



Document

3
bis

Document relatif aux effets
sur l'environnement
associés à l'exploitation
du réacteur pour les dix années
suivantes

Enquête publique
sur le rapport
du 4^{ème} réexamen
périodique

RÉACTEUR N°1
CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHINON

	Pages
Introduction	P.3
1. L'exploitant de la centrale de Chinon B et le contexte du réexamen périodique	P.4
1.1. L'exploitant de la centrale de Chinon B	P.4
1.2. Contexte du réexamen périodique et cadre réglementaire	P.5
2. Poursuite du fonctionnement des réacteurs de Chinon B	P.8
2.1. La centrale nucléaire de Chinon B	P.8
2.2. Fonctionnement de la centrale	P.9
2.3. La poursuite du fonctionnement	P.11
3. Procédure d'enquête publique relative au réexamen périodique	P.14
3.1. Procédure réglementaire en France	P.14
3.2. Consultation internationale	P.15
3.3. Calendrier de la procédure réglementaire	P.16
4. Sûreté de la centrale nucléaire	P.17
4.1. Radioprotection	P.17
4.2. Sûreté nucléaire en fonctionnement	P.18
4.3. Maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence	P.24
4.4. Sûreté nucléaire, réacteur en mise à l'arrêt définitif	P.25
5. Evaluation des effets de l'exploitation sur l'environnement	P.27
5.1. Démarche	P.27
5.2. Méthodes d'évaluation des impacts	P.28
5.3. Incertitudes liées à l'évaluation des impacts	P.31
5.4. Données utilisées dans l'évaluation	P.31
5.5. État actuel de l'environnement	P.32
5.6. Interactions de la centrale de Chinon B avec l'environnement	P.42
5.7. Projection sur 10 ans des effets sur l'environnement	P.53
6. Evaluation des effets transfrontaliers	P.68
6.1. Exigences en matière de conséquences radiologiques	P.69
6.2. Conséquences radiologiques	P.71
6.3. Mesures de maîtrise des risques radiologiques	P.77
7. Surveillance de l'environnement	P.86
7.1. Mesures de surveillance associées au fonctionnement normal	P.86
7.2. Mesures de surveillance associées aux risques radiologiques	P.89
8. Conclusion	P.90
Glossaire	P.92

INTRODUCTION



Centrale nucléaire de Chinon B, Indre et Loire
Copyright EDF

En France, la création d'un réacteur nucléaire est autorisée par décret du ministre chargé de la sûreté nucléaire. Cette autorisation ne comporte pas de limitation de durée de fonctionnement. Pour autant, l'exploitant est tenu de procéder à un réexamen périodique effectué tous les 10 ans pour apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques et inconvénients que l'installation présente pour la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement, appelés les intérêts protégés.

Les quatre réacteurs à eau pressurisée de 900 MWe de la centrale nucléaire de Chinon B, exploités par Electricité de France (EDF, www.edf.fr), font l'objet de leur 4^e réexamen périodique.

À l'issue de chacun de ces réexamens, EDF établit un rapport de réexamen (RCR) présentant ses conclusions du réexamen et les dispositions envisagées pour améliorer la protection des intérêts protégés. Le rapport du réacteur n°1 de la centrale de Chinon B a été transmis au Gouvernement et à l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR, www.asnr.fr) le 19 avril 2024.

Au-delà de la 35^e année de fonctionnement, le rapport de réexamen fait l'objet d'une enquête publique.

Le présent document est l'une des pièces du dossier de l'enquête publique réalisée dans le cadre du 4^e réexamen périodique des réacteurs de Chinon B. Il est commun aux quatre réacteurs du site de Chinon B.

Il est relatif aux effets sur l'environnement associés à l'exploitation de ces réacteurs pour les dix années suivant leur 4^e réexamen périodique, y compris les conséquences, radiologiques ou non, d'éventuels incidents ou accidents. Il décrit également dans ce cadre les éventuels effets transfrontaliers, puisqu'il est transmis, le cas échéant, lors d'une consultation d'un État étranger contiguë, membre de l'Union européenne ou partie à la convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière, signée à Espoo du 25 février 1991.

L'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection tient compte des résultats de l'enquête publique, y compris ceux concernant les effets sur l'environnement établis dans ce document, dans son analyse du rapport de réexamen et dans les prescriptions qu'elle pourrait prendre concernant les réacteurs du site de Chinon.

1. L'EXPLOITANT DE LA CENTRALE DE CHINON B ET LE CONTEXTE DU REEXAMEN PERIODIQUE

Centrale nucléaire de Chinon B, Indre et Loire
Copyright EDF

1.1. L'exploitant de la centrale de Chinon B

EDF est l'exploitant de la centrale électronucléaire de Chinon B et à ce titre responsable des 4^e réexamens périodiques de ses réacteurs.

EDF est une société anonyme détenue à 100% par l'Etat français. Elle emploie près de 180 000 personnes dans le monde, dont plus de 100 000 en France. Acteur majeur de la transition énergétique, EDF est un énergéticien intégré, présent sur l'ensemble des métiers : la production, la distribution, le négoce, les services énergétiques et la vente d'énergie. EDF a développé un mix de production diversifié basé principalement sur le nucléaire et les énergies renouvelables dont l'hydroélectricité.

EDF est le plus grand producteur d'électricité en Europe, avec une capacité installée totale de 117 GW en 2024. Avec plus de 94% de production décarbonée, EDF a une intensité carbone parmi les plus faibles au monde de 33 gCO₂/kWh à comparer avec une moyenne européenne de 230 gCO₂/kWh. En 2024, la production d'électricité combinée de l'ensemble du groupe EDF était d'environ 520 TWh, dont 57 % proviennent de la production d'énergie nucléaire.

EDF est le premier exploitant nucléaire mondial avec une capacité installée d'environ 63 GW. EDF exploite 57 réacteurs nucléaires répartis sur 18 sites en France.

En 2024, la centrale nucléaire de Chinon B a produit près de 19,7 milliards de kilowattheure d'électricité décarbonée ce qui représente la consommation électrique de près de 4 millions de foyers, soit 5,4% de la production d'électricité française d'origine nucléaire. La centrale nucléaire de Chinon B soutient les objectifs climatiques de la France et de l'Union Européenne ainsi que la sécurité de l'approvisionnement en électricité.

La centrale de Chinon B est un acteur économique majeur de la région Centre Val-de-Loire. Elle est le premier employeur industriel du territoire avec en permanence plus de 2500 personnes présentes sur le site. Elle s'implique fortement dans la formation des jeunes en nouant des partenariats avec des établissements d'enseignement secondaire et supérieur

locaux et en accueillant en permanence plus de 90 apprentis et 60 stagiaires. Elle est attentive à la vie du territoire et soutient de nombreuses initiatives et associations en faveur de l'environnement et de la biodiversité, du sport, et de l'insertion des jeunes.

1.2. Contexte du réexamen périodique et cadre réglementaire

1.2.1. La procédure du réexamen périodique

La centrale électronucléaire de Chinon B comprend quatre Réacteurs à Eau Pressurisée (REP) d'une puissance électrique unitaire de 900 MWe refroidis en circuit dit « fermé » par des aéroréfrigérants. Ces réacteurs ont été mis en service entre 1982 et 1987. Ils contribuent à la production d'électricité décarbonée de manière fiable depuis plus de 40 ans. EDF procède au 4^e réexamen périodique de chacun de ces quatre réacteurs en fonctionnement du site de Chinon B.

Afin d'identifier les améliorations à mettre en œuvre dans le cadre de ces réexamens, les thèmes abordés ainsi que les objectifs d'amélioration associés ont été précisés par EDF dans un Dossier d'Orientations du Réexamen (DOR), fin 2013. L'instruction de ce DOR a été menée par l'ASNR, qui a saisi son expertise technique, a consulté les groupes permanents d'experts (GPE)¹, puis a consulté le public avant de se prononcer. L'instruction de cette partie « orientations » du réexamen s'est conclue en avril 2016 par une prise de position de l'ASNR, assortie de demandes à l'exploitant EDF².

Pour le 4^e réexamen périodique des centrales nucléaires de 900 MWe, EDF a retenu comme orientation générale de tendre vers les objectifs de sûreté nucléaire des réacteurs de dernière génération dont le réacteur de référence EDF est l'EPR Flamanville 3.

Lors du réexamen périodique, les améliorations concernant les effets sur l'environnement des installations sont instruites suivant deux volets :

- un **volet « risques »** relatif à la prévention des événements incidentels ou accidentels et la limitation de leurs conséquences potentielles radiologiques (rejets radioactifs) ou non radiologiques (effets thermiques ou toxiques ou de surpression). On distingue 2 familles de risques :
 1. les **risques radiologiques**, liés à la présence de substances radioactives,
 2. les **risques conventionnels**³, liés par exemple à l'entreposage et l'utilisation de produits inflammables, de produits chimiques ou de produits faiblement radiologiques au sein des installations conventionnelles.
- un **volet « inconvénients »** relatif à la maîtrise des effets sur la santé et l'environnement occasionnés par l'installation en fonctionnement normal du fait des prélèvements d'eau et rejets, et des nuisances qu'elle est susceptible d'engendrer (dispersion de micro-organismes pathogènes, bruits et vibrations, odeurs ou envol de poussières). La gestion des déchets est rattachée au volet inconvénients.

Chacun de ces deux volets est divisé en deux parties :

- **Vérification de la conformité** de l'installation aux règles qui lui sont applicables.
- **Réévaluation de l'appréciation des risques ou inconvénients liés à l'installation** répondant à l'objectif d'améliorer autant que raisonnablement possible la protection des intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du

¹ 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 groupes permanents d'experts.

² ASNR – Orientations génériques du RP4 900 – CODEP - DCN-2016-007286 du 20 avril 2016.

³ Voir glossaire

code de l'environnement, c'est-à-dire la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement.

Le quatrième réexamen périodique comporte un troisième volet relatif à la « poursuite du fonctionnement après 40 ans » qui couvre la **maîtrise du vieillissement** des matériels et le **maintien de la qualification** des matériels aux conditions accidentelles.

Le 4^e réexamen périodique des réacteurs de Chinon B s'est déroulé en deux phases :

- une première phase dite générique, où sont traités les sujets communs aux réacteurs de conception similaire du parc nucléaire français ainsi que le permet la réglementation française. Les réacteurs de Chinon B font partie du palier des réacteurs de 900 MWe de ce parc. Cette phase générique s'est achevée par la publication le 23 février 2021 de la décision n° 2021-DC-0706 de l'ASNR sur la phase générique du 4^e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe assorti de prescriptions génériques qui ont fait l'objet au préalable d'une consultation du public ;
- une deuxième phase spécifique à chaque réacteur de Chinon B.

À l'issue du réexamen⁴, le RCR de chacun des 4 réacteurs de Chinon B est transmis par EDF au ministre chargé de la sûreté nucléaire et à l'ASNR. Ce rapport présente les conclusions du réexamen en regard de ses objectifs, une synthèse des méthodes mises en œuvre et des principaux résultats. Il identifie les dispositions envisagées par EDF pour l'amélioration de la sûreté nucléaire et de la protection de la santé et de l'environnement.

Ce rapport, dont l'échéance de réalisation est fixée par la réglementation, est en général élaboré après la visite décennale du réacteur concerné, pendant laquelle des opérations de contrôle et de maintenance sont réalisées, ainsi que des modifications répondant aux objectifs du réexamen. L'ensemble des dispositions relevant du réexamen fait l'objet d'un programme industriel de déploiement pendant la visite décennale et les arrêts suivants, ou via un programme spécifique, lorsque le réacteur est en fonctionnement (voir § 3.3).

Pour ce 4^e réexamen périodique des réacteurs de Chinon B, le rapport de réexamen fait l'objet d'une enquête publique.

L'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection tiendra compte des conclusions de l'enquête publique et des résultats de la consultation des Etats étrangers dans son analyse du rapport et, le cas échéant, dans les nouvelles prescriptions encadrant la poursuite du fonctionnement des réacteurs de Chinon.

A l'issue du réexamen, la poursuite du fonctionnement de Chinon B contribuera, pour les dix années à venir, à la sécurité d'approvisionnement du pays en électricité, dans le respect des objectifs climatiques de la France et de l'Union Européenne.

1.2.2. Lien avec la procédure d'arrêt définitif d'un réacteur

Si les conditions de la poursuite du fonctionnement d'un réacteur, réévaluées lors des réexamens périodiques, ne pouvaient être réunies, EDF envisagerait son arrêt définitif, et serait tenu de procéder à son démantèlement. Dans ce cas, au moins 2 ans avant la date envisagée, l'exploitant déclare au ministre chargé de la sûreté nucléaire et à l'ASNR son intention d'arrêter définitivement son installation. Il transmet au Gouvernement son dossier de démantèlement qui précise, en particulier, les opérations de démantèlement envisagées ainsi que les dispositions prises pour en limiter les effets sur les personnes et l'environnement. Le démantèlement de l'installation est par suite prescrit par un décret, pris après avis de l'ASNR : le décret de démantèlement (DEM). Les étapes du démantèlement sont les suivantes :

⁴ L'article R.593-62 du code de l'environnement dispose que « l'obligation de réexamen périodique est réputée satisfaite lorsque l'exploitant remet au ministre chargé de la sûreté nucléaire et à l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection son rapport sur ce réexamen ».

Étape préliminaire : opérations de préparation au démantèlement (PDEM)

Cette étape, qui commence dès l'arrêt définitif, permet de :

- réduire les risques présents sur l'installation : évacuation des combustibles usés et neufs, des déchets et des effluents, vidange des circuits, décontamination de certains circuits. À ce stade, la majorité des substances radioactives est évacuée ;
- préparer l'installation pour les opérations de démantèlement : organisation des accès et zones de circulation, adaptation des fonctions supports notamment ventilation et manutention, évacuation de certains matériels ;
- affiner la connaissance de l'état de l'installation : inventaire des matières et substances dangereuses, repérage amiante, prélèvements pour analyses radiologiques.

Étape 1 : le démantèlement électromécanique

Cette étape, qui nécessite l'entrée en vigueur du décret de démantèlement, consiste à déposer et découper tous les équipements présents et à les conditionner en déchets. Ne sont laissés en place que les matériels nécessaires au déroulement des travaux d'assainissement en étape 2. Dans chaque bâtiment, les travaux de démantèlement électromécanique se décomposent en grandes opérations. Cela concerne :

- le Bâtiment Réacteur (BR) avec le découpage et l'évacuation de gros composants, et le démantèlement des boucles du circuit primaire, des internes de cuves, de la cuve et des autres circuits et fonctions supports ;
- le bâtiment combustible (BK) avec le démantèlement des compartiments de la piscine, des différents équipements, et des fonctions supports ;
- les Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) et bâtiment périphérique (BW) avec le découpage et l'évacuation de gros composants, et le démantèlement des équipements en deux phases, en commençant par les fonctions qui ne sont pas requises pour le démantèlement, puis les derniers équipements présents.

Étape 2 : l'assainissement des structures

Cela concerne uniquement les locaux nucléaires. La radioactivité (activation, dépôt ou migration de contamination) susceptible d'être présente au niveau des parois du local est retirée. Les travaux d'assainissement d'un local peuvent débuter dès la fin de l'étape de démantèlement électromécanique de ce même local et après accord de l'ASNR sur la méthodologie d'assainissement.

A l'issue des travaux d'assainissement et des campagnes de mesures de vérification, un dossier de déclaration de déclassement des zones concernées est transmis à l'ASNR. Lorsque l'ensemble d'une zone de locaux est traité, les éléments restants sont alors considérés comme des déchets conventionnels.

Étape 3 : la démolition des bâtiments.

Pour les bâtiments conventionnels devant être démolis, la démolition peut commencer lorsque ces bâtiments n'ont plus d'utilité pour le démantèlement. Cette démolition classique ne sera pas obligatoirement précédée d'une phase de retrait des équipements situés dans les bâtiments.

Pour les bâtiments nucléaires, la démolition sera réalisée après l'envoi à l'ASNR du dossier de déclaration pour le déclassement de ces locaux. Au sein d'un bâtiment nucléaire, certaines zones de locaux éventuellement non assainis peuvent faire l'objet d'une démolition nucléaire préalable.

Étape 4 : la réhabilitation du site de l'installation

Elle consiste à s'assurer de la compatibilité entre l'état des sols et l'usage futur. Les éventuelles zones présentant un marquage chimique ou radiologique font l'objet de mesures de gestion adaptées. A l'issue de la phase de réhabilitation du site de l'installation, une demande de déclassement sera soumise à décision de l'ASNR.

2. POURSUITE DU FONCTIONNEMENT DES REACTEURS DE CHINON B



Centrale nucléaire de Chinon B, Indre et Loire
Copyright EDF

2.1. La centrale nucléaire de Chinon B

La centrale électronucléaire EDF de Chinon B, située en rive gauche de la Loire, sur la commune d'Avoine, est implantée au carrefour de 3 départements : Indre et Loire, Maine et Loire, Vienne, et de trois régions : Pays de la Loire, Centre-Val de Loire et Nouvelle-Aquitaine.

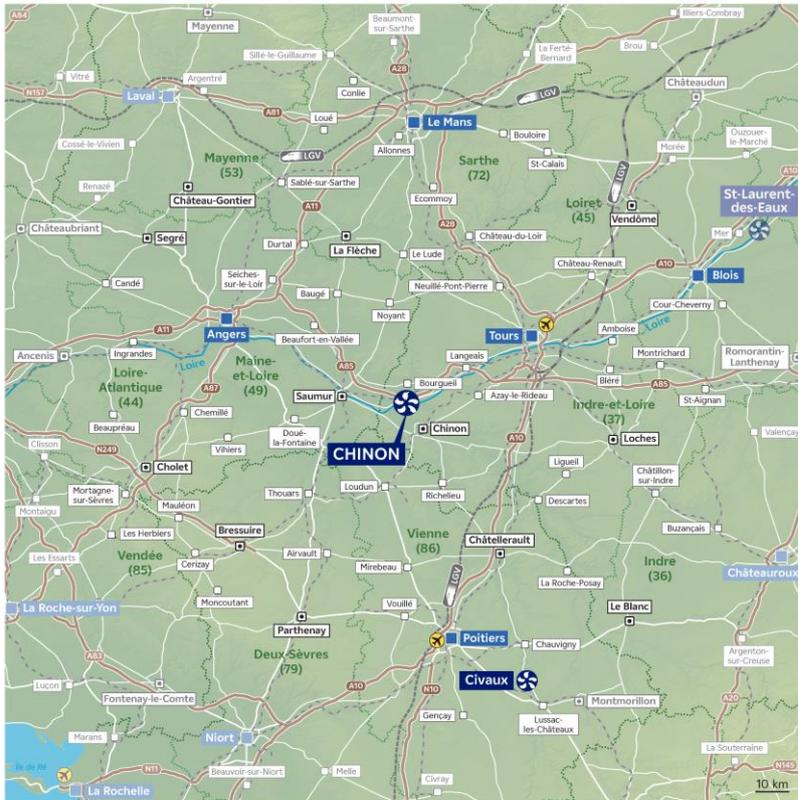
Les villes les plus importantes situées à proximité de la centrale sont Saumur à 20 km, Loudun à 28 km, Tours à 47 km et Angers à 66 km.

Elle est au cœur du parc naturel régional Loire Anjou Touraine et dans la zone tampon du périmètre Val de Loire inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO, à proximité immédiate de zones NATURA 2000.

La centrale nucléaire de Chinon B comprend quatre Réacteurs à Eau Pressurisée (REP), mis en service entre 1982 et 1987, qui sont concernés par les 4^e réexamens périodiques.

Le site de Chinon B abrite également trois réacteurs Graphite-Gaz en démantèlement, arrêtés entre 1973 et 1990.

CENTRALE NUCLEAIRE DE CHINON (INDRE-ET-LOIRE)



Les grandes villes et axes de communication



- Préfecture départementale
- Sous-préfecture
- Autre ville

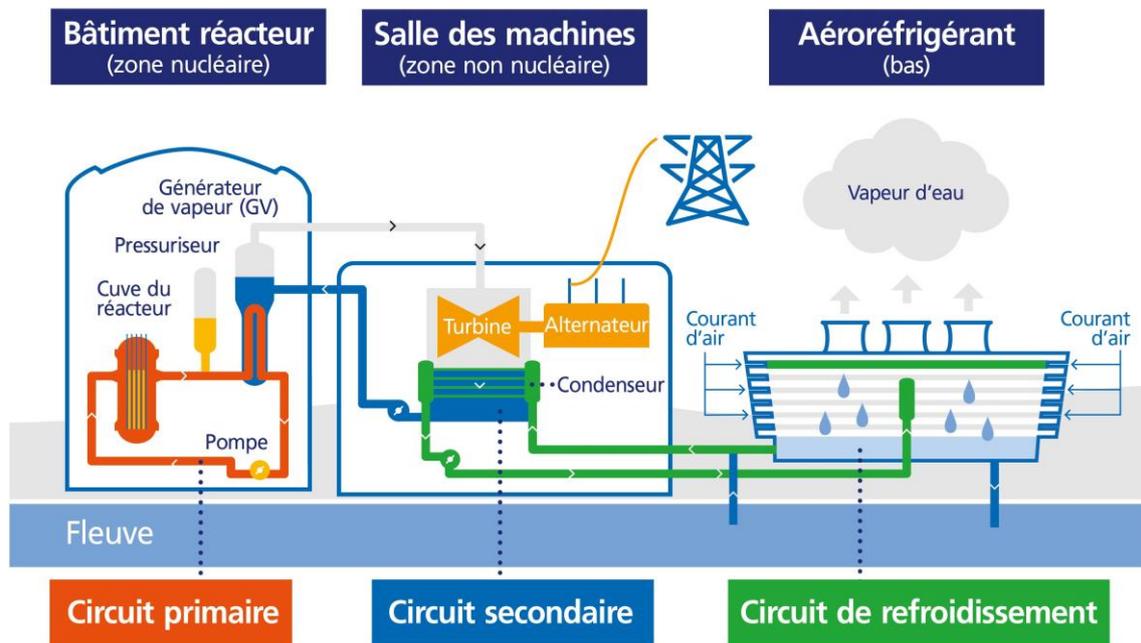
2.2. Fonctionnement de la centrale

Dans une centrale de type thermique classique ou nucléaire, le mode de production de l'électricité est identique : un combustible produit de la chaleur qui transforme de l'eau en vapeur et met ainsi en mouvement une turbine et un alternateur qui produit de l'électricité. Dans une centrale thermique classique, la chaleur provient de la combustion d'un combustible fossile (charbon, fioul, ...). Dans un réacteur nucléaire, la chaleur provient de la fission d'atomes d'uranium.

La centrale nucléaire de Chinon B comprend quatre réacteurs à eau pressurisée d'une puissance électrique unitaire de 900 MWe refroidis en circuit dit « fermé » par des aéroréfrigérants. Le fonctionnement d'un réacteur nucléaire à eau pressurisée s'articule autour de trois circuits indépendants et étanches les uns par rapport aux autres (voir schéma ci-dessous).

LA CENTRALE NUCLÉAIRE

Principe de fonctionnement, avec aéroréfrigérant bas



1. Le **circuit primaire** : dans le réacteur, la fission des atomes d'uranium produit une grande quantité de chaleur qui chauffe l'eau qui circule autour des assemblages de combustible à 320°C. L'eau est maintenue sous pression pour l'empêcher de bouillir. Elle transmet sa chaleur à l'eau d'un deuxième circuit fermé.
2. Le **circuit secondaire** : l'échange de chaleur entre l'eau du circuit primaire et l'eau du circuit secondaire se fait par l'intermédiaire de générateurs de vapeur dans lesquels l'eau du circuit secondaire est vaporisée. La pression de cette vapeur fait tourner une turbine qui entraîne un alternateur. Ce dernier produit un courant électrique alternatif. Un transformateur élève la tension du courant électrique produit pour qu'il puisse être plus facilement transporté à grande distance dans les lignes très haute tension.
3. Le **circuit de refroidissement** : à la sortie de la turbine, la vapeur du circuit secondaire est à nouveau transformée en eau, grâce à un condenseur dans lequel circule de l'eau froide, en provenance de la mer ou d'un cours d'eau. Ce troisième circuit est appelé circuit de refroidissement. Pour la centrale de Chinon, l'eau de ce 3^e circuit est issue de la Loire et refroidie au contact de l'air dans des tours aéroréfrigérantes basses.

En 2024, la centrale nucléaire de Chinon B a produit près de 19,7 milliards de kilowattheure d'électricité décarbonée ce qui couvre la consommation électrique de près de 4 millions de foyers, soit 5,4% de la production d'électricité française d'origine nucléaire.

2.3. La poursuite du fonctionnement

« Construire un avenir énergétique neutre en CO₂ conciliant préservation de la planète, bien-être et développement, grâce à l'électricité et à des solutions de service innovants » est la raison d'être d'EDF ; elle contribue à l'objectif de neutralité carbone fixé en 2050 par l'Union Européenne et repris en France dans la stratégie française pour l'énergie et le climat. Dans ce cadre, les centrales électronucléaires d'EDF jouent un rôle majeur dans la fourniture d'une électricité décarbonée, pilotable et compétitive.

Ainsi, EDF entend poursuivre le fonctionnement de ses réacteurs en prenant les dispositions nécessaires au respect des exigences de sûreté applicables.

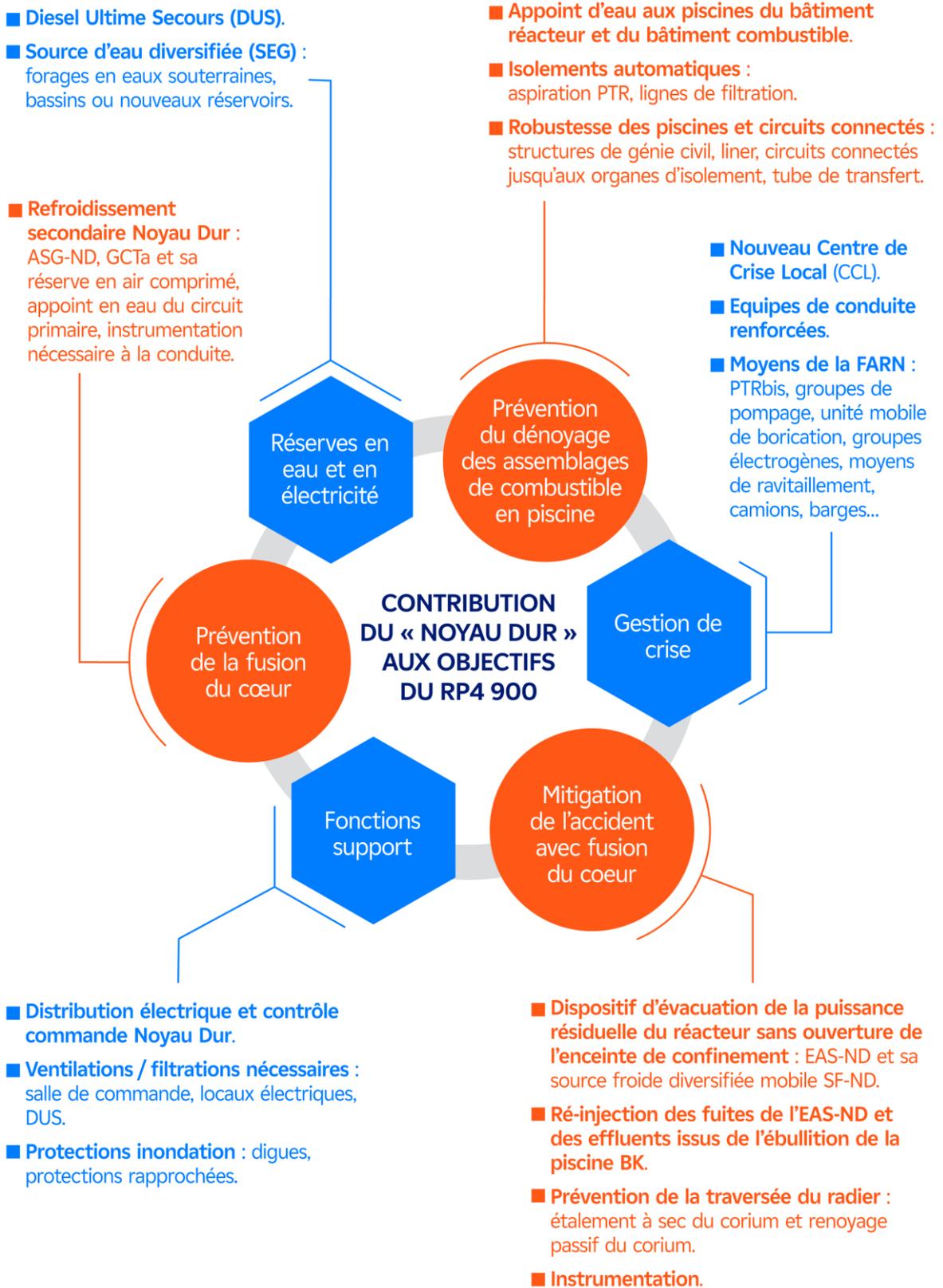
2.3.1. Les dispositions proposées

Au regard des objectifs d'amélioration définis pour le 4^e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, la poursuite du fonctionnement sur 10 ans s'accompagne de la mise en œuvre de dispositions proposées par EDF dans le rapport de réexamen, complétées par les prescriptions de l'ASNR qui encadre les conclusions de la poursuite du fonctionnement.

Les dispositions d'amélioration consistent, d'une part, à prendre en compte dans la démonstration de sûreté des réacteurs les moyens mis en place pour intégrer le retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi survenu en mars 2011. Ce faisant, ces moyens sont renforcés à la suite du réexamen en un ensemble de dispositions appelées « Noyau Dur ».

Le Noyau Dur est un ensemble de moyens matériels fixes et robustes complétés par des moyens mobiles visant à éviter des rejets radioactifs massifs et des effets durables dans l'environnement pour des situations consécutives à une agression naturelle externe extrême. Il s'agit principalement de situation de séisme, d'inondation externe et des phénomènes associés (foudre, grêle, grands vents, pluies de forte intensité), ou encore de la tornade.

Principales dispositions « Noyau Dur » (ND) reprises par grandes thématiques de sûreté



D'autre part, les autres dispositions d'amélioration du 4^e réexamen périodique de Chinon B répondent à l'orientation générale de ce réexamen de tendre vers les objectifs de sûreté nucléaire des réacteurs de dernière génération dont le réacteur de référence EDF est l'EPR-Flamanville 3, et qui se décline en quatre thématiques :

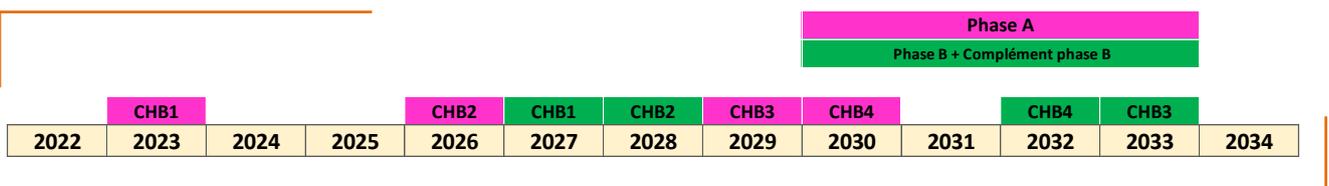


2.3.2. Programme industriel issu du 4^e réexamen périodique

Le programme industriel du 4^e Réexamen Périodique du palier 900 se décline en trois phases tenant compte de l'ampleur des actions et des impacts induits pour les personnes et les organisations en place sur les sites nucléaires⁵ :

- La **Phase A** correspond aux opérations réalisées en Tranche En Marche ou durant les arrêts de type Visite Décennale. Ces opérations s'accompagnent d'une mise à jour de la documentation d'exploitation ;
- La **Phase B** correspond aux opérations réalisées en Tranche En Marche ou durant les arrêts de Tranche au plus tard 6 ans après la remise du rapport de réexamen ;
- Le **Complément Phase B** comprend le déploiement de certaines actions issues de l'instruction du quatrième réexamen périodique par l'ASNR qui, compte tenu de leur nature (comme par exemple la nécessité de qualifier un nouveau matériel à des conditions ambiantes très sévères), nécessitent un délai d'instruction d'environ 5 ans. Elles sont réalisées en Tranche En Marche ou durant les arrêts de Tranche au plus tard 8 ans après la remise du rapport de réexamen.

Le schéma suivant présente l'échéancier annuel des modifications liées au 4^e réexamen des réacteurs de Chinon B :



⁵ Pour élaborer le calendrier, EDF tient également compte du contexte industriel très chargé en France, compte tenu des visites décennales à effectuer également sur les autres paliers. A cette fin, EDF s'est organisée en mode projet pour mener le réexamen, au sein du programme baptisé « Grand Carénage ».



Centrale nucléaire de Chinon B, Indre et Loire
Copyright EDF

3.1. Procédure réglementaire en France

Conformément à l'article L.593-18 du code de l'environnement, EDF réalise un réexamen périodique de ses réacteurs tous les dix ans afin « *d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1, en tenant compte notamment de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances, dont celles sur le changement climatique et ses effets, et des règles applicables aux installations similaires. Cette appréciation des risques tient compte des conséquences du changement climatique sur les agressions externes à prendre en considération dans le cadre de celle-ci.* »

L'article R.593-62 du code de l'environnement dispose que « *l'obligation de réexamen périodique est réputée satisfaite lorsque l'exploitant remet au ministre chargé de la sûreté nucléaire et à l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection son rapport sur ce réexamen* ».

Ce rapport comporte « *les conclusions de l'examen prévu à l'article L. 593-18 et, le cas échéant, les dispositions qu'il envisage de prendre pour remédier aux anomalies constatées ou pour améliorer la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1.* » (Article L.593-19 du code de l'environnement)

Conformément à l'article L.593-19, « *pour les réexamens au-delà de la trente-cinquième année de fonctionnement d'un réacteur électronucléaire, le rapport mentionné au premier alinéa du présent article fait l'objet d'une enquête publique.* »

Dans ce contexte, les articles R.593-62-2 à R.593-62-9 du code de l'environnement clarifient la procédure à suivre pour cette enquête publique.

