

## CENTRE NUCLÉAIRE DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ DE FLAMANVILLE

Dossier de demande d'autorisation de  
modification au titre de l'article 26 du décret  
n°2007-1557 du 2 novembre 2007 relatif aux  
rejets du site de Flamanville

Juillet 2017 – indice C





## SOMMAIRE GÉNÉRAL

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. PIÈCE I IDENTIFICATION DU DEMANDEUR, PRÉSENTATION DES DEMANDES ET CADRE RÉGLEMENTAIRE .....</b>   | <b>15</b> |
| <b>1.1. IDENTIFICATION DU PETITIONNAIRE .....</b>   | <b>15</b> |
| <b>1.2. SITE CONCERNÉ PAR LES DEMANDES DE MODIFICATION .....</b>  | <b>16</b> |
| 1.2.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SITE ACTUEL.....  | 16        |
| 1.2.2. PRÉSENTATION DE LA FUTURE INSTALLATION EPR FLAMANVILLE 3.....  | 17        |
| 1.2.3. INSTALLATIONS MISES EN COMMUN POUR LES BESOINS DES TRANCHES 1-2 ET EPR18   |           |
| <b>1.3. PRÉSENTATION SUCCINCTE DES DEMANDES DE MODIFICATION .....</b>   | <b>20</b> |
| 1.3.1. DEMANDE DE MODIFICATION N°1: DEMANDE D'APPLICATION DES LIMITES DE REJET ET MODALITÉS ASSOCIÉES À LA PHASE EXPLOITATION POUR LES REJETS GAZEUX RADIOACTIFS DE FLAMANVILLE 3 PENDANT LES PHASES D'ESSAIS AVEC GAZ TRACEURS.....                            | 20        |
| 1.3.1.1. Identification de la demande de modification et applicabilité .....  | 20        |
| 1.3.1.2. Origine et motivations .....   | 20        |
| 1.3.1.3. Rejets .....   | 20        |
| 1.3.1.4. Impacts organisationnels et humains.....   | 21        |
| 1.3.1.5. Impact sur les prescriptions applicables.....  | 21        |
| 1.3.2. DEMANDE DE MODIFICATION N°2: DEMANDE D'APPLICATION DES LIMITES ET MODALITÉS ASSOCIÉES AUX REJETS LIQUIDES EN PHASE EXPLOITATION DE FLAMANVILLE 3, DES LA PRÉPARATION DES ESSAIS À CHAUD.....   | 22        |
| 1.3.2.1. Identification de la demande de modification et applicabilité .....  | 22        |
| 1.3.2.2. Origine et motivations .....   | 22        |
| 1.3.2.3. Rejets .....   | 23        |
| 1.3.2.4. Impacts organisationnels et humains.....   | 23        |
| 1.3.2.5. Impact sur les prescriptions applicables.....  | 23        |
| 1.3.3. DEMANDE DE MODIFICATION N°3: DEMANDE DE LIMITES EN FLUX 24H AJOUTÉ POUR LES PARAMÈTRES AZOTE GLOBAL ET PHOSPHORE TOTAL DANS LES EFFLUENTS EN SORTIE DE LA STATION D'ÉPURATION DE FLAMANVILLE 1.2.3 – DISPOSITIONS CONTRAIRES À L'ARRÊTÉ DU 02/02/98..... | 24        |
| 1.3.3.1. Identification de la demande de modification et applicabilité .....  | 24        |
| 1.3.3.2. Origine et motivations .....   | 24        |
| 1.3.3.3. Rejets .....   | 24        |
| 1.3.3.4. Impacts organisationnels et humains.....   | 25        |
| 1.3.3.5. Impact sur les prescriptions applicables.....  | 25        |
| 1.3.4. DEMANDE DE MODIFICATION N°4: DEMANDE DE DISPENSE DE LIMITE ÉLEVATION MAXIMALE DE TEMPÉRATURE DE 2°C POUR LES EAUX CONCHYLICOLES, POUR LE SITE DE FLAMANVILLE – DISPOSITIONS CONTRAIRES À L'ARRÊTÉ DU 02/02/98.....                                       | 26        |

|  |           |
|--|-----------|
| 1.3.4.1. Identification de la demande de modification et applicabilité .....   | 26        |
| 1.3.4.2. Origine et motivations .....  | 26        |
| 1.3.4.3. Rejets .....  | 26        |
| 1.3.4.4. Impacts organisationnels et humains .....   | 26        |
| 1.3.4.5. Impact sur les prescriptions applicables.....   | 26        |
| <b>1.3.5. DEMANDE DE MODIFICATION N°5: DEMANDE DE NOUVELLES LIMITES EN<br/>METAUX TOTAUX.....</b>  | <b>27</b> |
| 1.3.5.1. Identification de la demande de modification et applicabilité .....   | 27        |
| 1.3.5.2. Origine et motivations .....  | 27        |
| 1.3.5.3. Rejets .....  | 28        |
| 1.3.5.4. Impacts organisationnels et humains .....   | 28        |
| 1.3.5.5. Impact sur les prescriptions applicables.....   | 28        |
| <b>1.4. CADRE REGLEMENTAIRE DE LA DEMANDE DE MODIFICATION .....</b>  | <b>29</b> |
| <b>1.4.1. CADRE REGLEMENTAIRE DES INSTALLATIONS NUCLEAIRES DE BASE (INB).....</b>  | <b>29</b> |
| 1.4.1.1. Le Code de l'environnement (articles L. 593-1 et suivants) .....  | 29        |
| 1.4.1.2. Décret n° 2007-1557 modifié du 2 novembre 2007 relatif aux Installations Nucléaires de<br>Base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances<br>radioactives (dit décret « Procédures »).....                                    | 30        |
| 1.4.1.3. Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux Installations Nucléaires<br>de Base (dit arrêté « INB ») .....   | 30        |
| 1.4.1.4. Décision n° 2013-DC-0360 modifiée, de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 16 juillet 2013<br>relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des<br>Installations Nucléaires de base (dite décision « Environnement »)..... | 31        |
| <b>1.4.2. CADRE REGLEMENTAIRE ACTUEL DES INSTALLATIONS DE FLAMANVILLE .....</b>  | <b>31</b> |
| <b>1.4.3. ANALYSE DU CADRE REGLEMENTAIRE ASSOCIE AUX MODIFICATIONS<br/>DEMANDEES .....</b>   | <b>32</b> |
| 1.4.3.1. Situation des modifications vis-à-vis du périmètre INB .....  | 32        |
| 1.4.3.2. Situation des équipements et installations relevant de la nomenclature des ICPE et des<br>IOTA .....  | 33        |
| <b>1.4.4. ANALYSE DU CARACTERE NON SUBSTANTIEL DES MODIFICATIONS DEMANDEES<br/>AU SENS DU DECRET N°2007-1557 DU 2 NOVEMBRE 2007 MODIFIE .....</b>  | <b>34</b> |
| <b>1.4.5. IMPACT DES MODIFICATIONS SUR LES INTERETS PROTEGES AU TITRE DE<br/>L'ARTICLE L. 593-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT.....</b>  | <b>34</b> |
| 1.4.5.1. Impact des modifications sur la sûreté nucléaire .....  | 34        |
| 1.4.5.2. Impacts des modifications sur la sécurité et les risques industriels classiques (non<br>nucléaires) .....   | 34        |
| 1.4.5.3. Impact des modifications sur la protection de la nature, de l'environnement, de la santé et<br>de la salubrité publiques .....  | 35        |
| 1.4.5.4. Impact des modifications sur la radioprotection .....   | 35        |
| 1.4.5.5. Impact des modifications sur la prévention et la lutte contre les actes de malveillance ....  | 36        |
| <b>1.4.6. DOCUMENTS DU DOSSIER REGLEMENTAIRE IMPACTES PAR LES DEMANDES ....</b>  | <b>36</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| 1.4.7. CONCLUSION DE L'ANALYSE DU CADRE REGLEMENTAIRE.....   | 36        |
| 1.5. MISE A DISPOSITION DU PUBLIC .....  | 37        |
| CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE .....   | 37        |
| <b>2. PIECE II ANALYSE DES INCIDENCES DES DEMANDES DE MODIFICATION.</b>  | <b>38</b> |
| <b>2.1. DEMANDES DE MODIFICATION FORMULEES PAR LE CNPE .....</b>   | <b>38</b> |
| <b>2.2. DESCRIPTION DES DEMANDES D' AUTORISATION DE REJETS D'EFFLUENTS.</b>  | <b>38</b> |
| <b>2.2.1. DEMANDE DE MODIFICATION N°1 : DEMANDE D'APPLICATION DES LIMITES DE<br/>REJET ET MODALITES ASSOCIEES A LA PHASE EXPLOITATION POUR LES REJETS<br/>GAZEUX RADIOACTIFS DE FLAMANVILLE 3 PENDANT LES PHASES D'ESSAIS<br/>AVEC GAZ TRACEURS.....</b> | <b>38</b> |
| <b>2.2.1.1. Description succincte de la demande .....</b>  | <b>38</b> |
| <b>2.2.1.2. Descriptions des essais et estimations des rejets associés .....</b>   | <b>39</b> |
| 2.2.1.2.1. <i>Essais des lits à retard TEG .....</i>   | 39        |
| 2.2.1.2.1.1. Objectif et description de l'essai.....   | 39        |
| 2.2.1.2.1.2. Estimation des rejets associés .....  | 39        |
| 2.2.1.2.2. <i>Essais d'efficacité du dégazeur TEP4 .....</i>   | 40        |
| 2.2.1.2.2.1. Objectif et description de l'essai.....   | 40        |
| 2.2.1.2.2.2. Estimation des rejets associés .....  | 40        |
| 2.2.1.2.2.3. <i>Essais d'efficacité du dégazeur TEP6 .....</i>   | 40        |
| 2.2.1.2.2.3.1. Objectif et description de l'essai.....   | 40        |
| 2.2.1.2.2.3.2. Estimation des rejets associés .....  | 41        |
| 2.2.1.2.2.4. <i>Estimation de l'ensemble des rejets en gaz rares associés aux essais<br/>avec gaz traceurs.....</i>  | 41        |
| 2.2.1.2.2.5. <i>Mesure d'efficacité des pièges a iodes.....</i>  | 41        |
| 2.2.1.2.2.5.1. Objectif et description des essais.....   | 41        |
| 2.2.1.2.2.5.2. Estimation des rejets associés .....  | 42        |
| 2.2.1.2.2.6. <i>Débit d'activité associé aux essais avec gaz traceurs.....</i>   | 43        |
| <b>2.2.1.3. Demande de limites de rejets .....</b>   | <b>44</b> |
| <b>2.2.1.4. Evaluation de l'impact des rejets .....</b>  | <b>45</b> |
| 2.2.1.4.1. <i>Impacts sanitaires : .....</i>   | 45        |
| 2.2.1.4.2. <i>Impacts environnementaux.....</i>  | 47        |
| <b>2.2.1.5. Surveillance des essais .....</b>  | <b>47</b> |
| <b>2.2.1.6. Gestion des déchets associée aux essais.....</b>   | <b>48</b> |
| <b>2.2.2. DEMANDE DE MODIFICATION N°2 : DEMANDE D'APPLICATION DES LIMITES ET<br/>MODALITES ASSOCIEES AUX REJETS LIQUIDES EN PHASE EXPLOITATION DE<br/>FLAMANVILLE 3, DES LA PREPARATION DES ESSAIS A CHAUD.....</b>                                      | <b>49</b> |
| <b>2.2.2.1. Description succincte de la demande .....</b>  | <b>49</b> |
| <b>2.2.2.2. Description des essais et estimation des rejets associés.....</b>  | <b>49</b> |
| 2.2.2.2.1. <i>Objectif et description des essais : .....</i>   | 49        |
| 2.2.2.2.2. <i>Caractérisation des flux rejetés .....</i>   | 50        |

