3.1.2.4. Dispositions relatives aux accidents avec fusion du cœur

Dans le cadre du RP4 900, l'objectif d'EDF pour les situations d'accidents avec fusion du cœur, est de réduire de manière significative le risque de rejets importants afin d'éviter des effets durables dans l'environnement.

A cette fin, EDF vise à confiner la radioactivité dans l'enceinte en cas d'accident hypothétique avec fusion du cœur via :

- L'évacuation de la puissance résiduelle du cœur sans ouverture du dispositif d'éventage de l'enceinte (dispositif dit « U5 »), afin d'éviter le relâchement de radioactivité par voie aérienne (« voie air ») ;
- La stabilisation du corium sur le radier du bâtiment réacteur par son étalement et son renoyage . L'objectif est de garantir le non-percement du radier pour confiner dans le bâtiment réacteur les eaux contaminées générées par l'accident, afin de les traiter pour éliminer les radionucléides qu'elles contiennent, et éviter ainsi la dissémination de substances radioactives liquides hors du site (« voie eau »).

Les dispositions Noyau Dur ainsi qu'un concept de refroidissement directement issu du design EPR (dispositif d'étalement du corium, cf. pièce 1 de l'enquête publique) permettent de répondre à ces objectifs et de réduire très significativement les expositions aux rayonnements ionisants de population en cas d'accident avec fusion du cœur.

Les dispositions suivantes sont proposées sur le thème « Accidents avec fusion du cœur ».

Intitulé	**Elargissement de la démonstration de sûreté nucléaire relative aux accidents avec fusion du cœur**
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion – Voie Eau & Voie Air
Typologie	Dispositions d'exploitation
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : confirmer la robustesse de l'installation face à de nouveaux scénarios d'accidents avec fusion du cœur intégrés au rapport de sûreté ou, pour les scénarios existants, à de nouvelles hypothèses d'études prenant en compte des évolutions des connaissances (phénomènes physiques, méthodes de calculs).

Eclairage technique : ces dispositions élargissent la couverture de la démonstration de sûreté nucléaire pour les accidents avec fusion du cœur : prise en compte de suites d'instructions des Groupes Permanents d'experts[6] relatifs aux accidents avec fusion du cœur, amélioration des modélisations des phénomènes physiques (amélioration des connaissances), prise en compte de nouveaux scénarios accidentels issus de nouvelles hypothèses.

Les évolutions portent sur l'intégration de nouveaux éléments de démonstration au Rapport de Sûreté ainsi que sur l'ajustement des règles générales d'exploitation associées aux dispositions de gestion des accidents avec fusion du cœur.

[6] Pour préparer ses décisions les plus importantes relatives aux enjeux de sûreté nucléaire ou de radioprotection, l'ASNR s'appuie sur les avis et les recommandations de huit groupes permanents d'experts. L'ASNR consulte ces groupes permanents sur des sujets relevant de leurs domaines d'expertise respectifs.

Intitulé	Remplacement de matériels existants non qualifiés à l'accident avec fusion du cœur
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion – Voie Eau & Voie Air
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : mettre à niveau les exigences de qualification, notamment vis-à-vis des situations Noyau Dur, de certains matériels existants et nécessaires en situation d'accident avec fusion du cœur.

Eclairage technique : l'objectif des dispositions proposées est de garantir l'adéquation des matériels nécessaires en accident avec fusion du cœur avec les chargements et les conditions d'ambiance vus par ces matériels dans les situations considérées et notamment les situations Noyau Dur.

Les matériels existants qui ne peuvent pas être qualifiés sont remplacés ou modifiés à iso-fonctionnalité (exemples : remplacement de servomoteurs sur des vannes motorisées, remplacement de certains composants électriques, remplacement de composants mécaniques ou de joints de composants mécaniques).

