



Comité Scientifique de l'ANCCLI

Avis relatif au

**Dossier de déclaration de modification au titre de l'Article 26 du
Décret n°2007-1557 du 2 novembre 2007 relatif aux prélèvements
d'eau et aux rejets dans l'environnement
du CNPE de FESSENHEIM (INB 75)**

Etude réalisée à la demande de la CLIS de Fessenheim

15 novembre 2013

Suzanne GAZAL

avec la contribution de

Yves BARON, Bernard CAUSSADE, Paul CHAMBON

Jacques-Edouard LEVASSEUR, Monique SENE

Sommaire

Demandes EDF - Préambule	3
Introduction	5
Modification n°1 : Conditionnement du circuit secondaire à l'éthanolamine.....	6
Modification n°2 : Evolution des limites de prélèvements d'eau, de rejets thermiques, de rejets d'effluents liquides et gazeux (chimiques et radioactifs) - Rappel de la réglementation actuelle	9
Modification n°2 : Evolution des limites de prélèvements d'eau	10
Modification n°2 : Evolution des limites de Rejets (1) <i>Les limites de rejets thermiques...</i>	12
Modification n°2 : Evolution des limites de Rejets (2) <i>Les limites de rejets Radioactifs...</i>	21
Modification n°2 : Evolution des limites de Rejets (3) <i>Les limites de rejets chimiques.....</i>	35
Modification n°3 : Dragage du canal d'amenée - Curage des rus d'eau et des cavités « JPD »	41
La surveillance de l'environnement	44
Relevé de conclusions	61
Conclusion	74

DEMANDES EDF

Le dossier comporte trois demandes de modification :

- **Modification n°1 (M01)** : Possibilité de mise en œuvre d'un conditionnement du circuit secondaire à l'éthanolamine.
- **Modification n°2 (M02)** : Evolution des limites de prélèvements d'eau, de rejets thermiques, de rejets d'effluents liquides et gazeux (chimiques et radioactifs).
- **Modification n°3 (M03)** : Dragage du canal d'amenée ; curage des rus d'eau et des cavités « JPD »).

PREAMBULE

De manière liminaire, le Comité scientifique tient à insister sur les points suivants.

1- L'arrêté du 26 juin 2013 qui modifie l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base introduit deux mesures transitoires relatives à l'entrée en vigueur d'éventuelles modifications des limites de rejets des effluents physico-chimiques.

Aux termes de cet arrêté, d'éventuelles nouvelles prescriptions relatives au rejet d'effluents physico-chimiques par les installations nucléaires de base, initialement fixées au 1^{er} juillet 2013, sont différées à la date de la remise par l'ASN du rapport relatif au premier examen de sûreté postérieur au 1^{er} juillet 2015 (et dans certaines conditions au 1^{er} janvier 2016 pour les rejets thermiques). Ce texte est entré en vigueur le 5 juillet 2013, mais rien n'indique s'il est applicable aux demandes de modifications des autorisations de rejets qui ont été déposées avant cette date. L'ANCCLI et le Comité scientifique ont saisi l'ASN d'une demande de précisions notamment sur ce point (Courrier du 19 Septembre ci-joint). Dans l'hypothèse où les dispositions de l'arrêté du 26 juin s'appliqueraient aux demandes déposées avant le 5 juillet 2013 (ce qui est le cas de la demande de Fessenheim), les réexamens de sûreté étant réalisés à l'occasion des visites décennales et les prochaines visites décennales des réacteurs 1 et 2 de Fessenheim n'étant programmées semble-t-il qu'en 2019 et 2020, on voit mal aujourd'hui l'objet de la demande déposée par l'exploitant d'une modification des autorisations de rejets thermiques et chimiques. Ce d'autant plus que le site de Fessenheim est susceptible d'être mis à l'arrêt en 2016.

2- Il est indiqué en introduction du résumé non technique de l'étude d'impact :

« Les modifications objet du dossier ne sont pas considérées comme notables au sens du décret n°2007-1557 du 2 novembre 2007 relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives. Ces modifications sont donc couvertes par l'article 26 de ce décret, et l'obtention des autorisations de modification passe par une procédure d'instruction du dossier par les services de l'Etat sous l'autorité de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) ».

Le Comité scientifique rappelle qu'il a à plusieurs reprises interrogé l'Autorité de sûreté nucléaire sur les termes de cet arrêté, et notamment sur la définition de la notion de « modification notable », qui est ainsi formulée (article 31)¹:

« Trois critères définissent une modification notable d'une installation nucléaire de base : (a) un changement de sa nature ou un accroissement de sa capacité maximale (b) une **modification des éléments essentiels pour la protection des intérêts** mentionnés à l'article 28.1 de la loi du 13 juin 2006 et qui figurent dans l'autorisation de création de l'installation, [c'est-à-dire **pour la protection contre les risques ou inconvénients possibles pour la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement**] (c) un ajout, dans le périmètre de l'installation, d'une nouvelle installation nucléaire de base. ».

Il aurait été indispensable que le pétitionnaire apporte la démonstration que les modifications demandées ne concernent pas des « éléments importants pour la protection contre les risques ou les inconvénients possibles pour la sécurité, la santé et la salubrité publique ou la protection de la nature et de l'environnement » du site Fessenheim, compte tenu que cette notion n'est pas définie dans les textes réglementaires.

3- L'article 26.II de ce même décret du 2 novembre 2007 modifié le 1^o juin 2012 prévoit que « Si le projet est susceptible de provoquer un accroissement significatif des prélèvements d'eau ou de rejets dans l'environnement, le dossier transmis à l'Autorité de sûreté fera l'objet d'une mise à disposition du public ». Les modalités de cette mise à disposition ont été définies par l'Arrêté du 15 juillet 2013 portant homologation de la décision de l'Autorité de sûreté nucléaire du 18 juin 2013.

Cette procédure d'instruction n'est pas mentionnée par le pétitionnaire.

4- La CLIS de Fessenheim a obtenu de l'exploitant dès le 1^o octobre 2012 communication du dossier de demande de modification déposé auprès de l'ASN le 26 septembre 2012.

Le Comité scientifique, sollicité par la CLIS, a ainsi pu disposer du dossier en support papier au mois de mars 2013, c'est-à-dire très en amont de la communication à la CLIS pour avis du projet de prescription de l'ASN (qui n'est pas encore disponible à la date de la remise à la CLIS du présent Avis). Cela est positif.

Néanmoins, la CLIS n'a pu disposer ni des observations et demandes adressées au pétitionnaire sur ce dossier par l'ASN, ni de la version définitive du dossier, ce qui est regrettable.

Pourtant, le Comité scientifique rappelle les recommandations 6 et 8 de la réunion de synthèse de la démarche ACN-France² pilotée par l'ANCCLI et le Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire (HCTISN) qui s'est tenue à Paris le 10 février 2012:

- « donner accès aux dossiers très en amont des phases réglementaires (débat public, enquête publique, consultation, etc.), *informer sur la progression du projet, avoir un calendrier précisant les diverses étapes mais révisable selon les résultats des étapes (...)* »,

- « assurer l'accès des CLI (ou autres instances de concertation) à *toutes les connaissances et évaluations disponibles sur un dossier qu'elles doivent instruire* : dossiers antérieurs de l'exploitant, avis de l'autorité et des experts, publics ou autres. Dans le cadre des procédures, cela nécessite notamment qu'elles disposent des différents avis émis lors de la procédure au moment où ils sont disponibles. ».

¹ Courrier à Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire en date du 23 juillet 2012,

Observations formulées dans le cadre des consultations ouvertes par l'Autorité de sûreté concernant (a) le Projet de décision de l'Autorité de sûreté nucléaire relative à la mise à disposition du public des dossiers de projets de modifications prévue à l'article L.593-15 du code de l'environnement (13 avril 2013) (b) le Projet de décision relatif aux modifications matérielles des installations nucléaires de base (17 septembre 2013).

Ces documents peuvent être consultés sur le site de l'ANCCLI.

² Convention d'Aarhus et Nucléaire.

INTRODUCTION

Le présent avis s'attachera à étudier point par point les trois demandes de modifications. Néanmoins, des interactions existent entre ces trois demandes, qui seront traitées comme telles.

Pour chacune des modifications demandées seront présentés : l'origine des rejets ou la fonction des paramètres faisant l'objet de la demande, les limites actuelles, les retours d'expérience lorsque ceux-ci sont disponibles et les demandes de nouvelles limites. Ces présentations seront suivies des commentaires du Comité scientifique³.

Par ailleurs, et bien que n'apparaissant pas explicitement au titre des demandes, les méthodes de surveillance de l'environnement actuelles (et pour certaines « envisagées ») seront également examinées selon cette même démarche.

Enfin, il convient d'insister sur l'extrême complexité du dossier (mêmes thématiques traitées dans plusieurs sections différentes), qui en rend l'étude particulièrement malaisée.

³ Sauf indication contraire, les références citées dans cette étude proviennent de la Pièce 2 « Etude d'impact ».

MODIFICATION N°1 CONDITIONNEMENT DU CIRCUIT SECONDAIRE A L'ETHANOLAMINE

Les circuits primaire et secondaire des CNPE font l'objet de divers traitements aux fonctions spécifiques. Ainsi pour

Le circuit Primaire :

- Acide borique (absorbant neutronique)
- Lithine (compense d'acidité de l'acide borique et limite la corrosion des métaux)
- Hydrazine (élimine d'oxygène de l'eau au redémarrage des tranches)

Le circuit Secondaire :

En l'absence d'alliages cuivreux, et compte tenu de la nécessité d'éviter la corrosion des métaux, il faut injecter dans ce circuit des composés alcalins.

A cette fin, on peut utiliser l'ammoniaque, la morpholine et l'éthanolamine.

La présente demande concerne le remplacement de la morpholine actuellement utilisée par de l'éthanolamine haut pH.

1- On peut dresser un **comparatif des avantages et inconvénients** respectifs de la morpholine et de l'éthanolamine (ci-dessous d'après chap.1.1, pp.4,5).

2- Par ailleurs, « le passage à un conditionnement à l'éthanolamine haut pH nécessite des **actions de préparation et de réalisation de multiples services du CNPE (Sûreté, Qualité, Conduite, Maintenance, Chimie et Technique).**

La mise en place de ce conditionnement passe par des actions locales impliquant plusieurs ressources du site :

- mise à jour de la documentation du site (spécifications chimiques, documents de conduite...),
- mise à jour des alarmes de pH,
- mise à jour d'applications informatiques industrielles.

La mise en œuvre du conditionnement à l'éthanolamine fait appel aux techniques et aux compétences requises pour la surveillance du circuit secondaire et la surveillance des rejets de substances associées au conditionnement. La gestion de la phase transitoire de basculement de la morpholine à l'éthanolamine doit faire toutefois l'objet d'une attention particulière. Au regard de ces différents éléments, le degré de nouveauté ou de complexité de la mise en œuvre du conditionnement à l'éthanolamine est considéré comme modéré. ».

3- Enfin, l'évolution du conditionnement du circuit secondaire envisagée sur le CNPE de Fessenheim entraînera de **nouvelles demandes de limites** pour les rejets chimiques liquides et gazeux rejetés dans le Grand Canal d'Alsace (paramètre éthanolamine) (cf. MO2).

Selon l'exploitant, cette modification optimisera le conditionnement chimique du secondaire, en raison de ses aspects bénéfiques sur la *durée de fonctionnement des éléments en acier non ou faiblement alliés du poste d'eau*, et de la *réduction des rejets liquides et gazeux* induite par le changement de l'amine de conditionnement. Il ajoute qu'en outre cette demande de modification permet d'assurer le conditionnement du circuit secondaire avec de la morpholine ou de l'éthanolamine, et donc de *sécuriser l'approvisionnement* du CNPE (chap.1.1, pp.3,7).

Cependant, il n'est *pas* à ce jour *défini de calendrier* pour une éventuelle mise en œuvre d'un conditionnement secondaire à l'éthanolamine sur le CNPE de Fessenheim. Cette installation pourrait être concernée par cette modification en vue d'une optimisation de ses rejets liquides et au regard du retour d'expérience d'autres CNPE (chap.1.1, p.3).

Avantages et inconvénients des deux conditionnements envisagés
(d'après chap.1.1, pp.3-5)

ASPECTS		Morpholine	Ethanolamine
Protection des circuits	Avantages	- Bonne protection sur l'ensemble des circuits contre la corrosion-érosion car la morpholine se répartit uniformément et permet d'obtenir un bon pH à haute température. -REX ⁴ favorable vis-à-vis des boues GV.	-Meilleure stabilité thermique que la morpholine. -Très bonne protection contre la corrosion-érosion en milieu diphasique du circuit eau-vapeur en raison d'un coefficient de partage favorable à la phase liquide (moins volatile).
	Inconvénients	Moindre stabilité thermique donc plus de risque de présence d'espèces organiques.	Les performances théoriques de l'éthanolamine restent à confirmer sur le Parc français, pour lequel il n'y a pas encore de REX ⁵ suffisant.
Environnement (rejets)	Avantages	/	- Moins de rejets liquides dans l'environnement (concentration 2 à 3 fois moins importante dans les circuits pour un même pH visé et masse moléculaire plus faible que la morpholine). - Moins de rejets gazeux (faible volatilité) qu'avec la morpholine. - Moins de rejets azotés qu'avec la morpholine. - Meilleure biodégradabilité. Pas de nitrosation de l'amine dans les bâches. - Moins d'acides organiques rejetés. - Impact écotoxicologique comparable
	Inconvénients	- Plus de rejets azotés qu'avec l'éthanolamine. - Plus de rejets gazeux qu'avec l'éthanolamine.	/
Coûts liés notamment à la durée de vie des résines APG ⁶	Avantages	REX favorable sur la durée de vie des résines cationiques (et anioniques ?) APG (moins de déchets solides).	/
	Inconvénients		Incertitudes sur la durée de vie des résines cationiques et anioniques APG (plus de déchets solides).

⁴ Retour d'Expérience.

⁵ Actuellement trois CNPE fonctionnent à l'éthanolamine : Flamanville (janvier 2011), Nogent (mars 2011), Penly (janvier 2011). Deux CNPE Cattenom et Paluel en ont fait la demande dans le cadre de la modification des autorisations de rejets déposée en 2011 et 2012.

⁶ résines des circuits de purge des générateurs de vapeur.

Commentaires du Comité Scientifique

De nombreux arguments plaident en faveur du remplacement de la morpholine par l'éthanolamine, concernant tant son impact sur la sûreté que sur l'environnement.

Néanmoins, des *incertitudes subsistent qui conduisent à considérer cette demande avec prudence.*

MODIFICATION N°2
EVOLUTION DES LIMITES DE PRELEVEMENTS D'EAU, DE REJETS
THERMIQUES, DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES ET GAZEUX
(CHIMIQUES ET RADIOACTIFS)

Rappel de la réglementation actuelle (Pièce 1, chap.4 et annexe 1)

Les prélèvements d'eau et les rejets sont réglementés par quatre arrêtés et un courrier.

- Arrêté préfectoral du 26 mai 1972 autorisant la prise d'eau et le rejet dans le GCA et portant limitation de l'échauffement et de la température des eaux du Rhin en aval du CNPE.

Validité : 31 décembre 2022.

- Arrêté préfectoral du 14 avril 1974 autorisant les rejets d'eaux pluviales, des eaux vannes (préalablement traitées) et des eaux d'exhaure des bâtiments auxiliaires (station de production d'eau déminéralisée) dans le GCA et portant limitation des volumes annuels rejetés et de leur qualité physico-chimique (MES, DBO, azote totale, pH, « substances capables d'entraîner la destruction des poissons », température de l'effluent).

Validité : 31 décembre 2023.

- Arrêtés interministériels du 17 novembre 1977 réglementant les rejets radioactifs liquides et gazeux.

Validité : pas de limitation dans le temps.

- Courrier du SCPRI du 30 décembre 1987 réglementant les rejets de substances chimiques présentes dans les rejets radioactifs liquides et les eaux d'exhaure.

Validité : pas de limitation dans le temps.

MODIFICATION N°2 EVOLUTION DES LIMITES DE PRELEVEMENTS D'EAU

Ces limites concernent les prélèvements effectués dans le GCA ainsi que dans la nappe (chap. 1.2.1 et 1.4.1 ; annexes 2 et 3.2.4).

1- Limites de prélèvement dans le GCA

L'Arrêté préfectoral du 26 mai 1972 autorise un prélèvement maximal de 87,5 m³/s, dont 86 m³/s nécessaires notamment au refroidissement des condenseurs de la centrale de Fessenheim (CRF) et 1,5 m³/s destinés à la réfrigération de divers circuits auxiliaires⁷ de la centrale (SEB).

Le présent dossier propose de reconduire un prélèvement maximal de 87,5 m³/s (a) sans préciser de débit réservé pour le système SEB (b) en ajoutant, conformément aux prescriptions de l'Arrêté du 26 novembre 1999, une limite sur la quantité journalière prélevée et la quantité annuelle prélevée.

Demande présentée par le CNPE

	Débit maximal instantané (m³/s)	Volume journalier (m³)	Volume annuel (m³)
Prélèvement dans la GCA	87,5	7,6 millions	2760 millions

Justifications (chap.1.2.1 pp.10-11)

- Le retour d'expérience ne permet pas de disposer de valeurs maximales instantanées sur les débits prélevés. D'où la demande de reconduction de la limite actuellement autorisée.
- De même pour les valeurs journalières. D'où une valeur calculée à partir du débit instantané de 87 m³/s.
- Les valeurs annuelles disponibles depuis 2006 sont \leq 2170 millions de m³/an. Etant donné le manque de recul, la limite de 2760 millions de m³/an calculée à partir de la valeur maximale instantanée est demandée.

Conséquences des prélèvements d'eau dans le GCA (chap3.4, pp.7-10)

Il est indiqué que

- les *débits prélevés* n'ont pas d'influence significative sur les paramètres physico-chimiques et le peuplement piscicole
- les résultats des campagnes d'échantillonnage menées sur le CNPE en 1994-1995 et l'extrapolation des résultats obtenus à Tricastin en 1997-2010 conduisent à penser que l'impact de *l'entraînement à la prise d'eau* du CNPE est négligeable (chap.3.4, pp.9-10).

Commentaires du Comité scientifique

(a) Sur la justification des limites demandées

- Le volume de 86 m³/s actuellement dédié au refroidissement des condenseurs correspond au débit nominal des quatre pompes CRF (2 pompes de 21,3 m³/s par tranche, soit 85,2 m³/s) et celui de 1,5 m³/s au débit nominal des autres pompes concernées. Même en l'absence de limites spécifiques pour le système SEB (débit nominal continu maximum 0,035 m³/s et

⁷ qui n'en sont pas moins importants pour la sûreté.

alimentation ponctuelle de divers circuits correspondant à un débit de 0,0034 m³/s à 1 m³/s par tranche selon les circuits), la justification des limites demandées est donc strictement technique et correspond globalement à un fonctionnement *en continu* des pompes du CRF.

- Le volume annuel prélevé en 2010 (2170 millions de m³) représente près de 80% de la limite demandée : on voit mal comment celle-ci pourrait être abaissée.

(b) *Sur l'entraînement à la prise d'eau*

Il est mentionné qu'à Tricastin, si l'entraînement des cyprinidés est négligeable, le barbeau a par contre tendance à être attiré par les courants générés par l'aspiration. Cependant, la probable densité du peuplement piscicole dans le Rhône et dans le GCA expliquerait l'importance du piégeage des espèces à la prise d'eau, et permettrait de penser que l'impact de la prise d'eau est négligeable.

Cette conclusion, qui repose sur des suppositions, est étonnante.

2- Limites de prélèvement dans la nappe

Le prélèvement d'eau de nappe n'est pas réglementé dans les Arrêtés préfectoraux de 1972 et 1974.

Le présent dossier propose de fixer les limites suivantes pour le prélèvement d'eau de nappe, conformément aux prescriptions de l'Arrêté du 26 novembre 1999.

	Débit maximal (m ³ /s)	Volume journalier (m ³)	Volume annuel (m ³)
Prélèvement dans la nappe	0,06	3080	241000

Cette demande ne porte que sur l'eau prélevée pour la production d'eau déminéralisée destinée à l'appoint des circuits primaires et à l'alimentation du circuit secondaire (annexe 3.2.4, p.6).

Les autres prélèvements en nappe (pompes pour chauffage et climatisation des locaux du BAS, appoint d'ultime secours des bâches ASG et de la piscine BK) font l'objet de dossiers administratifs indépendants (chap.1.2.1, p.15).

Justification

La limite instantanée proposée correspond au fonctionnement simultané des deux pompes de forage (valeur enveloppe). Dans des situations d'extrême nécessité, il peut être indispensable de conduire simultanément deux régénérations complètes des résines échangeuses d'ions. D'où la valeur limite demandée de 3080 m³/jour supérieure aux besoins nécessités par le fonctionnement des deux pompes de forage. Quant à la limite annuelle demandée, elle correspond à la valeur effectivement pompée en 2007.

Conséquences des prélèvements d'eau dans la nappe

Il est signalé (chap.1.2.1, p.14) que pour des raisons techniques liées à l'exploitation, le volume d'eau réellement utilisé pour la production d'eau déminéralisée est inférieur au volume d'eau prélevé.

Commentaires du Comité Scientifique

- Il est important que les pompages en nappe soient enfin réglementés.
- Il est regrettable que la part d'eau non utilisée étant évacuée vers le réseau des eaux pluviales.

Néanmoins, les limites proposées attestent d'une consommation relativement faible (241 000 m³/an, soit 7,6 l/s, en moyenne annuelle) ***tout à fait compatible avec les autres usages, compte tenu de la productivité de la nappe alluviale du Rhin.***

MODIFICATION N°2
EVOLUTION DES LIMITES DE REJETS (1)
LES LIMITES DE REJETS THERMIQUES

1.1- Limites actuelles pour les eaux du Rhin

Elles sont encadrées par les Arrêtés préfectoraux de 1972 et 1974.

(a) *Echauffement* (en valeur moyenne sur 10 jours consécutifs)

- 7°C pendant les mois de décembre, janvier, février
- 6,5°C pendant les mois de septembre à novembre et mars à mai
- 4°C pendant les mois de juin à août

(b) *température aval* (mesurée dans le canal de fuite de l'usine hydroélectrique de Fessenheim) < à 30°C.

(c) pour les eaux pluviales, les eaux vannes et les eaux d'exhaure des bâtiments auxiliaires, *température de l'effluent* < à 30° C.

1.2- Limites demandées

Le présent dossier propose un *abaissement* des limites d'échauffement et de température aval du GCA selon les dispositions de l'Arrêté du 26 novembre 1999.

Il propose deux séries de limites :

- pour les situations climatiques « normales »
- pour les situations climatiques exceptionnelles

	Limites en moyenne journalière	
	Température aval après mélange	Echauffement entre amont et aval du CNPE après mélange
Conditions climatiques normales	< 28°C	< 3°C < 4°C si débit GCA < 300 m ³ /s
Conditions climatiques exceptionnelles (T amont > 26°C	< 29°C	< 2°C

1.3- Justification des limites demandées (chap. 1.2)

1.3.1- En termes de retour d'expérience

1.3.1.1- Températures moyennes relevées dans le GCA en amont du CNPE au cours de la période 1977-2010 (chap.1.2.2, pp. 4-8 ; chap.2.3, pp.11-14).

1.3.1.1.1- Températures journalières

- température journalière moyenne > 26°C pendant 4 jours (août 2003),
- températures journalières moyennes > 24°C : dix fois plus fréquentes en 1988-2010 (0,7% du temps) qu'en 1977-1987 (0,07 % du temps).

1.3.1.1.2- Températures annuelles et inter annuelles

- température annuelle moyenne : augmentation de 0,05°C en moyenne annuelle sur l'ensemble de la période,
- température inter-annuelle moyenne : 11,4°C sur 1977-1987 *versus* 12,6°C sur 1988-2010, soit une augmentation de 1,2°C entre les deux périodes,
- phénomène exacerbé en été (la température moyenne du mois le plus chaud a augmenté de 2,2°C entre les deux périodes).

1.3.1.2- Températures moyennes relevées en aval du CNPE au cours de la période 1995-2010 (proches des valeurs calculées)

- température journalière moyenne < 27°C
- température journalière moyenne > 26°C pendant 15 jours (2003, 2006).

1.3.1.3- Echauffement (chap.1.2.2, pp.11-15)

Les échauffements déterminés sur la base des mesures amont-aval étant entachées d'incertitudes liées au fonctionnement de l'usine hydro-électrique, une estimation par calcul est plus appropriée.

L'échauffement journalier calculé sur la période 1995-2010 est $\leq 2,7^\circ\text{C}$. Il est maximum en hiver (débit du GCA plus faible qu'en été)

1.3.2- En termes de valeurs modélisées (Chap.1.2.2, pp. 19-22).

A partir des valeurs mesurées et calculées, l'exploitant a réalisé une simulation du fonctionnement du CNPE « qui permet de prendre en compte des configurations de fonctionnement du CNPE non rencontrées par le passé mais qui peuvent se produire ans le futur (fonctionnement à 100% de la PN, nouvelle gestion des débits du GCA)».

Résultats de la modélisation

- un *échauffement* maximum de 2,8°C en moyenne journalière pouvant atteindre 3,9°C lors d'un étiage exceptionnel (débit < 300 m³/s), et de 1,9°C de juin à août.
- une *température aval* maximale de 27,9°C (aurait été obtenu en août 2003 si les deux tranches avaient été en fonctionnement).
- lors d'un étiage exceptionnel (en période hivernale du fait de la baisse du débit du GCA à l'origine d'une moindre capacité de dilution), l'*échauffement* peut atteindre 3,9°C (> 3°C pendant 0,25% du temps en 1911-2010).

C'est pourquoi EDF demande que

(a) l'*échauffement* entre l'amont et l'aval après mélange soit limité

- à 3°C en situation climatique normale, à l'exception des périodes pendant lesquelles les débits sont très faibles, c'est-à-dire inférieurs à 300 m³/s, pour lesquelles l'exploitant demande que l'échauffement soit limité à 4°C,
- à 2°C lors des situations climatiques exceptionnelles (température amont $\geq 26^\circ\text{C}$)

(b) la *température aval* après mélange

- soit limitée à 28°C en situation climatique normale (température amont < 26°C),
- cette valeur ne prenant pas en compte l'évolution climatique que l'on peut attendre dans les prochaines années au regard de la tendance à la hausse constatée sur les 30 dernières années et qui rend difficile la contrainte de 28°C en moyenne journalière, il est également demandé une limite de 29°C pour les situations climatiques exceptionnelles (température amont $\geq 26^\circ\text{C}$).

1.4- Commentaires du Comité scientifique

1.4.1- Sur les limites demandées

La proposition est d'abaisser les limites actuelles d'échauffement et de température aval encadrées par l'arrêté préfectoral, mais aussi de fixer des limites en cas de situation climatique exceptionnelle.

Même si les autorisations actuelles sur les contraintes thermiques sont suffisantes, il n'en demeure pas moins que l'analyse des moyennes annuelles indique une évolution à la hausse des températures de l'eau du GCA. Sur la période 1977-2010, l'évolution de la température en amont du CNPE de Fessenheim se traduit par une augmentation moyenne de 0,05°C par an en moyenne. Cette hausse de température est très nette en été et se fait sentir sur des périodes de plusieurs jours. A titre d'exemple, la température la plus forte dépassée pendant 30 jours consécutifs, de période de retour 5 ans, passe de 18,8°C sur la période 1977-1987 à 21,1°C sur la période 1988-2010.