|                 |   |           |
|-----------------|---|-----------|
| 2.2.2.2.1.      | Données d'entrée .....  | 50        |
| 2.2.2.2.2.      | Préparation aux essais à chaud du circuit primaire et de ses auxiliaires.....   | 51        |
| 2.2.2.2.3.      | Préparation des essais à chaud du circuit secondaire.....   | 52        |
| 2.2.2.2.4.      | Essais à chaud du circuit primaire et de ses auxiliaires.....   | 57        |
| 2.2.2.2.5.      | Essais à chaud du circuit secondaire.....   | 58        |
| 2.2.2.2.6.      | Evaluation des autres substances chimiques soumises à réglementation...61   |           |
| 2.2.2.2.7.      | Tableau de synthèse des flux rejetés.....   | 62        |
| <b>2.2.2.3.</b> | <b>Coûts/bénéfices de la solution envisagée.....</b>  | <b>64</b> |
| <b>2.2.2.4.</b> | <b>État des lieux des installations : écarts matériels entre la phase chantier et la phase exploitation pour le rejet via les bâches SEK/KER .....</b>  | <b>66</b> |
| <b>2.2.2.5.</b> | <b>Démantèlement de l'UTE.....</b>  | <b>67</b> |
| 2.2.2.5.1.      | <i>Opérations préalables au démantèlement.....</i>  | <i>68</i> |
| 2.2.2.5.2.      | <i>Modalités de démantèlement.....</i>  | <i>68</i> |
| 2.2.2.5.3.      | <i>Remise en état de la zone .....</i>  | <i>69</i> |
| 2.2.2.5.4.      | <i>Moyens de surveillance appropriés au niveau de la zone.....</i>  | <i>69</i> |
| <b>2.2.2.6.</b> | <b>Demande de limites de rejets .....</b>   | <b>69</b> |
| <b>2.2.2.7.</b> | <b>Evaluation de l'impact des rejets .....</b>  | <b>70</b> |
| <b>2.2.3.</b>   | <b>DEMANDE DE MODIFICATION N°3 ; DEMANDE DE LIMITES EN FLUX 24H AJOUTE POUR LES PARAMETRES AZOTE GLOBAL ET PHOSPHORE TOTAL DANS LES EFFLUENTS EN SORTIE DE STATION D'EPURATION DE FLAMANVILLE 1.2.3 – DISPOSITIONS CONTRAIRES A L'ARRETE DU 02/02/98.....</b> | <b>72</b> |
| <b>2.2.3.1.</b> | <b>Origine et motivations .....</b>   | <b>72</b> |
| <b>2.2.3.2.</b> | <b>Description de la demande de modification.....</b>   | <b>72</b> |
| 2.2.3.2.1.      | <i>Proposition de limites de rejets en azote global et en phosphore total en sortie de la station d'épuration Sud .....</i>   | <i>72</i> |
| 2.2.3.2.1.1.    | Retour d'expérience des résultats de mesure pour le paramètre phosphore total   | 73        |
| 2.2.3.2.1.2.    | Retour d'expérience des résultats de mesure pour le paramètre azote global  | 73        |
| 2.2.3.2.1.3.    | Impact de l'EPR FLA3 et du grand carénage.....  | 74        |
| 2.2.3.2.2.      | <i>Prescriptions actuellement en vigueur.....</i>   | <i>74</i> |
| 2.2.3.2.3.      | <i>Demande de modification .....</i>  | <i>75</i> |
| <b>2.2.3.3.</b> | <b>Caractérisation des rejets concomitants .....</b>  | <b>75</b> |
| 2.2.3.3.1.      | <i>Caractérisation des rejets en espèces azotées.....</i>   | <i>75</i> |
| 2.2.3.3.1.1.    | Origine des différentes espèces azotées .....   | 75        |
| 2.2.3.3.1.2.    | Caractérisation des rejets concomitants d'ammonium .....  | 75        |
| 2.2.3.3.1.3.    | Caractérisation des rejets concomitants de nitrates .....   | 76        |
| 2.2.3.3.2.      | <i>Synthèse des flux retenus pour les rejets de matières azotées dans l'étude d'impact.....</i>   | <i>76</i> |
| 2.2.3.3.3.      | <i>Origine des rejets en phosphates .....</i>   | <i>77</i> |
| 2.2.3.3.4.      | <i>Caractérisation des rejets concomitants de phosphates.....</i>   | <i>77</i> |
| 2.2.3.3.5.      | <i>Synthèse des flux retenus pour les rejets de matières phosphorées dans l'étude d'impact.....</i>   | <i>77</i> |

|  |     |
|--|-----|
| 2.2.3.4. Synthèse des flux de rejets de matières azotées et phosphorées retenus pour l'étude d'impact.....   | 77  |
| 2.2.3.5. Demande de limites de rejets .....  | 78  |
| 2.2.3.6. Analyse des effets de la demande sur l'environnement .....  | 78  |
| 2.2.3.6.1. Impact des rejets chimiques liquides évalués substance par substance ...  | 78  |
| 2.2.3.6.1.1. Méthodologie retenue pour l'évaluation substance par substance .....  | 78  |
| 2.2.3.6.1.2. Evaluation de l'impact des substances .....   | 81  |
| 2.2.3.6.2. Conclusion de l'étude d'impact environnemental .....  | 84  |
| 2.2.3.7. Evaluation des risques sanitaires.....  | 85  |
| 2.2.3.7.1. Méthodologie retenue .....  | 85  |
| 2.2.3.7.2. Identification des dangers.....   | 85  |
| 2.2.3.7.3. Sélection des substances à étudier.....   | 86  |
| 2.2.3.7.4. Conclusion .....  | 86  |
| 2.2.3.8. Compatibilité de la demande avec les plans de gestion .....   | 86  |
| 2.2.3.8.1. Compatibilité avec le SDAGE Seine et cours d'eau côtiers normands .....   | 86  |
| 2.2.3.8.2. Compatibilité avec le SAGE « Sienne, Souilles, côtiers ouest du Cotentin » : .....  | 88  |
| 2.2.3.8.3. Compatibilité avec le Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) – Manche Mer du Nord .....  | 88  |
| 2.2.3.9. Moyens de contrôle et de surveillance.....  | 89  |
| 2.2.4. DEMANDE DE MODIFICATION N°4 : DEMANDE DE DISPENSE DE LIMITE ELEVATION MAXIMALE DE TEMPERATURE DE 2°C POUR LES EAUX CONCHYCOLES, POUR LE SITE DE FLAMANVILLE - DISPOSITIONS CONTRAIRES A L'ARRETE DU 02/02/98..... | 90  |
| 2.2.4.1. Origine et motivations .....  | 90  |
| 2.2.4.2. Description de la demande de modification.....  | 90  |
| 2.2.4.3. Rejets liés à la demande .....  | 90  |
| 2.2.4.4. Prescriptions actuellement en vigueur .....   | 91  |
| 2.2.4.5. Demande de dispense d'application .....   | 91  |
| 2.2.4.6. Analyse des effets de la demande de modification sur l'environnement et évaluation des risques sanitaires.....  | 92  |
| 2.2.5. DEMANDE DE MODIFICATION N°5 : DEMANDE DE NOUVELLES LIMITES EN METAUX TOTAUX.....  | 93  |
| 2.2.5.1. Origine et motivations .....  | 93  |
| 2.2.5.2. Description de la demande .....   | 93  |
| 2.2.5.3. Prévention et réduction de la quantité de métaux totaux dans les rejets au regard des meilleures techniques disponibles (MTD).....  | 94  |
| 2.2.5.4. Rejets liés à la demande .....  | 95  |
| 2.2.5.4.1. Rejets de métaux totaux issus des réservoirs T, S et Ex .....   | 95  |
| 2.2.5.4.1.1. Généralités .....   | 95  |
| 2.2.5.4.1.2. Retour d'expérience de Flamanville 1 et 2 .....   | 96  |
| 2.2.5.4.1.3. Caractérisation des rejets en métaux totaux .....   | 100 |