Intitulé	Lignes fixes pour le traitement des eaux contaminées dans le bâtiment réacteur et modules mobiles de traitement des eaux contaminées
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion du cœur – Voie eau – Gestion des eaux contaminées
Typologie	Dispositions matérielles et dispositions à l'étude en réponse à la prescription [AG-D] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du RP4 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : réduire la contamination de l'eau présente dans le bâtiment réacteur après un accident ayant conduit à la fusion du cœur et limiter l'ampleur et la durée de dissémination de substances radioactives dans l'environnement en cas de fuite en dehors des bâtiments.

Eclairage technique : la disposition proposée est construite suivant 2 volets :

- Le premier volet de la disposition consiste à créer une ligne fixe débouchant en façade extérieure des bâtiments et raccordée sur la ligne existante d'aspiration de l'eau des puisards du bâtiment réacteur. Cette ligne permet de connecter un dispositif mobile de pompage des eaux du bâtiment réacteur en vue de leur traitement de décontamination, avant réinjection dans le bâtiment réacteur par une autre ligne adaptée (voir la disposition suivante « *Mise en œuvre d'une ligne d'injection et d'un dispositif mobile de substitution au dispositif EAS-ND* »). Un plug de raccordement rapide termine la ligne en façade, pour connecter le dispositif mobile. La ligne est équipée d'organes de robinetterie adaptés. L'ensemble est conçu robuste aux agressions Noyau Dur. L'alimentation électrique du robinet motorisé est réalisée par la distribution électrique Noyau Dur, secourue par le Diesel Ultime Secours ;
- Le deuxième volet de la disposition consiste en une unité mobile de traitement des eaux contaminées (nommée UMTEC).

Cette disposition est illustrée en Figure 111.

Enfin, les études menées pour le site de Saint Laurent B dans le cadre de la prescription [AG-D].III permettent de montrer que la mise en œuvre de l'ensemble des dispositions d'amélioration en situation d'accident avec fusion du cœur (dont notamment l'UMTEC) permet effectivement de suffisamment limiter la dissémination de substances radioactivces dans les eaux du milieu naturel, de tel sorte qu'aucune disposition complémentaire n'est nécessaire.