3.2. Consultation internationale

Dans le cadre de cette enquête publique portant sur le RCR, l'article R.593-62-6 du code de l'environnement prévoit une procédure de consultation des Etats étrangers. Lorsqu'une partie d'un territoire est contiguë au périmètre de l'enquête publique, ou lorsque la condition de contiguïté n'est pas remplie mais que le préfet estime, de sa propre initiative ou à la demande des autorités d'un autre Etat membre de l'Union européenne ou partie à la convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière, signée à Espoo du 25 février 1991, que le fonctionnement du réacteur est susceptible d'avoir des incidences notables sur l'environnement de cet Etat :

- Le préfet notifie à cet Etat l'arrêté d'ouverture de l'enquête publique et lui transmet, en particulier, un exemplaire du dossier d'enquête.
- La notification de l'arrêté d'ouverture d'enquête fixe le délai dont disposent les autorités de cet Etat pour manifester leur intention de participer à l'enquête publique. L'enquête publique ne peut alors commencer avant l'expiration de ce délai.
- Le dossier est transmis par le préfet au ministre des affaires étrangères.

La carte ci-dessous permet de localiser la centrale de Chinon B et d'apprécier sa distance aux Etats voisins de la France, au moins jusqu'à 1000 kilomètres.

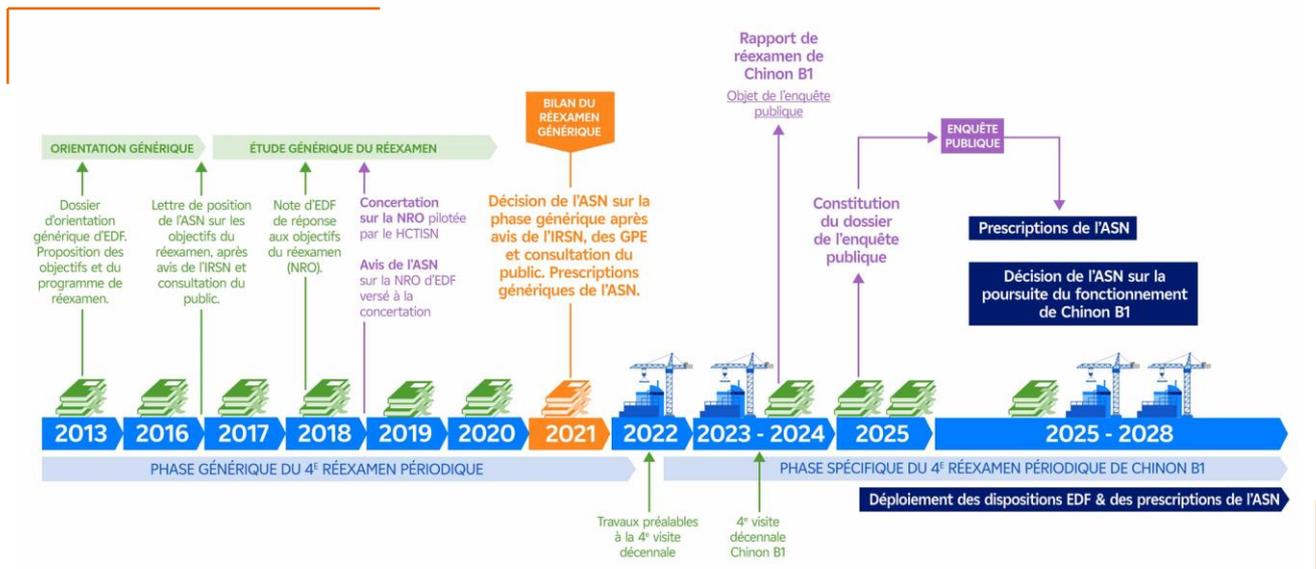


Localisation de la centrale de Chinon B au regard des Etats étrangers

3.3. Calendrier de la procédure réglementaire

Le préfet du département d'Indre-et-Loire détermine notamment la date d'ouverture de l'enquête et sa durée (Article R.123-9 du code de l'environnement).

Le déroulement du réexamen périodique est rappelé ci-dessous pour le réacteur n°1 de Chinon B.



Actuellement, l'enquête publique du réacteur n°2 pourrait se tenir entre fin 2027 et début 2028, et celles des réacteurs n°3 et 4 de Chinon B en 2031.

4. SURETE DE LA CENTRALE NUCLEAIRE



Centrale nucléaire de Chinon B
Copyright EDF

4.1. Radioprotection

La **radioprotection** est l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par les atteintes portées à l'environnement. Elle repose sur trois grands principes : la justification, l'optimisation et la limitation des doses.

- **Justification** : toute activité humaine susceptible d'entraîner une exposition de l'homme aux rayonnements ionisants doit être justifiée par les avantages qu'elle procure. Ses bénéfices doivent être supérieurs à ses inconvénients.
- **Optimisation** : pour une source donnée, l'objectif général est de maintenir les valeurs de doses individuelles et collectives, au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des techniques et des facteurs socio-économiques. C'est le principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable⁶).
- **Limitation des doses** : l'exposition d'une personne aux rayonnements ionisants résultant d'une « activité nucléaire » ne peut porter la somme des doses reçues au-delà des limites fixées par voie réglementaire, sauf lorsque cette personne est l'objet d'une exposition à des fins médicales ou de recherche biomédicale.

Dans la suite du document, les informations liées aux émissions radioactives, à leur impact et à leur surveillance, sont relatives au fonctionnement normal des réacteurs ou aux situations d'accident.

⁶ Aussi bas que raisonnablement possible.

4.2. Sûreté nucléaire en fonctionnement

En tant qu'installation industrielle, une centrale nucléaire comporte intrinsèquement des risques susceptibles de porter atteinte à la santé et à l'environnement. Le réacteur nucléaire renferme des substances radioactives ; l'installation contient des substances dangereuses (telles que des bouteilles de gaz, des matières inflammables ou des produits chimiques) utiles à son fonctionnement.

La conception et l'exploitation des centrales nucléaires visent à maîtriser l'ensemble des risques en réduisant à la fois la probabilité d'apparition de défaillances de l'installation par des mesures de prévention, et les conséquences de ces défaillances à l'extérieur du site par des mesures de protection. Plus les effets identifiés peuvent être importants, plus la probabilité de l'événement initiateur doit être rendue faible afin que le niveau de risque soit aussi bas que raisonnablement possible dans des conditions économiquement acceptables.

La maîtrise des risques est intégrée dans la démarche de sûreté nucléaire mise en œuvre tout au long de la vie des installations nucléaires ; elle consiste à interposer plusieurs lignes de défense successives pour atteindre un haut niveau de maîtrise.

Le recensement des risques prend en compte les défaillances de la partie nucléaire de l'installation mais aussi des autres équipements qui sont nécessaires à son bon fonctionnement. Pour chaque risque sont définis :

- les événements initiateurs : dysfonctionnement d'un équipement ou agression de cause interne (ex : rupture de tuyauterie) ou externe (ex : séisme),
- les conséquences potentielles à l'extérieur du site et sur le fonctionnement de l'installation elle-même.

Tous ces risques font l'objet de dispositions de conception et d'exploitation au titre de la sûreté nucléaire et de la protection de l'environnement qui permettent par l'interposition de parades successives :

- de réduire l'occurrence d'incident et d'accident sur l'installation,
- de surveiller et de maintenir l'installation dans un état sûr,
- de limiter les conséquences des incidents et accidents sur l'installation et dans l'environnement.

Compte tenu de leurs spécificités, on distingue 2 familles de risques :

1. **les risques radiologiques**, liés à la présence de substances radioactives,
2. **les risques conventionnels**, liés par exemple à l'entreposage et l'utilisation de produits inflammables, de produits chimiques ou de produits faiblement radiologiques.

Les risques radiologiques sont de deux types :

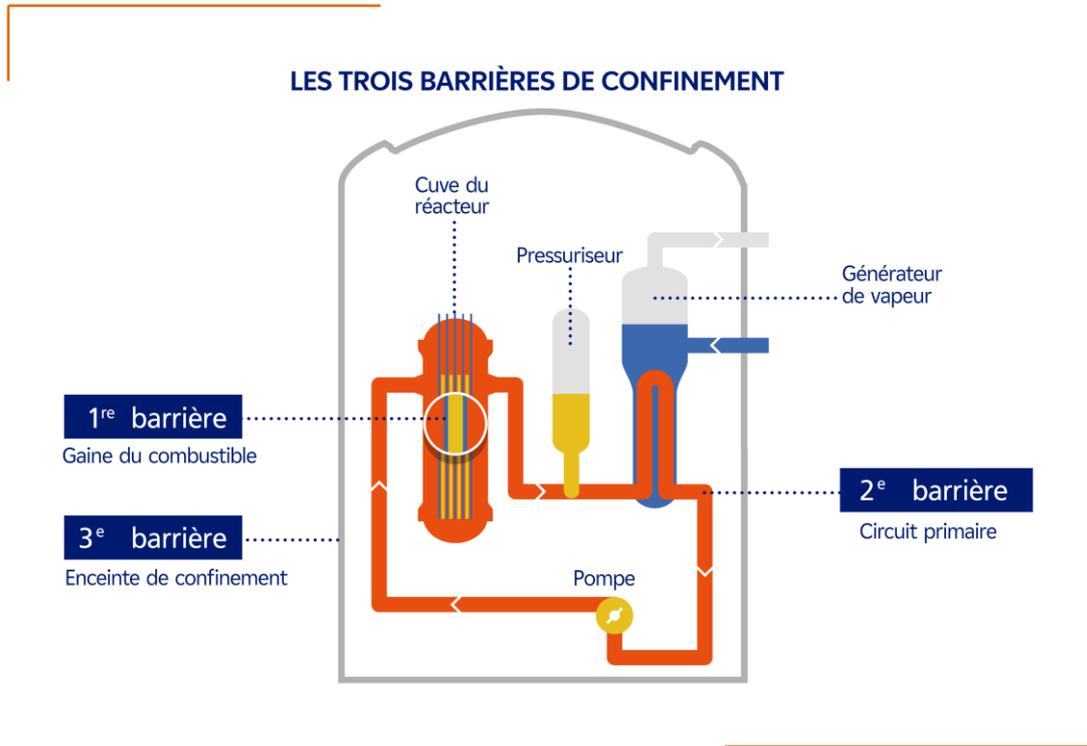
- l'exposition directe aux rayonnements, appelée exposition externe,
- l'exposition aux rayonnements par ingestion et/ou inhalation de produits radioactifs, appelée exposition interne.

4.2.1. Maîtrise des risques radiologiques

Les matières radioactives sont placées dans des enceintes étanches équipées d'écrans de protection (ou « protections biologiques ») adaptées au rayonnement afin de se prémunir des risques radiologiques d'exposition et de dissémination. Les frontières de ces enceintes sont appelées barrières de confinement. Ces barrières sont emboîtées les unes dans les autres selon le principe des poupées gigognes. Ces barrières, à la fois étanches, résistantes et indépendantes, s'interposent en série entre le combustible et l'environnement.

Ainsi, trois barrières physiques, résistantes, étanches et indépendantes concourent au confinement de la radioactivité :

- la gaine des crayons de combustible,
- l'enveloppe du circuit primaire,
- l'enceinte de confinement.



La méthode d'analyse des risques consiste à rechercher les causes possibles de dispersion de produits radioactifs hors des barrières de confinement, et à définir des dispositions permettant de réduire l'occurrence et la gravité des conséquences de tels événements, à des niveaux les plus faibles possibles.

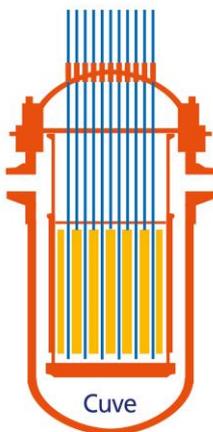
Afin de maintenir l'efficacité dans le temps et dans toutes les situations des barrières de confinement, des matériels et systèmes sont conçus pour assurer en permanence les trois « fonctions de sûreté ».

LES TROIS FONCTIONS DE SÛRETÉ

1

Contrôler la réaction en chaîne

- Position des grappes de commande
- Concentration du bore dans l'eau

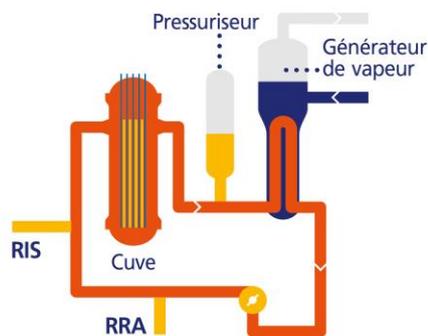


2

Refroidir le combustible

Évacuation de la chaleur :

- par les générateurs de vapeur en fonctionnement normal,
- par le circuit de réfrigération à l'arrêt du réacteur (RRA),
- par les systèmes d'injection de sécurité (RIS).

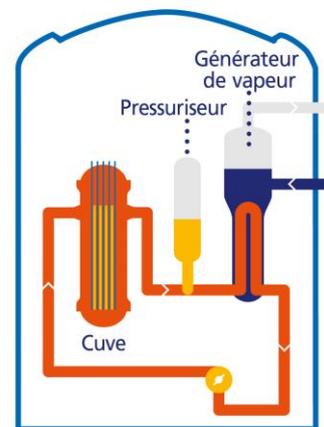


3

Confiner la radioactivité

Par les trois barrières :

- gaine du combustible
- circuit primaire
- enceinte de confinement



Les dispositions mises en œuvre pour assurer ces trois fonctions fondamentales de sûreté permettent **d'assurer la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants**, et donc de prendre en compte cette quatrième fonction de sûreté introduite par l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, dit « arrêté INB ».

L'état « sûr » d'un réacteur se caractérise par la maîtrise des trois fonctions de sûreté :

- contrôle de la réaction nucléaire en chaîne dans le réacteur,
 - refroidissement du combustible,
 - confinement des substances radioactives,
- ainsi que le bon fonctionnement des systèmes nécessaires pour le maintien de ces conditions.

Afin de garantir un haut niveau de sûreté de la centrale, la conception et l'exploitation des réacteurs repose sur l'application du concept de défense en profondeur, qui conduit à prévoir des moyens supplémentaires pour protéger ces barrières et limiter les conséquences d'un accident à un niveau acceptable sur les personnes et l'environnement. Des lignes de défense successives, aussi fiables et indépendantes que possible, sont ainsi prévues par la mise en place de dispositions techniques, humaines ou organisationnelles supplémentaires, permettant d'éviter ces accidents ou d'en limiter les conséquences.

À la conception et en exploitation, la défense en profondeur se décline en cinq niveaux :

- 1. la prévention (niveau 1) :** éviter que la défaillance ne se produise ;
- 2. la surveillance ou la détection (niveau 2) :** anticiper l'apparition de la défaillance par des contrôles, des tests, ou détecter la défaillance dès qu'elle survient pour rétablir une situation de fonctionnement normal ;
- 3. les moyens d'actions (niveau 3) :** maîtriser les conséquences de la défaillance ou à défaut limiter leur aggravation en reprenant la maîtrise de l'installation (procédures incidentelles et accidentelles) ;
- 4. l'atténuation (niveau 4) :** gérer les situations de façon à limiter les conséquences radiologiques pour l'environnement et les personnes (procédures ultimes) ;
- 5. la protection des populations (niveau 5).** Ce 5^e niveau de la défense en profondeur est du ressort des pouvoirs publics et correspond à la mise en œuvre du Plan Particulier d'Intervention (PPI) (mise à l'abri, prise de pastilles d'iodes, évacuations, ...).

La démonstration de la maîtrise des risques radiologiques des réacteurs de Chinon B, retranscrite dans leur rapport de sûreté, consiste à vérifier que les objectifs généraux de sûreté sont respectés dans toutes les séquences incidentelles et accidentelles. Pour ce faire, de nombreux scénarios incidentels et accidentels ont été retenus et classés en catégories selon leurs fréquences d'occurrence. La conception des installations doit également permettre de garantir une protection appropriée contre les scénarios induits par un cumul de défaillances, ou toute agression interne ou externe susceptible de nuire aux fonctions fondamentales de sûreté. À l'occasion de leur 4^e réexamen périodique, les réacteurs de Chinon B intègrent dans leur référentiel une conception robuste aux accidents avec fusion du cœur. Les scénarios étudiés conduisent à la mise en place de dispositions⁷ pour limiter les conséquences de ces accidents en préservant l'intégrité de la 3^e barrière de confinement.

Les études de sûreté sont réalisées avec une démarche conservative, c'est-à-dire en pénalisant les hypothèses ou paramètres influents, vis-à-vis de l'état des systèmes et de leur fonctionnement, et des phénomènes physiques associés aux scénarios. Au besoin, des hypothèses de découplage sont prises pour prendre en compte les incertitudes. Cela garantit des marges de conception vis-à-vis des situations redoutées. Ainsi, aucune lacune de connaissance identifiée n'est de nature à remettre en cause les conclusions de ces études.

L'étude des conséquences radiologiques de tous ces scénarios vise à vérifier le bien-fondé des dispositions prises à la conception et en exploitation pour assurer l'intégrité des barrières de confinement des substances radioactives (gainage du combustible, enveloppe du circuit primaire et enceinte du bâtiment réacteur). Cela permet également de vérifier que les relâchements de produits radioactifs à l'extérieur de la centrale, consécutifs à ces incidents/accidents, entraînent des conséquences limitées pour les personnes du public et l'environnement.

On distinguera :

- les conséquences radiologiques des incidents et accidents de dimensionnement (retenus à la conception),
- les conséquences radiologiques des accidents du domaine dit complémentaire, non prévus initialement à la conception et correspondant à des scénarios de cumul de défaillances. Ces accidents sont étudiés afin de réduire les risques liés à l'installation en intégrant dans le référentiel d'exigences des dispositions complémentaires. C'est le cas en particulier de l'accident de Rupture de Tuyauterie Vapeur (RTV) cumulée à de multiples Ruptures de Tube de Générateurs de Vapeur (RTGV),
- les conséquences radiologiques des accidents avec fusion du cœur hypothétiques.

⁷ Un certain nombre d'améliorations sont applicables au palier 900 MWe, ce qui conduit parfois à évoquer cela dans la suite du document.

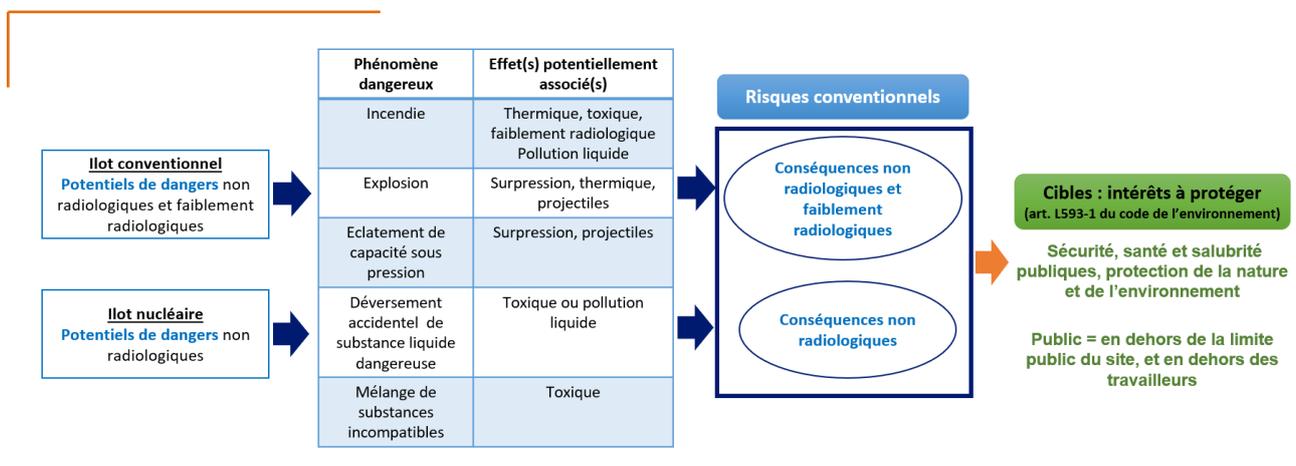
4.2.2. Maîtrise des risques conventionnels

4.2.2.1. Méthodologie de l'analyse de risques

Les risques conventionnels sont liés par exemple à l'entreposage et l'utilisation de produits inflammables ou de produits chimiques ou de produits faiblement radiologiques au sein des installations conventionnelles.

La démonstration de sûreté vise à démontrer que ces risques conventionnels sont acceptables vis-à-vis des intérêts à protéger :

- la population : le périmètre d'analyse prend en compte toutes les zones accessibles au public, au-delà des limites du site ;
- l'environnement naturel.



Les effets potentiellement induits à l'extérieur du site par ces risques conventionnels sont les suivants :

- Des effets par voie aérienne :
 - effets thermiques liés à l'incendie, à un jet enflammé et à l'explosion,
 - effets toxiques provenant de la dispersion atmosphérique de fumées d'incendie, de l'évaporation de nappe d'un produit toxique, de la fuite d'un gaz toxique ou du mélange de substances incompatibles,
 - effets de surpression dus à une explosion ou à un éclatement de capacité,
 - effets faiblement radiologiques provoqués par la dispersion de radionucléides en cas d'incendie d'une installation faiblement radiologique,
 - effets liés à l'émission de projectiles issus de machines tournantes, résultant d'une explosion ou de l'éclatement d'une capacité.
- Des effets par voie liquide : effets liés au déversement de substances liquides dangereuses ou faiblement radioactives dans l'environnement.

Les potentiels de dangers sont identifiés et caractérisés au travers des effets qu'ils peuvent engendrer sur les intérêts à protéger. Les potentiels de dangers identifiés englobent les potentiels de dangers associés aux produits mis en œuvre ou entreposés ainsi que les potentiels de dangers associés aux activités.

La maîtrise des risques conventionnels est obtenue par l'application du principe de défense en profondeur et par la maîtrise des fonctions de sûreté suivantes :

- le confinement des substances dangereuses et faiblement radioactives,
- la protection des personnes et de l'environnement contre les effets toxiques, les effets de surpression, les

effets thermiques et les effets liés à l'impact de projectiles.

L'analyse est menée d'une manière itérative jusqu'à **démontrer l'acceptabilité du risque** en agissant sur les leviers suivants :

- réduction du risque à la source : recherche de la possibilité de réduire les quantités de produits ou d'utiliser des produits de substitution si les contraintes d'exploitation le permettent ;
- identification et valorisation de mesures de maîtrise des risques (prévention, surveillance, mitigation) en vue de diminuer l'occurrence et/ou les conséquences du scénario d'accident.

Toutes les installations comprenant des activités à risques ou entreposant des produits dangereux sont soumises à des contrôles périodiques. Des opérations de maintenance préventive sont réalisées en conformité avec les prescriptions des constructeurs ou selon le retour d'expérience acquis sur le matériel. Toute anomalie constatée fait l'objet d'une action corrective de remise en état.

L'incendie fait l'objet d'une prise en compte particulière (Plan d'Action Incendie et Projet Maîtrise du Risque Incendie), et d'une analyse actualisée au fil du retour d'expérience dans le cadre de la démarche d'amélioration continue. La maîtrise des risques liés à l'incendie s'appuie sur la prévention des départs de feu, la détection rapide des départs de feu et leur extinction, la limitation de l'aggravation et de la propagation d'un incendie.

Pour les effets par voie liquide liés au déversement accidentel de substances liquides dangereuses ou faiblement radioactives, la maîtrise des risques est assurée par la mise en place de dispositifs assurant le confinement des substances liquides déversées. Certains de ces dispositifs constituant l'ultime barrière pour la protection de l'environnement sont définis comme des Eléments Importants pour la Protection des Intérêts (EIP) avec les exigences associées pour leur bon fonctionnement. **Le respect par l'exploitant de ces exigences fait l'objet de dispositions particulières (surveillance, contrôle, maintenance) garantissant ainsi la maîtrise des risques.**

Pour les effets par voie aérienne, une analyse préliminaire permet d'identifier les scénarios d'accident enveloppes susceptibles d'avoir un effet à l'extérieur du site ainsi que les dispositions prises pour maîtriser ces risques. Pour chacun de ces scénarios d'accident une analyse approfondie est menée afin de déterminer la probabilité d'occurrence d'un tel accident ainsi que la gravité des conséquences. Les mesures identifiées pour démontrer la maîtrise des risques conventionnels sont alors définies comme des Activités ou des Eléments Importants pour la Protection des Intérêts (EIP et AIP) avec des exigences associées mises en œuvre pour le bon fonctionnement et dont le respect par l'exploitant fait l'objet de dispositions particulières (surveillance, contrôle, maintenance).

Ces mesures font l'objet d'un suivi en exploitation.

4.2.2.2. Synthèse pour Chinon B

■ **Risques par voie aérienne**

Les risques par voie aérienne des scénarios accidentels envisagés, à l'exception des scénarios de dépotage cités ci-après, n'ont pas d'effets à l'extérieur des limites de site. L'analyse de risques menée pour la centrale de Chinon B a mis en évidence deux scénarios d'accidents conventionnels susceptibles d'impacter les intérêts à protéger :

- sur l'aire de dépotage⁸ : de la station de déminéralisation, où plusieurs produits peuvent être dépotés par des camions citernes, une erreur de raccordement de flexible pourrait conduire à un mélange incompatible intra-installation de substances dangereuses et à la formation puis à la dispersion, d'un nuage toxique de chlore ;
- une confusion d'aires de dépotage d'un camion citerne en livraison entre la station de déminéralisation, les installations de traitement antitartre et l'installation de traitement à la monochloramine pourrait également conduire à un mélange incompatible inter-installations de substances dangereuses et à la dispersion atmosphérique d'un nuage toxique de chlore.

⁸ Le dépotage est l'action de décharger un camion dont le réservoir contient des matières liquides ou gazeuses dans une cuve.

Les nombreuses mesures de prévention mises en place permettent d'éviter la survenue de tels accidents : formation des intervenants, mise en œuvre de procédures détaillées, mise en œuvre de signalétiques visuelles, mise en œuvre des pratiques de fiabilisation humaine des activités et détrompeurs afin de limiter les risques d'erreur de raccordement, etc...

En complément et afin de réduire la probabilité d'occurrence des deux scénarios listés précédemment et de démontrer la maîtrise des risques associés, des mesures de maîtrise des risques, définies comme des Activités Importantes pour la Protection des Intérêts (AIP), sont mises en œuvre. Ces mesures de prévention sont spécifiques à chaque scénario et doivent se réaliser avant le dépotage :

- une escorte systématique des camions depuis l'entrée du site jusqu'aux aires de dépotage où ils sont attendus, et ce afin de limiter la probabilité de confusion d'aire de dépotage ;
- un contrôle du produit reçu par prélèvement afin de s'assurer qu'il est conforme au produit attendu ;
- un contrôle du raccordement du flexible à la bouche de connexion correspondant au produit à dépoter ;
- un contrôle technique afin de donner l'autorisation de dépotage.

Les scénarios de mélanges incompatibles, compte tenu des dispositions mises en place, présentent une probabilité d'occurrence associée à un évènement très improbable (moins d'1 fois tous les 10 000 ans pour les mélanges incompatibles intra-installation) voire extrêmement peu probable (moins d'1 fois tous les 100 000 ans pour les mélanges incompatibles inter-installations).

A l'issue de la démarche de défense en profondeur et l'identification de plusieurs leviers de maîtrise des risques, les scénarios d'accidents sont tous maîtrisés pour les intérêts à protéger.

■ **Risques par voie liquide**

Vis-à-vis des risques par voie liquide, pour se prémunir des déversements accidentels de substances dangereuses ou faiblement radioactives liquides dans l'environnement, le confinement des liquides déversés est assuré par la mise en place de dispositifs adaptés. Les scénarios de déversement liquide n'ont donc pas d'effets sur l'environnement.

Les risques conventionnels que présente la centrale de Chinon B vis à vis des intérêts à protéger sont donc maîtrisés.

4.3. Maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence

La démarche de maîtrise du vieillissement et du traitement de l'obsolescence pour les réacteurs en fonctionnement d'EDF s'appuie sur :

- la maîtrise du vieillissement des systèmes, structures et composants,
- la maintenance,
- le traitement de l'obsolescence des matériels et pièces de rechange.

Les principales dispositions prises ou proposées par l'exploitant dans ce domaine répondent à 2 objectifs :

- démontrer l'aptitude des matériels non remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans :
 - Concernant la cuve des réacteurs de Chinon B,
 - l'épreuve hydraulique est réalisée lors de la visite décennale pour la requalification complète du Circuit Primaire Principal (CPP) ;
 - des dossiers de synthèse sont constitués pour démontrer sa tenue en service selon une démarche déterministe conservatrice (neutronique, matériaux, mécanique, ...). Ils traitent à la fois de l'étude théorique du plus gros défaut générique hypothétique non détectable (couvrant toute les cuves des centrales 900 MWe) et des études spécifiques à chaque cuve selon les résultats des contrôles réalisés lors de la 4^e visite décennale (VD4) ;
 - l'introduction d'hafnium, un matériau absorbeur de neutrons, dans les assemblages de combustible des réacteurs de Chinon B, en face des zones de cuve les plus irradiées par les neutrons, permet de réduire la fluence neutronique (flux de neutrons intégré dans la durée de fonctionnement du réacteur) vue par la cuve.
 - Concernant les enceintes de confinement, leur état de performance mécanique fait l'objet d'un suivi en continu par les dispositifs d'auscultation (mesure de déformation par exemple) et d'une épreuve en pression de l'enceinte réalisée à chaque visite décennale.
- démontrer l'aptitude des matériels remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans ou procéder soit à leur remplacement soit à leur rénovation.

Les composants dont les performances sont susceptibles de diminuer du fait de leur vieillissement et dont la défaillance peut avoir un impact sur la sûreté font l'objet d'un suivi documenté et mis à jour périodiquement : fiche d'analyse du vieillissement par matériel et dossier de synthèse d'aptitude à la poursuite du fonctionnement par réacteur. A ce titre, des inspections ainsi que des contrôles et actions de maintenance ont été réalisés lors de la VD4 de Chinon B1 sur les différents systèmes, structures et composants suivants : structure de génie civil, contrôle commande, câbles électriques qualifiés en ambiance nucléaire, traversées électriques, matériels mécaniques et électromécaniques, matériels électriques et instrumentation. Pour les autres réacteurs, cela sera réalisé lors des visites décennales à venir.

4.4. Sûreté nucléaire, réacteur en mise à l'arrêt définitif

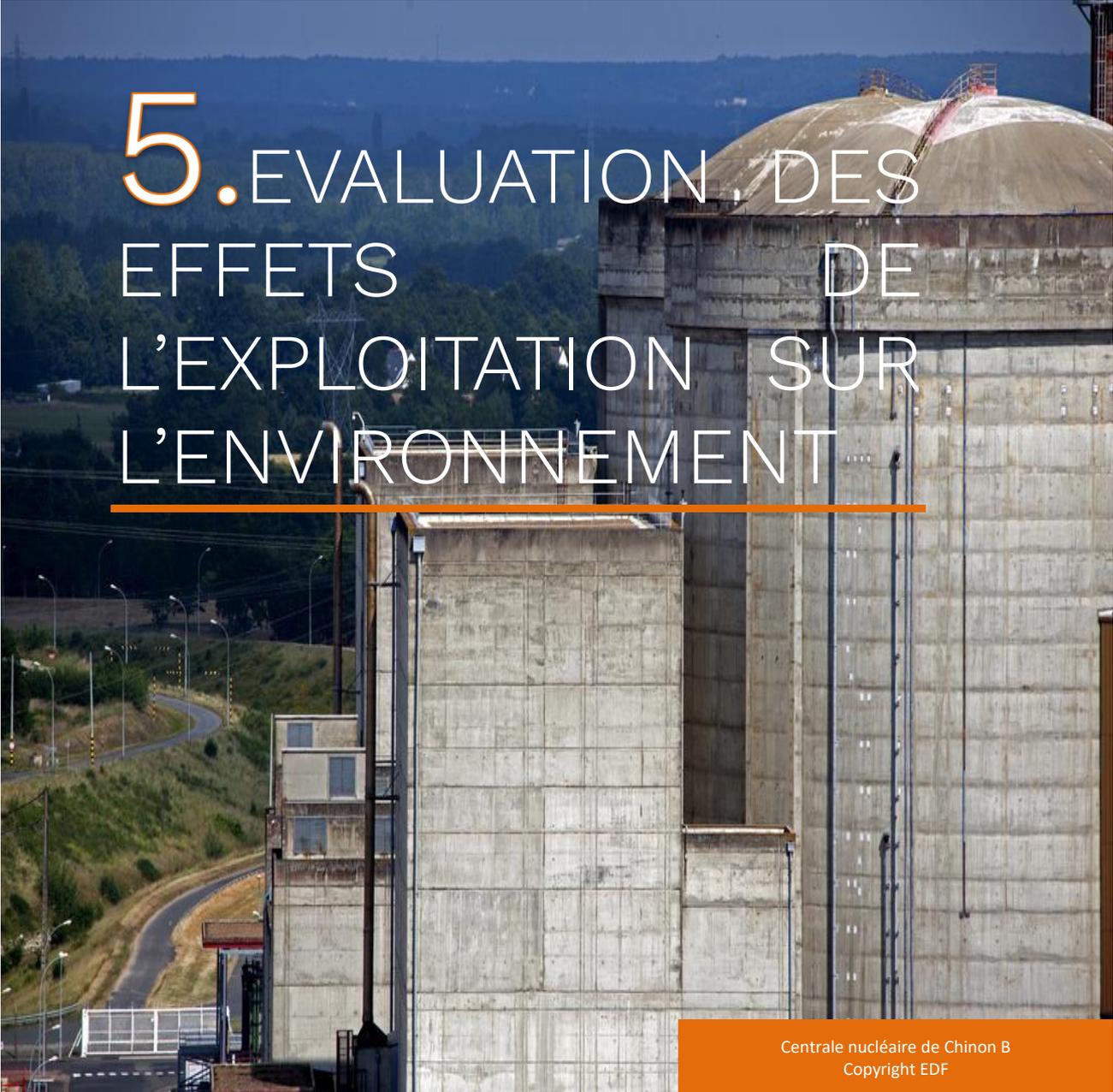
A chaque étape du démantèlement, est associé un référentiel de sûreté nucléaire permettant d'exécuter les opérations de ladite étape.

