

1. OBJECTIFS DE SURETE

La phase de démarrage et les essais associés doivent permettre de démontrer que la centrale est apte au service avant son exploitation normale et de confirmer que les performances des différents

matériels des systèmes de sûreté sont conformes à leur spécification et que ces matériels fonctionnent ensemble de manière à garantir que les fonctions de sûreté sont accomplies de manière fiable.

2. CADRE REGLEMENTAIRE

- décret n°99-1046 du 13/12/1999 relatif aux équipements sous pression et transposant la directive européenne 97/23/CE,
- décret du 12 décembre 2005 relatif aux équipements nucléaires sous pression ESPN,
- arrêté du 1er août 1984 relatif « à la qualité de la conception, de la construction et de l'exploitation des installations nucléaires de base notamment en matière d'organisation, de surveillance et de contrôle ».

3. EXIGENCES LIEES AU PROGRAMME DES ESSAIS DE DEMARRAGE

Un programme des essais de démarrage planifié, maîtrisé et dûment documenté doit être élaboré et mis à disposition pour application. Il doit comprendre tous les points d'arrêt réglementaires ainsi que les jalons réglementaires pour information convenue avec l'Autorité de Sûreté Nucléaire.

L'exhaustivité du programme des essais de démarrage doit être assurée pour ce qui concerne les mises en service des systèmes classés de sûreté, en particulier en définissant et en mettant en œuvre une méthode d'analyse adaptée.

Cette méthode devra permettre de tenir compte de toutes les configurations considérées comme plausibles, en particulier celles décrites dans ce rapport de sûreté, et de définir clairement les performances attendues des systèmes et des matériels classés sûreté.

La succession des essais doit être telle que la sûreté de la tranche ne dépendra jamais des performances de structures, de systèmes ou de matériels qui n'ont pas encore été testés.

Les Spécifications Techniques d'Exploitation doivent être applicables dès que la décision de commencer le chargement du cœur est prise.

4. EXIGENCES RELATIVES A L'ORGANISATION DES ESSAIS DE DEMARRAGE

Une organisation appropriée visant à mettre en œuvre le programme des essais de démarrage doit être établie ; en particulier, il est recommandé d'impliquer clairement le futur Exploitant dans l'élaboration, la réalisation et l'analyse des essais et des enseignements à tirer pour l'exploitation future de la tranche.

Le processus de développement et d'approbation des procédures d'essais, de vérification des exécutions des essais et d'examen, puis d'approbation des résultats d'essais doit être clairement établi pour les systèmes et matériels classés de sûreté.

1. METHODE D'IDENTIFICATION DES ESSAIS DE DEMARRAGE A EXECUTER

1.1. GENERALITES ET OBJECTIFS DE LA METHODE

Les essais représentent l'interface et la transition progressive entre la construction, l'installation, le montage et l'exploitation normale des différents systèmes composant la centrale. Cette période d'interface ou de transition peut se dérouler en usine, dans des installations spécifiques d'essai ou sur site, en fonction du type de matériels, du niveau d'intégration des systèmes cibles qu'il est possible d'atteindre en dehors du site sans mise en œuvre du procédé réel (par. ex. systèmes de CC) ou de l'impossibilité d'obtenir des conditions spécifiques sur site (p. ex pour les essais de qualification).

La méthode développée a pour objectif de :

- garantir que les essais de mise en service des systèmes de la centrale, y compris les fonctions classées sûreté, sont exhaustifs, en

tenant compte des essais appropriés réalisés hors du site,

- servir de base à l'établissement de la documentation d'essai correspondante.

1.2. PRINCIPES DE LA METHODE

Comme les essais ont pour principal objectif de garantir que les systèmes de la centrale fonctionnent correctement dans toutes les conditions prévues, les aspects fonctionnels liés au système, pour lesquels des essais peuvent être nécessaires, sont le point d'entrée de l'analyse. Ces aspects fonctionnels sont principalement obtenus de l'analyse des dossiers de système élémentaire et de l'analyse des listes d'équipements composant les divers systèmes.

2. DOMAINE D'APPLICATION DU PROGRAMME DES ESSAIS DE DEMARRAGE DE LA CENTRALE

La phase des essais de démarrage de la centrale s'étend du montage jusqu'à la mise en service industriel et se décompose en :

- essais pré-opérationnels,
- essais de démarrage initial (essais opérationnels).