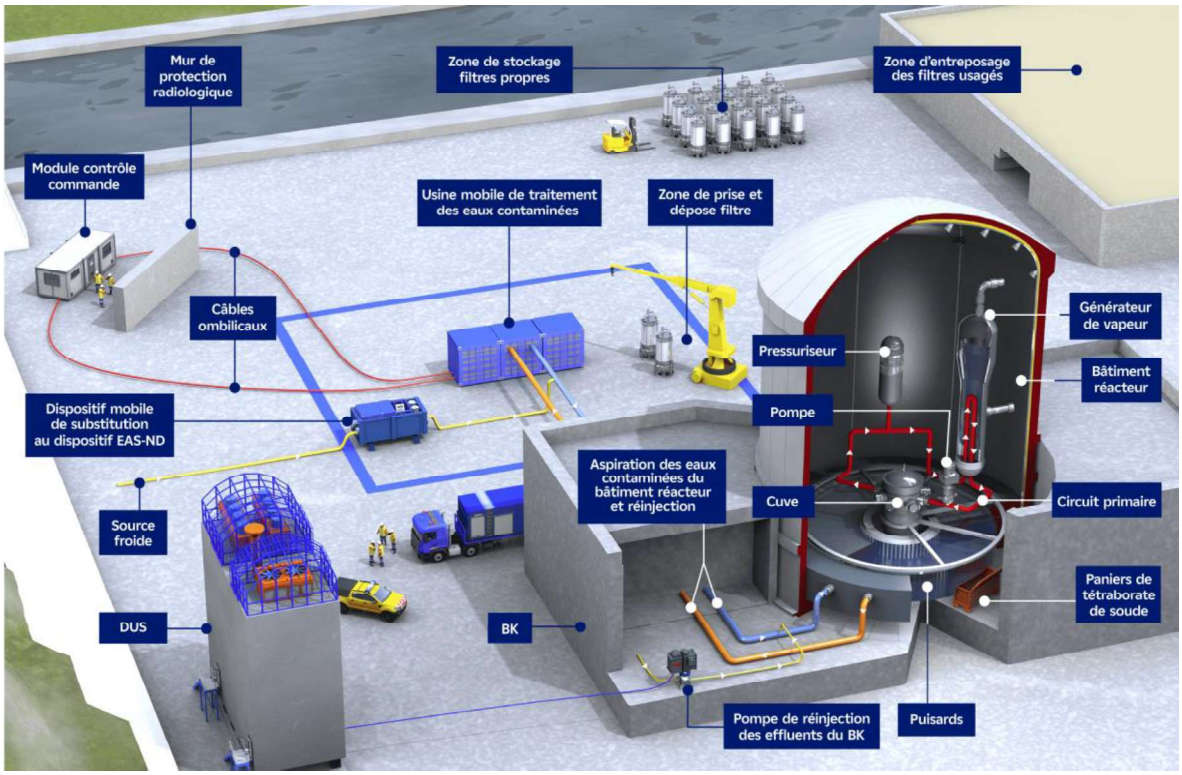

Figure 11. Illustration des dispositions *« Lignes fixes pour le traitement des eaux contaminées dans le bâtiment réacteur et modules mobiles de traitement des eaux contaminées », « Mise en œuvre d'une ligne d'injection et d'un dispositif mobile de substitution au dispositif EAS-ND », « Réinjection des effluents du bâtiment combustible dans le bâtiment réacteur », « Mise en place de paniers de tétraborate de diSodium décahydraté dans les puisards du bâtiment réacteur »*

Intitulé	**Mise en œuvre d'une ligne d'injection et d'un dispositif mobile de substitution au dispositif EAS-ND**
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion du cœur – Voie eau
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : assurer le maintien du refroidissement du corium stabilisé sur le radier du bâtiment réacteur suite à une défaillance à moyen-long terme du dispositif EAS-ND (au-delà de quelques jours après le début de l'accident), dans le cas d'un accident avec fusion du cœur.

Eclairage technique : l'objectif de cette disposition est de réaliser un appoint en eau dans le bâtiment réacteur de manière à maintenir le corium, résultant de la fusion du cœur,

sous eau en cas d'indisponibilité du dispositif EAS-ND à moyen-long terme (au-delà de quelques jours après le début de l'accident) et limiter ainsi l'ablation du radier.

La disposition proposée consiste à créer une ligne fixe indépendante, située dans l'ilot nucléaire, pour acheminer l'eau depuis l'extérieur des bâtiments jusqu'aux puisards du bâtiment réacteur. Un plug de raccordement rapide équipe la ligne en façade du bâtiment combustible, pour connecter le dispositif mobile d'injection d'eau. La ligne est équipée d'organes de robinetterie afin de garantir l'intégrité de l'enceinte de confinement lorsqu'elle n'est pas utilisée.

Le moyen d'injection de l'eau est un dispositif mobile (pompe, flexibles, groupe électrogène et accessoires) permettant l'aspiration de l'eau de la source froide et l'alimentation électrique de la vanne de la ligne fixe.
Cette fonction d'injection d'eau utilise la mesure du niveau d'eau en fond de bâtiment réacteur, qui fait l'objet d'une disposition dédiée (voir la disposition « *Mise en place d'une mesure de niveau puisards dans le bâtiment réacteur* »).

La ligne fixe ainsi créée peut également être utilisée pour les besoins éventuels de réinjection dans le bâtiment réacteur d'eaux contaminées, après traitement par des modules mobiles de décontamination (voir la disposition précédente « *Lignes fixes pour le traitement des eaux contaminées dans le bâtiment réacteur et modules mobile de traitement des eaux contaminées* »).

Cette disposition est illustrée en Figure 11.

Intitulé	**Réinjection des effluents du bâtiment combustible dans le bâtiment réacteur**
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion du cœur – Voie Eau & Voie Air
Typologie	Dispositions matérielles
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : supprimer le risque de stagnation d'eau contaminée en fond du bâtiment combustible potentiellement consécutif à une situation d'accident avec fusion du cœur et limiter ainsi les risques de rejets radioactifs.