|  |            |
|--|------------|
| 2.2.5.4.2. <i>Rejets concomitants en métaux totaux</i> .....   | 106        |
| 2.2.5.4.2.1. Rejets en métaux totaux par origine .....   | 106        |
| 2.2.5.4.2.2. Synthèse des flux retenus pour les métaux totaux dans l'étude d'impact ..                       | 107        |
| 2.2.5.4.2.3. Scénarios de rejet considérés pour l'étude d'impact et concentrations .....                     | 108        |
| 2.2.5.4.2.4. Bruit de fond ambiant .....   | 109        |
| 2.2.5.4.3. <i>Demande de modification des limites de rejets en métaux issus de T, S,</i><br><i>Ex</i> .....  | 109        |
| 2.2.5.4.3.1. Rappel des prescriptions en vigueur pour FLA1-2-3.....  | 109        |
| 2.2.5.4.3.2. Demande de limites de rejet en métaux totaux issus de T, S et Ex.....                           | 110        |
| <b>2.2.5.5. Analyse des effets sur l'environnement</b> .....   | <b>111</b> |
| 2.2.5.5.1. <i>Méthodologie retenue</i> .....   | 111        |
| 2.2.5.5.2. <i>Evaluation de l'impact substance par substance</i> .....                                       | 111        |
| 2.2.5.5.2.1. Contribution du rejet de la substance par rapport à sa teneur dans le milieu. ....              | 111        |
| 2.2.5.5.2.2. Evaluation de l'impact de l'aluminium .....   | 113        |
| 2.2.5.5.2.3. Evaluation de l'impact du chrome .....  | 113        |
| 2.2.5.5.2.4. Evaluation de l'impact du cuivre.....   | 114        |
| 2.2.5.5.2.5. Evaluation de l'impact du fer .....   | 115        |
| 2.2.5.5.2.6. Evaluation de l'impact du plomb.....  | 116        |
| 2.2.5.5.2.7. Evaluation de l'impact du zinc .....  | 116        |
| 2.2.5.5.3. <i>Conclusion de l'évaluation de l'impact environnementale</i> .....                              | 117        |
| <b>2.2.5.6. Evaluation des risques sanitaires</b> .....  | <b>118</b> |
| 2.2.5.6.1. <i>Méthodologie retenue</i> .....   | 118        |
| 2.2.5.6.2. <i>Identification des dangers</i> .....   | 118        |
| 2.2.5.6.2.1. Inventaire des substances.....  | 118        |
| 2.2.5.6.2.2. Sélection des substances à étudier .....  | 118        |
| 2.2.5.6.3. <i>Evaluation des relations dose-réponse</i> .....  | 119        |
| 2.2.5.6.4. <i>Evaluation de l'exposition des populations</i> .....   | 120        |
| 2.2.5.6.4.1. Populations considérées .....   | 120        |
| 2.2.5.6.4.2. Voies d'exposition considérées.....   | 121        |
| 2.2.5.6.4.3. Durée d'exposition.....   | 121        |
| 2.2.5.6.4.4. Concentrations dans les milieux.....  | 122        |
| 2.2.5.6.4.5. Evaluation de l'exposition.....   | 124        |
| 2.2.5.6.5. <i>Caractérisation des risques</i> .....  | 126        |
| 2.2.5.6.5.1. Risques liés aux expositions moyennes .....   | 126        |
| 2.2.5.6.5.2. Risques liés aux expositions maximales .....  | 128        |
| 2.2.5.6.6. <i>Conclusion de l'évaluation des risques sanitaires</i> .....                                    | 129        |
| <b>2.2.5.7. Compatibilité de la demande avec les plans de gestion</b> .....                                  | <b>129</b> |
| 2.2.5.7.1. <i>Compatibilité avec le SDAGE Seine et cours d'eau côtiers normands</i> ....                     | 129        |
| 2.2.5.7.2. <i>Compatibilité avec le SAGE « Sienne, Souilles, côtiers ouest du Cotentin »</i> : .....         | 130        |
| 2.2.5.7.3. <i>Compatibilité avec le Plan d'Action pour le Milieu Marin Manche (PAMM) – Mer du Nord</i> ..... | 131        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>2.3. IMPACT DES DEMANDES DE MODIFICATION SUR LE PROJET DE PRESCRIPTIONS.</b>  | <b>132</b> |
| <b>2.3.1. DECISION ASN N°2010-DC-0188 « LIMITES DE REJET » :</b>   | <b>132</b> |
| 2.3.1.1. ARTICLE 3 :   | 132        |
| 2.3.1.2. ARTICLE 2 :   | 132        |
| 2.3.1.3. [EDF-FLA-139] Annexe 1 et Annexe 2  | 133        |
| 2.3.1.4. [EDF-FLA-142] Annexe 1 et Annexe 2  | 133        |
| <b>2.3.2. DECISION « MODALITES» ASN N°2010-DC-0189</b>   | <b>134</b> |
| 2.3.2.1. Article 5   | 134        |
| 2.3.2.2. Article 6   | 134        |
| 2.3.2.3. [EDF-FLA-85]  | 134        |
| 2.3.2.4. [EDF-FLA-97]  | 135        |
| <b>2.4. CONCLUSION</b>   | <b>135</b> |
| <b>3. PIECE III ETUDE DE MAITRISE DES RISQUES</b>  | <b>136</b> |
| <b>3.1. DEMANDES DE MODIFICATION N°1 ET N°2 :</b>  | <b>136</b> |
| <b>DEMANDE DE MODIFICATION N°1 : DEMANDE D'APPLICATION DES LIMITES DE REJET ET MODALITES ASSOCIEES A LA PHASE EXPLOITATION POUR LES REJETS GAZEUX RADIOACTIFS DE FLAMANVILLE 3 PENDANT LES PHASES D'ESSAIS AVEC GAZ TRACEURS</b>                               | <b>136</b> |
| <b>DEMANDE DE MODIFICATION N°2 : DEMANDE D'APPLICATION DES LIMITES ET MODALITES ASSOCIEES AUX REJETS LIQUIDES EN PHASE EXPLOITATION DE FLAMANVILLE 3, DES LA PREPARATION DES ESSAIS A CHAUD.</b>   | <b>136</b> |
| <b>3.2. DEMANDE DE MODIFICATION N°3 : DEMANDE DE LIMITES EN FLUX 24H AJOUTE POUR LES PARAMETRES AZOTE GLOBAL ET PHOSPHORE TOTAL DANS LES EFFLUENTS EN SORTIE DE STATION D'EPURATION DE FLAMANVILLE 1-2-3 – DISPOSITIONS CONTRAIRES A L'ARRETE DU 02/02/98.</b> | <b>136</b> |
| <b>3.3. DEMANDE DE MODIFICATION N°4 : DEMANDE DE DISPENSE DE LIMITE ELEVATION MAXIMALE DE TEMPERATURE DE 2°C POUR LES EAUX CONCHYCOLES , POUR LE SITE DE FLAMANVILLE – DISPOSITIONS CONTRAIRES A L'ARRETE DU 02/02/98.</b>                                     | <b>136</b> |
| <b>3.4. DEMANDE DE MODIFICATION N°5 : DEMANDE DE NOUVELLES LIMITES EN METAUX TOTAUX</b>  | <b>136</b> |
| <b>4. PIECE IV DOSSIER DE PLANS</b>  | <b>137</b> |
| <b>ANNEXE 1 : PLAN « C.N.P.E. DE FLAMANVILLE EXTENSION PERIMETRE INB 108 ET 109 PLAN DETAILLE DE L'INSTALLATION AU 1/2000EME»</b>  | <b>151</b> |
| <b>ANNEXE 2 : SITE DE FLAMANVILLE - LISTE DES OUVRAGES DE PRISES D'EAU ET DES REJETS LIQUIDES ET GAZEUX</b>  | <b>155</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>ANNEXE 3 : SYSTEMES DE VENTILATION CONCERNES PAR LA DEMANDE<br/>N°1.....</b>    | <b>159</b> |
| <b>ANNEXE 4 : DETAIL DU CALCUL DE DOSE.....</b>                                    | <b>163</b> |
| <b>ANNEXE 5 : SCHEMA SIMPLIFIE DE L'INSTALLATION.....</b>                          | <b>177</b> |
| <b>ANNEXE 6 : SYNTHESE DES DONNEES TOXICOLOGIQUES DES NITRATES.....</b>            | <b>181</b> |
| <b>ANNEXE 7 : SCHEMAS SIMPLIFIES DES RESEAUX (AVEC UTE ET SANS UTE)..</b>          | <b>185</b> |
| <b>ANNEXE 8 : DONNEES TOXICOLOGIQUES UTILISEES POUR LES METAUX<br/>TOTAUX.....</b> | <b>191</b> |

## SOMMAIRE DES TABLEAUX

|   |     |
|---|-----|
| Tableau 1 : Synthèse des documents du dossier réglementaire impactés par les demandes .....   | 36  |
| Tableau 2 : Activité de l'iodure de méthyle radioactif injectée lors de l'essai des pièges à iodes. ....  | 42  |
| Tableau 3 : Estimation de l'activité rejetée en Iode 131.....   | 43  |
| Tableau 4 : Rejets prévus dans le cadre des essais (objet de la demande n°1) avant mise en service de FLA3. ....  | 44  |
| Tableau 5 : Rejets annuels autorisés en exploitation pour FLA1-2-3 et débits autorisés en exploitation pour FLA3 (décision ASN n°2010-DC-0188).....                             | 45  |
| Tableau 6 : Effluents radioactifs gazeux - Activité et dose associée prises en compte dans la mise à jour de l'étude d'impact associée au DMES.....                             | 46  |
| Tableau 7 : Evaluation de la dose efficace associée aux rejets radioactifs prévus dans le cadre des essais avant mise en service de FLA3. ....                                  | 46  |
| Tableau 8 : Valeurs limites d'exploitation - remplissage et rinçage du circuit secondaire. ....   | 53  |
| Tableau 9 : Valeurs limites d'exploitation- conditionnement chimique.....   | 54  |
| Tableau 10 : Synthèse des rejets en tritium sur 2012-2015.....  | 56  |
| Tableau 11 : Valeurs limites d'exploitation-conservation du circuit secondaire. ....  | 57  |
| Tableau 12 : Valeurs limites d'exploitation - EAC du circuit secondaire. ....   | 59  |
| Tableau 13 : Valeurs limites d'exploitation - conservation du circuit secondaire avec vide au condenseur. ....  | 60  |
| Tableau 14 : Synthèse des flux rejetés. ....  | 63  |
| Tableau 15 : Volume prévisionnel de déchets. ....   | 65  |
| Tableau 16 : Flux annuels des substances chimiques issues des essais. ....  | 70  |
| Tableau 17 : Retour d'expérience des mesures de concentration en phosphore total et flux 24h. ....  | 73  |
| Tableau 18 : Retour d'expérience des mesures en concentration en azote et flux 24h. ....  | 73  |
| Tableau 19 : Proposition enveloppe de valeurs limites en flux 24h pour les substances en sortie de la STEP. ....  | 74  |
| Tableau 20 : limites en sortie de la station d'épuration. ....  | 74  |
| Tableau 21 : Proposition de modification de la prescription [EDF-FLA-85]. ....  | 75  |
| Tableau 22 : Rejets concomitants en espèces azotées selon les origines du rejet et pour l'ensemble du site. ....  | 76  |
| Tableau 23 : Rejets concomitants en phosphates selon les origines et pour l'ensemble du site - flux retenus dans l'étude d'impact pour les rejets de matières phosphorées. .... | 77  |
| Tableau 24 : Synthèse des flux retenus pour l'étude d'impact du CNPE de Flamanville .....   | 77  |
| Tableau 25 : Concentration initiale du milieu récepteur considéré dans l'étude d'impact .....   | 80  |
| Tableau 26 : Valeurs de référence proposées par la grille de qualité des eaux de mer, établie en 1993 par le groupe CQEL (Cellules de Qualité des Eaux Littorales). ....        | 81  |
| Tableau 27 : Comparaison entre les concentrations maximales journalières ajoutées et les concentrations initiales moyennes. ....  | 81  |
| Tableau 28 : Concentration en ammonium-approche moyenne. ....   | 81  |
| Tableau 29 : Concentration en ammonium-approche maximale. ....  | 82  |
| Tableau 30 : Concentration en nitrates-approche moyenne. ....   | 82  |
| Tableau 31 : Concentration en nitrates-approche maximale. ....  | 83  |
| Tableau 32 : Concentration en phosphates-approche moyenne. ....   | 83  |
| Tableau 33 : Concentration en phosphates-approche maximale.....   | 84  |
| Tableau 34 : Comparaison entre les concentrations maximales ajoutées et les concentrations initiales. .   | 85  |
| Tableau 35 : Proposition-Défis à relever et dispositions associées. ....  | 87  |
| Tableau 36 : Objectifs de qualité assignés à la masse d'eau côtière FRHC04. ....  | 87  |
| Tableau 37 : Compatibilité avec les objectifs environnementaux du PAMM.....   | 88  |
| Tableau 38 : REX des concentrations en métaux totaux dans les réservoirs T, S et Ex pour FLA1-2.....  | 100 |
| Tableau 39 : Flux annuels en métaux totaux utilisés dans l'étude d'impact .....   | 107 |
| Tableau 40 : Flux 24 heures en métaux totaux utilisés dans l'étude d'impact.....  | 107 |
| Tableau 41 : Synthèse des flux annuels et flux 24h retenus dans l'étude d'impact.....   | 108 |
| Tableau 42 : Concentrations moyennes dans la Manche .....   | 108 |
| Tableau 43 : Concentrations maximales ajoutées dans la Manche .....   | 109 |
| Tableau 44 : Concentrations initiales dans le milieu .....  | 109 |
| Tableau 45: <i>Limites autorisées pour les métaux totaux sur FLA1-2-3</i> .....   | 109 |

|  |     |
|--|-----|
| Tableau 46 : Valeur limites de rejets demandées pour les métaux totaux sur le CNPE de FLA1-2-3 .....   | 110 |
| Tableau 47 : Substances dont la concentration maximale ajoutée dans la Manche est négligeable devant la teneur moyenne dans le milieu et analyse succincte associée..... | 112 |
| Tableau 48 : Tableau Concentration moyenne cumulée aluminium .....   | 113 |
| Tableau 49 : Tableau Concentration maximale cumulée aluminium .....  | 113 |
| Tableau 50 : Tableau Concentration moyenne cumulée chrome .....  | 113 |
| Tableau 51 : Tableau Concentration maximale cumulée chrome.....  | 114 |
| Tableau 52 : Tableau Concentration moyenne cumulée cuivre.....   | 114 |
| Tableau 53 : Tableau Concentration maximale cumulée cuivre .....   | 115 |
| Tableau 54 : Tableau Concentration moyenne cumulée fer .....   | 115 |
| Tableau 55 : Tableau Concentration maximale cumulée fer.....   | 115 |
| Tableau 56 : Tableau Concentration moyenne cumulée plomb.....  | 116 |
| Tableau 57 : Tableau Concentration maximale cumulée plomb.....   | 116 |
| Tableau 58 : Tableau Concentration moyenne cumulée zinc .....  | 116 |
| Tableau 59 : Tableau Concentration maximale cumulée zinc .....   | 117 |
| Tableau 60 : Inventaire des métaux rejetés dans l'eau.....   | 118 |
| Tableau 61 : VTR retenues pour l'exposition chronique .....  | 120 |
| Tableau 62 : VTR retenues pour l'exposition aiguë .....  | 120 |
| Tableau 63 : Voies d'exposition envisageables .....  | 121 |
| Tableau 64 : Concentrations moyennes dans la Manche .....  | 123 |
| Tableau 65 : Concentrations maximales dans la Manche .....   | 123 |
| Tableau 66 : Facteurs de bioconcentration .....  | 124 |
| Tableau 67 : Concentrations moyennes dans les produits de la mer .....   | 124 |
| Tableau 68 : Concentrations maximales dans les produits de la mer.....   | 124 |
| Tableau 69 : Paramètres d'exposition de la population .....  | 125 |
| Tableau 70 : Doses journalières d'exposition moyennes et maximales pour la population générale.....  | 125 |
| Tableau 71 : Doses journalières d'exposition pour les grands consommateurs de produits de la mer....   | 126 |
| Tableau 72 : QD en exposition chronique - Population générale.....   | 126 |
| Tableau 73 : QD en exposition chronique – Grands consommateurs de produits de la mer .....   | 127 |
| Tableau 74 : Excès de risque individuel - Population générale .....  | 127 |
| Tableau 75 : Excès de risque individuel – Grands consommateurs de produits de la mer .....   | 128 |
| Tableau 76 : QD en exposition aiguë .....  | 128 |
| Tableau 77 : DJE <sub>totales</sub> maximales et VTR chronique.....  | 129 |
| Tableau 78 : Proposition-Défis à relever et dispositions associées.....  | 130 |
| Tableau 79 : Objectifs de qualité assignés à la masse d'eau côtière FRHC04.....  | 130 |
| Tableau 80 : Compatibilité avec les objectifs environnementaux du PAMM.....  | 131 |
| Tableau 81 : Proposition de modification de la prescription [EDF-FLA-139] .....  | 133 |
| Tableau 82 : Liste des plans fournis au dossier.....   | 137 |