Tant que le combustible nucléaire est présent dans l'installation, certains objectifs de sûreté nucléaire décrits dans le Référentiel de Sûreté d'Exploitation de l'installation sont maintenus, en particulier ceux liés à la piscine du bâtiment combustible :

- Le contrôle de la réactivité des assemblages de combustible usé est assuré à l'aide des râteliers d'entreposage qui maintiennent la sous-criticité du combustible en incorporant des matériaux absorbant les neutrons, et par de l'eau borée.
- Si le refroidissement des piscines est interrompu, l'élimination de la puissance résiduelle du combustible n'est pas compromise à court terme en raison de la très faible puissance de chaleur résiduelle du combustible et de la grande quantité d'eau dans les piscines. Bien que la restauration du refroidissement soit l'objectif principal, la chaleur résiduelle pourrait également être éliminée en laissant l'eau bouillir et en alimentant les piscines en eau. L'appoint en eau dans la piscine est possible par différents systèmes de la centrale, dont de nouveaux moyens d'appoint mise en place à la suite de l'accident de Fukushima Daishi, puis intégrés dans le référentiel de sûreté du 4^e réexamen.

Une fois le combustible usé évacué, la sûreté nucléaire repose sur la maîtrise des risques de dissémination des matières et substances dangereuses (solides, liquides ou gazeuses) et d'exposition aux phénomènes dangereux (effets toxiques par dispersions liquides et/ou aériennes, effets thermiques, de surpression, projectiles, exposition radiologique de faible ampleur).

Les choix techniques à retenir sont ceux qui appliquent le principe de défense en profondeur en empêchant toute dispersion majeure de substances radioactives hors du site et limitant l'exposition des personnes du public. Ils seront déclinés dans l'étude de maîtrise des risques qui est à joindre dans le dossier de démantèlement requis par l'article R. 593-67 du code de l'environnement.



5. EVALUATION DES EFFETS DE L'EXPLOITATION SUR L'ENVIRONNEMENT

Centrale nucléaire de Chinon B
Copyright EDF

5.1. Démarche

Le Paragraphe 5 présente l'évaluation des effets de l'exploitation de la centrale de Chinon B sur l'environnement, dans l'état actuel et pour les 10 ans à venir.

Les premiers sous paragraphes présentent :

- les méthodes retenues pour l'évaluation des effets sur l'environnement (§ 5.2),
- les incertitudes liées à l'évaluation des impacts (§ 5.3),
- les données utilisées dans l'évaluation (§ 5.4),
- l'état actuel de l'environnement (§ 5.5).

Le sous paragraphe 5.6 présente les interactions de l'exploitation la centrale de Chinon B avec l'environnement, actuellement et pour les 10 ans à venir.

Le sous paragraphe 5.7 présente les impacts de l'exploitation de la centrale de Chinon B sur l'environnement, actuellement et pour les 10 ans à venir. Les impacts d'un arrêt définitif de la centrale sont présentés au paragraphe 5.7.10.

5.2. Méthodes d'évaluation des impacts

Les méthodes d'évaluation des impacts, présentées par domaine, visent à évaluer les conséquences du fonctionnement de la centrale de Chinon B sur la santé et l'environnement et à justifier son caractère acceptable.

■ **Air et facteurs climatiques**

L'analyse des incidences du fonctionnement de la centrale de Chinon B sur le climat s'appuie sur l'analyse du cycle de vie (ACV) du kWh du nucléaire, pour le parc actuel en exploitation d'EDF. Elle a été réalisée par EDF selon une méthode normalisée et a fait l'objet d'une revue critique par un panel d'experts indépendants. Elle repose sur l'inventaire des flux de matière et d'énergie pour les différentes phases du cycle de vie du produit, de l'extraction des matières premières jusqu'à la gestion des déchets.

L'analyse des incidences sur la qualité de l'air s'appuie sur une comparaison des concentrations des substances rejetées avec les normes de qualité de l'air définies dans le code de l'environnement (R. 221-1).

■ **Eaux de surface**

L'évaluation des incidences des rejets d'effluents chimiques liquides sur la qualité des eaux de surface repose sur :

- une analyse rétrospective de l'incidence des rejets chimiques liquides passés et actuels à partir des données issues de la surveillance chimique et hydroécologique réalisée à l'amont et à l'aval du site ;
- une évaluation quantitative substance par substance de l'incidence des rejets chimiques liquides basée sur la comparaison des concentrations calculées dans le milieu avec des valeurs de référence (seuils, valeurs-guides, données écotoxicologiques...).

■ **Sols et eaux souterraines**

L'évaluation des incidences sur les sols et les eaux souterraines se base sur :

- la réalisation d'un état des sols et des eaux souterraines de la centrale, établi à partir d'une analyse des éléments historiques et d'un bilan de la surveillance piézométrique mise en oeuvre au droit du site, complétés par des campagnes de mesure ;
- la comparaison à des données de référence pour les sols : données de qualité des sols environnants (hors zones potentiellement influencées par l'installation), données issues d'études spécifiques ou de programmes nationaux ;
- la comparaison à des seuils de qualité d'eau relatifs aux eaux souterraines (arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine, arrêté du 17 décembre 2008 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines, lignes directrices de l'OMS pour la qualité de l'eau potable de 2017, et directive 2013/59/EURATOM du conseil du 5 décembre 2013 également transposée en droit français).

■ **Radioécologie**

L'évaluation des incidences des rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques sur l'environnement repose sur :

- une analyse rétrospective de l'incidence des rejets effectués jusqu'à ce jour en considérant les résultats de l'état de référence initial, les bilans décennaux et les suivis annuels ;
- une analyse prospective (pour le futur) réalisée avec l'outil européen ERICA (Environmental Risks from Ionising Contaminants : Assessment and management) d'évaluation du risque radiologique sur les

écosystèmes terrestre et aquatique lié aux rejets d'effluents radioactifs du site de Chinon, en considérant les limites de rejets autorisées.

Le principe de cette évaluation repose sur une comparaison du débit de dose induit par les rejets radioactifs avec une valeur de débit de dose sans effet pour chaque organisme de référence. Cette comparaison se traduit par le calcul d'un indice de risque. Si l'indice de risque est inférieur à 1, il peut être conclut que le risque est négligeable.

■ **Biodiversité**

L'analyse des incidences du fonctionnement de la centrale de Chinon B sur la biodiversité repose sur :

- l'étude des espaces naturels, des habitats, de la faune, de la flore et des fonctionnalités écologiques présents au niveau de l'aire d'étude (études bibliographiques et investigations de terrain) ;
- l'analyse de l'effet de chaque interaction de la centrale de Chinon B avec les espaces naturels, la faune, la flore et les fonctionnalités écologiques.

■ **Population et santé humaine**

L'impact dosimétrique des rejets d'effluents radioactifs prend en compte l'exposition interne et externe associée aux rejets d'effluents radioactifs liquides et à l'atmosphère.

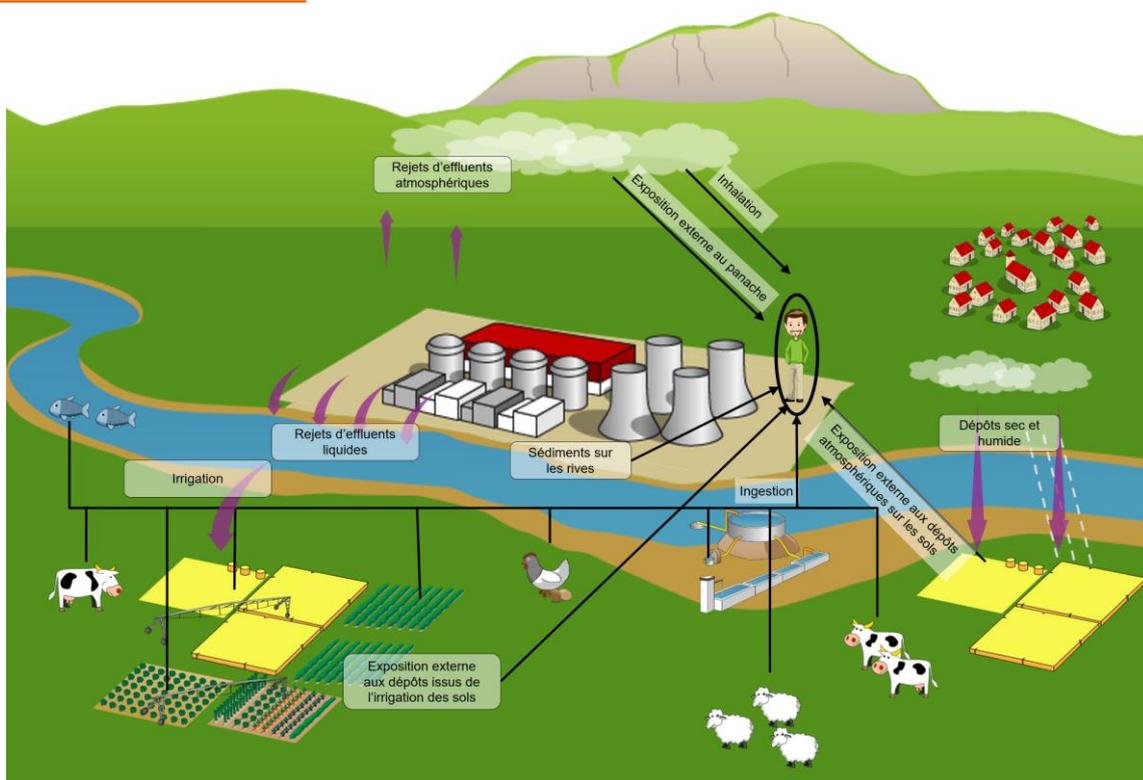
Les voies d'exposition prises en compte sont les suivantes (cf. Figure ci-après) :

- exposition externe aux effluents radioactifs atmosphériques, aux dépôts atmosphériques radioactifs sur les sols, aux dépôts issus de l'irrigation des sols, aux sédiments sur les rives,
- exposition interne par inhalation, par ingestion de denrées alimentaires.

Pour évaluer l'impact dosimétrique sur la population des rejets d'effluents radioactifs liés au fonctionnement des centrales nucléaires, EDF dispose d'un outil développé par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) (aujourd'hui Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection - ASN).

L'évaluation est réalisée selon les étapes suivantes :

- caractérisation des rejets d'effluents radioactifs ;
- caractérisation de l'environnement autour du site ;
- évaluation des transferts des radionucléides rejetés dans les différents compartiments de l'environnement jusqu'à l'homme : milieu atmosphérique, milieu fluvial, milieu agricole (végétaux, animaux, sols) ;
- évaluation de l'exposition des populations riveraines ;
- présentation des résultats avec comparaison de la dose efficace totale reçue par la personne représentative, à la valeur limite réglementaire de 1 mSv/an.



Voies d'exposition aux rejets d'effluents radioactifs ©EDF

Concernant **l'évaluation des risques sanitaires** liée aux rejets de substances chimiques liquides, la méthodologie suivie se réfère au guide méthodologique de l'Institut National de l'Environnement et des RISques (INERIS) « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires ». La démarche s'articule en deux étapes :

- l'Interprétation de l'État des Milieux (IEM), réalisée sur la base des données de surveillance et de mesures spécifiques ;
- l'Évaluation Prospective des Risques Sanitaires (EPRS), basée sur la modélisation des rejets attribuables au site de Chinon. L'EPRS est structurée en cinq étapes :
 - bilan des substances rejetées,
 - bilan des enjeux et des voies d'exposition,
 - identification des dangers, évaluation des relations dose-réponse et identification des traceurs de risque sanitaire,
 - évaluation de l'exposition des populations,
 - caractérisation des risques.

Les risques sanitaires liés aux rejets chimiques à l'atmosphère sont évalués de manière qualitative compte tenu des faibles quantités de rejets chimiques à l'atmosphère, de leur courte durée, de leur faible occurrence ou de l'absence de valeur toxicologique de référence (VTR).

L'évaluation de **l'impact sonore** de la centrale de Chinon B repose sur des campagnes de mesures acoustiques dans l'environnement, au niveau de Zones à Émergence Réglementée et en limite de l'établissement. Ces campagnes s'appuient sur une méthodologie issue de la norme NF S 31-010 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement ayant fait objet d'une contre-expertise par l'ASNR.

■ **Activités humaines**

L'évaluation des incidences sur les activités humaines est réalisée à partir des enjeux environnementaux :

- en s'appuyant sur des données publiques et validées (par exemple : données relatives au trafic routier, à l'occupation des sols, aux usages de l'eau) ;
- en s'appuyant sur les évaluations des incidences des rejets de la centrale sur la santé.

■ **Gestion des déchets**

L'incidence des déchets produits s'appuie essentiellement sur l'analyse des dispositions mises en œuvre en matière de zonage déchets, de caractérisation, de tri, de traitement, de conditionnement et de contrôle.

La quantification des déchets produits et l'estimation des quantités prévisionnelles de déchets à produire dans les années à venir se basent sur les données issues des bilans annuels de gestion des déchets établis par le CNPE. Ces bilans fournissent les données quantitatives et qualitatives des déchets produits par le CNPE et précisent les filières vers lesquelles les déchets ont été dirigés.

5.3. Incertitudes liées à l'évaluation des impacts

Les méthodes d'évaluation des impacts, présentées au paragraphe précédent, sont à l'état de l'art et élaborées à partir des résultats scientifiques disponibles.

Les progrès scientifiques permettent d'enrichir au fur et à mesure la surveillance de l'environnement et le développement des hypothèses et des outils de calcul.

Des conservatismes sont intégrés dans les évaluations d'impact. Le principal conservatisme est de considérer des interactions avec l'environnement raisonnablement enveloppes des interactions qui seront effectivement observées. D'autres conservatismes sont intégrés dans les différentes évaluations, notamment dans les scénarios d'exposition. Par exemple, il est considéré que les populations riveraines consomment exclusivement de l'eau du robinet provenant du captage le plus proche, sans prise en compte de phénomènes de dégradation des substances.

5.4. Données utilisées dans l'évaluation

Les données utilisées pour évaluer l'impact du fonctionnement de la centrale de Chinon B sont les suivantes :

- des données relatives aux interactions de la centrale avec l'environnement, détaillées au paragraphe 5.6 ;
- des données relatives à l'état actuel de l'environnement, acquises en grande partie par les études environnementales réalisées par la centrale de Chinon. Ces données sont présentées au paragraphe 5.5 et concernent :
 - la qualité de l'air ;
 - la météorologie ;
 - la qualité des eaux de surface ;
 - l'état des sols et des eaux souterraines ;
 - l'état radiologique de l'environnement ;
 - la biodiversité ;
 - la population et les activités humaines.

La centrale de Chinon B communique régulièrement les données relatives à la surveillance de ses rejets et de l'environnement.

- Les résultats de la surveillance de l'environnement autour de la centrale sont transmis au réseau national de mesures de la radioactivité dans l'environnement, développé sous l'égide de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection. Les données sont disponibles sur le site internet du réseau national de mesures (<https://www.mesure-radioactivite.fr/>).
- Une communication mensuelle des données relatives à la surveillance des rejets et de l'environnement est réalisée par la centrale sur [son site internet](#).
- Un rapport annuel de surveillance de l'environnement est également mis à disposition sur [le site](#).

Pour aller plus loin, le [guide « centrales nucléaires et environnement »](#) présente les interactions des centrales nucléaires avec l'environnement et les modalités de surveillance associées.

5.5. État actuel de l'environnement

5.5.1. Air et facteurs climatiques

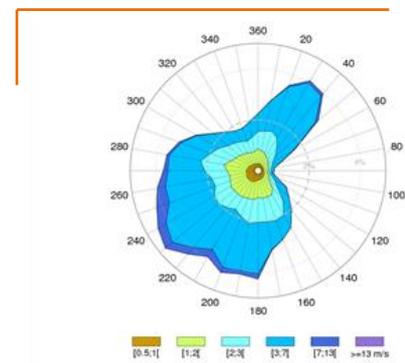
■ Climat

La région du site de Chinon est soumise à un climat tempéré océanique dit dégradé avec des épisodes réguliers de fortes chaleurs l'été, et des gelées fréquentes l'hiver.

Sur la période 2012 à 2021, les moyennes mensuelles de température à Chinon sont comprises entre 5,8°C (en février) et 21°C (en juillet) ; il pleut en moyenne 168 jours par an ; les vents dominants sont de secteurs sud-ouest et nord-est.

■ Qualité de l'air

La qualité de l'air autour du site de Chinon est globalement moyenne, principalement du fait de l'ozone en période estivale et des particules fines en hiver particulièrement, en raison notamment des installations de chauffage individuel. Les normes de qualité de l'air sont respectées.



Rose des vents mesurés à 10 mètres à la station météorologique du site de Chinon, période 2012-2021

5.5.2. Eaux de surface

■ Hydrologie

Le site de Chinon est implanté en rive gauche de la Loire à l'aval immédiat de la confluence avec l'Indre et en amont de la confluence avec la Vienne. La Loire est un fleuve long de 1 020 km, qui prend sa source à 1 408 m d'altitude, sur le plateau ardéchois (au Mont Gerbier-de-Jonc), avant de se jeter dans l'océan Atlantique en formant un estuaire. Les eaux de montagne alimentant la Loire proviennent du Massif Central dans la partie amont du bassin hydrographique. Ses principaux affluents dans le sens d'écoulement sont l'Allier, le Cher, la Vienne et la Maine.

Le régime hydrologique de la Loire est très contrasté avec des étiages sévères en été et des crues pouvant être parfois très fortes généralement entre novembre et mai. Le débit de la Loire à Chinon est également influencé par les ouvrages hydrauliques installés en amont du site. Sur la période 1986-2020, le débit moyen interannuel de la Loire est de 449 m³/s et le débit minimal sur trois jours consécutifs est de 68 m³/s au droit du site de Chinon.



■ Régime thermique

L'analyse du régime thermique de la Loire en amont de la centrale de Chinon B est réalisée sur la base de la chronique des températures de la Loire mesurées en amont de la centrale sur la période 1977-2021.

Le bilan issu de cette analyse est le suivant :

- La variabilité infra-journalière est plus importante en été, avec des écarts moyens sur la journée de l'ordre de 1,9°C, alors qu'ils sont de l'ordre de 0,6°C en hiver.
- La variabilité saisonnière est marquée et influencée principalement par les conditions hydrométéorologiques saisonnières avec des températures de la Loire en amont du site de Chinon minimales de 5,5°C en moyenne mensuelle durant le mois de janvier et maximales de 22,8°C en moyenne mensuelle durant le mois de juillet.
- Durant la période estivale, l'analyse des valeurs moyennes journalières montre que la température de la Loire en amont du site est supérieure à 25°C durant 19 % du temps au mois de juillet et 12 % au mois d'août. Elle dépasse 28°C pendant près de 0,8 % du temps au mois de juillet et 1,5 % au mois d'août. La température journalière maximale relevée est de 31,1°C, le 9 août 2003.
- L'analyse des variations interannuelles observées depuis la fin des années 1970 montre une tendance à la hausse, avec une hausse des températures légèrement plus marquée en période estivale.

■ **Qualité physico-chimique et biologique**

Le site de Chinon effectue ses prélèvements d'eau et ses rejets liquides dans la masse d'eau superficielle comprise entre les confluences avec le Cher et la Vienne.

L'évaluation de l'état écologique et chimique, réalisée en 2019 par l'Agence de l'eau du bassin Loire-Bretagne pour ses masses d'eau, montre un **état écologique** bon et un **état chimique** bon sans prise en compte des substances **ubiquistes**.

Les résultats de la surveillance hydroécologique et chimique sur la période 2012-2021 font ressortir une qualité satisfaisante du milieu aquatique, que ce soit au niveau des paramètres chimiques, physico-chimiques ou des indicateurs biologiques.

L'état écologique d'une masse d'eau de surface au sens de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) est défini à partir de l'agrégation de plusieurs critères : des éléments de physico-chimie générale soutenant la biologie, des polluants spécifiques, des éléments relatifs à l'hydromorphologie et des éléments de biologie (indices biologiques pour les macroinvertébrés, les poissons, les macrophytes et les diatomées).

L'état chimique d'une masse d'eau de surface est déterminé selon sa concentration en certains polluants (substances chimiques) dans différentes matrices (eau, biote et/ou sédiments), comparée aux Normes de Qualité Environnementales (NQE).

Les **ubiquistes** sont des substances à caractère persistant, bioaccumulables et toxiques (PBT), souvent émises par le passé par des activités humaines (ignifugeants, pesticides, ...), qui restent présentes dans les milieux aquatiques à des concentrations très souvent supérieures aux normes de qualité environnementale. De ce fait, elles dégradent régulièrement l'état des masses d'eau et masquent les progrès accomplis par ailleurs. Ainsi, la directive 2013/39/UE autorise les États membres à présenter séparément l'incidence sur l'état chimique des substances ubiquistes, de façon à ne pas masquer l'amélioration de la qualité de l'eau obtenue pour les autres substances.

5.5.3.Sols et eaux souterraines

■ **Géologie**

Le site de Chinon appartient à l'ensemble géologique du Bassin parisien, dans la plaine alluviale de la Loire. Au niveau régional, les alluvions de la Loire reposent sur un ensemble hétérogène de marno-calcaires, de calcaires et de marnes de l'Oxfordien.

■ **Hydrogéologie**

Au droit du site, le mur de la nappe est constitué par les marnes grises de l'Oxfordien Inférieur. Ainsi, les eaux souterraines baignent les terrains suivants :

- les alluvions anciennes de la Loire, très perméables ;
- les argiles d'âge Cénomaniens, très faiblement perméables ;
- les terrains aquifères sous-jacents constitués par les calcaires du Jurassique (Rauracien et Oxfordien supérieur), en particulier les premiers mètres, particulièrement altérés et donc plus perméables.

Le fonctionnement hydrogéologique du site de Chinon est tel que l'alimentation de la nappe se fait par le sud et par la Loire. Les écoulements convergent vers le canal d'aménée du site et une partie des eaux « échappe » à l'effet drainant du canal pour rejoindre la Loire au nord-ouest du site. Cette configuration est relativement constante au cours de l'année, sauf pendant les crues de la Loire.

Le site de Chinon se situe au droit de deux masses d'eaux souterraines :

- La masse d'eau souterraine de niveau 1 « Alluvions Loire moyenne après Blois ».
Selon le SDAGE 2022 - 2027 du bassin Loire-Bretagne, les objectifs pour cette masse d'eau sont le maintien du bon état quantitatif en 2027 ainsi que l'atteinte d'un bon état qualitatif en cas d'interdiction d'emploi de pesticides (l'objectif est moins strict dans le cas où l'emploi de pesticides est autorisé).
- La masse d'eau souterraine de niveau 3 « Calcaires captifs du Jurassique supérieur sud bassin parisien ».
Selon le SDAGE 2022 - 2027 du bassin Loire-Bretagne, l'objectif pour cette masse d'eau est le maintien du bon état quantitatif et qualitatif en 2027.

■ *État des sols*

Le bruit de fond géochimique au droit du site a été déterminé à partir de bases de données nationales. Pour les éléments traces métalliques en particulier, le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS⁹) fournit des valeurs de bruit de fond local.

Concernant les radionucléides, un suivi radioécologique est réalisé annuellement. Il inclut le prélèvement d'échantillons de couches superficielles des terres à proximité du site et l'analyse sur ces échantillons des principaux radionucléides d'origine artificielle présents dans les rejets d'effluents à l'atmosphère du site.

5.5.4. Radioécologie

L'environnement au voisinage du site a fait l'objet d'études radiologiques destinées d'une part à identifier les principaux radionucléides présents dans les différentes matrices de l'environnement terrestre et aquatique avant l'exploitation de la centrale, et d'autre part à évaluer sur le long terme dans quelle mesure les rejets d'effluents du site contribuent à l'apport de radioactivité dans l'environnement au regard des autres sources identifiées.

■ *Origine de la radioactivité dans l'environnement*

L'exploitation des mesures de radioactivité nécessite de distinguer les radionucléides produits naturellement dans l'environnement (origines cosmique et tellurique) de ceux produits artificiellement lors de réactions nucléaires de fission ou d'activation (essais nucléaires atmosphériques, accidents nucléaires, rejets d'effluents radioactifs industriels et hospitaliers).

■ *État radiologique de l'environnement*

L'analyse des résultats des études radioécologiques réalisées par l'exploitant dans l'environnement terrestre et aquatique au voisinage du site de Chinon, met en évidence la composante majoritairement d'origine naturelle de la radioactivité due principalement au potassium 40 et au béryllium 7.

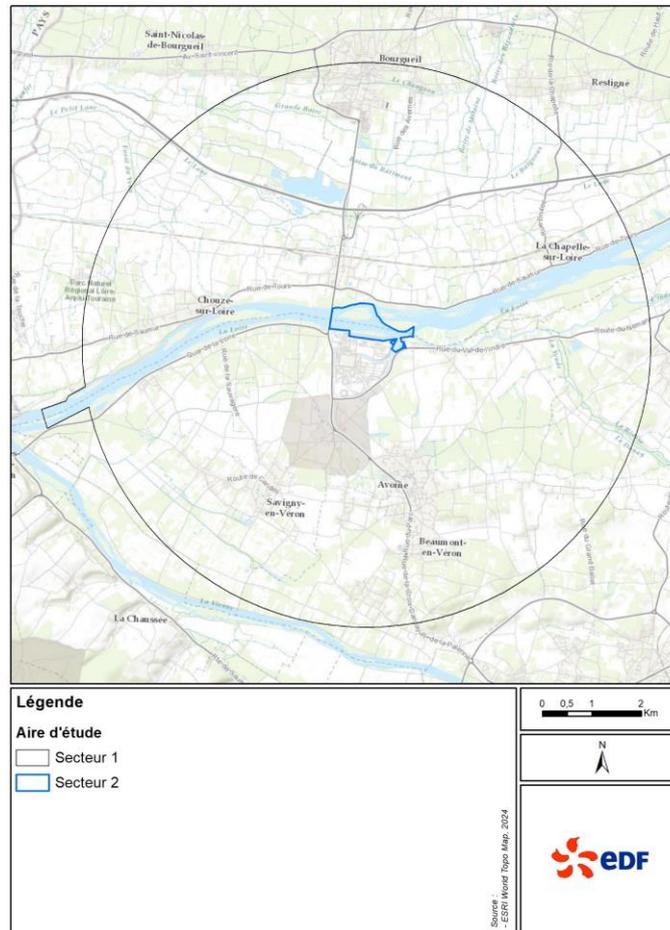
Par ailleurs, la radioactivité d'origine artificielle provient majoritairement de la rémanence des retombées atmosphériques des essais nucléaires atmosphériques, des accidents de Tchernobyl et dans une moindre mesure de Fukushima, et des rejets d'effluents du site de Chinon et des sites et installations situées en amont sur la Loire.

5.5.5. Biodiversité

L'analyse des enjeux écologiques autour du site de Chinon a été réalisée :

- dans un premier temps en décrivant les espaces naturels remarquables et fonctionnalités écologiques dans un périmètre de 10 km autour du site,
- dans un deuxième temps, en réalisant une étude des incidences sur 2 secteurs inclus dans ce périmètre :
 - le secteur 1 correspond à la zone d'influence associée au fonctionnement global du site,
 - le secteur 2 correspond à la zone d'influence associée plus spécifiquement aux opérations d'entretien des ouvrages de prélèvements d'eau (dragage).

⁹ En 2001, l'INRA a mis en place le programme national du Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS). Ce réseau se compose de 2240 sites agricoles et forestiers répartis selon une maille carrée de 16 km sur l'ensemble du territoire national (DOM-TOM inclus). Les sites sont échantillonnés tous les 10 ans. L'objectif est de suivre, à long terme, l'évolution des sols français, indépendamment de l'occupation ou des pratiques agricoles.



■ **Espaces naturels remarquables**

Les espaces naturels remarquables recensés dans un périmètre de 10 km autour du site de Chinon sont les suivants :

- huit sites du réseau Natura 2000 (dont 4 sont dans l'aire d'étude des incidences),
- quatorze Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type I et neuf ZNIEFF de type II,
- huit sites gérés par le Conservatoire des Espaces Naturels,
- un Parc Naturel Régional (PNR),
- deux arrêtés de Protection de Biotope (APB).

Les **Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique**, dites ZNIEFF correspondent à des secteurs du territoire d'intérêt écologique, abritant une biodiversité patrimoniale. Elles constituent un outil de connaissance des milieux naturels.

■ **Grands ensembles d'habitats naturels**

Le **secteur 1** de l'aire d'étude est majoritairement constitué de cultures et d'habitats anthropiques. Les boisements sont également bien représentés. La présence de la Loire, avec ses boisements et prairies humides associés, coupe le secteur en deux. Un réseau bocager est bien représenté au sud-ouest du secteur 1. Les enjeux sur ce secteur varient en intensité selon les milieux : les milieux anthropisés et agricoles présentent des enjeux nuls à faibles, les habitats comportant des unités de végétations d'intérêt communautaire ou pouvant être des habitats patrimoniaux présentent des enjeux modérés, tandis que les milieux aquatiques liés à la Loire et ses abords et les milieux comportant des zones humides réglementaires présentent des enjeux forts.

Le **secteur 2** est dominé par des milieux aquatiques (la Loire) ainsi que des milieux artificiels et anthropisés (site industriel, voies de circulation, etc.). Ce secteur présente un enjeu modéré à fort au niveau de la Loire et des milieux boisés alluviaux, le reste du secteur 2 présente un enjeu faible à nul en raison de la présence de milieux artificiels et anthropisés.

■ **Végétation**

Plus de 300 espèces végétales ont été mises en évidence au niveau du secteur 1, dont soixante-dix espèces remarquables (protégées et/ou patrimoniales) et une vingtaine d'espèces exotiques envahissantes.

Au niveau du secteur 2 et ses abords, de nombreuses espèces de flore terrestre et semi-aquatique ont été mises en évidence. Parmi celles-ci, sept espèces sont considérées comme remarquables, treize sont considérées comme espèces exotiques envahissantes.



*Pigamon jaune (Thalictrum flavum) ©Nahhan
Illustration photographique d'une espèce végétale protégée
présente aux abords du secteur 2*

■ **Faune**

Certaines espèces d'invertébrés sont communes à très communes et participent à la biodiversité ordinaire, tant au niveau du secteur 1, qu'au niveau du secteur 2. En revanche, les mammifères, les oiseaux ont des enjeux de conservation plus élevés, notamment dû à la présence d'espèces patrimoniales et/ou protégées comme le Castor d'Europe, ou le Balbuzard pêcheur.

Concernant les compartiments strictement aquatiques, le peuplement de macroinvertébrés présent en Loire au niveau du site de Chinon (secteurs 1 et 2) est dominé majoritairement par les insectes. Le peuplement piscicole est cohérent avec les caractéristiques de la Loire au niveau de Chinon. Il comporte une trentaine d'espèces, dont une dizaine d'espèces remarquables.

Concernant les autres compartiments faunistiques, environ 1 200 espèces ont été identifiées au sein du secteur 1, dont environ 340 sont remarquables. Concernant le secteur 2, environ 200 espèces ont été recensées, dont environ un tiers sont remarquables.

Comme pour la flore, les milieux les plus riches, sont globalement les milieux aquatiques et alluviaux de la vallée de la Loire ainsi que les milieux boisés et les milieux ouverts.

Des espèces exotiques envahissantes ont aussi été recensées sur l'aire d'étude (secteur 1 et secteur 2).



©THEMA Environnement
Rosalie des alpes (*Aythya nyroca*)
Illustrations photographiques d'espèces remarquables présentes au niveau du secteur 1



© ADEV Environnement
Grenouille verte (*Pelophylax kl. esculentus*)
Illustrations photographiques d'espèces remarquables présentes au niveau du secteur 1

■ **Fonctionnalités écologiques**

Dans un rayon de 10 km autour du site, les principaux éléments de la fonctionnalité écologique du territoire correspondent aux vallées de la Loire et de la Vienne. Les boisements, les milieux ouverts et les plans d'eau sont également considérés comme des **réservoirs de biodiversité** importants.

La vallée de la Loire représente l'axe principal de fonctionnalités écologiques (**corridor**).

Les infrastructures de transports qui maillent l'aire d'étude constituent quant à elles des éléments fragmentants.

Les **réservoirs de biodiversité** sont des espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie, et qui abritent des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent ou qui sont susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations d'espèces.

Les **corridors écologiques** assurent des connexions entre des réservoirs de biodiversité, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie.

■ **Sites Natura 2000**

Quatre sites **Natura 2000** sont identifiés dans l'aire d'étude de l'évaluation des incidences au titre de Natura 2000 qui correspond à la superposition des zones d'influence potentielles sur le milieu terrestre et le milieu aquatique.

