

PROJET

DECISION RELATIVE AUX OBLIGATIONS ET
CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE SURETE A APPLIQUER
AUX FUTURES TRANCHES NUCLEAIRES DE 1400 MWe

oOo

SOMMAIRE

PREAMBULE	p 1
CHAPITRE I - DISPOSITIONS GENERALES	p 3
I.1 - Bases générales de conception	p 3
I.2 - Prise en considération de conditions non considérées comme plausibles	p 7
I.3 - Revue de la conception	p 8
I.4 - Qualification des matériels et équipements	p 8
I.5 - Utilisation de l'expérience de construction et d'exploitation	p 8
I.6 - Dispositions pour la conduite de l'installation	p 9
CHAPITRE II - DISPOSITIONS PARTICULIERES	p 10
II.1 - Plan de masse	p 10
II.2 - Calage en niveau des différents bâtiments	p 11
II.3 - Eléments combustibles et équipements internes à la cuve	p 12
II.4 - Bâtiment du combustible	p 14
II.5 - Circuit primaire principal	p 16
II.6 - Niveau d'activité du fluide primaire et radioprotection	p 18
II.7 - Enceinte de confinement et sortie des tuyauteries principales de vapeur d'eau	p 19
II.8 - Installation des matériels et accès dans le bâtiment réacteur	p 21
II.9 - Bâtiment des auxiliaires nucléaires, bâtiment des auxiliaires de sauvegarde et bâtiment de traitement des effluents	p 23
II.10 - Moyens d'évacuation de la puissance thermique	p 25
II.11 - Refroidissement de secours du coeur du réacteur	p 27
II.12 - Alimentation en énergie électrique des auxiliaires importants pour la sûreté	p 28
II.13 - Locaux électriques et moyens de repli	p 30
II.14 - Systèmes de pilotage et de protection du réacteur	p 31

DECISION RELATIVE AUX OBLIGATIONS ET
CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE SURETE A APPLIQUER
AUX FUTURES TRANCHES NUCLEAIRES DE 1400 MWe

PREAMBULE

Les caractéristiques principales envisagées par Electricité de France, en vue d'apporter des améliorations à la sûreté des futures tranches nucléaires comportant un réacteur à eau sous pression ont été présentées par cet établissement dans un document transmis le 15 décembre 1981 au chef du service central de sûreté des installations nucléaires et révisé le 13 juillet 1982. Electricité de France a proposé d'apporter les améliorations précitées dès la conception des futures tranches de 1400 MWe (1450 MWe pour un fonctionnement en base).

Un examen de ce document a été effectué par le service central de sûreté des installations nucléaires et ses appuis techniques, notamment le groupe permanent chargé des réacteurs nucléaires, en tenant compte en particulier des justifications plus détaillées apportées par Electricité de France lors de cette instruction. Cet examen a notamment porté sur les différences entre la conception des tranches de 1400 MWe et celle des tranches de 1300 MWe actuellement en cours de démarrage.

Compte tenu des conclusions de cet examen, la présente décision fixe, en vue d'en stabiliser les règles de conception et de construction, les obligations et caractéristiques principales de sûreté à appliquer aux futures tranches de 1400 MWe.

Ces obligations et caractéristiques principales de sûreté ont été regroupées suivant deux chapitres traitant respectivement des dispositions générales applicables au dimensionnement des futures tranches de 1400 MWe et des dispositions particulières applicables à des parties ou éléments importants de ces tranches, dont la définition précoce est apparue souhaitable ; en particulier ces obligations et caractéristiques ne visent pas à traiter de façon exhaustive l'ensemble des sujets importants pour la sûreté de ces tranches.

Ces chapitres précisent notamment les caractéristiques principales présentées par Electricité de France qui sont reconnues, dans leur principe, acceptables du point de vue de la sûreté étant entendu que cet établissement devra, dans le cadre des procédures réglementaires en vigueur, préciser et justifier pour chaque tranche de 1400 MWe les dispositions techniques détaillées qu'il a retenues ou se propose de retenir, en particulier à l'égard des obligations principales de sûreté explicitées dans la présente décision. Il devra également, dans ce cadre, démontrer, après avoir le cas échéant apporté les adaptations nécessaires, la compatibilité des caractéristiques principales précitées avec le site envisagé et préciser et justifier les dispositions qu'il met en oeuvre pour garantir la qualité de chaque tranche, tant pour ce qui concerne sa conception que sa réalisation et son exploitation.

Des modifications appropriées devraient toutefois être apportées à ces caractéristiques principales, notamment à la demande de l'administration, si une amélioration substantielle de la sûreté des installations concernées apparaissait nécessaire pour tenir compte d'éléments nouveaux éventuels qui pourraient résulter notamment de l'expérience d'exploitation et de construction des tranches nucléaires du même type ou plus généralement du progrès des connaissances en matière de sûreté.

De plus la présente décision ne doit empêcher en rien d'éventuels progrès dans le développement des futures tranches : des modifications pourront à ce titre être apportées à ces caractéristiques à la demande d'Electricité de France sous réserve qu'il soit démontré que ces modifications ne diminuent pas le niveau de sûreté des installations concernées.

La présente décision, qui s'applique aux tranches nucléaires comportant un réacteur à eau sous pression d'une puissance de l'ordre de 1400 MWe qui seront engagées dans les prochaines années, ne saurait en aucun cas faire obstacle au respect des dispositions réglementaires en vigueur, notamment en matière :

- d'installations nucléaires de base,
- d'application du code du travail,
- de rejets d'effluents radioactifs,
- d'appareils à pression,
- de régime de l'eau,
- de protection de l'environnement,
- de protection et de contrôle des matières nucléaires.

CHAPITRE I - DISPOSITIONS GENERALES

1.1. - Bases générales de conception

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne la conception des tranches comportant un réacteur nucléaire à eau pressurisée et le classement des matériels doivent notamment viser à :

- faire en sorte qu'en fonctionnement normal, les équivalents de dose reçus par les travailleurs et les personnes du public soient aussi faibles que possible et, en tout état de cause, inférieurs aux limites fixées par la réglementation en vigueur.

- plus généralement, faire en sorte que l'existence d'une tranche sur un site donné ne conduise pas à des risques inacceptables.

En principe, les conséquences les plus graves devraient avoir la probabilité globale la plus faible et, en tout état de cause, avoir une probabilité globale inférieure à une valeur d'autant plus faible que les conséquences sont graves.

- oOo -

En pratique, la justification de ce que cet objectif est atteint peut être apportée en examinant plus particulièrement sur la base d'études appropriées incluant notamment des marges de sécurité suffisantes, les conséquences d'un nombre limité de conditions de fonctionnement conventionnelles dont la fréquence estimée est précisée en ordre de grandeur et dont il doit être montré que les conséquences sont, pour chaque catégorie de fréquence, majorantes de celles des autres conditions de fonctionnement de cette catégorie.

A la liste des conditions de fonctionnement ainsi définie doit s'ajouter celle des événements d'origine externe à l'installation et propres à chaque site. Parmi les agressions envisagées dans ce cadre, doivent notamment figurer les agressions liées :

- . aux séismes, raz de marée et mouvements de terrain,
- . aux conditions météorologiques extrêmes,
- . aux agressions d'origine hydraulique, notamment en tenant compte à la fois des crues éventuelles des rivières et des difficultés pouvant survenir sur les ouvrages d'aménagement hydraulique,
- . aux chutes d'avions,
- . aux explosions, nappes de gaz, incendies ou projectiles pouvant résulter d'activités humaines liées notamment aux équipements industriels ou portuaires ainsi qu'aux voies de communication.

A ces listes doit également s'ajouter une liste constituée d'événements ou de combinaisons d'événements susceptibles de conduire à une condition de fonctionnement dont les conséquences du point de vue de la sûreté excèdent notablement les conséquences des conditions de fonctionnement de la même catégorie de fréquence et, dans ce cas, des dispositions appropriées doivent être prises pour faire en sorte que les conséquences de ces événements soient en rapport avec celles des conditions de fonctionnement de la catégorie obtenue, compte tenu d'une éventuelle réduction de la probabilité d'occurrence de la condition de fonctionnement considérée.

D'une façon générale, ces listes devraient être complétées par tout évènement ou combinaison d'évènements pour lequel des dispositions s'avèreraient devoir être prises pour en ramener le risque à un niveau acceptable.

L'ensemble des conditions ainsi définies est désigné dans la suite de la présente décision par l'ensemble des conditions considérées comme plausibles.

- oOo -

Indépendamment de l'examen de l'ensemble de ces conditions, des dispositions appropriées doivent être prises pour minimiser les risques de défaillances de mode commun.