Eclairage technique : l'objectif de la disposition est de supprimer le risque de stagnation d'eau contaminée en fond du bâtiment combustible (BK) et de limiter ainsi les risques de rejets radioactifs (par voie air ou par infiltration au travers du radier du BK). Elle permet de réinjecter dans le Bâtiment Réacteur (BR) les éventuels volumes d'eau issus de fuites résiduelles des circuits (fuites issues d'éléments de robinetterie) ou d'écoulements issus de la piscine d'entreposage du combustible (ex : fuites éventuelles au niveau du liner, ébullition au niveau de la piscine d'entreposage du combustible générant de l'eau en fond de BK par condensation sur les parois).

La disposition proposée consiste à :

- Créer des dispositifs de pompage et de lignage (tuyauteries et éléments de robinetterie), qualifiés aux conditions d'accident avec fusion du cœur, afin de réinjecter dans le bâtiment réacteur (BR) l'eau récupérée dans les puisards concernés du fond du bâtiment combustible,
- Créer ou adapter certains puisards afin d'accueillir le dispositif de pompage et de garantir leur totale étanchéité en toutes circonstances avec un cuvelage adapté,
- Mettre en place une instrumentation de mesure de niveau, nécessaire à la conduite de la réinjection,
- Mettre en place une tuyauterie de collecte raccordée sur la tubulure de

récupération des fuites du robinet d'isolement principal de la ligne d'aspiration puisards de la fonction EAS-ND, jusqu'à un puisard de collecte approprié.

Les lignes de réinjection sont raccordées à la ligne d'injection d'eau en BR, objet de la disposition de « *Mise en œuvre d'une ligne d'injection et d'un dispositif mobile de substitution au dispositif EAS-ND* ».

Cette disposition est illustrée en Figure 111.

Intitulé	**Mise en place d'une mesure de niveau d'eau dans les puisards du bâtiment réacteur**
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion du cœur – Voie Eau
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : mettre en place l'instrumentation nécessaire à la conduite du moyen mobile de substitution au dispositif EAS-ND

Eclairage technique : l'objectif de la disposition proposée est de mesurer le niveau d'eau dans les puisards du bâtiment réacteur (BR) en situation d'accident avec fusion du cœur, afin de compléter si besoin le volume d'eau en fond de BR nécessaire au noyage du corium y compris en cas d'indisponibilité du dispositif EAS-ND.

Un capteur (résistant aux conditions de l'accident avec fusion du cœur et au séisme Noyau Dur) est installé afin de piloter l'injection d'eau réalisée pour assurer le maintien du noyage du corium, tout en évitant de trop remplir le fond du BR : le niveau d'eau doit en effet rester inférieur à la côte de la prise d'air qui servirait à l'éventage de l'enceinte en cas de d'indisponibilité du dispositif EAS-ND.

Cette disposition est aussi nécessaire à la fonction d'injection d'eau dans le BR qui pourrait être utilisée en cas d'indisponibilité du dispositif EAS-ND (voir disposition « *Mise en œuvre d'une ligne d'injection et d'un dispositif mobile de substitution du dispositif EAS-ND* »).

Enfin, l'alimentation électrique de la mesure de niveau comportera a minima une alimentation autonome, disponible en cas de perte du Diesel Ultime Secours. L'information de niveau sera disponible dans le bâtiment électrique (BL).

Cette disposition est illustrée en Figure 122.

