

LES PROBLEMES DE SURETE DANS L'INDUSTRIE
DU TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES IRRADIES

par P. AMAURY⁽¹⁾, C. JOUANNAUD⁽²⁾, F. NIEZBORALA⁽²⁾.

Le document commence par situer l'industrie du retraitement dans l'ensemble du cycle du combustible. Il met en évidence qu'une grande usine de retraitement dessert un nombre important de réacteurs (50 pour une usine de 1 500 tonnes/an).

Puis il évalue les risques potentiels tant vis-à-vis de l'environnement que vis-à-vis du personnel d'exploitation. Les quantités de matières radioactives mises en oeuvre sont très importantes et leur forme physique aisément dispersable représente a priori un risque important. Mais la faible énergie potentielle susceptible d'en entraîner la dispersion, et les dispositions de confinement rigoureuses et redondantes rendent les risques radioactifs très faibles, tant vis-à-vis de l'environnement que vis-à-vis du personnel d'exploitation.

Le problème des interventions pour entretien ou réparation est évoqué. Les techniques d'intervention en milieu radioactif sont parfaitement au point, mais ces interventions représentent les causes principales d'irradiation du personnel d'exploitation.

Les principes de conception appliqués dans les nouvelles usines tiennent compte de ce fait, entraînant un très important effort pour améliorer la fiabilité des équipements et prévoir des dispositifs permettant d'effectuer les opérations de remplacement des éléments défectueux sans entraîner d'irradiation du personnel.

(1) - Compagnie Générale des Matières Nucléaires.

(2) - Institut de Protection et Sécurité Nucléaire, Commissariat à l'Energie Atomique.

LES PROBLEMES DE SURETE DANS L'INDUSTRIE DU TRAITEMENT
DES COMBUSTIBLES IRRADIES

par P. AMAURY⁽¹⁾, C. JOUANNAUD⁽²⁾, F. NIEZBORALA⁽²⁾

I - INTRODUCTION

Le traitement des combustibles irradiés occupe une place très importante dans le cycle du combustible. En effet, les problèmes techniques, économiques, politiques et de sûreté qu'il implique sont chacun assez exceptionnels.

Nous nous limiterons ici aux seuls problèmes de sûreté, tant vis-à-vis de l'environnement que vis-à-vis du personnel d'exploitation. En fait, une part importante des mesures décrites au titre de la sûreté pourraient l'être au titre de la "disponibilité" technique des installations, et nombre de dispositions de conception qui contribuent à la sûreté ont été décidées d'abord pour des raisons de disponibilité.

Il faut d'abord noter que les usines de retraitement sont (et seront) beaucoup moins nombreuses que les réacteurs : une usine de capacité 1 500 t/an peut traiter des combustibles irradiés produits par une cinquantaine de réacteurs de 1 000 MWe chacun.

II - LES RISQUES POTENTIELS

1/ Les quantités de matières radioactives stockées et mises en oeuvre sont très élevées.

Une tonne de combustible irradié refroidi 1 an contient environ 2 million de curies de produits de fission. Or le stockage du combustible avant traitement a une capacité de plusieurs milliers de tonnes, pour une usine importante.

De plus, les produits de fission sont stockés pendant quelques années sur le site de l'usine sous forme liquide, puis solide, en attendant leur transfert vers leurs sites d'enfouissement.

Enfin, il ne faut pas négliger les quantités de matières radioactives en cours de traitement dans l'ensemble des installations.

(1) Compagnie générale des matières nucléaires

(2) Institut de protection et sûreté nucléaire, Commissariat à l'énergie atomique

2/ Les matières radioactives sont présentes sous des formes diverses.

Les matières radioactives peuvent se présenter sous des formes dispersables : solutions, poudres, gaz. Le confinement de ces matières est une préoccupation majeure du retraitement.

