

## RÈGLE N° IV.2.b (31 juillet 1985)

*Tome IV: Règles applicables aux études de fonctionnement.*

*Chapitre 2: Conditions de service des équipements.*

*Identification de la règle dans le chapitre: b.*

**OBJET:** Exigences à prendre en compte dans la conception, la qualification, la mise en œuvre et l'exploitation des matériels électriques appartenant aux systèmes électriques classés de sûreté.

**Domaine d'application:** Tranches nucléaires comportant un réacteur à eau sous pression.

### 1. Rappel de la pratique réglementaire française

Selon la pratique réglementaire française, le dimensionnement des tranches comportant un réacteur nucléaire à eau sous pression vise notamment 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 et, plus généralement, à faire en sorte que l'existence d'une tranche nucléaire sur un site donné ne conduise pas à des risques inacceptables.

#### 1.1. Conditions de fonctionnement de dimensionnement

En pratique, la démonstration de ce que cet objectif est atteint peut être faite en examinant plus particulièrement, sur la base d'études justificatives appropriées, incluant notamment des marges de sécurité suffisantes, les conséquences d'un nombre limité des 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. Ces conditions de fonctionnement sont dénommées conditions de fonctionnement de dimensionnement. Pour un palier donné, la liste des conditions de fonctionnement de dimensionnement est présentée dans le rapport préliminaire de sûreté et ainsi soumise à l'approbation de l'administration.

Les conditions de fonctionnement de dimensionnement sont réparties au sein de cette liste en quatre catégories, selon leur fréquence estimée d'occurrence.

Pour les réacteurs de 1400 MWe, cette liste est donnée en annexe II, et a été jugée acceptable par l'administration, sans préjudice des dispositions prévues ci-dessous.

#### 1.2. Risques d'agressions d'origine externe à l'installation

La liste des conditions de fonctionnement de dimensionnement ainsi définie doit être complétée pour tenir compte des agressions d'origine externe à l'installation, et propres à chaque site.

La liste des agressions externes prises en compte dans le dimensionnement des tranches nucléaires comportant un réacteur à eau sous pression est présentée dans le rapport préliminaire de sûreté et ainsi soumise à l'approbation de l'administration. Parmi ces agressions, on distingue:

- les agressions d'origine naturelle: séismes, inondations, conditions météorologiques exceptionnelles;
- les agressions liées à l'actualité humaine: chutes d'avions, risques dus à l'environnement industriel et aux voies de communication;
- les émissions de projectiles par suite de l'éclatement d'un groupe turbo-alternateur.

Des règles fondamentales de sûreté définissent la pratique jugée acceptable par l'administration pour le dimensionnement des installations vis-à-vis de certaines de ces agressions.

#### 1.3. Conditions de fonctionnement complémentaire

La liste des conditions de fonctionnement de dimensionnement doit également être complétée si l'évolution des connaissances ou le retour de l'expérience

d'exploitation font apparaître qu'un événement ou une combinaison d'événements est susceptible 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. 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. Ces événements ou combinaison d'événements sont appelés conditions de fonctionnement complémentaires.

Pour les réacteurs de 1400 MWe, la liste des conditions de fonctionnement complémentaires ainsi que leurs conditions d'étude sont données en annexe III.

L'ensemble de ces conditions de fonctionnement ainsi complété est désigné dans la suite de la présente règle fondamentale de sûreté par l'ensemble des conditions de fonctionnement considérées comme plausibles.

2. Objet de la règle: exigences associées au classement des systèmes électriques défini dans la règle de sûreté IV.1.a

La règle fondamentale de sûreté IV.1.a définit notamment les systèmes électriques classés de sûreté, et en particulier ceux classés 1 E.

La présente règle fondamentale de sûreté a pour objet d'énoncer certaines règles à respecter pour que, s'agissant de l'ensemble des conditions de fonctionnement considérées comme plausibles, les matériels appartenant aux systèmes classés de sûreté soient en mesure d'assurer leur fonction de sûreté.

3. Enoncé de la règle

Les exigences définies ci-après s'appliquent à tous les types de matériels électriques des systèmes, tels que les sources électriques, les moteurs, les motorisations électriques de robinetterie, les réseaux de distribution interne, l'instrumentation, le relayage de contrôle-commande à courant alternatif ou à courant continu.

Elles sont de deux ordres:

#### *3.1. Exigences relatives au classement sismique*

Les exigences relatives au classement sismique des systèmes électriques classés de sûreté font l'objet de la règle fondamentale de sûreté IV.1.a (partie 3.2).

