

DP2D_LP5-CB

BRENNILIS – INB n° 162

**Dossier de demande d'accord pour la réalisation des
opérations de prélèvement d'échantillons dans le bloc
réacteur**

PIECE 1

Résumé Pédagogique

Contexte

Le démantèlement du cœur du réacteur de la centrale nucléaire en déconstruction de Brennilis est en préparation. Dans ce cadre, il est nécessaire de prélever des échantillons pour préciser l'inventaire radiologique des éléments constitutifs du Bloc Réacteur (BR), c'est-à-dire confirmer les hypothèses de radioactivité des différents matériaux (béton, métaux).

Les données acquises grâce à ces prélèvements fourniront une meilleure connaissance de l'installation et permettront d'optimiser les opérations de démantèlement complet et la gestion des déchets qui seront produits lors de celui-ci.

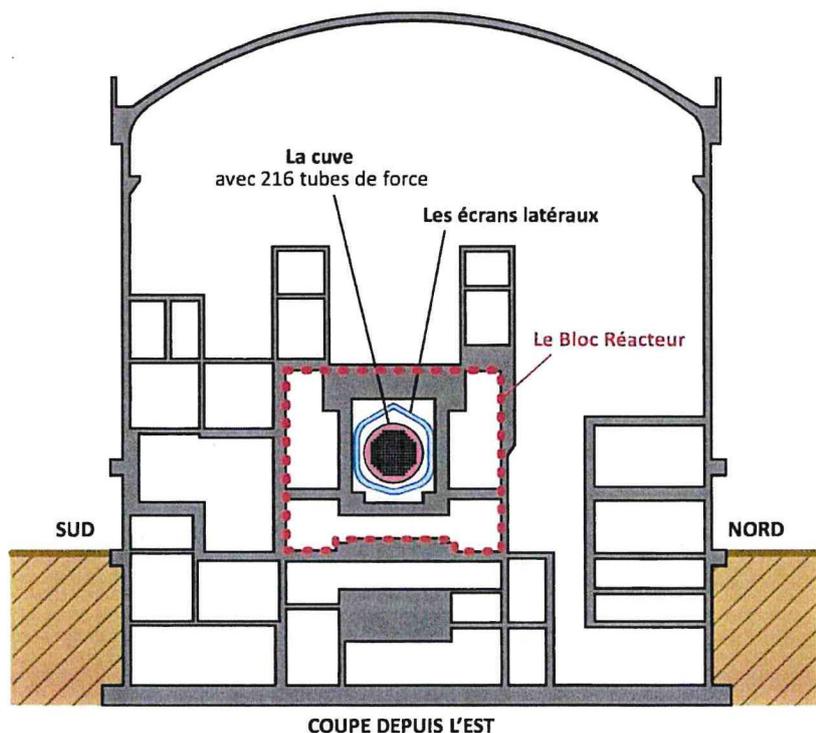
Présentation du Bloc Réacteur (BR)

Le cœur du réacteur est constitué d'une **cuve cylindrique** horizontale de 4,30 mètres de longueur et 4,80 mètres de diamètre, traversée par 216 canaux horizontaux, appelés **tubes de force**, dans lesquels le combustible nucléaire était introduit par les deux extrémités de la cuve. La cuve est en acier inoxydable, les tubes de force en zircaloy (alliage de zirconium).

La cuve est équipée d'**écrans latéraux** (autour de la cuve) et **axiaux** (aux deux extrémités). Ces écrans sont composés de caissons étanches en acier, à l'intérieur desquels une épaisseur d'eau avait pour rôle de stopper les rayonnements de la cuve en fonctionnement.

Ces différents éléments sont enfermés dans une structure massive en béton armé de plus d'un mètre d'épaisseur. Cet ensemble et les quelques locaux voisins constituent le « **Bloc Réacteur** », situé au centre de l'Enceinte Réacteur (voir schéma).

Le combustible et tous les fluides ont été évacués entre 1985 et 1992.



Les échantillons à prélever

L'objectif est de prélever des échantillons dans les différents éléments du Bloc Réacteur : le béton, les écrans latéraux et axiaux, la cuve, les tubes de force.