A cet égard, les divers composants, voies ou liaisons redondants des systèmes importants pour la sûreté sont disposés de façon appropriée au sein des installations et sont, dans la limite des nécessités et des possibilités techniques, diversifiés dans leur conception ou leur réalisation.

De même, des dispositions appropriées doivent être prises pour minimiser les risques et les conséquences des incendies et permettre leur détection, empêcher leur extension et assurer leur extinction ainsi que pour protéger plus particulièrement les circuits importants pour la sûreté de façon suffisante par les dispositions de construction et, selon les cas, par redondance, contre tous les effets dynamiques et tous les projectiles qui pourraient les atteindre.

Les matériels électriques importants pour la sûreté sont implantés à un niveau permettant de garantir que ces matériels resteront hors d'eau dans toutes les situations considérées comme plausibles.

Enfin, des mesures appropriées doivent être prises pour faciliter l'exploitation et réduire autant que faire se peut les risques d'erreurs d'exploitation.

- oOo -

Il est par ailleurs souhaitable que des mesures appropriées soient prises dès la conception des installations, pour faciliter le déroulement du démantèlement ultérieur de ces installations.

B. La liste des conditions de fonctionnement suivante, dont Electricité de France a proposé d'expliciter l'analyse dans ses rapports de sûreté et qu'il a proposé d'étudier avec des hypothèses pénalisantes et avec des règles de calcul et des critères déterministes conventionnels, tels que celui explicité dans la règle fondamentale de sûreté relative à l'utilisation du critère de défaillance unique, est, dans son principe et sous réserve que les études de fiabilité des systèmes entreprises par cet établissement en confortent le bien fondé, acceptable.

- Conditions de fonctionnement normales dans les limites des spécifications techniques et précisées dans les règles générales d'exploitation (conditions de fonctionnement de première catégorie) ;

- Incidents de fréquence moyenne dont les conséquences doivent demeurer extrêmement limitées (conditions de fonctionnement de deuxième catégorie) ;

- . retrait incontrôlé de grappes de contrôle, réacteur sous-critique,

- . retrait incontrôlé de grappes de contrôle, réacteur en puissance,
 - . mauvais positionnement, chute d'une grappe ou d'un groupe de grappes,
 - . dilution incontrôlée d'acide borique,
 - . perte partielle de débit primaire,
 - . démarrage d'une boucle inactive,
 - . perte totale de charge - déclenchement turbine
 - . perte de l'eau alimentaire normale,
 - . mauvais fonctionnement de l'eau alimentaire normale,
 - . perte des alimentations électriques externes,
 - . augmentation excessive de la charge,
 - . dépressurisation momentanée du circuit primaire par ouverture d'une ligne de décharge du pressuriseur,
 - . ouverture intempestive d'une soupape du secondaire,
 - . démarrage intempestif de la borication automatique,
- Accidents peu fréquents dont les conséquences doivent demeurer suffisamment limitées (conditions de fonctionnement de troisième catégorie) :
- . perte de réfrigérant primaire (petites brèches),
 - . dépressurisation de longue durée du circuit primaire par ouverture d'une ligne de décharge du pressuriseur,
 - . petite brèche du circuit secondaire,
 - . perte totale de débit primaire,
 - . mauvais positionnement d'un assemblage combustible dans le réacteur,
 - . retrait d'une grappe de contrôle à pleine puissance,
 - . rupture du réservoir du circuit de contrôle chimique et volumétrique,
 - . rupture du réservoir de stockage du circuit de traitement des effluents gazeux,
 - . rupture complète d'un tube de générateur de vapeur,
- Accidents graves et hypothétiques dont les conséquences doivent demeurer acceptables (conditions de fonctionnement de quatrième catégorie) :
- . accident de manutention de combustible,
 - . brèche importante du circuit secondaire (eau ou vapeur),

- . rotor bloqué d'une motopompe primaire,
- . éjection d'une grappe de réglage,
- . perte de réfrigérant primaire (rupture importante),
- . rupture complète de deux tubes de générateur de vapeur.

- oOo -

Pour ce qui concerne les agressions d'origine externe, la démarche suivante, proposée par Electricité de France à cet égard, est dans son principe acceptable :

Un projet type est défini qui est mis en oeuvre sur les sites pour lesquels il peut être démontré que ce projet permet de respecter les règles générales définies en A ci-dessus. Pour les autres sites, des modifications appropriées doivent être apportées au projet type afin que ces conditions demeurent respectées. Ce projet type concerne principalement le bâtiment du réacteur, le bâtiment du combustible, le bâtiment des auxiliaires nucléaires, le bâtiment des auxiliaires de sauvegarde, le bâtiment "électrique", le bâtiment de traitement des effluents et le schéma d'évacuation de l'énergie électrique.

Les modalités de conception suivantes sont retenues, pour les parties concernées du projet type, à l'égard des risques d'agression d'origine externe à l'installation :

- pour ce qui concerne les risques liés aux séismes, on utilise le spectre de réponse de résonateurs défini par la Nuclear Regulatory Commission des Etats-Unis d'Amérique dans le Regulatory Guide 1.60, calé à une accélération maximale horizontale du sol à période nulle de 0,15 g ; le module d'Young dynamique moyen du sol est supposé pouvoir varier entre 5 000 et 100 000 bars,
- pour ce qui concerne les risques liés aux chutes d'avion, on considère la chute d'un avion de l'aviation générale en prenant en compte un projectile "dur" (avion monomoteur CESSNA 210 de 1,5 tonne) et un projectile "mou" (avion biréacteur LEAR JET 23 de 5,7 tonnes),
- pour ce qui concerne les risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication, la tenue de l'ensemble des installations ayant une fonction de sûreté est assurée pour une onde incidente de surpression de forme triangulaire à front raide pour laquelle la valeur maximale de la surpression est de 50 millibars et la durée de la surpression de 300 millisecondes.

Les aspects particuliers à chaque site sont pris en compte de la façon suivante :

- les fondations des différents bâtiments sont déterminées pour chaque site, compte tenu de ses caractéristiques,
- la plate-forme sur laquelle sont implantées les différentes tranches d'un site est à un niveau tel qu'il permet de protéger les installations contre les agressions d'origine hydraulique,
- les règles fondamentales de sûreté relatives aux risques liés aux chutes d'avions, à l'environnement industriel et aux voies de communication, et aux agressions d'origine hydraulique sont appliquées.

Pour la liste des évènements et combinaisons d'évènements suivants, Electricité de France a proposé de montrer que les dispositions qui seront prises permettront d'amener les conséquences de ces évènements du point de vue de la sûreté au niveau de celles des conditions de fonctionnement de quatrième catégorie. Cette démonstration pourra notamment être basée sur une approche probabiliste, ne pas prendre en compte de défaillance supplémentaire et utiliser des marges moindres de conservatisme. Le cas échéant, des dispositions visant à réduire, en tant que de besoin, les risques de mode commun seront prises.

- . défaillance du circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeur lors des conditions de fonctionnement de première et de seconde catégories où il est utilisé,
- . défaillance du système d'arrêt d'urgence lors des conditions de fonctionnement de première et seconde catégories nécessitant l'intervention de ce système,
- . défaillance totale des alimentations électriques,
- . défaillance totale de la source froide terminale ou des systèmes assurant le transfert de la chaleur vers celle-ci,
- . défaillance totale, à terme, des moyens de pompage du système d'injection de sécurité à basse pression dans les cas où celui-ci est requis,
- . défaillance totale, à terme, des moyens de pompage ou d'échange de chaleur du système d'aspersion de l'enceinte dans les cas où celui-ci est requis.

Cette liste ainsi que le type de démonstration proposé sont acceptables dans leur principe, sous réserve que les résultats des études fiabilistes relatives au système d'injection de sécurité à basse pression et au système d'aspersion de l'enceinte en démontrent le bien-fondé.

- oOo -

En outre, sont en cours d'études les conditions de fonctionnement suivantes à l'égard desquelles seront, si nécessaire, mises en oeuvre des dispositions appropriées pour en réduire la probabilité ou en ramener les conséquences à un niveau en rapport avec cette probabilité :

- . ruptures concomitantes d'une tuyauterie de vapeur et d'un ou plusieurs tubes de générateur de vapeur,
- . défaillance totale du système d'injection de sécurité à moyenne pression dans les cas où celui-ci est requis.

Pour ce qui concerne le deuxième point, Electricité de France a proposé d'évaluer la fiabilité du système d'injection de sécurité à moyenne pression et d'étudier les dispositions à prendre pour limiter les conséquences de cet évènement, dans le cadre de l'analyse des états de refroidissement du coeur visée en I-6-B-a.

