

RÈGLE N° IV.2.a
(21 décembre 1984)

Tome IV : Règles applicables aux études de fonctionnement.

Chapitre 2 : Conditions de service des équipements. Identification de la règle dans le chapitre : a.

OBJET : Exigences à prendre en compte dans la conception des matériels mécaniques classés de sûreté, véhiculant ou contenant un fluide sous pression et classés de niveaux 2 et 3.

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.

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 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. 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 leurs fréquences estimées d'occurrence.

Pour les réacteurs de 1 400 MWe, cette liste est donnée en annexe n° 2 et a été jugée acceptable par l'administration, sans préjudice des dispositions prévues ci-dessous.

Risques d'agressions d'origine externe à l'installation

La liste des conditions de fonctionnement de dimensionnement définie ci-dessus 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'activité 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.

Conditions de fonctionnement complémentaires

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 n° 3.

L'ensemble des 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

La règle fondamentale de sûreté IV.1.a définit en particulier les matériels mécaniques classés de sûreté, véhiculant ou contenant un fluide sous pression et de niveaux 2 et 3; dans la présente règle fondamentale de sûreté, ces matériels sont appelés matériels mécaniques de niveaux 2 et 3 ou matériels mécaniques.

L'objet de la présente règle fondamentale de sûreté est de définir les exigences à prendre en compte dans la conception pour que ces matériels puissent remplir leur fonction de sûreté dans toutes les conditions de fonctionnement considérées comme plausibles.

La présente règle développe la manière de prendre en compte pour la conception des matériels mécaniques de niveaux 2 et 3 les situations ⁽¹¹⁷⁾ qui résultent des conditions de fonctionnement et des agressions d'origine externe aux installations à considérer.

3. Enoncé de la règle

3.1. Situations des matériels mécaniques de niveaux 2 et 3

Dans les conditions de fonctionnement considérées comme plausibles, un matériel est soumis aux actions du milieu environnant, telles que les pressions, efforts, flux de chaleur, rayonnements, corrosions. Certaines de ces actions, telles que les poids, forces, pressions intérieures et extérieures, couples dilatation différentielle

¹¹⁷ Dans la présente règle fondamentale de sûreté, le terme « situation » s'applique à un matériel. La condition de fonctionnement est l'état de la tranche.

dans les matériaux, sont susceptibles de fournir un certain travail mécanique, fonction de la déformation de ce matériel, et sont appelées sollicitations.

Du fait de ces actions, et en particulier de ces sollicitations, le matériel peut se trouver dans diverses situations. Les sollicitations sont définies de manière enveloppe pour chaque matériel et chaque situation.

3.2. Exigences fonctionnelles requises

Des exigences fonctionnelles sont requises pour chaque matériel en fonction du rôle qu'il doit remplir dans les situations considérées pour que les fonctions de sûreté découlant des objectifs définis au paragraphe 3.1.1 de la règle fondamentale de sûreté IV-1-a puissent être assurées.

3.2.1. Définition des matériels statiques et non statiques.

Pour l'application des règles de conception aux matériels mécaniques de niveaux 2 et 3 on distingue :

Les matériels non statiques :

Il s'agit des matériels comportant des mécanismes ou des parties mobiles accomplissant un mouvement nécessaire à l'exercice de leur fonction de sûreté.

Les matériels statiques :

Tous les matériels ne répondant pas à la définition ci-dessus sont des matériels statiques.

3.2.2. Exigences liées au fonctionnement des matériels mécaniques.

En condition de fonctionnement accidentelle, selon la nature du matériel (statique ou non statique) et la fonction de sûreté qu'il doit assurer, on distingue les exigences suivantes :

Intégrité de la barrière de pression :

Cette exigence s'applique à l'enveloppe sous pression des matériels mécaniques statiques sans qu'interviennent d'exigences relatives à leur formation.

Elle vise à garantir pour ces matériels un confinement du fluide véhiculé.

Capacité fonctionnelle :

Cette exigence s'applique aux matériels mécaniques statiques traversés par un fluide.

Elle vise pour ces matériels à assurer une limitation des déformations à un niveau tel qu'il n'y ait pas notamment de réduction de débit de ce fluide empêchant l'accomplissement de la fonction de sûreté concernée.

Opérabilité :

Cette exigence s'applique aux matériels mécaniques non statiques.

Elle vise à assurer le bon fonctionnement des mécanismes ou parties mobiles dont le mouvement est nécessaire à l'accomplissement de la fonction de sûreté de ces matériels.

3.2.3. Règles de conception applicables aux matériels mécaniques de niveaux 2 et 3.

3.2.3.1. Cas général

a) S'agissant des situations correspondant aux conditions de fonctionnement de dimensionnement (cf. le

paragraphe 1 ci-dessus), les règles de conception rassemblées dans le « Recueil des règles de conception et de construction applicables aux matériels mécaniques des îlots nucléaires PWK (RCC-M) », tome I, chapitres C3000 et D 3000, édition « janvier 1983 + premier modificatif de juillet 1983, sont appliquées, sauf exceptions à justifier.