Si cette tendance se confirme dans l'avenir, il est clair que la situation observée aura des répercussions très importantes sur les limites imposées et pourtant jugées aujourd'hui largement suffisantes par l'exploitant. Le pétitionnaire indique lui-même que la température aval maximum pourra être dépassée si la température amont du CNPE augmente (chap.1.2.2, p.18) et que pour un débit de 200 m³/s (débit minimum garanti par convention dans le GCA) en situation exceptionnelle, l'échauffement atteindrait 4,4°C (*Ibid.* p. 21).

1.4.2- Pas de limites demandées pour

- la température de l'effluent. ***Absence de justification.***

- la température au point de rejet. Justification (chap.3.4, p.15-17) :

La température au point de rejet est sous l'influence à la fois de la température du rejet et de celle du milieu (début de dilution de la veine de rejet). Les valeurs journalières mesurées entre 1995-2010 ont pu atteindre 30,4°C en moyenne journalière et 31,3°C en moyenne horaire.

La dilution étant observable en analysant la fréquence des dépassements de 25°C⁸ dans le milieu à la station « rejet » sur la période 1995-2010, on observe que cette température y est dépassée 16% du temps, contre seulement 0,8% du temps à la station aval de l'usine hydro-électrique de Fessenheim située à 1,3 km du CNPE (0,4% du temps en amont sur la période 1995-2010). La dilution de la veine de rejet serait donc extrêmement rapide et une limite de température dans la zone du rejet serait dès lors inutile.

1.4.3- La zone de bon mélange

Pourtant, il est indiqué (chap.1.2.2, p.13) que lorsque le débit du GCA est inférieur à 1050 m³/s (situation la plus fréquente), toutes les turbines de l'usine (qui est supposée réaliser le bon mélange) ne sont pas mises en service et que le nombre et la localisation des turbines en fonctionnement ont une influence sur la réalisation du mélange.

La sonde de la station multiparamètres aval étant située en rive droite, elle donnera une valeur sous-évaluée quand seules les turbines du côté gauche fonctionnent, et inversement pour les turbines situées du côté droit. L'amplitude des écarts peut dépasser 1°C. Les mesures de température aval ne seront donc pas représentatives.

L'échauffement (et donc la température aval) sera alors déterminé par calcul (chap.1.2.2, pp. 13, 23).

La question qui se pose alors est celle de la *localisation* de la zone de bon mélange.

Rappelons que la connaissance de la zone de bon mélange est importante à plusieurs titres et ce quels que soient les types de rejet (thermique, radioactif, chimique, biologique) :

⁸ Critère qui serait à justifier.

- s'assurer de la pertinence des points de mesure et à défaut évaluer les valeurs par calcul,
- savoir à partir de quel point les limites réglementaires de rejets, qui elles sont données « après mélange », sont respectées,
- évaluer le risque sanitaire encouru en cas d'éventuel prélèvement d'eau (irrigation, production d'eau potable⁹) intervenant sur les sections où le mélange n'est pas réalisé,
- évaluer l'impact de la température et de ses variations dans le temps et dans l'espace sur la biocénose aquatique (ci-dessous 1.4.5).

Deux techniques ont été mises en œuvre pour déterminer la zone de bon mélange des rejets thermiques du CNPE de Fessenheim (chap.1.2.2, pp. 13 ; chap.3.4, p.17) :

(a) l'enregistrement par points fixes (capteurs placés à 2,5 ; 4,7 et 11 km en aval du rejet sur 6 mois d'août 2010 à février 2011) :

- hétérogénéité transversale variable dans le temps jusqu'à environ 7 km du point de rejet
- hétérogénéité mesurée de l'ordre de la précision de la mesure à 11 km,
- quelques périodes inexplicables de très faible hétérogénéité.

(b) la thermographie aérienne (infrarouge) du 20/01/2011 (température amont 5,6°C / débit GCA 950 m³/s / turbines actives en rive droite) :

- hétérogénéité (~ 0,5 °C en surface) en aval du barrage de Fessenheim
- hétérogénéité qui diminue progressivement en aval du CNPE (pas d'autre indication).

La zone de bon mélange (a) est donc variable dans le temps (b) se situe fréquemment bien au-delà de la station de mesure aval (1,3 km du CNPE) présentée comme représentative du bon mélange de la veine de rejets. Cela justifierait l'existence d'une limite de température au point de rejet (cf. 1.4.5).

Par ailleurs, les mesures semblent être réalisées en surface. Qu'en est-il de la dilution aux différents horizons de la colonne d'eau ?

1.4.4- L'utilisation de moyennes

On observe des *variations naturelles* de température infra-journalières, en fonction de

- la position du point de mesure (en surface ou en profondeur),
- l'heure de la mesure (variations nycthémérales¹⁰).

Les variations nycthémérales sont $\leq 0,8^{\circ}\text{C}$ en amont du CNPE et du même ordre de grandeur en aval du fait d'un fonctionnement constant dans le temps et proportionnel à la puissance (chap.3.4, pp.13-14).

Les *justifications* apportées par l'Exploitant à l'utilisation de moyennes sont les suivantes :

- harmonisation du contrôle de l'échauffement et de la température aval (chap.3.4, pp.13, 15),
- mise en cohérence de la réglementation avec ce qui est effectué en pratique actuellement par l'exploitant (chap.1.2, p.23),
- inutilité de valeurs de température instantanées (chap.3.4, p.14) ou de moyennes horaires (chap. 1.2, p.23) du point de vue de la biologie,
- référence à deux études qui s'appuient sur ou acceptent des grandeurs encore plus moyennées (moyenne mensuelle des 30 jours les plus chauds de l'année, dose thermique cumulée sur une période donnée, pas journalier...) (chap.3.4, p.14).

(a) une harmonisation peut se faire en adoptant d'autres pas de temps.

(b) le second argument est de pure convenance.

⁹ Tels la prise d'eau située à l'amont immédiat de l'usine hydro-électrique de Fessenheim qui alimente le Muhlbach, cours d'eau utilisé pour l'irrigation des cultures (chap.3.4, p.68) ou la station de production d'eau potable située à 8,3 km en aval du site (Annexe 5.2, p.21).

¹⁰ Variations entre les températures du jour et de la nuit.

(c) l'utilité de valeurs de température instantanées ou de moyennes horaires est discutée par les experts, eu égard à la sensibilité de la faune aquatique.

Ainsi, l'utilisation de températures moyennes en guise de valeurs limites de température peut couvrir des variations importantes de la température du cours d'eau, certaines très supérieures à la valeur moyenne. Or des problèmes (mortalité d'organismes, migration des espèces, etc.) peuvent survenir surtout lorsque les températures chutent ou augmentent rapidement. Plusieurs facteurs sont en causes : vitesse de refroidissement, sensibilité de l'espèce, position du panache thermique, etc. Pour cette raison, certains experts déconseillent fortement l'utilisation de valeurs moyennes et proposent plutôt une limite maximale accompagnée d'un suivi de jour de la température à raison de trois mesures journalières (9h, 12h et 15h). Ce protocole permettant à la fois de mieux suivre l'impact du CNPE et d'éliminer l'impact du refroidissement nocturne naturel sur des valeurs limites de température exprimées en moyennes journalières¹¹.

L'exploitant signale d'ailleurs (chap.1.2.2, p.11,16-17) que les variations de débit infra-journalières peuvent conduire à des échauffements ponctuels supérieurs à 0,9°C et que la moyenne horaire de 27°C mesurée a été dépassée 38 fois soit 0,03% du temps (maximum mesuré 27,9°C).

(d) les variations nycthémérales en aval du CNPE seraient du même ordre de grandeur qu'en amont ($\leq 0,8^\circ\text{C}$) "du fait d'un fonctionnement constant dans le temps et proportionnel à la puissance" : que signifie cette phrase ? qu'en est-il du suivi de charge ?

1.4.5- L'impact des rejets thermiques sur la faune piscicole

A l'instar de nombreuses variables physico-chimiques, la température est un paramètre important pour les écosystèmes aquatiques puisqu'elle affecte directement les peuplements benthiques et pélagiques à court, moyen et long termes, et donc le fonctionnement de la biocénose aquatique.

1.4.5.1- Effets des rejets thermiques sur les invertébrés benthiques¹²

Il est indiqué (chap.3.4, p.24) que le suivi réalisé depuis 1979 ne fait pas apparaître d'évolution significative entre les prélèvements réalisés aux stations amont et aval, avec une grande variabilité spatiale et saisonnière liée aux caractéristiques climatiques, les échauffements les plus importants dus au fonctionnement du CNPE ayant lieu en hiver quand les invertébrés benthiques sont peu actifs.

Cependant, on observe une plus grande richesse¹³ de macroinvertébrés et une plus grande proportion d'espèces polluo-sensibles telles que les espèces rhéophiles¹⁴ et les espèces sténothermes¹⁵ à l'aval immédiat du CNPE. Cette différence serait le fait non des rejets thermiques mais des conditions hydrologiques créées par l'usine hydro-électrique de Fessenheim.

Commentaires du Comité scientifique

Certaines études réalisées sur les rejets thermiques de centrales nucléaires indiquent en effet que des variations de température inférieures à 2° C ont des effets négligeables sur les communautés d'invertébrés et que des hausses de température peuvent même favoriser indirectement la productivité d'un certain nombre d'organismes benthiques (McLaren, 1981;

¹¹ Masson S. (2005). Evaluation de l'impact thermique de la centrale électronucléaire de Golfech, 16 p. In Commission Locale d'information auprès du CNPE de Golfech (2005). Demande de renouvellement des Autorisations de prise d'eau, de rejets liquides et gazeux, radioactifs et non radioactifs du site de Golfech (Tarn-et-Garonne) – Tierce Expertise.

¹² Benthos = ensemble des organismes aquatiques qui vivent dans les fonds marins

¹³ S'agit-il de la *richesse spécifique*, c'est-à-dire du nombre d'espèces différentes ?

¹⁴ qui possèdent des caractéristiques adaptatives pour résister au courant.

¹⁵ qui sont sensibles aux variations de température.

Evans, 1984; Hydro-Québec, 1988). Dans une étude réalisée en Caroline du sud, on n'a noté aucun impact sur le benthos malgré un échauffement de 15° C (Gladden et al., 1985). A l'inverse, certains autres travaux ont noté de forts impacts des échauffements < à 15° C sur les communautés benthiques (Vaillancourt et al., 1976; Tessier, 1989). Voigtlander (1980) indique pour sa part que les effets des rejets d'eau chaude sont généralement limités à des endroits localisés. Ces différents travaux montrent donc des résultats divergents quant à l'impact du rejet thermique sur les communautés benthiques. *Il est par conséquent difficile de se prononcer quant à l'impact d'un rejet thermique sur ce groupe d'organismes*⁵.

1.4.5.2- Effets des rejets thermiques sur les poissons

1.4.5.2.1- Les peuplements piscicoles (chap.2.3, pp.37-38; chap. 3.4, pp.7-9, 25-27)

En 1977-1978, 4 à 10 espèces de poissons ont été observées à la prise d'eau du CNPE, 13 en 1994-1995. En 2005-2010, 28 espèces ont été observées aux stations amont et/ou aval.

Famille	Nom commun		
	1977-1978	1994-1995	2005-2010 (9 espèces les plus fréquentes)
Anguillidae	Anguille*		
Cyprinidae	Ablette(**)		
		Barbeau fluvial*	
	Brème commune		
	Chevaine*		
	Gardon*		
	Goujon*		
	Hotu		
			Tanche
	Vandoise		
	Brochet		
Percidae	Perche fluviatile*		
		Sandre	
Salmonidae	Truite de rivière		
	Ombre commun		
Siluridae	Silure		

Légende : “*” = fond d'espèces les plus fréquemment pêchées

Il est impossible de lister l'ensemble des espèces pêchées en 2005-2010 (figures non accompagnées de légende).

Observations 2005-2010

- “pics” de densité en 2006 sur les deux stations amont et aval / en 2008 à la station aval,
- apparition ou disparition de certaines espèces sur 2005-2010 (amont et/ou aval),
- augmentation des stocks de barbeaux, hotus / stabilisation des stocks de sandres, perches, truites, chevaines, carpes (espèce non mentionnée par les autres pêches), anguilles / diminution des stocks de brèmes et de gardons (amont ou aval non précisé) depuis 2004 (chap.3.4, p.25).

- espèces carnivores d'eaux calmes (gardon, ablette, brème) dominantes en amont / espèces omnivores d'eaux plus vives (hotu, chevaine, barbeau fluviatile) en aval. Cette différence serait le fait non des rejets thermiques mais des conditions hydrologiques créées par l'usine hydro-électrique de Fessenheim.

Commentaires du Comité scientifique

La richesse spécifique et la diversité ne sont pas les seuls indices biotiques à observer. On mentionnera par exemple l'âge, la croissance, la fécondité et la reproduction ou plus finement les indices de condition, les indices gonado-somatiques, les indices de croissance, les indices énergétiques¹⁶.

1.4.5.2.- Les connaissances en matière d'impact de la température sur les populations piscicoles

L'exploitant évoque

- une absence de différence entre les peuplements amont et aval des CNPE stués sur le Rhône (Etude Globale Rhône, Phase III), à l'exception des zones de rejets thermiques non mélangés,
- des données éparses, non normées et rares pour certaines espèces (Programme "Thermie et hydrobiologie").

Les données disponibles indiquent :

- un optimum de reproduction de *certaines espèces cypricoles* (bouvière, ablette, brème commune, brème bordelière, gardon) : $20^{\circ}\text{C} \pm 5$ à 11°C en période printanière,
- pour 22 espèces étudiées, une zone de tolérance¹⁷ de l'adulte de 7°C en moyenne *barbeau fluviatile adulte* : optimum thermique : entre 10°C et 24°C / reproduction déclenchée au-delà de 14°C à 16°C . Pas d'information sur sa température maximale de tolérance,
- *chevaine, goujon, gardon, ablette* : température supérieure de tolérance¹⁸ $> 30^{\circ}\text{C}$ (pas d'indication de valeurs).

Commentaires du Comité scientifique

- Ces données sont éparses (concernent quelques espèces, les individus adultes, peu de paramètres) et imprécises (indication de valeurs de tolérance moyennées sur plusieurs espèces, données de manière globale ou indiquées comme étant supérieures à un seuil, durée de la tolérance non indiquée). Elles sont préoccupantes eu égard aux températures modélisées en aval (1.3 ci-dessus).

Elles ne permettent pas de conclure à l'innocuité des limites de température aval demandées.

Ce d'autant plus qu'on lit (p.26) que l'"Etude Thermique Rhône" conclut à une différence significative entre les peuplements amont/aval des sites dans les zones de rejets thermiques non mélangés. Or le mélange de la veine de rejets n'est pas effectif avant 11 km en aval du site (1.4.3 ci-dessus).

- La tolérance des espèces à ***l'échauffement amont/aval*** n'est ***pas évoquée***.

Il est simplement indiqué que le GCA n'est pas considéré comme un axe migratoire pour le saumon atlantique, mais que d'éventuelles migrations de celui-ci (printemps/automne) ne seraient pas perturbées par des échauffements de l'ordre de 1°C .

Or l'échauffement maximal demandé en conditions climatiques normales varie de 3°C à 4°C .

¹⁶ Croissance (longueur et masse corporelle en fonction de l'âge), condition (masse corporelle en fonction de la longueur), réserves énergétiques ou activité hépatique (masse du foie en fonction de la longueur, masse du foie en fonction de la masse corporelle), investissement reproducteur (Programme ESEE).

¹⁷ Zone de température située entre la température optimale maximale et la température létale.

¹⁸ Définit donc également la température létale.

Ensuite, l'échauffement du Rhin calculé à Markolsheim (29 km), Strasbourg (76 km) et Iffezheim (108 km) varie respectivement de 0,4°C à 2,2°C, 1,8°C et 1,6°C, selon la puissance des réacteurs.

Enfin, la question se pose pour les autres salmonidés (truite et ombre commun).

On ne peut qu'acquiescer au commentaire de l'exploitant selon lequel "Les échauffements supérieurs à la moyenne pendant quelques jours consécutifs sont acceptables dans la mesure où ils sont compatibles avec les températures de tolérance de la faune piscicole" !!!

- Il existe de **nombreuses études** sur les rejets thermiques et leurs effets sur les poissons. Certaines études ont montré un évitement de la zone de rejet thermique, notamment avec des variations de température de l'ordre de 10°C (ex : Ruelle *et al.*, 1977). En général, les effets de rejets thermiques avec une variation de température inférieure à 3,5°C sont considérés négligeables (Dycas, 1986).

Cependant, plusieurs travaux ont démontré **qu'un léger réchauffement peut favoriser ou défavoriser certaines espèces de poissons**, particulièrement les espèces sédentaires, en termes de maturation des gonades, d'avancement de la période de frais et de croissance (McLaren, 1981; Lamontagne, 1987; Hydro-Québec, 1988; Environnement Canada, 1997).

Néanmoins, il semble *a priori* **difficile d'attribuer exclusivement les changements d'abondance des espèces de poissons à la température ou à ses variations** car (a) il existe d'autres variables physico-chimiques qui peuvent affecter les différentes espèces de poissons (b) les variabilités naturelles inter-annuelles et spatiales ne peuvent être ignorées¹⁹.

1.4.5.2.3- La réglementation

Il est indiqué (chap.3.4, p.15) que la réglementation européenne actuellement en vigueur pour les *eaux cyprinicoles* impose « un échauffement limité à 3°C et une température après mélange limitée à 28°C qui peut être dépassée 2% du temps »²⁰.

Commentaires du Comité scientifique

- une limite d'échauffement de 4°C est demandée en cas de débit du GCA < 300 m³/s, et une température aval de 29°C en conditions climatiques exceptionnelles. Ces limites, qui sont supérieures aux limites figurant dans la directive européenne, ne sont assorties dans la demande d'aucune limitation de durée.

- la réglementation relative aux autres espèces n'est pas mentionnée.

- pourtant, l'arrêté du 2 février 1998 (article 31) auquel fait référence l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, fixe les limites applicables à l'échauffement et à la température aval pour différentes espèces de poissons et différents usages de l'eau, et ce sans limitation de durée :

	Echauffement	Température aval
Eaux salmonicoles	1,5°C	21,5°C
Eaux cyprinicoles	3°C	28°C
Eaux conchylicoles	2°C	/
Eaux destinées à la production d'eau alimentaire	/	25°C

¹⁹ In Masson S. (2005). Evaluation de l'impact thermique de la centrale électronucléaire de Golfech, 16 p. In Commission Locale d'information auprès du CNPE de Golfech (2005). Demande de renouvellement des Autorisations de prise d'eau, de rejets liquides et gazeux, radioactifs et non radioactifs du site de Golfech (Tarn-et-Garonne) – Tierce Expertise.

²⁰ Directive européenne 2006/44/CE du 6 septembre 2006 concernant la qualité des eaux douces ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons.

Les limites demandées sont donc supérieures aux limites fixées par les réglementations européenne et française pour les eaux salmonicoles et cyprinicoles, ainsi que pour les eaux destinées à la production d'eau potable.

1.4.5.3- En conclusion

Les limites de température aval demandées (28° C en situation normale et 29° C en situation climatique exceptionnelle) peuvent s'avérer élevées pour la faune aquatique. De plus, la mesure des températures semble avoir été réalisée en surface et non sur les différents horizons de la colonne d'eau, ce qui ne permet pas d'apprécier leur impact sur la faune benthique. En outre, ce sont des valeurs journalières moyennes qui ne tiennent pas compte d'éventuelles variations brutales de la température. Enfin, même si l'échauffement s'estompe au profit de l'échauffement naturel, l'étude par simulation réalisée sur 1979-2007 établit que pour un fonctionnement du CNPE à pleine puissance, il varie entre 0,6°C et 3,1°C à l'aval du site (considéré comme la zone de bon mélange) et entre 0,4°C et 1,6°C à 180 km du site (Iffezheim).

Pour établir des limites de température, il est indispensable de disposer (a) de mesures réalisées sur les différents horizons de la colonne d'eau (b) de limites de température instantanées (c) d'études relatives à la sensibilité des différentes espèces piscicoles à la température du milieu et à ses variations – en tout état de cause de respecter les réglementations française et européenne.

Par ailleurs et notamment du fait que le mélange de la veine de rejet dans certaines conditions de fonctionnement n'est pas effectif à l'aval immédiat du rejet (11 km dans les conditions de la campagne d'enregistrement par points fixes de 2010-2011), il est souhaitable de limiter la température de l'effluent au rejet, aussi bien en situation normale qu'en situation exceptionnelle.

Il convient enfin, dans une perspective de santé publique, de retenir qu'une élévation de la température favorise la bioaccumulation des métaux et des radionucléides rejetés dans les organismes aquatiques.

MODIFICATION N°2
EVOLUTION DES LIMITES DE REJETS (2)
LES LIMITES DE REJETS RADIOACTIFS

2.1- Introduction

L'uranium se trouve à l'état naturel sous forme d'uranium 238 (99,3%) et d'uranium 235 (0,7%). Le combustible des réacteurs à eau sous pression (REP) de Fessenheim est de l'uranium enrichi en uranium 235 (4,2%) de type Cyclades. La fission des atomes d'uranium 235 est à la base de la production de chaleur.

La fission des atomes d'uranium 235 donne des *produits de fission* (fragments de fission et produits de désintégration de ces derniers), en général deux fragments par fission, plus rarement trois. On dénombre environ 100 produits de fission, de durée de vie variable²¹. Par ailleurs, les neutrons qui accompagnent les phénomènes de fission peuvent être capturés par des noyaux stables se trouvant au voisinage du cœur²², donnant des atomes radioactifs nouveaux : les *produits d'activation*. Enfin, la capture de neutrons, par l'uranium 238, donnera lieu à l'apparition d'isotopes radioactifs nouveaux : les *transuraniens*. Les transuraniens, comme l'uranium, sont pour la plupart des émetteurs alpha, rayonnement particulièrement toxique pour les organismes vivants. Ces nouveaux atomes vont également participer dans une certaine mesure au processus de fission²³.

Ces radionucléides sont présents dans les crayons combustibles (pour les produits de fission et les transuraniens), dans le circuit primaire de refroidissement, dans une moindre mesure dans le circuit secondaire, ainsi que dans d'autres circuits, à l'état dissous ou gazeux. Ils font l'objet de rejets contrôlés permanents ou épisodiques (« concertés » ou « programmés »), exceptionnellement de rejets non contrôlés.

Des dispositifs de traitement (filtres, déminéraliseurs, évaporateurs, dégazeurs) permettent de limiter l'activité rejetée dans l'environnement soit directement avant rejet soit indirectement par le traitement de l'eau du circuit primaire.

Les activités rejetées sont encadrées par la réglementation.

Les limites de rejets radioactifs de la centrale nucléaire de Fessenheim sont définies dans les Arrêtés interministériels du 17 novembre 1977.

Le présent dossier propose un abaissement ainsi qu'une nouvelle répartition des limites de rejets radioactifs liquides et gazeux, selon les dispositions de l'Arrêté du 26 novembre 1999 pour que la centrale de Fessenheim soit réglementée dans des conditions comparables à celles du Parc électronucléaire d'EDF.

²¹ Parmi les produits de fission : césium 134 et 137, iode 131, strontium 90, antimoine 125, xénon 133 et 135, krypton 85...

²² Il s'agit soit de *matériaux* constitutifs des gaines de combustible, du circuit primaire ou des grappes de contrôle (zircalloy, fer, nickel, cobalt, chrome, cadmium, nickel, argent, antimoine etc...), soit de *corps chimiques* présents dans le fluide primaire (oxygène, azote, bore, lithium...). Parmi les produits d'activation : les cobalt 58 et 60, le nickel 63, l'argent 110m, l'antimoine 124, le tritium...

²³ Le bilan total de participation à la fission des atomes présents dans le combustible est le suivant : 57 % par l'uranium 235, 43 % par l'uranium 238 (8% en fission directe et 35% par la fission du plutonium).

2.2- Les limites actuelles : ce sont des limites annuelles

Rejets radioactifs liquides	
Tritium	2 kilocuries [74 000 GBq]
Radioéléments autres que le tritium (potassium 40 et radium exclus)	25 curies [925 GBq]
Rejets radioactifs gazeux	
Gaz	40 kilocuries [1 480 000 GBq]
Halogènes gazeux et aérosols	3 curies [111 Gbq]

2.3- Les limites demandées

L'Arrêté du 26 novembre 1999 prévoit la définition de trois sortes de limites (chap.1.2.3) :

- des limites annuelles de rejet pour différentes catégories de radionucléides, exprimées en Becquerel (Bq) ;

- des limites permettant d'assurer une dilution optimale des rejets dans le milieu récepteur, à savoir :

* un débit d'activité maximal au point de rejet, exprimé en Bq/s ;

* une activité volumique mesurée après dispersion dans le milieu, exprimée en Bq/L ;

- des limites conditionnant le choix du traitement des effluents avant rejet (activité volumique dans les réservoirs Ex, filtration...).

Les autorisations demandées dans le présent dossier sont présentées suivant cette répartition.

Par ailleurs et afin de mieux connaître et d'encadrer de manière plus appropriée les différents types de rejets, il a été demandé en 1999 que soient créées de nouvelles catégories de limites réglementaires et que soit mise en oeuvre une nouvelle méthode de comptabilisation des rejets liquides et gazeux. Celle-ci est obligatoire sur l'ensemble des centrales du Parc depuis 2002.

2.3.1- **Les rejets liquides** (chap.1.2.3, pp.30-33 ; chap.1.4, pp.7-11)

2.3.1.1- Limites annuelles

Radionucléides	Limites annuelles demandées (GBq)
Tritium	50 000
Carbone 14	130
Iodes	0,3
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma	18

Le rejet d'émetteurs alpha est interdit (limite de détection de 2 Bq/L pour chaque rejet de réservoirs T et S, et de 0,74 Bq/l pour l'aliquote mensuel réalisé sur ces réservoirs).

2.3.1.2- Débit d'activité maximal au point de rejet (en valeur moyenne journalière)

Radionucléides	Débit d'activité demandé (Bq/s)
Tritium	80 x D
Iodes	0,1 x D
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma	0,7 x D

D = Débit du GCA en L/s

2.3.1.3- Activité volumique maximale mesurée dans le milieu récepteur après dispersion

2.3.1.3.1- Pendant les rejets

(a) L'activité volumique en **tritium** dans le Grand Canal d'Alsace (en aval du site, en un point défini en accord avec l'Autorité de Sûreté Nucléaire) est, pendant les rejets, au maximum de :

- **280 Bq/L** en valeur horaire à mi-rejet,
- **140 Bq/L** en valeur moyenne journalière.

(b) L'activité volumique **bêta globale** (hors potassium 40 et tritium) dans le milieu récepteur est, pendant les rejets, au maximum **de 2 Bq/L** en valeur horaire à mi-rejet.

Ces nouvelles limites ont pour objectif de déceler :

- une éventuelle mauvaise dilution des rejets,
- une éventuelle mauvaise maîtrise des rejets ou l'existence d'un rejet parasite,
- une éventuelle pollution provenant de l'amont du CNPE de Fessenheim.

