

Document de Référence 2017-01

La méthode ROOTS® - une nouvelle méthode de référence pour les analyses de sûreté des laboratoires, usines et installations en démantèlement

La méthode d'analyse de sûreté ROOTS® est une méthode d'analyse de sûreté nucléaire novatrice et prouvée qui combine à la fois une approche déductive et une approche inductive conduite sur le plan fonctionnel.

La méthode permet de générer une analyse complète de l'installation et répond aux nouvelles exigences réglementaires applicables aux Installations Nucléaires de Base. Elle permet de justifier les Elément Importants pour la Protection et les Activités Importantes pour la Protection, et d'en définir leurs Exigences Définies, conduisant à des contraintes d'exploitation adaptées plus finement notamment au niveau des Règles Générales d'Exploitation. La méthode a aussi l'avantage de pouvoir justifier des exigences différentes suivant les états de fonctionnement de l'installation, fournissant ainsi un cadre justifié permettant une flexibilité indispensable notamment lors des opérations de démantèlement.

La méthode a été développée par CleanuC et est aujourd'hui prouvée et implémentée sur 5 Installations Nucléaires de Base en France, et d'autres applications sont en cours.

Ce document de référence décrit la méthode, sa justification et les avantages qu'elle procure en termes d'implémentation et de flexibilité dans l'exploitation des installations nucléaires.

Les principes de la méthode ROOTS®

Une combinaison de méthode déductive - inductive

La puissance de la méthode est basée sur l'application d'une boucle à la fois déductive et inductive. L'annexe 1 explique la différence entre ces méthodes traditionnellement employées en analyse de risques et leurs limites. Leur combinaison en boucle au sein de la méthode ROOTS® permet de surmonter ces limites tout en bénéficiant de leurs avantages et de leur puissance.

La méthode ROOTS® est basée sur une première analyse déductive basée sur les Evénements Non Souhaités (ENS), correspondant à des sorties du domaine de fonctionnement normal défini pour l'installation. Cette analyse déductive permet d'identifier des Evénements Déclencheurs (EVD) au niveau fonctionnel, correspondant aux causes possibles des ENS préalablement identifiés. Pour garantir un bon niveau d'exhaustivité, CleanuC utilise des listes propriétaires de possible EVD pour un grand nombre de situations types dans les installations nucléaires. Ces EVD couvrent à la fois des événements techniques et des événements humains.

Dans une deuxième phase inductive, les conséquences possibles de ces Evénements Déclencheurs (EVD) sur l'installation sont évaluées en matière d'effets induits. Cela conduit à identifier les Evénements Redoutés (EVR). La criticalité de ces Evénements Redoutés est mesurée sur la base de la classe de probabilité de l'EVD et de la conséquence vis-à-vis des différents intérêts à protéger au regard du fonctionnement de l'installation (personnel, public, environnement). Cette conséquence est estimée en tenant compte de l'ensemble des dispositions en place et aussi d'une défaillance unique complémentaire la plus pénalisante pour le scénario considéré.

Afin de vérifier l'absence d'effet falaise, des scénarios de très faibles probabilités et/ou résultant de défaillances multiples, appelés Situations de Cumuls (SC) sont rajoutés à l'analyse.

Une méthode appliquée au niveau fonctionnel

Un élément important de la méthode est le fait de l'implémenter au niveau fonctionnel. Cette approche permet à la fois de viser à l'exhaustivité pendant la phase inductive, et aussi de choisir le niveau de détail recherché lors de l'application particulière de la méthode. Selon les besoins, la méthode permet de descendre plus ou moins dans le détail des équipements et composants de l'installation ou de l'atelier, permettant donc une adaptation aux objectifs recherchés.

Le traitement des multiples scénarios identifiés

Après avoir identifié les multiples scénarios issus de la phase inductive, pour faciliter les phases suivantes un nombre limité de scénarios enveloppe et représentatifs est retenu de manière sélectionnée. Cependant la méthode permet de conserver la criticalité (probabilité / conséquence) de l'ensemble des scénarios identifiés, ce

qui permettrait éventuellement à l'avenir de développer une approche plus fine, voire probabiliste.

Le couple probabilité / conséquence de ces scénarios enveloppe est alors comparé aux Objectifs de Sécurité et Protection (OSP) de l'installation. S'il est constaté que les scénarios enveloppe ne permettent pas à l'installation d'atteindre ses objectifs, certaines hypothèses concernant la robustesse des lignes de défense doivent être revues, et l'ensemble de l'analyse doit être mise à jour en conséquence.