I-2. - Prise en considération de conditions non considérées comme plausibles

A. Les dispositions prises en vue de respecter les exigences du I-1-A doivent permettre que l'existence d'une tranche sur un site donné ne conduise pas à un risque inacceptable.

Bien que ces dispositions soient suffisantes, en vue d'approfondir la démarche de sûreté, des dispositions complémentaires doivent être définies pour réduire, de façon significative, les conséquences d'événements résultant d'un état dégradé du coeur du réacteur ou pour retarder l'apparition de ces conséquences.

Ces événements, dont la fréquence estimée est encore moindre que celle des conditions de fonctionnement les plus hypothétiques, sont considérés, compte tenu des dispositions prévues par ailleurs, comme représentatifs des risques maximaux à prendre en compte pour le choix des sites et l'élaboration des plans d'urgence et d'intervention. Ils pourront être étudiés avec des hypothèses réalistes.

B. Les dispositions envisagées par Electricité de France, d'une part pour limiter les conséquences d'une montée lente en pression de l'enceinte de confinement au-delà de la pression de calcul, et d'autre part pour limiter, dans les conditions extrêmes visées en A, la diffusion de substances radio-actives au niveau du radier sont, dans leur principe, acceptables.

I.3. - Revue de la conception

A. Les dispositions prises pour vérifier les études de conception doivent notamment viser à :

- s'assurer de la cohérence de la conception des installations projetées, en procédant à des examens critiques notamment sous forme de revues de conception. En particulier, ces revues de conception doivent s'appuyer sur l'ensemble des conditions d'exploitation normales, incidentelles ou accidentelles, à court et long terme, des futures tranches dans toutes les configurations plausibles,
- apporter, le cas échéant, à la conception initiale, de façon précoce, toute modification qui s'avèrerait utile.

B. Les dispositions envisagées par Electricité de France à cet égard sont, dans leur principe, acceptables.

Une revue de conception sera effectuée à partir de la référence que constitue la première tranche de la centrale nucléaire de Paluel en cours de démarrage, compte tenu de la continuité dans la conception des tranches de 1400 MWe à partir de celle des tranches de 1 300 MWe.

I.4. - Qualification des matériels et équipements

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne la qualification des matériels et équipements importants pour la sûreté doivent notamment viser à assurer l'aptitude des systèmes à remplir leur fonction de sûreté dans les conditions où ils sont requis.

Ces dispositions devront être en rapport avec le rôle joué par ces matériels et équipements dans la sûreté de l'installation.

B. La proposition d'Electricité de France d'utiliser pour les futures tranches le plus grand nombre de matériels et d'équipements qui auront été qualifiés sur les tranches précédant celles visées par la présente décision est, dans son principe acceptable, sous réserve du bien fondé et du bon achèvement des programmes de qualification en cours.

I.5. - Utilisation de l'expérience de construction et d'exploitation

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne l'utilisation de l'expérience de construction et d'exploitation doivent viser à :

- a) recueillir les informations relatives aux anomalies et aux incidents et en tirer tous les enseignements utiles,
- b) prendre en compte en temps utile les enseignements tirés pour la conception des futures tranches, voire le cas échéant pour modifier la conception initiale.

B. Les dispositions mises en place par Electricité de France pour le retour d'expérience sont, dans leur principe, acceptables.

En particulier une analyse des difficultés rencontrées et incidents survenus lors des essais de démarrage, des essais périodiques et opérations d'entretien des matériels importants pour la sûreté devra permettre à Electricité de France de modifier en conséquence la conception.

I.6. - Dispositions pour la conduite de l'installation

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne la conduite de l'installation doivent de façon générale viser à apporter l'aide la plus large au personnel pour lui permettre d'effectuer sa tâche de conduite dans les meilleures conditions possibles et notamment viser à :

- a) assurer au personnel de conduite des informations claires et fiables sur l'état de l'installation, fondée sur une instrumentation de gamme appropriée avec une implantation minimisant les possibilités d'erreur,
- b) mettre à la disposition du personnel de conduite, d'une part des moyens permettant de présenter pour les conditions accidentelles ou incidentelles les informations sur l'état de l'installation sous une forme synthétique et propres à l'assister pour établir un diagnostic de ces conditions, et d'autre part, des instructions appropriées, adaptées à l'utilisation de ces moyens, permettant des délais d'intervention appropriés,
- c) permettre de maintenir les paramètres représentatifs de l'état de l'installation dans les limites spécifiées pour chaque régime de fonctionnement envisagé, et corrélativement, de mettre en oeuvre des moyens d'actions adéquats lorsque ces paramètres atteignent certains niveaux prédéterminés,
- d) enregistrer les informations nécessaires pour permettre de suivre, de reconstituer et d'analyser les situations dans lesquelles se trouve l'installation, notamment en cas d'anomalie.

B. Les dispositions suivantes proposées par Electricité de France à cet égard sont dans leurs principes acceptables :

- a) Une analyse des états de refroidissement du coeur permettra d'accroître les moyens de diagnostic mis à la disposition du personnel de conduite et d'améliorer l'efficacité des actions pour assurer le refroidissement du coeur dans les meilleures conditions possibles.
- b) Un système de traitement d'information permettra d'assister le personnel dans la conduite normale ou perturbée des installations.
- c) La redondance du suivi du bon déroulement de la phase post-accidentelle est assurée par une personne indépendante au sein du personnel de conduite.

CHAPITRE II - DISPOSITIONS PARTICULIERES

II.1. - Plan de masse

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne le plan de masse doivent notamment viser à :

a) éviter qu'un incident se produisant sur une tranche puisse affecter une autre tranche ; à cet égard, les composants importants pour la sûreté ne seront pas affectés simultanément à plusieurs tranches installées sur un même site, sauf démonstration explicite qu'une telle disposition améliore la sûreté dans toutes les conditions considérées comme plausibles,

b) permettre une surveillance efficace des accès aux différentes tranches.

B. Les dispositions suivantes, proposées par Electricité de France à cet égard, sont dans leur principe acceptables :

a) les diverses tranches implantées sur un même site sont séparées et font l'objet de protections spécifiques à l'égard des actions de malveillance. Toutefois, le bâtiment de traitement des effluents, la station de pompage et les ouvrages d'eau connexes ainsi que la station de déminéralisation de l'eau d'appoint peuvent être communs aux tranches implantées sur un même site,

b) chaque tranche comprend notamment :

- . un bâtiment du réacteur abritant la chaudière nucléaire,
- . une salle des machines reliée à un poste d'évacuation de l'énergie,
- . un bâtiment regroupant les locaux électriques et les locaux où sont implantés les auxiliaires de sauvegarde,
- . un bâtiment regroupant les locaux d'exploitation,
- . un bâtiment des auxiliaires nucléaires,
- . un bâtiment du combustible,
- . des locaux affectés aux groupes électrogènes à moteur diesel,

c) pour chaque tranche, le groupe turbo-alternateur est orienté radialement par rapport au bâtiment du réacteur de la tranche correspondante,

d) pour les sites à quatre tranches (1), les groupes de deux tranches sont orientés, dans la mesure où le site envisagé le permet sans difficultés particulières, selon une disposition préférentielle dite "tête à tête" (le deuxième groupe de deux tranches se déduit du premier par une rotation autour d'un axe vertical, les axes des groupes turbo-alternateurs étant parallèles entre eux pour chaque groupe de tranches), ou sinon selon une disposition dite "alignée" (les axes des groupes turbo-alternateurs sont parallèles entre eux).

(1) Les tranches visées peuvent être, soit des tranches de 1 300 MWe, soit des tranches de 1 400 MWe.

II.2. - Calage en niveau des différents bâtiments.

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne le calage relatif en niveau des différents bâtiments doivent notamment viser à obtenir, dans toutes les conditions considérées comme plausibles, une sûreté et une fiabilité suffisantes des dispositifs permettant le transfert des éléments combustibles irradiés entre le bâtiment du réacteur et la piscine de stockage de ces éléments combustibles,

B. Les dispositions suivantes, proposées par Electricité de France à cet égard, sont dans leur principe acceptables :

- le bâtiment du réacteur est faiblement enterré et le radier de ce bâtiment est plat ; le niveau de la salle des machines par rapport au bâtiment du réacteur varie selon les sites,

- la piscine de stockage des éléments combustibles irradiés est surélevée de façon à assurer l'horizontalité du tube de transfert de ces éléments combustibles entre le bâtiment du réacteur et le bâtiment du combustible,

II.3. - Éléments combustibles et équipements internes à la cuve.