2.3.1.3.2- En dehors des périodes de rejet

L'activité volumique en **tritium** dans le milieu récepteur en aval du CNPE est également suivie en dehors des périodes de rejets. Lorsqu'elle dépasse **100 Bq/L** en valeur moyenne journalière, elle traduit la présence d'une activité non due aux rejets du CNPE ou l'existence d'un rejet incontrôlé. Le CNPE est alors tenu d'effectuer les investigations requises et d'informer l'administration.

2.3.1.4- Activité volumique mesurée dans les réservoirs EX (stockage des eau d'exhaure de salles des machines)

Radionucléides	Activité volumique (Bq/L)
Tritium	4000
Activité bêta globale	4

2.3.1.5- Les conditions de rejet

Les rejets radioactifs (autres que provenant des réservoirs EX) sont rejetés après dilution (d'un facteur 500) avec l'eau de refroidissement des condenseurs (non radioactive).

Le rejet est autorisé pour un **débit du GCA $\geq 200 \text{ m}^3/\text{s}$** et un **débit du Rhin à Kembs $< 2800 \text{ m}^3/\text{s}$** , sachant que le débit minimal de $200 \text{ m}^3/\text{s}$ doit être maintenu dans le GCA (chap.1.4, p.9).

Toutefois, lorsque le débit du GA ou du Rhin se situe hors de ces limites,

- les rejets sont pratiqués sous réserve du respect d'un certain nombre de conditions, après information de l'ASN,

- lorsque le débit du Rhin à Kembs est compris entre 2800 m³/s et 3500 m³/s, les débits d'activité maximaux au point de rejet (2.3.1.2 ci-dessus) sont réduits de moitié.

Enfin, lorsque l'activité **gamma** rejetée atteint **40 kBq/L** (40 000 Bq/L), une alarme entraîne l'arrêt automatique du rejet (80 kBq/L actuellement).

2.3.2- Les rejets gazeux (chap.1.2.3, pp.13-16 ; chap.1.4, pp.5-7)

2.3.2.1- Limites annuelles

Radionucléides	Limites annuelles demandées (GBq)
Tritium	5000
Carbone 14	1100
Gaz rares	36 000
Iodes	0,8
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma	0,2

Le rejet d'émetteurs alpha est interdit (seuil de décision²⁴ de 0,001 Bq/m³ pour les rejets permanents / de 0,025 Bq/m³ pour les rejets concertés).

2.3.2.2- Débit d'activité maximal à la cheminée

Radionucléides	Débit d'activité (Bq/s)
Tritium	10⁷
Carbone 14	10⁸
Iodes	10³
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma	10³

2.3.2.3- Activité volumique maximale mesurée dans l'air au niveau des stations de contrôle

Paramètres concernés	Activité volumique (Bq/m ³)
Tritium	50
Activité bêta globale à J+6 pour les aérosols d'origine artificielle	0,01

2.3.2.4- Conditions de rejet

Lorsque l'activité **bêta** rejetée atteint le seuil de pré alarme de **0,4 MBq/m³** (400 000 Bq/m³ d'air), les rejets concertés éventuellement en cours sont interrompus et des investigations sont lancées.

²⁴ Le seuil de décision est égal à la moitié du seuil de détection.

2.4- Les Commentaires du Comité scientifique

Il est important que le CNPE de Fessenheim mette sa réglementation en conformité avec les exigences de l'Autorité de sûreté nucléaire concernant les conditions de rejet et de comptabilisation des radionucléides rejetés.

Le carbone 14 et les iodes, de même que le tritium gazeux, font ainsi l'objet de demandes de limites spécifiques, ce qui n'était pas le cas auparavant.

Par ailleurs, l'ensemble des limites annuelles demandées sont établies à partir de la moyenne des activités rejetées par l'ensemble du Parc pour les radionucléides appartenant au spectre de référence.

Des questions se posent concernant les règles de comptabilisation des activités rejetées, l'alignement des valeurs limites demandées pour le CNPE de Fessenheim sur les valeurs moyennes du Parc et l'écart important entre les valeurs limites demandées et les activités rejetées par le CNPE de Fessenheim au cours des années antérieures, ainsi que quelques autres aspects des demandes développées ci-dessus.

2.4.1- Les règles de comptabilisation des activités annuelles rejetées (annexes.3.1.1, pp. 44-46 et 3.1.5)

L'Arrêté du 9 août 2013 portant homologation de la décision n°2013-DC-0360 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base (articles 3.2.8 et 3.2.9) stipule que, pour les mesures de radioactivité, l'exploitant établit pour chaque catégorie d'effluents un spectre de référence constitué des radionucléides dont l'activité volumique doit être mesurée et prise en compte systématiquement dans le calcul des activités rejetées.

Ce spectre est défini en tenant compte de la *radiotoxicité*, de la *fréquence attendue* de la présence des radionucléides susceptibles d'être rejetés et des *contraintes métrologiques*.

Si les activités des radionucléides appartenant à ce spectre sont inférieures ou égales au seuil de décision²⁵, ils sont par convention remplacés par une valeur égale au seuil de décision.

2.4.1.1- Le principe retenu par EDF pour définir le spectre de référence de chacune des catégories de radionucléides retenus dans le calcul des activités rejetées avec les effluents liquides et gazeux et donc pour établir les limites de rejets (annexe 3.1.1, pp.45-46).

- Il est indiqué que ces spectres de référence ont été déterminés par une étude réalisée de 1996 à 1999 sur l'ensemble du Parc. Les radionucléides retenus sont les substances qui pendant cette période figuraient dans plus de 90 % des analyses.

Quelle est la justification du critère de fréquence de 90 % retenu pour évaluer les activités (mensuelles, annuelles) rejetées ?

-De manière contradictoire, il est par ailleurs indiqué que les « autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma »²⁶ qui sont détectés sans pour autant faire partie du spectre de référence de cette catégorie sont comptabilisés (annexe 3.1.5, p.48).

Quelle est la définition du spectre de référence qui est réellement prise en compte dans l'évaluation des activités rejetées en PF/PA ?

²⁵ Le seuil de décision est la valeur du comptage en dessous de laquelle on peut affirmer avec une certaine probabilité que si une activité est présente dans l'échantillon, elle est inférieure à la limite de détection (égale à environ deux fois le seuil de décision).

²⁶ Désignés ensuite par commodité par PF/PA.

- On notera à cet égard qu'une liste des PF/PA est donnée pp.45-46 pour les rejets liquides et les rejets gazeux²⁷, et que cette liste ne correspond pas à la liste des radionucléides comptabilisés au niveau du Parc (pp.49,35)²⁸.

Qui mieux est, la liste des radionucléides retenus pour évaluer l'impact des rejets liquides et gazeux (chap.3.2, pp.3-4) est encore différente des deux listes précédentes.

- Des observations analogues valent pour les isotopes de l'iode et pour les rejets de gaz rares.

Quelle liste de radionucléides est réellement retenue pour évaluer les activités rejetées dans l'environnement et donc pour définir les limites annuelles de rejets ?

2.4.1.2- La prise en compte de la radiotoxicité des radionucléides dans la définition des spectres de référence

Ce principe est clairement appliqué pour les émetteurs alpha, dont le rejet est interdit.

Comment est-il pris en compte pour les autres radionucléides, étant donné le flou qui entoure la définition des spectres de référence ?

A cet égard, la logique voudrait que les limites de rejets soient établies pour chaque radionucléide (supposé être) présent dans les rejets sur la base de sa toxicité relative. Or la liste des activités rejetées par radionucléide et de leurs proportions relatives donnée chap.3.2, pp.3-4 laisse plutôt à penser que la démarche a été tout autre : ***définition de limites globales sur la base de la somme des activités mesurées sur le Parc pour divers radionucléides, puis évaluation de la proportion relative de chacune d'entre elles à partir du retour d'expérience du Parc.***

Ces proportions relatives ne sont d'ailleurs que des valeurs moyennes obtenues sur l'ensemble du Parc. Elles peuvent être très différentes d'un site à l'autre.

2.4.1.3- La question des radionucléides émetteurs bêta pur

Hormis le tritium, le carbone 14 et le nickel 63, les radionucléides émetteurs bêta pur ne font pas l'objet d'une surveillance, encore moins d'une limitation spécifique. ***Or certains d'entre eux sont préoccupants en termes de santé publique et devraient être intégrés au spectre de référence.*** Exemples :

* le *strontium 90* : produit de fission de période²⁹ 28,5 ans, analogue chimique du calcium, il s'accumule dans l'organisme ;

* l'*iode 129*, produit de fission de très longue période ($1,5 \cdot 10^7$ ans), il ne connaît pas, contrairement aux autres isotopes de l'iode, de décroissance naturelle, que ce soit au sein du combustible ou dans les réservoirs de stockage des effluents avant rejet. Il s'accumule donc dans l'environnement ;

* le *chlore 36*, de période $3,01 \times 10^5$ ans, produit par l'activation du chlore.

2.4.1.4- Le rôle des contraintes métrologiques dans la définition du spectre de référence

Il est indiqué que pour l'iode 131 et les PF/PA dans les effluents liquides, le seuil de décision est égal à 2,5 Bq/L.

La notion de « contrainte » métrologique est relative : ***on peut par exemple, pour abaisser le seuil de décision, prolonger le temps de comptage*** des effluents prélevés avant rejet dans les bâches de stockage. Le seuil de détection a ainsi été sur certains sites de l'ordre de 10^{-1} ou 10^{-2} Bq/L.

²⁷ Elle comporte le manganèse 54, les cobalt 58 et 60, l'argent 110m, le tellure 123m, l'antimoine 124 et 125, le césium 134 et 137, le nickel 63 pour les rejets liquides, les cobalt 58 et 60 et les césium 134 et 137 pour les rejets gazeux.

²⁸ Présence du chrome 51, du fer 59, du molybdène 99, du technetium 99m, du sodium 24 (de relativement courte période) pour les rejets liquides, et des antimoine 124 et 125, du manganèse 54, du fer 59 et du chrome 51 pour les rejets gazeux.

²⁹ Période = demi-vie = le temps au bout duquel il reste encore la moitié de la radioactivité initiale.

Pour un seul radioélément dont l'activité est inférieure au seuil de décision et qui ne fait pas partie du spectre de référence, cela peut correspondre pour le rejet d'une bache de 750 m³ à un rejet non comptabilisé pouvant atteindre 3,7 x 10⁶ Bq (3,7 millions de becquerels). Le rythme moyen de rejet des baches de stockage est pour une puissance nominale de 2600 MWe de l'ordre de deux rejets par mois...

2.4.1.5- La période de référence

Il est indiqué que les spectres de référence ont été déterminés par une étude réalisée de 1996 à 1999 sur l'ensemble du Parc (annexe 3.1.1 p.45).

Or on lit annexe 3.1.5 que pour les rejets de gaz rares on se base sur le retour d'expérience du Parc entre 1999-2009 (p.12), sur la période 2006-2009 pour les rejets de PF/PA liquides (p.50) et 2002-2009 pour les iodes liquides (pp.40,44).

Quelles sont les périodes de référence réellement utilisées pour définir le spectre de référence ?

2.4.2- L'alignement des limites annuelles demandées pour le CNPE de Fessenheim sur les activités moyennes rejetées par le Parc

2.4.2.1- Les activités rejetées par Fessenheim en 2010 mais aussi les années précédentes sont très inférieures aux limites demandées pour

Catégories	Rejets gazeux (en GBq)			Rejets liquides (en GBq)	
	Gaz rares	Iodes	Autres PF/PA	Iodes	Autres PF/PA
Activités rejetées (2010)	157	0,0067	0,0017	0,005	0,628
Limites demandées	36 000	0,8	0,8	0,3	18

Cet écart est variable selon les radionucléides qui font partie des différentes catégories réglementées (facteur 40 à 35 000). Cette observation est importante, même si les activités rejetées mentionnées pour chaque radionucléide aux limites demandées n'ont qu'une valeur indicative et en aucun cas une valeur réglementaire³⁰. En effet, c'est elles qui sont censées fonder les limites réglementaires demandées pour chaque catégorie.

On rencontre ce phénomène sur d'autres CNPE.

L'argument avancé par le pétitionnaire est qu'il est nécessaire de demander des limites « réalistes et suffisamment enveloppes » (annexe 3.1.5, pp.12,21,25,32,41), qui tiennent compte des conséquences d'éventuels problèmes d'inétanchéité du combustible (éventuellement associés à des erreurs de fonctionnement)³¹, à l'origine de l'augmentation des produits de fission dans le circuit primaire, et donc dans les baches de stockage et dans les rejets. Il est fait référence à des événements de ce type qui se sont produits sur plusieurs sites et qui ont donné lieu à des rejets importants justifiant les limites demandées.

³⁰ Pour le chrome 51 gazeux, les activités rejetées sont du même ordre de grandeur que dans les limites demandées dans le chap.3.6 p.5, mais elles sont « < SD » dans le chap.3.1. p.12. Un des deux tableaux comporte une erreur.

³¹ Ces inétanchéités doivent toutefois rester dans les limites de fonctionnement d'une centrale (activité du circuit primaire < 20 000 MBq/t en équivalent iode 131).

Commentaires du Comité scientifique

- Les limites annuelles qui font l'objet de la présente demande concernent le **fonctionnement normal** de l'installation. On peut se demander dans quelle mesure il appartient aux limites de rejets en fonctionnement normal de couvrir les (rares³²) aléas de fonctionnement.

Quelle est d'ailleurs la **définition** du fonctionnement normal ?

- On note d'ailleurs qu'à puissance égale, la limite annuelle demandée pour les iodures gazeux est **supérieure** de 40% à celle qui est en vigueur sur le site de Golfech, et 5 fois plus élevée pour les iodures liquides.

- Cet argument ne vaut que pour les rejets en iodures, gaz rares et autres produits de fission. Il **ne vaut pas pour les produits d'activation liquides et gazeux**, qui ne sont pas produits dans le combustible.

- Des limites à ce point « enveloppes » ne sont **pas de nature à valoriser et à encourager les bonnes pratiques de la part de l'exploitant**, ce qui est regrettable dans une perspective de responsabilisation.

Ainsi à Fessenheim, « de 1995 à 2001, l'activité des gaz rejetée (gaz rares + tritium) dans les effluents gazeux est relativement stable et est en moyenne inférieure à la moyenne des tranches 900 MWe (3,6 TBq *versus* 5,3 TBq par tranche et par an). Ceci reflète la bonne maîtrise des opérations de lignage de circuits et de prélèvements de gaz par l'exploitant (...). Durant cette même période, l'activité des aérosols et halogènes rejetée dans les effluents gazeux est très faible et est en moyenne inférieure à la moyenne des tranches 900 MWe (0,02 GBq *versus* 0,08 GBq par tranche et par an). Ceci traduit la bonne gestion des effluents gazeux et la rigueur apportée lors des opérations de balayage en arrêt de tranche avant ouverture des circuits, malgré la présence parfois d'inétanchéité de gainages combustibles» (annexe 3.1.1, pp.13,14).

- On peut s'interroger sur des aspects de l'**exploitation** qui conduisent à des rejets liquides en iodures et en PF/PA plus importants dans les 900 MWe que dans les 1300 MWe et les 1450 MWe, comme la durée de décroissance dans les bâches TEU et KER (annexe 3.1.5, pp.45,51,53), et sur le faible effet palier également observé pour les rejets de gaz rares (p.21). **Les limites annuelles demandées devraient donc être réduites dans des proportions importantes.**

2.4.2.2- Les limites demandées pour le carbone 14 et l'estimation de l'activité rejetée en nickel 63 dans le milieu aquatique

En l'absence de mesures, les rejets de **carbone 14** dans les effluents liquides et gazeux ont été estimés à partir de l'énergie brute produite (annexe 3.1.1, pp.13,18), et les limites de rejet à partir de données internationales ainsi que, pour les rejets liquides sur des campagnes de mesures réalisées par l'OPRI sur les réservoirs de stockage durant les années 1990 (chap.1.2.3, pp.16,31). On lit par ailleurs que des marges ont été appliquées afin de « tenir compte du REX encore très limité sur ce type de mesure difficile (chap.1.2.3, p.31). En effet, les effluents liquides font l'objet d'une mesure de carbone 14 avant rejet (chap.8, p.17).

Les valeurs demandées qui sont estimées par calcul sont-elles comparables au REX actuellement disponible ?

Par ailleurs, l'activité en **nickel 63** (émetteur bêta pur de période 100 ans, non mesuré dans les bâches de stockage avant rejet) est estimée à 17% de l'ensemble des activités contenues dans le circuit primaire. Or l'activité de ce radionucléide a représenté en 2002 et 2003 sur un autre site du Parc 40% et 58% de l'activité rejetée en PF/PA.

Il conviendrait d'être vigilant sur les rejets en nickel 63 effectivement rejetés dans l'environnement.

³² La dernière inétanchéité du gainage du combustible à Fessenheim remonte d'ailleurs à 1997 (annexe 3.1.1 p.12).

2.4.3- Sur d'autres aspects des demandes de l'exploitant

2.4.3.1- Les effluents font l'objet d'une mesure bêta globale avant rejet et l'activité volumique bêta globale (hors potassium 40 et tritium) dans le milieu récepteur est, pendant les rejets, au maximum de 2 Bq/L en valeur horaire à mi-rejet (supra 2.3.1.3).

- S'il est indiqué (chap.8, p.17) que les mesures d'activité bêta totale réalisées dans les réservoirs de stockage avant rejet sont exprimées en équivalent strontium 90+yttrium 90, **il conviendrait de le faire apparaître dans la demande.**

- En tout état de cause, le **seuil de décision de 2 Bq/L** (limite de détection de 4 Bq/L) est donc à cet égard **particulièrement élevé**, sachant que selon les coefficients de dose efficace en vigueur, une eau contaminée par du strontium 90 à raison de 6 Bq/L et régulièrement consommée par un enfant de 1 an correspond à la limite annuelle d'exposition maximale admissible³³.

2.4.3.2- Sur l'activité volumique maximale mesurée dans le milieu récepteur après dispersion pendant les rejets (supra 2.3.1.3).

Il est indiqué que l'activité volumique en tritium dans le Grand Canal d'Alsace sera mesurée en aval du site, en un point défini en accord avec l'Autorité de Sûreté Nucléaire.

Il conviendra **de tenir compte de la zone de bon mélange du rejet** qui dans certaines conditions de fonctionnement de l'usine hydroélectrique n'est pas réalisé à 1,3 km, mais à au moins 11 km en aval (cf. Rejets thermiques 1.4.3).

2.4.3.3- Le respect de la valeur guide de 0,1mSv pour la production d'eau destinée à la consommation humaine : comment le respect de cette valeur-guide est-il évalué ?

2.4.3.4- Les conditions du rejet

Lorsque le débit du GCA ou du Rhin se situe hors des limites de 200 m³/s - 2800 m³/s, les rejets sont pratiqués sous réserve du respect d'un certain nombre de conditions, après information de l'ASN (supra 2.3.1.5).

On voit mal ce que ces conditions ont de particulier. Il est de plus indiqué que l'exploitant doit informer l'ASN (!) et **paradoxalement** qu'il doit respecter les conditions associées au débit du GCA !!

Enfin, **que signifie la limite de débit maximum pour le Rhin à Kembs** si dans le même temps on précise les conditions du rejet en cas de dépassement de ce débit ?

2.5- L'impact sanitaire des rejets radioactifs

La démarche d'évaluation de l'impact sur l'homme des rejets radioactifs liquides et gazeux est présentée chap.3.6 et annexes 5.1 et 5.2.

2.5.1- Cette évaluation est réalisée au moyen de codes de calcul spécifiques (code MIRRAGE pour les rejets atmosphériques, code BLIQUID pour les rejets liquides) qui, à partir d'hypothèses simplificatrices, donnent un ordre de grandeur de l'exposition maximale des personnes du public.

Cette modélisation intègre les paramètres spécifiques au site de Fessenheim ci-dessous.

³³ Arrêté du 1^{er} septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants, Annexe 3, Tableau 1.1.

2.5.1.1- Les voies d'exposition prises en compte

- pour les rejets atmosphériques : exposition externe au panache radioactif, exposition externe au dépôt radioactif sur et dans le sol, exposition interne par inhalation du panache, exposition interne par ingestion d'aliments contaminés, l'exposition due à la remise en suspension dans l'air des dépôts au sol et à l'inhalation de gaz rares étant considérées comme négligeables,
- pour les rejets liquides : exposition externe due à des séjours sur les sédiments en RG du GCA, exposition interne par ingestion de produits alimentaires provenant des environs immédiats du site, exposition interne par ingestion d'eau de boisson.

2.5.1.2- Le groupe de référence

- les populations géographiquement les plus exposées aux rejets atmosphériques (le lieu « Cité EDF », à environ 1250 m du point de rejet)
- trois groupes d'âge (adultes, enfants de 10 ans, enfants de 1 an)

2.5.1.3- La ration alimentaire retenue (issue de la base de données CIBLEX/données pour la Zone d'Etude et d'Aménagement du Territoire dont fait partie le site de Fessenheim)

- les taux d'autoconsommation,
- la décroissance radioactive liée au stockage des produits alimentaires,
- le transfert de l'activité dans les produits d'origine animale et végétale,
- pour les rejets liquides, la quantité journalière d'eau de boisson ingérée / le temps d'exposition aux sédiments,

Pour les rejets atmosphériques, le volume d'air inhalé quotidiennement.

2.5.1.4- Pour chaque radionucléide, évaluation des transferts par les différents vecteurs (dispersion atmosphérique à partir du débit de rejet, du point de rejet et des conditions météorologiques locales 2001-2010, dépôts au sol et remise en suspension, transferts le long de la chaîne alimentaire).

Pour l'irradiation externe et l'incorporation de radionucléides, les Coefficients de dose utilisés pour estimer la dose efficace reçue sont donnés par la réglementation.

Cette modélisation a été réalisée pour les limites demandées et pour les rejets réels effectués en 2010 par le CNPE.

Pour chacune des trois catégories « gaz rares », « iodes » et « PF/PA », elle repose

- pour les limites demandées : sur la proportion théorique (et donc l'activité théorique) des radionucléides retenus dans le spectre de référence (chap. 3.2, pp.3-4),
- pour les rejets réels 2010 : sur la proportion réelle (et donc l'activité réelle) des différents radionucléides rejetés au cours de l'année.

2.5.2- L'irradiation directe du public par l'aire TFA du site est également prise en compte. Elle est calculée à partir de la cartographie d'irradiation en bordure de site. La dose moyenne ainsi reçue par les populations les plus proches du site est évaluée à $2,9 \times 10^{-7}$ Sv/an quel que soit l'âge des sujets.

2.5.3- Les résultats

Les calculs réalisés donnent la dose efficace annuelle (ou dose efficace annuelle engagée)³⁴ reçue par les populations selon leur âge et leur lieu d'habitation, pour les différents radionucléides et les différentes voies d'exposition aux rejets atmosphériques et liquides.

³⁴ La dose efficace engagée est la dose mesurée (« absorbée ») (exprimée en gray), pondérée par le type et l'énergie du rayonnement émis par le radionucléide, le débit de dose administré à chaque organe ou tissu, la forme physico-chimique du radionucléide, la sensibilité relative des différents organes et tissus exposés à ce radionucléide et l'âge des sujets. Elle est exprimée en sievert (Sv).

Ci-dessous le tableau récapitulatif des doses efficaces totales annuelles reçues par les populations de référence (= les plus proches du site) du fait des rejets atmosphériques et liquides et de l'irradiation directe, pour les limites demandées et pour les rejets réels effectués en 2010.

Dose efficace totale annuelle reçue par les populations de référence (en Sv/an)						
Age	Aux limites demandées			Aux rejets réels 2010		
	Rejets atmosph^{ques}	Rejets liquides	Total (avec irradiat^o directe)	Rejets atmosph^{ques}	Rejets liquides	Total (avec irradiat^o directe)
Adulte	2,7 x 10 ⁻⁷	1,1 x 10 ⁻⁷	6,7 x 10⁻⁷	4,4 x 10 ⁻⁸	3,5 x 10 ⁻⁸	3,7 x 10⁻⁷
10 ans	2,5 x 10 ⁻⁷	1,3 x 10 ⁻⁷	6,7 x 10⁻⁷	4,10 x 10 ⁻⁸	4,3 x 10 ⁻⁸	3,4 x 10⁻⁷
1 an	5,3 x 10 ⁻⁷	1,5 x 10 ⁻⁷	9,7 x 10⁻⁷	7,5 x 10 ⁻⁸	5,0 x 10 ⁻⁸	4,2 x 10⁻⁷

Ces doses efficaces sont mises en perspective avec les limites annuelles de dose efficace recommandées par la Commission Internationale de protection radiologique et intégrées aux droits français et européen : 1 mSv (1 millisievert = 1 x 10⁻³ Sv) pour la population³⁵.

Les doses reçues aux limites demandées ainsi calculées représentent donc moins de 1/1000^e des limites de dose annuelles définies par la réglementation.

2.5.4- Commentaires du Comité scientifique

La démarche d'évaluation de l'impact sur l'homme des rejets radioactifs liquides et gazeux du site de Fessenheim, tant aux limites demandées qu'aux rejets réels, est présentée de manière claire.

Plusieurs questions se posent néanmoins, qui concernent les modèles et paramètres utilisés pour évaluer les transferts des isotopes rejetés par la centrale dans les différents milieux de l'environnement et la chaîne alimentaire.

2.5.4.1- Les radionucléides pris en compte dans les calculs : voir ci-dessus 2.4.1.

2.5.4.2- Les rations alimentaires retenues pour les populations et les animaux de consommation

2.5.4.2.1- La ration retenue pour les calculs est de manière pertinente établie à partir de données spécifiques au site de Fessenheim (base CIBLEX).

Néanmoins, le taux d'autoconsommation retenu pour les différents aliments provient de donnée INSEE de 1991. **Ces données seraient à actualiser.**

2.5.4.2.2- La quantité retenue d'eau de boisson ingérée chaque jour est de 0,8 L/j pour les enfants de 1 an³⁶. Or les nourrissons consomment jusqu'à 4 x 250 cc de lait, ce qui dans le cas d'un lait reconstitué correspond à un litre d'eau. Le lait consommé par les nourrissons peut également être le lait maternel. **Ce cas de figure ne semble pas être pris en compte.**

³⁵ Voir S. Gazal, J.C.Amiard (2010). Le tritium – Actualité d'aujourd'hui et de demain. Lavoisier, Chapitre 6, pp.99-102.

³⁶ Dans la réglementation mentionnée en note 33, l'âge de 10 ans correspond à la tranche d'âge des 7-12 ans. Par contre, il n'y est pas précisé que l'âge de 1 an correspond à la tranche 0-1 an. Cela va cependant de soi, car il existe une tranche 1an-2 ans. L'exploitant devrait préciser si les coefficients de dose qu'il a retenus pour ses calculs sont les coefficients qui dans la réglementation s'appliquent aux 1 an ou aux 1-2 ans.

2.5.4.2.3- « La *ration retenue* regroupe sous une même dénomination l'ensemble des produits appartenant à une même catégorie d'aliments. Elle se compose de légumes feuilles, légumes racines, légumes fruits, lait, œufs, céréales, viande et poisson ».