III - LA MAITRISE DES RISQUES NUCLEAIRES

La contamination

La sûreté consiste à disposer entre les matières radioactives, le personnel et l'environnement, des systèmes de confinement comprenant plusieurs barrières s'opposant au transfert des matières dangereuses. Ces barrières peuvent être des barrières physiques (parois des appareils et des cellules) ou être réalisées par le fonctionnement de systèmes de ventilation appropriés (ventilation du procédé d'une part, des bâtiments d'autre part), assurent un étagement de la dépression des zones les moins susceptibles d'être contaminées vers les zones les plus susceptibles d'être contaminées, et munies d'appareillage de filtration adéquats. L'effort principal est fait sur la prévention, et notamment sur la qualité de la première barrière physique. Des systèmes de surveillance permettent de détecter de façon précoce les ruptures de ces barrières.

L'irradiation

La division de l'installation en zones réglementées, la présence de protections biologiques et de dispositifs adéquats de mesure du rayonnement ambiant et d'alarme rend très faible le risque d'irradiation pour le personnel en fonctionnement normal.

Le risque principal d'irradiation provient des interventions pour entretien ou réparation. Un effort particulier est fait sur les nouvelles usines pour réduire au minimum ces interventions. Pour ce faire, la maintenance directe sur appareil de procédé est effectuée en général par échange standard téléopéré : la réparation du matériel échangé s'effectue en temps mesuré dans des cellules spécialement conçues et sans la contrainte d'extrême urgence permanente qui reste souvent le lot des installations courantes et conduit à des conditions d'exploitation parfois difficiles.

La Criticité

La prévention du risque de criticité est assurée par les procédés suivants :

- conception de l'appareillage (géométrie favorable);
- limitation de la masse de matière fissile;
- surveillance du rapport de modération pour les produits secs;
- utilisation de poisons.

Ces moyens peuvent être utilisés simultanément. Cependant, dans la mesure du possible, on visera à assurer la prévention par l'utilisation d'une géométrie favorable. L'adoption de ce principe entraîne, compte tenu de la capacité de l'usine, un effort technologique important. Il garantit la sûreté de l'installation contre le risque considéré indépendamment de tout contrôle administratif.

Il faut cependant noter qu'un accident de criticité - événement très peu probable - n'aurait que des conséquences faibles sur le personnel, compte tenu de l'existence de protections contre les rayonnements nécessités par la nature des matières radioactives traitées, même dans les zones où le plutonium est débarrassé des produits de fission, et par le fait que le personnel se tient normalement dans des salles de contrôle suffisamment éloignées des équipements. Un tel accident a peu de chance d'entraîner une rupture de confinement, car l'énergie développée est faible : 8 KWh pour 10^{18} fissions, considérée comme valeur maximale du pic d'excursion critique.

IV - LE PROBLEME DES EFFLUENTS ET DECHETS

IV.1 - Effluents gazeux

Ces effluents sont produits essentiellement au cours de la dissolution du combustible. Ils se composent principalement de Krypton 85, d'halogènes, de tritium (hydrogène ou vapeur d'eau tritiées) et d'une très faible quantité d'aérosols. Un survol rapide de la situation actuelle et des valeurs retenues pour les projets en cours permet de mesurer l'effort réalisé pour l'amélioration du piégeage de ces radionucléides et les résultats de ces efforts.

85 Kr : En l'absence de technologie qualifiée pour piéger ce radionucléide et compte tenu de sa nuisance très faible sur l'environnement, la dilution dans l'atmosphère est retenue pour la prochaine génération d'usines. Toutefois des études sont en cours pour réaliser un système de rétention efficace de cet effluent.

129 I - 131 I : Après un refroidissement de plus d'un an, le rejet d'iode 131 est négligeable. Il n'en est pas de même pour l'iode 129 dont la période est beaucoup plus longue ($1,6 \cdot 10^7$ ans). Les systèmes de rétention actuels (lavages successifs des effluents émis du procédé, notamment par une solution alcaline) permettent de retenir 90 à 95 % de l'iode contenu dans le combustible. Des pièges additionnels permettent d'atteindre plus de 95 % de rétention. Dans le cas d'un site comme celui de La Hague, l'impact de ce rejet sur l'écosystème est faible. Bien entendu, les mécanismes de transfert par la chaîne

.../...

alimentaire fait l'objet d'études poussées et d'une surveillance constante, en particulier par le prélèvement systématique d'échantillon d'eaux, de végétaux et de lait dans l'environnement.