### SOMMAIRE DES FIGURES

|  |    |
|--|----|
| Figure 1: Evolution du flux mensuel en métaux totaux issus des réservoirs T et Ex de FLA1-2 d'octobre 2010 à décembre 2016.....              | 96 |
| Figure 2 : Evolutions des volumes d'effluents T et Ex rejetés par FLA1-2 d'octobre 2010 à décembre 2016 .....                                | 97 |
| Figure 3 : Evolutions des concentrations en métaux totaux mesurées dans les réservoirs T et Ex de FLA1-2 d'octobre 2010 à décembre 2016..... | 98 |
| Figure 4 Evolution du Flux annuel en métaux totaux issus des réservoirs T et Ex de FLA1-2 de 2005 à 2016 et projection pour FLA1-2-3.....    | 99 |

## GLOSSAIRE

| SIGLES         | SIGNIFICATION  |
|----------------|--|
| <b>ASN</b>     | Autorité de Sûreté Nucléaire   |
| <b>BAN</b>     | Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires  |
| <b>BAS</b>     | Bâtiment des Auxiliaires de Sauvegarde   |
| <b>BK</b>      | Bâtiment combustible   |
| <b>BR</b>      | Bâtiment Réacteur  |
| <b>BTE</b>     | Bâtiment de Traitement des Effluents   |
| <b>CNPE</b>    | Centre Nucléaire de Production d'Electricité   |
| <b>CLI</b>     | Commission Locale d'Information  |
| <b>CODERST</b> | COnseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques |
| <b>CPP</b>     | Circuit Primaire Principal   |
| <b>CQEL</b>    | Cellule de Qualité des Eaux Littorales   |
| <b>CVI</b>     | Système de vide au condenseur  |
| <b>DAC</b>     | Dossier d'Autorisation de Création   |
| <b>DARPE</b>   | Dossier de demande d'Autorisation et de Renouvellement des Prélèvements d'Eau        |
| <b>DCO</b>     | Demande Chimique en Oxygène  |
| <b>DMES</b>    | Dossier de Mise En Service   |
| <b>DMESP</b>   | Dossier de Mise En Service Partielle   |
| <b>DWL</b>     | Ventilation du bâtiment des auxiliaires de sauvegarde                                |
| <b>DWN</b>     | Ventilation du bâtiment des auxiliaires nucléaires                                   |
| <b>EAC</b>     | Essais A Chaud   |
| <b>EBA</b>     | Balayage à l'arrêt   |
| <b>EDE</b>     | Mise en dépression de l'espace entre enceintes                                       |
| <b>EPR</b>     | European Pressurized Reactor   |
| <b>EQH</b>     | EQuivalent Habitant  |
| <b>EQRS</b>    | Evaluation Quantitative de Risque Sanitaire  |

| <b>SIGLES</b> | <b>SIGNIFICATION</b>  |
|---------------|---|
| <b>ICPE</b>   | Installations Classées pour la Protection de l'Environnement  |
| <b>INB</b>    | Installation Nucléaire de Base  |
| <b>INERIS</b> | Institut National de l'Environnement industriel et des RISques  |
| <b>InVS</b>   | Institut de Veille Sanitaire  |
| <b>IOTA</b>   | Installations Ouvrages Travaux et Activités   |
| <b>IR</b>     | Indice de Risque  |
| <b>JO</b>     | Journal officiel  |
| <b>KER</b>    | Circuit de recueil, contrôle et rejet des effluents de l'îlot nucléaire   |
| <b>KRC</b>    | Mesures radioprotection individuelles et collectives  |
| <b>KRT</b>    | Mesure de santé (radioprotection)   |
| <b>MES</b>    | Matières En Suspension  |
| <b>OMS</b>    | Organisation Mondiale de la Santé   |
| <b>PAMM</b>   | Plan d'Action pour le Milieu Marin  |
| <b>PFI</b>    | PréFiltre   |
| <b>PIA</b>    | Pièges A Iodes  |
| <b>POE</b>    | Pôle Opérationnel d'Exploitation  |
| <b>RCP</b>    | Circuit Primaire du Réacteur  |
| <b>RCV</b>    | Circuit de Contrôle Volumétrique du Réacteur  |
| <b>REN</b>    | Echantillonnage de l'îlot nucléaire   |
| <b>REX</b>    | Retour d'EXpérience   |
| <b>RPE</b>    | Purges, événements et exhaures nucléaires (y compris dans le BTE)   |
| <b>SAGE</b>   | Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux   |
| <b>SDAGE</b>  | Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux   |
| <b>SDM</b>    | Salle Des Machines  |
| <b>SEK</b>    | Système de collecte, de contrôle et de rejet des eaux d'exhaure provenant de la salle des machines desservant les réservoirs Ex |
| <b>SEO</b>    | Réseau d'égouts et d'eaux pluviales   |

| <b>SIGLES</b> | <b>SIGNIFICATION</b>                          |
|---------------|---|
| <b>SOH</b>    | Facteurs Sociaux, Organisationnels et Humains |
| <b>SRR</b>    | Suivi Régulier des Rejets                     |
| <b>STEP</b>   | Station d'EPuration                           |
| <b>STR</b>    | Transformateur de vapeur                      |
| <b>SVA</b>    | Distribution de vapeur auxiliaire             |
| <b>TEP</b>    | Traitement des Effluents Primaires            |
| <b>TEG</b>    | Traitement des Effluents Gazeux               |
| <b>TER</b>    | Réservoirs de santé                           |
| <b>TES</b>    | Traitement des Effluents Solides              |
| <b>TEU</b>    | Traitement des Effluents Usés                 |
| <b>THE</b>    | Très Haute Efficacité                         |
| <b>UTE</b>    | Unité de Traitement des Effluents             |
| <b>VTR</b>    | Valeur Toxicologique de Référence             |

**1. PIÈCE I IDENTIFICATION DU DEMANDEUR, PRESENTATION DES DEMANDES ET CADRE REGLEMENTAIRE**

**1.1. IDENTIFICATION DU PETITIONNAIRE**



**DENOMINATION**

ELECTRICITE DE FRANCE, Société Anonyme  
Au capital social de 1 370 938 843,50 Euros  
Immatriculée au Registre du Commerce et des Sociétés de Paris  
Sous le numéro 552 081 317.

**SIEGE SOCIAL**

22 – 30, avenue de Wagram  
75008 PARIS  
Tél. : 33 (0)1 40 42 22 22

**QUALITE DU SIGNATAIRE**

Monsieur Stéphane BRASSEUR  
Directeur du Centre Nucléaire de Production d'Électricité  
De Flamanville

## **1.2. SITE CONCERNE PAR LES DEMANDES DE MODIFICATION**

Le Centre Nucléaire de Production d'Électricité (CNPE) de Flamanville est situé au bord de la Manche, au pied des falaises granitiques au Nord-Ouest de la presqu'île du Cotentin, dans le département de la Manche, région Basse-Normandie. Il a été constitué par déroctage partiel de la falaise coté Est et remblaiement sur la mer coté Ouest. Il représente environ 120 ha, dont la moitié en emprise sur la mer.

Le Site se trouve sur le territoire de la commune de Flamanville, canton des Pieux, dans le département de la Manche. La ville de Cherbourg est à 21 km au Nord-Est et l'usine de la Hague est à environ 16 km au Nord.

Les communes et hameaux avoisinants (dans un rayon de 5 km) sont :

- à l'Est : Flamanville (1 km),
- à l'Est/Sud-Est : Les Pieux (5 km),
- au Nord-Est : le port de Diélette (1 km).

### **1.2.1. Présentation générale du site actuel**

La centrale nucléaire de Flamanville comprend actuellement 2 tranches nucléaires de conception identique, de type à eau sous pression, d'une puissance de 1300 MWe chacune, refroidies en circuit ouvert à l'eau de mer.

Ces tranches sont installées sur une plate-forme réalisée par excavation de la falaise à 12,40 m NGF. Les matériaux extraits ont été mis en remblais en mer à l'abri de digues et prolongent la plate-forme à 12,40 m NGF.

L'altitude de la falaise est d'environ 80 m NGF.

L'ensemble des 2 tranches existantes comporte principalement :

- deux bâtiments réacteurs abritant chacun une chaudière nucléaire à eau ordinaire sous pression, à 4 boucles de refroidissement, de technique Westinghouse, dont la puissance thermique nominale garantie est de 3817 MWth,
- deux bâtiments combustible,
- deux bâtiments des auxiliaires nucléaires,
- deux postes de transformation et d'évacuation de l'énergie,
- deux salles des machines avec leurs postes d'eau (installations de production d'énergie électrique dont la puissance électrique est d'environ 1300 MWe),
- une station de déminéralisation,
- des ouvrages d'eau (prise d'eau, canal de prise, rejet...), ainsi que des émissaires de rejet secondaires,
- deux aires d'entreposage de déchets : l'aire TFA pour les déchets nucléaires très faiblement actifs et l'aire de transit des déchets conventionnels,
- des locaux administratifs, ateliers, magasins, laverie...

- deux cheminées de ventilation rejetant les effluents radioactifs gazeux à environ 110 m NGF.

Les mises en service industrielles des 2 tranches de la centrale nucléaire de Flamanville ont eu lieu en décembre 1985 pour la tranche 1, et juillet 1986 pour la tranche 2.

Le périmètre INB de FLA1-2 indiqué dans les plans du Décret d'Autorisation de Création (DAC) a été modifié par le « Décret du 25 mai 2016 modifiant le périmètre des installations nucléaires de base n° 108 et 109 de la centrale nucléaire de Flamanville, exploitée par Electricité de France-Société anonyme (EDF-SA) et implantée sur le territoire de la commune de Flamanville (Manche) ». Les dispositions de ce décret sont entrées en vigueur le 1er janvier 2017.

L'annexe 1 présente cette extension du périmètre INB de FLA1-2.

### **1.2.2. Présentation de la future installation EPR Flamanville 3**

La tranche 3 du CNPE de Flamanville constitue une installation nucléaire de base (INB) au sens du décret n°2007-830 du 11 mai 2007.