Aucune indication n'est donnée concernant les *espèces* de fruits, légumes, viandes animales et poissons consommées, à l'exception de la viande de bœuf. Les *parties* des aliments consommées ne sont pas mentionnées et ***il est indiqué un facteur de concentration³⁷ et un facteur de transfert trophique³⁸ uniques pour chaque radioélément (ou simplement pour quelques radionucléides), quelles que soient les espèces et les parties des organismes consommées (voire même un facteur de transfert unique pour tous les radionucléides dans le cas du transfert foliaire*** (annexes 5.1, p.17, et 5.2, pp.14-15). Or les organismes et leurs différentes parties concentrent les radionucléides de manière différentielle.

Cette démarche est contraire aux fondamentaux de la radioécologie.

Au demeurant, ***les populations alsaciennes ne consomment-elles que de la viande de bœuf ?***

Il conviendrait en outre de ne pas négliger des aliments comme les *champignons*, qui sont des vecteurs de contamination reconnus.

Enfin, les *quantités ingérées* ne sont pas indiquées³⁹.

2.5.4.2.4- De la même manière, *la ration alimentaire des bovins* se compose d'eau et d'herbe (tableaux 2-A5.1-e et 2-A5.2-d). Les bovins alsaciens ne consomment-ils pas aussi de ***l'ensilage (maïs) et autres céréales ou farines d'origine locale ?***

2.5.4.3- Les transferts dans le milieu aquatique et à partir de celui-ci

2.5.4.3.1- La zone de bon mélange

Il est indiqué que l'eau de boisson pour l'homme est prélevée dans la nappe alluviale à 8,3 km (les échanges entre la nappe et le cours d'eau étant a priori limités), l'eau d'irrigation et l'eau d'abreuvement pour le bovin à 1,3 km. La dilution complète des rejets étant à cette distance réalisée (chap.3.6, p.8 ; annexe 5.2, p.6). ***Cela ne correspond pas à la réalité (cf. Rejets thermiques 1.4.3).*** Or le calcul de l'activité massique des eaux de boisson et d'irrigation s'appuie sur ce postulat.

Pour les poissons, l'étude est cependant réalisée en considérant la distance de mauvais mélange (0,5 km du point de rejet), hypothèse majorante.

2.5.4.3.2- La forme physico-chimique des radionucléides rejetés

Sous quelle(s) forme(s) physico-chimique(s) les radioéléments ont-ils été intégrés à l'évaluation⁴⁰ ?

2.5.4.3.3- La fixation des radionucléides dans les sédiments

- « Elle varie en fonction des caractéristiques granulométriques et de la teneur en matières organiques. Les résultats obtenus depuis le premier bilan radioécologique décennal réalisé en 1989 présente une certaine variabilité imputable à la diversité qualitative des sédiments (...) De plus, le milieu sédimentaire connaît des phénomènes d'adsorption/désorption importants des radionucléides » (annexe 4.3, pp.38-39).

Comment la variabilité qualitative des sédiments, les phénomènes d'adsorption/désorption, ainsi que de remise en suspension⁴¹ des radionucléides, particulièrement importante dans

³⁷ Le facteur de concentration désigne le rapport de l'activité d'un radionucléide dans un organisme à son activité dans le biotope (eau, air ou sol).

³⁸ Le facteur de transfert trophique désigne le rapport de l'activité d'un certain niveau trophique (un prédateur par exemple) à l'activité d'un niveau trophique inférieur (une proie par exemple).

³⁹ Quelle est la signification des tableaux 2-A5.1-d et 2-A5.2-c ?

⁴⁰ Chartier et al.. *Guide d'examen pour l'étude de l'impact radiologique d'une installation nucléaire de base (INB) fournie à l'appui des demandes d'autorisation de rejets*. Rapport IRSN/02-24 p.22,42.

⁴¹ Question évoquée à l'occasion du suivi hydroécologique concernant les micropolluants minéraux (annexe 4.2 p.56).

une voie de circulation telle que le GCA, sont-ils pris en compte pour évaluer l'activité des MES et des sédiments ?

- Des études aujourd'hui classiques⁴² ont montré que ces **dépôts** étaient **maximaux** non à l'aval immédiat du point de rejet mais à plusieurs dizaines kilomètres de celui-ci.

Or l'hypothèse retenue dans le présent dossier est l'hypothèse inverse.

2.5.4.3.4- Transferts dans les organismes vivants et interactions avec les caractéristiques du milieu

La prise en compte de plusieurs phénomènes n'est pas mentionnée comme étant intégrée aux modèles de transfert utilisés, notamment les phénomènes d'amplification, de minimisation et de neutralisation des contaminations qui sont associés aux mécanismes de compétition au sein des organismes ainsi qu'à l'influence de la qualité des milieux.

Ces questions méritent un intérêt particulier dans le contexte industriel du GCA (annexe 4.2, pp. 20,56). On retiendra notamment l'influence de la concentration du milieu aquatique en **micropolluants métalliques⁴³ et organiques** sur l'accumulation des radioéléments dans les organismes, les poissons par exemple⁴⁴.

Par ailleurs, sous certaines conditions, la **température** du milieu est fortement suspectée de favoriser le transfert des radioéléments dans les organismes vivants⁴⁵ (cf. Rejets thermiques, 1.4.4.3). Ce point aurait dû apparaître dans le dossier au titre des réserves méthodologiques.

2.5.4.3.5- La contamination par aspersion des feuilles de végétaux

Les éléments déposés par aspersion d'eau contaminée sur les **feuilles des végétaux** peuvent pour une grande part être éliminés par lavage (annexe 5.2, p.7).

Outre le fait que cette affirmation n'apparaît pas concernant les dépôts secs et humides consécutifs aux rejets d'effluents gazeux (pourquoi ?), elle minimise le **rôle de l'adsorption foliaire** dans la contamination des végétaux, notamment des végétaux à large surface de contact (végétaux à larges feuilles, plantes aromatiques, mousses terrestres). Or, la réalité de ce mécanisme est bien établie, y compris d'ailleurs en ce qui concerne les tissus les plus âgés voire les tissus morts de certains végétaux¹⁹.

2.5.4.4- Sur le transfert du tritium et du carbone 14 dans les différents compartiments de l'environnement

2.5.4.4.1- Le coefficient de fixation du tritium sur la matière organique des aliments diffère pour les rejets liquides et pour les rejets gazeux, et on ne dispose pour ces derniers que d'une seule valeur (annexes 5.1, p.8 et 5.2, p.16).

Les données contenues dans les codes de calcul MIRRAGE et BLIQID sont-elles harmonisées ? Pourquoi une seule valeur pour les rejets gazeux ?

2.5.4.4.2- Le transfert du tritium et du carbone 14 dans la chaîne alimentaire (végétaux, animaux) est « non calculé », tout au moins en ce qui concerne les rejets gazeux (code MIRRAGE). Cependant, une valeur de contamination totale en tritium est donnée pour les

⁴² cf. H. Maubert, Ph. Picat, Premières observations sur les caractéristiques radioactives des suspensions du Rhône lors des opérations de désenvasement des retenues du Haut-Rhône, Rapport CEA-R-5215, 1983).

⁴³ J. Garnier-Laplace *et al.*, Milieux aquatiques. In *Le césium dans l'environnement* (2000) : 111-125, D.J. Rowan & J.B. Rasmussen, Bioaccumulation of radiocesium by fish : the influence of physicochemical factors and trophic structure. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **51** (1994) 2388-2410,

O. Ausseil. Contribution à l'étude de la multipollution des hydrosystèmes fluviaux – Etude de l'influence de micropolluants métalliques et organiques sur la bioaccumulation des radionucléides par les poissons d'eau douce. Thèse. Université de Provence. 2001).

⁴⁴ O. Ausseil. (Réf. citée) : influence de 17 β -oestradiol, Atrazine, Benzo(a)Pyrène, Fluoranthène, 3, 3', 4, 4' tétrachlorobiphényle, Aroclor 1242 sur l'accumulation des radioéléments et leur distribution dans les poissons.

⁴⁵ K. Beaugelin-Seiller. Caractérisation des mousses dulcicoles comme indicateurs de contamination radioactive. Thèse de Doctorat. Université de Montpellier, 1994.

végétaux et les animaux (annexe 5.1). Il conviendrait de préciser (i) ***comment ces valeurs ont été obtenues*** (ii) ***si et comment le tritium organiquement lié a été pris en compte.***

Le détail des calculs n'étant pas fourni pour les rejets liquides (code BLIQID) (annexe 5.2), on ne sait s'ils sont concernés par cette question.

2.5.4.4.3- Concernant les rejets atmosphériques de carbone 14 (période 5730 ans), le méthane représente 80% du carbone 14 rejeté dans l'atmosphère. Il n'est pas pris en compte au motif qu'il ne se transfère pas directement aux végétaux et aux animaux mais donne du dioxyde de carbone suite à des réactions à cinétique lente (annexe 5.1, p.8).

L'évaluation de l'impact sanitaire d'une exposition à des facteurs de risque ne peut pas se limiter à l'exposition directe et immédiate à ces facteurs de risque.

2.5.4.5- La signification de la limite annuelle maximale d'exposition

Il convient de garder en mémoire que la limite maximale d'exposition en fonctionnement de routine (« normal ») de 1mSv/an n'est pas une limite d'innocuité mais une limite d'acceptabilité d'un certain niveau de risque pour les effets considérés comme des effets sans seuil.

Par ailleurs, les effets sans seuil retenus à ce jour par la communauté internationale sont les cancers et les effets héréditaires survenant sur les deux générations suivant l'exposition – même si d'autres types d'effets (pathologies non cancéreuses, effets non ciblés⁴⁶, existence d'une réponse adaptative) et la pertinence de l'horizon générationnel retenu pour les effets héréditaires sont actuellement en débat.

L'estimation du risque de cancers et d'effets héréditaires après exposition du corps entier à de faibles débits de dose (détriment pas sievert reçu) actuellement retenue est respectivement de $5,5 \times 10^{-2}$ et $0,2 \times 10^{-2}$ par sievert reçu.

La limite de 1mSv/an correspond donc à un risque de $5,5 \times 10^{-5}$ cancers et $0,2 \times 10^{-5}$ effets héréditaires sur les deux premières générations.

Ces niveaux de risque sont considérés comme acceptables par les instances internationales.

⁴⁶ *Effet de voisinage* = modifications (mutations, réduction de la survie...) induites dans les cellules non irradiées situées au voisinage des cellules irradiées. *L'instabilité génomique transmissible* quant à elle se traduit par la survenue d'altérations biologiques diverses (remaniements chromosomiques, mutations, réduction de la survie cellulaire, ...) après plusieurs divisions successives de la cellule irradiée ou d'une cellule située dans le voisinage de celle-ci (cf. référence note 35, chap.6 pp114-117).

MODIFICATION N°2
EVOLUTION DES LIMITES DE REJETS (3)
LES LIMITES DE REJETS CHIMIQUES

Compte tenu de l'occurrence des événements initiateurs de ce type de rejets et des faibles quantités rejetées, il n'est pas demandé de limite pour les rejets chimiques atmosphériques (chap.3.2 p.5). Seuls les rejets chimiques liquides sont donc abordés ci-dessous.

3.1- Origine des rejets (chapitre 1.2.4, pages 6-8)

3.1.1- Les rejets de substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides

Les rejets de substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides proviennent des différents produits de conditionnement des circuits qui ne peuvent être maintenus dans les circuits pour des raisons d'exploitation ou de maintenance. Ces substances sont alors transférées dans les effluents puis rejetées. Ce sont :

- les produits de conditionnement mis en œuvre dans le circuit primaire, qui participent au pilotage du réacteur ou permettent de limiter l'agression des métaux qui constituent le circuit,
- les produits de conditionnement de l'eau du circuit secondaire et des circuits auxiliaires nucléaires et conventionnels de la centrale pour la rendre moins corrosive vis-à-vis des aciers,
- les métaux provenant de l'usure des matériaux des circuits, comptabilisés de façon globale sous l'appellation de « métaux totaux »,
- les détergents provenant du lavage des tenues utilisées en zone nucléaire et du lavage du sol.

Ces effluents sont également caractérisés par des paramètres globaux comme les Matières En Suspension (MES) et la Demande Chimique en Oxygène (DCO)

3.1.1.1- Conditionnement du circuit primaire au moyen de

- acide borique (absorbant neutronique),
- lithine (compense l'acidité de l'acide borique et limite la corrosion des matériaux),
- hydrazine (élimine l'oxygène de l'eau avant hydrogénation au redémarrage des tranches).

3.1.1.2- Conditionnement du circuit secondaire en période de fonctionnement

- Afin d'obtenir le pH de moindre corrosion, un produit basique doit être injecté dans le circuit secondaire. En l'absence d'alliages cuivreux, trois conditionnements sont actuellement possibles : morpholine, ammoniacque et éthanolamine.

Le choix du type de conditionnement reste toujours un compromis entre la lutte contre la corrosion-érosion, l'encrassement des tubes et des GV, et les rejets dans l'environnement.

La morpholine par dégradation à 280°C donne de l'éthanolamine, du glycol et de l'azote. Ces sous-produits donnent à leur tour des acides glycolique, acétique, formique et oxalique.

L'*éthanolamine* devrait progressivement remplacer la morpholine car elle demande d'injecter 2 à 3 fois moins de produit que la morpholine, donne lieu à moins rejets ; elle a une meilleure tenue et permet de meilleures corrections de pH (cf. M01).

- Le conditionnement est complété par de l'*hydrazine* pour éliminer l'oxygène de l'eau alimentaire, éviter l'encrassement des GV induit par les produits de corrosion (principalement des oxydes de fer). Une partie de l'hydrazine se dégrade thermiquement en produisant de l'*ammoniacque*.

3.1.13- Conditionnement en période d'arrêt

Le poste d'eau du circuit secondaire en période d'arrêt est conservé à sec.

De même, le conditionnement des GV peut être sec ou humide en fonction des exigences de planning, de dosimétrie, environnementale...

Le conditionnement humide des GV en période d'arrêt est réalisé avec :

- de l'*hydrazine*,
- de la *morpholine* ou de l'*ammoniaque* ou de l'*éthanolamine*.

3.1.1.4- Conditionnement des circuits auxiliaires nucléaires et conventionnels

Les circuits de réfrigération et de chauffage sont conditionnés au *phosphate trisodique*, utilisé comme inhibiteur de corrosion au niveau des circuits en contact avec l'air où le conditionnement volatil ne peut être utilisé. Celui-ci permet également d'obtenir un pH compris entre 11 et 11,5.

De plus, au niveau de la laverie, des *détergents* sont utilisés pour laver le linge issu de zone contrôlée. Au cours du fonctionnement du CNPE, l'ensemble de ces produits est susceptible d'être rejeté dans l'environnement.

3.1.2- Les autres rejets chimiques

Ils proviennent

- des rejets issus de la fosse de neutralisation de l'installation de déminéralisation (chlorures et sodium) ;
- des rejets du réseau de collecte et de traitement des effluents non contaminables : réseau eaux pluviales, réseau eaux vannes et usées, réseau de recueil et de contrôle des effluents susceptibles de contenir des hydrocarbures ;
- de l'eau du circuit de refroidissement du condenseur CRF (eau de recirculation) => rejet direct dans le GCA. Cette eau peut contenir des métaux lourds (usure du condenseur).

3.2- Evolution des limites de rejets de l'ensemble des substances chimiques rejetées avec la possibilité de mettre en oeuvre un conditionnement secondaire à l'éthanolamine

Les limites actuelles reposent sur

- le courrier du SCPRI du 30 décembre 1987 (substances chimiques présentes dans les effluents radioactifs liquides et les eaux d'exhaure),
- l'Arrêté préfectoral du 17 avril 1974 (limites de rejets pour les eaux pluviales, les eaux vannes et les eaux résiduelles de la station de déminéralisation).

Le présent dossier propose un abaissement des limites pour toutes les substances rejetées et ce conformément aux dispositions de l'Arrêté du 26 novembre 1999.

3.2.1- Rejets associés aux rejets radioactifs

Anciennes limites

Substances	Limites annuelles Totales	Concentrations maximales /L
Acide borique	47 tonnes (en H ₃ BO ₃)	0.5 mg (en B)
Lithine (en LiOH)	10 kg	10 µg
Acide oxalique (en H ₂ C ₂ O ₄)	80 kg	100 µg
EDTA	40 kg	20 µg
Hydrazine (en N ₂ H ₄)	100 kg	50 µg

L'EDTA (acide éthylène diamine tétra-acétique) et l'acide oxalique étaient présents à l'origine dans les lessives et produits de décontamination mais EDF s'est engagée en 1988 à ne plus utiliser de produits contenant ces substances.

Propositions de nouvelles limites d'autorisation
(chapitre 1.2.4 Rejets chimiques liquides et à l'atmosphère – page 35)

Substances chimiques	Flux annuel (kg)	Flux 24h ajouté (kg)	Flux 2h ajouté (kg)	Concentration max ^{le} ajoutée dans ouvrages de rejet (mg/L)
Acide borique (H₃BO₃) ⁽¹⁾	18 000	5390	3850	25
Hydrazine (N₂H₄)	21	3,8 ⁽³⁾		0,010
Morpholine (C₄H₉ON) ⁽²⁾	950	22 ⁽⁴⁾		
Ethanolamine (C₂H₇ON) ⁽²⁾	500	12 ⁽⁴⁾		0,086
Azote (N) hors hydrazine, morpholine éthanolamine (avec conditionnement haut pH : en C₄H₉ON et CHON)	5 350	130		0,35
Phosphates (PO₃-)	530	76	41	0,31
Détergents	5 650	225	225	1,6
Métaux totaux (Mn, Ni, Cr, Fe, Al, Pb, Cu, Zn)	78	5,6		0,011
Matières En Suspension (MES)		17		0,031
Demande Chimique en Oxygène (DCO)		355		0,79

⁽¹⁾ Lors d'une vidange complète ou partielle d'un réservoir d'acide borique (réservoir REA bore ou PTR), le flux annuel est porté à 21100 kg, les flux 24 heures et 2 heures à 5730 kg et la concentration maximale ajoutée dans l'ouvrage de rejet CRF à 42 mg/L.

⁽²⁾ En cas de changement du conditionnement du circuit secondaire, les limites du flux 24 heures de l'ancien conditionnement restent applicables jusqu'à l'arrêt des deux réacteurs. Dans le cas où les deux modes de conditionnement du circuit secondaire (morpholine ou éthanolamine) seraient utilisés durant la même année calendaire, les limites du flux annuel seraient calculées :

- pour l'ancien conditionnement, au *prorata temporis* de la durée de fonctionnement jusqu'à la fin du cycle du dernier réacteur,

- pour le nouveau conditionnement, au *prorata temporis* de la durée de fonctionnement à partir de la date de basculement du conditionnement.

⁽³⁾ Sur l'année, 5% des flux 24 heures peuvent dépasser 3,8 kg sans toutefois dépasser 4,7 kg.

⁽⁴⁾ Sur l'année, 5% des flux 24 heures peuvent dépasser cette valeur sans toutefois dépasser 89 kg pour la morpholine et 26 kg pour l'éthanolamine.

Les quantités de lithine rejetées étant faibles, aucune valeur limite n'est demandée.

3.2.2- Autres rejets

3.2.2.1-Rejets issus de la production d'eau déminéralisée

Ces effluents ne font pas actuellement l'objet de limites spécifiques.

Le tableau ci-dessous présente un *bilan des rejets annuels* moyens et maximums de chlorures et sodium, sur la période (1995-2010) estimé à partir des consommations de soude (NaOH) et d'acide chlorhydrique (HCl) lors de la production d'eau déminéralisée et de la neutralisation des effluents de la fosse de neutralisation avant rejet (tableau 2- 1.2.4-l).

Substances rejetées (tonnes)	Moyennes	Maximum	Flux 24h ajouté (kg)
Chlorures	41	52	750
Sodium	12	16	2400

De même, le CNPE de Fessenheim a réalisé en 2003 des mesures de *concentration* sur des composés susceptibles d'être présents dans les effluents issus de la fosse de neutralisation (tableau 2- 1.2.4-m) :

Paramètres	Concentration moyenne	Concentration maximale
MES (filtre 5 µ) (mg/L)	23	236
Sodium (g/L)	1,28	1,7
Chlorures (g/L)	3,58	4,29
DCO (mg/L d'O₂)	132	137

3.2.2.2- Rejets d'eaux vannes

Avant novembre 2000, les effluents d'eaux vannes du site étaient dirigés sur des stations d'épuration minibloc puis rejoignaient ensuite le réseau SEO. Depuis 2001 ils sont envoyés vers la STEP de Nambenheim, gérée par le SIVOM.

Les limites fixées par l'Arrêté préfectoral du 17 avril 1974 sont ainsi appliquées aux effluents au niveau du collecteur général SEO (tableau 2- 1.2.4-o).

Les rejets chimiques sont fort peu explicités : EDF fournit des concentrations mais n'explicité pas les volumes rejetés .

Paramètres	Arrêté préfectoral 17/04/74 (pour collecteur général SEO)	A partir de 2000 Concentration maximale (échantillon sur 24h avant envoi SIVOM)
MES	100 mg/L	500 mg/L
DBO₅	200 mg/L	600 mg/L
DCO		1200 mg/L
Azote total	60 mg/L	150 mg/L
Phosphore total		50 mg/L
pH	5,5 < pH < 8,5	5,5 < pH < 8,5

3.2.2.3- Rejets d'eaux pluviales

Ils sont réglementés par prescription DGNSNR-GRE/DRIREAL du 15 juillet 2002.

Caractéristiques chimiques à respecter	Valeur instantanée (eaux pluviales aval débourseur CRD)
Hydrocarbures	5 mg
DCO	300 mg
DBO₅	100 mg
MES	30 mg

3.2.2.4- Proposition de nouvelles limites d'autorisation (chap. 1.2.4, p.53)

Sont réglementées :

- les rejets issu de la fosse de neutralisation de l'installation de déminéralisation
- les rejets du réseau de collecte et de traitement des effluents non contaminables : réseau « égouts et eaux pluviales » et réseau « recueil, contrôle et rejet des effluents susceptibles de contenir des hydrocarbures » ;
- de l'eau du circuit de refroidissement du condenseur CRF (eau de recirculation).

Substances chimiques contenues dans l'effluent	Origine de l'effluent	Flux 24h ajouté (kg)	Concentration dans l'effluent (mg/L)
Chlorures	Installation de production d'eau démminéralisée	2400	750
Sodium		750	
pH	Rejet SEO	6,0 < pH < 9,0	
pH	Rejet CRF	6,0 < pH < 9,0	
hydrocarbures	Rejet SEO		< 5

Ne sont pas réglementés : les eaux vannes et usées (envoyées vers la station d'épuration du SIVOM), les métaux lourds consécutifs à l'usure des condenseurs (renovés), rejets en sortie des déshuileurs et rejets issus du CRD (Centre de regroupement des déchets) (effectués via le réseau SEO).

3.3- Commentaires du Comité Scientifique

Le présent dossier propose un abaissement des limites pour toutes les substances rejetées et ce conformément aux dispositions de l'Arrêté du 26 novembre 1999.

Il convient en effet de limiter le plus possible les rejets chimiques dans le milieu aquatique.

3.3.1- Quel est le tonnage d'acide borique qui est recyclé ?

3.3.2- Sur l'hydrazine

La quantité d'hydrazine rejetée a connu des fluctuations très importantes entre 1995 et 2010, que l'exploitant attribue en partie à un problème de conservation des échantillons.

Des valeurs relativement constantes de l'ordre de 0,8 à 2,6 kg/an (un pic à 11,1 kg/an encore en 2005) sont mesurées depuis 2004, date de la mise en œuvre de nouvelles dispositions.

Les flux annuels demandés sont de 21 kg/an, soit 10 fois plus élevé que les valeurs mesurées depuis 2004 (sauf 2005).

Une baisse des rejets en hydrazine, imputable à la mise en œuvre de diverses dispositions⁴⁷ a été observée sur certains sites du Parc EDF. Ainsi à Golfech (2 réacteurs de 1300 MWe, 4 boucles) ces rejets ont baissé d'un facteur 100 à 1000 depuis le début des années 2000, et sont actuellement inférieurs d'un facteur 200 à la limite annuelle valable pour ce site. Ils sont aujourd'hui inférieurs aux rejets effectués en 2004-2010 par le site de Fessenheim (2 réacteurs de 900 MWe, 3 boucles).

Même si on considère que ce produit est rapidement éliminé dans l'eau par oxygénation, il convient d'abaisser de manière significative les rejets du site et la limite annuelle demandée pour les rejets d'hydrazine.

3.3.3- Sur la morpholine et l'ammonium (produit de décomposition de l'hydrazine)

- Ces rejets connaissent depuis 2004 une augmentation (d'un facteur d'environ 2 pour les premiers et 20 à 40 pour les seconds), qu'il est particulièrement difficile d'expliquer (chap.1.2.3, p.21,26). Sont invoquées la conservation des aliquotes et les méthodes de mesure (interférence avec l'hydrazine).

Il conviendrait de ***prendre les dispositions nécessaires pour que ces rejets (ou leur mesure) redescendent à leur niveau antérieur.***

- La limite annuelle demandée en morpholine est supérieure au REX 1995-2010 d'un facteur 10 à 20 environ selon les années. A puissance égale, elle est supérieure à la limite autorisée pour le site de Golfech.

Quelle est la justification de cette demande ?

3.3.4- Sur l'azote (hors hydrazine, morpholine et éthanolamine)

A puissance égale, la limite annuelle demandée est supérieures de 50% à la limite autorisée pour le site de Golfech.

Quelle est la justification de cette demande ?

3.3.5- Sur les détergents

- Quels sont les ***types de détergents utilisés ?***

- A puissance égale, la valeur annuelle demandée est deux fois plus élevées que la limite autorisée pour le site de Golfech. ***Quelle est la justification de cette demande ?***

⁴⁷ Collecte et la destruction de l'hydrazine au niveau des pompes d'injection de conditionnement du circuit secondaire, cracking thermique avant redémarrage de l'hydrazine utilisée pour le conditionnement des générateurs de vapeur, traitement d'élimination de l'hydrazine dans les réservoirs de stockage avant rejet.
L'objectif est d'ailleurs de supprimer dans la mesure du possible ce type de rejet.

**MODIFICATION N°3
DRAGAGE DU CANAL D'AMENEE
CURAGE DES RUS D'EAU ET DES CAVITES « JPD »**

Le CNPE de Fessenheim doit procéder régulièrement à des opérations de *dragage* de son canal d'amenée, afin d'assurer l'alimentation en eau brute de ses installations.

Par ailleurs, la station de pompage est implantée en bordure du canal d'amenée et alimente le CNPE en eau provenant du GCA (*cf.* M01). Au niveau de la station de pompage, en aval des tambours filtrants, se trouvent le ru d'eau avant ainsi que les quatre cavités JPD qui alimentent le circuit de production et de distribution d'eau d'incendie et en retrait desquelles est implanté le ru d'eau arrière. Ces éléments sont régulièrement envasés par des sédiments provenant du GCA. Leur *curage* doit donc être réalisé régulièrement afin d'assurer leur bon fonctionnement.

Cette modification propose un encadrement des modalités de ces opérations et notamment des rejets dans le GCA de sédiments qui sont ainsi prélevés. En effet, ces ouvrages étant dans le périmètre de l'INB, ils relèvent de la réglementation correspondante, et les rejets de sédiments issus de ces ouvrages nécessitent la mise en place de dispositions spécifiques qui n'existent pas aujourd'hui dans les textes réglementaires applicables à Fessenheim.