Les essais de démarrage de la centrale comprennent toutes les opérations réalisées sur les matériels, les systèmes et les structures afin de garantir leur bon fonctionnement en conformité avec les exigences de conception, en particulier sur ceux classés sûreté.

Le programme des essais de démarrage de la centrale décrit dans la suite est préliminaire. Il décrit uniquement les principales phases d'essais. Il est fourni à titre informatif. Le programme définitif sera communiqué pendant la phase de conception détaillée avec la mise en œuvre de la méthode d'identification et avant la réalisation des premiers essais sur les systèmes.

Le programme des essais de démarrage de la centrale (voir figure 14 FIG 1) se déroule en trois grandes phases :

Programme d'essais pré-opérationnels :

- phase I : comprend les essais préliminaires et le démarrage initial des matériels, des fonctions ou des groupes de fonctions, sans interaction entre le circuit primaire ou ses systèmes auxiliaires et les circuits secondaires ;
- phase II : comprend les essais fonctionnels à froid et à chaud du circuit primaire et du circuit secondaire avant le chargement du combustible.

Programme d'essai de premier démarrage :

- phase III : comprend le chargement du cœur, les essais pré-critiques à froid et à chaud et le démarrage réel avec des vérifications de performances jusqu'à la mise en service industriel.

Les essais de démarrage comprennent :

- les essais de démarrage standard, qui sont conçus pour vérifier le bon fonctionnement de l'installation et la conformité aux objectifs de performance correspondants ;
- les essais répétés à différents paliers de puissance pendant la montée en puissance (essais de physique du cœur et des systèmes de régulation) afin de confirmer la validité de certaines hypothèses prises en compte dans les études de fonctionnement et de sûreté ainsi que dans la conception du système de protection pour tous les niveaux de puissance ;
- les essais de validation des procédures de conduite : les procédures de conduite normale sont largement utilisées lors des essais de démarrage et sont validées lors de ces essais. Les procédures de conduite en cas d'incident ou d'accident sont validées, à chaque fois que possible, lors de la mise en service de la tranche. Ces dernières sont testées dans tous les cas à l'aide d'un simulateur ou d'un code de calcul ;
- les essais « Tête de série » destinés à vérifier un concept non expérimenté par ailleurs. Ces essais sont souvent complexes et requièrent une instrumentation sophistiquée capable de confirmer des données théoriques.

Les essais décrits ci-dessous sont ceux qui affectent les systèmes et les matériels classés sûreté.

3. ESSAIS PRE-OPERATIONNELS

Le programme des essais pré-opérationnels comprend l'ensemble des épreuves, suivis, mises au point, réglages et essais fonctionnels nécessaires afin de garantir que le chargement du premier cœur, la première criticité et les essais à faible puissance peuvent être conduits en toute sûreté.

Les essais sont réalisés par étapes, de façon à ce que l'exécution satisfaisante d'un essai assure, si ce n'est le succès de l'essai suivant, du moins sa réalisation en toute sécurité. Chaque étape de cette séquence implique également, quand cela est nécessaire, la simulation des paramètres de fonctionnement qui ne pourrait être réalisée autrement. Dès que les paramètres simulés peuvent être obtenus lors des phases suivantes, les essais correspondants sont repris.

Chronologiquement, les essais sont tout d'abord réalisés sans fluide ou en simulant les différents signaux, puis en mettant en œuvre des ensembles fonctionnels de plus en plus complets, recréant ainsi le plus possible les conditions normales de fonctionnement.

Quand cela est nécessaire, des conditions anormales de fonctionnement peuvent être simulées, dans la mesure où elles ne mettent pas en cause la sécurité du personnel, l'intégrité du matériel ou la propreté des différents systèmes.

Les essais pré-opérationnels commencent dès la phase de montage.

La preuve que les matériels et les ensembles fonctionnels fonctionnent correctement et les mesures correctives à prendre en cas de non-conformité se fondent sur les analyses des résultats des essais.

En règle générale, tous les essais pré-opérationnels sont normalement réalisés avant le chargement du cœur initial, ce qui

n'est pas le cas pour les essais réalisés sur les matériels ou ensembles fonctionnels qui peuvent uniquement être montés après le chargement du cœur. C'est le cas, par exemple, des essais du système de commande des grappes de contrôle. Les essais complets à chaud et à froid sont réalisés sur ces matériels après le chargement du cœur et avant le démarrage réel du réacteur.