Tritium : Pour les études d'impact, une petite partie (5 à 8 %) du tritium présent dans le combustible est supposé se retrouver dans les effluents gazeux. En fait, l'impact de ce rejet est extrêmement faible.

^{14}C : Le rejet de carbone 14 principalement sous forme de gaz carbonique est estimé à ce jour de l'ordre de 0,75 Ci/t de combustible. Il n'existe pas à l'heure actuelle de procédé spécifique permettant de piéger ce radionucléide. On considère cependant que le lavage alcalin des effluents assure un arrêt efficace. Le comportement de cet élément dans le procédé de traitement, et ses effets sur l'environnement sont encore mal connus. Il semble en premier examen que son impact sur les écosystèmes soit négligeable.

Aérosols : Les aérosols sont pour leur plus grande partie arrêtés par les lavages des effluents gazeux et par le passage de ces effluents, avant rejet, dans des filtres à très haute efficacité. L'activité rejetée, actuellement de 2,5 mCi/tonne de combustible retraité, sera abaissée, dans les projets en cours, à 0,6 mCi/tonne. L'évaluation de l'impact sur l'environnement de l'usine actuelle et des usines en projet, prenant en compte tant l'irradiation directe que le transfert par les aliments, a fait apparaître, pour les personnes vivant dans un rayon de 10 km autour du site de l'Etablissement CBGEMA de la Hague de l'ordre de quelques millièmes de la dose maximale admissible pour le public, tant pour l'organisme entier que pour la peau (irradiation par le ^{85}Kr) et pour la thyroïde (irradiation par l'iode 129).

IV.2 - Effluents liquides

Dans les nouvelles usines, le traitement des effluents est intégré au procédé. Il est possible ainsi de réduire considérablement les rejets, en particulier en utilisant l'évaporation.

Il est apparu que le traitement d'épuration des sous produits liquides avant rejet devrait être fait en 2 étapes :

1/ Epuration avec recyclage maximum dans les unités de procédé de l'usine de retraitement, en particulier par évaporation. Les distillats, qui seront soit recyclés dans l'usine, soit transférés vers la station de traitement des effluents de l'Etablissement, n'auront qu'une activité très faible en dehors de celle apportée par le tritium.

2/ Epuration complémentaire, si nécessaire, et en tout cas en secours, par un traitement de coprécipitation mis en oeuvre à la station de traitement des effluents.

Les radionucléides rejetés dans les effluents liquides sont principalement les suivants :

Tritium : Les rejets de tritium dans les effluents liquides, sous forme d'eau tritiée, sont estimés à 750 Ci/t de combustible retraité. Le tritium se trouve en majeure partie dans les rejets liquides. Lorsque ces rejets ont lieu en mer ou dans un grand fleuve, ceci ne pose pas de problème de nuisance, le tritium n'étant pas concentré par les animaux et végétaux. Il faut rappeler également que la période du tritium est courte : 12 ans. Mais, au cours des recyclages internes des effluents à l'intérieur de l'usine préalablement au rejet, la présence de tritium dans les eaux recyclées peut entraîner un risque non négligeable pour le personnel d'exploitation. C'est pourquoi un procédé original est utilisé dans les nouvelles usines françaises pour arrêter le transfert du tritium au niveau du 1er cycle d'extraction.

