

2  
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

FR 8601321

CENTRE D'ETUDES NUCLEAIRES DE SACLAY

CEA-CONF - -8299

Service de Documentation

P91191 GIF SUR YVETTE CEDEX

P4

IMPORTANCE DES ESSAIS DANS LES INSTALLATIONS  
NUCLEAIRES

B. GUILLEMARD

IRDI/DERDCA - C.E.A. Fontenay-aux-Roses

Communication présentée à : Conference on testing for quality  
Paris (France)  
15-16 Oct 1985

# **IMPORTANCE DES ESSAIS DANS LES INSTALLATIONS NUCLEAIRES**

**B. GUILLEMARD - Responsable Assurance Qualité**

**CEA-IRDI-DERDCA\***

Dans les installations nucléaires, les systèmes et matériels importants pour la sûreté et la disponibilité sont soumis, tout au long du cycle de vie de chaque installation, à de nombreux essais destinés à vérifier leur capacité à assumer leurs fonctions.

L'exposé analyse le rôle des essais dans les phases successives de conception, de construction et d'exploitation d'une installation nucléaire.

Il examine ensuite divers aspects de la maîtrise de la qualité des essais: définition des besoins, programmation des essais, qualité intrinsèque de chaque essai, maîtrise des interfaces ( les essais sont en effet à la fois l'aboutissement et le point de départ de nombreuses actions concernées par la qualité ) et mise en pratique.

- \* CEA      Commissariat à l'Energie Atomique
- IRDI      Institut de Recherche Technologique et de Développement Industriel
- DERDCA    Division d'Etudes de Retraitement et des Déchets et de Chimie Appliquée

## I - INTRODUCTION

L'analyse de l'importance des essais dans les installations nucléaires qui est faite dans cet exposé concerne principalement les installations nouvelles, pilotes ou prototypes.

### I.1 Domaines concernés

Les principaux domaines concernés par la maîtrise de la qualité dans les installations nucléaires peuvent être décrits, en fonction de la définition de la qualité, en énonçant successivement la nature du besoin/l'utilisateur/le mode d'expression du besoin. Ils sont au nombre de trois :

- Protection de l'environnement/le public, représenté par le gouvernement/le rapport de sûreté de l'installation : c'est le domaine d'application de l'arrêté du 10/8/84 relatif à la qualité de la conception, de la construction et de l'exploitation des INB (installations nucléaires de base).
- Disponibilité de l'installation/l'exploitant de l'installation/le programme de production.
- Qualité des produits de l'installation (électricité, combustibles nucléaires, services d'enrichissement, d'irradiation ou de retraitement, résultats de recherche et développement, etc...)/les clients de l'installation/le cahier des charges ou la spécification de chaque produit.

### I.2 Partenaires concernés

Tout au long du cycle de vie d'une installation nucléaire, les partenaires concernés sont : le maître d'ouvrage, le bailleur de procédé, le maître d'oeuvre/les ingénieries, les constructeurs, l'exploitant. Dans la plupart des cas le maître d'ouvrage et l'exploitant appartiennent à la même entreprise, ils sont parfois même confondus.

### I.3 Maîtriser la qualité

La démarche logique de maîtrise de la qualité mérite d'être toujours bien explicitée lors de son application :

- Exprimer les besoins
- Traduire les besoins en programme d'actions: définir les objectifs (Programmation)
- Produire la qualité :
  - . Prévoir
  - . Bien faire et corriger les défaillances
  - . Garder trace

## **II - ROLE DES ESSAIS**

Dans les phases successives de conception, construction et exploitation, les essais ont pour objectif de prouver que l'installation et ses systèmes et matériels importants pour la sûreté, la disponibilité, et la qualité des produits, sont capables d'assumer leurs fonctions.

### **II.1 Pendant la conception**

Compte tenu des besoins exprimés en I.1, des connaissances disponibles, des règlements et normes, du cahier des charges fonctionnel de l'installation, il s'agit de définir la qualité requise pour la réalisation des systèmes et matériels importants dont l'inventaire résulte des analyses de sûreté, de disponibilité et des facteurs de production.