Cette demande de modification concerne les deux tranches du CNPE de Fessenheim.

1- Modalités de réalisation des opérations de curage et de dragage et gestion des sédiments retirés (chap.1.3)

En ce qui concerne le *dragage* du canal d'amenée, celui-ci est programmé en fonction des bathymétries réalisées *a minima* tous les ans. Il est réalisé tranches en marche. Le dernier dragage s'est déroulé fin 2011. Il avait fait l'objet d'un dossier de déclaration au titre de l'Article 26 du Décret n°2007-1557⁴⁸, suivi d'un accord de l'ASN. Le volume des matériaux à extraire a alors été estimé à 4700 m³.

Il est à noter que la fréquence entre les deux derniers dragages a été de 5 ans. L'opération s'étendant sur une durée de deux mois (environ 40 jours, à raison de 8h par jour).

En ce qui concerne les opérations de *curage* des cavités JPD et des rus d'eau, ils ont lieu lors des arrêts de tranche programmés (visite périodique ou décennale). La quantité de sédiments à curer étant estimée à environ 300 m³.

Les sédiments issus des opérations de dragage et de curage peuvent être rejetés dans le GCA aux conditions précisées ci-dessous.

2- La modification demandée

Le CNPE souhaite pouvoir à l'avenir, conformément à l'Article 26 du Décret sus cité

(a) Procéder au *dragage* de son canal d'amenée, tout en précisant que cette opération sera déclenchée en fonction de son niveau d'envasement.

⁴⁸ Décret du 2 novembre 2007 modifié relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives, pris en application de la loi relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire du 13 juin 2006.

Volume de sédiments autorisé demandé : 5000 m³.

Selon leurs caractéristiques physico-chimiques⁴⁹, ces sédiments seront

- soit restitués après dilution au GCA,
- soit gérés à terre (si assimilables à des déchets inertes, ils seront valorisés / sinon ils seront envoyés en décharge ou valorisés en BTP).

La concentration en MES maximale moyenne ajoutée dans le GCA par les opérations de dragage sera de 50 mg/L au point de prélèvement aval.

(b) Procéder au *curage* des rus d'eau et des cavités JPD, ceci deux fois sur 12 mois glissants, pour un volume de sédiments curés de 300 m³ qui seront dilués et rejetés dans le GCA. Ces opérations pourront avoir lieu tout au long de l'année.

3- Impact des opérations de dragage et de curage (chap.3.4, pp.60-74)

Plusieurs paramètres permettent de classer en plusieurs catégories les sédiments en fonction de leur toxicité à l'égard des organismes aquatiques.

Si leur teneur en substances polluantes est inférieure à un certain seuil, ils seront rejetés dilués dans le GCA, dans le canal de force de la centrale hydroélectrique de Fessenheim en aval du rejet de l'eau de refroidissement des condenseurs (CRF) du CNPE. En cas contraire, le traitement se fera à terre.

Concernant leur teneur en polluants, le REX montre que les sédiments de dragage sont, selon les critères retenus, de qualité bonne à moyenne.

Sont considérés comme nuls ou négligeables

- la réduction temporaire de la section d'écoulement par la formation de dépôt,
- les dépôts localisés et temporaires dans le GCA,
- l'impact sur la qualité des eaux souterraines,
- l'impact sur la qualité des eaux superficielles,
- l'impact sur la qualité des écosystèmes aquatiques,

à condition que les rejets soient effectués dans des *conditions hydrauliques* favorables à la reprise des sédiments (optimisation du choix des points de restitution des sédiments), de préférence « en dehors des *périodes sensibles pour la faune et la flore*, c'est-à-dire entre juillet de l'année N et mars de l'année N+1 » (chap. 1.3, p.9), et que le *débit de dragage* soit si nécessaire modulé.

Commentaire du Comité Scientifique

Ces opérations sont indispensables à la bonne tenue de la source froide.

Les conditions de dragage et de curage demandées ne changent rien à ce qui était en pratique.

Il était néanmoins important d'en encadrer les modalités et de réglementer la gestion des sédiments retirés au cours ces opérations qui constituent un aspect très polluant du fonctionnement de la centrale.

Concernant leur éventuel rejet dans le GCA, ***de nombreuses précautions devront être respectées*** : conditions hydrauliques favorables à la reprise des sédiments (débit des eaux), modalités du rejet (choix des points de restitution des sédiments, étalement des rejets sur plusieurs semaines), respect de la période de reproduction des différentes espèces piscicoles.

Quelques questions se posent néanmoins.

⁴⁹ Teneur en métaux, en substances telles que polychlorobiphényles (PCB), Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques (HAP) etc. et en paramètres globaux : matières en suspension (MES), demande chimique en oxygène (DCO), demande biologique en oxygène (DBO).

- L'homogénéisation des eaux par l'usine hydroélectrique de Fessenheim, « contribuant au bon mélange des eaux et des MES », devrait contribuer à minimiser l'impact des rejets de sédiments sur la qualité des eaux superficielles et sur les écosystèmes aquatiques. Or le bon mélange des rejets CRF étant surtout déterminé par le nombre et la localisation des turbines mises en service il n'est pas, dans certaines modalités de fonctionnement de l'usine hydroélectrique, réalisé à l'aval immédiat (*cf.* M02, 1.4.3). Les sédiments étant rejetés dans le GCA, via le canal de force de la centrale hydroélectrique de Fessenheim, en aval du rejet CRF (chap.1.3, p.9), cela ne contribue pas à « minimiser l'impact de leur rejet sur la qualité des eaux superficielles et sur les écosystèmes aquatiques ». ***Les opérations de dragage et de curage auront-ils lieu lorsque la centrale hydro-électrique assure un bon mélange à l'aval immédiat, c'est-à-dire lorsque le débit du GCA est supérieur à 1050 m³/s ?***
- Plus généralement, les éventuels rejets de sédiments, bien que pouvant avoir lieu tout au long de l'année, ne seront possibles qu'en période hydrologiquement favorable. Ce type d'opération ***pourrait donc nécessiter un stockage provisoire qui ne serait pas nécessairement facile à gérer.***
- Où sera situé le ***point de prélèvement aval*** qui sera retenu par le prestataire en charge des opérations de contrôle de la concentration en MES ?
- Des rejets importants de sédiments sont associés à une forte demande en oxygène qui peut provoquer un phénomène d'anoxie⁵⁰ et perturber les écosystèmes (chap 3.4, p.71). ***Quelle synergie avec la diminution de l'oxygène dissous*** associée à une augmentation de la température de l'eau consécutive aux rejets thermiques ?
- Comment ces sédiments sont-ils ***aujourd'hui*** gérés ?

⁵⁰ Diminution de la quantité d'oxygène que le sang distribue aux tissus.

LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

La surveillance des rejets et de l'environnement ne font pas l'objet de la part de l'exploitant d'une demande explicite.

Néanmoins, le Comité scientifique a jugé opportun de se pencher sur la question de la surveillance de l'environnement.

Seront présentés successivement les prescriptions actuelles⁵¹, le retour d'expérience et les commentaires du Comité scientifique.

1- Les prescriptions actuelles (et quelques projections) en matière de surveillance de l'environnement

La surveillance porte sur les milieux atmosphérique, aquatique et terrestre.

Elle comporte trois aspects : la *mesure du rayonnement ambiant*, la *mesure des contaminations* (radioactive, chimique, biologique) dans les différents compartiments de l'environnement et dans différentes matrices, et *l'observation des organisations biologiques*⁵².

En ce qui concerne ces dernières, il est souvent difficile de savoir à quels types de rejets (radioactifs, chimiques ou thermiques) les observations réalisées doivent être imputées.

Par ailleurs, la surveillance du milieu atmosphérique est réalisée par la mise en oeuvre de techniques spécifiques. Les mesures réalisées sur le milieu terrestre (sols, végétaux, animaux) reflètent également la qualité de l'air et dans une moindre mesure la qualité de l'eau.

1.1- La surveillance radiologique de l'environnement (mesure des contaminations)

1.1.1- La surveillance du milieu atmosphérique : tableau récapitulatif (chap.8, p.36)

Nature du prélèvement	Nombre de stations de prélèvement	Fréquence de prélèvement	Type de mesure	Fréquence de mesure
Contrôles et surveillance radiologiques de l'atmosphère				
Milieu ambiant	10 stations en limite de site	En continu	Débit De Dose γ ambiant (sondes Gamma tracer)	En continu ⁽¹⁾
Milieu ambiant	4 stations dans un rayon de 1 km (d1- sous les vents dominants, d2, d3, d4)	En continu	Débit De Dose γ ambiant (balises SBN 91)	En continu ⁽¹⁾
Milieu ambiant	3 stations dans un rayon de 5 km	En continu	Débit De Dose γ ambiant (sondes Gamma tracer)	En continu ⁽¹⁾
Milieu ambiant	10 stations dans un rayon de 10 km	En continu	Débit De Dose γ ambiant (sondes Gamma tracer)	En continu ⁽¹⁾
Aérosols (sur filtre fixe)	4 stations d'aspiration dans un rayon de 1 km (AS1 - sous les vents dominants, AS2, AS3, AS4)	En continu	• Mesure β globale + Spectrométrie γ si activité β globale > 2 mBq.m ⁻³ à J+6	Journalière
Air (via l'eau des barboteurs)	1 dans un rayon de 1 km (AS1/d1 - sous les vents dominants)	En continu	³ H	Hebdomadaire (4 périodes réglementaires mensuelles)
Eaux de pluie	1 dans un rayon de 1 km (AS1/d1 - sous les vents dominants)	En continu	β globale ³ H	Mensuelle

⁽¹⁾ avec retranscription de la moyenne mensuelle dans le registre Environnement

⁵¹ ainsi que quelques améliorations envisagées, en accord avec l'Autorité de sûreté, pour la fin de l'année 2012.

⁵² Voir S. Gazal, J.C. Amiard, C. Chenal, J-E Levasseur (sous presse). Les Méthodes de surveillance de la qualité de l'environnement et leur application aux rayonnements ionisants (72 pages).

1.1.2- La surveillance du milieu terrestre : tableau récapitulatif (chap.8, p.37)

Nature du prélèvement	Nombre de stations de prélèvement	Fréquence de prélèvement	Type de mesure	Fréquence de mesure
Surveillance du milieu terrestre				
Végétaux (herbe)	2 (sous et hors des vents dominants)	Mensuelle	β globale Spectrométrie γ (dont ⁴⁰ K)	Mensuelle
	1 (sous les vents dominants)	Trimestrielle	¹⁴ C + C total ⁽¹⁾	Trimestrielle
Lait	2 (sous et hors des vents dominants)	Annuelle	⁹⁰ Sr ⁴⁰ K	Annuelle
	1 (sous les vents dominants)		¹⁴ C	
Couches superficielles des terres	1 (sous les vents dominants)	Annuelle	β globale Spectrométrie γ (dont ⁴⁰ K)	Annuelle
	1 (hors des vents dominants)	Annuelle	Idem échantillon sous les vents dominants si mesure > SD Sinon, l'échantillon est conservé	Annuelle
Productions agricoles	1 (sous les vents dominants)	Annuelle	β globale Spectrométrie γ (dont ⁴⁰ K)	Annuelle
			¹⁴ C ⁽²⁾	
Productions agricoles	1 (hors vents dominants)	Annuelle	β globale Spectrométrie γ (dont ⁴⁰ K)	Annuelle
			¹⁴ C ⁽²⁾	

¹ Mesure commune à la surveillance atmosphérique présentée dans le [Tableau 2-8-g](#).

² Analyse réalisée sur une espèce destinée à la consommation humaine.

1.1.3- La surveillance du milieu aquatique : tableaux récapitulatifs

1.1.3.1- Les eaux superficielles (chap.8, p.38)

Nature du prélèvement	Nombre de stations de prélèvement	Fréquence de prélèvement	Type de mesure	Fréquence de mesure
Contrôles et surveillance radiologiques du milieu aquatique				
Eau filtrée	1 hydrocollecteur en amont sur le Grand Canal d'Alsace	A mi- rejet T (TEU) ou S + aliquote moyen journalier (³ H)	β globale ³ H Potassium	Si la mesure aval dépasse les limites autorisées
Matières en suspension			β globale	
Eau filtrée	1 hydrocollecteur en aval sur le Grand Canal d'Alsace	A mi- rejet T (TEU) ou S + aliquote moyen journalier (³ H)	β globale ³ H Potassium	A chaque rejet T (TEU) ou S + journalière pour l'aliquote moyen journalier (³ H)
Matières en suspension			β globale	
Sédiments	2 (amont et aval du site)	Annuelle	β globale Spectrométrie γ	Annuelle
Végétaux aquatiques	2 (amont et aval du site)	Annuelle	β globale Spectrométrie γ	Annuelle
Poissons	2 (amont et aval du site)	Annuelle	β globale Spectrométrie γ	Annuelle

1.3.1.2- *Les eaux souterraines* (chap. 8, p. 67)

Actuellement, la surveillance de la nappe alluviale du Rhin au droit du CNPE de Fessenheim est réalisée au droit des ouvrages réglementaires faisant l'objet de prélèvements pour analyses en réponse aux exigences de l'Autorité de sûreté nucléaire. Ces ouvrages (au nombre de 7) font l'objet d'un suivi radiologique et piézométrique à une fréquence mensuelle au droit du site et trimestrielle à l'extérieur du site.

Le programme analytique actuellement réalisé sur ces ouvrages sera maintenu jusqu'à la fin de l'année 2012.

D'ici la fin de l'année 2012, une surveillance optimisée des eaux souterraines en aval des installations du site sera étendue à une quinzaine de piézomètres. Cette surveillance a été définie dans le cadre de l'affaire parc AP0202 relative à l'amélioration de la gestion des eaux souterraines au droit des sites nucléaires. Ces ouvrages feront l'objet de prélèvements pour analyses radiologiques et chimiques à des fréquences bimensuelle (suivi radiologique) et mensuelle (suivi chimique).

1.2- La surveillance physico-chimique de l'environnement aquatique (mesure des contaminations et de divers paramètres) (chap.8, pp.60-62)

Paramètres	Localisation points de prélèvement	Périodicité des mesures
Mesures dans l'eau du GCA		
pH	Stations multiparamètres - en amont (rive gauche, entrée canal d'amenée) - au rejet (rive gauche) - en aval (rive droite, va être déplacé en rive gauche)	mesures horaires moyennées sur la journée
Conductivité		
Température		
Oxygène dissous		
pH, conductivité, température de l'eau, oxygène dissous	- amont (rive gauche, à qqes dizaines de mètres du canal d'amenée) - aval intermédiaire (rive gauche, amont immédiat usine hydroélectrique, hors influence Mines de Pot ^{sse} d'Alsace) - aval lointain (rive droite, après mélange des eaux)	8 campagnes/an (une campagne hivernale + 7 campagnes mensuelles avril / octobre prélèvements effectués le même jour) en association avec les prélèvements biologiques
Minéralisation (Cl⁻, SO₄²⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, TAC*)		
Matières organiques oxydables (oxydabilité au KMnO₄^{**}, COD^{***}, MES)		
Charge trophique (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SiO₂)		
Mesures dans les bryophytes**** (déjà réalisées à Fessenheim depuis 2005)		
Fe, Al, Cu, Zn, Cr, Ni, Mn, Pb	<i>Cf. ci-dessus mesures ponctuelles</i>	4 campagnes/an (un prélèvement/station prélèvements effectués le même jour)

* alcalinité ** permanganate de potassium ***carbone organique dissous **** mousses aquatique

1.3- La surveillance de l'environnement aquatique par l'observation des organisations biologiques (chap.8, pp.63-65)

Matrice	Marqueurs observés	Localisation points de prélèvement	Périodicité des mesures
Phytoplancton	<i>Dosage pigments chlorophylliens</i>	Cf. ci-dessus mesures ponctuelles	4 campagnes/an (2 campagnes début/fin de printemps + 1 camp. estivale + 1 camp. automnale prélèvements effectués le même jour)
Périphyton (diatomées benthiques)	<i>Diversité + Abondance taxons</i>		
Macroinertébrés benthiques	<i>Diversité + Abondance faune benthique</i>		
Ichtyologie	<i>Inventaire + Comportement</i>	Deux stations- - amont CNPE ou aval usine hydroélectrique Ottmarsheim - aval (à qqes centaines de mètres de l'usine hydro-électrique de Fessenheim)	Une campagne annuelle (entre juin et septembre)

1.4- Des études radioécologiques complémentaires sont conduites par l'exploitant, telles que

- un suivi annuel de l'activité gamma par des mesures à bas niveau sur tous types de matrices terrestres et aquatiques (depuis 1992), en tenant compte des activités économiques principales et des conditions météorologiques locales (choix des stations de prélèvement sous et hors influence des rejets radioactifs liquides et gazeux),
- un bilan radioécologique décennal (depuis 1989) (chap.8, p.39).

2- Le retour d'expérience 1973-2010 (chap. 2.6 ; annexe 4.3)

2.1- La mesure des contaminations radioactives d'origine artificielle depuis 1973

2.1.1- La surveillance du milieu atmosphérique

Concernant le rayonnement ambiant, le débit de dose mesuré à 50 m de l'aire TFA du site est de $8,9 \times 10^{-8}$ Sv/h. Le bruit de fond naturel étant d'environ 7×10^{-8} Sv/h, le débit de dose en bordure de l'INB à 50 m de la capacité maximale de l'aire TFA du à l'installation serait donc de $1,9 \times 10^{-8}$ Sv/h (chap.3.6, p.3).

2.1.2- Le milieu terrestre (chap.2.6, pp.10-24 ; annexe 4.3, pp.29-36)

Les résultats de mesure obtenus dans le cadre des études radioécologiques menées dans l'écosystème terrestre du CNPE de Fessenheim sont très proches de ceux relevés dans des zones géographiques non soumises à des rejets radioactifs. Depuis 1998, aucune influence visible du fonctionnement du CNPE de Fessenheim n'apparaît dans le milieu terrestre (chap.2.6, p.24).

Eléments de synthèse
d'après chap.2.6, pp.10-24 ; annexe 4.3, pp.29-36

Activité	Radionucléides Mesurés*	Recherché depuis**	Evolution au cours du temps	Contrib ^o exogène***	Contribution CNPE Fessenheim	
Gamma (pas de mesures 1997-1986)	¹³⁷ Cs ¹³⁴ Cs ⁶⁰ Co ¹⁰⁶ Ru-Rh ^{110m} Ag ¹²⁵ Sb	1973	avant 1999	+	ne peut être exclue pour ⁶⁰ Co ^{110m} Ag ¹²⁵ Sb ⁽¹⁾	
	¹³⁷ Cs		depuis 1999			
Bêta	totale	/	1989		pas décelée	
	tritium	libre	1973	diminution	majoritaire	aucune
		organiquement lié	1989	idem (sauf dans sols non cultivés)		
	carbone 14	/	1999	légère diminution ⁽²⁾	+	pas décelée
strontium	/	1989	diminution (facteur 2 à 3)	+	exclue	
Alpha	²³⁸ Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ Pu ²⁴¹ Pu	1998	Fréquence et importance variables (sols non cultivés, mousses terrestres >> herbes, vigne > lait)	+	exclue	
La localisation des prélèvements par rapport aux vents dominants n'apparaît pas.						

* après la divergence de la centrale.

** de manière non systématique sur diverses matrices

*** *origine anthropique* : essais nucléaires atmosphériques et/ou catastrophe de Tchernobyl et/ou activités industrielles (centrales nucléaires suisses, production de peintures luminescentes) et/ou médicales (médecine nucléaire) et/ou *origine naturelle* selon les cas. Le commentaire « Conformes aux valeurs habituellement rencontrée sur le territoire français » relève de la notion de contribution exogène.

(1) Mesures portant sur (a) un échantillon de mousses terrestres en 1989 et 1993 (b) un échantillon de végétal supérieur et de sol cultivé en 1996.

(2) Affirmation qui repose sur la comparaison

* de mesures portant sur un nombre très limité d'échantillons (1 à 3),

* de mesures portant sur des échantillons de nature différente (fourrage + céréales + lait de vache en 1998, sols non cultivés + fourrage + grains de raisin + feuilles de chêne + lait de vache en 2009-2010),

* de fourchettes d'activités mesurées sur l'ensemble des échantillons, soit 244-259 Bq/kg et 229-246 Bq/kg (sans mention des incertitudes de la mesure) n'autorisant aucune conclusion même empirique (annexe 4.3 p.81).

21.3- Le milieu aquatique (chap.2.6, pp.30-37 ; annexe 4.3, pp.36-45)

La contribution du CNPE de Fessenheim aux activités mesurées dans l'environnement n'est quasiment pas visible dans l'écosystème aquatique. Actuellement, seuls les résultats de mesures ponctuelles de carbone 14 permettent d'envisager une légère influence du site (chap. 2.6, p.37).

Les zones d'échantillonnage :

- 4 stations en amont (depuis l'aménagement de Kembs jusqu'à Chalempé)
- 6 stations à l'aval éloigné (du confluent du Rhin et du GCA au niveau de Brisach)
- une zone à l'aval immédiat du CNPE « où le mélange des eaux du GCA et des rejets peut être considéré comme effectif et suffisant » (annexe 4.3, p.36).

Eléments de synthèse
d'après chap.2.6, pp.30-37 ; annexe 4.3, pp.36-45

Activité		Radionucléides mesurés*	Recherché depuis**	Evolution au cours du temps	***	Contribution CNPE Fessenheim
Gamma	sédiments	^{77}Cs ^{134}Cs ^{58}Co ^{131}I ^{60}Co ^{54}Mn $^{110\text{m}}\text{Ag}$	1973	avant 2004	+	
		^{137}Cs ^{58}Co ^{60}Co		depuis 2004 (lien avec baisse des rejets)	+	- valeurs similaires amont/aval - masquée/difficilement discernable
	végétaux aquatiques	^{137}Cs ^{134}Cs ^{57}Co ^{58}Co ^{60}Co ^{54}Mn $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ^{131}I	1986	tendance baisse depuis 1999	+	- ne peut être exclue pour mousses aquatiques 1986-1989, 1998 ⁽¹⁾ - difficilement discernable
	poissons	^{137}Cs ^{134}Cs ^{58}Co ^{60}Co ^{65}Zn $^{110\text{m}}\text{Ag}$	1973		+	attestée p/ ^{110}Ag 1990-1997 ⁽²⁾
	macro invertébrés benthiques	^{137}Cs ^{134}Cs ^{58}Co ^{60}Co $^{110\text{m}}\text{Ag}$	1989	Pas de mesures après 1989	+	(pour ^{137}Cs et ^{134}Cs)
eaux GCA	activités mesurées en aval (dans 1 à 2 échantillons s/ 18 prélevés) > activités mesurées en amont (dans 1 à 5 échantillons s/ 9 prélevés)					
Bêta	totale	/	1989		+	
	tritium	libre		décroissance	+	envisageable pour - eau GCA 1989 ⁽³⁾ - mollusques 2009 ⁽⁴⁾
		organiquement lié		- activités élevées - en baisse depuis 2009 (sauf dans sédiments + mousses aquatiques)	+	- masquée/difficilement discernable - envisageable pour poissons 2009 ⁽⁵⁾
	carbone 14	/	1998		+	attestée pour - mollusques 2009 ⁽⁶⁾ - poissons 1998, 2009 ⁽⁷⁾
strontium	/	1989	très faibles activités	+	exclue ⁽⁸⁾	
Alpha		^{238}Pu $^{239+240}\text{Pu}$ ^{241}Pu	1989	mesurés dans tous les échantillons prélevés depuis 1998	+	exclue

* après la divergence du CNPE en 1977.

** de manière non systématique sur diverses matrices

*** Contribution exogène d'origine anthropique : essais nucléaires atmosphériques et/ou catastrophe de Tchernobyl et/ou activités industrielles (centrales nucléaires suisses, production de peintures luminescentes) et/ou médicales (médecine nucléaire) et/ou d'origine naturelle selon les cas. Le commentaire « Conformes aux valeurs habituellement rencontrées sur le territoire français » relève de la notion de contribution exogène.

(1) Nombreux prélèvements en 1986-1989 (14 amont/36 aval) mais les résultats de toutes les campagnes de prélèvements de mousses et d'algues sont mélangés (pp.86,93) / 1 prélèvement amont et 1 prélèvement aval de mousses en 1998.

Concernant les phanérogames immergés « les différences d'activité massique constatées entre l'amont et l'aval du CNPE sont à attribuer à la grande diversité d'échantillons analysés, d'espèces variées, dont l'aptitude à fixer les radionucléides diffère » : on ne peut donc rien conclure.

(2) Activité $< 0,2$ Bq/kg dans les 25 échantillons prélevés en amont, égale à $0,2$ Bq/kg dans un seul des 61 échantillons aval.

(3) Activité non mesurable en amont (6 prélèvements) / $15-60$ Bq/L en aval dans 3 échantillons sur 15 prélevés.

En 2008, activités comparables en amont (1 prélèvement) et en aval (1 prélèvement). Pas d'autres prélèvements.

(4) 1 prélèvement amont, 1 prélèvement aval, faibles activités. Pas d'autres prélèvements.

(5) 1 prélèvement amont, 1 prélèvement aval ($6,4 \pm 0,8$ Bq/L et 15 ± 2 Bq/L d'eau de combustion).

(6) 1 prélèvement amont, 1 prélèvement aval (285 Bq/kg et 354 Bq/Kg).

(7) 2 prélèvements amont, 2 prélèvements aval (257 Bq/kg et 326 Bq/kg / 238 Bq/kg et 273 Bq/kg).

(8) « Disparité écologique liée à lots non rigoureusement identiques ».

2.1.4- La nappe phréatique (chap.8, pp.67-68 ; annexe 4.3, pp.27-28,61)

Activité inférieures à la limite de détection (autour de 40 Bq/L), sauf pour le tritium en 1991-1992 et en 1999 (maximum instantanés : 148 Bq/L et 65 Bq/L respectivement). Ces activités seraient consécutives, dans le premier cas à la détérioration de joints entre les différents tronçons des galeries de rejet et à des inétanchéités dans les galeries sèches, dans le second cas à un défaut de récupération dans le circuit de récupération des fuites d'un système de traitement et de stockage d'effluents ainsi qu'à une infiltration au niveau d'un réservoir de stockage.

2.2- La mesure de la contamination des bryophytes aquatiques par les métaux

Mise en évidence d'une contamination persistante en amont et en aval (arsenic, cuivre, fer, mercure, manganèse), attribuée aux caractéristiques géochimiques de la plaine d'Alsace et aux activités anthropiques, aucune influence significative du CNPE n'étant mise en évidence sur la période 1979-2010 (annexe 4.2, p.76).

2.3- L'observation des organisations biologiques (annexe 4.2, p.76).

La composition *algale* du GCA au niveau du GCA est typique d'un cours d'eau anthropisé peu productif en phytoplancton. Son évolution dépend des fluctuations de la température et de l'ensoleillement ainsi que des conditions hydrologiques du milieu et n'est pas influencée par le CNPE.

Les *macroinvertébrés benthiques* sont constituées d'un nombre croissant d'organismes néozoaires (crustacés *D.villosus* et *J.jaera*, mollusques *C. curvispinum*, annélide *H.invalida*) peu polluo-sensibles. Le suivi ne permet pas de mettre en évidence une influence du CNPE.