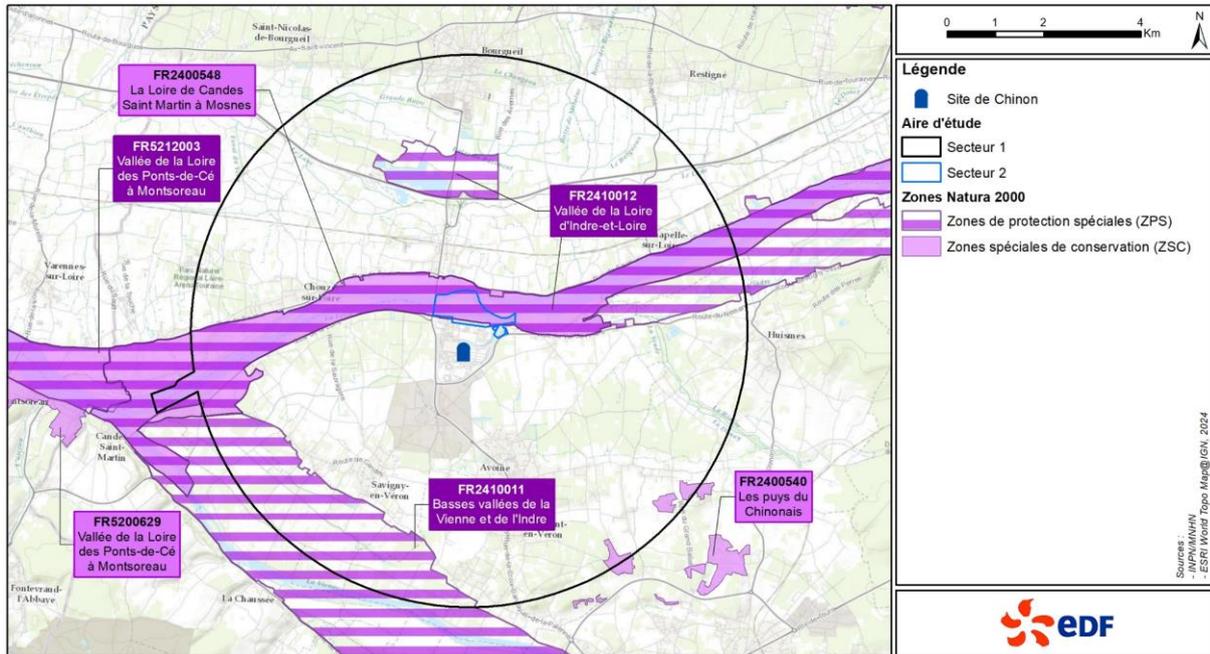
Il s'agit des deux **Zones de Protection Spéciales (ZPS)** et des deux **Zones Spéciales de Conservation (ZSC)** suivantes :

- La ZPS FR2410012 « Vallée de la Loire d'Indre-et-Loire »
- La ZPS FR2410011 « Basses vallées de la Vienne et de l'Indre »
- La ZSC FR2400548 « la Loire de Candès-Saint-Martin à Mosnes »
- La ZSC FR2400540 « Les Puys du Chinonais »

Natura 2000 est un réseau écologique européen de sites naturels identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces sauvages, animales ou végétales et de leurs habitats.

Le réseau est composé de :

- Les **ZPS** (Zones de Protection Spéciales), visant à assurer la conservation des oiseaux sauvages ;
- **ZSC** (Zones Spéciales de Conservation) visant la protection des espaces naturels et la faune et la flore à valeur patrimoniale.



Sites Natura 2000 localisés dans le secteur 1

5.5.6. Population et santé humaine

■ Population

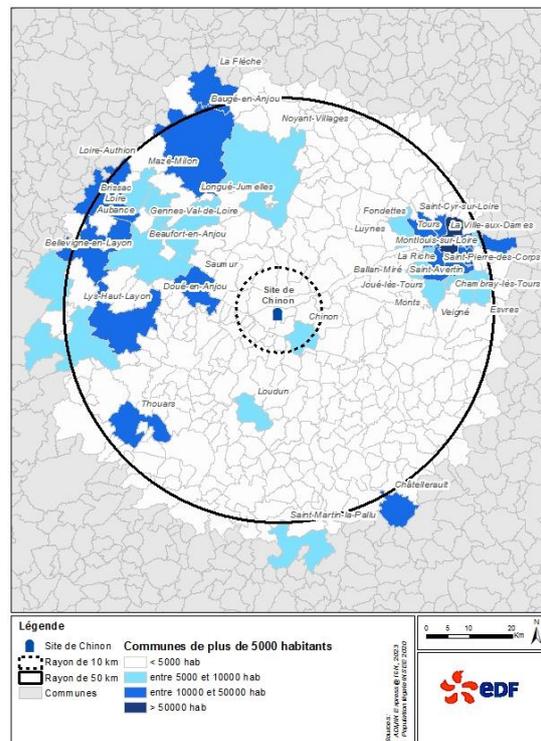
Le périmètre d'étude élargi à 50 km est destiné à présenter la répartition de la population autour du site de Chinon alors que le périmètre d'étude local de 10 km s'attache à identifier les populations d'intérêt.

Dans le rayon de 50 km, la densité moyenne de population est d'environ 90 habitants/km² tandis qu'elle est de 70 habitants/km² environ dans le rayon de 10 km, ce qui, pour les deux rayons, est inférieur à la valeur moyenne en France métropolitaine, de l'ordre de 120 habitants/km² (recensement de 2020).

Dans un rayon de 50 km, les communes les plus importantes sont : Tours (137 850 habitants), Joué-Lès-Tours (38 750 habitants) et Saumur (26 154 habitants).

Les populations sensibles les plus proches (établissements scolaires, établissements d'accueil du jeune enfant, établissements de santé et d'hébergement de personnes âgées) sont localisées à environ 2 kilomètres au sud des limites foncières du site, sur la commune d'Avoine.

Les habitations les plus proches du site de Chinon sont localisées à moins d'un kilomètre à l'est du site.



Communes de plus 5 000 habitants dans un rayon de 50 km autour du site de Chinon

■ **Environnement sonore, vibratoire et lumineux**

Une campagne de mesure des émissions sonores a été réalisée en 2019 sur le site de Chinon.

Le trafic routier est la principale source de vibration au voisinage du site de Chinon.

Les émissions lumineuses au voisinage du site de Chinon ont pour principale origine l'éclairage des serres présentes au sud du site ainsi que l'éclairage public des communes avoisinantes.

5.5.7. Activités humaines

■ **Usage des terres**

Les terres situées autour du site de Chinon se caractérisent par quatre types d'usages : principalement les surfaces agricoles et les surfaces forestières et, dans une moindre mesure, les territoires artificialisés (zones urbaines, zones industrielles et commerciales, équipements sportifs et de loisirs) puis les surfaces en eau (principalement des cours d'eau).

■ **Paysage et Patrimoine culturel**

Neuf ensembles paysagers sont identifiés dans un rayon de 10 km autour du site. Ces ensembles paysagers sont constitués en majorité soit par des systèmes culturaux, soit par des prairies, soit par des terres arables hors périmètres d'irrigation ou des forêts de feuillus.

Les sites et monuments les plus proches du site sont les suivants :

- le château des Réaux, monument historique le plus proche, localisée à environ 2 kilomètres au nord du site ;
- les abords du château de Rigny-Ussé, site classé le plus proche, localisé à environ 7 kilomètres à l'est du site ;
- la Confluence de la Loire et de la Vienne, site inscrit le plus proche, localisé à environ 6 kilomètres à l'ouest du site.

À noter qu'une partie du Parc naturel régional Loire-Anjou-Touraine, réputé pour son patrimoine culturel, est comprise dans le périmètre d'étude local de 10 kilomètres.

Quant aux sites archéologiques, le plus proche est situé sur la commune de Cinais, à une distance de 7 kilomètres au sud du site.

■ **Usages de l'eau**

Sur les communes situées dans le rayon de 10 km autour du site de Chinon, les prélèvements d'eau répondent à deux types d'usage :

- Eau potable : le premier captage situé en aval hydraulique du site de Chinon est localisé à Montsoreau à environ 9 kilomètres du site, c'est un prélèvement d'eau souterraine.
- Eau agricole : le premier point de prélèvement en aval hydraulique du site se situe à environ 3 km, sur la commune de Chouzé-sur-Loire. Il s'agit d'un point de captage en souterrain.

■ **Infrastructures et voies de communication**

Les principales voies de communication (réseaux routier et ferroviaire) dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Chinon sont les suivantes :

- La route départementale D749 (en moyenne 8 342 véhicules par jour) longe le côté ouest du site, la route départementale D952 (en moyenne 2 491 véhicules par jour) passe à environ 1,4 kilomètre au nord du site.
- Deux voies ferrées sont recensées : la voie ferrée qui relie Tours à Thouars en passant par Chinon et qui passe à environ 7 kilomètres au sud-est du site et la voie ferrée qui relie Tours à Saumur desservant la gare de Port Boulet et qui passe à environ 1,5 kilomètre au nord du site de Chinon.

Il n'existe aucune voie navigable.

■ *Environnement industriel*

Dans un rayon de 10 km autour du site de Chinon six Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sont recensées (deux soumises à autorisation et quatre à enregistrement), aucune n'est classée **SEVESO**.

Le périmètre d'étude comporte également quatre zones industrielles et commerciales.

Depuis 2015, la directive 2012/18/UE du 4 juillet 2012 dite « directive Seveso 3 » impose aux États membres de l'Union européenne d'identifier les sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs, appelés « sites **SEVESO** », et d'y maintenir un haut niveau de prévention.

■ *Espaces et activités de loisirs*

La pêche est autorisée dans le lac Mousseau, situé à moins de 1 kilomètre du site ainsi qu'aux abords du site sur la Loire. Une seule zone de baignade est localisée dans un rayon de 10 kilomètres autour du site de Chinon. Elle est située sur la commune de Bourgueil, à environ 4,5 kilomètres au nord du site.

Des activités sportives et de loisirs comme la randonnée, le vélo et le canoé sont pratiquées dans le département de l'Indre-et-Loire.

Les sites de loisirs les plus proches sont la piste de pumptrack (terrain d'activités sportives), localisée à environ 1 kilomètre au sud du site, et le stade Marcel Vignaud, situé à environ 1,6 kilomètre du site.

■ *Autres usages*

Une société d'aquaculture en eau douce est située à 9,8 kilomètres au nord-ouest du site, sur la commune de Brain-sur-Allonnes.

L'association des pêcheurs professionnels du bassin de Loire-Bretagne compte une trentaine de pêcheurs sur l'ensemble du bassin, et quatre pêcheurs professionnels sont en activité en Indre-et-Loire.

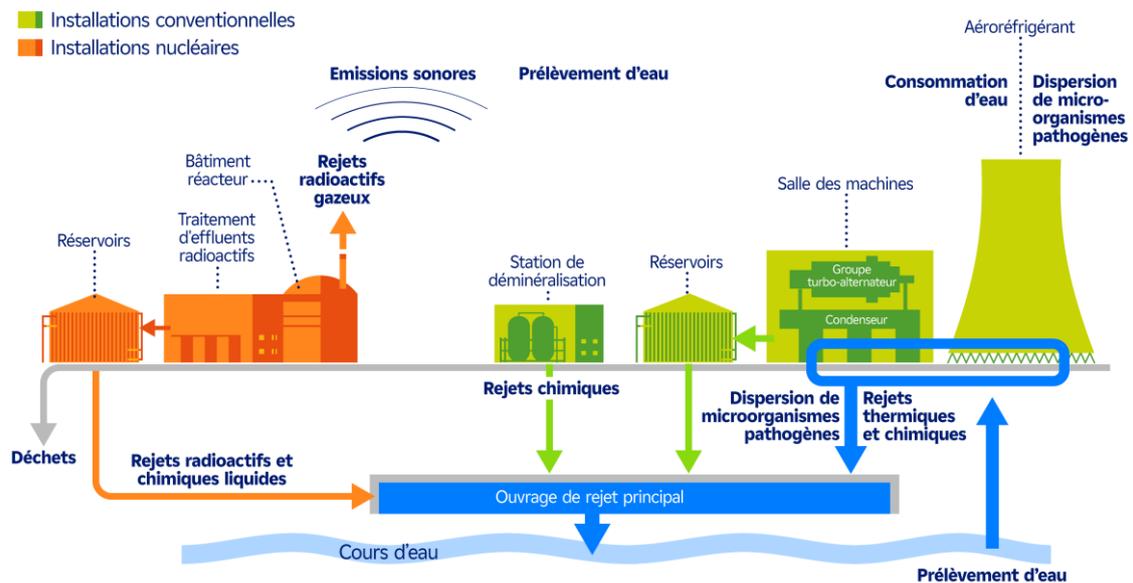
■ *Consommation énergétique*

La consommation d'électricité de la région Centre-Val de Loire était d'environ 16 TWh en 2023.

5.6. Interactions de la centrale de Chinon B avec l'environnement

Ce sous paragraphe 5.6 présente les interactions de l'exploitation la centrale de Chinon B avec l'environnement, actuellement et pour les 10 ans à venir. Ces interactions sont schématisées sur la figure ci-dessous. L'origine de ces interactions et leurs caractéristiques sont détaillées dans les sous paragraphes 5.6.1 à 5.6.9. Le sous-paragraphe 5.6.10 présente l'évolution de ces interactions pour les dix ans à venir.

REPRÉSENTATION DES INCONVÉNIENTS SELON LES PARTIES DE L'INSTALLATION Source froide en circuit "fermé"



5.6.1. Prélèvements et consommation d'eau

Pour satisfaire ses besoins en eau, la centrale de Chinon B a recours à deux sources d'eau distinctes : les eaux de surface (la Loire) et les eaux souterraines. L'eau potable est fournie par le réseau public de la communauté de communes Chinon Vienne et Loire.

- L'eau de la Loire alimente la centrale de Chinon B pour ses besoins en eau de refroidissement, en production **d'eau déminéralisée** et en eau industrielle (par exemple, le réseau de lutte incendie ou la réfrigération des auxiliaires nucléaires). Hormis la partie évaporée au niveau des aéroréfrigérants des réacteurs, l'eau prélevée dans la Loire est restituée au fleuve.
- Les eaux souterraines sont utilisées pour les essais périodiques du système d'appoint ultime en eau et pour la surveillance des réseaux de drainage des îlots nucléaires. Le site est autorisé à prélever de l'eau souterraine pour les appoints en eau du réseau incendie, mais les besoins pour cet usage sont couverts par des prélèvements d'eau dans la Loire.

La **station de déminéralisation** permet de produire l'eau déminéralisée nécessaire aux circuits primaires et secondaires de la centrale.



Station de déminéralisation de la centrale de Chinon
© EDF

Les valeurs limites de prélèvement d'eau sont fixées règlementairement par l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection. Ces valeurs limites sont des valeurs maximales à ne pas dépasser, définies pour permettre le fonctionnement normal de la centrale en intégrant quelques aléas de fonctionnement et pour s'assurer de la protection de l'environnement.

Les prélèvements réellement réalisés demeurent ainsi inférieurs aux limites réglementaires (décision n° 2015-DC-0528 modifiée¹⁰).

Le tableau suivant présente les valeurs limites de prélèvements d'eau annuels en Loire et en nappe ainsi que le bilan des prélèvements réalisés sur dix ans.

Pour les dix prochaines années, il n'est pas prévu d'évolution des prélèvements d'eau et il n'est ainsi pas prévu de demande de modification des limites réglementaires présentées ci-dessous.

Origine du prélèvement	Usage	Volume annuel	
		Limite réglementaire	Volumes moyens 2012-2021
Loire		200 millions de m ³	182 millions de m ³ (consommation : 182 000 m ³)
Nappe phréatique	Eau industrielle et d'incendie	80 000 m ³	3 500 m ³
	Surveillance des réseaux de drainage des îlots nucléaires	9 600 m ³	
	Appoint ultime en eau*	6 300 m ³	

Tableau 1 : Limites de prélèvements d'eau du site de Chinon.

¹⁰ Décision n° 2015-DC-0528 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 20 octobre 2015 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n° 94, n° 99, n° 107, n° 132, n° 133, n° 153 et n° 161 exploitées par Électricité de France – Société Anonyme (EDF-SA) dans la commune d'Avoine (département d'Indre-et-Loire), modifiée par la décision n° 2020-DC-0689 de l'ASN du 16 juin 2020 et modifiée par la décision n°2022-DC-0733 de l'ASN du 26 juillet 2022

5.6.2. Rejets d'effluents radioactifs liquides et gazeux

Le réacteur nucléaire est le siège de la formation de substances radioactives (radionucléides) dont une infime partie se retrouve dans les effluents. Ces effluents sont collectés de façon sélective puis orientés vers les systèmes de traitement et/ou d'entreposage appropriés avant d'être rejetés en Loire pour les liquides, via l'émissaire de rejet principal, ou à l'atmosphère pour les gaz, par l'intermédiaire des cheminées situées sur les bâtiments des auxiliaires nucléaires de la centrale.



© EDF

Cheminée d'un bâtiment des auxiliaires nucléaires de la centrale

La centrale rejette cinq catégories de radionucléides :

- Le carbone 14 est produit essentiellement par activation neutronique de l'oxygène 17 et de l'azote 14 présents dans l'eau du circuit primaire, et de l'oxygène 17 présent dans le combustible. Seule une faible partie du carbone 14 se retrouve dans les rejets d'effluents liquides, la majeure partie est retenue par les systèmes de traitement. Le carbone 14 rejeté sous forme gazeuse provient principalement du dégazage de l'eau du circuit primaire.
- Le tritium est produit par fission de l'uranium dans les crayons de combustible et par activation des produits de conditionnement (bore et lithium). Le tritium produit dans les crayons du combustible y reste en quasi-totalité confiné. C'est le tritium produit par activation qui se retrouve en majorité dans les effluents liquides et gazeux. À l'heure actuelle aucun moyen industriel ne permet techniquement et économiquement de l'éliminer de ces effluents en raison de sa faible activité volumique ; ainsi, au fil de sa production, le tritium est rejeté dans l'environnement du fait de son faible impact radiologique.
- Les iodes sont produits par fission de l'uranium et restent majoritairement confinés dans les crayons de combustible. Toutefois, une faible quantité peut migrer dans l'eau du circuit primaire en cas d'inétanchéité du gainage des crayons du combustible. Les iodes présents dans les effluents radioactifs liquides sont piégés par les systèmes de traitement et leurs périodes radioactives courtes font qu'ils disparaissent rapidement.
- Les autres Produits de Fission ou d'Activation (« autres PF/PA ») sont produits par fission comme les césiums 134 et 137 qui restent confinés dans le crayon mais peuvent migrer pour les raisons précitées, ou par activation comme les cobalts 58 et 60, le manganèse 54 et l'antimoine 124. Ces produits « autres PF/PA » présents sous forme d'aérosols dans les effluents gazeux sont traités par décroissance radioactive dans les réservoirs d'entreposage et/ou retenus par passage sur des pièges à iodes (charbon actif) et sur des filtres à très haute efficacité. Dans les effluents liquides, les « autres PF/PA » sont retenus en grande partie par les systèmes de traitement (filtres ou résines) du circuit de purification en continu de l'eau du circuit primaire et du circuit de traitement des effluents.
- Les gaz rares sont produits par fission et restent majoritairement confinés dans les crayons de combustible. Toutefois, une faible quantité peut migrer dans l'eau du circuit primaire pour les raisons précitées et se retrouver dans les effluents radioactifs gazeux. Ces effluents sont rejetés à l'atmosphère après décroissance radioactive suffisante dans des réservoirs d'entreposage.

L'activation neutronique est l'action de rendre radioactif un ou plusieurs éléments contenus dans une substance en l'irradiant par un flux de neutrons.

Les valeurs limites de rejets d'effluents radioactifs de la centrale de Gravelines sont fixées réglementairement par l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (décision n° 2015-DC-0527 modifiée¹²).

ARTICULATION ENTRE LIMITES DE REJETS ET REJETS REELS

Les limites de rejets sont fixées pour l'acceptabilité de leurs impacts sur l'environnement et sur la base des meilleures techniques disponibles dans des conditions techniquement et économiquement acceptables en prenant en considération les caractéristiques de l'installation, son implantation géographique et les conditions locales de l'environnement. Elles constituent les valeurs maximales à ne pas dépasser. De surcroît, l'exploitant définit chaque année une prévision optimisée des rejets en fonction des activités programmées et analyse la cohérence des rejets réels avec ces objectifs de performance et en tire le retour d'expérience en termes d'amélioration continue.

Ainsi, l'évaluation de l'impact des rejets, réalisée sur la base des limites réglementaires, est enveloppe des rejets réels du site.

Les rejets prévus pour le fonctionnement de la centrale de Chinon B pour les dix années à venir resteront du même ordre de grandeur que durant la décennie précédente et dans tous les cas inférieurs aux limites de rejet.

Les tableaux suivants présentent un bilan des rejets radioactifs rejetés par la centrale de Chinon B sur une période de 10 ans (moyenne des rejets de 2012 à 2021).

■ Bilan des rejets radioactifs liquides rejetés de 2012 à 2021

	Limites annuelles (GBq/an)	Activité moyenne annuelle rejetée GBq/an
Tritium	80 000	48 000
Carbone 14	260	35
Iode	0,4	0,017
Autres produits de fission et d'activation	36	0,64

■ Bilan des rejets radioactifs gazeux rejetés de 2012 à 2021

	Limites annuelles (GBq/an)	Activité moyenne annuelle rejetée GBq/an
Tritium	8 000	1 450
Carbone 14	2 200	630
Gaz rares	48 000	1 630
Iode	1,2	0,038
Autres produits de fission et d'activation	0,28	0,0024

5.6.3. Rejets d'effluents chimiques liquides et gazeux

Le fonctionnement d'une centrale électronucléaire nécessite l'utilisation de substances chimiques et génère des rejets d'effluents chimiques liquides (issus des substances liées au conditionnement des circuits, de la station de déminéralisation ainsi que des **traitements antitartre et biocides**) et, dans une moindre mesure, des rejets à l'atmosphère (issus du fonctionnement des circuits et des équipements).

Sur les circuits de refroidissement dits « fermés » avec des aéroréfrigérants, des traitements sont nécessaires afin de :

- limiter l'encrassement des circuits par l'eau de la Loire naturellement chargée en matières en suspension et en sels minéraux, via l'injection d'un **antitartre** en complément du renouvellement de l'eau de refroidissement ;
- maîtriser le risque de dispersion de micro-organismes pathogènes (légionelles et amibes) via l'entretien préventif des circuits et la mise en œuvre de **traitements biocides** par injection de monochloramine ou d'hypochlorite de sodium, traitement identique à ceux utilisés dans les centres aquatiques.

■ Effluents chimiques liquides

Les effluents chimiques liquides issus des circuits primaires et secondaires sont collectés de manière sélective en fonction de leur origine et de leur composition et contrôlés avant d'être rejetés dans l'environnement.

Les principales substances chimiques rejetées par voie liquide sont les suivantes :

- de l'acide borique et de la lithine, utilisés pour le conditionnement du circuit primaire afin de respectivement contrôler la réaction nucléaire et limiter la corrosion des matériaux ;
- de l'hydrate d'hydrazine, injecté pendant la phase de démarrage pour éliminer l'oxygène de l'eau du circuit primaire et est aussi utilisé dans le circuit secondaire pour maintenir un milieu réducteur et limiter la corrosion ;
- de l'éthanolamine et de l'ammoniaque, utilisées pour le conditionnement du circuit secondaire afin d'en limiter la corrosion ;
- du sodium, des chlorures, de l'ammonium, des nitrates, des nitrites, des organo-halogénés adsorbables sur charbon actif, du chlore résiduel total, et des sulfates provenant des traitements biocides et antitartre des circuits de refroidissement.
- des métaux issus de la présence d'impuretés dans les produits chimiques commerciaux et de la corrosion des circuits (aluminium, chrome, cuivre, fer, manganèse, nickel, plomb, zinc) ;
- du phosphate trisodique, utilisé pour le conditionnement des circuits de refroidissement intermédiaires ;
- des lessives commerciales, exemptes de phosphates et de produits chélatants tels que l'EDTA, utilisées pour certaines opérations d'exploitation courantes telles que le lavage des tenues utilisées en zone nucléaire ;
- du fer, du sodium, des chlorures, des sulfates, des matières oxydables (mesurées par la DCO – Demande Chimique en Oxygène) et des Matières en Suspension (MES) provenant de la station de déminéralisation.

De la même manière que pour les rejets radioactifs, des valeurs maximales de rejets des substances chimiques sont fixées pour l'acceptabilité de leurs impacts sur l'environnement et sur la base des meilleures techniques disponibles applicables à la centrale pour son fonctionnement. Ainsi, l'évaluation de l'impact des rejets, réalisée sur la base de ces valeurs maximales, est enveloppe des rejets réels du site.

Les rejets à venir devraient être du même ordre de grandeur que les rejets passés et dans tous les cas inférieurs aux valeurs maximales de rejet. Les résultats de l'évaluation de l'impact des rejets présentés dans ce document sont donc valables pour les dix années à venir.

Le tableau suivant présente les valeurs maximales de rejet (issues des décisions limites et modalités actuellement en vigueur fixées par l'ASNR ou déterminées à partir de caractérisations complémentaires issus de données de REX ou de conception) ainsi qu'un bilan des rejets passés de substances chimiques à enjeu sur une période de 10 ans.

Substances	Flux annuel (kg)	
	Valeurs maximales de rejet	Quantité rejetée (moyenne 2012-2021)
Acide borique	28 000	8 074
Phosphates	750	347
Hydrazine	20	1,6
Éthanolamine	900	9,6
Azote total (réservoirs, T, S, Ex)	12 050	2 147
Métaux totaux	140	42,4
Nitrites	25 573	9 620
Sulfates	6 098 311	3 106 000
CRT	12 380	1 926
AOX	2430	1 162
THM	139	5
Ammonium	27 509	4 316
Nitrates	529 343	267 717

■ Effluents chimiques rejetés à l'atmosphère

Les principales substances chimiques rejetées à l'atmosphère sont les suivantes :

- des gaz d'échappement issus des essais périodiques des groupes électrogènes de secours, contenant principalement des oxydes de soufre, d'azote et de carbone ;
- des émanations de formaldéhyde et de monoxyde de carbone, émises par les calorifuges neufs en laine de verre au cours de leur première montée en température ;
- de l'éthanolamine et de l'ammoniac provenant du conditionnement du circuit secondaire lors des phases d'arrêt de réacteur lorsque la vapeur d'eau du circuit secondaire est évacuée à l'atmosphère en contournant la turbine ;
- de l'ammoniac provenant du circuit d'extraction des incondensables du circuit secondaire lors du maintien sous vide du condenseur ;
- de la monochloramine, de l'ammoniac et de l'acide hypochloreux, émis par les tours aéroréfrigérantes lors de la mise en œuvre des traitements biocides ;
- des émissions diffuses de fluides frigorigènes et de SF₆ utilisés respectivement dans les groupes frigorifiques (pour assurer la production d'eau glacée et pour la réfrigération des locaux techniques et administratifs) et au niveau des postes électriques d'évacuation d'énergie de la centrale. Ces émissions sont quantifiées lors des opérations de maintenance de ces installations.

5.6.4. Rejets thermiques

Le refroidissement des condenseurs de la centrale est effectué en circuit dit « fermé » : l'eau échauffée sortant des condenseurs est refroidie par un courant d'air dans des tours aéroréfrigérantes puis renvoyée en majorité dans les circuits de refroidissement. La chaleur s'évacue par la vapeur d'eau qui forme un panache au-dessus des tours. Un appoint continu en eau aux circuits (de l'ordre de 1,5 m³/s par réacteur) est nécessaire pour compenser l'eau évaporée dans les tours (de l'ordre de 0,4 m³/s par réacteur) et pour renouveler l'eau des circuits afin d'en limiter l'entartrage. L'appoint de renouvellement induit des rejets d'eaux faiblement échauffées dans la Loire (de l'ordre de 1,1 m³/s par réacteur) via les purges de déconcentration à partir des bassins froids des aéroréfrigérants (valeurs en moyenne annuelle). L'échauffement après mélange apporté par la centrale est en moyenne de 0,13°C sur la période 2012-2021, avec une valeur maximale relevée de 0,65°C.

Les rejets thermiques sont encadrés par la réglementation qui limite l'échauffement de l'eau entre l'amont et l'aval du site après mélange.

Limites des rejets thermiques de la centrale de Chinon

Conditions normales	≤ 1°C
Situation d'étiage hivernal : débit de Loire inférieur à 100 m ³ /s et T _{Loire} Amont < 15°C	≤ 1,5°C

5.6.5. Gestion des sédiments liés aux opérations d'entretien du canal d'amenée et de l'Ouvrage de Prise d'Eau en Loire (OPEL)

Afin d'assurer l'alimentation en eau brute de la centrale, des opérations de dragage au niveau du canal d'amenée et de l'Ouvrage de Prise d'Eau en Loire (OPEL) sont nécessaires. Elles consistent à restituer au fleuve les sédiments accumulés à l'aide d'une barge et d'une pompe thermique pour l'OPEL et d'une drague aspiratrice pour le canal d'amenée.

Les sédiments dragués sont restitués au fleuve en fonction de leurs caractéristiques.

En cas d'impossibilité de restitution des sédiments en Loire (du fait des faibles conditions hydrologiques ou de l'incompatibilité de la qualité des sédiments dragués vis-à-vis des critères réglementaires) et de nécessité impérieuse de réaliser un curage, le curage est réalisé via une récupération des sédiments à la pelle mécanique. Ces sédiments sont ensuite entreposés en vasière de décantation. Ils sont ensuite préférentiellement restitués en Loire, s'ils respectent les critères définis. Ils sont sinon envoyés vers une filière d'élimination adaptée.

5.6.6. Production de déchets

L'exploitation de la centrale de Chinon B génère des déchets radioactifs et des déchets conventionnels.

Les **déchets radioactifs** sont issus notamment du traitement des effluents radioactifs (filtres, charbons actifs, concentrats d'évaporation, résines échangeuses d'ions, boues...), des opérations de maintenance courante (pièces mécaniques actives rebutées, déchets de linge...), des opérations de manutention du combustible (grappes, étuis de crayon, squelettes d'assemblage...).

Les **déchets conventionnels** sont des déchets produits dans des zones ne contenant aucune substance radioactive. Ils sont composés de déchets inertes (gravats, terre...), de déchets non dangereux (bois, emballages, papier, carton, verre, plastique, métaux...) et de déchets dangereux (peintures, déchets hydrocarbonés, amiante...).

Catégories de déchets radioactifs et filières de gestion associés

Période radioactive* / Activité**	Vie très courte (VTC) (période < 100 jours)	Principalement vie courte (VC) (période ≤ 31 ans)	Principalement vie longue (VL) (période > 31 ans)
Très faible activité (TFA) < 100 Bq/g	 Gestion par décroissance radioactive	 Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage)	 Stockage à faible profondeur à l'étude
Faible activité (FA) entre quelques centaines de Bq/g et un million de Bq/g		 Stockage de surface (centres de stockage de l'Aube et de la Manche)	
Moyenne activité (MA) de l'ordre d'un million à un milliard de Bq/g		 Non applicable	 Stockage géologique profond en projet (projet Cigéo)
Haute activité (HA) de l'ordre de plusieurs milliards de Bq/g	Non applicable	 Stockage géologique profond en projet (projet Cigéo)	

* Période radioactive des éléments radioactifs (radionucléides) contenus dans les déchets.

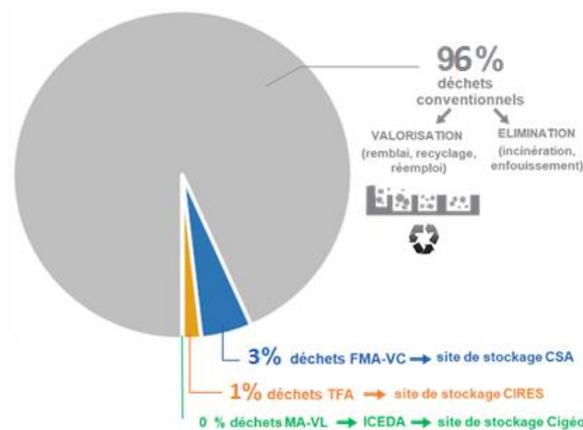
** Niveau d'activité des déchets radioactifs.

Un déchet peut parfois être classé dans une catégorie définie mais être géré dans une autre filière de gestion du fait d'autres caractéristiques (par exemple sa composition chimique ou ses propriétés physiques).

En France, la classification des déchets radioactifs s'appuie sur deux critères :

- le niveau de radioactivité : Haute Activité (HA) ; Moyenne Activité (MA) ; Faible Activité (FA) ; Très Faible Activité (TFA),
- la période radioactive, qui correspond au temps au bout duquel la radioactivité est divisée par deux : vie très courte (vtc) ; vie courte (vc) ; vie longue (vl).

Les activités liées au fonctionnement de la centrale de Chinon B produisent des déchets conventionnels (96 % des déchets produits) et radioactifs (4 % des déchets produits).



Proportions relatives de déchets et exutoires correspondants, issus de l'exploitation de la centrale de Chinon

Le tableau suivant présente le bilan des déchets radioactifs produits sur 10 ans par la centrale de Chinon B et un prévisionnel pour les années à venir.

Globalement, la quantité de déchets radioactifs produits dans les 10 prochaines années par la centrale nucléaire de Chinon est du même ordre de grandeur que la quantité de déchets produits sur la période de référence. L'augmentation de la quantité de déchets solides TFA à stocker au CIRES dans les années à venir est due à la planification de l'évacuation de déchets historiques. La diminution de la quantité de déchets liquides FA-VC à traiter est due au fait que les effluents de lessivage des générateurs de vapeur étaient évacués vers Centraco pour Incinération. Désormais, ces effluents sont traités sur site.

Déchets radioactifs	Volume moyen annuel de colis (m ³) (moyenne 2012-2021)	Volume moyen annuel prévisionnel de colis (m ³) (moyenne 2025-2028)
Déchets solides TFA à stocker au CIRES	160	370
Déchets solides MA-VC à stocker au CSA	240	260
Déchets solides FA-VC à stocker directement au CSA	118	150
Déchets solides FA-VC à traiter (fusion)	90	90
Déchets solides FA-VC à traiter (incinération)	409	480
Déchets liquides FA-VC à traiter (incinération)	140	35

5.6.7. Émissions sonores et vibratoires

La centrale de Chinon B fait l'objet de campagnes mesure des émissions sonores tous les dix ans. La campagne de mesure des émissions sonores réalisée en 2019 montre que les niveaux sonores sont conformes aux objectifs fixés par la réglementation.

La centrale de Chinon B est susceptible de générer des vibrations liées à ses activités industrielles (machines tournantes, engins de chantier, transports, etc.). Celles-ci sont ressenties à l'intérieur des installations du site et ne le sont pas à l'extérieur du fait de la conception des bâtiments et de la constitution des sols.