Ces systèmes et matériels importants devront être qualifiés en fonction de l'expérience, ou à la conception lorsqu'ils sont nouveaux.

Ces besoins se traduisent, chez le bailleur de procédé (et parfois chez certains constructeurs), par un programme de recherche et développement, constitué d'études et d'essais, dont les résultats permettront au bailleur de procédé d'établir le livre de procédé et aux ingénieries - maître d'oeuvre de concevoir l'installation et de définir, en vue de sa construction, les spécifications techniques de chaque système et matériel. Dans le cas des installations nouvelles, pilotes ou prototypes, les activités du bailleur de procédé, des ingénieries et de certains constructeurs sont imbriquées et nécessitent une coordination efficace, avec des programmes d'actions et des rendez-vous bien définis, des revues de projet et une bonne maîtrise des échanges d'informations.

Le programme de recherche et développement relatif à la conception d'une installation nucléaire comporte des essais de procédé à l'échelle du laboratoire et des essais de composants aussi représentatifs que possible qui sont, lorsque nécessaire, complétés par des essais de prototypes dont le degré de représentativité est déterminé cas par cas en fonction des besoins.

## II.2 Pendant la construction

Il s'agit d'apporter la preuve que la qualité requise à la conception a bien été réalisée à la construction par :

- des essais individuels de chaque matériel et de chaque système, en usine puis sur le site, conduisant, par intégrations successives à :
- des essais d'ensemble de l'installation aussi complets que possible avant l'introduction du combustible nucléaire, étape clé des essais, qui a un caractère quasi-irréversible.
- des essais de démarrage de l'installation en actif se terminant par la démonstration de son fonctionnement pendant une période significative dans des conditions représentatives de l'exploitation normale.

Ces essais qui associent les constructeurs, les ingénieries et l'exploitant sont pilotés successivement par les constructeurs pour les essais individuels, les ingénieries pour les essais d'ensemble et l'exploitant pour le démarrage en actif. Ils sont l'aboutissement de longs efforts de conception et de construction et constituent la phase la plus dynamisante d'un projet. Pour l'exploitant, c'est la prise en main de l'installation, le rodage des équipes et des modes d'exploitation, le point zéro où il recueille les caractéristiques initiales des matériels et systèmes importants, "signature" qui lui permettra de suivre leur comportement tout au long de la vie de l'installation.

## II.3 En exploitation

Il s'agit de maintenir et d'améliorer en fonction de l'expérience le niveau de qualité réalisé à la construction. Les essais sont principalement :

- des essais de remise en service de l'installation suite à une modification importante de configuration ou suite à des travaux ; ils sont de même nature que les essais de démarrage de la fin de la phase construction.
- des contrôles et essais périodiques destinés à vérifier que les systèmes et matériels importants pour la sûreté ou la disponibilité sont toujours en mesure d'assumer leurs fonctions.

Pour être complet, il ne faut pas oublier de citer les installations nucléaires expérimentales dont la finalité est de faire des essais ainsi que les essais de démonstration de nouveaux composants effectués dans une installation de production.

### III - MAITRISE DE LA QUALITE DES ESSAIS

Les paragraphes précédents illustrent bien l'importance, la variété et la complexité des essais relatifs à une installation nucléaire ainsi que les nombreuses relations d'interface qu'ils mettent en jeu. L'analyse des problèmes principaux de maîtrise de la qualité des essais sera conduite à partir de la base : produire la qualité pour un essai élémentaire donné.

#### III.1 Qualité intrinsèque de chaque essai

Il s'agit, en fonction de besoins convenablement exprimés pour chaque essai - ou groupe d'essais - d'établir les documents préparatoires aux essais, de bien exécuter les essais en corrigeant les défaillances et d'en garder trace, en accord avec les paragraphes concernés de la recommandation AFNOR X 50-110 ou du code de bonne pratique AIEA 50 C QA par exemple : c'est l'affaire des équipes d'essais.