Autres radionucléides émetteurs β : Les rejets en autres radionucléides émetteurs β sont de l'ordre de 50 Ci/t. Les progrès effectués dans les nouvelles installations permettront de ramener ce chiffre à environ 28 Ci/t. La répartition de ces rejets, par radionucléide considéré serait la suivante :

- Strontium et Yttrium 90	7,3 %
- Cesium 137	6,7 %
- Cerium et Praseodyme 144	0,01 %
- Ruthenium et Rhodium 106	64 %
- Autres	21,1 %

Radionucléides émetteurs α : Les améliorations projetées dans les procédés permettront de réduire le rejet de radionucléides émetteurs α à dixième de sa valeur actuelle, soit à 18 m Ci/ t de combustible retraité.

Les conséquences sur l'environnement de ces rejets, prenant en compte l'irradiation des personnes exposées lors du séjour sur la plage ou de la manipulation d'engins de pêche, ainsi que les transferts par la voie alimentaire, font apparaître des équivalents de dose de quelques cent millièmes de dose maximale admissible pour le public, en ce qui concerne l'organisme entier, et de quelques millièmes, en ce qui concerne l'appareil digestif.

IV.3 - Déchets solides

Plus de 99 % des produits contenus dans le combustible irradié à retraiter sont extraits au premier cycle d'extraction, concentrés, stockés, puis vitrifiés. Le verre contient des impuretés provenant des matières de gainage, des produits de corrosion, des traces de plutonium et d'uranium non séparés et la plupart des éléments transuraniens.

On estime à 100 litres par tonne de combustible retraité le volume de produits de fission vitrifié produit.

Pour convenir à un stockage à long terme, voire permanent, la matière dans laquelle les déchets haute activité vont être vitrifiés, doit présenter les caractéristiques principales suivantes :

- stabilité chimique, c'est-à-dire grande résistance à la corrosion et à la dissolution, et faible vitesse de lixiviation des matières radioactives incorporées,
- stabilité au rayonnement, c'est-à-dire faible modification des propriétés chimiques et mécaniques sous l'effet de rayonnements provenant de la décroissance des matières radioactives incorporées,
- stabilité thermique, c'est-à-dire faible modification des propriétés chimiques et mécaniques dans la gamme de températures correspondant à l'échauffement dans des conditions de stockage données,
- possibilité d'incorporer des quantités de matières dissoutes dans les déchets liquides de sorte que le volume obtenu après solidification soit bien inférieur au volume initial des déchets liquides,
- structure physique limitant la surface se prêtant à des échanges avec l'environnement.

Le verre répond aux exigences énoncées ci-dessus.

Les produits de fission et les oxydes transuraniens sont incorporés dans le réseau et la nature de l'état vitreux est telle que la matière solide puisse dissoudre, sous l'effet de la chaleur, la quasi-totalité des oxydes afin que tous les produits de fission et éléments transuraniens puissent être incorporés dans une matière homogène, isotrope et non poreuse. Le verre choisi est un silico aluminate qui contient de 35 à 45 % de silice, et de 9 à 19 % d'oxyde de bore. Les produits de fission,

une fois concentrés et vitrifiés, posent un problème de stockage et de d'évacuation. Il est prévu un stockage intermédiaire de quelques dizaines d'années avant enfouissement en stockage de très longue durée (dit "géologique"). En effet, les verres dégagent une puissance de l'ordre de 10² W/l au bout d'un an de refroidissement et de 10 W/l au bout de 10 ans. Ce dégagement nécessite dans un premier temps un moyen de refroidissement sûr. Le refroidissement par air forcé dans les premières années, puis ensuite par convection naturelle a été choisi pour les usines françaises. Dans ces installations, les conteneurs sont stockés dans des puits verticaux. La circulation de l'air de refroidissement et de ventilation dans les puits se fait de bas en haut. La température maximale à l'intérieur du verre est maintenue au-dessous de 600°C et l'air qui entre à 25°C sort à 100°C. En cas d'interruption de la ventilation forcée, le refroidissement reste assuré par la convection naturelle et l'air sort alors à 150°C.

Les qualités du verre, qui ont motivé son choix pour le stockage longue durée en couches géologiques profondes, contribuent à garantir, dans le stockage intermédiaire, conçu comme un atelier de retraitement, une protection de l'environnement qui doit être considérée comme de haut niveau.