5.6.8. Usages des terres

Le site de Chinon s'étend sur une superficie de 155 hectares et constitue une zone sur laquelle sont implantées diverses activités industrielles. La majorité de cette superficie est anthropisée (bâtiments, voies de circulation, espaces verts anthropiques). Il n'est pas envisagé d'évolution de la superficie foncière nécessaire à l'exploitation des 4 réacteurs de la centrale de Chinon B pour les dix prochaines années.

5.6.9. Autres interactions

Les autres interactions avec son environnement étudiées sont : odeurs, émissions lumineuses, trafics routier, consommation d'énergie, chaleur et radiation. Il n'est pas envisagé d'évolution de ces interactions pour les dix prochaines années.

5.6.10. Projection sur 10 ans des interactions de la centrale de Chinon B avec l'environnement

Les interactions passées et actuelles de l'exploitation de la centrale de Chinon B avec l'environnement ont été présentées dans les paragraphes 5.6.1 à 5.6.9 précédent.

Comme l'illustre le tableau suivant, les interactions de l'exploitation de la centrale de Chinon B avec l'environnement resteront similaires pour les dix prochaines années à celles de la décennie précédente.

Interaction avec l'environnement	Fonctionnement passé	Projection sur 10 ans
Prélèvements et consommation d'eau	La prise d'eau en Loire, commune aux 4 réacteurs, est située au milieu du lit de la Loire, en amont de la centrale. Les prélèvements d'eau en Loire et en nappe sont toujours restés inférieurs aux limites réglementaires (décision n° 2015-DC-0528 modifiée ¹¹).	Il n'est pas prévu d'évolution du point de prélèvement en Loire. Les volumes prélevés prévus pour le fonctionnement de la centrale de Chinon B pour les 10 années à venir resteront du même ordre de grandeur que durant la décennie précédente et dans le respect des limites réglementaires.
Rejets d'effluents radioactifs liquides	Le point de rejet des effluents radioactifs en Loire est situé en rive gauche, à environ 1 400 m à l'aval de la prise d'eau. Les rejets sont encadrés par la décision n° 2015-DC-0527 modifiée ¹² .	Il n'est pas prévu d'évolution de l'emplacement du point de rejet en Loire. Les rejets prévus pour le fonctionnement de la centrale de Chinon B pour les 10 années à venir resteront du même ordre de grandeur que durant la décennie précédente et dans le respect des limites réglementaires.
Rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère	Les effluents radioactifs atmosphériques sont rejetés par les cheminées des bâtiments des auxiliaires nucléaires. Les rejets sont encadrés par la décision n° 2015-DC-0527 modifiée ¹² .	Il n'est pas prévu d'évolution des points de rejet à l'atmosphère. Les rejets prévus pour le fonctionnement de la centrale de Chinon B pour les 10 années à venir resteront du même ordre de grandeur que durant la décennie précédente et dans le respect des limites réglementaires.

¹¹ Décision n° 2015-DC-0528 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 20 octobre 2015 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n° 94, n° 99, n° 107, n° 132, n° 133, n° 153 et n° 161 exploitées par Électricité de France – Société Anonyme (EDF-SA) dans la commune d'Avoine (département d'Indre-et-Loire), modifiée par la décision n° 2020-DC-0689 de l'ASN du 16 juin 2020 et modifiée par la décision n° 2022-DC-0733 de l'ASN du 26 juillet 2022

¹² Décision n° 2015-DC-0527 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 20 octobre 2015 fixant les limites de rejet dans l'environnement des effluents des installations nucléaires de base n° 94, n° 99, n° 107, n° 132, n° 133, n° 153 et n° 161 exploitées par Électricité de France – Société Anonyme (EDF-SA) dans la commune d'Avoine (département d'Indre-et-Loire), modifiée par la décision n° 2022-DC-0734 de l'ASN du 26 juillet 2022

Interaction avec l'environnement	Fonctionnement passé	Projection sur 10 ans
Rejets d'effluents chimiques	Les rejets d'effluents chimiques liquides Les rejets sont encadrés par la décision n° 2015-DC-0527 modifiée ¹² .	Les rejets d'effluents chimiques liquides prévus pour le fonctionnement de la centrale de Chinon B pour les 10 années à venir resteront du même ordre de grandeur que durant la décennie précédente et dans le respect des limites réglementaires
Rejets thermiques	Les rejets thermiques sont encadrés par la réglementation qui limite l'échauffement moyen journalier de l'eau entre l'amont et l'aval du site après mélange à 1°C en conditions normales (1,5°C en situation d'étiage hivernal)	Il n'est pas prévu d'évolution des rejets thermiques qui s'inscriront dans le respect des limites réglementaires
Production de déchets radioactifs	Volumes annuels de déchets (m ³) Très faiblement actifs : 160 Faiblement actifs : 617 Moyennement actifs : 240	Les volumes de déchets radioactifs prévus seront globalement du même ordre de grandeur que les volumes des déchets produits au cours de la dernière décennie. Une augmentation des volumes de déchets TFA évacués est prévue en raison de l'évacuation de déchets historiques
Émissions sonores	La centrale de Chinon B fait l'objet de campagnes de mesure des émissions sonores tous les dix ans. La dernière campagne de mesure montre que les niveaux sonores sont conformes aux objectifs fixés par la réglementation	Pas de changements majeurs, mais des bruits et des vibrations temporaires peuvent être causés par d'éventuelles modifications et travaux de construction.
Usages des terres	Le site de Chinon s'étend sur une superficie de 155 hectares	Il n'est pas envisagé d'évolution de la superficie foncière nécessaire à l'exploitation des 4 réacteurs de la centrale de Chinon B pour les dix prochaines années
Autres interactions	Les autres interactions avec l'environnement sont : odeurs, émissions lumineuses, trafics routier, consommation d'énergie, chaleur et radiation	Il n'est pas envisagé d'évolution de ces interactions pour les dix prochaines années.

5.7. Projection sur 10 ans des effets sur l'environnement

Ce paragraphe traite des effets réels et potentiels sur la santé et l'environnement que la centrale nucléaire de production d'électricité de Chinon B peut présenter en fonctionnement normal, au cours des dix prochaines années, du fait des prélèvements d'eau, des rejets et déchets ainsi que des nuisances qu'elle est susceptible d'engendrer (dispersion de micro-organismes pathogènes, bruits, émissions lumineuses, consommation énergétique, émission de chaleur et de radiations, trafic routier et ferroviaire, vibrations, odeurs ou envol de poussières). L'analyse intègre également les dispositions prises pour améliorer la protection des intérêts dans le cadre du 4^e réexamen périodique. Comme montré au paragraphe 5.6, les interactions de l'exploitation de la centrale de Chinon B avec l'environnement resteront similaires pour les dix prochaines années à celles de la décennie précédente.

Les effets sur l'environnement du fonctionnement de la centrale de Chinon B sont présentés par domaine (sous-paragraphe 5.7.1 à 5.7.8) ; ils sont locaux et concernent principalement les environs de la centrale en France. Il n'y a pas d'effet transfrontalier du fonctionnement normal de la centrale (cf. paragraphe pour les effets transfrontaliers des accidents). Les effets comparés sur le changement climatique de la poursuite du fonctionnement et de la mise à l'arrêt définitif (cf. paragraphe 1.2), sont présentés (paragraphe 5.7.10).

5.7.1. Air et facteurs climatiques

■ **Incidences sur le climat**

La production d'électricité d'origine nucléaire génère très peu de dioxyde de carbone (CO₂), principal **gaz à effet de serre**.

Chaque kWh produit par le parc nucléaire d'EDF en France émet l'équivalent de **4 grammes de CO₂**, selon l'étude de la R&D d'EDF « Analyse du cycle de vie ». Un chiffre qui confirme le caractère très bas carbone de cette énergie : [ACV du kWh nucléaire](#).

Les rejets gazeux associés à l'exploitation de la centrale de Chinon B ne modifient donc pas la situation actuelle vis-à-vis du climat.

L'analyse de la sensibilité au changement climatique (cf. page suivante) permet de conclure que l'incidence sur le climat des rejets gazeux associés à l'exploitation de la centrale est considérée comme négligeable également pour les 10 années à venir.

Les **gaz à effet de serre** d'origine anthropique sont responsables de l'accroissement de l'effet de serre.

Ce phénomène naturel est provoqué par la présence des gaz à effet de serre qui piègent dans la basse atmosphère une partie de la chaleur émise par la terre.

■ **Incidences sur la qualité de l'air**

Le code de l'environnement définit des normes de qualité de l'air dont l'objectif est d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble. Ces normes visent les substances qui représentent un enjeu pour la qualité de l'air ambiant extérieur : les oxydes de soufre et d'azote, l'ozone, le monoxyde de carbone, les particules, le plomb, le benzène et les métaux lourds. Ces substances sont principalement présentes dans les agglomérations, en raison du trafic routier, et d'autres activités humaines (chauffage, émissions industrielles).

Parmi les rejets chimiques à l'atmosphère du site de Chinon en fonctionnement normal, seuls les rejets d'oxydes d'azote et de soufre et les émanations de monoxyde de carbone font l'objet d'une norme de qualité de l'air. L'évaluation des incidences sur la qualité de l'air de ces rejets ne montre pas d'influence du site sur la qualité de l'air. Concernant les substances non réglementées par une norme de qualité de l'air (telles que le formol, l'ammoniac, l'éthanolamine, les fluides frigorigènes, le SF₆, l'acide hypochloreux et les Trihalométhanes (THM)), leurs concentrations dans l'environnement, attribuables à la centrale de Chinon, ne sont pas susceptibles de dégrader la qualité de l'air.

Le secteur étudié n'est pas concerné par un Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA).

■ **Sensibilité au changement climatique**

Les projections locales des principaux facteurs climatiques réalisées par EDF R&D confirment la tendance d'évolution à la hausse des moyennes annuelles des températures d'air envisagées par Météo-France, avec des évolutions suivant les scénarios climatiques de l'ordre de + 0,9°C à + 1,2°C en moyenne à horizon 2035 (période 2020-2050), par rapport à la période historique retenue (1986-2016).

Hormis un besoin en refroidissement des locaux tertiaires et industriels légèrement plus important, qui nécessitent des groupes frigorifiques, les évolutions climatiques présentées ci-dessus ne modifient pas l'analyse d'incidence des rejets chimiques à l'atmosphère du site de Chinon sur la qualité de l'air et le climat.

5.7.2. Eaux de surface

■ **Incidences sur l'hydrologie**

Influence sur l'écoulement

Concernant les **aménagements**, deux ouvrages susceptibles de gêner l'écoulement de la Loire sont en lien avec le fonctionnement de la centrale de Chinon B :

- la digue d'Ablevois, dont la construction est antérieure à la construction de la centrale, qui assure en période de basses eaux, la déviation du courant vers le bras sud de la Loire où est implantée la prise d'eau de la centrale ;
- l'ouvrage de prise d'eau en Loire. Cet ouvrage a une emprise limitée sur le lit de la Loire et ne constitue donc pas un obstacle à l'écoulement des eaux de la Loire.

Influence sur le débit

L'eau prélevée dans la Loire est partiellement restituée au fleuve. Le circuit de refroidissement du site étant en circuit dit « fermé », une partie du débit prélevé est évaporé via les aérorefrigérants. Le débit moyen évaporé par le site de Chinon est d'environ 1,6 m³/s pour les quatre réacteurs, ce qui correspond à moins de 1 % du débit moyen interannuel de la Loire et à environ 3,4 % du débit moyen minimal de la Loire sur trois jours consécutifs.

Les débits évaporés sont donc faibles par rapport au débit de la Loire et n'influencent pas la continuité des usages sur le fleuve.

■ **Incidences sur la température des eaux de surface**

L'analyse du retour d'expérience des rejets thermiques du site de Chinon sur une période de 10 ans (2012-2021) montre que l'échauffement après mélange apporté par la centrale est en moyenne de 0,13°C sur la période, avec une valeur maximale relevée de 0,65°C. Ces échauffements restent globalement faibles au regard des variations naturelles des températures de l'eau sur une journée. À l'échelle locale, le panache thermique s'étale progressivement sur la largeur de la Loire. Il est perceptible sur les premiers kilomètres en aval des rejets, les variations de température sur la transversale restant faibles au regard des hétérogénéités naturelles de température en Loire.

À l'échelle régionale, les échauffements résiduels liés au fonctionnement de la centrale de Chinon B sont rapidement imperceptibles au regard des variations naturelles de la température de la Loire.

■ **Incidences sur la qualité des eaux de surface**

L'analyse des résultats de la surveillance hydroécologique et chimique de l'environnement montre que les évolutions physico-chimiques, chimiques et biologiques du milieu observé en amont et en aval du site de Chinon ne sont pas liées aux rejets passés et actuels du site.

L'évaluation substance par substance de l'impact des rejets chimiques liquides de la centrale de Chinon B en approche moyenne et maximale ne met pas en évidence d'incidence sur l'écosystème de la Loire en aval du site de Chinon pour l'aluminium, le chrome, le cuivre, le fer, le manganèse, le nickel, le plomb, le zinc, les MES, la DCO, l'ammonium, les nitrates, les nitrites, les phosphates, les chlorures, le sodium, les sulfates, l'acide borique, la lithine, les AOX, le gluconate, l'éthanolamine, la méthylamine, l'éthylamine, les acétates, les formiates, les glycolates, les oxalates, les chlorates, les chlorites, le chloroforme, les produits mouillant, anti-mousse et polyacrylates (produit anti-tartre).

En approche moyenne et maximale, les concentrations cumulées en détergents sont supérieures à la valeur de référence retenue. Elles le sont déjà en amont du site.

Concernant les rejets d'hydrazine et de monochloramine, l'analyse permet de conclure à l'absence d'impact sur l'écosystème de la Loire en tenant compte des différentes valeurs de référence existant pour ces substances et de leur caractère dégradable.

En complément, les études menées sur les effluents issus du traitement à la monochloramine et des chlorations massives montrent que les AOX générés par ces traitements ne présentent pas d'écotoxicité significative.

Ainsi, il n'est pas mis en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème de la Loire en aval du site de Chinon du fait des rejets chimiques liquides de la centrale.

Nota : l'évaluation des effets des rejets radioactifs est présentée au paragraphe 5.7.4

■ **Incidences sur l'hydromorphologie**

Lors des opérations de dragage, la perturbation potentielle principale concerne la restitution des sédiments dans la Loire. Le volume maximum annuel de sédiments restitués lors des opérations de dragage représente environ 5,5 % du transport solide naturel annuel.

Les opérations de dragage sont préférentiellement réalisées sur des périodes durant lesquelles les débits moyens sont supérieurs au module de la Loire, l'incidence de la restitution des sédiments dragués sur l'hydrologie et la morphologie de la Loire est donc faible et temporaire.

■ **Sensibilité au changement climatique**

Les projections réalisées par EDF-R&D en climat futur sur une période de 30 ans estiment à environ +0,3°C par décennie l'augmentation de la température moyenne annuelle de l'eau de la Loire liée aux évolutions climatiques.

Compte-tenu des scénarios utilisés dans la présente étude et de cette faible augmentation de température à l'échelle décennale, il est considéré que cette évolution n'a pas d'impact sur les conclusions présentées plus avant.

Concernant les débits de la Loire, les projections montrent une tendance à la baisse des débits moyens annuels de la Loire au niveau du site de Chinon, avec une diminution de l'ordre de 10 à 15 % à horizon 2035 selon les scénarios considérés, et un renforcement de la saisonnalité des débits (tendance à la baisse plus marquée en été).

Ces résultats sont associés à des incertitudes importantes inhérentes à la chaîne de modélisation (dispersion des résultats des modèles climatiques globaux, complexité de la modélisation des débits sur le bassin de la Loire) et sont donc à considérer comme des tendances.

Il est ainsi considéré que les diminutions potentielles du débit sur les 10 prochaines années seront relativement faibles par rapport aux variations saisonnières et interannuelles déjà observées sur la Loire et n'auront pas d'impact sur les conclusions présentées plus avant.

➤ **ETUDE DU CUMUL DES INCIDENCES DES CENTRALES SITUÉES SUR LA LOIRE**

EDF a réalisé en 2023 une étude du cumul des incidences des centrales nucléaires situées sur la Loire. L'étude a été réalisée selon deux approches complémentaires :

- une approche qualitative, qui s'appuie sur les données de surveillance de l'environnement en amont et en aval des sites afin de détecter s'il y a eu des évolutions sur le fleuve ;
- une approche quantitative des impacts environnementaux et sanitaires, basée sur la modélisation du cumul des rejets réels des installations et le débit réel des cours d'eau au cours des années 2016 et 2018 représentatives respectivement d'une année moyenne et d'une année avec un étiage marqué.

L'approche qualitative montre que les rejets chimiques liquides n'ont pas d'influence notable sur la chimie, la physico-chimie et la biologie. L'approche quantitative ne met pas en évidence d'incidence notable sur l'écosystème de la Loire au niveau des quatre points d'évaluation étudiés. Ces quatre points sont répartis le long du fleuve, de façon à pouvoir effectuer un cumul progressif jusqu'à l'estuaire de la Loire.

5.7.3. Sols et eaux souterraines

■ *Incidences sur les sols*

L'aménagement du site a modifié la topographie et la géologie du site et a anthropisé l'ensemble de la surface du site. L'étude des données historiques et environnementales du site de Chinon a permis de dresser un inventaire des activités historiques et actuelles, de localiser ces activités et de pouvoir évaluer leur niveau de risque vis-à-vis des milieux sols et eaux souterraines. Des investigations de sol (sondages profonds pour analyses chimiques et radiologiques) ont été menées sur les zones à risque mises en évidence : hormis sur une zone, décrite ci-après, les résultats d'analyses ne mettent pas en évidence de marquage nécessitant la mise en œuvre de mesure de gestion.

Concernant la zone dite « BNI », un marquage chimique (PCB, hydrocarbures et amiante) des sols de cette zone exploitée durant la construction des quatre réacteurs de la centrale de Chinon B dans les années 1970 à 1980 a été mis en évidence. Le plan de gestion de ces marquages a été établi en 2016, et une tierce expertise a été réalisée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) qui a émis un avis positif quant à la pertinence du choix de scénario de gestion retenu au regard de l'usage envisagé au droit de la parcelle (zone d'entreposage et de stockage). Le plan de gestion a fait l'objet d'une décision ASN en 2021. Le suivi de la qualité chimique et radiologique des eaux souterraines en aval hydrogéologique de cette zone dite « BNI » n'a pas mis en évidence d'anomalie depuis sa mise en place en 2015.

■ *Incidences sur les eaux souterraines*

La construction d'installations et d'ouvrages nécessaires à l'exploitation du site a modifié localement les écoulements des eaux souterraines (fondations profondes, ouvrages hydrauliques, etc.).

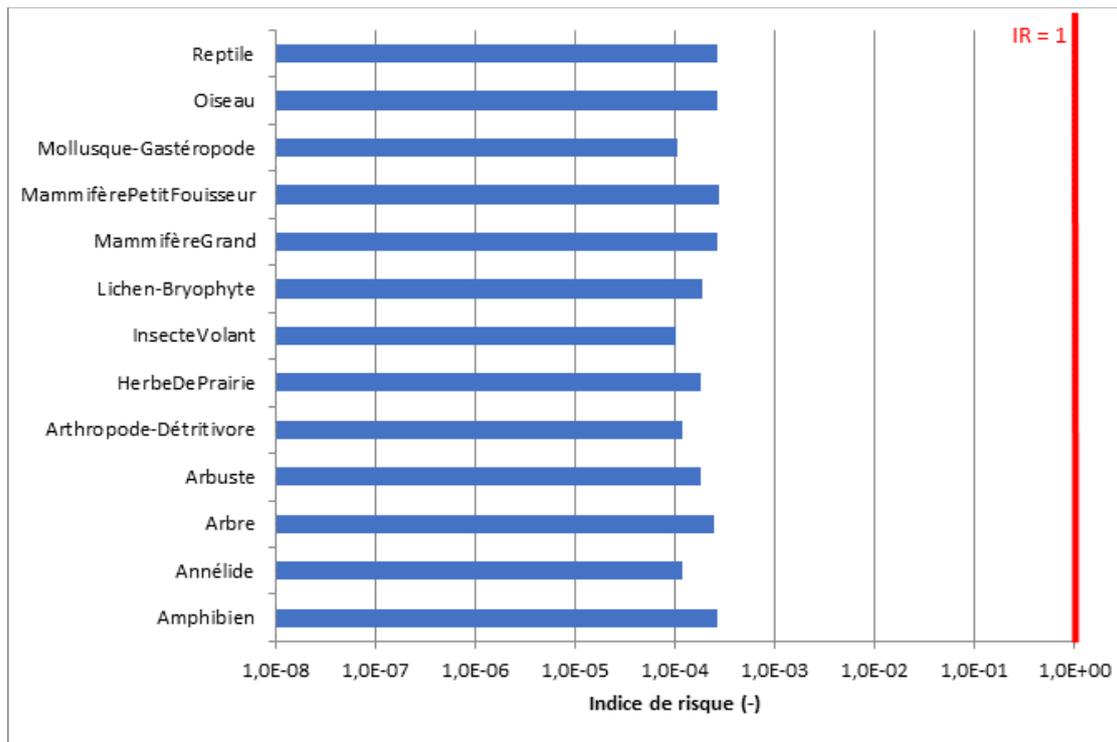
Les eaux souterraines au droit du site sont utilisées pour la maintenance et les essais périodiques des puits d'appoint ultime secours (permettant la réalimentation en eau de refroidissement en cas de perte de la source froide). Ces pompages d'eaux souterraines sont réalisés dans la nappe des calcaires et marnes du Rauracien. Compte tenu de la productivité de l'aquifère et du caractère ponctuel des pompages, aucune incidence significative sur la ressource en eau n'est à envisager.

Depuis sa mise en exploitation, la centrale de Chinon B assure une surveillance qualitative et quantitative des eaux souterraines. Les résultats de ce suivi ont mis en évidence l'absence de marquage dû aux activités du site. Ainsi, les marquages chimiques et radiologiques des sols observés ponctuellement ne présentent pas d'enjeu sanitaire et environnemental pour les eaux souterraines au droit du site de Chinon à son aval hydrogéologique.

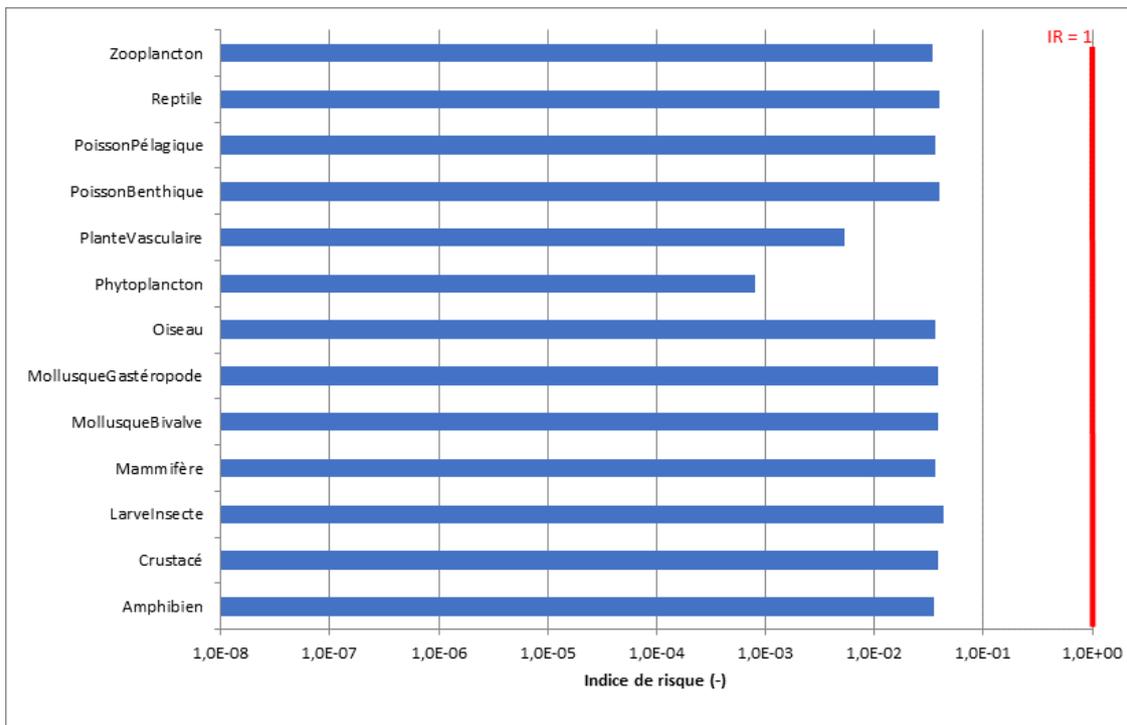
5.7.4. Radioécologie

Comme précisé au paragraphe 5.2, l'évaluation des effets sur l'environnement des rejets radioactifs repose sur une comparaison du débit de dose induit par les rejets radioactifs avec une valeur de débit de dose sans effet pour chaque organisme de référence. Cette comparaison se traduit par le calcul d'un indice de risque. Si l'indice de risque est inférieur à 1, il peut être conclu que le risque est négligeable.

Les graphiques ci-après rendent compte des indices de risque déterminés pour les organismes de références dans les compartiments terrestres et aquatiques.



Indices de risque calculés pour les organismes de référence de l'écosystème terrestre



Indices de risque calculés pour les organismes de référence de l'écosystème aquatique

Avec un indice toujours inférieur à l'unité, le risque environnemental associé aux rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques du site de Chinon est négligeable, actuellement et pour les 10 années à venir.

➤ ETUDE DU CUMUL DES INCIDENCES DES CENTRALES SITUÉES SUR LA LOIRE

EDF a réalisé en 2023 une étude du cumul des incidences des centrales nucléaires situées sur la Loire.
L'étude a été réalisée selon deux approches complémentaires :

- une approche qualitative, qui s'appuie sur les données de surveillance de l'environnement en amont et en aval des sites afin de détecter s'il y a eu des évolutions sur le fleuve ;
- une approche quantitative des impacts environnementaux et sanitaires, basée sur la modélisation du cumul des rejets réels des installations et le débit réel des cours d'eau au cours des années 2016 et 2018 représentatives respectivement d'une année moyenne et d'une année avec un étiage marqué.

L'approche qualitative montre que la radioactivité présente dans la Loire est majoritairement d'origine naturelle. Dans certaines matrices aquatiques, une influence des rejets radioactifs liquides est observable, principalement en aval proche des rejets. Pour le tritium et le carbone 14, une augmentation progressive des niveaux d'activité dans certaines matrices est visible entre Belleville-sur-Loire et l'aval de Dampierre-en-Burly, suivie d'une stabilisation. Cet effet est dû aux cumuls des rejets radioactifs liquides des différents sites de la Loire qui n'est pas entièrement compensé par la dilution par les affluents de la Loire. L'approche quantitative montre que les indices de risque pour les organismes de référence sont très inférieurs à la valeur de référence et que le risque environnemental associé aux rejets radioactifs liquides est donc négligeable.

5.7.5. Biodiversité

L'analyse des incidences du fonctionnement de la centrale de Chinon B sur l'air et les facteurs climatiques, les eaux de surface et l'état radiologique de l'environnement présentée précédemment, ne met pas en évidence d'incidence notable sur les caractéristiques écologiques du milieu

Le fonctionnement de la centrale n'a pas d'incidence sur les espaces naturels remarquables et ne remet pas en cause le bon accomplissement du cycle biologique des espèces végétales (aquatiques, semi-aquatiques ou terrestres) et faunistiques (invertébrés, poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères) ni les fonctionnalités écologiques des habitats présents sur l'aire d'étude.

Parmi l'ensemble des habitats et espèces ayant justifié la désignation des quatre sites Natura 2 000 identifiés dans l'aire d'étude, les habitats et espèces potentiellement concernés de manière directe ou indirecte, temporaire ou permanente, par le fonctionnement de la centrale sont : dix habitats, huit espèces d'insectes, sept espèces de mammifères, une espèce de mollusque, huit espèces de poissons et vingt et une espèces d'oiseaux.

Les analyses des incidences des prélèvements, des rejets et des nuisances, présentées dans les paragraphes précédents, ne mettent pas en évidence d'incidence notable du fonctionnement de la centrale sur l'environnement.

Ainsi, les caractéristiques écologiques du milieu, qui déterminent la richesse écologique des habitats étudiés ne sont pas remises en cause.

De plus, les paramètres des milieux atmosphérique et aquatique qui déterminent les caractéristiques écologiques des milieux de vie des espèces étudiées ne sont pas remis en cause par le fonctionnement de la centrale.

Ainsi, l'analyse des incidences directes et indirectes, temporaires ou permanentes, du fonctionnement de la centrale de Chinon B ne remet pas en cause de manière significative l'état de conservation des habitats et espèces prioritaires ou d'intérêt communautaire ayant prévalu à la désignation des sites Natura 2000 de l'aire d'étude.

Par ailleurs, le fonctionnement de la centrale ne remet pas en cause les objectifs de gestion définis dans les Documents d'Objectifs (DOCOB) des sites Natura 2 000 étudiés, ni sur le réseau Natura 2 000.

De ce fait, il n'est pas proposé de mesure spécifique complémentaire pour éviter ou réduire les incidences du fonctionnement de la centrale de Chinon B sur l'état de conservation des sites Natura 2 000.

5.7.6. Population et santé humaine

■ **Évaluation de l'impact dosimétrique sur l'homme**

L'impact associé aux rejets d'effluents radioactifs aux limites autorisées de rejet du site de Chinon a été déterminé pour les personnes représentatives, c'est-à-dire pour les personnes susceptibles d'être les plus exposées, situées dans un rayon de 5 km autour du site.

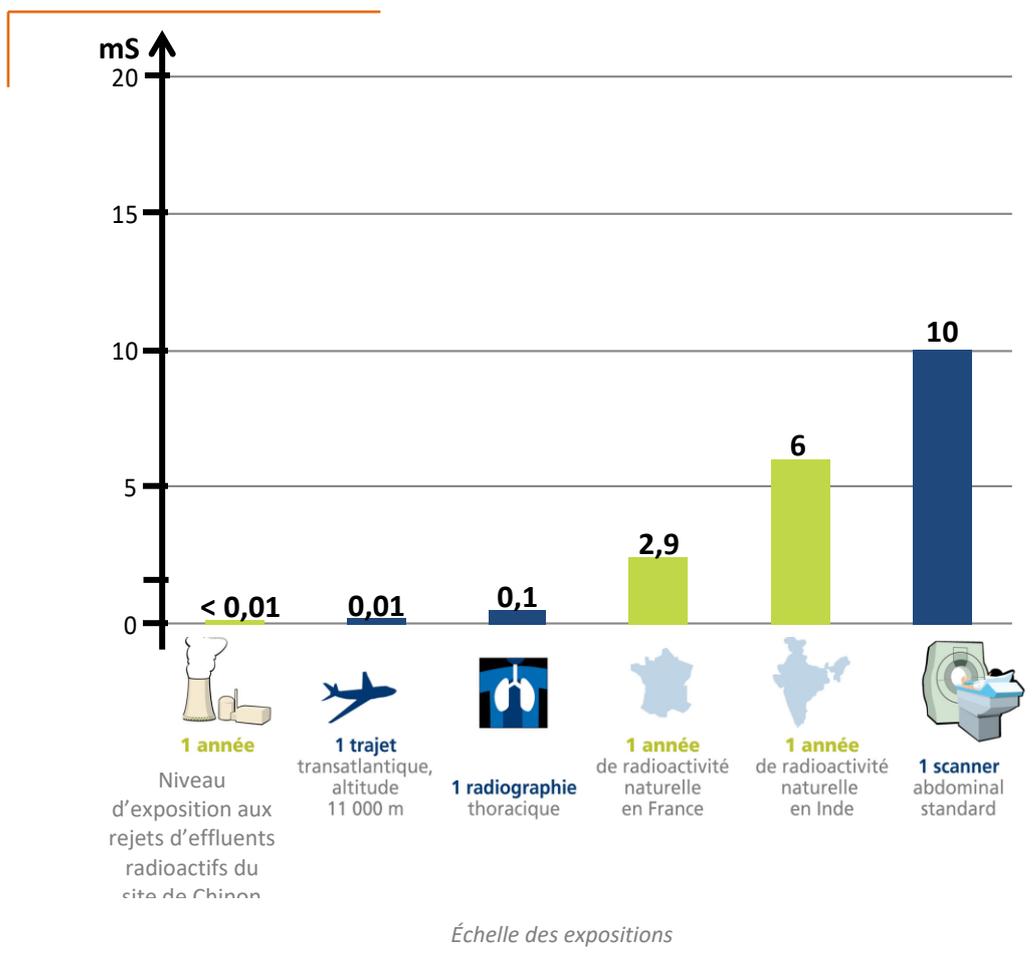
La **dose efficace** totale annuelle, liée à l'exposition interne et externe aux rejets d'effluents radioactifs du site, est évaluée :

- pour l'adulte, à $1,4 \cdot 10^{-3}$ mSv/an ;
- pour l'enfant de 10 ans, à $9,3 \cdot 10^{-4}$ mSv/an ;
- pour l'enfant de 1 an, à $1,3 \cdot 10^{-3}$ mSv/an.

Chacune de ces doses représente moins de 1 % de la limite annuelle d'exposition pour une personne du public fixée à 1 mSv par le code de la santé publique.

Afin de mettre en perspective ces doses par rapport à d'autres modes d'exposition, la figure ci-après présente des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes.

La **dose efficace** mesure l'effet biologique de la radioactivité. Elle s'exprime en Sievert (Sv) ou plus généralement en millisievert (mSv) ou en microsievert (μ Sv).



Par ailleurs, la dose par exposition externe du fait des rayonnements du site de Chinon est évaluée à $9 \cdot 10^{-3}$ mSv/an pour l'adulte, $7 \cdot 10^{-3}$ mSv/an pour l'enfant de 10 ans et à $6 \cdot 10^{-3}$ mSv/an pour l'enfant de 1 an. Ainsi, la dose par exposition externe du fait des rayonnements de la centrale de Chinon B est plus de cinquante fois inférieure à la limite annuelle d'exposition fixée à 1 mSv par le code de la santé publique. Cette valeur est à comparer à la dose annuelle due à l'exposition naturelle dans le département d'Indre-et-Loire, qui est de l'ordre de 0,8 mSv/an.