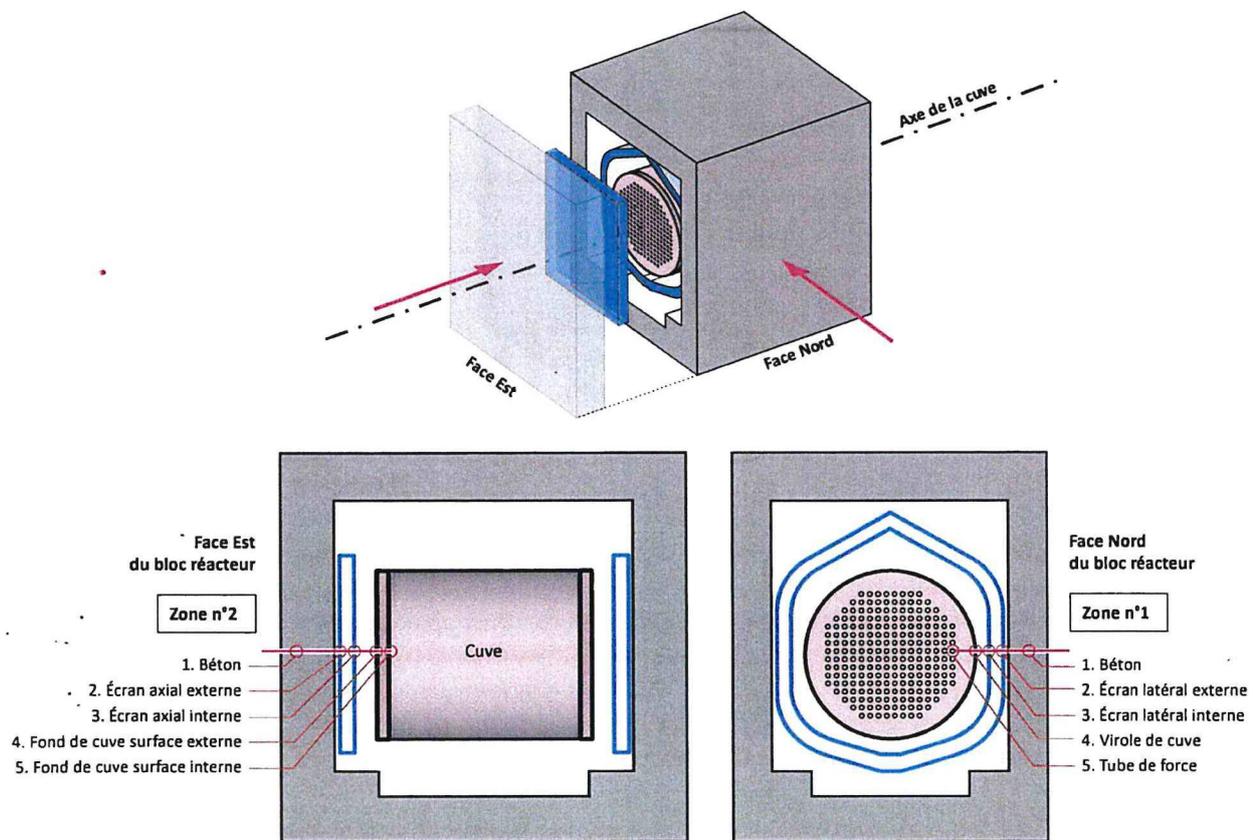
Le principe retenu est l'intervention par perçage de très faible diamètre (de l'ordre de 25 mm maximum) au travers du génie civil du Bloc Réacteur, ce qui permettra de limiter la quantité de matière prélevée et contribuera donc à minimiser l'exposition radiologique des intervenants. Les prélèvements seront effectués perpendiculairement et parallèlement à l'axe de la cuve, à partir de deux zones de travail :

- l'une dans le Bloc Réacteur, depuis l'extérieur du local où se situe la cuve, côté Nord,
- l'autre depuis l'extérieur du Bloc Réacteur sur sa face Est.