Les "coques" constituées par les gaines des éléments combustibles cisailés forment un autre déchet de haute activité. Dans un premier temps ces déchets seront enrobés dans un matériau à base de ciment spécial. Des études sont en cours pour la mise au point d'autres procédés de conditionnement (compactage, fusion...). Les coques résultant du traitement d'une tonne de combustible donneront, après enrobage dans du béton un volume d'environ 0,35 m³. Les insolubles de la dissolution constituent les "fines" composées essentiellement de fines particules de zirconium et de ruthénium. Il est étudié leur incorporation au verre dans l'installation de vitrification des produits de fission.

Les déchets de faible et moyenne activité représentent dans les usines actuelles des volumes importants. Dans les nouvelles usines un effort important sera fait pour réduire le volume et l'activité. En particulier la diminution importante de l'usage des boîtes à gants et des transferts par manche plastique contribueront largement à cette amélioration. Pour une tonne de combustible retraité, ces déchets, enrobés dans du bitume représenteront un volume de l'ordre de 4 m³.

.../...

V - LES ACCIDENTS POTENTIELS SUSCEPTIBLES D'ENTRAINER DES CONSEQUENCES POUR L'ENVIRONNEMENT

Les multiples confinements réalisés dans l'usine autour des matières nucléaires rendent hautement improbable une contamination accidentelle de l'environnement, ceci en particulier parce que l'énergie potentielle disponible pour entraîner la rupture de la totalité des barrières de confinement successives est faible.

Mais, dans les stockages situés en amont et en aval de l'installation de traitement, les quantités stockées produisent en permanence une énergie thermique très importante. On peut penser que la perte de refroidissement permanent maintenant la température suffisamment basse pourrait entraîner une rupture des barrières de confinement et une dispersion des matières radioactives.

Nous allons examiner les installations en question :

- Le stockage des combustibles irradiés avant traitement

Ce stockage comprend plusieurs milliers de tonnes de combustible irradié, produisant quelques dizaines de MW. Il est réalisé sous eau, dans de grandes piscines conçues pour résister au séisme majoré de sûreté, donc présentant une très bonne garantie de confinement.

Le volume d'eau est très important et présente donc une grande inertie thermique. L'eau est maintenue normalement à une température d'environ 40°C grâce à un système de refroidissement. En cas de panne du système de refroidissement, l'élévation de température serait inférieure à 2°C par heure, ce qui laisse un temps très largement suffisant pour remettre en état l'installation ou mettre en service les moyens de secours.

- Le stockage liquide des produits de fission concentrés

Ces solutions sont stockées quelques mois ou quelques années, avant vitrification.

Les cuves de stockage sont réalisées avec le plus haut niveau de qualité ; à la température de stockage de 60° maximum, le taux de corrosion est très faible. Ces cuves sont placées dans des cellules en béton comportant une lèchefrite de capacité suffisante pour contenir la solution correspondant à une cuve. L'expérience de ce type de stockage en solution nitrique depuis plus de 20 ans en Europe et aux USA n'a mis en évidence aucune fuite.

L'énergie thermique dégagée au sein de la solution est importante : jusqu'à 18 W par litre.

Ceci met en évidence l'importance de la sûreté du système de refroidissement.

Les dispositions suivantes sont prévues pour garantir cette sûreté :

- Un circuit primaire de refroidissement est réalisé en circuit fermé,
- Ce circuit primaire est séparé en deux unités indépendantes, chacune étant capable d'assurer un refroidissement suffisant pour maintenir les solutions en dessous de l'ébullition.
- Le circuit secondaire est également divisé en plusieurs éléments de telle façon que la défaillance de l'un n'entraîne pas une diminution sensible de la capacité de refroidissement.
- Les systèmes d'alimentation en énergie et en eau sont conçus avec un haut degré de fiabilité.