Les *espèces piscicoles* présentent des profils écologiques différents en amont et en aval. Certaines espèces sont présentes chaque année aux deux stations, d'autres sont prélevées par intermittence suivant les années en amont et en aval, d'autres enfin sont rares et inconstantes. Ces variations sont caractéristiques d'un milieu artificiel soumis à de nombreuses activités anthropiques. Le suivi écologique ne révèle pas d'évolution imputable au CNPE.

3- Commentaires du Comité scientifique

Une surveillance environnementale peut être envisagée selon

- les milieux (surveillances atmosphérique / terrestre / aquatique)
- son objet (mesure des contaminations radioactives et chimiques / observation des organisations biologiques) ;
- les plans d'échantillonnage (périodicité et nombre de prélèvements, choix et identification des matrices prélevées etc.) ;
- les techniques mises en œuvre.

Concernant l'objet de la surveillance environnementale, il convient de rappeler que les mesures et observations réalisées dans le cadre d'un suivi doivent remplir plusieurs fonctions distinctes⁵³ :

- donner une indication en temps réel sur le marquage de l'environnement par les rejets du CNPE et alerter sur d'éventuels écarts; ces mesures ont une valeur en elles-mêmes (valeur intrinsèque) et/ou une fonction d'alerte ; elles supposent d'être réalisées avec une fréquence suffisante ;
- permettre de suivre l'évolution du marquage de l'environnement par les rejets (établissement de courbes) : l'utilisation de bons bioaccumulateurs⁵⁴ est recommandée ;
- suivre l'évolution de divers paramètres biologiques (indices de communautés et de populations, et autres biomarqueurs) témoins de l'état de santé d'une ou de plusieurs population(s) faunistique(s) ou floristique(s), qui pourront jouer un rôle d'indicateur voire d'alerte quant à l'effet biologique possible des rejets⁵⁵.

Les commentaires du Comité scientifique ci-dessous s'adossent à la fois aux prescriptions et au retour d'expérience du suivi radioécologique (mesure des contaminations radioactives⁵⁶) exposés plus haut. Quelques questions relatives à l'observation des organisations biologiques (annexe 4.2) sont également évoquées.

3.1- La surveillance du milieu atmosphérique

Concernant la mesure de l'activité des aérosols, quatre stations implantées à 1 km sur quatre axes perpendiculaires aspirent en continu les poussières atmosphériques. L'aspiration se fait sur filtre papier, filtre qui est prélevé une fois par jour pour analyse à J+1 et J+6. Cette surveillance est insuffisante pour trois raisons :

- par vent établi le panache ne s'étale que sur un secteur d'environ 20°, très inférieur à l'angle de 90° existant entre deux stations ;
- en cas d'accident, la dose due à l'inhalation d'aérosols sera très supérieure à la dose reçue par irradiation, du fait notamment du rejet d'iode gazeux qui n'est pas piégé par les filtres ;
- il est inconcevable, en cas d'accident ou simplement en cas de simple incident avec rejet atmosphérique, de devoir aller chercher les filtres pour ensuite les analyser en laboratoire.

Il est indispensable de disposer :

- *d'une plus grande densité de stations de prélèvement de poussières atmosphériques ;*
- *de pièges à charbon actif ;*
- *d'un système de mesure in situ et en continu de l'activité des filtres, avec transmission automatique et en temps réel des résultats au CNPE.*

3.2- La surveillance des milieux terrestre et aquatique

3.2.1- La surveillance régulière (mensuelle) du **milieu terrestre** (herbe) et du **milieu aquatique** (eau) est notoirement insuffisante eu égard notamment aux recommandations de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire⁵⁷.

⁵³ Voir S. Gazal, J.C. Amiard, C. Chenal, J-E Levasseur (sous presse). Les Méthodes de surveillance de la qualité de l'environnement et leur application aux rayonnements ionisants, *déjà cité*.

⁵⁴ La *bioaccumulation* est le terme général qui désigne l'accumulation de substances données par les organismes aquatiques ou terrestres, directement à partir de l'eau, de l'air voire du sol et/ou à partir de nourriture contaminée. Cette accumulation est différente selon les radionucléides et pour les différentes espèces et les différentes parties des organismes.

⁵⁵ Un *biomarqueur* est une modification créée par une substance étrangère, observable à n'importe quel niveau d'organisation biologique, de la communauté d'individus à la molécule. Cette modification est portée par une population ou un individu, qualifiés de *bioindicateurs*.

⁵⁶ La mesure du rayonnement ambiant n'a donné lieu à aucun commentaire.

⁵⁷ Chartier et al.. *Guide d'examen pour l'étude de l'impact radiologique d'une installation nucléaire de base (INB) fournie à l'appui des demandes d'autorisation de rejets*. Rapport IRSN/02-24., p.37 et 47-48.

Une véritable surveillance passe par des mesures sur des produits d'intérêt alimentaire (lait, fruits et légumes...) et sur des bioaccumulateurs. Elle doit être réalisée avec une fréquence mensuelle. Enfin, il est souhaitable de systématiser les mesures de strontium et de tritium organiquement lié sur les matrices solides.

3.2.2- L'évolution du marquage de l'environnement par les rejets

Les commentaires du Comité Scientifique portent sur les plans d'échantillonnage, le traitement et la restitution des données du bilan radioécologique terrestre.

Une démarche analogue vaudrait pour le suivi radioécologique aquatique (cf. 2.1.3 notes 1 à 8).

Quelques commentaires portent également sur les résultats de l'observation des organisations biologiques.

3.2.2.1- Partir d'un cas concret (Pièce 2, Annexe 4.3, p.83)

FESSENHEIM
DOSSIER DE DECLARATION DE MODIFICATION AU TITRE DE L'ARTICLE 68 DU DECRET N°2007-1957 DU 2 NOVEMBRE 2007
Dossier de déclaration de modification relatif aux prélèvements d'eau et aux rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux du CNPE de FESSENHEIM

ANNEXE 17 RADIOACTIVITE D'ORIGINE NATURELLE ET ARTIFICIELLE DANS LES SOLS CULTIVES ET NON-CULTIVES, PERIODE 1973-2010

	1973 - 1978 [1] (1)		1986 - 1993 [4] (1)		1998 - 1997 (1)		1998 (1) (1)		1998 - 2003 (1)		2004 - 2009 (1)		2009 - 2010 (1) (1)	
	Sols cultivés	Sols non cultivés	Sols cultivés	Sols non cultivés	Sols cultivés	Sols non cultivés	Sols cultivés	Sols non cultivés	Sols cultivés	Sols non cultivés	Sols cultivés	Sols non cultivés	Sols cultivés	Sols non cultivés
Radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle (en Bq kg⁻¹ sec)														
Famille du ²³⁸ U	3,7 - 537,2 (79/79)	n.p.	29 - 88 (95)	20 - 30 (30)	26 - 42 (18/18)	17 - 31 (9/6)	25 - 20 (9/5)	21 - 28 (9/6)	21 - 24 (9/6)	21 - 24 (9/6)	28 - 31 (11/11)	23 ± 1 (11)	25 - 15 (11)	25 - 16 (11)
Famille du ²³⁵ U	4,4 - 7 891,3 (79/79)	n.p.	6 - 75 (95)	24 - 229 (30)	36 - 98 (18/18)	19 - 190 (9/6)	26 - 30 (26)	29 ± 10 (9/6)	29 ± 10 (9/6)	< 5 (9/6)	29 ± 10 (11)	40 ± 20 (11)	30 - 40 (11)	21 - 60 (11)
⁴⁰ K	281,2 - 2 112,7 (79/79)	n.p.	418 - 2 026 (95)	400 - 470 (30)	370 - 910 (18/18)	340 - 590 (9/6)	390 - 470 (9/5)	340 - 470 (9/6)	390 - 490 (9/6)	390 - 410 (9/6)	400 - 400 (11)	400 ± 40 (11)	390 - 590 (11)	390 - 590 (11)
Σ	n.n.	n.p.	3 ± 2 (19)	8 - 10 (30)	9 ± 1 (18/18)	7 (9/6)	8 (9/5)	8 (9/6)	8 ± 2 (9/6)	8 ± 2 (9/6)	< 20 (11)	< 8 (11)	< 6 (11)	5 ± 2 (11)
Radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle (en Bq kg⁻¹ sec)														
¹³⁷ Cs	< LD (9/79)	n.p.	0,1 - 86,1 (22/22)	7 - 15 (30)	0,4 - 1,2 (18/18)	0,4 - 0,3 (9/6)	< 0,4 (9/5)	0,02 ± 0,06 (9/6)	< 0,5 (9/6)	< 0,3 (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,3 (11)	< 0,4 (11)	< 0,5 (11)
¹³⁴ Cs	0,4 - 31,8 (79/79)	n.p.	8,8 - 267,7 (95)	6,8 - 98 (30)	6,7 - 72 (18/18)	18,4 - 130 (9/6)	6 - 11,5 (9/5)	4,1 - 30 (9/6)	6 - 19 (9/6)	13 - 20 (9/6)	7,1 - 8,2 (11)	7,2 ± 0,8 (11)	5 - 5,4 (11)	5,3 - 24 (11)
¹³² Cs	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 1 (11)	< 0,7 (11)	< 0,6 (11)	< 0,5 (11)
⁹⁰ Sr	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	0,51 ± 0,08 (9/6)	< 0,3 (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,4 (11)	< 0,3 (11)	< 0,3 (11)	< 0,4 (11)
¹³⁷ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹³⁹ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁴⁰ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁴¹ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁴² La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁴³ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁴⁴ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁴⁵ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁴⁶ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁴⁷ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁴⁸ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁴⁹ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁵⁰ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁵¹ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁵² La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁵³ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁵⁴ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁵⁵ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁵⁶ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁵⁷ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁵⁸ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁵⁹ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁶⁰ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁶¹ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁶² La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁶³ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁶⁴ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁶⁵ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁶⁶ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁶⁷ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁶⁸ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁶⁹ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁷⁰ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁷¹ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁷² La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁷³ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁷⁴ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁷⁵ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁷⁶ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁷⁷ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁷⁸ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁷⁹ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁸⁰ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁸¹ La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁸² La	< LD (9/79)	n.p.	< LD (22/22)	< LD (30)	< LD (18/18)	< LD (9/6)	< LD (9/5)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< LD (9/6)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,5 (11)	< 0,6 (11)
¹⁸³ La														

Intitulé du tableau : Bilan radioécologique 1973-2010 (radioactivité naturelle et artificielle) de sols cultivés et non cultivés au voisinage du CNPE de Fessenheim.

Légende : « Synthèse des mesures réalisées depuis 1973 : tous horizons confondus (0-5, 5-16, 15-30, 0-20 cm), toutes stations de prélèvement confondues.

Genres et espèces prélevées :

- sols cultivés : sols de culture de plein champ, sols de vigne, sols maraîchers (culture ou jardin), sols de salade, sols de blé, sol de maïs, sols de colza.
- sols non cultivés : sols de forêts, sols de prairies.

Les années soulignées (1989, 1998 et 2009) correspondent à un bilan décennal. ».

Commentaires du Comité scientifique :

- question de terminologie tout d'abord : l'*appellation* « genres et espèces », s'applique à des plantes et non à des sols ;

- les *sources de données* utilisées dans ce tableau ne proviennent pas toutes du CNPE, mais de plusieurs organismes publics et privés, ce qui est problématique quant aux protocoles d'échantillonnage et de mesure, et donc de comparabilité des résultats ;

- présentation d'une simple étendue de valeurs (minimum-maximum), sans indication *d'effectif ni d'écart-type* et sans distinction des *types de sol* et des *horizons de prélèvement* pourtant annoncés dans la légende (« toutes les données ont été confondues »);

- très importante variation dans le *nombre d'échantillons* ayant servi à chaque détermination (1 ou 2 à 79 selon les périodes, donc selon les opérateurs du moment, la tendance étant à une sévère diminution du nombre de prélèvements simultanés). Ce nombre est d'ailleurs à rapporter aux périodes concernées. Ainsi, 1 et 4 échantillons (sols cultivé et non cultivé respectivement) sont réalisés en 2004-2008, ce qui représente peu de prélèvements annuels !

Pour ce qui concerne les radionucléides émetteurs bêta global contenus dans des échantillons de sols cultivés recueillis entre 1973 et 1976 (avant la première divergence de la centrale), les valeurs varient de 483,2 à 14 541 Bq/kg (en poids sec) avec 75 activités mesurées sur 75 échantillons. Entre 1986 et 1989, les valeurs varient de 710 à 3800 Bq/kg de poids sec, mais sur une base de 4 échantillons seulement. A partir de 1990, ce paramètre n'est plus recherché. Seuls sont recherchés en 1998 le strontium 90 et le tritium organiquement lié (émetteurs bêta pur), auxquels s'ajoutent en 2009 le carbone 14 et le tritium libre. De même les radionucléides émetteurs gamma sont-ils recherchés dans les sols cultivés sur un nombre décroissant d'échantillons (79, 22, 18 puis 5, 6, 4, 2). Cela est préoccupant en termes de suivi mais également d'interprétation des résultats.

- *l'interprétation des résultats* : seul un *traitement approprié* des données⁵⁸ permet de comparer des données de manière fiable. Il y aurait eu matière à faire un traitement des résultats produits en 1973-1976, 1986-1989, voire 1990-1997 (comparaison des activités des différents types de sols et/ou horizons de prélèvement), notamment pour le césium 137, ce qui n'apparaît pas. Etant donné le nombre limité d'échantillons prélevés, un tel traitement était impossible pour les autres périodes. Il est ainsi laissé libre court à une *interprétation subjective des résultats* de mesure (voir 2.1.2 note 1 ci-dessus « Contribution CNPE Fessenheim »).

Cette présentation est emblématique car elle met en lumière les différents problèmes que pose cette présentation des données, à la fois au niveau du protocole de leur acquisition que de celui de leur traitement.

⁵⁸ Traitement descriptif, statistique et/ou analyse multivariée et/ou analyse spectrale.

3.2.2.2- La problématique générale

Les questions soulevées ci-dessus ne sont pas spécifiques au cas étudié mais apparaissent de manière récurrente dans tous les tableaux de résultats présentés.

- la pertinence des **points de prélèvements**

(a) en milieu terrestre à l'extérieur du site du CNPE : 3 stations de prélèvement d'herbe et de lait au N et NNE de la centrale sont indiquées sur la carte p.59, mais aucune au Sud.

(b) en milieu aquatique : **la question se pose de la pertinence des points de prélèvement eu égard à la question du devenir de la veine de rejet** (cf. Rejets thermiques 1.4.3).

- l'**identification des échantillons prélevés** : elle est parfois fantaisiste.

Ainsi (an.19, p.65), parmi les légumes prélevés sont mentionnées la salade chicorée « *Lactuca cichorium* » et la salade frisée « *Cichorium eu-endivia* PF ». Le nom latin de la chicorée est en réalité *Cichorium endivia* L., soit sous sa variété *latifolium* Lam. (scarole *s.s.*), soit sous sa variété *crispum* Lam. (chicorée frisée), et celui de la salade frisée *Cichorium endivia* L. *eu-endivia* PF. De plus, cette espèce est une chicorée (voir plus haut) et non une salade au sens botanique.

De même (an.20, p.66), sont prélevés les genres « fourrages » (« herbe de pâturage, herbes diverses, herbe de prairie permanente, luzerne *Medicago Medicago* L. ») et « céréales » (colza *Brassica rapa* L., maïs *Zea mays*, blé *Triticum* sp., blé *Triticum turgidum* L., soja »).

Le seul nom d'espèce cité pour le fourrage est *Medicago medicago*, qui n'existe pas dans la nomenclature botanique. Il s'agit sans doute de *Medicago sativa* L..

Outre le fait que le nom latin utilisé pour désigner le colza est celui qui se rapporte au navet (*Brassica rapa* subsp. *rapa*), le nom botanique du colza étant *Brassica napus* DC var. *oleifera*, classer le colza (une crucifère) et le soja (une légumineuse) dans les céréales relève de la plus haute fantaisie.

Quant au *T. turgidum* est-ce la subsp. *durum* à savoir le blé dur ?

Citons également le terme de « végétaux » pour désigner des prélèvements réalisés sur des arbres (an. 21, p.67), alors que les végétaux apparaissent dans d'autres tableaux et que le maïs n'est pas un arbre.... Autre exemple de la confusion relative à la typologie des prélèvements.

- l'**identification des échantillons prélevés** : elle est parfois inexistante.

Ainsi les « herbes diverses » (an.20, p.66). S'agit-il de prélèvements réalisés au sein de prairies naturelles ou artificielles ? Dans le premier cas, la richesse floristique de cette zone est élevée (pas tant tout de même dans ce qui était indiqué en début de rapport : 9000 espèces, soit plus que pour l'ensemble du territoire français !). Connaissant l'extraordinaire variété de réaction des espèces à une pollution atmosphérique et/ou racinaire, chacune ayant une plus ou moins grande aptitude à capter sur son feuillage, particules et aérosols, il est impératif de connaître au préalable, pour chaque espèce, les caractéristiques épidermiques du dit feuillage (rugosité relative de leur épiderme en particulier), les nombre, taille et disposition des feuilles dans l'espace, et de choisir des échantillons homogènes.

Précisons que l'utilisation d'expressions telles que « herbe pâturage » ou « herbe de prairie permanente » sont des néologismes curieux. Désigne-t-on les différentes catégories radionucléides rejetés par le CNPE par une expression unique telles que « Le radionucléide » ?

Toutes ces erreurs et approximations font qu'on est très loin ici d'une approche véritablement scientifique d'un suivi environnemental ;

- le **suivi des activités dans le temps** : elle n'est souvent pas au rendez-vous.

Ainsi dans les fruits, l'activité bêta globale est mesurée sur 1973-1976, les strontium 90, tritium libre et organiquement lié en 1998 (an.19, p.65). La surveillance des fourrages et céréales est également à éclipses pour les activités bêta globale, strontium 90, tritium libre et

lié, alpha globale (an.20, p.66). Certaines matrices peuvent même n'être échantillonnées qu'une fois ou au cours d'une seule période, comme les feuilles de maïs, les végétaux supérieurs sauvages et les feuilles de chêne (an.21, p.67). De même les produits du vignoble : culot, moût, sarment, feuilles de vigne, jus clarifié (1973-1976), vin blanc, feuilles de vigne (1986-198), vin blanc (1998) puis moût, rafle, grain (2009) (an.23, p.69), dont on sait qu'ils concentrent les radionucléides (notamment le strontium) de manière différentielle, ou le lait de vache pour les activités bêta globale et alpha global et les radionucléides bêta pur. S'agissant enfin des produits de consommation, les poules ont fait une apparition furtive en 1989 (an.22, p.68). C'est d'ailleurs, avec le miel (un bon bioaccumulateur échantillonné régulièrement) et le lait mentionné ci-dessus, le seul produit de consommation d'origine terrestre qui ait fait l'objet d'un suivi.

- **la cohérence temporelle de l'échantillonnage.** Ce point est lié au précédent. Il n'a **pas de cohérence temporelle** dans de nombreux échantillonnages, puisque l'on passe (de parties) d'espèce(s) à d'autres (ainsi de la feuille de maïs à la feuille de chêne ou d'éléments de vignoble et de vinification à d'autres). En outre, on constate sur la durée une **décroissance** symptomatique de **l'effectif moyen des échantillonnages et du nombre de paramètres** étudiés. Cela est à attribuer au fait que, sauf pour les analyses réalisées en 1990-1997 sur les poissons, les campagnes portant sur de nombreux échantillons ont été conduites de manière indépendante et hors réglementation par des organismes extérieurs à EDF (*cf.* tableau mis en annexe du présent chapitre) ;

- **la cohérence spatiale de l'échantillonnage :** l'échantillonnage ne porte pas systématiquement sur les mêmes types de matrices. Ainsi, (an.16, p.62), sur 14 stations françaises et 3 allemandes, les mousses sont récoltées 4 fois, les céréales 4 fois, les feuilles de chêne 2 fois, les prairies 2 fois, le vin blanc 1 seule fois (côté allemand !) ;

- les **conditions d'échantillonnage :** pour les sols, quelles pratiques culturales présentes et antérieures, quelle pédogénèse ? Pour les prairies, quelles caractéristiques physiologiques ou structurales (composition floristique, nombre d'individus, répartition spatiale des membres de chaque population dans le peuplement, pratiques culturales ou d'élevage antérieures)⁵⁹ ? Quand l'échantillonnage a-t-il été réalisé (saison...) ?

- **le choix des types d'échantillons prélevés : les bioaccumulateurs**

Les *lichens* (échantillonnés d'ailleurs uniquement lors de l'étude de référence antérieure à 1977) n'ont été ni des lichens corticoles ni saxicoles, pourtant réputés comme excellents bio-indicateurs (an. 18 p.64). Le *miel* est prélevé régulièrement depuis 1973 (ci-dessus).

Plus généralement, le prélèvement de bioaccumulateurs n'est pas systématique et les parties de plantes ou organismes prélevées ne sont pas à cet égard justifiées ;

- **le traitement des données :** les *parties de plantes ou organismes* prélevées sont mentionnées en note sous les tableaux, avec l'indication des espèces, ce qui est bonne chose. En effet, leurs

⁵⁹ Des formations végétales dont les structures aériennes sont plus ou moins ouvertes et peu stratifiées, comme celles des pelouses, et celles des vraies prairies (permanentes ou artificielles), plus hautes et plus fermées, ont des capacités de rétention des particules et des aérosols très différentes selon leur composition ou la dominance d'un type morphologique particulier. Le feuillage agissant comme un réceptacle, un capteur, il est évidemment capital de disposer d'un indice spécifique appelé LAI (*Leaf area index* = surface foliaire de capture cumulée par m²). Cette référence est un élément essentiel dans le traitement ultérieur des données si l'on veut comparer dans l'espace puis dans le temps ce qui est comparable.

De même, l'importance incontournable du choix de l'espèce prélevée, de l'époque de la récolte, de la partie de la plante à récolter (typiquement, pour un arbre, sempervirent et/ou caducifolié, feuilles ou aiguilles du sommet du houppier ou de la base, à l'abri de la couronne de l'arbre ou au contraire exposées aux vents dominants).

En outre, il est capital de s'intéresser au rythme phénologique de chaque espèce, surtout si celle-ci doit servir de témoin, ou *a fortiori*, de « sentinelle ». Ainsi pour le roseau *Phragmites communis* Trin. par exemple, la nécromasse de la plante (partie morte ou sénescence subsistant sur un axe à partir de l'automne) reste en place plusieurs mois au dessus du sol avant de ne devenir litière (au sol) qu'au printemps suivant, et continue ainsi par sa présence à capter particules et aérosols.

capacités d'accumulation sont différentes, et elles donnent des renseignements d'ordre différent⁶⁰.

On ne voit pas cependant quel intérêt cela présente si les résultats sont traités toutes espèces, toutes parties et toutes dates et points de prélèvement confondus⁶¹. De la même manière, la mesure d'une teneur en un radionucléide donné, toute professionnelle qu'elle puisse être, a peu de valeur si l'on ne connaît pas sur quel matériel ou fraction de matériel porte la dite mesure.

- la **présentation des résultats** : pour nombre de résultats, seule sont indiquées l'étendue de valeurs (minimum-maximum) sans indication d'*effectif* et d'*écart-type* (ce qui ne permet pas d'avoir une idée de la distribution de ces résultats), ni même pour nombre de résultats de l'*incertitude de la mesure*.

3.2.2.3- De manière plus générale, on notera

Sur un plan géographique, l'insuffisance du **nombre de sites de prélèvements**, en particulier de ceux qui seraient susceptibles d'être à l'abri de tout impact, latéralement ou nettement plus au Sud, et devraient être considérés comme des **sites témoins**. De ce point de vue, existe-t-il des données recueillies sur des pas de temps équivalents et sur des cibles analogues voire homologues, du *côté allemand* ? Nous n'avons trouvé dans le texte qu'une seule mention d'une telle recherche. Par ailleurs, les témoins se concentrent plutôt actuellement *dans et au voisinage immédiat* du CNPE, dans le fameux cercle de 10 km qui reste une construction mentale. La **description physiographique des sites** manque quasi-totalement, ce qui ne permet pas de visualiser l'environnement immédiat ou à moyenne distance d'un site quelconque de prélèvement. Aucune mention n'est faite de l'existence de masques (bois, bâtiments, haies,...) ou, au contraire, de couloirs contrariant ou favorisant la circulation et le transport d'aérosols en provenance du CNPE. Absence également des **coordonnées GPS** des sites inventoriés (en dehors de celles, précisées, des stations retenues pour les études hydrobiologiques). Il est d'usage actuellement de toujours repérer ainsi la position exacte des points de prélèvement, surtout lorsqu'il s'agit d'un suivi, réputé se répéter dans le temps, afin de suivre sans ambiguïté les mêmes cibles dans les mêmes lieux, notamment pour les récoltes de matériel végétal.

Sur le plan de l'échantillonnage lui-même,

La question préalable à laquelle toute surveillance doit répondre est la suivante : pourquoi choisir telle ou telle cible, dans tel lieu, à telle époque ? Qu'en attend-on ? Comment seront traités et donc exploités et interprétés les résultats obtenus ?

La crédibilité de l'évaluation tient en premier lieu au **type d'analyse** des données recueillies que l'on envisage d'utiliser et à la **puissance statistique** de l'étude. Ces impératifs vont conditionner toutes les phases préalables d'élaboration, en amont, puis de mise en place d'un plan d'échantillonnage valide. Cela passe aussi par une **évaluation préalable de la représentativité**, dans l'espace et dans le temps **des échantillons** vis-à-vis de l'objectif poursuivi, et par la **prise en compte des difficultés** inhérentes à ce genre d'exercice (accessibilité, disponibilité, reproductivité des prélèvements, nature exacte de l'échantillon

⁶⁰ Ainsi, pour les bryophytes, la partie apicale (croissance de l'année) ne donnera pas la même valeur d'exposition que les parties brunes du même axe. La première servira de bio-indicateur du passé récent et la partie basale, jouant un rôle de bio-accumulateur, renseignera plutôt sur la capitalisation des informations sur la durée - et ce sur une même tige. D'où la nécessité d'un tri soigneux à la fois aux niveaux du prélèvement et de la préparation de l'échantillon, et au niveau du traitement des résultats, pour ne pas mêler les deux types d'information présents dans le même échantillon.

⁶¹ Comme cela est répété à plusieurs reprises dans les légendes des tableaux: « *Synthèse des mesures réalisées depuis 1986 : tous genres et espèces confondues, toutes stations de prélèvement confondues* ».

ainsi que, pour les plantes, statut taxonomique précis, parties du matériel à prélever de manière spécifique et pourquoi). Sur ces plans, le rapport est souvent muet. Cela passe enfin par la ***multiplication des données et donc des échantillonnages***.

La lecture des légendes des tableaux référencés ci-dessus conduit à la conclusion qu'il s'agit dans un certain nombre de cas d'une approche qui peine à être qualifiée d'empirique.. Il s'agit d'un suivi dont la marque devrait être la cohérence, mais qui se présente comme un patchwork de mesures que les rédacteurs ont eu beaucoup de mal à analyser et à synthétiser, ce d'autant plus qu'il est presque impossible de reconstituer les ***conditions de recueil*** des échantillons et leur ***justification***. Et que la ***rareté des prélèvements et donc des données*** conduit à faire une « synthèse des mesures réalisées depuis 1986 : tous genres et espèces confondues, toutes stations de prélèvement confondues »³ et en interdit un traitement approprié.

Cela explique en partie la difficulté que rencontre le pétitionnaire à se prononcer quant à l'impact de la Centrale sur son environnement (cf. 2.1.2 et 2.1.3 ci-dessus).