En outre, lorsqu'un essai pré-opérationnel ne peut être réalisé normalement avant le chargement du cœur initial, par suite d'une indisponibilité de matériels et/ou de systèmes connexes, ou lorsque ses résultats sont jugés insatisfaisants, alors l'essai peut être exceptionnellement réalisé ou recommencé après le chargement. Cependant, la réalisation de l'essai ou l'absence de résultats ne peut en aucun cas mettre en cause les exigences de sûreté.

Les essais pré-opérationnels sont réalisés au moyen de procédures d'essais spécifiques et de procédures de conduite qui peuvent, quand cela est nécessaire, être adaptées à l'essai.

Les essais pré-opérationnels sont réalisés en deux phases :

- phase I : essais préliminaires,
- phase II : essais fonctionnels de la centrale (avant le chargement du combustible).

La Phase II est à son tour divisée en quatre sous-phases :

- essais fonctionnels à froid (phase II-1),
- préparation des essais fonctionnels à chaud (phase II-2),
- essais fonctionnels à chaud (phase II-3),
- préparation au chargement du combustible (phase II-4).

4. PROGRAMME D'ESSAIS DE DEMARRAGE INITIAL

Les essais opérationnels sont réalisés dans les conditions réelles d'exploitation. Le programme des essais opérationnels est établi pour atteindre les principaux objectifs suivants :

1) démontrer que la tranche a été réalisée conformément aux bases

de conception, notamment en matière de sûreté. Cette démonstration permet principalement de vérifier :

- que la tranche fonctionne correctement en régime établi et en régimes transitoires,

- que les performances de la tranche sont conformes aux critères de sûreté,
 - que les hypothèses postulées dans les analyses de sûreté sont convenablement conservatives,
 - que les règles d'exploitation sont convenablement adaptées à la tranche.
- 2) montrer que la centrale est capable de produire la puissance prévue dans les conditions d'exploitation spécifiées,
- 3) fournir des relevés de mesure servant de base de référence lors de l'exploitation ultérieure de la centrale,

Les essais opérationnels correspondent à la phase III : essais pré-critiques, criticité et montée en puissance.

Cette phase est également scindée en quatre sous phases :

- premier chargement du cœur (sous phase III-1),
- essais pré-critiques (sous phase III-2),
- criticité initiale et montée jusqu'à 90% de la pleine puissance (sous phase III-3),
- montée à la pleine puissance (sous phase III-4).

sous chapitre 14.2

ORGANISATION DES ESSAIS DE DEMARRAGE

1. GENERALITES

La description suivante est donnée à titre préliminaire. Elle sera mise à jour selon l'organisation finalement retenue pour les essais de démarrage EPR. L'organisation des relations avec l'Autorité de Sûreté sera définie lors des études détaillées en amont de la réalisation du programme d'essais de démarrage.

Les principales parties concernées sont :

- la Division de l'Ingénierie Nucléaire (DIN), représentée par la structure locale appelée « Aménagement » dépendant du Centre National d'Équipement Nucléaire de la DIN et placée sous l'autorité du Chef d'Aménagement ; cette structure comprend le lot Essais ;

- la Division de la Production Nucléaire (DPN), représentée par l'unité d'exploitation de la centrale, sous l'autorité du Chef de Centrale ;
- des constructeurs et autres contractants.

Au cours du montage et du démarrage, le personnel des différentes parties sera basé sur le site. Le chevauchement des activités de montage et de démarrage requiert une coordination efficace.

Le lot Essais préparera et exécutera les procédures d'essais jusqu'à la mise en service industrielle et coordonnera toutes les activités de démarrage à partir de la fin du montage.

2. DEFINITION DES RESPONSABILITES

2.1. PRINCIPES GENERAUX

Les rapports entre la Division de l'Ingénierie Nucléaire et la Division de la Production Nucléaire pour la construction de la centrale nucléaire sont définis dans une note interne à EDF.

Pour la mise en service de la centrale nucléaire, le Chef d'Aménagement assume les responsabilités qui incombent à la Division de l'Ingénierie Nucléaire et le Chef de Centrale assume celles qui incombent à la Division de la Production Nucléaire.

D'autre part, les obligations respectives d'EDF et des Constructeurs découlent de leurs contrats respectifs et des pièces jointes.