Compte tenu de ce que l'on fait appel à des systèmes simples, bénéficiant d'une grande expérience dans l'industrie classique, que les pressions et les températures sont basses, les défaillances, quelles qu'elles soient, pourront être réparées en moins de quelques heures.

Cependant, au cas où une défaillance se prolongerait plus de quelques heures, les cuves et les systèmes d'évents sont conçus pour pouvoir supporter l'ébullition sans conséquences majeures.

- Le stockage des produits de fission solidifiés

Ce stockage est destiné à attendre la mise en service d'un stockage d'évacuation en structure géologique. Par ailleurs, il présente l'intérêt de réduire la radioactivité, donc le dégagement thermique, ce qui facilite les opérations de transport et de stockage définitif.

La forme physique du verre réduit considérablement les risques de dispersion dans l'environnement en cas d'accident. Cependant il faut maintenir ces verres à une température suffisamment basse pour réduire le risque de dévitrification, c'est-à-dire qu'il ne faut pas dépasser 650°C environ.

Le choix s'est porté sur le refroidissement par air. Pendant les premières années, l'air est mis en circulation par des ventilateurs. Le fonctionnement de ce système de refroidissement

doit présenter un haut degré de fiabilité.

Après quelques années, le dégagement thermique est suffisamment bas pour qu'il puisse être fait appel à un refroidissement par tirage naturel, de telle sorte que la sûreté du stockage soit indépendante de toute source extérieure d'énergie.

Bien entendu, les structures de ce stockage sont conçues pour résister à toutes les agressions externes prévisibles : séismes, tornades, chutes d'aéronefs.

IV - LES EFFETS DES AGRESSIONS PHYSIQUES EXTERNES

Nous entendons par agressions externes :

- les agressions provenant de phénomènes de la nature : séismes, inondations, tornades ;
- les agressions provenant des activités humaines :
 - .. chutes d'aéronefs,
 - .. activités industrielles,
 - .. etc...

Ces agressions sont prises en compte dans les études de sûreté des installations de retraitement dès la conception. Nous allons examiner quelques cas particuliers.

Les séismes

- Un niveau de séisme est pris en compte pour les études de sûreté, le séisme majoré de sûreté (SMS) déterminé habituellement en majorant de 1 unité dans l'échelle de Mercalli modifiée le Séisme Maximum Historique Vraisemblable (SMHV).

Pour ce séisme, l'installation doit être conçue pour répondre aux exigences suivantes :

- Maintien de l'étanchéité et intégrité suffisante des diverses barrières de manière à prévenir les risques inacceptables pour l'environnement.
- Maintien suffisant des paramètres et dispositions de prévention des accidents de criticité de telle sorte qu'un tel accident reste improbable

Dans l'étude, on doit tenir compte :

- du potentiel de risque (nature et importance des sources radioactives),
- de la capacité de l'ensemble des barrières à maintenir un niveau de confinement suffisant après une certaine altération de leurs caractéristiques par le séisme.

En pratique, compte tenu de la marge de sécurité importante apportée par la majoration du niveau du séisme pris en compte, l'étude portera essentiellement sur les sous-ensembles présentant le potentiel de risque le plus élevé - c'est-à-dire :

- les stockages de combustibles irradiés,
- les stockages de produits de fission concentrés liquides et solides.

et bien entendu les installations de refroidissement associées.

Les chutes d'avions :

Pour les chutes d'avions il est nécessaire en premier lieu d'effectuer une étude probabiliste de ce type d'accident. Si la probabilité annuelle de chute sur les installations sensibles (les mêmes que ci-dessus) est relativement élevée (supérieure à 10^{-6} environ) une étude doit mettre en évidence les conséquences pour l'environnement d'un tel accident. Si les conséquences sont élevées et inacceptables, des dispositions doivent être prises pour protéger les installations ou réduire ces conséquences.