Trois points méritent une mention particulière :

- la gestion des interfaces entre équipes d'essais, laboratoires d'analyse et équipes de mesure - réglage.
- l'archivage des dossiers d'essais, en particulier des résultats bruts convenablement renseignés ; il arrive en effet que plusieurs années après un essai on ait besoin d'en réexaminer les résultats : par exemple, des problèmes de fonctionnement d'un matériel en exploitation peuvent conduire au réexamen des essais de prototype correspondants.
- la traçabilité, essentielle pour les essais et en particulier pour les deux points qui viennent d'être signalés. Elle peut de plus servir de fil conducteur à des audits "produit" qui, partant de résultats d'essais publiés choisis par l'auditeur, permettent à celui-ci de remonter par traçabilité aux différentes composantes de la qualité, depuis l'approbation du rapport d'essai et l'analyse critique des résultats d'essais jusqu'à la qualification du personnel et des méthodes employées. Cette chaîne peut aussi être remontée chez les partenaires de l'équipe d'essais : laboratoire d'analyse et équipe mesure-réglage. Ce mode d'audit, près du terrain et efficace pour apprécier une situation, présente un caractère pédagogique appréciable ; le questionnaire d'audit peut de plus être mis à la disposition du personnel comme outil d'auto-évaluation et de sensibilisation.

La maîtrise de la qualité intrinsèque de chaque essai est une nécessité, cependant tous les efforts déployés seraient vains sans une bonne programmation des essais et une bonne définition des besoins.

### III.2 Programmation des essais

Il s'agit, en fonction des besoins définis pour l'installation nucléaire dans les phases successives de conception, construction et exploitation de déterminer le programme général des essais relatifs à l'installation et à ses différents systèmes et matériels, de les répartir entre les différentes équipes d'essais et d'assurer leur cohérence.

Compte tenu du coût considérable des essais de prototypes et surtout de l'immobilisation pour essais d'une installation de production il faut, tout en répondant parfaitement aux besoins, optimiser au mieux le programme général des essais :

- par une analyse du diagramme d'enchaînement des essais et l'établissement de leur planning ( méthode PERT par exemple)
- par l'utilisation intensive de calculs de simulation pour sélectionner et orienter les essais effectués.
- par l'emploi de systèmes d'enregistrement continu : par exemple, l'enregistrement continu des paramètres principaux du coeur et des circuits de refroidissement d'un réacteur nucléaire permet de tirer profit de tous les transitoires et arrêts survenant au cours des essais d'ensemble et de rassembler les données nécessaires à l'analyse du fonctionnement neutronique, hydraulique et thermique sans avoir recours à beaucoup d'essais spécifiques supplémentaires.

../..

La programmation des études et essais relatifs à la conception d'une installation nouvelle s'applique à un nombre important de tâches élémentaires, concerne de nombreuses équipes et s'appuie sur beaucoup de documents qui de plus sont l'objet de mises à jour : un outil efficace est nécessaire pour à la fois avoir une vue d'ensemble et donner à chacun des acteurs les informations nécessaires. Un effort en ce sens a été effectué pour le programme de recherche et développement relatif aux nouvelles usines de retraitement par gestion informatique des différents fichiers des objectifs, des tâches (études et essais) et des documents de référence (notes, programmes, rapports). Peuvent ainsi être obtenus :

- des listes/tableaux de bord précisant pour chaque essai ses objectifs, son planning, son responsable, son contenu et les documents de référence
- des synthèses, sélections et tris d'informations en fonction des besoins des différents utilisateurs.
- des index donnant plus d'informations sur les documents de référence (résumé, etc...)

Le couplage de ces fichiers et leur accès en conversationnel constituera un outil encore plus efficace.

### III.3 Définition des besoins

La définition des besoins des utilisateurs est le point de départ : Ce domaine essentiel est particulièrement difficile à maîtriser pour les installations nouvelles, pilotes ou prototypes : l'établissement des cahiers des charges fonctionnels (cf norme AFNOR X 50-151 par exemple) est complexe et nécessite de nombreuses étapes successives. Cette situation impose une coordination renforcée des différents partenaires, la programmation de rendez-vous judicieusement échelonnés tout au long du projet et l'organisation de nombreuses réunions de type revue de projet.