2.2. RESPONSABILITES AVANT LE CHARGEMENT DU REACTEUR

Jusqu'au chargement du réacteur exclu, la totalité des responsabilités concernant la mise en service de la centrale est assumée par la Division de l'Ingénierie Nucléaire qui a délégation d'exploitant nucléaire. Le chef d'aménagement doit faire réaliser sous sa responsabilité :

- le contrôle du montage des matériels et la conformité de ceux-ci aux dispositions figurant sur les plans ou notices approuvés par les centres d'ingénierie de la DIN,
- les essais de mise en service de chacun des matériels et des différentes fonctions conformément aux programmes et aux procédures approuvés par les centres d'ingénierie de la DIN,
- les essais d'ensemble de la chaudière hors combustible.

2.3. CONDITIONS NECESSAIRES AU CHARGEMENT

Le chargement du réacteur ne peut être entrepris que lorsque la tranche est reconnue être sûre par les différentes parties concernées (Division de l'ingénierie Nucléaire, Division de la Production Nucléaire et Constructeurs), que toutes les dispositions nécessaires à la mise en œuvre de la sûreté nucléaire de la centrale ont été prises et que l'Autorité de Sûreté "Direction Générale de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection (DGSNR)" en a donné l'autorisation.

2.4. RESPONSABILITES APRES CHARGEMENT

À partir du chargement inclus, la totalité des opérations de conduite et de surveillance est assurée exclusivement par le personnel de la Centrale, conformément aux procédures d'exploitation et éventuellement conformément aux procédures d'essais. Le Chef de Centrale assume la responsabilité d'exploitant nucléaire. Il est alors seul responsable du respect des règles générales d'exploitation et des recommandations techniques liées à l'autorisation de chargement.

La mise en service et la montée en puissance de la centrale jusqu'au transfert provisoire sont réalisées conformément au programme défini par la Division de l'Ingénierie Nucléaire, mais avec l'accord permanent du Chef de Centrale ; puis, après le transfert provisoire, conformément au programme défini par la Centrale, en accord avec la Division de l'Ingénierie Nucléaire.

3. ORGANISATION DES ESSAIS SUR SITE

3.1. PREPARATION DES ESSAIS

Le lot Essais de l'Aménagement :

- vérifie que les dossiers d'essais sont complets et à jour (prises en compte des dernières modifications et de l'état de l'installation),
- vérifie que les conditions préalables à l'essai sont satisfaites ou contrôle que les dérogations nécessaires ont été obtenues,

- dans le cas des procédures d'essais à exécuter après le premier chargement, demande l'accord préalable du Chef de Centrale ou de son représentant, matérialisé par un visa.

Lorsque ces conditions sont remplies, l'Aménagement, après avoir obtenu l'accord des Constructeurs concernés, délivre le dossier "Bon pour action". Ce dossier est transmis aux équipes chargées de l'exécution (lot Essais de l'Aménagement, Constructeurs, Personnel d'exploitation de la centrale).

3.2. EXECUTION DES ESSAIS

L'équipe responsable de la réalisation d'un essai est placée sous l'autorité d'un Chef d'essais habilité, titulaire d'un régime d'essais. Le Chef d'essais exerce le commandement unique des manœuvres effectuées dans la zone affectée à l'essai et de ce fait, est responsable de la sécurité des personnes dans cette zone.

4. NATURE DES DOCUMENTS D'ESSAI

En raison de la nature spécifique des différents types d'essais définis ci-dessus, différents types de documents d'essais seront rédigés.

a) Programme de Principe d'Essais d'un système

Un programme de principe d'essais est rédigé par système élémentaire ou par groupe de systèmes élémentaires. Ce document spécifie le principe, l'objet et la teneur des essais à réaliser pour mettre la fonction en service, ainsi que les critères utilisés pour évaluer la validité des résultats des essais.

Il dégage les idées principales concernant les points à vérifier par des essais.

Bien que succinct, ce document doit être suffisamment précis pour obtenir, après discussion, l'accord des diverses organismes concernés sur la liste des essais et leur intégration au programme d'ensemble, et permettre la définition des dispositions à prendre pour ces essais, ainsi que l'approvisionnement du matériel correspondant (matériel de mesure, raccordements provisoires, fonds pleins, etc.).

b) Procédures d'exécution d'essais

Les procédures d'essais décrivent dans le détail l'enchaînement et les modalités d'exécution des essais prévus dans les programmes de principe d'essais et permettent de rédiger immédiatement les relevés d'exécution correspondants.

Ces procédures sont très détaillées tant en termes de réalisation pratique des essais (états requis, besoins en fluides, matériels d'essai nécessaires, consignes particulières, détail des manœuvres et des relevés de mesure à effectuer, etc.) que pour leur interprétation immédiate (résultats attendus, critères d'acceptabilité).