#### *3.2. Exigences relatives aux règles de conception, de qualification, de mise en œuvre et d'exploitation*

##### 3.2.1. Exigences relatives aux règles de conception, de qualification et de mise en œuvre des matériels électriques classés 1 E.

Une défaillance unique au sens de la règle fondamentale de sûreté I.3.a ne doit pas empêcher, dans les conditions de fonctionnement de dimensionnement, l'action de sûreté des systèmes ou parties de système électrique classés 1 E. Des dispositions sont prises en conséquence en ce qui concerne la redondance, l'indépendance, la continuité de fourniture en énergie électrique, la qualification et les essais périodiques des systèmes concernés.

###### *a) Redondance.*

Le but de la redondance est d'accroître la fiabilité des actions de sûreté.

Définition du niveau de redondance.

Quand plusieurs ensembles de systèmes ou parties de systèmes électriques sont mis en œuvre pour réaliser une fonction de sûreté, chacun d'eux est identifié et affecté à une voie (ou à un groupe dans le cas du système de protection) déterminée.

Il est d'usage d'appeler « niveau de redondance »

chaque ensemble de systèmes ou parties de système parti-

cipant à une fonction de sûreté ainsi identifié et affecté à une même voie ou groupe.

La redondance est réalisée par plusieurs systèmes ou parties de systèmes électriques classés 1 E distincts, appartenant à des niveaux de redondance distincts, chacun d'eux étant capable d'assurer la fonction requise de sûreté.

La redondance minimale nécessaire est celle correspondant à la prise en compte du critère de défaillance unique de la règle fondamentale de sûreté I.3.a.

Ces systèmes ou parties de systèmes électriques redondants peuvent être identiques ou non.

*b) Indépendance.*

L'indépendance s'applique:

- aux systèmes ou parties de système électriques appartenant à des niveaux de redondance distincts;
- aux matériels électriques associés (cf. *nota*).

Elle consiste en une séparation physique et une séparation électrique.

*Nota:* Les matériels électriques associés sont des matériels n'appartenant pas à des systèmes classés 1 E qui risquent de perturber un système ou une partie de système électrique classée 1 E :

- par un voisinage physique;
- par des relations d'alimentation;
- ou par des échanges d'informations (mesures et contrôle-commande) non découplées électriquement.

*b-1) Séparation physique.*

Les systèmes ou parties de système électriques classés 1 E et appartenant à des niveaux de redondance distincts doivent faire l'objet d'une séparation physique, de façon à être protégés contre les risques de défaillances de mode commun de ces systèmes ou parties de système, dus au voisinage de leurs matériels, notamment contre:

- les risques électriques;
- les risques d'incendie;
- les risques de dommages causés par les foudrolements de tuyauteries, les rejets de vapeur, les inondations et les projectiles.

En particulier, les matériels des différents groupes de protection doivent respecter la règle générale de séparation physique.

La séparation physique des matériels des systèmes électriques redondants consiste, selon le risque encouru:

- soit à interposer une barrière (locaux différents, écrans appropriés au risque encouru...);
- soit à respecter une distance minimale;
- soit à utiliser la combinaison de ces deux moyens. Les matériels associés sont, vis-à-vis de la séparation physique, traités comme les matériels appartenant à des systèmes électriques classés 1 E.

*b-2) Séparation électrique.*

Les systèmes ou parties de système électriques classés 1 E et appartenant à des niveaux de redondance distincts doivent faire l'objet d'une séparation électrique.

La séparation électrique des matériels appartenant à des systèmes ou parties de système électrique classés 1 E et appartenant à des niveaux de redondance distincts doit être telle qu'une défaillance sur un système ou une partie de système appartenant à un niveau de redondance donné ou sur un système de contrôle associé ne puisse pas annihiler l'action d'un système ou partie de système appartenant à un autre niveau de redondance.

D'autre part, la séparation électrique des matériels associés alimentés à partir des tableaux secourus redondants doit être telle qu'une défaillance sur un matériel électrique associé ne puisse pas annihiler l'action des systèmes de sûreté auxquels il est associé.

En particulier, la séparation électrique des groupes de protection doit être telle qu'une défaillance sur l'un ou l'autre des groupes ou sur un système de contrôle associé ne puisse pas annihiler l'action de protection.

La séparation électrique est réalisée par les appareillages électriques de protection ou par des dispositifs d'isolement.

*c) Continuité de fourniture en énergie électrique.*

Les matériels des systèmes électriques classés 1 E doivent pouvoir continuer à assurer leur fonction en cas de perte des sources électriques externes.