L'autorisation de création de la tranche 3 de type EPR (European Pressurized Reactor) sur le site Flamanville a fait l'objet du décret n°2007-534 du 10 avril 2007.

Ce décret d'autorisation a été complété par des décisions ASN, notamment les décisions portant sur les prélèvements et les rejets des effluents dans l'environnement (décisions ASN n°2010-DC-0188 et ASN n°2010-DC-0189 du 7 juillet 2010), celle relative à la conception et à la construction (décision ASN n°2008-DC-0114 du 26 septembre 2008) ainsi que celle relative aux essais de démarrage (décision ASN n°2013-DC-0347 du 7 mai 2013).

La surface au sol de la tranche 3 est d'environ 50 500 m<sup>2</sup>.

L'ensemble de l'îlot nucléaire est implanté côté Est (côté falaise) sur le rocher sain. Son bâtiment réacteur est aligné sur l'axe des bâtiments réacteurs tranches 1-2.

L'EPR est un réacteur à fission à eau pressurisée d'une puissance électrique de 1735 MWe brut soit 1630 MWe net de conception franco-allemande en filiation directe avec les tranches françaises de type N4 (dernier palier français, réacteur à eau pressurisée de 1450 MWe, muni de 4 boucles) et les réacteurs allemands de type KONVOI. L'évolution du contexte international, l'internationalisation croissante des questions de sûreté et la construction européenne ont conduit au développement de ce réacteur franco-allemand.

Ce réacteur est dit de troisième génération. Il s'agit d'une voie évolutionnaire dont la conception est directement dérivée des réacteurs à eau légère et uranium légèrement enrichi aujourd'hui en exploitation. Ce choix est guidé par la volonté de bénéficier au mieux de l'ensemble du retour d'expérience acquis en matière de conception et d'exploitation.

La tranche EPR est composée des bâtiments suivants:

- le bâtiment réacteur (BR) qui abrite principalement la chaudière nucléaire, dont les dimensions sont d'environ 55 m de diamètre et 64 m de haut,
- les bâtiments des auxiliaires de sauvegarde (BAS) et électriques répartis selon quatre divisions contenant chacune un train de systèmes secourus avec systèmes électriques supports,
- le bâtiment combustible (BK),
- le bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN),
- les bâtiments des groupes électrogènes diesels,
- la salle des machines avec le groupe turbo-alternateur, le condenseur, l'installation d'eau d'alimentation et le poste extérieur, dont les dimensions sont d'environ 112 m de long, 54 m de large et 43 m de haut,
- le bâtiment des systèmes électriques de l'îlot conventionnel,
- le transformateur principal et la plate-forme d'évacuation d'énergie,
- la station de pompage (située dans le prolongement des stations de pompage des tranches 1 et 2),
- le bâtiment de traitement des effluents (BTE),
- la tour d'accès,
- le pôle opérationnel d'exploitation (POE),
- des bâtiments de site.

### **1.2.3. Installations mises en commun pour les besoins des tranches 1-2 et EPR**

Les tranches 1-2 et EPR utiliseront des ouvrages communs au site de Flamanville. Ces ouvrages sont déjà existants et suffisamment dimensionnés pour l'ensemble des 3 tranches ou nécessitent un réaménagement avec la construction de la tranche EPR.

Ces ouvrages sont détaillés ci-après :

- des ouvrages de prise d'eau douce initialement dimensionnés pour répondre aux besoins en eau douce de quatre tranches,
- de la production d'eau déminéralisée : une unité de dessalement est installée dans une extension de la station de déminéralisation actuelle. Cette unité produit les besoins en eau douce des trois tranches de Flamanville. La station de déminéralisation construite pour les tranches existantes sert de secours et d'appoint aux trois tranches,
- de l'huilerie,
- du bâtiment de sécurité,
- de la station d'épuration dont la capacité de traitement a été adaptée pour FLA1-2-3,
- des ateliers chauds et froids : l'atelier chaud est réaménagé pour une utilisation par les 3 unités de production, l'atelier froid est intégré au POE de l'EPR et mis à disposition des 3 tranches,

- de la laverie adaptée pour prendre en charge le linge des trois tranches,
- de l'atelier de décontamination réaménagé pour prendre en charge les activités de décontamination des matériels des trois tranches,
- des réservoirs T (KER) : afin de prendre en compte les volumes d'effluents générés par la tranche EPR, trois réservoirs sont ajoutés, doublant la capacité existante pour la porter à six réservoirs de 750 m<sup>3</sup> conduisant ainsi à une capacité totale égale à celle d'un site 4 tranches de bord de mer du type Paluel. Au titre du retour d'expérience, l'exploitant prend les dispositions nécessaires afin de mesurer ou, à défaut, d'estimer la contribution de l'INB n°167 aux rejets liquides et gazeux de la centrale nucléaire de Flamanville, qu'ils soient radioactifs ou non, faisant l'objet d'une limite dans la décision « modalités » du site (décision ASN n°2010-DC-0189) ou la décision « limites » (décision ASN n°2010-DC-0188) fixant les limites de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux des INB n°108, n°109 et n°167. Ces données, notamment les rejets annuels de l'INB n°167 et leur répartition mensuelle figureront spécifiquement dans le rapport annuel prévu à la prescription [EDF-FLA-126] de la décision « modalités ».
- des réservoirs EX (SEK) : afin de prendre en compte les volumes d'effluents générés par la tranche EPR, deux réservoirs sont mis en service (car construits à l'origine), doublant la capacité existante pour la porter à quatre réservoirs de 750 m<sup>3</sup> conduisant ainsi à une capacité totale égale à celle d'un site 4 tranches de bord de mer du type Paluel. Les effluents issus de l'EPR seront caractérisés avant envoi à SEK.
- des réservoirs S (TER) : ces réservoirs restent vides en fonctionnement normal. Le site de Flamanville est équipé dès l'origine d'une capacité égale à celle d'un site 4 tranches de bord de mer du type Paluel. Il n'est donc pas envisagé d'extension.

### **1.3. PRESENTATION SUCCINCTE DES DEMANDES DE MODIFICATION**

#### **1.3.1. Demande de modification n°1: Demande d'application des limites de rejet et modalités associées à la phase exploitation pour les rejets gazeux radioactifs de Flamanville 3 pendant les phases d'essais avec gaz traceurs.**

Cette modification est détaillée au [Chapitre 2.2.1.](#)

##### **1.3.1.1. Identification de la demande de modification et applicabilité**

La demande de modification porte sur une demande d'application des limites de rejet et des modalités associées à la phase exploitation pour les rejets gazeux radioactifs de Flamanville 3 (FLA3) pendant les phases d'essais avec gaz traceurs.

Les essais utilisant des gaz traceurs radioactifs sont les suivants:

- Les essais d'efficacité des lits à retard TEG (*système de Traitement des Effluents Gazeux*),
- Les essais d'efficacité des dégazeurs TEP4 et TEP6 (*systèmes de Traitement des Effluents du Primaire*),
- Les essais d'efficacité des pièges à iodes. Ces essais concernent les systèmes de ventilation DWN, DWL, EBA et EDE (cf [annexe 3](#)). Nota : les boîtes à gants du REN qui avaient été considérées dans le Dossier de Mise En Service Partielle (DMESP) ne sont plus à prendre en compte car les essais de ces pièges à iode ne seront pas réalisés sur site.

Les essais avec gaz traceurs se dérouleront après l'arrivée du combustible sur site, et avant la mise en service de FLA3.

Seule la tranche 3 du CNPE de Flamanville est concernée par cette demande.

##### **1.3.1.2. Origine et motivations**

Les décisions limites et modalités du CNPE de Flamanville (décisions ASN n°2010-DC-0188 et ASN n°2010-DC-0189) n'autorisent pas de rejets radioactifs à la cheminée du BAN de FLA3 avant sa mise en service. Or les essais de performance du système de traitement des effluents gazeux et certains essais de pièges à iodes nécessitent l'utilisation de gaz traceurs radioactifs et sont à réaliser avant la mise en service.

Il s'agit donc d'appliquer aux rejets d'effluents radioactifs associés à ces essais, les prescriptions modalités et limites de rejets correspondantes, issues de la phase exploitation.

##### **1.3.1.3. Rejets**

Les rejets associés à cette demande de modification sont les rejets radioactifs gazeux suivants : Gaz rares (Krypton 85, Xénon 133), Iode 131.

La caractérisation de ces rejets et la demande de limites sont présentées au [Chapitre 2.2.1.](#)

**1.3.1.4. Impacts organisationnels et humains**

Il s'agit ici d'anticiper ce qui sera réalisé lors de la phase exploitation. Aussi, le degré de nouveauté ou de complexité de la mise en œuvre de ces essais, est considéré comme très faible.

**1.3.1.5. Impact sur les prescriptions applicables**

Même si les rejets associés à cette demande de modification respectent les limites et modalités de rejets prévues en phase exploitation, une mise à jour des prescriptions ASN applicables au CNPE de Flamanville est nécessaire pour intégrer temporairement l'application de ces limites et modalités de rejets pendant la phase essais qui a lieu avant la mise en service de FLA3.

Cette demande de modification est présentée au [Chapitre 2.3](#).

**1.3.2. Demande de modification n°2: Demande d'application des limites et modalités associées aux rejets liquides en phase exploitation de Flamanville 3, dès la préparation des essais à chaud**

**1.3.2.1. Identification de la demande de modification et applicabilité**

La solution envisagée consiste à faire transiter les effluents chimiques liquides du chantier de FLA3 non pas par l'Unité de Traitement des Effluents « UTE » (qui est dédiée exclusivement au traitement des effluents chimiques liquides du chantier FLA3), mais par les bâches KER/SEK situées sur FLA1-2, comme cela sera le cas lors de la phase exploitation.

La demande de modification porte sur l'application des limites et modalités associées aux rejets liquides en phase exploitation de FLA3, dès la préparation des essais à chaud.

Les 3 tranches du CNPE de Flamanville sont concernées par cette demande de modification, sans que les limites actuelles de FLA1-2 soient modifiées, en dehors des limites en azote global et phosphore total qui font l'objet de la demande n°3 et des limites en métaux totaux qui font l'objet de la demande n°5.

**1.3.2.2. Origine et motivations**

La préparation et la réalisation des essais à chaud des différents circuits vont nécessiter des volumes de rejets d'effluents plus importants que prévus initialement.

Selon l'article 2 de la décision « Limites » (décision ASN n°2010-DC-0188), les limites de rejet en phase chantier sont celles prévues dans l'arrêté de chantier: arrêté préfectoral n°06-2266 du 24 octobre 2006 autorisant EDF à effectuer des prises d'eau et rejets d'effluents au cours de la phase chantier associée à la construction d'une centrale électronucléaire de type EPR sur la commune de Flamanville. Pour respecter cet arrêté, les effluents du chantier doivent passer par une Unité de Traitement des Effluents (UTE), afin notamment de ne pas rejeter d'éthanolamine et d'ammoniaque, non autorisés car non identifiés à l'époque du dossier "loi sur l'eau" (permettant d'obtenir l'arrêté de rejets de chantier). Pour autant, ces substances seront rejetées en phase exploitation de FLA3 et leur impact a été estimé comme acceptable dans le dossier de Demande d'Autorisation de Rejets et de Prélèvements d'Eau (DARPE) de Flamanville déposé en 2006, moyennant des rejets dans les limites définies par la décision « limites » (décision ASN n°2010-DC-0188).

Des volumes importants d'effluents liés aux essais vont passer par l'UTE dont la capacité volumique de traitement est limitée. Ceci va entraîner une production importante de déchets non valorisés ainsi que des risques et des contraintes importants sur le planning.

Par ailleurs, le système prévu pour gérer en exploitation les effluents chimiques liquides de FLA3 sera disponible au moment de ces essais.