Les **24 échantillons prévus** seront répartis de la façon suivante (voir schéma) :

- zone n°1 (Nord) : 6 échantillons de béton, 2 échantillons de l'écran latéral externe, 2 échantillons de l'écran latéral interne, 3 échantillons de la virole de cuve, 3 échantillons de tube de force ;
- zone n°2 (Est) : 2 échantillons de l'écran axial externe, 2 échantillons de l'écran axial interne, 2 échantillons de la surface externe du fond de cuve, 2 échantillons de la surface interne du fond de cuve.

La virole d'une cuve est sa partie cylindrique, fermée aux deux extrémités par des fonds.



Les masses des différents prélèvements seront de l'ordre de 225 g pour un prélèvement de béton, et entre 5 g et 60 g pour un prélèvement métallique.

Une troisième zone de travail (zone n°3) sera implantée à proximité des zones de prélèvement pour effectuer la caractérisation des échantillons (mesure du débit équivalent de dose « DeD », de la masse, de l'activité) avant envoi au laboratoire d'analyse.

Déroulement des prélèvements

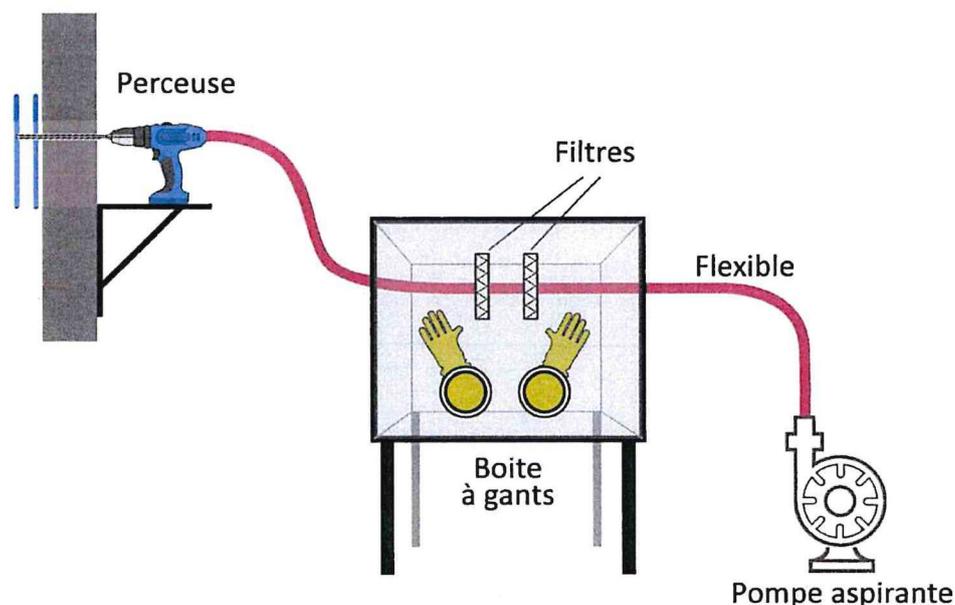
Les prélèvements seront effectués à l'aide d'un bloc perceuse équipée de forets creux et raccordée à un système d'aspiration. Ce procédé permet d'une part d'éviter la manutention de charges lourdes et la fragilisation des structures, d'autre part de limiter la production de poussières radioactives.



Foret creux

Ce procédé a de plus déjà été mis en œuvre sur d'autres réacteurs nucléaires (Australie, Espagne, Canada) dans des configurations similaires.

Le bloc perceuse est fixé sur un châssis support. Les prélèvements sont aspirés dans un tuyau flexible et recueillis sur deux filtres situés dans une boîte à gants (enceinte étanche). Les échantillons prélevés dans le béton se présentent sous forme de poussières, ceux prélevés sur les structures métalliques sous forme de copeaux, grâce à un perçage à basse vitesse.



Chaque prélèvement collecté sur les filtres est divisé en deux échantillons : un premier destiné à être analysé en laboratoire, le second destiné à être conservé dans un local « échantillothèque » situé dans l'Enceinte Réacteur en cas de nécessité de reconduire une nouvelle analyse. Chaque échantillon est conditionné en pot métallique puis transféré vers la zone de caractérisation des prélèvements (zone n°3). Les boîtes d'échantillon sont ensuite transférées vers l'échantillothèque à l'aide d'un chariot manuel. Elles y sont entreposées dans des caisses métalliques avant envoi au laboratoire. Les excédents de béton ou métal sont également conditionnés en pot métallique et traités comme déchets.