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne les éléments combustibles et les équipements internes à la cuve doivent notamment viser à :

a) assurer l'intégrité et l'étanchéité des éléments combustibles dans toutes les conditions de fonctionnement de première et deuxième catégories en maintenant une marge suffisante par rapport aux limites technologiques et faire en sorte que les conditions accidentelles considérées comme plausibles n'aient pas de conséquences inacceptables ; ceci suppose que les équipements internes résistent, avec des marges de sûreté suffisantes, aux sollicitations auxquelles ils sont soumis dans toutes les conditions de fonctionnement de première et deuxième catégories et que, dans toutes les conditions accidentelles considérées comme plausibles, l'endommagement de ces équipements internes reste suffisamment limité pour permettre l'arrêt du réacteur et son maintien dans cet état ainsi que l'évacuation de la puissance résiduelle,

b) assurer une surveillance de l'état des éléments combustibles et notamment de leur étanchéité par la mesure d'au moins un paramètre représentatif de l'état des gaines de ces éléments combustibles (une surveillance particulière devra être mise en oeuvre pour des éléments combustibles présentant, dans leur conception ou utilisation, des différences notables avec celles connues).

c) permettre la surveillance en service et l'inspection des équipements internes.

B. Les dispositions suivantes, proposées par Electricité de France à cet égard, sont dans leur principe acceptables :

a) les éléments combustibles utilisés pour le premier chargement du combustible seront du type dit 17 X 17 de 14 pieds conçu par la société Framema. Chaque élément combustible comprendra 264 crayons combustibles contenant des pastilles d'oxyde d'uranium légèrement enrichi en uranium 235 de diamètre 8,19 mm ; les gaines, de diamètre extérieur 9,5 mm et d'épaisseur 0,57 mm, seront réalisées en zircaloy 4,

b) la surveillance de l'état du combustible est réalisée par une mesure permanente globale de l'activité de l'eau du circuit primaire et par des mesures périodiques de la concentration de certains isotopes dans ce fluide ; des corrélations tenant compte de l'expérience acquise, notamment par les examens effectués sur des éléments combustibles après irradiation, permettront de relier ces concentrations à l'état des gaines des éléments combustibles,

c) un programme de surveillance des éléments combustibles du type dit 17 X 17 de 14 pieds sera mis en oeuvre sur la première tranche de 1400 MWe, dans la mesure où il sera nécessaire de compléter le programme de surveillance des éléments combustibles des tranches de 1300 MWe ; par ailleurs, le premier chargement dans un réacteur d'éléments combustibles nécessitant une surveillance particulière ne sera effectué que dans une tranche disposant de moyens appropriés d'examen des éléments combustibles irradiés,

d) les équipements internes inférieurs -qui comprennent notamment l'enveloppe du coeur, les cloisons du coeur et leurs renforts, l'écran neutronique formé de secteurs fixés sur l'enveloppe du coeur et le fond-support du coeur soudé à la base de l'enveloppe du coeur- sont supportés par la bride supérieure de la cuve du réacteur ; des guides radiaux soudés sur la paroi de la cuve du réacteur permettent de limiter les mouvements latéraux de l'enveloppe du coeur

e) les équipements internes supérieurs -qui comprennent notamment la plaque-support en forme de cuvette des guides des grappes de commande, la plaque supérieure du coeur et les guides des grappes de commande-sont placés en position correcte grâce à un dispositif de guidage placé sur l'enveloppe du coeur. Des colonnes supports transmettent les efforts d'une plaque à l'autre et supportent les canalisations de passage des thermocouples utilisés pour la surveillance des températures du coeur du réacteur,

f) la conception et le dimensionnement des équipements internes sont tels que soient respectées les règles de conception et de construction des matériels mécaniques des tranches nucléaires comportant un réacteur à eau sous pression pour ce qui concerne les contraintes admissibles en fonctionnement normal et, plus précisément, les exigences applicables du volume G du tome 1 du recueil correspondant (RCCM),

g) pour permettre la surveillance du comportement en service des équipements internes, toutes les tranches seront équipées d'une instrumentation externe permanente ; de plus, le comportement des équipements internes de la première tranche du palier 1400 MWe sera déterminé par une instrumentation appropriée ou par une étude fondée notamment sur une interprétation justifiée des résultats de mesures obtenues sur d'autres tranches ; le cas échéant une corrélation entre les mesures obtenues avec cette instrumentation interne et celles qui seront obtenues avec l'instrumentation externe sera établie.

II.4. - Bâtiment du combustible

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne le bâtiment du combustible doivent notamment viser à :

a) disposer d'une capacité de stockage des éléments combustibles irradiés suffisante pour que, outre les éléments combustibles qui y sont normalement stockés, le stockage puisse recevoir, dans des conditions de sûreté satisfaisantes, la totalité des éléments combustibles contenus dans le réacteur,

b) assurer des conditions de stockage des éléments combustibles neufs et irradiés telles que ces stockages restent sous-critiques avec une marge de sécurité suffisante dans toutes les conditions considérées comme plausibles,

c) assurer, dans toutes les conditions considérées comme plausibles, l'évacuation de la puissance résiduelle des éléments combustibles irradiés avec une marge de sécurité et une fiabilité suffisantes eu égard à la condition considérée ; en particulier, la piscine de stockage du combustible irradié ainsi que les circuits qui lui sont associés seront conçus, réalisés et entretenus de façon à prévenir toute perte significative de l'eau de cette piscine,

d) assurer, dans toutes les conditions considérées comme plausibles, un confinement suffisant des substances radioactives de façon à éviter tout relâchement inacceptable de telles substances.

Pour ce qui concerne les points b, c et d, il convient de considérer notamment les risques d'agressions d'origine externe (séismes, chutes d'avions, risques d'explosion,...), les risques d'impact de projectiles ainsi que les risques liés à la manutention des éléments combustibles.

e) réduire les risques d'irradiation et de contamination des travailleurs lors des opérations de contrôle et d'entretien des systèmes importants pour la sûreté et lors des opérations de conditionnement des éléments combustibles irradiés en vue de leur transport, y compris des éléments combustibles irradiés présentant des ruptures de gaine.

B. Les dispositions suivantes, proposées par Electricité de France à cet égard, sont dans leur principe acceptables :

a) le bâtiment du combustible contient le stockage des éléments combustibles neufs, la piscine de désactivation des éléments combustibles irradiés et les dispositifs nécessaires à la manutention de ces éléments combustibles et à leur évacuation hors de la centrale. Il contient également notamment le circuit de refroidissement de l'eau des piscines,

b) les zones de manutention et les zones de stockage sont séparées,

c) durant toutes les opérations de manutention en vue de l'évacuation hors du site de combustibles irradiés, les emballages de ces derniers restent solidaires d'un chariot de transport circulant au niveau de la plate-forme de la tranche.

d) le circuit de ventilation du bâtiment du combustible est conçu pour fonctionner de façon permanente en circuit ouvert, y compris pendant les périodes de manutention des éléments combustibles, avec passage de l'air extrait sur des filtres "absolus" avant rejet. En cas de détection d'une activité anormale, l'air extrait est dirigé automatiquement vers un circuit de petit débit avec passage au travers de filtres à iode,

e) le circuit de refroidissement de l'eau des piscines est redondant et dimensionné de telle sorte que, avec une seule pompe et un seul échangeur en fonctionnement, la température de l'eau de la piscine de stockage des éléments combustibles irradiés ne dépasse pas 50° C alors que la moitié d'un coeur de réacteur y est stockée. De plus, ce circuit est dimensionné pour qu'en cas de stockage exceptionnel, (notamment déchargement d'un coeur complet dans des conditions de stockage préalablement défavorables) avec deux pompes et deux échangeurs en fonctionnement, la température de l'eau de la piscine de stockage des éléments combustibles irradiés reste inférieure à 60° C. Par ailleurs, le circuit de refroidissement des piscines permet à moyen terme d'assurer, en plus du refroidissement des éléments combustibles irradiés, l'évacuation de la puissance résiduelle du réacteur en cas de défaillance totale du circuit de refroidissement à l'arrêt visé en II.10.B.a. (le circuit primaire n'étant plus sous pression et pour les conditions de fonctionnement normales de la tranche préalablement à la perte du circuit de refroidissement à l'arrêt).