■ **Évaluation des risques sanitaires liés aux rejets chimiques**

Il a été montré que les rejets actuels du site de Chinon n'ont pas d'influence sur l'état chimique de la Loire. L'Évaluation Prospective des Risques Sanitaires (EPRS, cf. paragraphe 5.2) ne met pas en évidence de risque sanitaire dû aux rejets chimiques liquides attribuables au site de Chinon sur les populations avoisinantes potentiellement exposées aux substances, par la consommation d'eau de la Loire, d'aliments d'origine terrestre (végétaux, viande et lait) et de poissons pêchés en Loire en aval du site ni de risque sanitaire dû aux rejets chimiques atmosphériques sur les populations avoisinantes potentiellement exposées aux substances par inhalation.

↳ **ETUDE DU CUMUL DES INCIDENCES DES CENTRALES SITUÉES SUR LA LOIRE**

EDF a réalisé en 2023 une étude du cumul des incidences des centrales nucléaires situées sur la Loire. L'étude a été réalisée selon deux approches complémentaires :

- une approche qualitative, qui s'appuie sur les données de surveillance de l'environnement en amont et en aval des sites afin de détecter s'il y a eu des évolutions sur le fleuve ;
- une approche quantitative des impacts environnementaux et sanitaires, basée sur la modélisation du cumul des rejets réels des installations et le débit réel des cours d'eau au cours des années 2016 et 2018 représentatives respectivement d'une année moyenne et d'une année avec un étiage marqué.

Impact radiologique sur la population : les doses efficaces totales liées au cumul des rejets d'effluents radioactifs liquides représentent moins de 0,1 % de la valeur limite de dose réglementaire pour le public, fixée à 1 mSv/an.

Impact sanitaire sur la population : la démarche d'interprétation de l'état des milieux conclut que les rejets cumulés dans la Loire n'ont pas d'influence sur la chimie du fleuve, et par conséquent ne modifient pas la compatibilité de l'eau avec les usages identifiés. L'évaluation quantitative des risques sanitaires ne met pas en évidence de risque sanitaire dû aux rejets chimiques liquides attribuables aux centrales nucléaires situées sur la Loire et la Vienne sur les populations avoisinantes potentiellement exposées aux substances.

■ **Justification de la maîtrise du risque microbiologique**

Les dispositions de prévention, de surveillance et de lutte mises en œuvre par le site de Chinon pour limiter la prolifération et la dispersion d'amibes et de légionelles répondent aux exigences réglementaires. Le suivi des concentrations des amibes et des légionelles montre que la stratégie de traitement préventif de l'eau permet au site de Chinon de maîtriser le risque sanitaire microbiologique.

■ **Évaluation de l'impact des émissions sonores et vibratoires**

Les résultats de l'analyse de conformité montrent que les niveaux sonores du site sont conformes aux objectifs fixés par la réglementation.

Par ailleurs, le fonctionnement des installations est à l'origine de vibrations (machines tournantes essentiellement) ressenties seulement à l'intérieur des installations du fait de la conception des bâtiments et de la constitution des sols. Concernant les chantiers de génie civil et de voirie et réseaux divers, sources de vibrations, ils sont réalisés à l'intérieur du site, ont une durée limitée dans le temps et se déroulent en journée les jours ouvrables ce qui limite la gêne potentielle.

Pour les populations environnantes, il n'y a donc aucun risque de gêne lié aux installations existantes.

■ **Évaluation de l'impact des émissions lumineuses**

Les émissions lumineuses du site sont essentiellement liées à l'éclairage de sécurité du site (protection contre les intrusions, avertissement des engins aériens, etc.). Elles sont donc indispensables ; leur impact visuel à l'extérieur est minimisé par l'orientation de ces éclairages. L'impact de ces émissions lumineuses est négligeable.

5.7.7. Activités humaines

■ **Analyse des incidences sur l'usage des terres**

L'évaluation de l'impact sur la santé des rejets radioactifs et des rejets chimiques du site de Chinon ne met pas en évidence de risque sanitaire attribuable au fonctionnement de la centrale de Chinon B sur les populations avoisinantes potentiellement exposées (cf. paragraphe 5.7.6).

Ceci permet de conclure à l'absence d'incidence significative sur les usages des terres, en particulier les surfaces agricoles et les biens matériels (habitations, zones industrielles, etc.).

■ **Analyse des incidences sur le paysage et le patrimoine culturel**

Le site de Chinon a été construit entre 1957 et 1988. Ainsi, le site est présent depuis plusieurs dizaines d'années et fait maintenant partie du paysage.

Le fonctionnement du site de Chinon n'a pas d'incidence sur le paysage et le patrimoine culturel, notamment grâce à la hauteur limitée de ses aéroréfrigérants (28 mètres) pour ne pas avoir d'impact esthétique avec la proximité des châteaux de la Loire. Comme indiqué au paragraphe 5.6, il n'est pas prévu d'évolution de la centrale mettant en cause ces conclusions pour les 10 prochaines années.

■ **Analyse des incidences sur les usages de l'eau**

Les réacteurs de la centrale sont équipés d'un circuit de refroidissement du condenseur dit « fermé » avec un aéroréfrigérant ce qui limite le volume d'eau prélevé dans la Loire. Hormis la partie évaporée au niveau des aéroréfrigérants des réacteurs de Chinon B, l'eau prélevée dans la Loire est restituée au fleuve.

L'évaluation de l'impact sur la santé des rejets radioactifs et chimiques ne met pas en évidence de risque sanitaire attribuable au fonctionnement du site de Chinon sur les populations avoisinantes potentiellement exposées.

Le fonctionnement du site de Chinon n'a ainsi pas d'incidence sur la disponibilité de la ressource en eau et les rejets ne sont pas de nature à remettre en cause les usages de l'eau à proximité du site de Chinon.

■ **Analyse des incidences sur les infrastructures et voies de communication**

Le fonctionnement de la centrale Chinon B génère un trafic journalier d'un peu plus de 2 200 véhicules légers et lourds, dont la majorité est constituée des véhicules du personnel. La moyenne d'entrées de poids lourds par jour ouvré au sein du site est de 28 entrées.

Le trafic total généré par le fonctionnement du site de Chinon représente une part non négligeable du trafic de véhicules légers sur les axes routiers avoisinants et jusqu'à 15 % du trafic des poids lourds.

Le site a une incidence non négligeable sur les infrastructures et les voies de communication.

Le site ne génère pas de trafic fluvial.

■ **Analyse des incidences sur l'environnement industriel**

La centrale de Chinon B ne présente aucune interaction avec les autres installations industrielles de l'aire d'étude ; il n'a pas d'incidence sur l'environnement industriel.

■ **Analyse des incidences sur les espaces et activités de loisirs**

L'évaluation de l'impact sur la santé des rejets radioactifs et chimiques associés au fonctionnement de la centrale de Chinon B ne met pas en évidence de risque sanitaire attribuable au site de Chinon sur les populations avoisinantes potentiellement exposées.

Par conséquent, le fonctionnement de la centrale de Chinon B n'a pas d'incidence sur les espaces et activités de loisirs.

■ **Analyse des incidences sur les autres usages**

L'évaluation de l'impact sur la santé des rejets radioactifs et des rejets chimiques associé au fonctionnement de la centrale de Chinon B ne met pas en évidence de risque sanitaire sur les populations avoisinantes potentiellement exposées.

Par conséquent, le fonctionnement de la centrale de Chinon B n'a pas d'incidence sur les autres usages identifiés (pêche professionnelle et aquaculture).

■ **Analyse des incidences sur la consommation énergétique**

La centrale de Chinon B assure la fourniture des besoins pour sa propre consommation d'énergie électrique et pour environ 4,7 % des besoins en électricité français entre 2019 et 2021 (21,7 TWh produits en moyenne entre 2019 et 2021). La consommation annuelle d'énergie électrique du site en 2021 est de l'ordre de 104 GWh, soit environ 0,6 % de la consommation régionale.

Le fonctionnement de la centrale de Chinon B a pour vocation la production d'électricité : la centrale a produit 19,7 TWh en 2024.

5.7.8. Gestion des déchets

5.7.8.1. Déchets produits

Par ses activités de production d'électricité, de maintenance des installations, d'entreposage de déchets et de logistique, l'exploitation de la centrale de Chinon B génère des déchets de deux types : les déchets radioactifs et les déchets conventionnels.

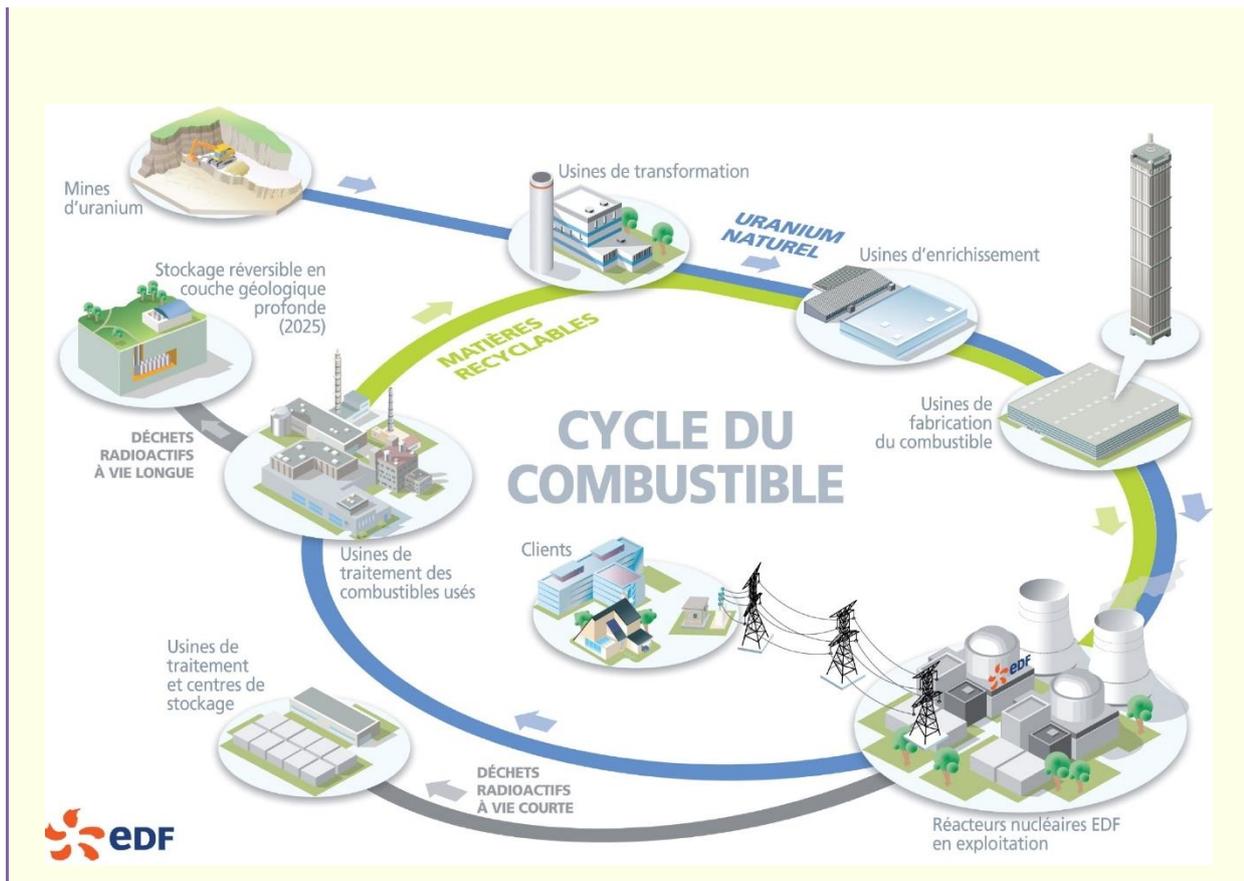
- Les déchets radioactifs sont classés selon le niveau d'activité et la durée de vie des radionucléides qu'ils contiennent. Ils peuvent être issus :
 - du traitement des effluents radioactifs : filtres, charbons actifs, concentrats d'évaporation, filtres à eau, résines échangeuses d'ions, boues... ;
 - des opérations de manutention du combustible : grappes, étuis de crayon, squelettes d'assemblage...
 - des opérations de maintenance courante : pièces mécaniques actives rebutées, outils, déchets de linge...
- Les déchets conventionnels sont des déchets produits dans des zones ne contenant aucune substance radioactive. Ils sont composés de déchets inertes (gravats, terre...), de déchets non dangereux non inertes (bois, emballages, papier, carton, verre, plastique, métaux...), et de déchets dangereux (peintures, déchets hydrocarburés, amiante...).

POUR EN SAVOIR PLUS SUR ... LE CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLEAIRE EN FRANCE

Un réacteur nucléaire utilise comme principal combustible de l'uranium, ressource naturelle. Le « cycle du combustible » désigne l'ensemble des étapes industrielles associées au combustible, depuis l'extraction du minerai jusqu'au stockage des déchets radioactifs issus des combustibles usés.

Le cycle du combustible se décompose en trois étapes :

- L'amont du cycle : l'uranium est extrait du sol, converti sous forme gazeuse par procédé chimique et enrichi. Cette matière est intégrée sous forme de pastilles dans des tubes métalliques étanches, assemblés pour former des assemblages combustibles UNE (Uranium Naturel Enrichi).
- Le cœur du cycle : ces assemblages sont chargés dans les réacteurs et utilisés pendant quatre à cinq années pour produire de l'électricité.
- L'aval du cycle : après cette période, les assemblages sont déchargés puis entreposés dans la piscine de désactivation située dans le bâtiment combustible de la centrale pendant une première phase de décroissance thermique et radioactive. Ensuite, les assemblages sont recyclés après traitement, selon un « cycle fermé » consistant à extraire les matières énergétiques recyclables du combustible usé (plutonium et uranium) et à ne considérer comme déchets que ce qui n'est pas valorisable.
- Le choix fait par la France du recyclage en « cycle fermé » permet d'économiser des ressources et de diminuer le volume de déchets produits.



5.7.8.2. Modalités et filières de gestion des déchets

Les différentes étapes de la gestion des déchets ont pour objectif de garantir l'acceptabilité des déchets par la ou les filières auxquelles ils sont destinés et d'en limiter l'impact. Ces différentes étapes sont : le tri à la source, la collecte, le contrôle, le conditionnement et l'expédition.

■ **Déchets radioactifs**

Les déchets radioactifs sont triés à la source en fonction de leur Débit d'équivalent de Dose (DeD), inférieur ou supérieur à 2 mSv/h au contact, de leur état physique (solide ou liquide), de leur nature physique et de leur lieu de production. Ils sont collectés en différents points, contrôlés puis conditionnés afin de répondre aux exigences des spécifications de la filière à laquelle ils sont destinés (conditionnement en coque béton, en fût métallique ou plastique pour les déchets technologiques de faible activité, en big-bag ou en casier pour les déchets technologiques de très faible activité par exemple).

Les zones et installations d'entreposage, ainsi que les durées d'entreposage de référence des déchets radioactifs, tiennent compte de la nature et de l'activité des déchets ainsi que des caractéristiques des installations et zones d'entreposage associées.

Après entreposage, les déchets du site sont évacués selon leurs caractéristiques vers des filières dédiées de l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs (ANDRA) et de Cyclife France (CENTRACO), à savoir :

- la filière d'incinération de Cyclife France (**CENTRACO**), qui permet de traiter les déchets dits technologiques (vinyle, papier, chiffons, etc.), les résines échangeuses d'ions, les effluents aqueux, les concentrats borés, les huiles et les solvants ;
- la filière de fusion de Cyclife France (**CENTRACO**), qui permet de traiter les déchets métalliques ferreux et mélangés, ainsi que certaines pièces massives sous couvert d'une acceptation sur dossier ;
- les filières de stockage de l'ANDRA (Centre de Stockage de l'Aube - CSA ou Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage CIRES), qui permettent de recevoir, traiter si besoin et stocker les déchets très faiblement à moyennement actifs.

CENTRACO (CENTre de TRAiement et de COnditionnement) est une installation industrielle dédiée au traitement des déchets très faiblement à moyennement radioactifs à vie courte.



©EDF

CENTRACO Cyclife - Découpe thermique avant fusion

■ **Déchets conventionnels**

Les déchets conventionnels sont collectés au plus près des lieux de production, certains sont regroupés et entreposés au niveau de l'aire de transit des déchets conventionnels du site puis évacués après un contrôle aux portiques C3 (appareil de contrôle radiologique permettant de vérifier l'absence de contamination en sortie de site).

Les filières employées par la centrale de Chinon B pour les déchets conventionnels sont de deux types, les filières d'élimination ou de valorisation.

Le choix de la filière prend en compte les trois principes suivants :

- la hiérarchie des modes de traitement des déchets consistant à privilégier, dans l'ordre, la réutilisation, le recyclage, toute autre valorisation (notamment la valorisation énergétique), puis l'élimination ;
- le principe de proximité ;
- l'adéquation avec les plans de prévention et de gestion des déchets locaux / régionaux / nationaux.

5.7.9. Mesures d'évitement et de réduction d'impact et mesures compensatoires

↳ MESURES ERC

La séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC) a pour objectif d'éviter les atteintes à l'environnement, de réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si possible, de compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits.

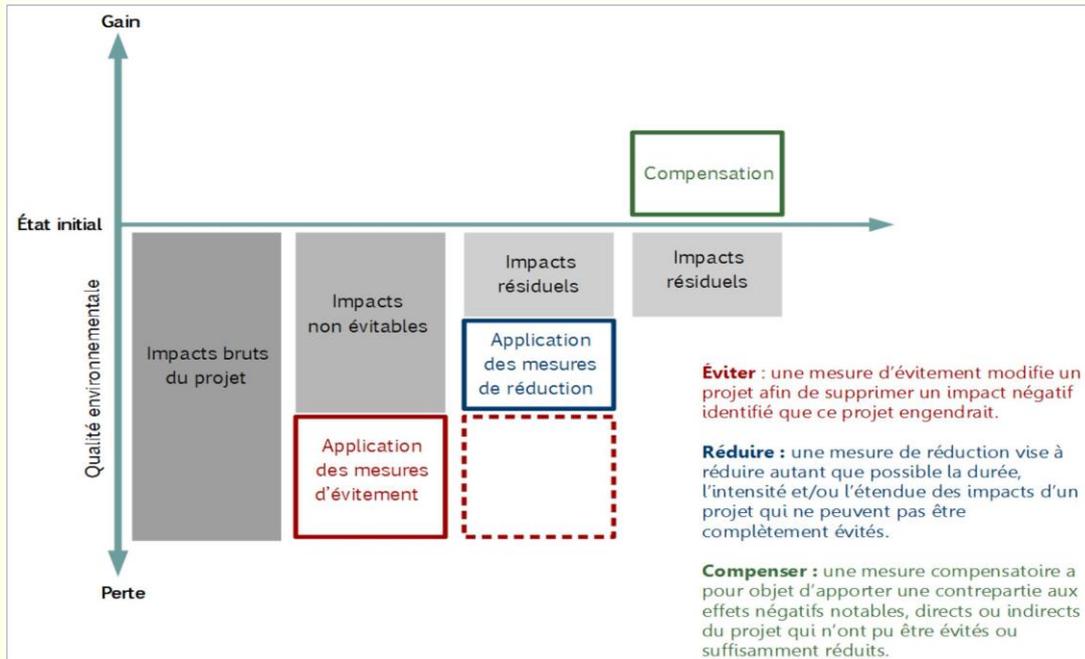


Illustration de la séquence ERC en droit français (Source : environnement.gouv.fr)

■ Air et facteurs climatiques

Des mesures ont été mises en œuvre sur le site de Chinon pour éviter et réduire les émissions des gaz : un plan de maîtrise des fuites de SF6, un gaz utilisé comme isolant électrique dans des équipements électriques, des dispositions de réduction des émissions d'oxydes de soufre et d'oxydes d'azote liées au fonctionnement des moteurs diesels. Des dispositions ont également été prises pour limiter les émissions de gaz à effet de serre liés au transport du personnel sur le site, comme la mise à disposition de bus collectifs, la mise en place de véhicules de service électriques, la création d'une communauté de covoiturage, l'installation de bornes de charge pour les véhicules électriques à l'intérieur et à l'extérieur du site.

■ Eaux de surface

La centrale de Chinon B mène des actions pour gérer ses effluents de façon optimisée notamment en réduisant à la source leur production, en les collectant de façon sélective, en les traitant sur des installations performantes, et en optimisant le conditionnement des circuits afin de limiter l'usage et les rejets de substances chimiques au strict nécessaire.

■ **Sols et eaux souterraines**

La centrale de Chinon B met en œuvre des mesures afin de :

- maîtriser un éventuel déversement de produit chimique ;
- surveiller l'état de la nappe.

■ **Radioécologie**

Les dispositions de conception et de fonctionnement mises en œuvre permettent de maîtriser les rejets d'effluents radiologiques :

- en réduisant la quantité des effluents à la source (amélioration de l'étanchéité du gainage du combustible, et des circuits véhiculant des gaz radioactifs, mise en place de systèmes d'épuration continue du fluide primaire assurant un piégeage au plus près de la source des produits d'activation présents dans le fluide primaire, etc.) ;
- en effectuant une **filtration** ou un traitement spécifique avant rejet (résines échangeuses d'ions par exemple) ;
- en optimisant l'activité volumique des radionucléides présents dans les effluents en utilisant la **décroissance radioactive** de ces radionucléides ;
- en contrôlant les rejets.

La **filtration** consiste à piéger la majorité des radionucléides avant rejet. Les centrales nucléaires d'EDF sont équipées de filtres à Très Haute Efficacité (THE).

La **décroissance radioactive** correspond à la diminution de l'activité nucléaire d'une substance radioactive par désintégrations spontanées au cours du temps.

■ **Biodiversité**

En plus des mesures présentées précédemment, des mesures spécifiques pour la faune et la flore sont proposées dans le cadre des opérations d'entretien des ouvrages de prélèvements d'eau, notamment : les opérations de dragage des ouvrages de prélèvement d'eau sont réalisées préférentiellement sur la période allant de novembre à janvier, ce qui permet d'éviter les périodes sensibles pour les espèces, notamment les périodes de frai pour les espèces potentiellement concernées.

■ **Population et santé humaine**

Les mesures d'évitement et de réduction d'impact concernant les rejets à l'atmosphère et les rejets dans les eaux de surface sont explicitées précédemment.

Concernant les nuisances sonores, des dispositions sont mises en œuvre dès la conception pour réduire les émissions sonores à la source et des campagnes de mesures sont réalisées sur certains matériels et installations conformément à la réglementation. Des dispositions sont prises pour limiter les nuisances sonores potentielles d'installations ou d'essais temporaires (choix des créneaux les moins gênants, des lieux de réalisation, choix du procédé ou des matériels, mise en place de protections sonores).

Pour ce qui est des émissions lumineuses, des dispositions sont mises en œuvre pour réduire les nuisances lumineuses potentielles (orientation des projecteurs vers l'intérieur du site et vers le sol, limitation de l'éclairage au minimum nécessaire à la sécurité du périmètre du site en dehors des périodes d'activité).

■ **Activités humaines**

La centrale de Chinon B est conçue afin d'éviter autant que possible les impacts sur les activités humaines environnant le site.

Les potentielles incidences sur les activités humaines alentour sont les incidences visuelles liées à la présence de tours aéroréfrigérantes sur les sites remarquables présents dans le périmètre du site de Chinon.

La mise en place de tours aéroréfrigérantes de hauteur réduite limite les impacts de ces nuisances visuelles sur les activités humaines.

■ Gestion des déchets

La centrale Chinon B est organisée pour assurer une gestion optimisée des déchets qui repose sur :

- la réduction à la source de la quantité et de la nocivité des déchets,
- le tri et la collecte sélectifs,
- la mise en œuvre de procédés de traitement et de conditionnement performants, qui répondent aux spécifications d'acceptation de la ou des filières auxquelles les déchets sont destinés.

5.7.10. Effet de la mise à l'arrêt de la centrale sur le changement climatique

Dans l'hypothèse de l'arrêt définitif de la centrale, ses interactions avec l'environnement seraient réduites notamment du fait de moindres prélèvements d'eau et de rejets. Comme vu précédemment, la conception, les améliorations continues apportées au cours de 40 années de production d'électricité, les actions en faveur de la biodiversité, la maîtrise de l'exploitation font que le fonctionnement normal de la centrale ne présente pas d'effets négatifs significatifs sur son environnement. Son arrêt n'apporterait ainsi pas de bénéfices sensibles à l'environnement. En revanche, l'arrêt de la centrale induirait une augmentation importante d'émissions de gaz à effet de serre.

En effet, la production d'électricité d'origine nucléaire émet très peu de gaz à effet de serre : 4 grammes d'équivalent CO₂ par kWh selon l'[ACV du kWh nucléaire](#) pour l'ensemble du cycle de vie du parc nucléaire français actuel, à comparer à une valeur moyenne de 275 g CO₂/kWh pour le mix énergétique européen (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat-2024/fr/livre>).

La centrale de Chinon B produit en moyenne de l'ordre de 20 TWh/an d'électricité, en émettant moins de 100 000 tonnes de CO₂.

En cas d'arrêt définitif de la centrale nucléaire de Chinon, les émissions de CO₂ pour produire la même quantité d'électricité par le mix énergétique européen augmenterait de plus de 5 millions de tonnes de CO₂¹³.

¹³ Sur la base d'une capacité d'absorption de CO₂ d'une forêt de feuillus de l'ordre de 4t CO₂/ha/an, il faudrait planter une forêt de plus d'1 million d'ha (100 km sur 100 km) pour compenser ce supplément de CO₂ dans l'atmosphère.



En cas d'accident nucléaire, des substances radioactives susceptibles de porter atteinte à la santé pourraient se retrouver dans l'environnement.

Ce chapitre établit les effets sur l'environnement des éventuels incidents et accidents radiologiques. En France, des valeurs de doses sont définies suivant la fréquence des accidents pour vérifier la conception des installations nucléaires. Ainsi par exemple, les incidents les plus fréquents respectent les doses fixées par le code de la santé publique. Pour les accidents les plus sévères, ceux avec fusion du cœur, les plus hypothétiques, les conséquences doivent rester limitées dans l'espace et dans le temps, et compatibles avec la gestion de la situation par les pouvoirs publics, afin que les populations puissent être protégées. Ainsi, les incidents et accidents, y compris l'accident avec fusion du cœur, ont été pris en compte dans la conception et l'exploitation de la centrale afin que leurs conséquences puissent être réduites et limitées.

Des effets transfrontaliers ne sont susceptibles d'intervenir qu'en cas d'accident avec fusion du cœur. Pour le fonctionnement normal ou les autres accidents ces effets sont négligeables. Un accident avec fusion du cœur est un événement extrême hautement improbable, qui ne pourrait survenir qu'après plusieurs défaillances des systèmes de protection et des moyens de conduite du réacteur. L'effet de la dispersion de substances radioactives jusqu'à 1000 km autour de la centrale a été étudié de façon pénalisante pour un accident avec fusion du cœur.

Après l'arrêt définitif du réacteur, le combustible usé sera retiré du réacteur et transféré vers la piscine d'entreposage, cas de la phase de préparation du démantèlement, après quoi un accident avec fusion du combustible ne sera plus possible.

6.1. Exigences en matière de conséquences radiologiques

6.1.1. Démarche d'évaluation des conséquences radiologiques

Afin de vérifier que les incidents et accidents de dimensionnement (répartis en 4 catégories), du domaine complémentaire ou des accidents avec fusion du cœur conduisent à des conséquences radiologiques limitées sur la population, y compris dans un contexte transfrontière, les résultats des calculs de doses sont comparés à des limites de doses adaptées à la situation étudiée. En effet, les initiateurs envisageables sur une installation nucléaire ne présentant pas les mêmes probabilités d'occurrence, les conséquences radiologiques encourues devront être d'autant plus limitées que la probabilité de l'accident sera élevée.

Par ailleurs, ces limites de doses sont également considérées au regard de la période de temps considérée :

- la dose associée à la phase court terme de l'accident, calculée à 24 heures et à 7 jours,
- et la dose long terme, calculée pour la population la plus radiosensible sur une durée de 50 ans.

Ces doses sont généralement évaluées à la distance correspondant aux habitations les plus proches des réacteurs sur l'ensemble du palier 900 MWe (650 m), ou aux distances conventionnelles de 2, 5 et 10 km. Les habitations les plus proches se trouvent à 900 m des réacteurs de Chinon B.

L'évaluation des conséquences radiologiques des accidents repose sur une évaluation raisonnablement pessimiste de rejets dans l'environnement tenant compte de toutes les voies de transfert depuis le combustible jusqu'aux limites de l'installation. Les doses consécutives aux rejets d'activité sont ensuite évaluées sur la base de scénarios réalistes sans tenir compte d'éventuelles actions de protection. Ces doses sont en particulier :

- la dose efficace totale (ou corps entier), court terme ou long terme,
- la dose équivalente à la thyroïde, estimée pour la phase court terme.

L'évaluation des doses efficaces prend en compte toutes les voies d'exposition internes et externes (panache, dépôts, inhalation et ingestion).

Afin de pouvoir apprécier de manière plus complète l'impact des rejets radioactifs sur l'homme et sur l'environnement, le calcul des doses est complété par une évaluation de la distance en-deçà de laquelle la contamination des denrées alimentaires (notamment du lait et des végétaux) dépasse les limites de commercialisation (Niveaux Maximaux Admissibles ou NMA) en vigueur dans l'Union Européenne.

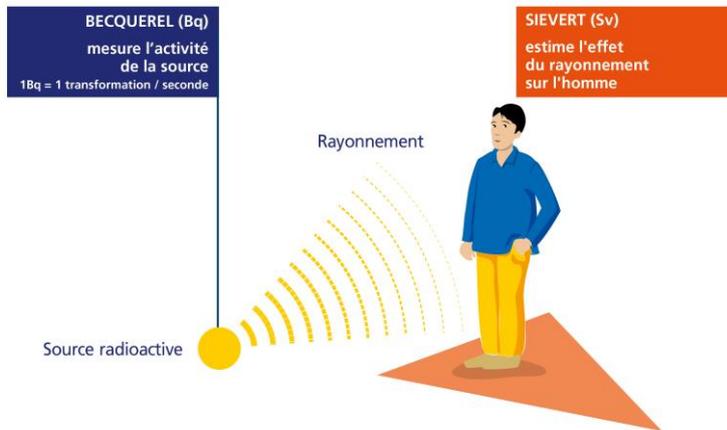
Toutes ces évaluations dosimétriques tiennent compte des incertitudes de connaissance. Aucune lacune dans les connaissances n'est apparue qui pourrait empêcher une détermination pertinente de ces doses, dont les principaux résultats sont présentés par la suite.

6.1.2. Exigences vis-à-vis des résultats

Les valeurs repères de conséquences radiologiques maximales sont :

- 1^{er} catégorie - fonctionnement normal : Respect des limites de doses fixées par le code de la santé publique ; le respect de ces valeurs est garanti par le respect des limites de rejets radioactifs fixées par les décisions de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection.
- 2^e catégorie - incidents de fréquence modérée : Respect des autorisations annuelles de rejets de la centrale pour chacun des incidents de 2^e catégorie. Les effets de ces rejets ne dépassent pas 1 mSv/an de dose efficace en limite de site.
- 3^e catégorie (accidents à fréquence très faible) : dose efficace court terme < 10 mSv.
- 4^e catégorie (accidents hypothétiques) : dose efficace court terme < 50 mSv.
- domaine complémentaire : dose efficace court terme < 50 mSv.

**RADIOACTIVITÉ ET UNITÉS DE MESURE
Becquerel, Sievert**



Ne sont illustrées ici que les deux unités les plus fréquemment employées :

• **Le becquerel (Bq)** mesure l'activité de la source, c'est-à-dire le nombre de transformations radioactives par seconde. C'est une unité extrêmement petite : par exemple, la radioactivité du granit est de 1000 Bq/kg.

• **Le sievert (Sv)** estime l'effet du rayonnement sur l'homme. Les expositions s'expriment en général en millisievert (mSv) ou en microsievert (µSv).

À titre d'exemple : en France, l'exposition d'un individu à la radioactivité naturelle est de 3 mSv en moyenne par an.

En termes d'amélioration continue, les objectifs du 4^e réexamen périodique sont de tendre vers l'absence de mise en œuvre de mesure de protection de la population (mise à l'abri, évacuation, administration d'iode stable) pour l'ensemble des accidents de dimensionnement ou du domaine complémentaire. Ainsi, les résultats sont comparés à des valeurs repères, choisies égales aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique :

- une dose efficace de 10 mSv pour la mise à l'abri,
- une dose efficace de 50 mSv pour l'évacuation,
- une dose équivalente à la thyroïde de 50 mSv pour l'administration d'iode stable.