Faire le lien avec la classification des AIP et EIP

Les activités importantes pour la protection des intérêts (AIP) ou éléments importants pour la protection des intérêts (EIP) doivent être clairement identifiés et justifiés dans le référentiel de sûreté ainsi que les exigences associées (Exigences Définies ou ED). Il en est déduit un programme d'essais et de maintenance adéquat afin de garantir leur performance.

La liste des EIP et AIP se déduit naturellement de l'analyse précédemment développée, qui inclut déjà les conséquences engendrées par leur défaillance.

Les avantages prouvés de la méthode ROOTS®

Appliquée déjà sur de multiples installations nucléaires en France, les avantages de la méthode sont multiples :

- Fournir une analyse de sûreté structurée comme base au référentiel de sûreté, ce qui n'est pas toujours le cas historiquement. Cela conduit souvent à identifier des EIP ou AIP qui n'avaient pas été préalablement identifiés, tout aussi bien à justifier que certains équipements ou activités n'ont pas à être classifiés en EIP ou AIP,
- La semi-automatisation de la méthode permet des mises à jour rapides en cas de modification de l'installation ou de ses conditions de fonctionnement, tout aussi bien dans le cadre d'une étude de définition d'une nouvelle installation, d'un nouvel équipement ou d'une nouvelle activité,
- Permettre une adaptation des exigences de sûreté aux conditions de fonctionnement de l'installation. Tout en garantissant le niveau de sûreté requis, cela permet une flexibilité d'exploitation nouvelle, source d'économies directes et indirectes multiples,
- Permettre de justifier explicitement la liste des AIP et EIP, ce qui permet souvent d'en retirer des listes traditionnellement utilisées. Par exemple dans un cas spécifique, le Tableau de Contrôle des Rayonnements, outil centralisé de suivi des conditions radiologiques, a pu être retiré de la liste des EIP tout en garantissant le même niveau de sûreté voire plus robuste en reportant les fonctions assurées par le TCR sur une activité classifiée AIP, permettant une surveillance plus robuste et des gains économiques liés à la levée des contraintes sur l'équipement concerné.

Conclusion

Avec la méthode ROOTS® CleanuC dispose d'une méthode d'analyse de sûreté mature et prouvée, qui répond aux dernières exigences réglementaires. La méthode ROOTS® permet d'appréhender avec la flexibilité requise les divers états de fonctionnement d'installations telles que laboratoires, usines et installations en démantèlement.

La méthode ROOTS® a le potentiel de devenir la méthode de référence en matière d'analyse de sûreté.

Glossaire

AIP	Activité Importante pour la Protection des intérêts
EIP	Élément Important pour la Protection des intérêts
ED	Exigences Définies des AIP et EIP
ENS	Événement Non Souhaité
EVR	Événement Redouté
EVD	Événement Déclencheur
OSP	Objectifs de Sûreté et de Protection de l'Installation
SC	Situation de Cumul : cumul d'une défaillance supplémentaire par rapport à un EVD

Annexe 1 : méthodes déductives et inductives en matière d'analyse de risques

En matière d'analyse de risque, les méthodes employées sont usuellement catégorisées en méthodes déductives et méthodes inductives.

Les méthodes déductives partent d'un Événement Non Souhaité (ENS) et cherchent à identifier tous les Événements Déclencheurs (EVD) et leurs combinaisons. Un exemple typique de méthode déductive est l'approche par arbre de défaillances. Ces méthodes sont difficiles et moins nombreuses que les méthodes inductives.

Les méthodes inductives, elles, sont plus simples et plus fréquemment utilisées. Elles partent d'une analyse fonctionnelle détaillant les différents composants du système et leur fonction. Chaque défaillance fonctionnelle possible (événement déclencheur (EVD)) est considérée et ses conséquences sur le système complet est alors induit. Ces conséquences peuvent être alors évaluées en termes de criticalité pour identifier les EVD les plus critiques. Les méthodes inductives les plus connues incluent les méthodes AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance Et de leur Criticalité - FMECA en anglais), HAZOP, HAZID et un grand nombre de méthodes utilisées dans le domaine de la prévention des risques classiques.

Les méthodes déductives et inductives présentent des avantages et inconvénients résumés dans le tableau suivant :

	Déductif	Inductif
Avantage	<ul style="list-style-type: none"> Permet de considérer des combinaisons de défaillance et d'analyser les modes communs 	<ul style="list-style-type: none"> Relativement facile à mettre en œuvre. Exhaustivité si conduit au niveau fonctionnel.
Inconvénient	<ul style="list-style-type: none"> Difficile et long à mettre en œuvre. Limité à l'événement non désiré analysé. Nécessite des données de fiabilité. Ne garantit pas l'exhaustivité. 	<ul style="list-style-type: none"> Ne permet pas de considérer les combinaisons de défaillances.