II.5. - Circuit primaire principal

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne le circuit primaire principal (défini conformément aux dispositions de l'article 1er de l'arrêté du 26 février 1974 portant application de la réglementation des appareils à pression aux chaudières nucléaires à eau) doivent notamment viser à :

a) écarter tout risque de défaut d'étanchéité anormal, de fissuration et de rupture brutale de ce circuit. Ceci suppose que des dispositions appropriées soient prises aussi bien pour ce qui concerne la conception et la fabrication que pour ce qui concerne la surveillance en service de cet appareil et des supportages. Des marges suffisantes doivent exister, dans toutes les conditions considérées comme plausibles, à l'égard des divers modes de ruine de l'appareil susceptibles de se produire, compte tenu des actions des systèmes de protection et de sécurité, des conditions d'utilisation et d'environnement des éléments du circuit principal, des incertitudes pouvant exister sur les propriétés des matériaux et leur évolution dans les conditions considérées comme plausibles et des défauts éventuels. Par ailleurs, des mesures appropriées doivent être prises, dès la conception en vue de permettre et de faciliter, autant qu'il est possible, la surveillance en exploitation et les essais périodiques des éléments du circuit primaire principal ; une attention particulière doit être portée à la possibilité de détecter les fuites du circuit primaire principal et d'en déterminer l'origine,

b) limiter, autant que possible, les doses reçues par les travailleurs lors des opérations d'exploitation, en particulier lors des opérations d'entretien, de surveillance en service et de réparation, par une conception appropriée des différents matériels ; le choix de matériaux dont les produits de corrosion ou d'érosion éventuels véhiculés par le fluide du circuit primaire pourraient présenter une radioactivité gênante doit être évité autant que possible.

B. Les dispositions suivantes, proposées par Electricité de France à cet égard, sont dans leur principe acceptables, sous réserve de l'aboutissement des études citées en d.

a) Conception générale

La conception du circuit primaire principal est du type modulaire : la cuve qui contient le réacteur est connectée à quatre "boucles", placés autour de la cuve du réacteur comportant un générateur de vapeur et une pompe primaire. La cuve du réacteur est placée au centre du bâtiment du réacteur et constitue le point fixe du circuit ; un pressuriseur est raccordé à l'une des "boucles" du circuit primaire principal.

Les tuyauteries primaires sont raccordées à la cuve par des tubulures forgées implantées par des soudures à pleine pénétration dans la virole supérieure de la cuve.

La robinetterie de protection contre les surpressions du circuit primaire principal et du circuit de refroidissement à l'arrêt est du type piloté.

Les tubes guides de l'instrumentation interne du coeur sont implantés en fond de cuve ; leur nombre est limité au minimum nécessaire pour permettre une information satisfaisante sur l'état neutronique du coeur. Leur diamètre interne a été réduit.

b) matériaux

La cuve contenant le réacteur, les générateurs de vapeur et le pressuriseur sont réalisés en aciers faiblement alliés contenant du manganèse, du molybdène et du nickel du type 16 MN D5 pour les pièces forgées et pour les tôles ; toutefois, les fonds primaires des générateurs de vapeur sont réalisés en acier faiblement allié moulé ou forgé et les tubes des générateurs de vapeur sont réalisés en inconel 600 ou 690. Par ailleurs, les autres enceintes sous pression du circuit primaire principal, les tuyauteries primaires et les volutes des pompes primaires sont réalisées en acier inoxydable austénique ou austénoférritique.

Une vérification de la composition chimique et des caractéristiques mécaniques des matériaux utilisés pour la cuve contenant le réacteur est effectuée systématiquement au stade des approvisionnements.

Le revêtement intérieur de la cuve contenant le réacteur, réalisé en acier inoxydable, doit satisfaire au test de corrosion intercristalline prévu au chapitre MC 1310 du tome 3 du RCCM.

c) surveillance en service

Les visites périodiques de la cuve contenant le réacteur sont fondées sur des contrôles réalisés par l'intérieur, les équipements internes étant sortis de cette cuve.

Des échantillons sont placés à l'intérieur de la cuve contenant le réacteur en vue de déterminer l'évolution sous irradiation des caractéristiques des matériaux utilisés, notamment à l'égard des risques de rupture brutale.

Un enregistrement de paramètres physiques appropriés (essentiellement pression et température) est réalisé en exploitation en vue de déterminer la fatigue cumulée des matériaux constituant la cuve qui contient le réacteur.

d) les études suivantes seront selon les cas engagées ou poursuivies :

- étude de la possibilité de définir des moyens complémentaires de surveillance en service des tubes guides d'instrumentation du coeur,
- étude de la possibilité de détecter par une instrumentation appropriée la présence d'eau dans le puits de cuve.

II.6. - Niveau d'activité du fluide primaire et radioprotection

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne le niveau d'activité du fluide primaire et la radioprotection doivent, dans le respect de la réglementation en vigueur, notamment viser à :

a) très généralement, réduire autant que possible les conséquences radiologiques du fonctionnement des installations pour les personnes du public et l'environnement dans toutes les conditions considérées comme plausibles ainsi que les doses reçues par les travailleurs lors de l'exploitation des installations y compris lors des opérations d'entretien, de réparation et de manutention des éléments combustibles,

b) plus particulièrement, limiter le niveau d'activité du fluide primaire et donc limiter la teneur de ce fluide en produits d'activation et en produits de fission ; ceci suppose notamment des mesures de conception relatives au choix des matériaux utilisés (cf. II.5.A.b) et au maintien de l'intégrité et de l'étanchéité des gaines des éléments combustibles ainsi que des mesures de surveillance appropriées.

c) estimer, dans toutes les conditions considérées comme plausibles, l'activité du fluide primaire.

B. Les dispositions suivantes, proposées par Electricité de France à cet égard, sont dans leur principe acceptables :

a) conformément au point II.3.B.b, une mesure permanente de l'activité du fluide primaire due aux rayonnements gamma sera effectuée à l'aide d'un appareil de mesure placé sur la tuyauterie de décharge du circuit de contrôle chimique et volumétrique ; cette mesure permanente sera complétée par des prélèvements périodiques permettant de connaître les teneurs de certains radioéléments dans le fluide primaire ; des corrélations tenant compte de l'expérience acquise, notamment par les examens effectués sur des éléments combustibles après irradiation, permettront de relier ces concentrations à l'état des gaines des éléments combustibles,

b) une surveillance permanente de la contamination sera effectuée par le contrôle des fuites du circuit primaire et le contrôle de l'activité des fluides de tous les circuits, y compris ceux qui sont normalement non actifs et qui pourraient le devenir par contact avec des fluides actifs,

c) vis-à-vis des conditions de fonctionnement accidentelles, une mesure à poste fixe sera installée sur une tuyauterie du circuit d'échantillonnage du fluide primaire ; cette mesure à poste fixe sera complétée par des mesures obtenues par une installation mobile amenée sur les tuyauteries de recirculation du circuit d'aspersion de l'enceinte et du circuit d'injection de sécurité ; des mesures par échantillonnage pourront également être effectuées sur les trois circuits précités.

II.7. - Enceinte de confinement et sortie des tuyauteries principales de vapeur et d'eau

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne l'enceinte de confinement et la sortie des tuyauteries principales de vapeur et d'eau doivent notamment viser à :

a) assurer et maintenir une résistance et une étanchéité suffisantes de l'enceinte de confinement ainsi qu'une résistance suffisante des parois des casemates internes dans toutes les conditions considérées comme plausibles en particulier dans les conditions de pression et de température résultant des accidents de perte de réfrigérant primaire ou de rupture importante du circuit secondaire dans l'enceinte considérés comme plausibles ; une marge suffisante doit être appliquée à la pression de calcul de l'enceinte de confinement au moment de la conception pour tenir compte des incertitudes qui résultent actuellement de l'imperfection des connaissances et des modèles de calcul,

b) permettre une surveillance appropriée de la résistance et de l'étanchéité, notamment aux points singuliers, de l'enceinte de confinement,

c) assurer la protection des équipements importants pour la sûreté internes à l'enceinte de confinement à l'égard des agressions d'origine externe considérées comme plausibles,

d) assurer la protection radiologique des personnes à l'égard des substances radioactives contenues dans l'enceinte de confinement dans toutes les conditions considérées comme plausibles,

e) assurer le supportage des tuyauteries sortant de l'enceinte de confinement et de leurs organes d'isolement de telle sorte que la défaillance d'une tuyauterie ne conduise pas à des conséquences inacceptables en tenant compte des effets de cette défaillance sur la tenue mécanique de l'enceinte de confinement, sur l'aptitude des organes d'isolement à remplir leur fonction et sur l'intégrité des autres canalisations,

f) réduire les risques liés à la possibilité de défaillance d'une tuyauterie sortant de l'enceinte de confinement en amont de l'organe d'isolement placé à l'extérieur de cette enceinte,

g) assurer des échanges d'air contrôlés de l'enceinte interne vers les autres bâtiments, de façon à empêcher toute contamination significative de locaux en dehors de l'enceinte interne en cas d'une contamination plausible survenant à l'intérieur de celle-ci lors des périodes de renouvellement du combustible,

h) permettre une surveillance appropriée de redondance et de représentativité suffisantes de l'activité de l'enceinte dans toutes les conditions considérées comme plausibles et dans les conditions définies au I.2.