### III.4 Maîtrise des interfaces

- Les essais sont en effet au coeur des questions d'interfaces :
- en amont des essais, il s'agit de bien en définir le besoin par un dialogue entre les équipes d'essais et leurs différents partenaires tant sur la définition du besoin lui-même que sur le programme général des essais.
  - en aval, il s'agit d'exploiter complètement les résultats d'essais par le traitement des non conformités d'une part et les échanges d'informations amont-aval d'autre part.



La qualité du dialogue entre les différents partenaires est primordiale, et ce dialogue mérite d'être entretenu tout au long de la vie de l'installation entre tous les partenaires : associer le futur exploitant le plus tôt possible à la conception du projet; maintenir le dialogue en phase exploitation. Les besoins particuliers aux installations pilotes ou prototypes conduisent souvent à mettre en place, pour les essais de démarrage, une structure horizontale spéciale associant les différents partenaires à la conduite des essais tout en respectant bien sûr la responsabilité de chacun telle que décrite en II.2.

Pour terminer, quelques réflexions personnelles tirées de l'expérience:

- La définition des besoins dès le départ et sa mise à jour tout au long du projet est, pour les différents partenaires, une référence indispensable qui fait gagner du temps ; elle est bien sûr nécessaire pour pouvoir parler de qualité - satisfaction des besoins des utilisateurs . Pour une installation nouvelle, pilote ou prototype cette définition est particulièrement difficile à établir ; c'est une raison de plus pour identifier chez chaque partenaire tout ce qui concourt à cette définition et en faire une référence commune.
- La capacité des différents partenaires de résoudre efficacement les problèmes posés par les non conformités mises en évidence aux essais est essentielle dans la tenue des plannings de conception, construction ou exploitation : Dans la situation (de crise) où une non conformité bloque la progression, il s'agit d'additionner l'énergie et l'intelligence de chacun des partenaires pour résoudre le problème en fonction de tout ce qui a déjà été effectué (de l'importance des archives cf § III.1), des connaissances disponibles et du réexamen éventuel de la chaîne de définition des besoins.
- Tout au long de la vie d'une installation, le dialogue entre les différents partenaires est indispensable dans le domaine des actions correctives, que le Dr JURAN a remarquablement développé avec le concept d'"amélioration continue de la qualité", véritable moteur de la maîtrise de la qualité dans l'entreprise. Le développement efficace de ces actions dans le cadre du système de gestion de la qualité de chacun des partenaires dépend notablement des flux d'informations échangés : le retour d'informations de l'exploitant vers les concepteurs et constructeurs; la diffusion des informations sur les améliorations de procédé et de technologie des concepteurs et constructeurs vers l'exploitant .

La maîtrise de ces interfaces se traduit par l'échange d'un grand nombre d'informations et par de multiples interactions entre les différents partenaires qui doivent de plus à tout moment savoir quels sont les documents de référence en vigueur (au dernier indice) : Le développement des systèmes de gestion d'informations sur micro-ordinateurs associés en réseau devrait de plus en plus apporter une réponse efficace aux besoins (cf.III.2).

### III.5 Mise en pratique

Le développement du nucléaire a été marqué, chez chacun des acteurs, par le souci constant de la qualité et de nombreux systèmes de maîtrise de la qualité ont été mis en place ou existent implicitement. La définition formelle d'un système de maîtrise de la qualité ou d'un programme d'assurance de la qualité consiste d'abord à faire l'inventaire de ce qui existe, à l'explicitier et à le mettre en valeur plutôt qu'à le formaliser, à en faire l'examen, en concertation entre les différents partenaires et à l'améliorer en vue d'une meilleure efficacité. C'est dans cet esprit que l'application de l'arrêté du 10/8/84 relatif à la qualité pourra éviter de conduire à un formalisme supplémentaire et donner l'impulsion à un effort renouvelé et concerté de maîtrise de la qualité, en veillant à la motivation des différents acteurs et à la recherche de la qualité au meilleur coût.