EDF souhaite pouvoir anticiper les décisions modalités (décision ASN n°2010-DC-0189), et limites (décision ASN n°2010-DC-0188) du site pour ces effluents, ce qui lui permettrait d'alléger les contraintes

du planning qui seraient associées à l'utilisation de l'UTE, tout en bénéficiant d'une solution dont l'impact environnemental est connu et maîtrisé.

Il est donc proposé d'anticiper le lignage du rejet via les bâches KER/SEK de l'ensemble du site situées sur FLA1-2, pour les rejets chimiques liquides du chantier de FLA3.

Cette solution présente des avantages environnementaux qui seront développés au [Chapitre 2.2.2.3](#).

#### **1.3.2.3. Rejets**

Les rejets associés à cette demande de modification sont les suivants :

*Rejets chimiques liquides* : Hydrazine, Ethanolamine, Ammoniaque, Acide borique,

*Autres espèces* : Métaux totaux,

*Rejets liquides radioactifs* : Tritium.

La caractérisation de ces rejets et la demande de limites sont présentés au [Chapitre 2.2.2](#).

#### **1.3.2.4. Impacts organisationnels et humains**

La réalisation des essais qui se dérouleront avant la mise en service de FLA3, nécessitera l'anticipation du lignage du rejet via les bâches SEK/KER situées sur FLA1-2, et donc des actions de préparation et de réalisation de plusieurs services du CNPE (conduite, maintenance, technique).

L'augmentation du volume des rejets chimiques liquides a des conséquences sur le prévisionnel rejets, le Suivi Régulier des Rejets (SRR), la disponibilité des équipes de conduite et de la chimie, et la coordination entre les tranches en exploitation et le chantier.

Au regard de ces différents éléments, le degré de nouveauté ou de complexité de la mise en œuvre de ces essais, est considéré comme modéré.

#### **1.3.2.5. Impact sur les prescriptions applicables**

La demande nécessite la mise à jour des prescriptions ASN applicables du CNPE de Flamanville, afin d'intégrer l'application des limites et modalités de rejets associés à cette modification dès la phase de préparation des essais à chaud.

Cette demande de modification est présentée au [Chapitre 2.3](#).

**1.3.3. Demande de modification n°3: Demande de limites en flux 24h ajouté pour les paramètres Azote global et Phosphore total dans les effluents en sortie de la station d'épuration de Flamanville 1.2.3 – dispositions contraires à l'Arrêté du 02/02/98.**

**1.3.3.1. Identification de la demande de modification et applicabilité**

La demande de modification porte sur une demande de limites de rejets pour les substances azote global et phosphore total en sortie de la station d'épuration du CNPE.

Les 3 tranches du CNPE de Flamanville sont concernées par cette demande de modification.

**1.3.3.2. Origine et motivations**

Les limites réglementaires de rejets au niveau des stations d'épuration (STEP) ont évolué avec l'arrêté INB du 7 février 2012 dont l'article 4.1.2 impose, sauf disposition contraire fixée par décision de l'ASN, le respect des limites fixées par l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation. En application de l'article 32 de l'arrêté du 2 février 1998, la réglementation des stations d'épuration des CNPE inclut désormais, en plus des paramètres déjà réglementés, des limites en azote global (en remplacement de l'azote Kjeldhal) et en phosphore total.

Afin de prendre en compte cette évolution réglementaire, EDF propose des valeurs limites en flux 24 h pour l'azote global et le phosphore total en sortie de la station d'épuration du CNPE de Flamanville.

Conformément aux dispositions du II de l'article 4.1.2 de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, ces limites en azote global et en phosphore total doivent être fixées dans la décisions du CNPE et valent dispositions contraires aux limites portant sur les mêmes paramètres fixées à l'article 32 de l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

**1.3.3.3. Rejets**

Les rejets associés à cette demande de modification sont les rejets chimiques liquides suivants : Ammonium, Nitrates, Phosphates.

Nota : L'azote (hors hydrazine, morpholine ou éthanolamine) est rejetée sous forme d'ammonium et/ou de nitrates. Les nitrites étant une forme peu stable dans le temps dans le processus de nitrification, ne sont pas considérés.

La caractérisation de ces rejets et la demande de limites sont présentées au [Chapitre 2.2.3](#).

#### **1.3.3.4. Impacts organisationnels et humains**

La mise en œuvre de ces nouvelles mesures en azote global et phosphore total sur les rejets chimiques liquides issus de la STEP nécessite des actions de préparation, de réalisation et d'analyse, supplémentaires de la part du service Chimie du CNPE.

La mise en place de ces nouvelles mesures passe par des actions locales impliquant plusieurs ressources du site :

- mise à jour de la documentation du site
- mise à jour de la méthodologie de mesure pour l'azote et le phosphore, avec de nouveaux paramètres à mesurer
- réalisation de la mesure.

Au regard de ces différents éléments, le degré de nouveauté ou de complexité de la mise en œuvre de ces essais est considéré comme modéré.

#### **1.3.3.5. Impact sur les prescriptions applicables**

De nouvelles limites pour les rejets chimiques liquides issus de la STEP portant sur les paramètres azote global et phosphore total sont demandées. Cela nécessite la mise à jour des prescriptions ASN applicables au CNPE de Flamanville.

Cette demande est présentée au [Chapitre 2.3](#).

**1.3.4. Demande de modification n°4: Demande de dispense de limite élévation maximale de température de 2°C pour les eaux conchylicoles, pour le site de Flamanville – dispositions contraires à l'Arrêté du 02/02/98.**

**1.3.4.1. Identification de la demande de modification et applicabilité**

L'arrêté INB du 7 février 2012 reprend à son article 4.1.2. II, sauf disposition contraire fixée par décision de l'Autorité de sûreté nucléaire, la limite sur le paramètre d'élévation maximale de température pour les eaux conchylicoles fixée à l'article 31 de l'arrêté du 2 février 1998 précité.

La demande de modification porte sur l'ajout d'une dispense à l'application de cette limite.

Les 3 tranches du CNPE de Flamanville sont concernées par cette demande de modification.

**1.3.4.2. Origine et motivations**

L'application de l'arrêté INB étant postérieure à l'arrêté du 15 septembre 2010 (portant homologation de la décision ASN n°2010-DC-0188), le paramètre d'élévation maximale de température pour les eaux conchylicoles n'avait pas été instruit comme limite lors du dépôt du Dossier d'Autorisation de Création (DAC).

**1.3.4.3. Rejets**

Cette demande ne modifie en rien les valeurs limites actuelles de rejets thermiques du CNPE de Flamanville.

**1.3.4.4. Impacts organisationnels et humains**

Les prescriptions actuelles du site concernant les rejets thermiques restant inchangées, il n'y a aucun impact organisationnel ou humain identifié pour cette demande de modification.

**1.3.4.5. Impact sur les prescriptions applicables**

Il est nécessaire de compléter le paragraphe « Rejets thermiques » de la décision « Limites » (décision ASN n°2010-DC-0188), en y ajoutant une disposition contraire sur le respect de la limite d'élévation maximale de température pour les eaux conchylicoles de 2°C.

Cette demande de modification est présentée au [Chapitre 2.3](#).

### **1.3.5. Demande de modification n°5: Demande de nouvelles limites en métaux totaux.**

#### **1.3.5.1. Identification de la demande de modification et applicabilité**

La demande de modification porte sur une demande d'évolution des limites en métaux totaux pour deux périodes distinctes :

- une demande de limites avec un flux 24h et un flux annuel pour la phase dite « transitoire » correspondant au début de la préparation des essais à chaud et se terminant à la fin du premier cycle de l'EPR,
- une demande de limites avec un flux mensuel et un flux annuel pour la phase dite « pérenne » commençant au début du second cycle de l'EPR puis couvrant toute la phase exploitation.

Le 1er cycle de l'EPR débute à l'atteinte des 100% de puissance nominale (Pn) après la 1ère divergence. Il intègre la phase de production à 100% de Pn puis la phase d'arrêt pour rechargement. La fin du 1er cycle correspond à l'atteinte des 100% de Pn du second cycle.

Les 3 tranches du CNPE de Flamanville sont concernées par cette demande de modification.

#### **1.3.5.2. Origine et motivations**

L'estimation des rejets potentiellement engendrés par les essais (cf demande de modification n°2, présentée précédemment), estimation réalisée avec une approche maximale, a mis en évidence un risque de dépassement de la limite annuelle en métaux totaux, initialement dimensionnée pour la phase d'exploitation des 3 tranches de Flamanville.

Par ailleurs, la décision ASN n°2013-DC-0360 modifiée précise à l'article 3.2.7-I [que] « *Pour les calculs de flux sur des substances chimiques faisant l'objet d'une valeur limite d'émission fixée par une prescription pour la protection, si le flux est calculé à partir de mesures sur les effluents, lorsque les valeurs de concentration sont inférieures à la limite de quantification, on retient par convention une valeur égale à la moitié de la limite de quantification concernée.* ». Ainsi, l'application de cette règle de comptabilisation des rejets d'effluents conduit à des valeurs corrigées pour les concentrations dans les réservoirs T et Ex plus importantes qu'auparavant, en raison de l'existence de concentrations inférieures à la limite de quantification, notamment pour le chrome, le nickel et le plomb.

De plus, la qualité des mesures s'est améliorée puisque les mesures en métaux totaux par aliquote mensuelle sont réalisées depuis janvier 2016 par un laboratoire accrédité.

Par ailleurs, le REX des mesures considérées dans le calcul des flux a évolué. Un nombre plus important de mesures est désormais considéré. En effet, avant Octobre 2010, la fréquence de mesure en métaux totaux était semestrielle sur un échantillon aliquote mensuelle (2 mesures par an). Depuis octobre 2010, le CNPE procède à des mesures par aliquote mensuelle sur les mêmes réservoirs (12 mesures par an).

Ces évolutions conduisent à une demande de limite en flux annuel pour les métaux totaux pour la phase pérenne supérieure à celle de la décision « Limites » du site de Flamanville.

Une demande de révision de limites en flux de métaux totaux issus des réservoirs doit donc être réalisée.

#### **1.3.5.3. Rejets**

Les rejets associés à cette demande de modification sont les rejets chimiques liquides suivants : métaux totaux (zinc, cuivre, manganèse, nickel, chrome, fer, aluminium, plomb).

La caractérisation de ces rejets et la demande de limites sont présentées au [Chapitre 2.2.3.](#)

#### **1.3.5.4. Impacts organisationnels et humains**

Cette demande de modification n'engendre pas de mesures supplémentaires à réaliser. Une mise à jour de la documentation du site doit être réalisée.

Au regard de ces différents éléments, le degré de nouveauté ou de complexité de la mise en œuvre de ces essais est considéré comme très faible.

#### **1.3.5.5. Impact sur les prescriptions applicables**

De nouvelles limites pour les rejets chimiques liquides du CNPE, portant sur les paramètres métaux totaux sont demandées. Cela nécessite la mise à jour des prescriptions ASN applicables au CNPE de Flamanville.

Cette demande de modification est présentée au [Chapitre 2.3.](#)

#### **1.4. CADRE REGLEMENTAIRE DE LA DEMANDE DE MODIFICATION**

##### **1.4.1. Cadre réglementaire des installations nucléaires de base (INB)**

La réglementation spécifique applicable aux INB est fixée par les dispositions du Code de l'environnement (articles L. 593-1 et suivants issus de la Loi n° 2006-686 du 13/06/2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (« loi TSN »),) ainsi que celles 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 (« décret Procédures »), modifié.

Le site nucléaire de Flamanville comprend 3 Installations Nucléaires de Base :

- L'INB n° 108 « Flamanville 1 »,
- L'INB n° 109 « Flamanville 2 »,
- L'INB n° 167 « Flamanville 3 ».