B. Les dispositions suivantes, proposées par Electricité de France à cet égard, sont dans leur principe acceptables :

a) l'enceinte de confinement est une enceinte double sans peau d'étanchéité. L'enceinte interne est en béton précontraint et l'enceinte externe en béton armé. Une reprise des fuites de l'enceinte interne est assurée par mise en dépression de l'espace compris entre les deux enceintes,

b) la pression de dimensionnement de l'enceinte interne est telle que cette enceinte puisse supporter, avec une marge de sécurité de 10 % prise au moment des études préliminaires de conception, sans perte d'intégrité, les sollicitations résultant d'un accident consistant en la rupture circonferentielle complète et soudaine d'une tuyauterie du circuit primaire ou du circuit secondaire dans l'enceinte avec séparation totale des extrémités. Dans les conditions de l'accident de perte de réfrigérant primaire, le taux de fuite maximal de l'enceinte interne sera limité à 1,5 % par jour de la masse de gaz qui y est contenue,

c) l'espace compris entre les deux enceintes est maintenu, dans les conditions météorologiques les plus défavorables, à une dépression suffisante par rapport à l'atmosphère extérieure,

d) les traversées des tuyauteries principales de vapeur et d'eau sont réparties à la périphérie de l'enceinte de confinement ; dans l'espace compris entre les deux enceintes, ces tuyauteries sont équipées de fourreaux métalliques pour éviter la mise en pression de cet espace en cas de défaillance d'une telle tuyauterie,

e) le point fixe des traversées des tuyauteries principales de vapeur et d'eau est situé sur l'enceinte interne et les organes d'isolement de ces tuyauteries sont supportés par l'enceinte externe,

f) l'enceinte de confinement est conçue et réalisée de façon à ne pas être directement ou indirectement la cause d'une défaillance simultanée de plusieurs tuyauteries principales de vapeur ou d'eau,

g) des dispositions appropriées sont prises pour permettre la réalisation d'essais périodiques d'étanchéité à la pression de calcul de l'enceinte interne.

II.8. - Installation des matériels et accès dans le bâtiment du réacteur

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne l'installation des matériels et l'accès dans le bâtiment du réacteur doivent notamment viser à :

a) réduire autant que possible la circulation de fluide primaire à l'extérieur de l'enceinte de confinement,

b) assurer autant que nécessaire la protection des matériels importants pour la sûreté à l'égard des agressions d'origine externe,

c) assurer, dans toutes les conditions considérées comme plausibles où il peut résulter une contamination du bâtiment réacteur (y compris après un accident de perte de réfrigérant primaire), une épuration efficace et fiable de l'atmosphère de ce bâtiment de façon à réduire les concentrations des produits dangereux (y compris ceux qui pourraient entraîner des risques pour l'intégrité de l'enceinte de confinement) et la quantité de substances radio-actives rejetée dans l'environnement. Il convient d'assurer une disponibilité suffisante à cette fonction, notamment en tenant compte des possibilités de défaillance des équipements de la centrale (alimentations électriques, composants des systèmes associés à cette fonction) et des nécessités d'essais ou d'inspections périodiques,

d) permettre à l'opérateur, par des moyens de mesure appropriés des conditions d'ambiance, de suivre le déroulement d'accidents éventuels et de s'assurer du bon fonctionnement des dispositions de sauvegarde prévues,

e) conformément au paragraphe I.4, qualifier de façon appropriée les matériels importants pour la sûreté aux conditions accidentelles considérées comme plausibles pendant et après lesquelles leur fonctionnement peut être requis.

B. Les dispositions suivantes, proposées par Electricité de France à cet égard, sont dans leur principe acceptables :

a) le circuit de refroidissement à l'arrêt est placé à l'intérieur de l'enceinte de confinement,

b) les accumulateurs du circuit d'injection de sécurité sont placés à l'intérieur de l'enceinte de confinement entre la jupe et l'enceinte interne, les autres parties de ce circuit sont placées à l'extérieur de l'enceinte de confinement,

c) les chambres neutroniques de puissance, au nombre de quatre, à plusieurs étages, sont placées à l'extérieur de la cuve et du calorifuge qui l'entoure ; leur manutention s'effectue par le haut,

d) en fonctionnement normal, aucun circuit d'eau brute ne pénètre dans l'enceinte de confinement ; les principaux circuits véhiculant de l'eau non borée à l'intérieur de cette enceinte sont les circuits secondaires d'alimentation en eau des générateurs de vapeur, le circuit de refroidissement intermédiaire, le circuit d'eau glacée et le circuit d'incendie,

e) le stockage des éléments combustibles irradiés est placé en dehors de l'enceinte de confinement dans le bâtiment du combustible (qui fait l'objet du point II.4.),

f) l'accès dans le bâtiment du réacteur est prévu par trois ouvertures : l'une est destinée au passage des gros matériels, les deux autres sont destinées au passage du personnel et des petits matériels et sont utilisées à partir de la zone contrôlée,

g) le pont tournant placé à l'intérieur de l'enceinte de confinement est supporté par une console fixée sur l'enceinte interne,

h) en dehors du circuit de mise en dépression de l'espace compris entre les deux enceintes, les circuits suivants de ventilation du bâtiment du réacteur sont prévus :

- un circuit de conditionnement général ; ce circuit assure également la ventilation du puits de cuve,
- un circuit de refroidissement des mécanismes de commande des grappes de contrôle,
- un circuit d'épuration de l'atmosphère de l'enceinte interne (essentiellement destiné à réduire une éventuelle contamination par des iodes),
- un circuit de balayage en marche muni de filtres à iode ; il utilise les traversées prévues pour permettre la mise en oeuvre de dispositifs propres à assurer la recombinaison de l'hydrogène,
- un circuit de balayage à l'arrêt, fonctionnant en circuit ouvert, destiné à permettre le renouvellement de l'air de l'enceinte de confinement et l'évacuation des calories dégagées par les matériels pendant les arrêts à froid,

i) les systèmes, structures et composants nécessaires pour la limitation des conséquences des conditions accidentelles considérées comme plausibles, notamment les matériels installés dans le bâtiment du réacteur, sont conçus et qualifiés de façon appropriée de telle sorte qu'ils soient capables de remplir leurs fonctions dans les conditions pouvant résulter des accidents de perte de réfrigérant primaire ou de rupture d'une tuyauterie principale de vapeur ou d'eau considérés comme plausibles.

II.9. - Bâtiment des auxiliaires nucléaires, bâtiment des auxiliaires de sauvegarde et bâtiment de traitement des effluents

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne le bâtiment des auxiliaires nucléaires et le bâtiment des auxiliaires de sauvegarde doivent notamment viser à :

a) assurer une séparation (géographique ou physique) suffisante des matériels redondants importants pour la sûreté, compte tenu des agressions considérées comme plausibles,

b) permettre l'inspection, les essais et l'entretien des matériels importants pour la sûreté dans des conditions satisfaisantes du point de vue de la protection radiologique des travailleurs,

c) permettre l'accessibilité lorsque celle-ci est nécessaire, aux différents locaux dans les conditions de fonctionnement considérées comme plausibles, d'une manière acceptable du point de vue de la protection radiologique des travailleurs,

d) limiter les rejets d'effluents radioactifs dans l'atmosphère, notamment en cas d'incident ou d'accident.

B. Les dispositions suivantes, proposées par Electricité de France à cet égard, sont dans leur principe acceptables :

1. Bâtiment des auxiliaires de sauvegarde

a) les matériels des deux voies redondantes du circuit d'injection de sécurité, du circuit d'aspersion de l'enceinte de confinement et du circuit de refroidissement intermédiaire sont placés dans des locaux, physiquement séparés, du bâtiment des auxiliaires de sauvegarde. De plus, les locaux contenant une voie du circuit de refroidissement intermédiaire sont physiquement séparés des locaux de la même voie susceptibles d'être contaminés,

b) dans le bâtiment des auxiliaires de sauvegarde les matériels correspondant à des fonctions différentes sont physiquement séparés,

c) les commandes des vannes utilisées pendant et après les conditions accidentelles conventionnelles considérées comme plausibles des circuits susceptibles d'être contaminés, situées dans le bâtiment des auxiliaires de sauvegarde, sont placées dans des locaux non contaminables séparés des vannes elles-mêmes ; des justifications appropriées seront apportées concernant la commande des vannes utilisées pendant et après les autres conditions accidentelles considérées comme plausibles,

d) la ventilation du bâtiment des auxiliaires de sauvegarde définis en a) est redondante et équipée d'une filtration d'iode.