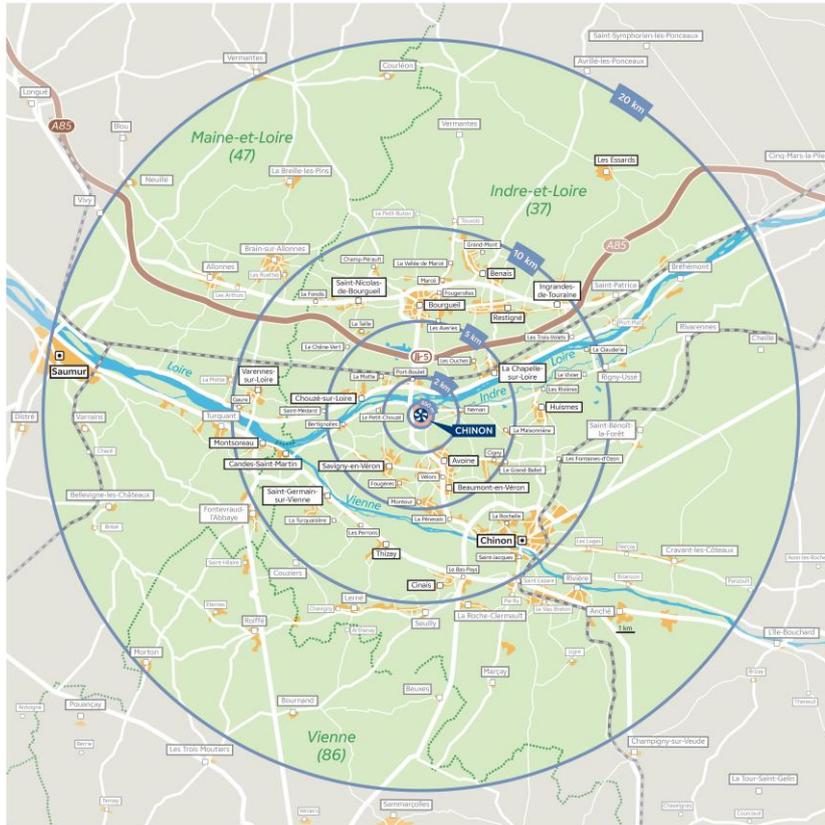
MISE À L'ABRI	PRISE DE COMPRIMÉ D'IODE	EVACUATION
Protection de l'organisme si dose prévisible CORPS ENTIER 10 mSv	Protection de la thyroïde si dose prévisible THYROÏDE 50 mSv	Protection de l'organisme si dose prévisible CORPS ENTIER 50 mSv

Pour les doses efficaces totales à long terme des accidents, la valeur de référence retenue correspond à la limite de dose figurant dans le code du travail soit 1 Sv (limite relative à la dose efficace totale reçue par un travailleur pour une durée de vie entière en cas de situation d'urgence radiologique, Article R4451-9).

6.2. Conséquences radiologiques

La carte ci-dessous permet d'apprécier les zones concernées par les distances citées dans ce paragraphe.

CENTRALE NUCLEAIRE DE CHINON (INDRE-ET-LOIRE)



Les communes des 20 km



- ▣ Sous-préfecture
- Commune
- Hameau

6.2.1. Conséquences radiologiques des accidents de dimensionnement

Résultats pour les incidents de 2^e catégorie

Les incidents de 2^e catégorie correspondent à des événements initiateurs de fréquence annuelle modérée au cours de la vie de la centrale (un incident pour au plus 100 années d'exploitation), entraînant la mise en œuvre d'un système de protection. Dans ces scénarios, l'intégrité des barrières de confinement est assurée.

Les valeurs des doses efficaces totales et des doses équivalentes à la thyroïde à court terme pour les populations les plus radiosensibles à une distance de 650 m (premières habitations pour l'ensemble du palier 900 MWe) sont très inférieures à la valeur repère de 2^e catégorie. Les résultats court terme des études des conséquences radiologiques des accidents de 2^e catégorie sont résumés ci-après pour les scénarios enveloppes de cette catégorie :

	Dose efficace totale (mSv)
Valeurs repères	1 mSv
Perte totale des Alimentations électriques externes	$5,0 \cdot 10^{-4}$ mSv
Ouverture intempestive d'une Soupape au Secondaire (OISS) ou Rupture d'une Tuyauterie Vapeur	$1,5 \cdot 10^{-3}$ mSv

Pour les accidents de 2^e catégorie, la dose efficace totale au niveau des premières habitations pour l'ensemble du palier 900 MWe est limitée à $5,3 \cdot 10^{-2}$ mSv/an.

Résultats pour les accidents de 3^e catégorie

Les accidents de 3^e catégorie correspondent à des événements initiateurs de fréquence annuelle faible au cours de la vie de la centrale (un accident pour 100 à 10 000 ans d'exploitation), pouvant conduire à des dommages limités sur un faible pourcentage d'assemblages combustibles. La structure géométrique du cœur est préservée, de sorte que le refroidissement du cœur est toujours assuré. L'intégrité de l'enclume de confinement est préservée, seule la rupture d'un tube du générateur de vapeur conduit au bypass de la 3^e barrière.

Les conséquences radiologiques à court terme de ces accidents de 3^e catégorie pour les populations les plus radiosensibles à une distance de 650 m (premières habitations pour l'ensemble du palier 900 MWe) sont les suivantes :

	Dose efficace totale (mSv)	Dose équivalente Thyroïde (mSv)
Valeurs repères	10 mSv	50 mSv
Perte de réfrigérant primaire (petite brèche de diamètre inférieur ou égal à 25 mm)	$5,7 \cdot 10^{-3}$ mSv	$1,0 \cdot 10^{-1}$ mSv
Retrait d'une seule Grappe de régulation en Puissance	$9,1 \cdot 10^{-1}$ mSv	6,9 mSv
Rupture du réservoir de contrôle volumétrique et chimique	$3,1 \cdot 10^{-2}$ mSv	$3,0 \cdot 10^{-4}$ mSv
Rupture du réservoir de stockage des effluents gazeux	$1,9 \cdot 10^{-1}$ mSv	$2,0 \cdot 10^{-2}$ mSv
Rupture d'un tube de générateur de vapeur (RTGV)	$8,9 \cdot 10^{-1}$ mSv	7,9 mSv

Par ailleurs, les conséquences radiologiques long terme sont évaluées pour l'adulte, à 2 km du point de rejet, sur une durée de 50 ans après l'accident. Les doses obtenues pour l'accident de 3^e catégorie le plus pénalisant respectent les valeurs repères : en cas de rupture d'un tube de générateur de vapeur de 3^e catégorie, la dose efficace totale est évaluée à environ 4 mSv.

Résultats pour les accidents de 4^e catégorie

Les accidents de 4^e catégorie correspondent à des événements initiateurs hypothétiques (un accident pour 10 000 à 1 000 000 ans d'exploitation). Ces accidents représentent les accidents enveloppes de conception qui peuvent conduire à des dommages sur les assemblages combustibles. La structure géométrique du cœur n'est cependant pas détériorée, de sorte que le refroidissement du cœur reste convenablement assuré, et les systèmes dont la fonction est de limiter les conséquences de l'accident restent disponibles.

Les conséquences radiologiques à court terme de ces accidents pour les populations les plus radiosensibles à une distance de 650m (premières habitations pour l'ensemble du palier 900 MWe) sont les suivantes :

	Dose efficace totale (mSv)	Dose équivalente Thyroïde (mSv)
Valeurs repères	50 mSv	50 mSv
Accident de manutention du combustible	2,6 mSv	1,3 mSv
Rupture Importante d'une Tuyauterie Vapeur	$2,0 \cdot 10^{-2}$ mSv	$1,4 \cdot 10^{-1}$ mSv
Rotor Bloqué d'une Pompe Primaire	$4,0 \cdot 10^{-1}$ mSv	3,6 mSv
Ejection d'une grappe de régulation	1,2 mSv	10 mSv
Rupture d'un tube de générateur de vapeur cumulée avec une soupape bloquée ouverte (RTGV catégorie IV)	7,2 mSv	100 mSv
Accident de Perte Réfrigérant Primaire (APRP)	3,5 mSv	35 mSv

L'accident de rupture d'un tube de générateur de vapeur amène à une dose équivalente à la thyroïde de 55 mSv au niveau des premières habitations pour le site de Chinon (900m), et inférieure à 50 mSv au-delà d'1 km. Afin de limiter le dépassement de la valeur repère de la dose équivalente thyroïde, des mesures de maîtrise des risques ont été prises. Il s'agit notamment de l'abaissement de la limite de radioactivité de l'eau du circuit primaire et de la modification de la conduite de cet accident (voir § 6.3.1).

Par ailleurs, les conséquences radiologiques long terme sont évaluées pour l'adulte, à 2 km du point de rejet, sur une durée de 50 ans après l'accident. Les doses obtenues pour l'accident de catégorie IV le plus pénalisant respectent les valeurs repères : en cas de RTGV de 4^e catégorie, la dose efficace totale est évaluée à moins de 30 mSv à l'organisme entier.

Conclusions pour le domaine de dimensionnement

Pour les accidents de 2^e catégorie, les conséquences radiologiques au niveau des premières habitations sont faibles (dose efficace à court terme très inférieure à 1 mSv).

Pour les accidents de 2^e catégorie, la contamination des denrées alimentaires à destination de l'alimentation humaine ne dépasse pas les seuils de commercialisation au-delà de 1 km, et est inférieure à ce seuil au bout d'un an.

Les objectifs relatifs aux conséquences radiologiques des accidents de 3^e et 4^e catégories sont atteints. Les résultats de la RTGV de 4^e catégorie sont améliorés par des dispositions de maîtrise de risque en réponse au dépassement observé sur la valeur repère concernant la dose équivalente thyroïde à moins de 1 km des réacteurs pour ce scénario. Les mesures de maîtrise des risques sont présentées au § 6.3.1.

Pour les situations de 3^e et 4^e catégories, seul le scénario de RTGV de 4^e catégorie conduit à une contamination des denrées alimentaires dépassant les seuils de commercialisation au-delà de 10 km à 7 jours. Cette situation serait limitée dans le temps : au bout de 2 ans, quel que soit l'accident considéré, il n'y a plus de dépassement des Niveaux Maximaux Admissibles (NMA).

■ **Incidence transfrontalière des accidents de dimensionnement**

Au regard des distances associées pour les effets estimés ci-dessus, en cas d'accident de dimensionnement aucune incidence particulière n'est envisagée pour les Etats voisins, ni à court terme, ni par effet de cumul à long terme.

6.2.2. Conséquences radiologiques des accidents du domaine complémentaire

Les études du domaine complémentaire n'étaient pas prévues au moment de la conception initiale des réacteurs de Chinon. Ces études traitent les scénarios de cumul indépendant de défaillances considérés comme plausibles, bien que très peu fréquents (au moins un accident tous les ~5 000 000 ans d'exploitation). Les scénarios sont identifiés par leur fréquence d'occurrence, établie grâce aux études probabilistes de sûreté (EPS). Ensuite, afin de sécuriser ces situations de cumul de défaillances, une disposition complémentaire est définie et des exigences de sûreté lui sont associées, pour garantir sa disponibilité fonctionnelle et réduire la fréquence de ce scénario. Cette démarche a permis d'identifier plus de 30 dispositions d'amélioration non prévues à la conception.

Les études des conséquences radiologiques des accidents du domaine complémentaire ont pour but de démontrer la sûreté nucléaire de l'installation, et de vérifier que leurs conséquences radiologiques respectent, compte tenu de leur fréquence d'occurrence, les valeurs repères de la 4^e catégorie des accidents de dimensionnement.

L'objectif des calculs de conséquences radiologiques des accidents du domaine complémentaires est de démontrer que les relâchements de produits radioactifs à l'extérieur de la centrale, ont, compte-tenu de la mise en œuvre des dispositions complémentaires retenues, des conséquences limitées pour les personnes du public et l'environnement.

Les résultats des études des conséquences radiologiques des accidents du domaine complémentaire sont résumés ci-après. Pour les accidents non mentionnés, les conséquences radiologiques sont enveloppées par celles présentées.

Les conséquences radiologiques à court terme de ces accidents pour les populations les plus radiosensibles à une distance de 650 m (premières habitations pour l'ensemble du palier 900 MWe) sont les suivantes :

	Dose efficace totale (mSv)	Dose équivalente Thyroïde (mSv)
Valeurs repères	50 mSv	50 mSv
Accident de perte du RRA réacteur à l'arrêt	$2,3 \cdot 10^{-1}$ mSv	3,8 mSv
Perte de refroidissement de la piscine du bâtiment combustible	$8,5 \cdot 10^{-3}$ mSv	$1,5 \cdot 10^{-1}$ mSv
Accident de Perte Totale des Alimentations Electriques (PTAE) ou perte des tableaux LH	$3,6 \cdot 10^{-2}$ mSv	$2,2 \cdot 10^{-1}$ mSv

Par ailleurs, les conséquences radiologiques à long terme sont évaluées pour l'adulte, à 2 km du point de rejet, sur une durée de 50 ans après l'accident. Les doses obtenues pour l'accident du domaine complémentaire le plus pénalisant respectent les valeurs repères : en cas de perte du RRA réacteur à l'arrêt, la dose efficace totale est évaluée à moins de 1,0 mSv à l'organisme entier.

Les doses obtenues respectent les valeurs repères du domaine complémentaire, et aucune mesure de protection de la population n'est nécessaire.

Pour les situations du domaine complémentaire, la contamination des denrées alimentaires à destination de l'alimentation humaine ne dépasse pas les seuils de commercialisation au-delà de 5 km à 7j, et est inférieure à 1km au bout d'un an.

■ ***Incidence transfrontière des accidents du domaine complémentaire***

Au regard des distances associées pour les effets estimés ci-dessus, en cas d'accident du domaine complémentaire aucune incidence particulière n'est envisagée pour les Etats voisins, ni à court terme, ni par effet de cumul à long terme.

6.2.3. Conséquences radiologiques des accidents hypothétiques avec fusion du cœur

Les dispositions prises lors de la conception initiale du réacteur ainsi que celles mises en œuvre durant l'exploitation notamment lors des réexamens périodiques (voir § 6.3.4), rendent hautement improbable l'occurrence d'un accident avec fusion du cœur du réacteur qui supposerait l'échec des moyens de prévention mis en œuvre. Néanmoins, les conséquences d'un tel « accident avec fusion du cœur hypothétique » sont étudiées au titre des niveaux 4 et 5 du concept de défense en profondeur (voir § 4.2.1). Pour ces études, il est postulé qu'un accident avec fusion du cœur est intervenu, c'est-à-dire qu'une séquence d'événements a conduit à une fusion au moins partielle du cœur et qu'au-delà de la perte de la première barrière (les crayons de combustible), il peut conduire à la perte de la deuxième barrière (le circuit primaire dont la cuve).

Phénomènes associés à la fusion du cœur en lien avec la perte des deux premières barrières de confinement

La perte prolongée du refroidissement du cœur du réacteur peut conduire en l'absence d'eau dans la cuve à des accidents avec fusion du combustible. En effet, le combustible en cuve pourrait atteindre des températures conduisant à la fusion du métal le constituant (pastilles et gaines), mais également du métal avoisinant (grappes de contrôle, ou structures), jusqu'au percement du fond de la cuve. L'agglomérat de métal sous forme d'un liquide visqueux issu de ce processus s'appelle **le corium**.

Les accidents avec fusion du cœur mettent en jeu des phénomènes physiques complexes et sont susceptibles de conduire à des rejets de substances radioactives dans l'environnement. Notamment, certains phénomènes physiques dans ces situations pourraient conduire, en cas d'absence de disposition adaptée, à la dégradation de l'intégrité de la troisième barrière.

Les rejets susceptibles de résulter de ces accidents avec fusion du cœur vont dépendre d'un grand nombre de paramètres dont l'inventaire du cœur combustible en produits de fission, la cinétique de relâchement des radionucléides dans l'enceinte, leur nature (gaz ou aérosols), leur comportement dans l'enceinte (agglomération, réaction chimique, dépôt), les débits de fuite vers l'environnement. Pour évaluer l'activité rejetée lors d'un accident avec fusion du cœur, il est retenu un ensemble de paramètres qui majore les rejets dans l'environnement et une fusion totale du cœur. Ainsi, des marges sont prises pour s'assurer du caractère pénalisant des calculs.

Les conséquences radiologiques à **court terme** (7 jours) de ces accidents pour les populations les plus radiosensibles sont les suivantes :

Dose efficace totale à 2 km (mSv)	Dose efficace totale à 5 km (mSv)	Dose équivalente thyroïde à 10 km (mSv)
28,5 mSv	4,7 mSv	13,4 mSv

Considérant les seuils associés aux mesures de protection des populations (voir §6.1.2), ces résultats montrent que pour un tel accident avec fusion du cœur les mesures de protection de la population à 7 jours ne sont pas nécessaires au-delà de 2 km pour l'évacuation, au-delà de 5 km pour la mise à l'abri et de 10 km pour la prise d'iode stable.

Par ailleurs, les conséquences radiologiques **long terme** évaluées pour l'adulte, à 10 km du point de rejet, sur une durée de 50 ans après l'accident sont de 18,7 mSv.

Enfin, dans la situation extrême d'accident de fusion du cœur, les évaluations montrent que les dispositions prises à la conception pour réduire les conséquences sur l'environnement (voir § 6.3.4) limitent la contamination des surfaces agricoles dans l'espace et dans le temps (inférieur à 20 km au bout d'un an).

■ **Incidence transfrontière des accidents avec fusion du cœur**

Les effets transfrontaliers liés à la dispersion atmosphérique de substances radioactives sont à apprécier au regard des conséquences radiologiques, spécifiques à chaque pays, que l'on exprime en dose efficace totale (ou corps entier), long terme (50 ans) pour les enfants et les adultes. Ainsi, le tableau ci-dessous illustre ces effets pour les pays jusqu'à une distance de 1000 km de la centrale de Chinon B, en présentant les résultats les plus pénalisants observés pour chaque pays.

Ces calculs de dispersion dans l'atmosphère à longue distance des émissions de la centrale de Chinon B sont estimés sur la base de coefficients de transfert atmosphérique issus d'observations météorologiques sur une période de 5 ans. Ces coefficients prennent en compte la topographie, les conditions météorologiques (principalement le vent) et l'appauvrissement des concentrations par les processus de dépôts à mesure de l'éloignement de la source.

Pays	Distance minimale à la source (km)	Dose efficace totale long terme enveloppe (mSv)			
		Très jeune enfant [1 an ; 2 ans [Jeunes Enfants [2 ans ; 7 ans [Enfant [7 ans ; 12 ans [Adulte [17 ans et plus [
Royaume-Uni	385	0,12	0,12	0,11	0,10
Belgique	420	0,15	0,15	0,14	0,14
Suisse	455	0,05	0,05	0,05	0,04
Espagne	455	0,07	0,08	0,07	0,07
Luxembourg	490	0,12	0,13	0,12	0,12
Pays-Bas	505	0,10	0,10	0,09	0,09
Allemagne	520	0,08	0,08	0,08	0,07
Italie	530	0,02	0,02	0,02	0,02
Liechtenstein ¹⁴	703	0,04	0,04	0,03	0,03
Autriche	705	0,04	0,04	0,03	0,03
Irlande	720	0,05	0,05	0,04	0,04
Portugal	790	0,01	0,01	0,01	0,01
République Tchèque	935	0,03	0,03	0,03	0,03
Slovénie	1010	0,02	0,02	0,02	0,02
Danemark	1035	0,03	0,03	0,03	0,03
Croatie	1035	0,01	0,01	0,01	0,01

A titre de comparaison, en France, l'exposition d'un individu à la radioactivité naturelle est de 3 mSv en moyenne par an. La moyenne européenne est de 3,2 mSv par an ; elle varie suivant les pays entre 1,5 et 6,2 mSv par an.

La valeur de dose enveloppe est obtenue pour la Belgique et correspond à environ 0,15 mSv sur 50 ans pour le très jeune et le jeune enfant. En comparaison, la radioactivité naturelle de la Belgique est de 2,7 mSv par an.

Il est à noter que les doses radiologiques diminuent avec la distance. Ainsi, pour des pays transfrontaliers qui seraient plus éloignés que ceux déjà cités ci-dessus, les conséquences radiologiques seraient moindres.

Au regard des résultats ci-dessus, en cas d'accident avec fusion du cœur de l'un des 4 réacteurs 900MWe du site de Chinon B, les effets transfrontaliers liés à la dispersion atmosphérique de substances radioactives sont négligeables, à court terme, comme par effet de cumul à long terme.

¹⁴ Les estimations du Liechtenstein sont interpolées des résultats de la Suisse et de l'Autriche.

6.3. Mesures de maîtrise des risques radiologiques

Au regard de la démarche de sûreté expliquée au § 4.2.1, l'installation a été conçue avec de nombreuses dispositions mises en place dans l'objectif de réduire les risques associés aux conséquences radiologiques. Ces dispositions de conception ont été complétées par des dispositions complémentaires afin de réduire le risque de certains accidents liés à un cumul de défaillances. Les réacteurs de Chinon B ont déjà connu plusieurs réexamens périodiques, des retours d'expériences et des retombées d'amélioration continue qui ont complété ces dispositions visant à maintenir le réacteur dans un état sûr.

Les dispositions du 4^e réexamen périodique concernant la maîtrise des risques radiologiques sont nombreuses, eu égard aux objectifs ambitieux pris par EDF et fixés par l'ASNR dans le cadre de l'instruction de ces objectifs (voir §1.2 et 2.3.1).

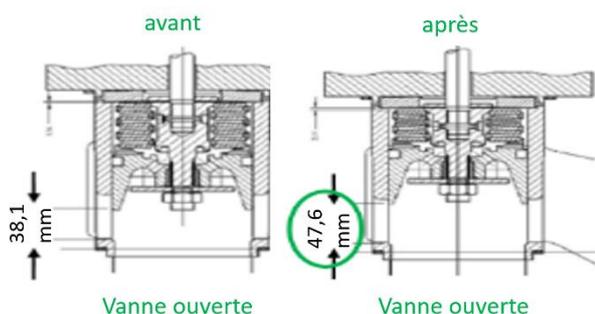
6.3.1. Principales mesures concernant les accidents sans fusion du cœur

Les principales dispositions d'exploitation et/ou de conception liées au 4^e réexamen périodique de Chinon B qui contribuent à l'objectif de réduction des conséquences radiologiques des accidents sans fusion du cœur sont :

- Augmentation des débits des vannes d'évacuation de vapeur

Description de la disposition

En situation accidentelle, afin de limiter la durée de l'accident et les éventuels rejets radioactifs associés, la capacité de décharge de la vapeur à l'atmosphère des vannes du circuit GCTa est accrue pour refroidir plus vite le réacteur. Pour ce faire, la structure interne de la vanne GCTa est modifiée.



Éléments de pédagogie

Le circuit dénommé GCTa sert à évacuer directement dans l'atmosphère la vapeur produite par les générateurs de vapeur ; il permet de piloter le refroidissement du réacteur par les GV quand la vapeur produite est insuffisante pour entrainer la turbine ou quand la turbine est indisponible. Il est ainsi utilisé à chaque arrêt ou démarrage. Il est aussi utilisé en situation incidente ou accidentelle pour refroidir le réacteur.

- Abaissement de la limite de radioactivité de l'eau du circuit primaire

Description de la disposition

Les réacteurs de Chinon B intègrent dans leurs spécifications d'exploitation un abaissement de la limite d'activité du circuit primaire en équivalent Iode 131 lors des transitoires de puissance en fonctionnement normal de 150 à 80 GBq/t. L'objectif est d'exploiter les réacteurs avec un niveau de propreté radiologique accru de l'eau du circuit primaire afin de réduire en particulier les conséquences radiologiques de l'accident de RTGV de 4^e catégorie.

Cette disposition permet de réduire l'activité des éventuels rejets radioactifs et leurs conséquences radiologiques (dose efficace et

Éléments de pédagogie

Naturellement, l'eau du circuit primaire est faiblement chargée en activité liée aux limites technologiques de conception des gaines du combustible. Les exigences de propreté radiologique du circuit primaire assurent également une surveillance de l'intégrité des assemblages combustibles.

équivalente à la thyroïde à court terme et sur la dose efficace moyen et long terme) de tous les accidents sans rupture de gaine de combustible dont l'accident de rupture de tube de générateur de vapeur le plus pénalisant.

- Modification de la conduite de l'accident de RTGV 4.

Description de la disposition

EDF a engagé une évolution de la conduite du transitoire de RTGV 4, visant à améliorer les conditions d'arrêt de l'Injection de Sécurité. Cette évolution, qui répond également à une prescription de l'ASNR au vu des conclusions de la phase générique du 4^e réexamen, permet de réduire de plusieurs dizaines de m³ le volume de rejets liquides dans l'étude RTGV 4 du Rapport de Sûreté.

De plus, des dispositions ont déjà été mises en œuvre pour limiter le volume de rejets liquides :

- Isolement automatique de l'appoint en eau par le système d'alimentation de secours des Générateurs de Vapeur (ASG) vers le générateur de vapeur défaillant, qui évite d'accroître le risque de rejets liquide.
 - Vidange par l'opérateur du générateur de vapeur défaillant en utilisant le système des purges des Générateurs de Vapeur (APG).
- Mise en œuvre du dispositif EAS-ND en substitution des systèmes RIS/EAS.

Description de la disposition

En cas de défaillance des systèmes RIS/EAS utiles à la gestion d'un Accident par Perte de Réfrigérant Primaire (APRP), l'utilisation du système d'appoint EAS-ND permet de maintenir l'inventaire en eau du circuit primaire, et ainsi éviter des rejets associés à un accident avec fusion du cœur. Les conséquences radiologiques de la situation dite « H4 » (APRP avec défaillance du RIS ou de l'EAS en recirculation) s'améliore pour se rapprocher de l'événement initiateur d'APRP tel qu'étudié dans le domaine de dimensionnement (cf. § 6.2).

Les exigences d'exploitation sont adaptées pour valoriser cette disposition complémentaire

Éléments de pédagogie

L'injection de sécurité est un système d'appoint au circuit primaire visant à compenser les pertes en eau, en situation accidentelle de rupture du circuit primaire ou des tubes d'un générateur de vapeur. Son démarrage est la plupart du temps automatique. Son arrêt est une action de l'opérateur qui se fait sur des critères en lien avec une bonne maîtrise de l'inventaire en eau du circuit primaire.

Éléments de pédagogie

Le dispositif EAS-ND fait partie d'un ensemble de nouveaux systèmes destinés à la gestion de scénarios d'agressions externes extrêmes de type « Noyau Dur » (voir §6.3.2).

6.3.2. Principales mesures concernant les agressions

Les agressions considérées sont celles identifiées dans la réglementation (arrêté INB) :

- les agressions internes : incendie, explosion, inondation, défaillance d'équipements sous pression, collision et chute de charge, interférences électromagnétiques, émissions de substances dangereuses, actes de malveillance,
- les agressions externes (naturelles ou d'origine humaine) : séisme, conditions météorologiques ou climatiques extrêmes (inondation, neige, canicule, grands froids, grands vents, tornades), agression venant du cours d'eau ou de la mer (frasil, prise en glace, colmatants, nappe d'hydrocarbures, ensablement, étiage, crue), foudre et interférences électromagnétiques, incendie, risques industriels de proximité (explosion, substances dangereuses), chute accidentelle d'avion, actes de malveillance.

Les dispositions d'exploitation et/ou de conception du 4^e réexamen périodique de Chinon B qui contribuent à l'objectif de réduction des conséquences radiologiques des accidents liés aux agressions visent à s'assurer que les systèmes devant assurer les trois fonctions de sûreté (contrôle de la réaction nucléaire en chaîne dans le réacteur, refroidissement

du combustible, confinement des substances radioactives) restent disponibles pour assurer le maintien du réacteur dans un état sûr en cas d'agression. Il s'agit donc principalement de mesures de protection ou de renforcement des systèmes vis-à-vis de l'agression. Ainsi, ces dispositions contribuent principalement à réduire les risques associés à des conséquences de fusion du cœur dont les effets sur l'environnement sont précisés en § 6.2.3.

À titre d'exemple les dispositions liées à l'incendie, principal risque industriel, sont précisées ci-dessous.

Incendie

Les dispositions relatives à l'incendie visent à l'amélioration de la résistance au feu d'éléments de sectorisation :

Description de la disposition

Les dispositions envisagées permettent d'améliorer la résistance au feu de certains composants (portes coupe-feu, éléments de sectorisation incendies, protection incendie de câbles électriques...) ou de diminuer l'ampleur ou l'intensité d'un éventuel incendie. Ces dispositions consistent notamment à remplacer des éléments de sectorisation incendie (portes coupe-feu par exemple) par des éléments dotés d'une résistance au feu plus importante. Elles consistent également à protéger des câbles avec un enrubannage résistant au feu, ou encore à diminuer les charges calorifiques. Ce faisant ces matériels contribuent à éviter la fusion du cœur du réacteur et les rejets potentiellement associés pour certains incendies.

Éléments de pédagogie

La **démarche de sectorisation** consiste à définir des zones, un secteur, où la propagation du feu ne remet pas en cause le principe de redondance des fonctions de sûreté, et à assurer qu'un feu initié dans un secteur reste confiné dans ce secteur.

Situations d'agression externe extrême

Par ailleurs, dans le cadre du réexamen périodique de Chinon, le déploiement du « Noyau Dur » permet de faire face à des agressions naturelles externes à l'installation et d'intensité extrême, allant, au titre de la démonstration de sûreté, au-delà des niveaux d'exigence retenus jusqu'ici.

Le Noyau Dur est un ensemble de moyens matériels fixes et robustes complétés par des moyens mobiles visant à éviter des rejets radioactifs massifs et des effets durables dans l'environnement pour des situations extrêmes consécutives à une agression naturelle externe extrême. Il s'agit principalement de situation de séisme, d'inondation externe et des phénomènes associés (foudre, grêle, grands vents, pluies de forte intensité), ou encore de la tornade.

Pour faire face à ces situations extrêmes, sur chaque réacteur de Chinon B des dispositions d'approvisionnement en eau et en électricité, robustes aux agressions, indépendantes des installations existantes, et diversifiées, ont été installées :

- une source électrique de secours supplémentaire : **le Diesel d'Ultime Secours (DUS)**,
- une source d'eau diversifiée (SEG).



Diesel d'Ultime Secours (DUS) de 3 MWe



Source d'eau diversifiée (SEG)

Côté réacteur, ces situations extrêmes peuvent conduire à des pertes de fonctionnement de certains matériels, comme ceux liés aux sources électriques et/ou aux systèmes de refroidissement associés à la source froide (Loire). Ce sont alors les matériels du Noyau Dur qui continuent à assurer les fonctions de sûreté : une partie de l'alimentation de secours des générateurs de vapeur est qualifiée et robuste aux conséquences de ces situations extrêmes pour assurer la fonction de **Refroidissement secondaire du Noyau Dur (ASG-ND)**. L'alimentation électrique se fait par le **Diesel d'Ultime Secours (DUS)**, via un tableau de basculement de source dédié installé dans le cadre de la disposition, et associé à la **source d'eau diversifiée (SEG)**, qui joue alors le rôle de source froide de substitution. Tous ces matériels contribuent à éviter la fusion du cœur du réacteur et les rejets potentiellement associés dans ces situations extrêmes.

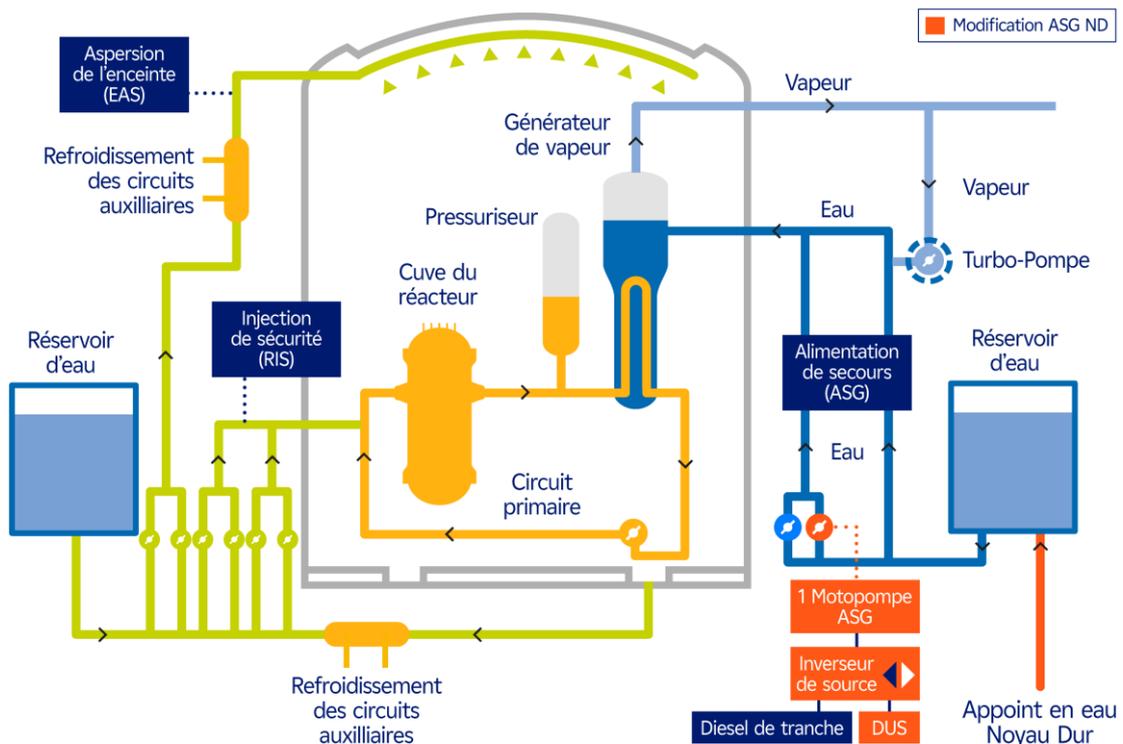


Schéma de principe de la disposition ASG-ND

6.3.3. Principales mesures concernant l'entreposage des assemblages combustibles

Les principales dispositions d'exploitation et/ou de conception liées au 4^e réexamen périodique de Chinon B qui contribuent à l'objectif de réduction des conséquences radiologiques des accidents liés à l'entreposage des assemblages combustibles dans le bâtiment combustible sont :

Incendie

En cas d'incendie, afin d'éviter la perte des 2 voies de refroidissement, EDF a prévu l'ajout d'un dispositif pare-flamme permettant d'écarter le risque de propagation d'un incendie d'une pompe du circuit de refroidissement à l'autre.