V - LES RISQUES CLASSIQUES (non nucléaires)

Les risques classiques doivent être pris en compte dans les études de sûreté des usines de retraitement, au moins ceux qui sont susceptibles d'entraîner des conséquences radioactives. Parmi ceux-ci, les principaux sont :

- les chutes d'objets lourds,
- l'incendie,
- les risques dus aux réactions chimiques.

Le risque de chute d'objets lourds est envisagé surtout lors des opérations de manutention des châteaux de transport du combustible. La masse importante - parfois une centaine de tonnes - et les grandes hauteurs de manutention sont susceptibles de conduire à des effets destructeurs importants en cas de chute. Il faut en particulier veiller à la tenue des piscines de stockage et de déchargement. Il ne faut pas oublier également les ponts roulants assurant ces manutentions, en prenant au moins toutes précautions pour qu'un déraillement soit impossible.

Le risque d'incendie doit être soigneusement étudié, car il peut conduire à des accidents ou incidents radioactifs, soit par destruction du confinement de la matière radioactive, soit par destruction de certaines fonctions de sûreté : systèmes de surveillance ou de commande.

En particulier, la division des installations en "secteurs de feu et de contamination" est une règle impérative. Il est à noter que la conception des installations industrielles de retraitement, en particulier par la qualité des confinements, garantit déjà une bonne qualité de prévention du risque d'incendie.

Les risques chimiques peuvent engendrer des conséquences radioactives par un dégagement d'énergie susceptible de rompre le confinement des matières radioactives.

Parmi les réactions susceptibles de présenter un risque nucléaire, on peut citer :

- la réaction formaldéhyde-acide nitrique,
- l'utilisation de résines échangeuses d'ions en présence d'acide nitrique concentré,
- l'hydrogène provenant de la radiolyse de solutions aqueuses de produits de fission très concentrées.

La réaction formaldéhyde-acide nitrique est utilisée depuis plus de 20 ans en France lors de la concentration des produits de fission. Les paramètres de contrôle de cette réaction sont très bien connus et faciles à maîtriser. De toute façon l'énergie susceptible d'être dégagée dans le processus opératoire utilisé ne peut conduire à une rupture du confinement primaire.

.../...

L'utilisation de résines échangeuses d'ions pour la purification du plutonium a été abandonnée dans les installations industrielles françaises pour de multiples raisons.

Le problème des gaz de radiolyse de l'eau peut être maîtrisé aisément par une dilution par de l'air des ciâls de cuves de stockage des produits de fission en solution. Mais les quelques mesures effectuées semblent montrer que ce phénomène est surestimé ; on ne retrouve pas les quantités d'hydrogène données par la théorie. On suppose que les impuretés contenues dans les solutions contribuent à reformer les molécules d'eau dissociées. Un programme d'études va être lancé pour évaluer ces phénomènes.

VI - PREVENTION DE DETOURNEMENT DE MATIERE FISSILE

La protection contre le détournement de matière fissile doit être au centre des préoccupations dans la conception des nouvelles usines. En effet, comme pour la sûreté, c'est par la prévention fondée sur des dispositions intrinsèques que la sécurité doit d'abord être recherchée.

De ce point de vue, l'effort fait au plan de la sûreté pour accroître l'efficacité des confinements va de façon nette dans ce sens.

CONCLUSIONS

L'expérience de plus de 20 ans de l'industrie du retraitement a permis de bien maîtriser les problèmes de sûreté dans ce domaine. Mais la réalisation de nouvelles usines de grande capacité destinées au traitement des combustibles des réacteurs à eau ordinaire a conduit à revoir un certain nombre de problèmes de sûreté, qui se posaient de façon plus aiguë, en particulier :

- les conditions d'exploitation,
- le stockage des produits de fission,
- l'épuration des effluents liquides et gazeux,
- le conditionnement des déchets solides.

On peut retenir que les nouvelles usines présenteront encore plus de garantie de sûreté que celles qui sont déjà en exploitation, qui, elles-mêmes n'ont pas donné lieu à des accidents sérieux, alors qu'elles ont été conçues à l'origine avec une expérience très limitée du risque radioactif.