Dans ces conditions, il n'est pas certain que l'objectif ainsi défini au chap.8, p.24 : « La surveillance de l'environnement est destinée à alerter l'exploitant de toute élévation atypique du niveau de radioactivité dans les écosystèmes. Cette surveillance est réalisée au travers d'analyses radiologiques sur des échantillons « sentinelles » importants dans le transfert des radionucléides au sein de l'environnement et dans l'exposition de la population, en tenant compte du Retour d'Expérience acquis depuis la mise en service du site » puisse être atteint...

3.2.2.4- En conclusion, et indépendamment des analyses complémentaires éventuellement réalisées de manière spontanée par le CNPE, il convient que de profondes modifications soient apportées

- aux protocoles de suivi, qui doivent être (a) rigoureux : techniques de prélèvement, identification correcte des échantillons prélevés, prélèvement des mêmes types de matrices tout au long du suivi, absence de rupture temporelle dans le suivi, conditions (physionomiques, structurales, physiographiques, saisonnières) de l'échantillonnage (b) pertinents en termes de nombre et de fréquence de prélèvements (c) pertinents en termes de bioaccumulation, de santé publique voire en terme économique;

- à la présentation et au traitement des données : indiquer l'incertitude de la mesure, et plus fondamentalement se donner les conditions d'un traitement approprié, qui seul permettra de conclure quant au rôle éventuel du CNPE dans les activités mesurées.

Un tel traitement supposant un nombre minimal de données, il est au demeurant impossible à réaliser sur la base des protocoles de surveillance réglementaires (un prélèvement annuel amont/aval ou sous/hors des vents dominants) ou de quelques données éparses. On dispose finalement pour l'essentiel de données qui sont ininterprétables.

3.2.2.5- Sur les résultats de l'observation des organisations biologiques

- Si le suivi hydroécologique est bien encadré, à chaque étape, par les normes françaises ou européennes qui président et codifient le suivi des populations algales et animales aquatiques, il n'en est pas de même pour ce qui concerne les mousses aquatiques et celles des berges susceptibles d'être inondées un certain temps (mousses littorales s.s.) ni pour les phanérogames (plantes supérieures) parmi lesquelles les hydrophytes submergées et/ou nageantes, les hélrophytes (roseaux s.l.), les amphiphytes (plantes de berges du type Joncs ou Carex, ces deux derniers groupes possédant de solides ancrages dans le sédiments grâce à leur puissants rhizomes accumulateurs saisonniers de nutriments produits dans leur feuillage durant leur période végétative). Il est vrai que les biotopes susceptibles d'accueillir ces

espèces manquent du fait de l'artificialisation très marquée du milieu GCA. *Ne restent donc comme espèces témoins que les composants des biofilms mucilagineux, qui ne semblent avoir été étudiés en tant que tels à aucun moment, et du périphyton au sens large, dont les conditions de récolte pas plus que les espèces prélevées ne sont précisées dans le dossier.*

- Concernant par ailleurs l'impact du CNPE sur les peuplements aquatiques, on ne peut que rappeler que *la richesse spécifique et la diversité ne sont pas les seuls indices biotiques à observer*. On mentionnera par exemple l'âge, la croissance, la fécondité et la reproduction ou plus finement les indices de condition, les indices gonado-somatiques, les indices de croissance, les indices énergétiques (cf. « Limites de rejets thermiques » chap.1.4.4.2).

3.2.3- Les moyens mis en œuvre pour mesurer l'activité volumique du milieu récepteur en tritium pendant et en dehors des rejets liquides, aux conditions précisées dans le dossier.

Il n'existe pas de système qui permette de mesurer le tritium de façon semi continue et surtout *in situ*. *Comment dès lors évaluer des moyennes journalières d'activité de l'eau en tritium ?*

Par ailleurs, l'eau de nappe et l'eau du GCA (eau filtrée) font depuis 1990 l'objet d'une mesure de tritium libre (annexe 4.3 pp.60-61).

Si les seuils de détection ont été abaissés depuis 2009 pour l'eau de nappe (passés d'environ 40 Bq/L à 14 Bq/L puis 6 Bq/L), il n'en est de même pour l'eau du GCA.

Il est indispensable que la limite de détection pour la mesure du tritium libre dans l'eau du GCA soit aussi basse que techniquement possible.

Annexe

Surveillance radioécologique (recherche de radionucléides artificiels*) Etudes impliquant un nombre élevé d'échantillons au cours de la période 1973-2010

Surveillance Terrestre						
Période	Matrices	Type mesures	Organisme	Nombre échantillons prélevés	Page	
1973 - 1978	Sols cultivés	Spectrométrie $\gamma + \beta_T + \alpha_T$	INRA	79	63	
	Céréales	Spectrométrie $\gamma + \beta_T + \alpha_T$	INRA	27	66	
	Feuilles maïs	Spectrométrie $\gamma + \beta_T + \alpha_T$	INRA	72	67	
	Miel	Spectrométrie γ / tritium libre	INRA	105 / 26	68	
	Prod ^{ts} de la vigne	Moût	Spectrométrie $\gamma + \beta_T$ + Tritium libre	INRA	70	69
		Jus clarifié			34	
		Feuilles	Spectrométrie $\gamma + \beta_T + \alpha_T$ + Tritium libre		71	
Sarments		Spectro $\gamma + \beta_T + \alpha_T$	17			
Eau nappe	Tritium libre	INRA + CRN de Strasbourg	83	71		
1977 - 1985	Végétaux supérieurs sauvages	Spectrométrie γ	EDF (1° bilan déc ^l) + INRA + CRIIRAD	41	67	
	Eau nappe	Tritium libre	INRA + CRN de Strasbourg	36	71	
1986 - 1989	Mousses terrestres	Spectrométrie γ	EDF (1° bilan déc ^l) + IPSN + CRIIRAD	44	64	
	Sols cultivés	Spectrométrie $\gamma + \beta_T + \alpha_T$	EDF (1° bilan déc ^l) + IPSN + CRIIRAD	22	63	
	Céréales	Spectrométrie γ	EDF (1° bilan déc ^l) + IPSN + CRIIRAD	35	66	
Surveillance aquatique						
1986 - 1989	Eau GCA	Spectro γ + Tritium libre	EDF (1° bilan déc ^l) + IPSN + CRIIRAD	9 (amont) 18 (aval)	90	
	Sédiments	Spectrométrie γ	EDF (1° bilan déc ^l) + IPSN + CRIIRAD	13 (amont) 25 (aval)	85	
	Algues Mousses aquatiques	Spectrométrie $\gamma + \beta_T + \alpha_T$ + Tritium organiquement lié + Transuraniens	EDF (1° bilan déc ^l) + IPSN + CRIIRAD	14 (amont) 39 (aval)	87	
	Poissons	Spectrométrie $\gamma + \beta_T + \alpha_T$ + Strontium 90	EDF (1° bilan déc ^l) + IPSN + CRIIRAD	22 (amont) 47 (aval)	89	
1990-1997	Poissons	Spectrométrie γ	EDF (bilans annuels)	25 (amont) 61 (aval)	89	
1999 - 2003	Sédiments	Spectrométrie γ	EDF (bilans annuels) + CRIIRAD	7 (amont) 20 (aval)	85	

* certains pouvant être également d'origine naturel (ex : le tritium)

- (a) Prélèvements terrestres : pas d'indication de position par rapport aux vents dominants.
- (b) Surveillance EDF seule : 1 à 3 prélèvements/an en moyenne (ex : 1986-1989 : miel (p.68) / 1990-1997 : mousses terrestres (p.64), sols cultivés (p.63), céréales (p.66), sédiments (p.85) / 1999-2003 : mousses terrestres (p.64). Une exception : poissons 1990-1997.
- (c) Espèces de poissons prélevés sur la période 1973-2010 (p.89) : ablette, gardon, vandoise, brochet, chevesne, truite, nase, anguille, barbeau, tanche, carpe, brème (?), sandre, brème bordelière, brème commune, perche, hotu.

RELEVÉ DE CONCLUSIONS

Le dossier déposé par le pétitionnaire à l'appui des demandes de modifications M01, M02 et M03 comporte des éléments d'information et d'argumentation extrêmement détaillés. Si nombre de ces éléments ne peuvent qu'entraîner l'adhésion, ils comportent également des insuffisances et ouvrent à un certain nombre de questionnements, qui sont pour l'essentiel rappelés ci-dessous.

1- Sur la Modification n°1 : Conditionnement du circuit secondaire à l'éthanolamine

De nombreux arguments plaident en faveur du remplacement de la morpholine par l'éthanolamine, concernant tant son impact sur la sûreté que sur l'environnement. Néanmoins, des *incertitudes subsistent qui conduisent à considérer cette demande avec prudence.*

2- Sur la Modification n°2 : Evolution des limites de prélèvement d'eau

2.1- Prélèvements dans le Grand Canal d'Alsace

Le retour d'expérience ne permet pas de disposer de valeurs maximales ni pour les débits instantanés prélevés ni pour les valeurs journalières. Il est demandé de reconduire la limite de débit instantané actuellement autorisée (87 m³/s), qui correspond globalement à un fonctionnement *en continu* des pompes du CRF. Les limites journalière et annuelle sont calculées à partir de cette dernière.

Le volume annuel prélevé en 2010 (2170 millions de m³) représente près de 80% des limites demandées : on voit mal comment celles-ci pourraient être abaissées.

Par ailleurs, la justification de l'absence d'impact de la prise d'eau sur la faune piscicole est à établir.

2.2- Prélèvements dans la nappe

Il est important que les pompages en nappe soient enfin réglementés.

Les limites proposées attestent d'une consommation relativement faible (241.000 m³/an, soit 7,6 l/s, en moyenne annuelle) *tout à fait compatible avec les autres usages, compte tenu de la productivité de la nappe alluviale du Rhin*, même si on peut regretter que la part d'eau non utilisée soit évacuée vers le réseau des eaux pluviales.

3- Sur la Modification n°2 : Evolution des limites de rejets

3.1- Limites de rejets thermiques

3.1.1- Sur les limites demandées

La proposition est d'abaisser les limites actuelles d'échauffement et de température aval actuellement encadrées par l'arrêté préfectoral, mais aussi de fixer des limites en cas de situation climatique exceptionnelle.

Même si les autorisations actuelles sur les contraintes thermiques sont suffisantes, il n'en demeure pas moins que l'analyse des moyennes annuelles indique une évolution à la hausse des températures de l'eau du GCA. Sur la période 1977-2010, l'évolution de la température en amont du CNPE de Fessenheim se traduit par une augmentation moyenne de 0,05°C par an en moyenne. Cette hausse de température est très nette en été et se fait sentir sur des périodes de plusieurs jours. A titre d'exemple, la température la plus forte dépassée pendant 30 jours consécutifs, de période de retour 5 ans, passe de 18,8°C sur la période 1977-1987 à 21,1°C sur la période 1988-2010.

Si cette tendance se confirme dans l'avenir, il est clair que la situation observée aura des répercussions très importantes sur les limites imposées et pourtant jugées aujourd'hui largement suffisantes par l'exploitant. Le pétitionnaire indique lui-même que la température aval maximum pourra être dépassée si la température amont du CNPE augmente.

3.1.2- L'absence de limite de température au point de rejet est justifiée par le fait que le mélange de la veine de rejet serait réalisé à l'aval immédiat du site et que donc une limite de température aval est suffisante.

Or la zone de bon mélange (a) est variable dans le temps (b) se situe fréquemment bien au-delà de la station de mesure aval (1,3 km du CNPE) présentée comme représentative du bon mélange de la veine de rejets, ce qui justifierait l'existence d'une limite de température au point de rejet (ou à défaut une limite de température pour l'effluent lui-même).

Par ailleurs, les mesures semblent être réalisées en surface. Qu'en est-il de la dilution aux différents horizons de la colonne d'eau ?

Rappelons que la connaissance de la zone de bon mélange est importante à plusieurs titres, et ce quels que soient les rejets considérés (thermiques, radioactifs, chimiques, biologiques) :

- s'assurer de la pertinence des points de mesure et à défaut évaluer les valeurs par calcul,
- savoir à partir de quel point les limites réglementaires de rejets, qui elles sont données « après mélange », sont respectées,
- évaluer le risque sanitaire encouru en cas d'éventuel prélèvement d'eau (irrigation, production d'eau potable) intervenant sur les sections où le mélange n'est pas réalisé,
- évaluer l'impact de la température et de ses variations dans le temps et dans l'espace sur la biocénose aquatique.

3.1.3- L'utilisation de moyennes

Les justifications apportées par l'Exploitant à l'utilisation de moyennes sont les suivantes :

- harmonisation du contrôle de l'échauffement et de la température aval,
- mise en cohérence de la réglementation avec ce qui est effectué en pratique actuellement par l'exploitant,
- inutilité de valeurs de température instantanées ou de moyennes horaires du point de vue de la biologie,
- référence à deux études qui s'appuient sur ou acceptent des grandeurs encore plus moyennées (moyenne mensuelle des 30 jours les plus chauds de l'année, dose thermique cumulée sur une période donnée, pas journalier...).

Or

(a) une harmonisation peut se faire en adoptant d'autres pas de temps,

(b) le second argument est de pure convenance,

(c) l'utilité de valeurs de température instantanées ou de moyennes horaires est discutée par les experts, eu égard à la sensibilité de la faune aquatique,

(d) les variations nycthémérales en aval du CNPE seraient du même ordre de grandeur qu'en amont ($\leq 0,8^\circ\text{C}$) "du fait d'un fonctionnement constant dans le temps et proportionnel à la puissance" : que signifie cette phrase ? qu'en est-il du suivi de charge ?

3.1.4- L'impact des rejets thermiques sur la faune piscicole

3.1.4.1- Concernant les invertébrés benthiques⁶²

Le suivi réalisé depuis 1979 ne fait pas apparaître d'évolution significative entre les prélèvements réalisés aux stations amont et aval.

Cependant, on observe une plus grande richesse⁶³ de macroinvertébrés et une plus grande proportion d'espèces polluo-sensibles telles que les espèces rhéophiles⁶⁴ et les espèces sténothermes⁶⁵ à l'aval immédiat du CNPE. Cette différence serait le fait non des rejets thermiques mais des conditions hydrologiques créées par l'usine hydro-électrique de Fessenheim.

Les résultats des travaux disponibles sur ce sujet ne permettent pas de se prononcer quant à l'impact d'un rejet thermique sur les invertébrés benthiques.

3.1.4.2- Concernant l'ichtyofaune,

(a) En 1977-1978, 4 à 10 espèces de poissons ont été observées à la prise d'eau du CNPE, 13 en 1994-1995. En 2005-2010, 28 espèces ont été observées aux stations amont et/ou aval.

Des variations temporelles et spatiales, tant qualitatives que quantitatives, ont été mises en évidence sans pour autant être attribuées au CNPE de Fessenheim.

La richesse spécifique et la diversité ne sont pas les seuls indices biotiques à observer. On mentionnera par exemple l'âge, la croissance, la fécondité et la reproduction ou plus finement les indices de condition, les indices gonado-somatiques, les indices de croissance, les indices énergétiques.

(b) Les données scientifiques mentionnées par le pétitionnaire concernant l'impact de la température sur les poissons sont *éparses et imprécises*.

Elles sont néanmoins préoccupantes eu égard aux températures modélisées en aval.

Elles ne permettent pas de conclure à l'innocuité des limites de température aval demandées.

De plus, la tolérance des espèces à *l'échauffement amont/aval* n'est *pas évoquée*.

Il est simplement indiqué que le GCA n'est pas considéré comme un axe migratoire pour le saumon atlantique, mais que d'éventuelles migrations de celui-ci (printemps/automne) ne seraient pas perturbées par des échauffement de l'ordre de 1°C. Or l'échauffement maximal demandé en conditions climatiques normales varie de 3°C à 4°C, l'échauffement du Rhin calculé à Markolsheim (29 km), Strasbourg (76 km) et Iffezheim (108 km) varie respectivement de 0,4°C à 2,2°C, 1,8°C et 1,6°C, selon la puissance des réacteurs, et la question de la sensibilité des autres salmonidés (truite et ombre commun) n'est pas évoquée.

Plusieurs études scientifiques ont d'ailleurs montré qu'un léger réchauffement peut favoriser ou défavoriser certaines espèces de poissons, particulièrement les espèces sédentaires, en termes de maturation des gonades, d'avancement de la période de frais et de croissance.

Pour autant, il est *a priori* difficile d'attribuer exclusivement les changements d'abondance des espèces de poissons à la température ou à ses variations (rôle possible de variables physico-chimiques, variabilités naturelles inter-annuelles et spatiales).

(c) Les limites demandées sont supérieures aux limites fixées par les réglementations européenne et française pour les eaux salmonicoles et cyprinicoles, ainsi que pour les eaux destinées à la production d'eau potable.

⁶² Benthos = ensemble des organismes aquatiques qui vivent dans les fonds marins

⁶³ S'agit-il de la *richesse spécifique*, c'est-à-dire du nombre d'espèces différentes ?

⁶⁴ qui possèdent des caractéristiques adaptatives pour résister au courant.

⁶⁵ qui sont sensibles aux variations de température.

3.1.4.3- *En conclusion*

Les limites de température aval demandées (28° C en situation normale et 29° C en situation climatique exceptionnelle) peuvent s'avérer élevées pour la faune aquatique. De plus, la mesure des températures semble avoir été réalisée en surface et non sur les différents horizons de la colonne d'eau, ce qui ne permet pas d'apprécier leur impact sur la faune benthique. En outre, ce sont des valeurs journalières moyennes qui ne tiennent pas compte d'éventuelles variations brutales de la température. Enfin, même si l'échauffement s'estompe au profit de l'échauffement naturel, l'étude par simulation réalisée sur 1979-2007 établit que pour un fonctionnement du CNPE à pleine puissance, il varie entre 0,6°C et 3,1°C à l'aval du site (considéré comme la zone de bon mélange) et entre 0,4°C et 1,6°C à 180 km du site (Iffezheim).

Pour établir des limites de température, il est indispensable de disposer (a) de mesures réalisées sur les différents horizons de la colonne d'eau (b) de limites de température instantées (c) d'études relatives à la sensibilité des différentes espèces piscicoles à la température du milieu et à ses variations – et en tout état de cause de respecter les réglementations française et européenne.

Par ailleurs et notamment du fait que le mélange de la veine de rejet, dans certaines conditions de fonctionnement, n'est pas effectif à l'aval immédiat du rejet (11 km dans les conditions de la campagne d'enregistrement par points fixes de 2010-2011), il est souhaitable de limiter la température de l'effluent au rejet, aussi bien en situation normale qu'en situation exceptionnelle.

Il convient enfin, dans une perspective de santé publique, de retenir qu'une élévation de la température favorise la bioaccumulation des métaux et des radionucléides rejetés dans les organismes aquatiques.

3.2- Limites de rejets radioactifs

Il est important que le CNPE de Fessenheim mette sa réglementation en conformité avec les exigences de l'Autorité de sûreté nucléaire concernant les conditions de rejet et de comptabilisation des radionucléides rejetés. Le carbone 14 et les iodes, de même que le tritium gazeux, font ainsi l'objet de demandes de limites spécifiques, ce qui n'était pas le cas auparavant, et les conditions dans lesquelles les rejets sont autorisés sont précisées.

Par ailleurs, l'ensemble des limites demandées sont établies à partir des activités rejetées sur une période donnée par l'ensemble du Parc pour les radionucléides appartenant au spectre de référence.

Des questions se posent concernant les règles de comptabilisation des activités rejetées, l'alignement des valeurs limites demandées pour le CNPE de Fessenheim sur les valeurs moyennes du Parc et l'écart important entre les valeurs limites demandées et les activités rejetées par le CNPE de Fessenheim au cours des années antérieures, ainsi que quelques autres aspects des demandes développées ci-dessus.

3.2.1- Les règles de comptabilisation des rejets radioactifs

Le "spectre de référence" désigne, pour chaque catégorie d'effluents, les radionucléides qui seront pris en compte pour évaluer les activités rejetées par le CNPE. Il est défini par l'exploitant en tenant compte de la *radiotoxicité*, de la *fréquence attendue* de la présence des radionucléides susceptibles d'être rejetés et des *contraintes météorologiques*⁶⁶. Les activités

⁶⁶ Arrêté du 9 août 2013 portant homologation de la décision n°2013-DC-0360 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base (articles 3.2.8 et 3.2.9).

ainsi évaluées seront à la base des demandes de valeurs limites de rejets demandées par l'exploitant. C'est donc un paramètre central.

- Or ce principe est variable, et la liste des radionucléides retenus l'est tout autant.

Quelle est la définition du spectre de référence qui est réellement prise en compte pour évaluer les activités rejetées dans l'environnement ?

Quelle liste de radionucléides est réellement retenue pour évaluer les activités rejetées dans l'environnement ?

- ***Comment justifier que des radionucléides émetteurs bêta pur tels que le strontium 90, l'iode 129 ou le chlore 36 ne soient pas intégrés au spectre de référence ?***

- ***Comment la radiotoxicité des radionucléides est-elle prise en compte, étant donné le flou qui entoure la définition des spectres de référence et la simple logique comptable qui est manifestement mise en oeuvre ?***

- ***Comment justifier que l'on considère des limites de détection (seuils de décision) comme des contraintes métrologiques, alors qu'elles relèvent en partie de choix techniques et/ou économiques (ex : le temps de comptage) ?***

- Enfin, la période de référence prise en compte pour établir la moyenne des activités rejetées par l'ensemble du Parc, et qui servira de base à l'ensemble des limites demandées, est variable : ***quelle est la période de référence véritablement prise en compte pour établir la moyenne des activités rejetées par le Parc et qui fondera les limites demandées ?***

3.2.2- L'alignement des valeurs limites demandées pour le CNPE de Fessenheim sur les valeurs moyennes du Parc

3.2.2.1- *Les activités rejetées par Fessenheim en 2010 mais aussi les années précédentes sont très inférieures aux limites demandées pour les gaz rares, ainsi que pour les iodures et les « autres produits de fission et d'activation émetteurs bêta et gamma » liquides et gazeux.*

L'argument de l'inétanchéité possible des gaines de combustibles ne concerne que les produits de fission. Il n'est pas convaincant eu égard aux limites (très inférieures) en vigueur sur d'autres sites. Il n'est pas de nature à valoriser et à encourager les bonnes pratiques de la part de l'exploitant.

Les limites demandées devraient donc être abaissées dans des proportions importantes.

3.2.2.2- ***Les valeurs limites demandées pour le carbone 14, qui sont estimées par calcul, sont-elles comparables au REX actuellement disponible ?***

Etant données par ailleurs les activités très importantes observées dans le passé sur certains sites pour le nickel 63, ***il conviendrait d'être vigilant sur les rejets en nickel 63 effectivement rejetés dans l'environnement et ne pas se satisfaire d'une valeur estimée .***

3.2.3- Sur d'autres aspects des demandes de l'exploitant

3.2.3.1- Les effluents font l'objet d'une *mesure bêta globale avant rejet.*

Il conviendrait de faire apparaître dans la demande que les mesures d'activité bêta totale réalisées dans les réservoirs de stockage avant rejet sont exprimées en équivalent strontium 90 + yttrium 90.

Par ailleurs, *l'activité volumique bêta globale (hors potassium 40 et tritium) dans le milieu récepteur* est, pendant les rejets, au maximum de 2 Bq/L en valeur horaire à mi-rejet. Or selon les coefficients de dose efficaces en vigueur, une eau contaminée par du strontium 90 à raison de 6 Bq/L et régulièrement consommée par un enfant de 1 an correspond à la limite annuelle d'exposition maximale admissible⁶⁷.

Il conviendrait donc d'abaisser ce seuil de décision.

⁶⁷ Arrêté du 1^{er} septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants, Annexe 3, Tableau 1.1.

3.2.3.2- *L'activité volumique en tritium dans le milieu récepteur (le GCA) pendant les rejets* sera mesurée en aval du site après dispersion, en un point défini en accord avec l'Autorité de Sûreté Nucléaire. Il conviendra **de tenir compte de la zone de bon mélange du rejet** qui dans certaines conditions de fonctionnement de l'usine hydroélectrique n'est pas réalisé à 1,3 km mais à au moins 11 km en aval (*cf. supra* 3.1.2).

3.2.3.3- **Comment le respect de la valeur guide de 0,1mSv pour la production d'eau destinée à la consommation humaine est-il évalué ?**

3.2.3.4- *Les conditions du rejet*

Le rejet est autorisé pour un débit du GCA $\geq 200 \text{ m}^3/\text{s}$ et celui du Rhin à Kembs $< 2800 \text{ m}^3/\text{s}$, le débit minimal de 200 m³/s devant être maintenu dans le GCA. Mais lorsque le débit du GA ou du Rhin se situe hors de ces limites, le rejet est néanmoins pratiqué sous réserve du respect d'un certain nombre de conditions, après information de l'ASN. Si la limite de débit pour le Rhin à Kembs est dépassée, le rejet est autorisé moyennant une réduction du débit de rejet.

Par ailleurs, les conditions énoncées pour déroger aux limites de rejet n'ont rien de particulier, sinon que l'exploitant doit respecter les conditions associées au débit du GCA (étiage ou crue) !!!

Débit minimal pour le GCA ou pas ? Débit maximal pour le Rhin ou pas ?

3.2.4- L'impact sanitaire des rejets radioactifs

L'évaluation de l'impact sanitaire des rejets radioactifs est réalisée au moyen de codes de calcul spécifiques (code MIRRAGE pour les rejets atmosphériques, code BLIQUID pour les rejets liquides) qui, à partir d'hypothèses simplificatrices, donnent un ordre de grandeur de l'exposition maximale des personnes du public. Elle intègre les paramètres spécifiques au site de Fessenheim (voies d'exposition, groupe de référence, ration alimentaire et volume d'air inhalé, évaluation des transferts par les différents vecteurs).

Pour l'irradiation externe et l'incorporation de radionucléides, les Coefficients de dose utilisés pour estimer la dose efficace reçue par la population sont donnés par la réglementation.

Cette modélisation a été réalisée pour les limites demandées et pour les rejets réels effectués en 2010 par le CNPE.

Pour les trois catégories « gaz rares », « iodes » et « PF/PA », qui comportent plusieurs éléments et/ou isotopes différents, cette modélisation repose

- pour les limites demandées : sur la proportion théorique (et donc l'activité théorique) de chaque radionucléide présent dans le spectre de référence retenu (*cf. supra* 3.2.1),
- pour les rejets réels 2010, sur la proportion réelle (et donc l'activité réelle) des différents radionucléides rejetés au cours de l'année.

Les doses reçues aux limites demandées ainsi calculées représentent donc moins de 1/1000^e des limites de dose annuelles définies par la réglementation.

Cette démarche d'évaluation de l'impact sur l'homme des rejets radioactifs liquides et gazeux du site de Fessenheim, tant aux limites demandées qu'aux rejets réels, est présentée de manière claire. Plusieurs questions se posent néanmoins, qui concernent les modèles et paramètres utilisés pour évaluer les transferts des isotopes rejetés par la centrale dans les différents milieux de l'environnement et dans la chaîne alimentaire. Elles concernent

- les radionucléides pris en compte dans les calculs (*cf. supra* 3.2.1),
- les rations alimentaires retenues pour les populations et les animaux de consommation.