L'opération est réalisée par deux intervenants, l'un à proximité directe de la perceuse réalisant l'opération manuelle de perçage, l'autre à proximité de la boîte à gants assurant la surveillance de l'activité. L'opération est précédée d'un repérage des points de perçage. En complément, les profondeurs de perçage sont indiquées à l'aide de marquages sur le foret, afin de s'assurer que la partie prélevée correspond bien à la structure visée. Un prélèvement dure environ une heure (hors préparation). Après chaque prélèvement, le premier filtre est systématiquement remplacé par un filtre neuf en vue du prélèvement suivant. Le second filtre n'est changé que s'il est contaminé. En fin de poste, la boîte à gants fait l'objet d'un nettoyage complet.

Il est prévu 2 mois d'intervention, au dernier trimestre 2018 ou au premier trimestre 2019. À l'issue des opérations de prélèvement, l'installation est remise dans un état cohérent avec l'état initial : les trous générés dans les voiles béton sont rebouchés de manière à rétablir la protection coupe-feu et la protection contre les rayonnements ionisants.

La sûreté des opérations

Les opérations de prélèvement ne mettent pas en œuvre de substances dangereuses non radiologiques. L'analyse de sûreté développe donc principalement la prise en compte des risques radiologiques.

Les fonctions de sûreté radiologiques à considérer sont les suivantes :

- le confinement des substances radioactives ;
- la limitation de l'exposition externe directe des personnes du public.

Confinement des substances radioactives

Les opérations de prélèvement d'échantillons du bloc réacteur sont considérées comme potentiellement à risque de dissémination et seront donc réalisées dans un « état » de l'installation requérant :

- le confinement dynamique de l'Enceinte Réacteur en service ;
- la surveillance de la mesure de dépression, du soufflage et de l'extraction, ainsi que la disponibilité des filtres Très Haute Efficacité du dernier niveau de filtration assurées au titre de la sûreté.

Limitation de l'exposition du public

La protection contre l'exposition du public est assurée par les parois en béton de l'Enceinte Réacteur et n'est pas affectée par les opérations de prélèvements d'échantillons.

Analyse d'accidents enveloppes

Afin d'identifier l'impact en cas de dysfonctionnement grave pendant les opérations, deux accidents dits « enveloppes » ont été étudiés :

- l'inflammation d'un prélèvement de zircaloy (inflammation spontanée ou incendie dans la boîte à gants) ;
- l'incendie dans la boîte à gants contenant un prélèvement de la virole de cuve (échantillon le plus irradiant).

Ces accidents sont considérés comme enveloppes car ils sont les plus pénalisants en termes d'impact.

Les conséquences de ces accidents sont négligeables, avec une dose efficace totale long terme à 2000 mètres inférieure à 10^{-6} mSv (c'est-à-dire à un millionième de la limite de 1mSv/an pour le public définie par la réglementation).

La radioprotection pendant les opérations

Des dispositions de radioprotection sont mises en place pour limiter l'exposition des intervenants. Elles prennent en compte les deux types de risques : exposition externe et exposition interne.

L'exposition **externe** correspond au cas d'une personne se trouvant sur le trajet des rayonnements ionisants émis par des substances radioactives. Les dispositions de prévention peuvent être de trois types :

- l'éloignement par rapport à la source de rayonnement ;



- la mise en place d'écrans (appelés protections biologiques) entre les rayonnements et le personnel présent ;
- la limitation du temps de présence.

L'exposition **interne** correspond au cas d'une personne inhalant ou ingérant des substances radioactives. Les dispositions de prévention peuvent être de trois types :

- le confinement des substances radioactives à l'intérieur d'un espace déterminé afin d'empêcher leur dispersion dans les locaux (principe de la boîte à gants) ;
- la mise en dépression des zones contenant les substances radioactives pour les empêcher d'en sortir (on parle de « confinement dynamique ») et la ventilation des locaux ;
- la protection des voies respiratoires si le confinement ne peut pas être assuré.