2. Bâtiments des auxiliaires nucléaires et de traitement des effluents

a) le bâtiment des auxiliaires nucléaires contient notamment le circuit de contrôle chimique et volumétrique, le circuit des purges des générateurs de vapeur, le circuit d'échantillonnage nucléaire, le circuit de traitement des effluents primaires, le circuit des purges et événements,

b) le bâtiment de traitement des effluents contient notamment les autres circuits de traitement des effluents et les matériels destinés au conditionnement des déchets solides,

c) les matériels des voies redondantes assurant une même fonction sont physiquement séparés et installés de telle sorte que soient minimisées les doses susceptibles d'être reçues par les travailleurs, tant en exploitation normale que lors des opérations d'entretien ; ainsi, les matériels d'une même voie sont, si nécessaire, disposés de façon à réaliser un cloisonnement entre d'une part les différents matériels contaminés ou susceptibles de l'être (filtres, déminéralisateurs, pompes, réservoirs, tuyauteries, ...), d'autre part les matériels qui ne sont pas susceptibles d'être contaminés (commandes des vannes par exemple),

d) la ventilation du bâtiment des auxiliaires nucléaires permet de réaliser une circulation de l'air des locaux considérés comme les moins susceptibles d'être contaminés vers les locaux considérés comme susceptibles d'être les plus contaminés ; d'autre part, le circuit de ventilation des locaux susceptibles d'être contaminés par des iodes est muni d'une filtration d'iode,

e) en cas de défaillance des alimentations électriques externes à la tranche ou de défaillance de la ventilation du bâtiment des auxiliaires nucléaires, un circuit autonome de ventilation de secours permet de maintenir dans ce bâtiment les conditions nécessaires au bon fonctionnement des pompes de charge.

II.10. - Moyens d'évacuation de la puissance thermique

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne les moyens d'évacuation de la puissance doivent notamment viser à :

a) très généralement, permettre l'évacuation effective de la puissance produite par le coeur du réacteur dans toutes les conditions considérées comme plausibles,

b) obtenir une fiabilité et une disponibilité suffisantes des moyens utilisés pour l'évacuation de la puissance notamment par une surveillance appropriée en exploitation des matériels utilisés ; en particulier, assurer au système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur dans les diverses conditions où ce système est utilisé, une fiabilité en rapport avec la fréquence de ces conditions et les conséquences de sa défaillance dans ces conditions,

c) plus particulièrement, réduire les risques de défaillance de structures ou composants du circuit secondaire qui pourraient compromettre la maîtrise de la réactivité ou à leur tour entraîner la défaillance d'équipements importants pour la sûreté et en particulier de composants du circuit primaire. A cet égard, des dispositions de construction et de surveillance appropriées doivent être prises pour réduire les risques de défaillance de la frontière entre les circuits primaire et secondaire dans tous les cas de rupture de tuyauteries principales de vapeur ou d'eau considérés comme plausibles (ainsi d'ailleurs que dans tous les cas de rupture de tuyauterie du circuit primaire considérés comme plausibles).

Pour les parties des moyens utilisés qui appartiennent au circuit primaire principal, les dispositions prises doivent notamment viser au respect des objectifs exprimés en II.5.

B. Les dispositions suivantes, proposées par Electricité de France à cet égard, sont dans leur principe acceptables :

1 - Générateurs de vapeur et circuit secondaire

a) Un modèle de générateur de vapeur dit 73/19, avec éventuellement préchauffeur et économiseur intégré, est conçu et réalisé en tenant compte des améliorations apportées sur les générateurs de vapeur du modèle 68/19 qui équipent les tranches de 1 300 MWe.

b) Les tubes des générateurs de vapeur sont maintenus par des plaques entretoises trifoliées réalisées en matériau inoxydable ; ces tubes sont réalisés en inconel 600 ou 690 et font l'objet d'un détensionnement par traitement thermique.

c) L'alimentation en eau des générateurs de vapeur est prévue par un circuit d'alimentation normale et par un circuit d'alimentation de secours constitué de deux voies, chacune comportant une motopompe et une turbopompe.

d) L'eau du circuit secondaire fait l'objet d'un conditionnement chimique volatil.

2 - Evacuation de la puissance résiduelle

a) Le circuit de refroidissement à l'arrêt assure l'évacuation de la puissance résiduelle du coeur pendant la deuxième phase des opérations conduisant à l'arrêt à froid, l'évacuation à long terme de cette puissance à l'arrêt à froid et pendant les opérations de chargement et de déchargement d'éléments combustibles. Ses matériels sont qualifiés de façon qu'ils puissent fonctionner après un accident de rupture de tuyauterie de vapeur ; il peut, le cas échéant, assurer l'évacuation de la puissance résiduelle après un accident de perte de réfrigérant primaire (petite brèche). L'évacuation de la puissance résiduelle peut également être assurée à terme par le circuit de refroidissement des piscines dans les conditions précisées en II-4.B.e.

b) Le circuit de refroidissement intermédiaire assure le refroidissement des matériels importants pour la sûreté utilisés dans les conditions considérées comme plausibles où son fonctionnement est postulé, et notamment les matériels des circuits de refroidissement à l'arrêt, du circuit d'injection de sécurité (cf. II.11), du circuit de contrôle chimique et volumétrique, du circuit de refroidissement de la piscine et du circuit d'aspersion de l'enceinte de confinement ; les parties du circuit de refroidissement intermédiaire qui assurent cette fonction sont redondantes et protégées à l'égard des agressions considérées comme plausibles ; les alimentations électriques des matériels correspondants sont secourues.

c) Le circuit de refroidissement intermédiaire est refroidi par le circuit d'eau brute ; selon les sites, l'eau de ce circuit est de l'eau de mer, de l'eau saumâtre ou de l'eau douce (circulant en circuit ouvert ou en circuit fermé).

d) Le circuit d'eau brute est redondant et protégé à l'égard des agressions considérées comme plausibles ; les alimentations électriques des différents matériels de ce circuit sont secourues. Chaque file du circuit d'eau brute comprend deux pompes capables, chacune d'assurer à elle seule la fonction de refroidissement, et un échangeur. Les alimentations en eau des deux files sont indépendantes à partir d'équipements de pompage et de filtration distincts. En cas d'indisponibilité (fortuite ou prévue) des équipements de pompage ou de filtration d'une file, des interconnexions permettent d'assurer, sur cette file, la permanence d'alimentation en eau filtrée, à l'amont des pompes. Une étude particulière à chaque site permet d'apprécier la nécessité de dispositions spécifiques telles que recours à deux sources froides de natures différentes, éloignement des prises d'eau ou constitution d'une réserve de secours. La disponibilité de ces dispositions spécifiques pendant au moins trente jours devrait alors être prouvée.

e) Le circuit d'injection de sécurité qui est utilisé pour le refroidissement du coeur du réacteur dans certains cas d'accident de perte de réfrigérant primaire considérés comme plausibles est traité au point II.11.

II.11. - Refroidissement de secours du coeur du réacteur

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne le refroidissement de secours du coeur du réacteur doivent notamment viser à :

a) assurer, dans les cas d'accident de perte de réfrigérant primaire considérés comme plausibles, le refroidissement du coeur du réacteur avec une efficacité suffisante pour éviter tout risque d'endommagement des éléments combustibles qui pourrait perturber ce refroidissement et pour limiter à un taux suffisamment faible la réaction entre les gaines des éléments combustibles et l'eau ; l'enceinte de confinement doit conserver une résistance et une étanchéité suffisantes dans ces conditions et les moyens de refroidissement utilisés ne doivent pas mettre l'intégrité de la cuve du réacteur en cause,

b) obtenir une disponibilité et une fiabilité suffisantes des moyens utilisés dans tous les cas d'accident de perte de réfrigérant primaire considérés comme plausibles ; ceci suppose que des dispositions appropriées soient prises lors de la conception de ces moyens en tenant compte des possibilités de défaillance des différents composants, que ces derniers puissent faire l'objet d'un entretien et d'essais périodiques appropriés et que soient réduites les possibilités d'erreurs humaines.