Le périmètre actuel de chaque INB est délimité dans un plan annexé aux Décrets d'Autorisation de Création (DAC) du 10 avril 2007 (INB n°167), du 21 décembre 1979 pour les INB n° 108 et 109. Le périmètre des INB n° 108 et 109 a été modifié par un décret du 25 mai 2016 (publié au Journal Officiel du 27 mai 2016).

Les périmètres actuels de chaque INB sont tracés sur le plan de masse du site (cf. [Dossiers de Plans - en Pièce IV](#)).

##### **1.4.1.1. Le Code de l'environnement (articles L. 593-1 et suivants)**

Conformément aux Articles L. 593-7 et suivants du Code de l'environnement et au Décret « Procédures », l'autorisation de création ou le démantèlement des INB, qui sont délivrés par décret, intègrent l'ensemble des considérations, qu'elles soient relatives à la sûreté nucléaire, à la radioprotection ou à la protection de l'environnement, selon une approche intégrée qui couvre également les prélèvements d'eau et les rejets.

L'exploitant est désormais soumis à une procédure unique par laquelle il transmet une demande commune à l'ensemble des impacts de l'installation : la Demande d'Autorisation de Création (ou de démantèlement) de l'installation. En cas d'issue favorable, la demande débouche sur le décret d'autorisation qui vaut autorisation de rejet.

Pour préciser les limites et conditions dans lesquelles les rejets et prélèvements peuvent être effectués, le Décret d'Autorisation de Création (ou de démantèlement) est désormais complété par des prescriptions individuelles (portant sur les valeurs limite, la surveillance, l'information, etc.) adoptées par l'ASN sous forme de décisions. En ce qui concerne spécifiquement les limites de rejets, la décision de l'ASN est soumise à l'homologation des ministres chargés de la sûreté nucléaire.

**1.4.1.2. Décret n° 2007-1557 modifié du 2 novembre 2007 relatif aux Installations Nucléaires de Base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives (dit décret « Procédures »)**

La procédure d'adoption des prescriptions prises par l'ASN en application du Décret d'Autorisation de Création est définie aux Articles 18 et 26 du décret « Procédures ».

Aux termes de l'article 26 du décret « Procédures », l'exploitant dépose auprès de l'ASN un dossier comportant tous les éléments de justifications utiles, notamment les mises à jour rendues nécessaires des éléments des dossiers de l'autorisation de création ou de la mise en service de l'installation. Il indique également si cette modification nécessite une mise à jour des prescriptions applicables.

Les projets susceptibles de provoquer un accroissement significatif des prélèvements d'eau ou des rejets dans l'environnement ou susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement, font l'objet d'une mise à disposition du public selon les modalités définies à l'article L. 122-1-1 ou L. 120-1-1 du Code de l'environnement.

Une fois élaboré, l'ASN transmet le projet de prescriptions assorti d'un rapport de présentation à la Commission Locale d'Information (CLI) et au préfet. Ce dernier soumet le projet et le rapport de présentation au COnseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques (CODERST). Le CODERST et la CLI disposent de 3 mois pour émettre leurs avis respectifs qui sont transmis à l'ASN. L'ASN transmet ensuite, pour homologation, aux ministres chargés de la sûreté nucléaire, le projet de décision fixant les limites de rejets, accompagné du rapport de présentation et des avis recueillis.

**1.4.1.3. Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux Installations Nucléaires de Base (dit arrêté « INB »)**

L'arrêté « INB », publié au Journal Officiel le 8 février 2012, vise à garantir la protection du public et de l'environnement contre l'ensemble des risques d'origine radiologique ou non (fonctionnement incidentel/accidentel) ou inconvénients (fonctionnement normal ou en mode dégradé). Il s'applique à toutes les phases du cycle de vie des INB, de leur conception jusqu'à leur démantèlement, en passant par leur construction et leur fonctionnement. Ses dispositions ont pour objet la protection des intérêts définis par l'Article L. 593-1 du Code de l'environnement : la sécurité, la santé et la salubrité publiques et la protection de la nature et l'environnement.

Dans le cadre du présent dossier, c'est le titre IV « Maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement » de l'arrêté « INB » qui est concerné. Il couvre en particulier :

- les prélèvements d'eau,
- les rejets d'effluents dans le milieu ambiant,
- la surveillance de l'environnement,
- la prévention et la limitation des nuisances.

**1.4.1.4. Décision n° 2013-DC-0360 modifiée, 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 (dite décision « Environnement »)**

Cette décision, homologuée par Arrêté du 9 août 2013 (Journal Officiel du 21 août 2013), vient préciser l'Arrêté « INB », notamment ses titres 3 et 4. Elle porte notamment sur :

- la prévention et la limitation des pollutions accidentelles,
- les prélèvements d'eau, les rejets d'effluents dans le milieu ambiant et la surveillance de l'environnement au cours du fonctionnement normal de l'installation,
- la prévention et la limitation des nuisances de l'installation pour le public et l'environnement, dus au fonctionnement normal de l'installation.

Cette décision est applicable à l'ensemble des INB. Des dispositions transitoires sont prévues pour les installations existantes.

La décision précise, en outre :

- la notion d'Activité ou d'Elément Important pour la Protection des intérêts au sens de l'Article 1.3 de l'Arrêté « INB », appliquée aux éléments de l'INB concourant à la protection de l'environnement,
- les attendus sur le plan de contrôle et de surveillance et le plan de gestion,
- les exigences relatives à la qualité des prélèvements et des mesures,
- les exigences relatives à la comptabilisation des rejets,
- l'introduction des valeurs limites d'émissions.

**1.4.2. Cadre réglementaire actuel des installations de Flamanville**

**AUTORISATIONS DE CREATION (DAC)**

Les autorisations de création des Installations Nucléaires de base du site nucléaire de Flamanville ont été délivrées par Décret (DAC) conformément aux dispositions du Décret n°63-1228 du 11 décembre 1963 relatif aux installations nucléaires (décret abrogé par le Décret Procédures).

Les DAC suivants ont été accordés :

- pour « Flamanville 1 » (INB n°108) et « Flamanville 2 » (INB n°109) par Décret du 21 décembre 1979,
- pour « Flamanville 3 » (INB n°167), par Décret n° 2007-534 du 10 avril 2007.

Ces installations sont concernées par les demandes de modification objet du présent dossier.

**AUTORISATIONS RELATIVES AUX PRELEVEMENTS D'EAU ET DE REJETS**

EDF est actuellement autorisé à poursuivre les prélèvements d'eau et les rejets d'effluents liquides pour l'exploitation du site nucléaire de Flamanville par :

- la Décision n° 2010-DC-0189 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 7 juillet 2010 fixant à EDF les prescriptions relatives aux modalités de prélèvements et de consommation d'eau et de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux pour l'exploitation des réacteurs « Flamanville 1 » (INB n°108), « Flamanville 2 » (INB n°109) et « Flamanville 3 » (INB n°167),
- la Décision n° 2010-DC-0188 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 7 juillet 2010 fixant à EDF les limites de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux pour l'exploitation des réacteurs « Flamanville 1 » (INB n°108), « Flamanville 2 » (INB n°109) et « Flamanville 3 » (INB n°167), homologuée par un Arrêté du 15 septembre 2010 (publié au Journal Officiel du 22 septembre 2010),
- l'Arrêté préfectoral n° 06-2266 du 24 octobre 2006 autorisant EDF SA à effectuer des prises d'eau et rejets d'effluents au cours de la phase chantier associés à la construction d'une centrale électronucléaire de type EPR sur la commune de Flamanville au titre des articles L. 214-1 et suivants du Code de l'environnement.
- l'arrêté portant modification de l'« Arrêté préfectoral n° 06-2266 du 24 octobre 2006 autorisant EDF SA à effectuer des prises d'eau et rejets d'effluents au cours de la phase chantier associés à la construction d'une centrale électronucléaire de type EPR sur la commune de Flamanville au titre des articles L. 214-1 et suivants du Code de l'environnement » en date du 19/11/07.

### **1.4.3. Analyse du cadre réglementaire associé aux modifications demandées**

#### **1.4.3.1. Situation des modifications vis-à-vis du périmètre INB**

Les modifications envisagées par l'exploitant sont les suivantes :

- Demande de modification n°1: Demande d'application des limites de rejet et modalités associées à la phase exploitation pour les rejets gazeux radioactifs de Flamanville 3 pendant les phases d'essais avec gaz traceurs.
- Demande de modification n°2: Demande d'application des limites et modalités associées aux rejets liquides en phase exploitation de Flamanville 3, dès la préparation des essais à chaud.
- Demande de modification n°3: Demande de limites en flux 24h ajouté pour les paramètres Azote global et Phosphore total dans les effluents en sortie de station d'épuration de Flamanville 1.2.3 – dispositions contraires à l'Arrêté du 02/02/98.
- Demande de modification n°4: Demande de dispense de limite élévation maximale de température de 2°C pour les eaux conchylicoles, pour le site de Flamanville – dispositions contraires à l'Arrêté du 02/02/98.
- Demande de modification n°5: Demande de nouvelles limites en métaux totaux.

Les modifications demandées conduisent à une évolution des limites de rejets pour les substances chimiques azote global et phosphore total, et les métaux totaux.

Elles relèvent du périmètre des INB n°108 « Flamanville 1 », n°109 « Flamanville 2 » et n°167 « Flamanville 3 ».

Leur instruction relève par conséquent de la compétence de l'ASN.

#### **1.4.3.2. Situation des équipements et installations relevant de la nomenclature des ICPE et des IOTA**

Les équipements, installations, activités situés sur un site nucléaire et inscrits à la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) ou inscrits à la nomenclature des Installations, Ouvrages, Travaux et Activités (IOTA) relèvent d'un des régimes décrits ci-après en fonction de leur situation, dans ou hors du périmètre d'une Installation Nucléaire de Base (INB) et en fonction de leur caractère nécessaire ou non à l'exploitation de l'INB.

- Equipements et installations situés à l'intérieur du périmètre INB :

Selon l'article L. 593-3 du Code de l'environnement, la distinction est faite entre :

- Les équipements et installations qui sont nécessaires à l'exploitation d'une INB et implantés dans son périmètre, y compris ceux qui sont inscrits à l'une des catégories comprises dans une des nomenclatures prévues aux Articles L. 214-2 et L. 511-2 du Code de l'environnement, sont réputés faire partie de cette installation et sont soumis aux dispositions applicables aux INB,
- Les autres équipements et installations inscrits à l'une des catégories comprises dans une des nomenclatures prévues aux Articles L. 214-2 et L. 511-2 du Code de l'environnement et implantés dans le périmètre de l'INB relèvent du « Titre 1<sup>er</sup> – Installations Classées pour la Protection de l'Environnement du Livre V – et du « Titre 1<sup>er</sup> – Eaux et milieux aquatiques du Livre II » du Code de l'environnement et, pour le processus d'autorisation, de l'article 57 du Décret « Procédures ».
- Les équipements et installations situés à l'extérieur du périmètre INB relèvent du droit commun des ICPE issu du code de l'environnement (« Titre 1<sup>er</sup> – Installations classées pour la protection de l'Environnement, du livre V – Prévention des pollutions, des risques et des nuisances ») et des IOTA issu du Code de l'Environnement (« Titre 1<sup>er</sup> – Eau et milieux aquatiques, du livre II – Milieux physiques »).

Les modifications demandées dans le cadre du présent dossier n'ont pas d'impact sur les équipements et installations relevant des nomenclatures ICPE et IOTA présents sur le CNPE de Flamanville.

**1.4.4. Analyse du caractère non substantiel des modifications demandées au sens du décret n°2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié**

L'article L. 593-14 II. du Code de l'environnement dispose qu'une nouvelle autorisation est nécessaire en cas de modification substantielle dont les critères d'appréciation sont fixés par décret. Une modification est considérée comme substantielle au sens de l'Article 31 du décret « Procédures » si elle remplit au moins l'un des trois critères exposés ci-après :

- un changement de nature ou accroissement de la capacité maximale de l'INB,
- un ajout dans le périmètre de l'installation d'une nouvelle INB,
- une modification des éléments essentiels mentionnés à l'article L. 593-8 du Code de l'environnement (autorisation de création fixant les éléments essentiels nécessaires à la protection des intérêts de l'article L. 593-1 du code de l'environnement à savoir : la sécurité, la santé et la salubrité publiques, la protection de la nature et de l'environnement).