Les alimentations électriques de ces matériels doivent donc être secourues par des sources électriques internes respectant les principes d'indépendance et de redondance

cités aux paragraphes ci-dessus.

d) *Qualification des matériels électriques classés 1 E.*

La qualification des matériels électriques classés 1 E distingue:

- les matériels de catégorie K1, situés à l'intérieur de l'enceinte de confinement, ayant à assurer leurs fonctions dans des conditions d'environnement correspondant aux conditions de fonctionnement normales, accidentelles et/ou post-accidentelles de la tranche, et sous sollicitations sismiques;
- les matériels de la catégorie K 2, situés à l'intérieur de l'enceinte de confinement, ayant à assurer leurs fonctions dans des conditions d'environnement correspondant aux conditions de fonctionnement normales, et sous sollicitations sismiques;
- les matériels de la catégorie K 3, situés hors de l'enceinte de confinement ayant à assurer leurs fonctions dans des conditions d'environnement correspondant aux conditions de fonctionnement normales, et sous sollicitations sismiques;

La procédure de qualification doit prouver que le matériel est apte à assurer le service requis dans les conditions d'environnement correspondant aux conditions de fonctionnement normales ou accidentelles dans lesquelles il peut se trouver.

Elle doit tenir compte de l'effet du vieillissement dans les conditions d'environnement correspondant aux conditions de fonctionnement normales avant l'occurrence des conditions de fonctionnement accidentelles.

En particulier, la qualification doit prouver que le matériel de catégorie K 1 est apte à assurer le service requis dans les conditions d'environnement correspondant aux conditions de fonctionnement accidentelles et/ou à la phase post-accidentelle dans lesquelles il peut se trouver et qui font intervenir les effets résultant des conditions thermodynamiques, chimiques et d'irradiation enveloppes de celles résultant de ces conditions de fonctionnement à l'intérieur de l'enceinte de confinement.

Elle doit également prouver que le matériel est apte à assurer le service requis sous les sollicitations sismiques correspondant au séisme de dimensionnement défini par la règle fondamentale de sûreté I.2.c pour les matériels des trois catégories.

Les procédures applicables pour la qualification des matériels appartenant aux systèmes classés 1 E sont sou mises à l'accord de l'administration.

e) *Essais périodiques.*

Un dispositif d'essais permet de vérifier périodiquement que les systèmes électriques classés 1 E, en particulier le système de protection, sont aptes à remplir leur fonction dans tous les états standards de la tranche définis dans les règles générales d'exploitation pour lesquels la disponibilité de ces systèmes est requise.

La fréquence d'essais est fonction de la fiabilité des systèmes.

3.2.2. Exigences relatives aux systèmes classés de sûreté et non classés 1 E.

Pour les systèmes classés de sûreté et non classés 1 E, les exigences relatives aux règles de conception, de qualification, de mise en œuvre et d'exploitation sont définies et justifiées cas par cas, en fonction du rôle et de l'importance du système considéré vis-à-vis de la sûreté.

3.3. *Rétroactivité*

La présente règle fondamentale de sûreté s'applique, outre aux tranches nucléaires visées dans son introduction, à toutes les tranches nucléaires de 1400 MWe.

ANNEXE I

Plan de principe des règles fondamentales de sûreté. *Tranches nucléaires comportant un réacteur à eau sous pression (pour mémoire)*

ANNEXE II Conditions de fonctionnement de dimensionnement des tranches nucléaires de 1400 MWe (*Extraits de la décision ministérielle CAB 1121-MZ du 6 octobre 1983.*)

1° Conditions de fonctionnement normales dans les limites des spécifications techniques et précisées dans les règles générales d'exploitation (conditions de fonctionnement de première catégorie).

2° 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 de puissance;
- mauvais positionnement, chute d'une grappe ou d'un groupe de grappe;
- 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.

3° 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; - perte totale du débit vapeur.

4° Accidents graves et hypothétiques dont les conséquences doivent demeurer acceptables (conditions de fonctionnement de quatrième catégorie):

- accident de manutention du 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.

ANNEXE III Conditions de fonctionnement complémentaires des tranches nucléaires de 1400 MWe (*Extraits de la décision ministérielle CAB 1121-MZ du 6 octobre 1983.*)

#### Liste et conditions d'étude

Pour la liste des événements et combinaisons d'événements suivants, Electricité de France a proposé de montrer que les dispositions qui seront prises permettront d'amener les conséquences de ces événements du point de vue de la sûreté au niveau de celles de 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, 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.

En outre, seront étudiées les conditions de fonctionnement suivantes à l'égard desquelles seront, si nécessaires, mises en œuvre 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 de sécurité à moyenne pression et d'étudier les dispositions à prendre pour limiter les conséquences de cet événement, dans le cadre de l'analyse des états de refroidissement du cœur.