Pour chaque catégorie de situations, le RCC-M fixe des niveaux de critères dont le respect vise à assurer une résistance suffisante des matériels vis-à-vis d'un certain nombre de dommages mécaniques auxquels ils peuvent être exposés du fait des chargements qui leur sont appliqués.

Dans le cas particulier des conditions de fonctionnement accidentelles (catégories 3 et 4), on considère que, vis-à-vis des exigences fonctionnelles définies au paragraphe 3.2.2 ci-dessus :

- l'application des critères de niveau C ou D vaut en règle générale démonstration de l'intégrité des matériels, pour les conditions de fonctionnement accidentelles de catégorie 3 ou 4 respectivement;
- l'application des critères de niveau C vaut en règle générale démonstration de la capacité fonctionnelle des matériels mécaniques statiques ;
- l'application des critères de niveau B concourt à la démonstration de l'opérabilité des matériels mécaniques non statiques : cette démonstration doit être complétée par des vérifications expérimentales et/ou des analyses.

b) S'agissant des situations correspondant aux conditions de fonctionnement complémentaires (cf. le paragraphe 1 ci-dessus), les règles de conception sont, sauf exceptions à justifier (cf. l'annexe n° 3 à la présente règle), celles définies ci-dessus pour les situations correspondant aux conditions de fonctionnement de dimensionnement de catégorie 4.

3.2.3.2. Exigences particulières.

a) Les matériels dont la perte d'intégrité n'est pas postulée dans les conditions de fonctionnement de dimensionnement font l'objet de règles de conception - éventuellement plus sévères que les règles générales citées au point 3.2.3.1 ci-dessus - présentées au préalable à l'administration.

b) Lorsque les études de conception font apparaître qu'un matériel est soumis, dans une condition de fonctionnement accidentelle, à des sollicitations qui, tout en satisfaisant les critères de niveau C, conduisent à dépasser les critères de niveau B, des mesures appropriées sont, autant que possible, prises à la conception pour faciliter les visites auxquelles il pourrait être nécessaire de soumettre ce matériel avant sa remise en service, à la suite d'une telle condition de fonctionnement accidentelle.

3.2.4. Combinaison des sollicitations dues aux séismes et de celles dues aux conditions de fonctionnement.

En application du paragraphe 1 de la présente règle de sûreté, sont à prendre en compte :

a) Les situations correspondant à la combinaison des sollicitations résultant des conditions de fonctionnement de catégorie 1 ou 2 de l'installation avec celles engendrées par le séisme correspondant au demi-spectre de dimensionnement défini par la règle fondamentale de sûreté I.2.C.

Dans ces situations, les matériels doivent demeurer capables d'assurer leur fonction pour le reste de la vie de la centrale. Les critères à appliquer sont ceux de niveau B.

b) Les situations correspondant à la combinaison des sollicitations résultant :

- des conditions de fonctionnement de catégorie 1 ou 2 de l'installation avec celles engendrées par le séisme correspondant au spectre de dimensionnement défini par la règle fondamentale de sûreté I.2.c;
- des conditions de fonctionnement de 3^e et 4^e catégories, rupture de tuyauterie primaire ou secondaire, avec celles engendrées par le séisme correspondant au spectre de dimensionnement défini par la règle fondamentale de sûreté I.2.c; dans ce cas, cette combinaison des sollicitations constitue une

situation conventionnelle.

Pour l'ensemble de ces situations, il convient d'appliquer les critères énoncés en 3.2.3 ci-dessus en fonction des exigences requises pour chaque matériel :

- l'intégrité de tous les matériels de niveaux 2 et 3 doit, *a minima*, être démontrée ;
- l'opérabilité et la capacité fonctionnelle doivent être démontrées notamment pour les matériels mécaniques des systèmes suivants, ainsi que des systèmes nécessaires à leur fonctionnement :
 - système de sauvegarde ;
 - systèmes nécessaires pour atteindre et maintenir l'arrêt sûr ;
 - système de refroidissement de la piscine de stockage des assemblages irradiés.

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 1 400 MWe.

ANNEXE N° 1

Plan de principe des règles fondamentales de sûreté.

Tranches nucléaires comportant un réacteur à eau sous pression. (Pour mémoire)

ANNEXE N° 2

Conditions de fonctionnement de dimensionnement des tranches nucléaires de 1400 MWe

(Extraits de la décision ministérielle CAB U21-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 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.

ANNEXE N° 3

Conditions de fonctionnement de dimensionnement 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 alimentaire 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 nécessaire, 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.