3.2.4.1- Concernant la *ration retenue*, « elle regroupe sous une même dénomination l'ensemble des produits appartenant à une même catégorie d'aliments. Elle se compose de légumes feuilles, légumes racines, légumes fruits, lait, œufs, céréales, viande et poisson ».

Aucune indication n'est donnée concernant les *espèces* de fruits, végétaux, viandes animales et poissons consommés, à l'exception de la viande de bœuf. Les *parties* des aliments

consommées ne sont pas mentionnées. *Il est indiqué un facteur de concentration⁶⁸ et un facteur de transfert trophique⁶⁹ uniques pour chaque radioélément (ou simplement même pour quelques radionucléides), quelles que soient les espèces et les parties des organismes consommés (voire même un facteur de transfert unique pour tous les radionucléides dans le cas du transfert foliaire)*, alors que les organismes et leurs différentes parties concentrent les différents radionucléides de manière différentielle. *Cette démarche est contraire aux fondamentaux de la radioécologie.*

Au demeurant, *les populations alsaciennes ne consomment-elles que de la viande de bœuf ?* Il conviendrait en outre de ne pas négliger des aliments comme les *champignons*, qui sont des vecteurs de contamination reconnus.

De même, les *quantités ingérées* ne sont pas indiquées.

Il conviendrait enfin *d'actualiser les données en matière d'autoconsommation*, et d'*affiner l'alimentation du nouveau-né*.

3.2.4.2- *Concernant les transferts dans le milieu aquatique et à partir de celui-ci*

- le *calcul de l'activité de l'eau de boisson et d'irrigation* s'appuie sur l'hypothèse fautive d'une zone de dilution complète des rejets à l'aval immédiat du site (cf. supra 3.1.2)

- il n'est pas indiqué que la *forme physico-chimique des radioéléments* a été intégrée à l'évaluation,

- *il n'est pas indiqué si et comment la variabilité qualitative des sédiments, les phénomènes d'adsorption/désorption et de remise en suspension des radionucléides – cette dernière particulièrement importante dans une voie de circulation telle que le GCA, ont été pris en compte pour évaluer l'activité des MES et des sédiments,*

- des études aujourd'hui classiques ont montré que les *dépôts dans les sédiments* étaient *maximaux* à plusieurs dizaines kilomètres du point de rejet et non à son aval immédiat, hypothèse retenue dans le présent dossier.

- l'accumulation des radionucléides dans les organismes est notamment influencée par la qualité des milieux (concentration en *micropolluants métalliques et organiques*, particulièrement présents dans le contexte industriel du GCA) et sous certaines conditions, par la *température* (cf. supra 3.1.4.3).

Cela aurait dû apparaître dans le dossier *a minima* au titre des réserves méthodologiques.

- enfin, « Les éléments déposés par aspersion d'eau contaminée sur les feuilles des végétaux peuvent pour une grande part être éliminés par lavage ». Une telle affirmation est particulièrement saugrenue. Outre le fait qu'elle n'apparaît pas concernant les dépôts secs et humides consécutifs aux rejets d'effluents gazeux (pourquoi ?), elle minimise le *rôle de l'adsorption foliaire* dans la contamination des végétaux, notamment des végétaux à large surface de contact (végétaux à larges feuilles, plantes aromatiques, mousses terrestres) dont la réalité est bien établie⁷⁰.

3.2.4.3- *Sur le transfert du tritium et du carbone 14 dans l'environnement*

- le *coefficient de fixation du tritium sur la matière organique des aliments* diffère pour les rejets liquides et gazeux / on ne dispose pour ces derniers que d'une seule valeur : pourquoi ?

- le transfert du tritium et du carbone 14 dans la chaîne alimentaire (végétaux, animaux) est « non calculé », tout au moins en ce qui concerne les rejets gazeux (code MIRRAGE)⁷¹.

Comment les valeurs de contamination totale en tritium de ces compartiments ont-elles été obtenues ? Le tritium organiquement lié a été pris en compte et si oui, comment ?

⁶⁸ Le facteur de concentration désigne le rapport de l'activité d'un radionucléide dans un organisme à son activité dans le biotope (eau, air ou sol).

⁶⁹ Le facteur de transfert trophique désigne le rapport de l'activité d'un certain niveau trophique (un prédateur par exemple) à l'activité d'un niveau trophique inférieur (une proie par exemple).

⁷⁰ Cf. infra 5 « Sur les prescriptions en matière de surveillance de l'environnement ».

⁷¹ On ne sait si les rejets liquides sont concernés par cette question (code BLIQUID : détail des calculs non fournis).

- le méthane, qui représentent 80% du carbone 14 (période 5730 ans) rejeté dans l'atmosphère, n'est pas pris en compte au motif qu'il ne se transfère pas directement aux végétaux et aux animaux mais donne du dioxyde de carbone suite à des réactions à cinétique lente et ne peut être prise en compte à l'échelle locale : ***l'évaluation de l'impact sanitaire d'une exposition à des facteurs de risque ne peut pas se limiter à l'exposition directe et immédiate à ces facteurs de risque.***

3.2.4.4- La signification de la limite annuelle maximale d'exposition

Il convient de garder en mémoire que la limite maximale d'exposition en fonctionnement de routine (« normal ») de 1mSv/an n'est pas une limite d'innocuité mais une limite d'acceptabilité d'un certain niveau de risque pour les effets considérés comme des effets sans seuil.

Par ailleurs, les effets sans seuil retenus à ce jour par la communauté internationale sont les cancers et les effets héréditaires survenant sur les deux générations suivant l'exposition – même si d'autres types d'effets (pathologies non cancéreuses, effets non ciblés⁷², existence d'une réponse adaptative) et la pertinence de l'horizon générationnel retenu pour les effets héréditaires sont actuellement en débat.

L'estimation du risque de cancers et d'effets héréditaires après exposition du corps entier à de faibles débits de dose (détriment par sievert reçu) actuellement retenue est respectivement de $5,5 \times 10^{-2}$ et $0,2 \times 10^{-2}$ par sievert reçu.

En l'état actuel des données retenues par la communauté scientifique internationale, la limite de 1mSv/an correspond donc à un risque de $5,5 \times 10^{-5}$ cancers et $0,2 \times 10^{-5}$ effets héréditaires sur les deux premières générations.

Ces niveaux de risque sont considérés comme acceptables par les instances internationales.

3.3- Limites de rejets chimiques

Compte tenu de l'occurrence des événements initiateurs de ce type de rejets et des faibles quantités rejetées, il n'est pas demandé de limite pour les rejets chimiques atmosphériques. Seuls les rejets chimiques liquides sont donc ci-dessous.

On distingue deux catégories de rejets chimiques: les rejets de substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides et les autres, qui font l'objet de réglementations distinctes.

Les premiers proviennent du conditionnement des circuits primaires (acide borique, lithine, hydrazine) et secondaires (morpholine et bientôt éthanolamine - cf. M01, hydrazine), et des circuits auxiliaires nucléaires et conventionnels (phosphate trisodique, détergents). Les seconds sont issus de l'installation de déminéralisation (chlorure, sodium), du réseau de collecte des effluents non contaminables (susceptibles de contenir des hydrocarbures) et du circuit de refroidissement des condenseurs.

- Quel est le ***tonnage d'acide borique*** qui est ***recyclé*** ?
- Quels sont les ***types de détergents utilisés*** ?
- Il conviendrait de prendre les dispositions nécessaires (a) pour que les ***rejets de morpholine*** (ou ***leur mesure*** ?), en augmentation depuis 2004, ***redescende(nt) au niveau antérieur*** (b) pour ***abaisser de manière significative les rejets en hydrazine.***
- ***les limites annuelles demandées pour l'hydrazine, la morpholine, l'azote (hors hydrazine, morpholine, éthanolamine) et les détergents, qui sont très supérieures aux rejets du site et/ou supérieures aux limites en cours sur d'autres sites, doivent être abaissées.***

⁷² *Effet de voisinage* = modifications (mutations, réduction de la survie...) induites dans les cellules non irradiées situées au voisinage des cellules irradiées. *L'instabilité génomique transmissible* quant à elle se traduit par la survenue d'altérations biologiques diverses (remaniements chromosomiques, mutations, réduction de la survie cellulaire, ...) après plusieurs divisions successives de la cellule irradiée ou d'une cellule située dans le voisinage de celle-ci.

4- Sur la Modification n°3 : Dragage du canal d'amenée et curage des rus d'eau et des cavités « JPD »

Le CNPE de Fessenheim doit procéder régulièrement à des opérations de *dragage* de son canal d'amenée, afin d'assurer l'alimentation en eau brute de ses installations, et au *curage* des rus d'eau et des cavités « JPD » qui alimentent le circuit de production et de distribution d'eau d'incendie. Il était important d'en encadrer les modalités et notamment de réglementer les modalités de gestion des sédiments retirés au cours ces opérations, qui constituent un aspect très polluant du fonctionnement de la centrale.

Concernant leur éventuel rejet dans le GCA, *de nombreuses précautions devront être respectées* : conditions hydrauliques favorables à la reprise des sédiments (débit des eaux), choix des points de restitution des sédiments, étalement des rejets sur plusieurs semaines, respect de la période de reproduction des différentes espèces piscicoles.

Quelques questions se posent néanmoins.

1- Les sédiments seront rejetés dilués dans le GCA, via le canal de force de l'usine hydroélectrique de Fessenheim en aval du rejet CRF, laquelle « contribue au bon mélange des eaux et des MES ». Or, dans certaines modalités de fonctionnement de l'usine, *le bon mélange des rejets CRF est loin d'être réalisé à son aval immédiat* (cf. M02, 1.4.3), ce qui ne contribue pas à « minimiser l'impact des rejets [de sédiments] sur la qualité des eaux superficielles et sur les écosystèmes aquatiques ». *Les opérations de dragage et de curage auront-ils lieu lorsque la centrale hydro-électrique assure un bon mélange à l'aval immédiat, c'est-à-dire lorsque le débit du GCA est supérieur à 1050 m³/s ?*

2- Plus généralement, les éventuels rejets de sédiments, bien que pouvant avoir lieu tout au long de l'année, ne sont possibles qu'en période hydrologiquement favorable. Ce type d'opération *pourrait donc nécessiter un stockage provisoire qui ne serait pas nécessairement facile à gérer.*

3- Où sera situé le *point de prélèvement aval* qui sera retenu par le prestataire en charge des opérations de contrôle de la concentration en MES ?

4 - Des rejets importants de sédiments sont associés à une forte demande en oxygène qui peut provoquer un phénomène d'anoxie⁷³ et perturber les écosystèmes.

Quelle synergie avec la diminution de l'oxygène dissous associée à une augmentation de la température de l'eau consécutive aux rejets thermiques ?

5- Sur les prescriptions en matière de surveillance de l'environnement

La surveillance des rejets et de l'environnement ne font pas l'objet d'une demande explicite de la part de l'exploitant. Néanmoins, le Comité scientifique a jugé opportun de se pencher sur la question de la surveillance de l'environnement.

Une surveillance environnementale peut être envisagée selon

- les milieux (surveillances atmosphérique / terrestre / aquatique)
- son objet (mesure des contaminations radioactives⁷⁴ et chimiques / observation des organisations biologiques) ;
- les plans d'échantillonnage (périodicité et nombre de prélèvements, choix et identification des matrices prélevées etc.) ;
- les techniques mises en œuvre.

⁷³ Diminution de la quantité d'oxygène que le sang distribue aux tissus.

⁷⁴ Par souci de simplification, nous incluons ici sous ce terme la mesure du rayonnement ambiant.

Concernant l'objet de la surveillance environnementale, il convient de rappeler que les mesures et observations réalisées dans le cadre d'un suivi doivent remplir plusieurs fonctions distinctes :

- donner une indication en temps réel sur le marquage de l'environnement par les rejets du CNPE et alerter sur d'éventuels écarts; ces mesures ont une valeur en elles-mêmes (valeur intrinsèque) et/ou une fonction d'alerte ; elles supposent d'être réalisées avec une fréquence suffisante ;
- permettre de suivre l'évolution du marquage de l'environnement par les rejets (établissement de courbes) : l'utilisation de bons bioaccumulateurs⁷⁵ est recommandée ;
- suivre l'évolution de divers paramètres biologiques (indices de communautés et de populations, et autres biomarqueurs) témoins de l'état de santé d'une ou de plusieurs population(s) faunistique(s) ou floristique(s), qui pourront jouer un rôle d'indicateur voire d'alerte quant à l'effet biologique possible des rejets⁷⁶.

Les commentaires du Comité scientifique ci-dessous s'adossent à la fois aux prescriptions et au retour d'expérience du suivi radioécologique (mesure des contaminations radioactives⁷⁷). Quelques questions relatives à l'observation des organisations biologiques sont également évoquées.

5.1- La surveillance du milieu atmosphérique

Concernant la mesure de l'activité des aérosols, quatre stations implantées à 1 km sur quatre axes perpendiculaires aspirent en continu les poussières atmosphériques. L'aspiration se fait sur filtre papier, lequel est prélevé une fois par jour pour analyse à J+1 et J+6. Cette surveillance est insuffisante et requiert

- ***une plus grande densité de stations de prélèvement de poussières atmosphériques ;***
- ***la mise en place de pièges à charbon actif ;***
- ***la mesure in situ et en continu de l'activité des filtres, avec transmission automatique et en temps réel des résultats au CNPE.***

5.2- La surveillance des milieux terrestre et aquatique

5.2.1- La surveillance régulière (mensuelle) du milieu terrestre (herbe) et du milieu aquatique (eau) est notoirement insuffisante.

Une véritable surveillance passe par des mesures sur des produits d'intérêt alimentaire (lait, fruits et légumes...) et sur des bioaccumulateurs. Elle doit être mensuelle.

Enfin, il est souhaitable de systématiser les mesures de strontium et de tritium organiquement lié sur les matrices solides.

5.2.2- L'évolution du marquage de l'environnement par les rejets

Les commentaires du Comité Scientifique portent sur les plans d'échantillonnage, le traitement et la restitution des données du bilan radioécologique terrestre. Une démarche analogue vaudrait pour le suivi radioécologique aquatique.

Quelques commentaires portent également sur les résultats de l'observation des organisations biologiques.

⁷⁵ La *bioaccumulation* est le terme général qui désigne l'accumulation de substances données par les organismes aquatiques ou terrestres, directement à partir de l'eau, de l'air voire du sol et/ou à partir de nourriture contaminée. Cette accumulation est différente selon les radionucléides et pour les différentes espèces et les différentes parties des organismes.

⁷⁶ Un *biomarqueur* est une modification créée par une substance étrangère, observable à n'importe quel niveau d'organisation biologique, de la communauté d'individus à la molécule. Cette modification est portée par une population ou un individu, qualifiés de *bioindicateurs*.

⁷⁷ La mesure du rayonnement ambiant n'a donné lieu à aucun commentaire.

5.2.2.1- Sur le bilan radioécologique terrestre

Un examen approfondi du Retour d'Expérience 1973-2010 en matière de surveillance environnementale autour du site de Fessenheim met en évidence une tendance à la diminution des contaminations mesurées pour une grande partie des catégories de radionucléides recherchés. Il met également en évidence des lacunes significatives concernant les aspects méthodologiques de cette surveillance. Comme cela est le cas pour les observations formulées *supra* (5.1, 5.2 1), ces lacunes sont en partie (mais pas uniquement) le fait des prescriptions réglementaires que l'on peut qualifier de « minimalistes » auxquelles l'exploitant est tenu de se conformer.

Ces observations concernent toutes les étapes du suivi : plan d'échantillonnage, traitement des données, restitution des informations. Elles sont listées ci-après.

(a) Sur le plan d'échantillonnage :

- la pertinence des **points de prélèvements** (lieux de prélèvements sous/hors influence des rejets radioactifs liquides et gazeux, question de la zone de bon mélange pour le milieu aquatique) ;
- l'**identification des échantillons prélevés** est parfois fantaisiste, confuse ou inexistante, ce qui ne permet pas de prélever des échantillons homogènes ;
- les **sources de données** présentées ne proviennent pas toutes du CNPE, mais de plusieurs organismes publics et privés, ce qui est problématique quant aux protocoles d'échantillonnage et de mesure, et donc de comparabilité des résultats.
- le **suivi des activités dans le temps** : grande **variabilité** dans les **paramètres recherchés** selon les périodes temporelles et dans le **nombre d'échantillons** ayant servi à chaque détermination (1 ou 2 à 105 selon les périodes). On constate sur la durée une **décroissance** symptomatique du nombre de paramètres étudiés ainsi que de l'effectif moyen des échantillonnages, la tendance étant à une sévère diminution du nombre de prélèvements simultanés. Cela est à attribuer au fait que, sauf pour les analyses réalisées en 1990-1997 sur les poissons, les campagnes portant sur de nombreux échantillons ont été conduites de manière indépendante et hors réglementation par des organismes extérieurs à EDF. Cela est préoccupant en termes de suivi mais également d'interprétation des résultats ;
- la **cohérence temporelle de l'échantillonnage** : il n'a pas de cohérence temporelle. Ce point est lié au précédent ;
- la **cohérence spatiale de l'échantillonnage** : l'échantillonnage ne porte pas systématiquement sur les mêmes types de matrices ;
- les **conditions d'échantillonnage** ne sont pas précisées ;
- le **choix des types d'échantillons prélevés** : le prélèvement de bioaccumulateurs n'est pas systématique et les parties de plantes ou organismes prélevées ne sont pas à cet égard justifiées. Les prélèvements de produits de consommation sont rares.
- le **traitement des données** : les **parties de plantes ou organismes** prélevées sont mentionnées en note sous les tableaux, avec l'indication des espèces, ce qui est bonne chose. En effet, leurs capacités d'accumulation sont différentes, et elles donnent des renseignements d'ordre différent. On ne voit pas cependant quel intérêt cela présente si les résultats sont traités toutes espèces, toutes parties et toutes dates et points de prélèvement confondus⁷⁸ ! De la même manière, la mesure d'une teneur en un radionucléide donné, aussi professionnelle qu'elle puisse être, a peu de valeur si l'on ne connaît pas sur quel matériel ou fraction de matériel porte la dite mesure.

⁷⁸ Comme cela est répété à plusieurs reprises dans les légendes des tableaux: « Synthèse des mesures réalisées depuis 1986 : tous genres et espèces confondues, toutes stations de prélèvement confondues ».

(b) Sur le traitement des données (suite)

Seul un **traitement approprié** des données⁷⁹ permet de comparer des données de manière fiable. Il y aurait eu matière à faire un traitement des résultats produits en 1973-1976, 1986-1989, voire 1990-1997 sur de nombreuses matrices, ce qui n'apparaît pas. Etant donné le nombre limité d'échantillons prélevés, un tel traitement était impossible pour les autres périodes. Il est ainsi laissé libre court à une **interprétation subjective des résultats** de mesure.

(c) Sur la restitution des informations

Présentation d'une simple étendue de valeurs (minimum-maximum), sans indication ni **d'effectif** ni **d'écart type** (ce qui ne permet pas d'avoir une idée de la distribution de ces résultats), ni même pour nombre de résultats de **l'incertitude de la mesure**.

De manière plus générale, on note

Sur un plan géographique, l'insuffisance du **nombre de sites de prélèvements**, en particulier de ceux qui seraient susceptibles d'être à l'abri de tout impact, latéralement ou nettement plus au Sud, et devraient être considérés comme des **sites témoins**. De ce point de vue, existe-t-il des données recueillies sur des pas de temps équivalents et sur des cibles analogues voire homologues, du **côté allemand** ? Nous n'avons trouvé dans le texte qu'une seule mention d'une telle recherche. Par ailleurs, les témoins se concentrent plutôt actuellement **dans et au voisinage immédiat** du CNPE, dans le fameux cercle de 10 km qui reste une construction mentale. La **description physiographique des sites** manque quasi-totalement, ce qui ne permet pas de visualiser l'environnement immédiat ou à moyenne distance d'un site quelconque de prélèvement. Aucune mention n'est faite de l'existence de masques (bois, bâtiments, haies,...) ou, au contraire, de couloirs contrariant ou favorisant la circulation et le transport d'aérosols en provenance du CNPE. Absence également des **coordonnées GPS** des sites inventoriés (en dehors de celles, précisées, des stations retenues pour les études hydrobiologiques). Il est d'usage actuellement de toujours repérer ainsi la position exacte des points de prélèvement, surtout lorsqu'il s'agit d'un suivi, réputé se répéter dans le temps, afin de suivre sans ambiguïté les mêmes cibles dans les mêmes lieux, notamment pour les récoltes de matériel végétal.

Sur le plan de l'échantillonnage lui-même,

La question préalable à laquelle toute surveillance doit répondre est la suivante : pourquoi choisir telle ou telle cible, dans tel lieu, à telle époque ? Qu'en attend-on ? Comment seront traités et donc exploités et interprétés les résultats obtenus ?

La crédibilité de l'évaluation tient en premier lieu au **type d'analyse** des données recueillies que l'on envisage d'utiliser et à la **puissance statistique** de l'étude. Ces impératifs vont conditionner toutes les phases préalables d'élaboration, en amont, puis de mise en place d'un plan d'échantillonnage valide. Cela passe aussi par une **évaluation préalable de la représentativité**, dans l'espace et dans le temps, **des échantillons** vis-à-vis de l'objectif poursuivi, et par la **prise en compte des difficultés** inhérentes à ce genre d'exercice (accessibilité, disponibilité, reproductivité des prélèvements, nature exacte de l'échantillon ainsi que, pour les plantes, statut taxonomique précis, parties du matériel à prélever de manière spécifique et pourquoi). Sur ces plans, le rapport est souvent muet. Cela passe enfin par la **multiplication des données et donc des échantillonnages**.

La lecture des légendes des tableaux référencés ci-dessus conduit à la conclusion qu'il s'agit dans un certain nombre de cas d'une approche qui peine à être qualifiée d'empirique.. Il s'agit d'un suivi dont la marque devrait être la cohérence, mais qui se présente comme un

⁷⁹ Traitement descriptif, statistique et/ou analyse multivariée et/ou analyse spectrale.

patchwork de mesures que les rédacteurs ont eu beaucoup de mal à analyser et à synthétiser, ce d'autant plus qu'il est presque impossible de reconstituer les *conditions de recueil* des échantillons et leur *justification*. Et que la *rareté des prélèvements et donc des données* conduit à faire une « synthèse des mesures réalisées depuis 1986 : tous genres et espèces confondues, toutes stations de prélèvement confondues » et en interdit un traitement approprié.

Cela explique en partie la difficulté que rencontre le pétitionnaire à se prononcer quant à l'impact de la Centrale sur son environnement.

En conclusion, et indépendamment des analyses complémentaires éventuellement réalisées de manière spontanée par le CNPE, il convient que de profondes modifications soient apportées

- aux protocoles de suivi, qui doivent être rigoureux et pertinents : techniques de prélèvement, identification correcte des échantillons prélevés, prélèvement des mêmes types de matrices tout au long du suivi, absence de rupture temporelle dans le suivi, conditions (physionomiques, structurales, physiographiques, saisonnières) de l'échantillonnage, nombre et fréquence des mesures, prélèvement d'échantillons présentant un intérêt en termes de bioaccumulation, de santé publique voire en terme économique ;

- à la présentation et au traitement des données : indiquer l'incertitude de la mesure, et plus fondamentalement se donner les conditions d'un traitement approprié, qui seul permettra de conclure quant au rôle éventuel du CNPE dans les activités mesurées.

Un tel traitement supposant un nombre minimal de données, il est au demeurant impossible à réaliser sur la base des protocoles de surveillance réglementaires (un prélèvement annuel amont/aval ou sous/hors des vents dominants) ou de quelques données éparses. On dispose finalement pour l'essentiel de données qui sont ininterprétables.

5.2.2.2- *Sur les résultats de l'observation des organisations biologiques*

- Si le suivi hydroécologique est bien encadré, à chaque étape, par les normes françaises ou européennes qui président et codifient le suivi des populations algales et animales aquatiques, il n'en est pas de même pour ce qui concerne les mousses et les phanérogames. Il est vrai que dans le cas du GCA, les biotopes susceptibles d'accueillir ces espèces manquent du fait de l'artificialisation très marquée du milieu. ***Ne restent donc comme espèces témoins que les composants des biofilms mucilagineux, qui ne semblent avoir été étudiés en tant que tels à aucun moment, et du périphyton au sens large, dont les conditions de récolte pas plus que les espèces prélevées ne sont précisées dans le dossier.***

- Concernant par ailleurs l'impact du CNPE sur les peuplements aquatiques, on ne peut que rappeler que ***la richesse spécifique et la diversité ne sont pas les seuls indices biotiques à observer.*** On mentionnera par exemple l'âge, la croissance, la fécondité et la reproduction ou plus finement les indices de condition, les indices gonado-somatiques, les indices de croissance, les indices énergétiques.

5.2.3- Les moyens mis en œuvre pour mesurer l'activité volumique du milieu récepteur en tritium pendant et en dehors des rejets liquides

- Il n'existe pas de système qui permette de mesurer le tritium de façon semi continue et surtout *in situ*. ***Comment dès lors évaluer des moyennes journalières d'activité de l'eau en tritium ?***

- Par ailleurs, l'eau de nappe et l'eau du GCA (eau filtrée) font depuis 1990 l'objet d'une mesure de tritium libre (annexe 4.3 pp.60-61). Si les seuils de détection ont été abaissés depuis 2009 pour l'eau de nappe (passés d'environ 40 Bq/L à 14 Bq/L puis 6 Bq/L), il n'en est de même pour l'eau du GCA. ***Il est indispensable que le seuil de détection pour la mesure du tritium libre dans l'eau du GCA soit aussi basse que techniquement possible.***

CONCLUSION

Le Comité Scientifique considère que

- Les demandes de modification M01 (Conditionnement du circuit secondaire à l'éthanolamine) et M03 (Dragage du canal d'amenée et curage des rus d'eau et des cavités « JPD ») sont, moyennant quelques réserves et interrogations, acceptables en l'état ;
- La demande de modification M02 (Evolution des limites de prélèvement d'eau et Evolution des limites de rejets thermiques) est globalement justifiée au regard du Retour d'EXpérience du site ainsi qu'aux conditions hydrologiques et à l'évolution des conditions climatiques. Ces limites risquent cependant de s'avérer insuffisantes si cette évolution se confirme. En tout état de cause, l'impact des limites demandées sur la faune aquatique n'est pas établi ;
- La demande de modification M02 (Evolution des limites de rejets radioactifs et Evolution des limites de rejets chimiques), notamment la demande de limites de rejets radioactifs, semble pour plusieurs d'entre elles surestimée, eu égard au Retour d'EXpérience du site de Fessenheim et aux limites d'autorisation en cours sur d'autres sites. Leur élaboration appelle au demeurant des éclaircissements. Concernant les rejets radioactifs liquides et gazeux, l'impact des limites demandées sur les populations vivant autour du site calculé par le pétitionnaire est minime eu égard aux limites d'exposition annuelles autorisées par la réglementation. La démarche suivie pour conduire cette évaluation est entachée de graves erreurs méthodologiques ;
- Le Retour d'Expérience du suivi mis en oeuvre entre 1973 et 2010 dans l'environnement du CNPE de Fessenheim témoigne d'insuffisances et d'erreurs méthodologiques majeures, qui sont liées en partie aux insuffisances du protocole de surveillance auquel doit se conformer l'exploitant, et qui ne permettent pas de conclure quant à la contribution du CNPE au marquage de son environnement.