La liste des procédures d'exécution d'essais d'un système élémentaire est indiquée dans le programme de principe d'essais de ce système ; ceci est également applicable aux essais d'ensemble.

Les procédures d'exécution d'essais peuvent faire appel, le cas échéant, à des Guides Types d'Essais (voir ci-dessous), à des procédures de conduite ou des procédures d'essais périodiques.

Les procédures d'exécution d'essais sont éventuellement adaptées sur le site, en fonction de l'état de l'installation.

Le Chef d'essais a la responsabilité de l'essai conformément à la procédure "Bon pour action". Tout événement anormal fait l'objet d'un examen et les modifications de procédures éventuellement nécessaires font l'objet d'approbations similaires à celles du document d'essai concerné.

c) Procédures de conduite et Procédures d'essais périodiques

Ces documents sont rédigés pour l'exploitation normale de la tranche. Bien que ces procédures ne constituent pas des documents d'essai, elles doivent être mentionnées car elles doivent être utilisées le plus tôt possible et validées lors des essais de démarrage.

d) Procédures d'enchaînement d'essais

Pour les phases d'essais d'ensemble de mise en service, des procédures spécifiant l'enchaînement des différents essais existent. Elles font appel aux procédures d'exécution d'essais, aux procédures de conduite et aux procédures d'essais périodiques.

Elles précisent les conditions préalables à l'engagement d'une phase d'essai ainsi que les dérogations éventuellement nécessaires aux Spécifications Techniques d'Exploitation pour l'exécution de certains essais après le chargement.

e) Guides Types d'Essais

Pour alléger la rédaction des programmes de principe d'essais et des procédures d'exécution d'essais, les matériels courants tels que les tableaux électriques, les moteurs, les pompes, les échangeurs de chaleur et les vannes font l'objet de Guides Types d'Essais qui précisent la nature et le mode opératoire des essais. À ces Guides Types d'Essais sont, en général, associées des fiches types, qui incorporées aux procédures d'exécution d'essais, servent de feuilles de relevés d'essais.

f) Relevé d'Exécution d'Essais

Ils sont constitués au fur et à mesure du déroulement de l'essai. Ils complètent les procédures d'exécution d'essais et les fiches de relevés jointes. À l'issue de l'essai, un bref commentaire sur la réalisation de l'essai et les résultats obtenus est rédigé (si nécessaire).

g) Analyse des résultats d'essais et synthèse d'essais

Les essais d'ensemble (à l'exception des essais préliminaires ou de conformité) sur les systèmes classés de sûreté font l'objet de Fiches d'Analyse de Relevés d'Exécution d'Essais ou de Rapport de Synthèse d'Essais.

Ces documents résument les résultats des essais en référence aux critères correspondants et les principaux problèmes rencontrés.

5. RAPPORTS D'ESSAIS

Le lot Essais de l'Aménagement :

- réalise les essais,
- contrôle que tous les essais prévus ont été réalisés,
- établit ou fait établir les relevés d'exécution d'essais et les comptes rendus et en assure la gestion et la diffusion,
- veille à la prise en compte des conclusions de l'essai, si besoin est,
- si besoin est, contrôle que les modifications ont bien été approuvées, prises en compte et essayées si nécessaire.

Le centre d'ingénierie de la DIN en charge de la centrale :

- veille au recyclage des résultats d'essais aux entités d'études en charge des dossiers de système élémentaire et autres organismes intéressés,
- vérifie que tous les essais prévus ont bien été exécutés et que les résultats en sont acceptables,
- rédige et gère les Fiches d'Analyse de Relevé d'Exécution d'Essais, des Rapports de Synthèse d'Essai et des synthèses de Résultats d'Essais.

6. MODIFICATIONS DE L'INSTALLATION SUITE A LA REALISATION D'UN ESSAI

La réalisation d'essais de démarrage peut mettre en évidence le besoin de modification de l'installation ou de la remise en conformité suite à une anomalie de montage ou d'assemblage. L'instruction et la mise en œuvre de ces modifications amènent généralement à reprendre tout ou partie des essais de démarrage

afin de solder les réserves éventuelles ou à titre de requalification. Par ailleurs, les modifications sont analysées en tenant compte de leur impact sur les documents d'essais, lesquels sont révisés le cas échéant.

14 FIG 1 : DIAGRAMME GENERAL DES ESSAIS DE DEMARRAGE