Démarche de réduction de la dosimétrie

Au travers des études de réalisation de cette opération, plusieurs solutions ont été envisagées.

Une première approche basée sur des moyens industriels du commerce a consisté à étudier la réalisation de prélèvements par carottage de grand diamètre du béton puis fraisage en surface des parties métalliques. Ce procédé permettait d'atteindre uniquement les parties en béton, les écrans latéraux et la virole de cuve.

La recherche d'une optimisation de la dosimétrie a conduit, d'une part à optimiser le juste nombre de prélèvements représentatifs et d'autre part à rechercher un moyen de prélèvement utilisant un diamètre de perçage beaucoup plus faible et permettant d'aspirer les copeaux générés via le foret lui-même. La conception de ce foret de grande longueur permet également de traverser plusieurs couches de matériaux différents et donc d'être à distance des zones les plus dosantes.

Ce changement de procédé permet ainsi de réduire la masse de matière prélevée et l'exposition dans l'axe des perçages (diamètre 5 fois inférieur).

De plus, l'utilisation de ce procédé permet, au travers d'un outillage unique, la réalisation de prélèvements sur d'autres structures du réacteur (tubes de force, écrans axiaux, fonds de cuve) et donc de réduire le nombre de prélèvements à réaliser ultérieurement, ce qui conduit à une optimisation de la dosimétrie globale.

Dispositions vis-à-vis de l'exposition externe pendant les opérations

Les dispositions suivantes sont prévues vis-à-vis des différentes causes d'exposition externe des intervenants :

- des balises de contrôle du niveau d'irradiation seront mises en place à proximité des boîtes à gants et des points de prélèvement, afin d'identifier rapidement une éventuelle évolution et d'adapter les opérations en conséquence ;
- des protections biologiques seront mises en place autour des boîtes à gants. De plus, si un entreposage temporaire des échantillons en zone de prélèvement est nécessaire, des protections biologiques seront mises en place autour de cet entreposage. Enfin, les échantillons les plus irradiants seront évacués dans des conditionnements spécifiques munis de protections biologiques ;
- entre chaque phase de perçage, le trou généré dans le voile béton sera obturé par une protection biologique provisoire.

Compte tenu des dispositions prévues, la dosimétrie collective totale de l'activité sur une durée de 2 mois est estimée à 5,5 H.mSv.

Dispositions vis-à-vis de l'exposition interne pendant les opérations

Le système d'aspiration du procédé assure un captage de l'essentiel des substances radioactives lors du perçage des structures prélevées. L'activité remise en suspension est donc limitée par le système mis en œuvre.

Les dispositions suivantes sont prévues pour protéger les intervenants vis-à-vis des substances non captées par le système d'aspiration :

- le Bloc Réacteur est en dépression par rapport au reste du bâtiment afin de garantir le non transfert de substances radioactives du Bloc Réacteur vers les locaux dans lesquels se déroulent les opérations.
- les opérations de manipulation des filtres et de conditionnement des prélèvements seront réalisées dans les boîtes à gants installées en zones de travail. Les opérations de changement de foret seront réalisées sous manchette vinyle.

Analyse d'hypothétiques accidents conduisant à la dispersion de substances radioactives

En complément des dispositions prises pour le déroulement normal des opérations, l'analyse examine des situations accidentelles susceptibles de dégrader la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants.

Deux situations accidentelles types ont été identifiées :

- la perte de l'aspiration lors des prélèvements : dans ce cas, l'opération de perçage est stoppée ; il n'y a pas de dispersion de substances radioactives en dehors du circuit de prélèvement et de la boîte à gants ;
- la rupture de la boîte à gants, avec remise en suspension du prélèvement présent à l'intérieur : l'impact a été calculé avec l'échantillon le plus irradiant pour une personne se trouvant dans la zone de chantier et exposé sans protection respiratoire pendant une durée de 10 minutes avant de quitter le local (on considère que la rupture de la boîte n'est pas identifiée immédiatement). La dose efficace maximale susceptible d'être reçue dans ce cas est de l'ordre de 60 μ Sv, ce qui reste très faible.