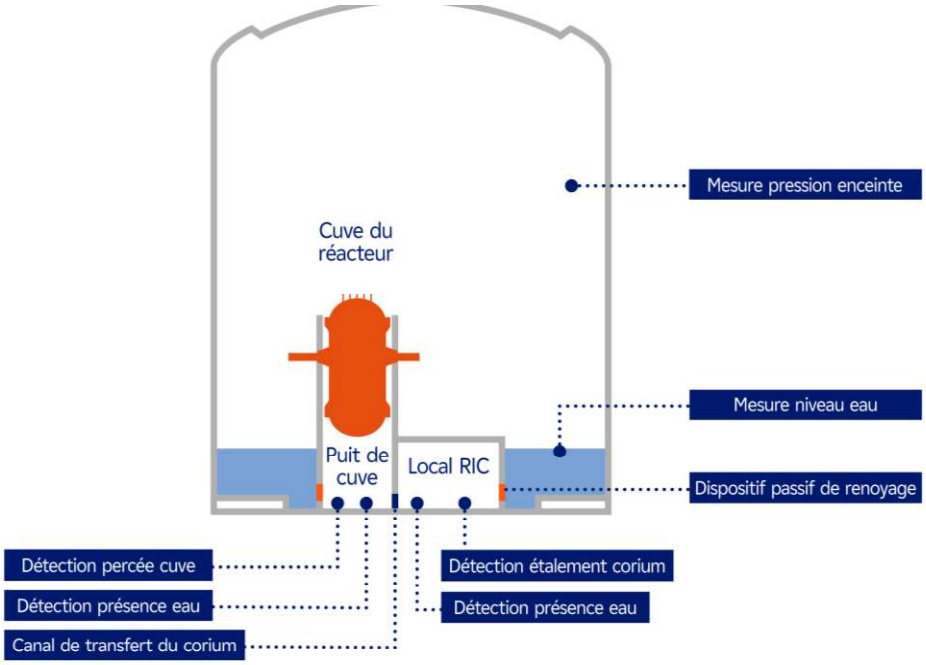

Figure 12. Illustration de la mesure de niveau d'eau dans les puisards du bâtiment réacteur et de la détection de l'étalement du corium dans le local d'instrumentation du cœur (RIC)

Intitulé	**Secours électrique de la détection de la percée de la cuve par le DUS et mise en place détection étalement corium dans le local d'instrumentation du cœur (RIC)**
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion – Voie Eau
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : améliorer la conduite des scénarios d'accident avec fusion du cœur.

Eclairage technique : la stratégie de non-percement du radier, en accident avec fusion du cœur, consiste à s'assurer de l'étalement à sec du corium sur le radier du bâtiment réacteur avant le renoyage passif par l'eau stockée dans les puisards.

Deux dispositions sont proposées pour informer les équipes de conduite du réacteur de l'étalement du corium en puits de cuve, puis dans la zone du local d'instrumentation cœur (RIC). Les dispositions proposées permettent de sécuriser :

- La détection de la percée de la cuve qui constitue une information permettant, d'identifier le fait que le cœur fondu ne va plus être refroidi en cuve mais sur la zone d'étalement en dessous de la cuve : ceci peut orienter la gestion des appoints en eau dans le bâtiment réacteur (BR). La disposition consiste à assurer le secours électrique du moyen de détection de percée de la cuve (thermocouple et remontée d'information) par le Diesel d'Ultime Secours, pour disposer de cette information y compris dans des conditions très sévères, comme celles d'une perte totale de sources électriques ;
- La détection de manière physique de l'étalement du corium sur la totalité de la surface du local RIC, qui permet, si besoin, de procéder au renoyage « actif » du corium, par injection d'eau via la cuve percée. Le dispositif consiste en une ligne de mesure par thermocouple, mise en place au fond du local RIC, au plus près des

câbles fusibles des trappes de renoyage « passif ». Une protection du thermocouple est ajoutée afin de garantir une évolution de la mesure suffisamment explicite avant destruction éventuelle du capteur par le corium. La mesure est robuste au séisme Noyau Dur et alimentée par le Diesel d'Ultime Secours. La mesure est qualifiée aux conditions d'ambiance accidentelle dans le bâtiment réacteur (température, irradiation).

Cette disposition est illustrée en Figure 122.

Intitulé	**Renforcement des murs entre le local d'instrumentation interne du cœur et la zone des puisards du bâtiment réacteur**
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion – Voie Eau
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir la stabilisation du corium dans la zone d'étalement prévue à cet effet.

