>	International Participant Advisory Group
<b>IPSN</b>	Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire
<b>ISBP</b>	Injection de Sécurité Basse Pression
<b>ISR</b>	Ingénieur Sûreté et Radioprotection
<b>KIT</b>	Traitement centralisé des informations du Contrôle Commande
<b>KPS</b>	Panneau de Sûreté
<b>LTC</b>	Local Technique de Crise
<b>MES</b>	Stages de Mise En Situation
<b>MIR</b>	Module d'Inspection du Réacteur
<b>MSI</b>	Mise en Service Industriel
<b>MSQ</b>	Mission Sûreté Qualité
<b>MSR</b>	Stages de Mise en Situation Recréée
<b>NRC</b>	Nuclear Regulatory Commission
<b>NRE</b>	Notification Rapide d'Événement
<b>OACI</b>	Organisation mondiale de l'aviation civile
<b>OCDE</b>	Organisation pour la Coopération et le Développement Economique
<b>ONC</b>	Organisation Nationale de Crise
<b>OSART</b>	Operational SAFETY Review Team
<b>PCD</b>	Poste de Commandement Direction
<b>PLAP</b>	Programme Local d'Adaptation Professionnelle
<b>PPI</b>	Plan Particulier d'Intervention
<b>PRA</b>	Probabilistic Risk Assessment
<b>PTC</b>	Poste de Transfert de Combustible
<b>PUI</b>	Plan d'Urgence Interne
<b>PWR</b>	Pressurized Water Reactor
<b>R &amp; D</b>	Recherche & Développement
<b>RACHEL</b>	Répertoire d'Analyse du comportement Humain en Ligne
<b>RBMK</b>	Réacteur Graphite - Eau légère bouillante
<b>RCV</b>	Système de Contrôle Volumétrique et Chimique
<b>REAL</b>	Région d'Équipement Alpes Lyon
<b>REC</b>	Région d'Équipement Clamart
<b>REP</b>	Réacteurs à Eau Pressurisée
<b>RFS</b>	Règle Fondamentale de Sûreté
<b>RIC</b>	Instrumentation Coeur Réacteur
<b>RNR</b>	Réacteurs à Neutrons Rapides
<b>RTGV</b>	Rupture de Tube de GV
<b>RUR</b>	Boucle de refroidissement d'Ultime secours
<b>S3C</b>	Salle de Commande informatisée du palier N4
<b>SCSIN</b>	Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires
<b>SEMIRAMIS</b>	Système pour l'Étude des Modèles Internes de Représentation et Analyse des Méthodes d'Interprétation de Situations
<b>SEPTEN</b>	Service Etudes et Projets Thermiques et Nucléaires
<b>SFEN</b>	Société Française d'Énergie Nucléaire
<b>SIPA</b>	Simulateur de Formation d'études en situation Post-Accidentelle
<b>SPT</b>	Service de la Production Thermique
<b>SRDF</b>	Système de Recueil de Données de Fiabilité
<b>STE</b>	Spécification Techniques d'Exploitation
<b>TDD</b>	Transition Deflagration Detonation
<b>TMI</b>	Three Mile Island
<b>TS</b>	Turbosoufflante
<b>UNGG</b>	Réacteur à Uranium Naturel Graphite Gaz
<b>UNPEDE</b>	Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Electrique
<b>UNSCER</b>	United Nations Scientific Committee on Effect of Atomic Radiations
<b>VISUREX</b>	Vsîte Sûreté Retour d'EXpérience
<b>VVER</b>	Réacteur à eau sous pression
<b>WANO</b>	World Association of Nuclear Operators
<b>WANO-AC</b>	WANO Atlanta Center
<b>WANO-CC</b>	WANO Coordination Center of London
<b>WANO-MC</b>	WANO Moscow Center
<b>WANO-PC</b>	WANO Paris Center
<b>WANO-TC</b>	WANO Tokyo Center
<b>WIO</b>	WANO Interface Organization

Conception maquette :  
PRESSETATIONS - Paris  
Tél : 45.23.10.48

Photocomposition :  
PC STUDIO - Paris  
Tél : 45.23.10.64

Impression :  
IMPRIMERIE DU MAINE LIBRE - Le MANS  
Tél. 43.43.75.75