B. Les dispositions suivantes, proposées par Electricité de France à cet égard, sont dans leur principe acceptables :

a) le circuit d'injection de sécurité assure dans une première phase l'injection d'eau borée dans les "branches froides" du circuit primaire, et ultérieurement l'injection simultanée d'eau borée dans les "branches froides" et les "branches chaudes".

b) le circuit d'injection de sécurité comporte quatre accumulateurs, deux systèmes de pompage d'injection de sécurité sous moyenne pression et deux pompes d'injection de sécurité sous basse pression ; ces matériels (en dehors des accumulateurs) sont utilisés de façon à réaliser deux files séparées et redondantes, à l'exception de la liaison entre le réservoir d'eau borée et l'aspiration des pompes.

c) le circuit d'injection de sécurité permet, compte tenu des conditions de fonctionnement du réacteur, d'assurer le respect des critères fixés par l'annexe K du 10 CFR 50 en vigueur aux Etats-Unis pour tous les accidents de perte de réfrigérant primaire considérés comme plausibles ayant une importance telle que la perte de fluide primaire ne peut pas être compensée par le circuit de contrôle chimique et volumétrique ; l'eau injectée dans la tuyauterie rompue est supposée perdue,

d) l'eau recueillie dans les puisards de l'enceinte de confinement est utilisée en recirculation pour l'alimentation en eau du circuit d'injection de sécurité,

e) le circuit d'injection de sécurité est totalement séparé du circuit de refroidissement du réacteur à l'arrêt,

f) des piquages sur les tuyauteries des systèmes d'injection de sécurité à basse pression et d'aspersion de l'enceinte sont prévus pour permettre le raccordement de moyens mobiles prévus en cas de perte, à terme, des moyens de pompage ou d'échange de chaleur de ces systèmes.

II.12. - Alimentation en énergie électrique des auxiliaires importants pour la sûreté

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne l'alimentation en énergie électrique des auxiliaires importants pour la sûreté doivent notamment viser à :

a) très généralement, assurer à cette alimentation en énergie électrique une fiabilité suffisante et faire en sorte que sa défaillance ne puisse pas être à l'origine de risques inacceptables,

b) plus particulièrement, assurer une indépendance et une redondance suffisantes des sources d'alimentation en énergie électrique et des systèmes de distribution ainsi qu'une protection suffisante de ces matériels à l'égard des risques d'agression considérés comme plausibles,

c) permettre des essais périodiques appropriés des différents matériels (automatismes, distributions électriques, groupes électrogènes...) et des séquences de changement de source d'alimentation sans qu'il en résulte une diminution inacceptable de la fiabilité des moyens mis en place.

B. Les dispositions suivantes, proposées par Electricité de France à cet égard, sont dans leur principe acceptables :

a) l'alimentation en énergie électrique des auxiliaires importants pour la sûreté est réalisée par l'utilisation de sources externes (constituées à partir du réseau de transport d'énergie électrique) et de sources internes (constituées par des groupes électrogènes à moteur diesel), ces dernières étant utilisées en cas de défaillance des sources externes,

b) l'alimentation en énergie électrique des auxiliaires importants pour la sûreté comporte deux sources externes et deux sources internes,

c) les liaisons de chaque tranche avec le réseau de transport d'énergie électrique comprennent une liaison principale et une liaison auxiliaire :

- la liaison principale est constituée par la ligne d'évacuation sous tension de 400 kV de l'énergie électrique produite par la tranche concernée ; l'alimentation électrique normale des auxiliaires importants pour la sûreté de cette tranche se fait par soutirage sur cette ligne entre deux organes de coupure,

- la liaison auxiliaire qui alimente les auxiliaires importants pour la sûreté en cas de défaillance de la liaison principale varie selon les sites ; selon les cas, le raccordement se fera au poste d'évacuation de l'énergie électrique produite par la centrale sous tension de 400 kV ou à un poste distinct, sous tension de 225 kV, interconnecté avec le poste précité d'évacuation de l'énergie électrique produite par la centrale,

d) chaque groupe électrogène à moteur diesel est affecté à l'une des deux voies électriques de sauvegarde de la tranche concernée ; il n'y a ni point commun entre les deux voies d'une même tranche ni liaison électrique permanente directe entre deux tranches,

e) les groupes électrogènes à moteur diesel sont protégés à l'égard des risques d'agression d'origine externe considérées comme plausibles. De plus, deux systèmes de lancement entièrement indépendants sont prévus pour démarrer chaque groupe électrogène et le bon fonctionnement de chacun de ces deux systèmes peut être vérifié séparément,

f) des dispositions appropriées sont prises pour qu'une défaillance des alimentations électriques tant externes qu'internes, d'une durée de l'ordre d'une vingtaine d'heures, n'ait pas de conséquences inacceptables pour la sûreté de l'installation, aucune autre défaillance indépendante n'étant toutefois postulée sur celle-ci.

II.13. - Locaux électriques et moyens de repli

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne les locaux électriques et les moyens de repli doivent notamment viser à :

a) assurer une séparation (géographique ou physique) suffisante des voies et composants redondants importants pour la sûreté de façon à réduire les risques de défaillance simultanée de ces voies ou composants,

b) assurer le bon comportement des matériels électriques importants pour la sûreté dans les conditions d'environnement auxquels ils peuvent être soumis dans toutes les conditions considérées comme plausibles où ils sont sollicités,

c) permettre des essais périodiques appropriés des matériels électriques importants pour la sûreté,

d) pour ce qui concerne plus particulièrement les moyens de repli, assurer une efficacité et une fiabilité suffisantes de ces dispositifs dans toutes les conditions considérées comme plausibles où ils doivent être utilisés et faire en sorte que leur existence n'altère pas la fiabilité des moyens normaux de conduite et ne risque pas d'empêcher la réalisation de fonctions de protection.

B. Les dispositions suivantes, proposées par Electricité de France à cet égard, sont dans leur principe acceptables :

a) il est procédé à un certain regroupement des matériels électriques dans les locaux spécialisés,

b) tous les matériels électriques nécessaires au fonctionnement des circuits de sauvegarde sont redondants, séparés physiquement et installés dans des locaux différents ; des murs ou portes coupe-feu existent en particulier entre les voies et composants redondants qui sont ainsi aménagés en secteurs de feu indépendants,

c) des dispositions appropriées sont prises pour réduire autant que possible la probabilité d'une indisponibilité des moyens de conduite normaux ; en particulier, la salle de conduite est protégée à l'égard des risques d'agressions d'origine externe,

d) des moyens de repli redondants et séparés physiquement sont implantés au niveau des équipements électriques 380 V ; ils permettent de réaliser l'arrêt à chaud du réacteur puis l'arrêt à froid de ce réacteur (avec l'aide de commandes manuelles locales) et d'assurer la reprise de l'alimentation électrique des auxiliaires importants pour la sûreté par les diesels.

II.14. - Systèmes de pilotage et de protection du réacteur

A. Les dispositions prises pour ce qui concerne la maîtrise de la puissance et de la réactivité doivent notamment viser à :

- a) maintenir la chaudière dans sa plage de fonctionnement normal,
- b) maîtriser la réaction en chaîne par deux moyens indépendants,
- c) assurer qu'aucune excursion de puissance non maîtrisée par les systèmes de protection et de sécurité ne soient provoquées dans toutes les manoeuvres normales ou accidentelles, par suite d'erreur d'opérateur ou d'avarie d'automate,

d) obtenir dans toutes les conditions considérées comme plausibles où le fonctionnement des systèmes de protection et de sécurité est postulé, un fonctionnement de ces systèmes permettant d'assurer l'arrêt de la réaction en chaîne et le respect, avec une marge de sûreté suffisante, des limites spécifiées en ce qui concerne le combustible et le circuit primaire principal, compte tenu du temps de réponse du système de protection du réacteur.

B. Les dispositions suivantes, proposées par Electricité de France à cet égard, sont, dans leur principe acceptables

a) Les deux moyens indépendants visés en II.14.A.b comportent, l'un un absorbant neutronique inclus dans les grappes de commande, l'autre un absorbant neutronique soluble dans l'eau de refroidissement du coeur du réacteur ; l'un au moins de ces moyens est capable de maintenir le réacteur dans un état sous-critique à froid avec une marge suffisante d'anti-réactivité,

b) l'installation comporte un système de protection capable de surveiller les paramètres physiques essentiels pour la sûreté de l'installation à l'égard des valeurs retenues pour assurer en fonctionnement normal l'intégrité des éléments combustibles et du circuit primaire, détecter les évolutions dangereuses de ces paramètres et provoquer en tant que de besoin le fonctionnement des systèmes de sécurité et plus particulièrement l'arrêt d'urgence. Ce système peut faire l'objet d'essais périodiques et d'une maintenance appropriée sans diminution de la sûreté de l'installation.