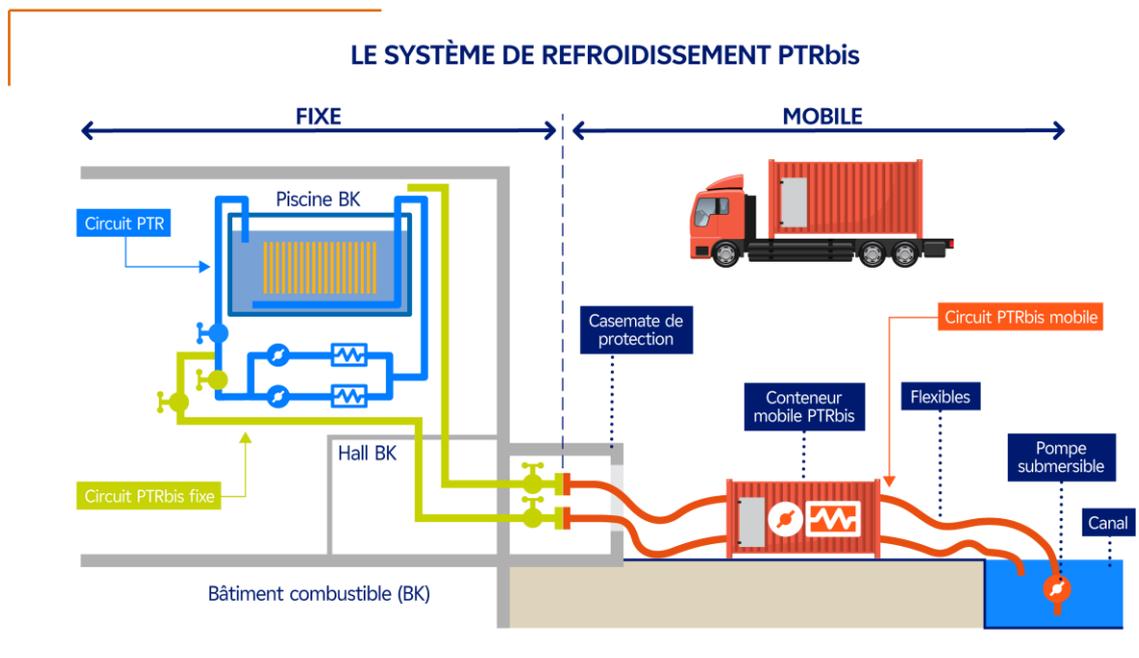
Transposition des situations d'accident sur l'EPR FLA3 aux centrales du palier 900 MWe

L'évaluation du comportement des piscines combustibles des centrales 900 MWe, dont les réacteurs de Chinon B font partie, vis-à-vis des scénarios accidentels retenus pour l'EPR Flamanville 3 et non pris en compte à la conception initiale, a montré leur bon niveau de robustesse actuelle. Pour l'améliorer encore, le doublement du dispositif d'isolement automatique de la ligne d'aspiration du circuit de refroidissement normal de la piscine est proposé.

Situations d'agression externe extrême

Côté entreposage du combustible, ces situations extrêmes peuvent conduire à des pertes de fonctionnement de certains matériels, potentiellement associés à une situation de perte totale de refroidissement. Ce sont les matériels du Noyau Dur, qualifiés et robustes aux conséquences de ces situations extrêmes, qui continuent alors à assurer les fonctions de sûreté. Dans ces situations extrêmes :

- la **source d'eau diversifiée (SEG)** permet de compléter les moyens d'appoint aux piscines du bâtiment réacteur et du bâtiment combustible. Cet appoint permet de compenser l'évaporation et de maintenir le refroidissement des assemblages de combustible en les maintenant sous eau ;
- à long terme, le **système de refroidissement supplémentaire (PTR-bis)** permet le retour à une situation de refroidissement de la piscine d'entreposage du bâtiment combustible avec arrêt de l'ébullition.



6.3.4. Principales mesures concernant les accidents avec fusion du cœur

Les principales dispositions d'exploitation et/ou de conception du 4^e réexamen périodique de Chinon B qui contribuent à l'objectif de réduction des conséquences radiologiques des accidents avec fusion du cœur sont issues d'une démarche de conception dédiée à ces accidents, inspirée de la conception de l'EPR. Dans cette situation, les deux premières barrières de confinement sont considérées endommagées et l'objectif de sûreté est alors de préserver l'étanchéité de la 3^e barrière, l'enceinte de confinement, pour éviter la dispersion de produits radioactifs dans l'environnement.

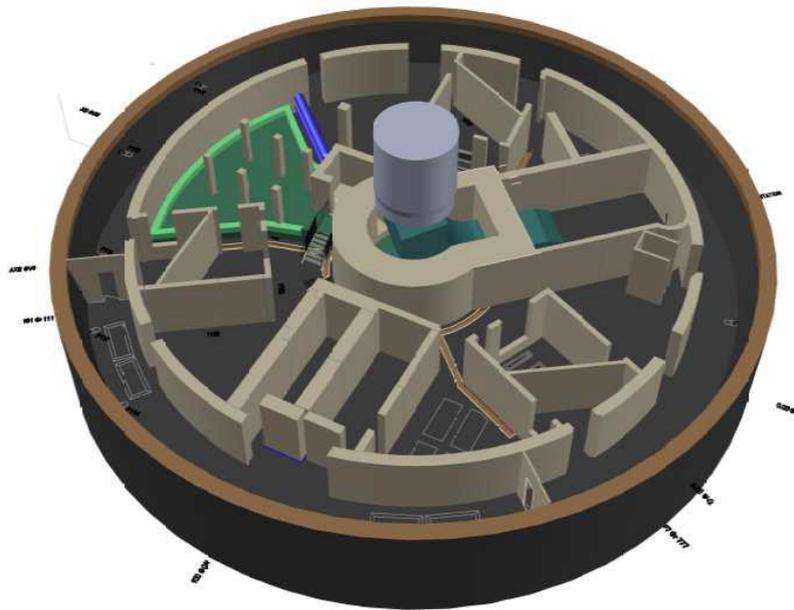
La gestion des accidents avec fusion du cœur vise à laisser le corium s'étaler « à sec », c'est-à-dire sans eau, sur le fond du bâtiment réacteur, le radier. Ainsi étalé, il offre une surface d'échange importante et peut être stabilisé par un apport d'eau borée, qui va le refroidir et à terme rendre solide toute la couche de corium étalée. Cette stratégie permet de :

- garantir l'absence de percée du radier du bâtiment réacteur. En effet le corium, s'il n'est pas stabilisé, provoque un phénomène d'érosion du radier ;
- limiter la pressurisation lente de l'enceinte, et donc exclure l'ouverture de l'évent filtré de l'enceinte pour sa décompression ;
- maîtriser des phénomènes physiques en accident avec fusion du cœur (risque de combustion hydrogène notamment).

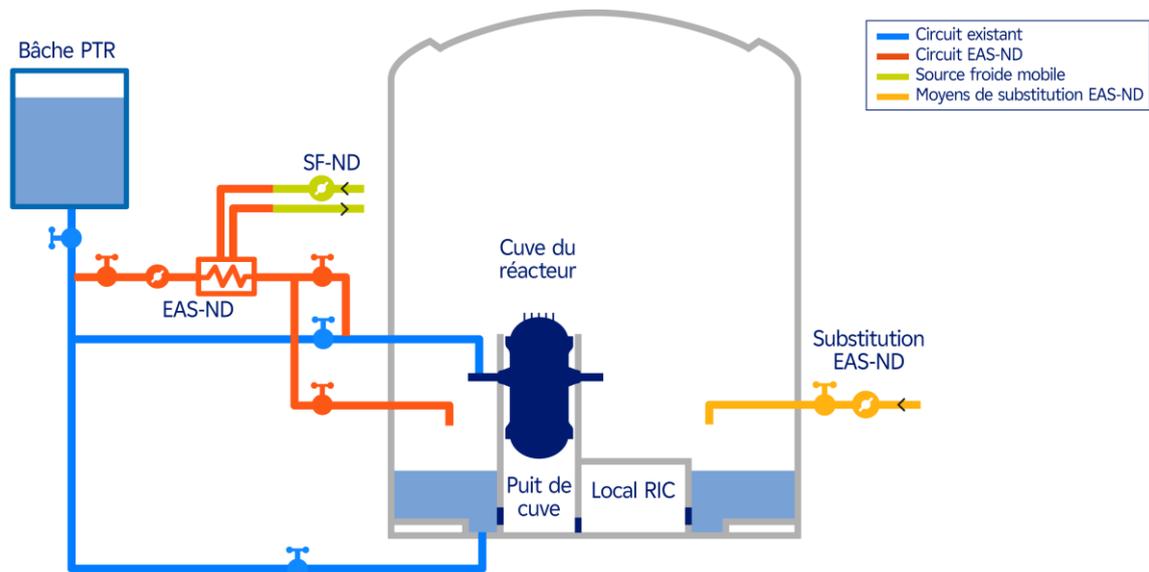
Ainsi, les dispositions mises en œuvre dans le cas d'un accident avec fusion du cœur sur un réacteur de Chinon B sont :

- **La création d'une aire d'étalement à sec du corium** au sein d'une zone de récupération dédiée située sous la cuve du réacteur : zone « Puits de Cuve » et Local d'Instrumentation du Cœur situé dans le prolongement.
- **La mise en place du système passif de noyage du corium** constitué d'un dispositif de trappes passives libérant l'eau préalablement injectée dans les puisards du bâtiment réacteur par le système d'aspersion de l'enceinte EAS secouru par les deux groupes électrogènes de secours, ou, pour les situations d'agressions extrêmes, le nouveau dispositif « Noyau Dur » EAS-ND secouru par le Diesel d'Ultime Secours (DUS).
- **La mise en place d'un système de refroidissement du corium**, associé au système EAS-ND, qui permet d'évacuer la puissance résiduelle du corium sans ouverture du filtre de décompression de l'enceinte de confinement.
- La ré-injection dans le bâtiment réacteur d'hypothétiques fuites d'eau du dispositif EAS-ND.
- **La décontamination de l'eau du bâtiment réacteur** grâce à une unité mobile de traitement des eaux contaminées.

Locaux utilisés pour l'étalement du Corium (puits de cuve et local d'instrumentation du cœur)



REFROIDISSEMENT EN SITUATION DE FUSION DU CŒUR

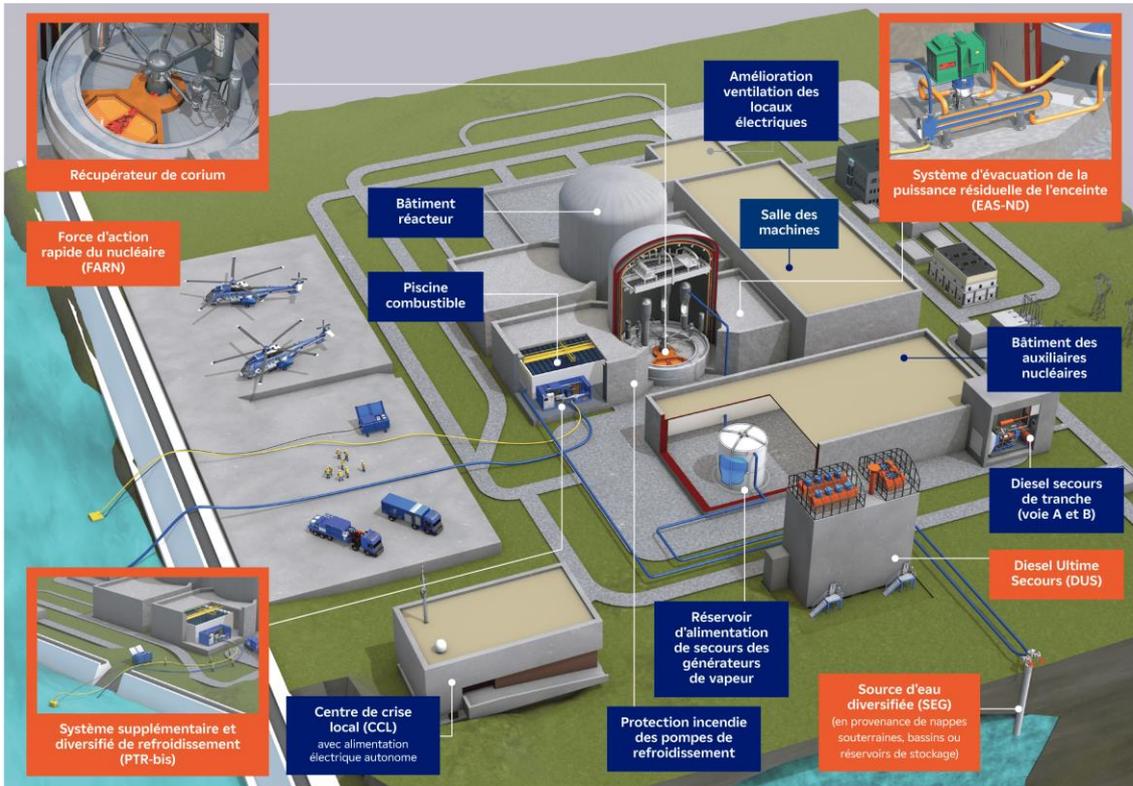


La disposition « EAS-ND » met en œuvre :

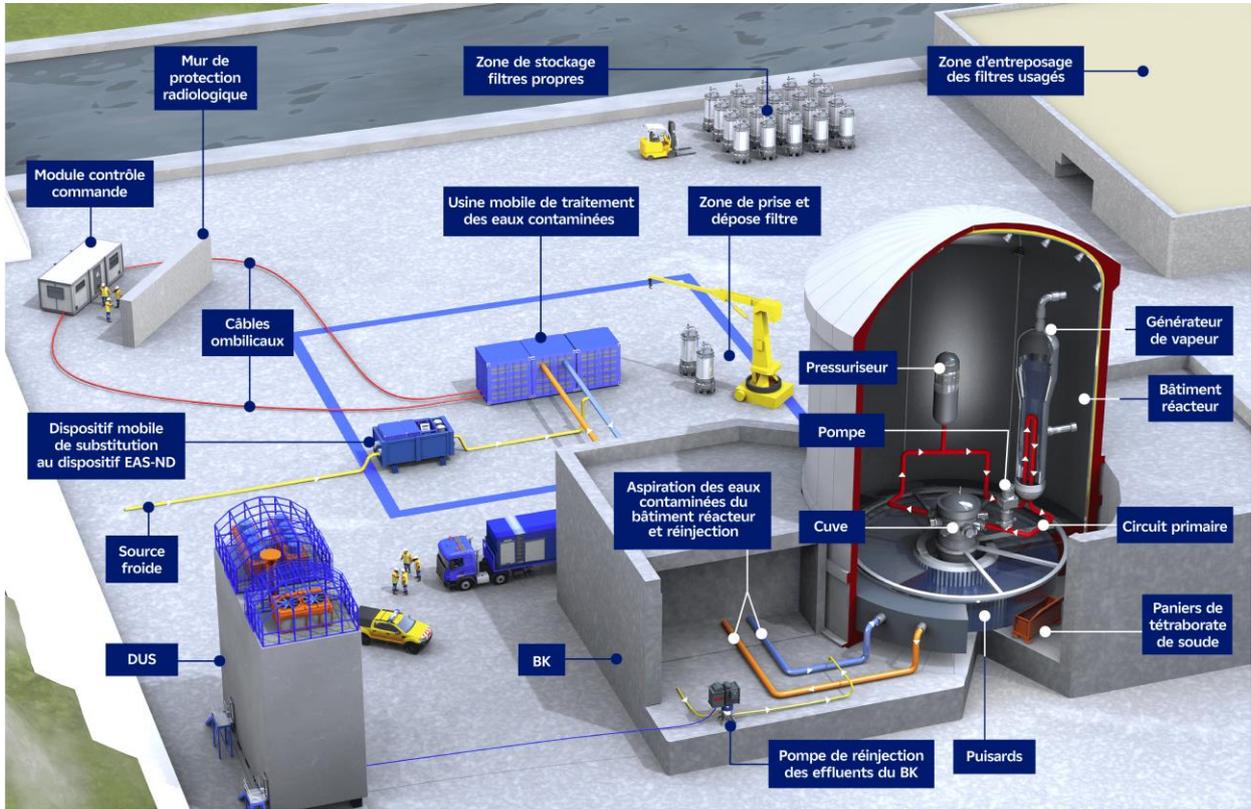
- une pompe (alimentée par le diesel DUS),
- un échangeur qui permet l'évacuation de la chaleur contenue dans l'enceinte,
- une source froide Noyau Dur (SF-ND) composée d'un moyen de pompage mobile.

Les matériels mobiles des systèmes du Noyau Dur sont mis en œuvre par la **Force d'Action Rapide du Nucléaire (FARN)**. Issue du retour d'expérience de l'accident de la centrale de Fukushima Daiichi, la FARN est composée de 300 agents EDF formés et prêts à intervenir sur tout site nucléaire français le nécessitant, au plus tard 24 heures après le début de l'accident.

Principales dispositions du Noyau Dur



Décontamination de l'eau du bâtiment réacteur après un accident avec fusion du cœur





7. SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

Centrale nucléaire de Chinon B
Copyright EDF

7.1. Mesures de surveillance associées au fonctionnement normal

EDF dispose de différents programmes de surveillance de l'environnement. Il n'est pas envisagé d'évolution notable des inconvénients que la centrale de Chinon B présente pour les intérêts protégés dans les dix prochaines années, aussi, les programmes de surveillance de l'environnement se poursuivront de la même manière qu'aujourd'hui. Les mesures de surveillance sont décrites dans la suite de ce paragraphe.

■ **Air et facteurs climatiques**

Les rejets d'effluents chimiques à l'atmosphère du site font l'objet d'une estimation annuelle, jointe au rapport environnement annuel. :

- les rejets d'oxydes de soufre établis notamment à partir de la consommation de combustible des groupes électrogènes de secours, du type de combustible utilisé, de la nature de l'équipement et des conditions d'exploitation ;
- les rejets de formol et de monoxyde de carbone liés au remplacement des calorifuges ;
- les rejets des substances volatiles liées au conditionnement des circuits secondaires (éthanolamine, ammoniac);
- les émissions de gaz à effet de serre et de fluides frigorigènes.

Une surveillance météorologique est aussi effectuée par le site de Chinon au moyen d'une station automatique (acquisition des mesures de température et pluviométrie) et d'un mât météo de 10 mètres de hauteur pour les mesures de direction et de vitesse de vent.



Exemples d'équipements pour les mesures de pluviométrie, température et vent ©EDF

■ **Eaux de surface**

- Les prélèvements et la consommation d'eau sont suivis soit par calcul, soit via des dispositifs de mesure permettant de déterminer les débits et volumes d'eau prélevés dans la Loire et dans la nappe.
- Les rejets liquides (y compris les rejets thermiques et la dispersion de micro-organismes pathogènes) font l'objet de contrôles réguliers via notamment un laboratoire de contrôle des effluents et les stations de surveillance de la qualité des rejets.



© EDF

Surveillance des effluents liquides

Le site de Chinon réalise également une surveillance du milieu aquatique par un suivi chimique, physico-chimique et hydroécologique avec des stations autonomes multi-paramètres et des campagnes de prélèvements :

- pour la surveillance chimique, l'objectif est de connaître la concentration dans l'eau des substances chimiques rejetées par le site ;
- pour la surveillance hydroécologique, l'objectif est de suivre l'évolution naturelle du milieu récepteur afin de détecter une évolution anormale qui proviendrait du fonctionnement du site.

Une surveillance du milieu aquatique est également réalisée dans le cadre des opérations de dragage.

■ **Sols et eaux souterraines**

Le programme de surveillance des eaux souterraines par un réseau de piézomètres au droit du site de Chinon a pour objectif de détecter un éventuel marquage en lien avec l'exploitation des installations. Un piézomètre situé en amont hydrogéologique permet de surveiller l'état de la qualité des eaux souterraines à l'amont du site. La fréquence des prélèvements est déterminée en tenant compte des vitesses d'écoulements de la nappe et des distances séparant les piézomètres des installations à surveiller. Une synthèse des substances chimiques et des radionucléides présents sur les installations a été réalisée pour déterminer les traceurs à rechercher et quantifier pour réaliser cette surveillance.

En outre, plusieurs dispositifs sont mis en place afin de contrôler les volumes prélevés de la nappe des calcaires et marnes du Rauracien et s'assurer du respect des limites réglementaires.

■ **Radioécologie**

Le site de Chinon met en œuvre un programme de surveillance des effluents radioactifs au niveau :

- des cheminées de rejet des effluents gazeux ;
- des réservoirs d'entreposage avant rejet à l'atmosphère des effluents gazeux ;
- des circuits d'extraction des ventilations des locaux susceptibles d'être contaminés, afin de s'assurer de l'absence de radioactivité d'origine artificielle ;
- des réservoirs d'entreposage avant rejet des effluents liquides ;
- des eaux pluviales et des eaux vannes et usées, pour s'assurer de l'absence de radioactivité artificielle.



© EDF

Schéma de principe de la surveillance radiologique de l'environnement

La radioactivité dans l'environnement du site de Chinon est suivie dans le cadre :

- d'un plan de surveillance radiologique règlementaire réalisé par le site, qui porte notamment sur :
 - l'atmosphère avec la surveillance radiologique du rayonnement gamma ambiant, des poussières atmosphériques, du tritium de l'air et des eaux de pluie ;
 - les eaux souterraines ;
 - le milieu terrestre avec des mesures réalisées sur le lait et les végétaux terrestres et les couches superficielles des terres et les productions agricoles ;
 - le milieu aquatique avec des mesures réalisées sur les eaux de surface, les sédiments, les végétaux aquatiques et la faune aquatique
- d'études radioécologiques réalisées à l'initiative de l'exploitant (suivis annuels, bilans décennaux, études particulières) ;
- d'un plan de surveillance radiologique que l'ASNR fait réaliser de façon systématique, pour son propre compte, par ses services du pôle "expertise".

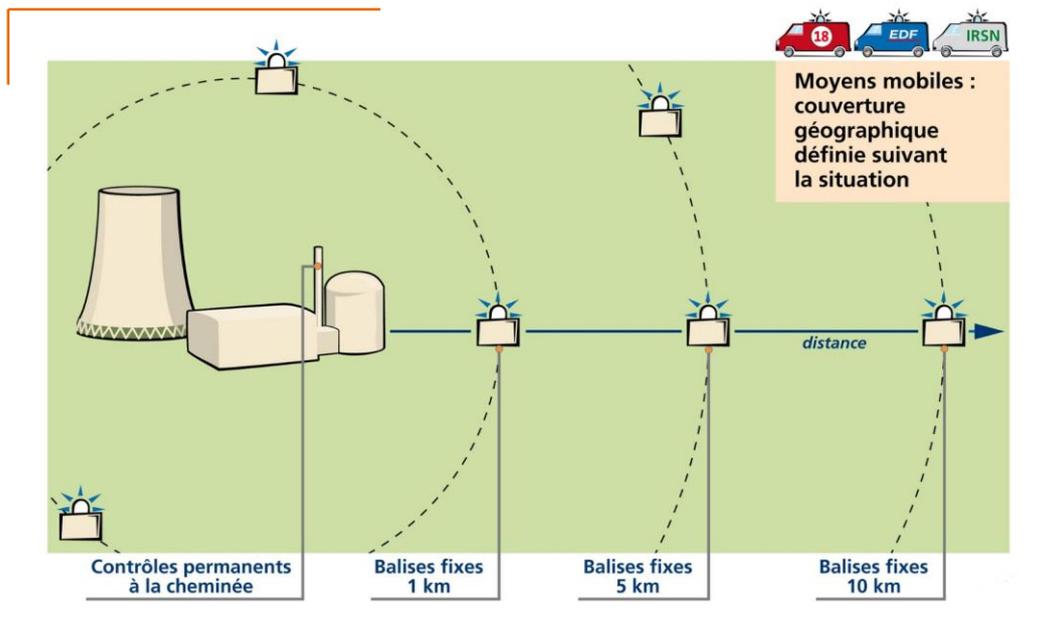
■ **Population et santé humaine**

La surveillance des incidences du site de Chinon sur la santé des populations avoisinantes est réalisée par la surveillance des compartiments atmosphérique, eaux de surface et radioécologique (cf. ci-avant),. Les émissions sonores font l'objet de campagnes périodiques de mesures visant à vérifier le respect de la réglementation.

Une surveillance microbiologique des installations et du milieu aquatique est également réalisée (suivi des amibes *Naegleria fowleri* et des légionelles *Legionella pneumophila*) afin de prévenir les risques de dispersion de micro-organismes pathogènes dans l'environnement par les circuits de refroidissement.

7.2. Mesures de surveillance associées aux risques radiologiques

En situation accidentelle, des moyens de mesures fixes et mobiles permettent de contrôler/surveiller la radioactivité ambiante. Les moyens de mesure fixes, qui sont **opérationnels en permanence**, comprennent la surveillance des rejets à la cheminée, et des balises situées en limite de site, à 1 km, 5 km et 10 km. Ces mesures sont renforcées en situation accidentelle par des balises mobiles situées sur des véhicules d'EDF, de l'expertise de l'ASNR et des pompiers, qui sillonnent la zone autour de la centrale.





En France, la création d'une centrale électronucléaire est autorisée par le Gouvernement après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASN). Cette autorisation ne comporte pas de limitation de durée de fonctionnement. Pour autant, l'exploitant est tenu de réaliser un réexamen périodique approfondi tous les 10 ans pour réévaluer les conditions de fonctionnement de l'installation pour les 10 ans qui suivent. Il doit s'assurer que le fonctionnement de l'installation est conforme aux règles de sûreté qui lui sont applicables, et actualiser l'appréciation des risques et inconvénients que l'installation présente pour la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement, appelés les intérêts protégés.

Les quatre réacteurs de 900 MWe de la centrale électronucléaire de Chinon B, exploités par Electricité de France (EDF), font l'objet de leur 4^e réexamen périodique.

À l'issue de chacun de ces réexamens, EDF établit un rapport présentant ses conclusions et les dispositions envisagées pour améliorer la protection des intérêts protégés. Au-delà de la 35^e année de fonctionnement, ce rapport de réexamen fait l'objet d'une enquête publique.

Le présent document est l'une des pièces du dossier de l'enquête publique réalisée dans le cadre du 4^e réexamen périodique des réacteurs de Chinon B. Il est commun aux quatre réacteurs de la centrale. Cette pièce est relative aux effets sur l'environnement associés à l'exploitation de ces réacteurs pour les dix années suivant leur 4^e réexamen périodique, y compris les conséquences, radiologiques ou non, d'éventuels incidents ou accidents.

Effets relatifs au fonctionnement normal

Les interactions du fonctionnement normal de la centrale avec l'environnement, c'est-à-dire les prélèvements d'eaux et les rejets, la production de déchets, les émissions sonores et les usages des terres, resteront similaires pour les dix prochaines années à celles de la décennie précédente.

L'analyse des effets de ces interactions sur les différents compartiments de l'environnement, que sont l'air et les facteurs climatiques, les eaux superficielles, les sols et les eaux souterraines, la radioécologie, la biodiversité, la population et la santé humaine, et les activités humaines, ne montre pas d'incidence significative du fonctionnement de la centrale dans l'état actuel et pour les dix années suivant le 4^e réexamen périodique.

Il n'est ainsi pas attendu d'effet transfrontalier.

Effets relatifs aux accidents

EDF a retenu comme orientation générale du 4^e réexamen périodique de ses réacteurs de 900 MWe de tendre vers les objectifs de sûreté nucléaire fixés pour les réacteurs de 3^e génération dont le réacteur de référence EDF est l'EPR de Flamanville (FLA3).

Des dispositions conséquentes d'amélioration de la sûreté nucléaire, présentées de manière synthétique dans ce document, ont ainsi été mises en œuvre au cours du 4^e réexamen selon 4 grandes thématiques :

- **accidents sans fusion du cœur** : baisse des conséquences radiologiques en dessous des seuils de mise en œuvre de mesures de protection d'urgence de la population,
- **agressions** : prise en compte d'agressions de niveaux supérieurs : notamment sécheresse, canicule, inondation, séisme, et mise en place d'équipements « Noyau Dur » pour renforcer la robustesse des installations aux agressions extrêmes de type séisme, tornade et inondation,
- **piscine combustible** : mise en place d'un moyen supplémentaire de refroidissement, indépendant des équipements existants,
- **accidents avec fusion du cœur** : ajout de dispositions, dont les équipements dits « Noyau Dur », pour rendre extrêmement improbables les rejets précoces et importants, et éviter les effets durables dans l'environnement.

La démarche de sûreté retenue pour ce 4^e réexamen, avec des évolutions importantes apportées à la conception et l'exploitation des réacteurs de Chinon B, réduit de manière notable des effets sur l'environnement associés aux risques radiologiques.

Comme présenté dans le document, les conséquences radiologiques des accidents les plus sévères avec fusion du cœur, les plus hypothétiques, seraient limitées dans l'espace et dans le temps, et compatibles avec les dispositions prévues pour la protection des populations. Les effets transfrontaliers liés à la dispersion atmosphérique de substances radioactives sont négligeables à court terme, comme par effet de cumul à long terme.

En procédant à leur 4^e réexamen périodique, EDF poursuit le fonctionnement de ses réacteurs de Chinon B jusqu'à 50 ans, contribuant ainsi au maintien d'une production d'électricité à faible empreinte carbone, avec moins de 4 g de gaz à effet de serre par kWh produit sur l'ensemble du cycle de vie de la centrale.

Il n'est pas attendu d'effet négatif significatif sur les différents compartiments de l'environnement du fonctionnement normal de la centrale de Chinon B pour les dix années à venir. Son arrêt n'apporterait ainsi pas de bénéfices sensibles à l'environnement. En revanche, il induirait une perte notable de production d'électricité décarbonée, équivalente à la consommation de 4 millions de foyers. Les émissions de CO₂ pour produire, par le mix européen, l'électricité perdue, serait de plus de 5 millions de tonnes de CO₂/an.



Centrale nucléaire de Chinon B, Indre et Loire
Copyright EDF - Didier Marc

Acronymes	Désignation
Accident conventionnel	Le terme « accident conventionnel » sera utilisé pour parler d'un accident pouvant avoir des conséquences non radiologiques et/ou faiblement radiologiques.
ACV	Analyse du Cycle de Vie
APRP	Accident de Perte de Réfrigérant Primaire
ASG-ND	Système de refroidissement secondaire « Noyau Dur »
ASNR	Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection
CENTRACO	CENTre de TRAIement et de CONditionnement
Cibles potentielles	Ce sont les personnes du public au-delà de la limite du site et l'environnement naturel, correspondant aux intérêts à protéger définis à l'article L593-1 du code de l'environnement.
Danger	La notion de danger définit une propriété intrinsèque à une substance (butane, chlore...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz...), à une disposition (élévation d'une charge...), à un organisme (microbes), ..., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable ». Sont ainsi rattachées à la notion de "danger" les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux... et celle d'énergie disponible qui caractérise le danger.
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DeD	Débit d'équivalent de Dose
DOCOB	DOCuments d'OBjectifs
DOR	Dossier d'Orientations du Réexamen périodique
DUS	Diesel d'Ultime Secours
EAS	Système d'aspersion d'eau dans l'enceinte de confinement
EAS-ND	Système d'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte
EDF	Electricité de France

EIP	Elément Important pour la Protection des intérêts
EPR	European Pressurised Reactor - Réacteur à Eau Pressurisée. Appartient à la troisième génération de réacteur électronucléaire
EPRS	Évaluation Prospective des Risques Sanitaires
EPS	Etudes Probabilistes de Sûreté
ERC	Eviter, Réduire, Compenser
FA	Faible Activité
FARN	Force d'Action Rapide du Nucléaire
FLA3	Unité de production n°3 (EPR) de la centrale nucléaire de Flamanville
GP/GPE	Groupe Permanents d'experts
GV	Générateur de Vapeur
HA	Haute Activité
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IEM	Interprétation de l'État des Milieux
INB	Installation Nucléaire de Base
INERIS	Institut National de l'Environnement et des RISques
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
MA	Moyenne Activité
MES	Matières en Suspension
ND	Noyau Dur
NQE	Normes de Qualité Environnementales
NMA	Niveaux Maximaux Admissibles
OISS	Ouverture Intempestive d'une Soupape Secondaire à 0%Pn
OPEL	Ouvrage de Prise d'Eau en Loire
PA	Produits d'Activation
PF	Produits de Fission
Phénomène dangereux	Un phénomène dangereux est la libération partielle ou totale d'énergie ou de substance produisant des effets, susceptibles d'infliger un dommage à des cibles potentielles.
Potentiel de danger	Une source potentielle de danger est définie comme une substance, un système technique, une disposition, un organisme, ... susceptible d'être à l'origine d'un dommage qui affecte un élément vulnérable.
PTR-bis	Système de traitement et de refroidissement d'eau des piscines supplémentaire
RCR	Rapport de Conclusion du Réexamen périodique
REP	Réacteur à Eau Pressurisée
RIS	Système de sauvegarde et de protection du circuit primaire (injection de sécurité)
Risque	Le risque, inhérent à toute activité humaine, est défini comme la combinaison de la probabilité de survenue d'un événement dommageable et de l'ampleur de ses conséquences.
RP	Réexamen périodique
RP4	4 ^e réexamen périodique
RP4 900	4 ^e Réexamen Périodique des réacteurs de 900 MWe
RTGV	Rupture de Tube de Générateur de Vapeur
RTGV4	Rupture d'un Tube de Générateur de Vapeur de catégorie 4
RTV	Rupture de Tuyauterie Vapeur
RTV + nRTGV	Rupture de Tuyauterie Vapeur cumulée à la Rupture multiple de Tubes de Générateurs de Vapeur
SEG	Système Source d'Eau diversifiée
SEI	Seuil des Effets Irréversibles

SF-ND	Source Froide Noyau Dur
Substance dangereuse	Substance, préparation ou mélange, qui répond aux critères relatifs aux dangers physiques, aux dangers pour la santé ou aux dangers pour l'environnement définis par l'arrêté du 20 avril 1994 modifié.
TFA	Très Faiblement Actif / Très Faible Activité
THE	Très Haute Efficacité
THM	Trihalométhanes
VC	Vie Courte
VL	Vie Longue
VTC	Vie Très Courte
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association (Association des régulateurs nucléaires d'Europe occidentale)
ZER	Zone à Émergence Règlementée
ZNIEFF	Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique
ZPS	Zones de Protection Spéciales
ZSC	Zones Spéciales de Conservation