Eclairage technique : conformément à la prescription [AG-A].III émise par l'ASN, EDF propose de mettre en œuvre une disposition matérielle pour renforcer les voiles en béton entre le local d'instrumentation interne du cœur (RIC) et la zone des puisards du fond de l'enceinte de confinement du bâtiment réacteur, pour éviter leur percement par le *corium* et maintenir ce dernier dans la zone d'étalement prévue.

Intitulé	**Renforcement de la tenue du dispositif d'éventage et de filtration de l'enceinte U5 au séisme de niveau SMS**
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion du cœur, Agressions (séisme) – Voie air
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir que le dispositif d'éventage et de filtration de l'enceinte de confinement reste opérationnel après un séisme majoré de sécurité.

Eclairage technique : la stratégie de gestion d'un accident avec fusion du cœur est d'évacuer la puissance résiduelle par le système EAS-ND sans nécessité d'éventage de l'enceinte de confinement pour évacuer cette puissance.

Néanmoins, le dispositif d'éventage et de filtration existant est conservé en secours. L'objectif de la disposition proposée est de garantir que ce dispositif reste opérationnel après un séisme majoré de sécurité (SMS).

La disposition proposée consiste à renforcer au séisme des supports de tuyauteries et les boitiers des appuis parasismiques du filtre à sable, et à remplacer des borniers d'armoires et coffrets électriques.

Figure 13. Photo du dispositif d'éventage et de filtration de l'enceinte (filtre U5)

Intitulé	Injection d'eau complémentaire à celle du PTR
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion – Voie Air
Typologie	Dispositions d'exploitation (conduite en cas d'accident) en réponse à la prescription [AG-B].II émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4e RP 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : assurer une injection d'eau dans le bâtiment réacteur en situation d'accident avec fusion du cœur suffisante pour garantir le refroidissement du corium et limiter la montée en pression de l'enceinte de confinement.

Eclairage technique : en cas d'accident avec fusion du cœur, l'apport en eau pour refroidir le corium doit être suffisant pour limiter la montée en pression dans l'enceinte du réacteur. Le réservoir PTR constitue la source principale d'eau à court terme pour assurer ce refroidissement.

Les études menées dans le cadre de la prescription [AG-B].II, et relatives à la cinétique de pressurisation de l'enceinte, permettent à EDF de conclure que la démonstration de sûreté est assurée sans avoir besoin de recourir à un appoint d'eau borée dans le bâtiment du réacteur complémentaire à celui de la bâche PTR.

Pour autant, en réponse à la prescription [AG-B].II, des moyens permettant d'injecter à court terme dans le bâtiment du réacteur un volume d'eau borée complémentaire à celui

contenu dans la bâche PTR ont été identifiés, et la capacité de l'exploitant à mettre en œuvre ces moyens dans le cadre de la gestion de crise a été analysée.

Les dispositions envisagées consisteront à mettre à jour la documentation et outils à disposition des équipes de crise nationale et/ou du site de Saint Laurent B.

Intitulé	**Protection des composants de la chaine de mesure « gamme large » de la pression de l'enceinte de confinement situés dans les principaux locaux électriques de la voie de sûreté B**
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir la disponibilité de l'information « pression enceinte » en salle de commande, y compris en situations dégradées conséquences d'agressions d'origine interne dans le bâtiment électrique, afin d'aider à la conduite en cas d'entrée en situation d'accident avec fusion du cœur.

Eclairage technique : la disposition vise à garantir la disponibilité de l'information « *pression enceinte* » (*voir Figure 122*) en salle de commande, y compris en situations dégradées conséquences d'agressions d'origine interne dans le bâtiment électrique, afin d'aider à la conduite de l'installation en cas d'entrée en situation d'accident avec fusion du cœur.

Ainsi des protections contre l'incendie (enrubannage) des composants de la chaine de mesure « gamme large » de la pression de l'enceinte de confinement sont envisagées, dans les principaux locaux électriques de la voie de sûreté B.