Les demandes présentées ne répondent à aucun des trois critères ci-dessus induisant le caractère substantiel d'une modification. En effet, après mise en œuvre des demandes objet du présent dossier, la vocation des INB reste la production d'électricité. Leur capacité thermique maximale reste inchangée. Les demandes ne consistent pas en l'ajout d'une nouvelle INB. Elles ne remettent pas en cause les dispositions du Décret d'Autorisation de Création.

Ces demandes ne remettent pas en cause les éléments essentiels garantissant la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement à savoir : la sécurité, la santé et la salubrité publiques, la protection de la nature et de l'environnement. Les modifications demandées ne sont donc pas substantielles au sens de l'Article 31 du Décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007.

**1.4.5. Impact des modifications sur les intérêts protégés au titre de l'article L. 593-1 du code de l'environnement**

Les [Pièce II](#) « Etude d'Impact » et [Pièce III](#) « Etude de Maîtrise des risques » fournissent des éléments de justifications utiles aux modifications demandées.

**1.4.5.1. Impact des modifications sur la sûreté nucléaire**

Les demandes de modification envisagées ne remettent pas en cause la démonstration de sûreté nucléaire.

**1.4.5.2. Impacts des modifications sur la sécurité et les risques industriels classiques (non nucléaires)**

Que ce soit lors de la phase essais, chantier ou de la phase d'exploitation, les modifications 1 à 5 envisagées n'ont aucun impact sur la sécurité et les risques industriels classiques.

#### **1.4.5.3. Impact des modifications sur la protection de la nature, de l'environnement, de la santé et de la salubrité publiques**

##### **Lors des phases essais avant mise en service (MES):**

###### Demande de modification n°1 :

Cette demande consiste en une demande d'application des limites de rejet et modalités associées à la phase exploitation pour les rejets gazeux radioactifs de FLA3 pendant les phases d'essais avec gaz traceurs. Ces essais seront également réalisés lors de la phase exploitation. Il a été démontré le non impact sur les intérêts définis dans l'article 593-1 du code de l'environnement en phase exploitation.

La réalisation de la modification permet donc d'écarter tout risque vis-à-vis de la protection de la nature et de l'environnement, de la santé et de la salubrité publiques.

###### Demande de modification n°2 :

Cette demande consiste en une demande d'application des limites et modalités associées aux rejets liquides en phase exploitation de FLA3, dès la préparation des essais à chaud.

La mise en œuvre de la modification de réorientation des effluents chimiques liquides du chantier FLA3 vers les bâches SEK et KER de l'ensemble du site (au lieu de l'UTE), consiste en une anticipation de ce qui sera réalisé en phase exploitation pour les rejets chimiques liquides de FLA1-2-3.

Elle permet d'éviter de générer des déchets de concentrats non valorisables par l'UTE.

La quantité et la nature des rejets sont compatibles avec la capacité des bâches mises en place sur le CNPE. L'absence d'impact sur les intérêts définis dans l'article 593-1 du code de l'environnement a été démontré pour la phase exploitation.

La modification n'engendre aucune nuisance significative sur l'environnement.

Les principes retenus pour la réalisation de la modification permettent d'écarter tout risque vis-à-vis de la protection de la nature et de l'environnement, de la santé et de la salubrité publiques.

##### **Lors de l'exploitation**

Seules les demandes de modification n°3, n°4 et n°5 portent sur une révision (ou dispense) des limites pour certaines substances actuellement définies en phase exploitation. L'étude d'impact permet de s'assurer de l'acceptabilité de ces modifications en termes d'impact sur la protection de l'environnement et de la santé.

Ces rejets et l'analyse de leur impact sont décrits aux [Chapitres 2.2.3, 2.2.4 et 2.2.5](#).

#### **1.4.5.4. Impact des modifications sur la radioprotection**

Que ce soit lors de la phase chantier ou de la phase d'exploitation, les modifications n°2 à n°5 envisagées n'ont aucun impact sur les prévisions dosimétriques et sur le zonage radioprotection.

Concernant la demande n°1, le rejet de dose et l'analyse de son impact sont décrits au [Chapitre 2.2.1.](#)

**1.4.5.5. Impact des modifications sur la prévention et la lutte contre les actes de malveillance**

Les demandes de modification ne créent pas de risque nouveau d'intrusion. Par ailleurs, elles ne sont pas dédiées à la lutte contre les actes de malveillance. Elles sont donc sans impact sur la prévention et la lutte contre les actes de malveillance.

**1.4.6. Documents du dossier réglementaire impactés par les demandes**

| Modifications  | Documents du dossier réglementaire impactés par les demandes |                               |     |     |                |               |                       |
|--|--|-------------------------------|-----|-----|----------------|---------------|-----------------------|
|  | RDS  | Étude de maîtrise des risques | RGE | PUI | Étude d'impact | Étude déchets | Plan de démantèlement |
| <b>Demande n° 1</b> : Demande d'application des limites de rejet et modalités associées à la phase exploitation pour les rejets gazeux radioactifs de Flamanville 3 pendant les phases d'essais avec gaz traceurs.                         | N  | N                             | N   | N   | N              | N             | N                     |
| <b>Demande n° 2</b> : Demande d'application des limites et modalités associées aux rejets chimiques liquides en phase exploitation de Flamanville 3, dès la préparation des essais à chaud.  | N  | N                             | N   | N   | N              | N             | N                     |
| <b>Demande n° 3</b> : Demande de limites en flux 24h ajouté pour les paramètres Azote global et Phosphore total dans les effluents en sortie de station d'épuration de Flamanville 1.2.3 – dispositions contraires à l'Arrêté du 02/02/98. | N  | N                             | N   | N   | O              | N             | N                     |
| <b>Demande n° 4</b> : Demande de dispense de limite élévation maximale de température de 2°C pour les eaux conchylicoles, pour le site de Flamanville – dispositions contraires à l'Arrêté du 02/02/98.                                    | N  | N                             | N   | N   | N              | N             | N                     |
| <b>Demande n° 5</b> : Demande de nouvelles limites en métaux totaux.   | N  | N                             | N   | N   | O              | N             | N                     |

O : oui et N : non

**Tableau 1** : Synthèse des documents du dossier réglementaire impactés par les demandes

**1.4.7. Conclusion de l'analyse du cadre réglementaire**

Les principes retenus pour la réalisation des demandes de modification n°3, n°4 et n°5 permettent d'écarter tout risque vis-à-vis de la protection de la nature et de l'environnement, de la santé et de la salubrité publiques.

En exploitation, les modifications n°1 et n°2 sont de nature à affecter les intérêts protégés par la loi. La procédure administrative à appliquer pour la mise en œuvre des modifications demandées est celle de l'autorisation prévue à l'Article 26 du décret Procédures.

L'article L. 593-15 du code de l'environnement dispose que pour des modifications non substantielles mais restant notables, les dossiers sont soumis, en fonction de leur importance, soit à déclaration auprès de l'ASN, soit à l'autorisation par cette autorité. Le dossier relève du régime de la déclaration (procédure article 27) dès lors que les modifications envisagées ne remettent pas en cause de manière significative le rapport de sûreté ou l'étude d'impact de l'installation et dont la liste est fixée par décision de l'ASN en tenant compte des critères énumérés à l'article 27 du décret « Procédures ». Toute modification ne répondant pas à cette définition relève du régime de l'autorisation (procédure article 26).

Au vu de l'analyse du cadre réglementaire présentée dans ce chapitre, la procédure administrative à appliquer pour la mise en œuvre des modifications demandées dans le présent dossier est celle de l'autorisation prévue à l'Article 26 du décret « Procédures ».

## 1.5. MISE A DISPOSITION DU PUBLIC

### Contexte législatif et réglementaire

La présente demande d'autorisation de modifications fait l'objet d'une mise à disposition du public sur le fondement des articles L. 593-15 du code de l'environnement et 26-II du décret « Procédures » qui disposent respectivement :

#### **Article L. 593-15 du code de l'environnement :**

*« En dehors des cas mentionnés aux II et III de l'article L. 593-14, les modifications notables d'une installation nucléaire de base, de ses modalités d'exploitation autorisées, des éléments ayant conduit à son autorisation ou à son autorisation de mise en service, ou de ses conditions de démantèlement pour les installations ayant fait l'objet d'un décret mentionné à l'article L. 593-28 sont soumises, en fonction de leur importance, soit à déclaration auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire, soit à l'autorisation par cette autorité. Ces modifications peuvent être soumises à consultation du public selon les modalités prévues au titre II du livre Ier. Les conditions d'application du présent article sont définies par décret en Conseil d'Etat.*

#### **L'article 26-II du décret du 2 novembre 2007 modifié:**

*« II. - Si le projet est susceptible de provoquer un accroissement significatif des prélèvements d'eau ou des rejets dans l'environnement, le dossier mentionné au I comprend également le bilan d'une mise à disposition du public effectuée dans les conditions prévues à l'article L. 123-19 du code de l'environnement. Les modalités de cette mise à disposition sont définies par l'Autorité de sûreté nucléaire. Elles respectent les dispositions du I de l'article R. 123-46-1 du code de l'environnement, sous la réserve que la publication de l'avis mentionné à cet article est effectuée par le préfet et qu'un exemplaire du bilan lui est adressé.*

*Pour la mise en œuvre du III de l'article R. 122-10 du code de l'environnement, les consultations prévues au I de ce même article sont mises en œuvre par le préfet. »*

## **2. PIÈCE II ANALYSE DES INCIDENCES DES DEMANDES DE MODIFICATION**

### **2.1. DEMANDES DE MODIFICATION FORMULÉES PAR LE CNPE**

Les demandes de modification sont les suivantes:

- Demande d'application des limites de rejet et modalités associées à la phase exploitation pour les rejets gazeux radioactifs de FLA3 pendant les phases d'essais avec gaz traceurs.
- Demande d'application des limites et modalités associées aux rejets liquides en phase exploitation de FLA3 dès la préparation des essais à chaud.
- Demande de limites en flux 24h ajouté pour les paramètres Azote global et Phosphore total dans les effluents en sortie de la station d'épuration de FLA1-2-3 – dispositions contraires à l'Arrêté du 02/02/98.
- Demande de dispense de limite « élévation maximale de température de 2°C pour les eaux conchylicoles », pour le site de Flamanville – dispositions contraires à l'Arrêté du 02/02/98.
- Demande de nouvelles limites en métaux totaux.

### **2.2. DESCRIPTION DES DEMANDES D'AUTORISATION DE REJETS D'EFFLUENTS**

#### **2.2.1. Demande de modification n°1 : Demande d'application des limites de rejet et modalités associées à la phase exploitation pour les rejets gazeux radioactifs de Flamanville 3 pendant les phases d'essais avec gaz traceurs**

##### **2.2.1.1. Description succincte de la demande**

La demande de modification consiste en une demande d'application des limites de rejet et modalités associées à la phase exploitation pour les rejets gazeux radioactifs de FLA3 pendant les phases d'essais avec gaz traceurs.

Les essais utilisant des gaz traceurs radioactifs sont :

- Les essais d'efficacité des lits à retard TEG,
- Les essais d'efficacité des dégazeurs TEP4 et TEP6,
- Les essais d'efficacité des pièges à iodes. Ces essais concernent les systèmes de ventilation DWN, DWL, EBA et EDE (cf [annexe 3](#)). Nota : les boîtes à gants du REN qui avaient été considérées dans le Dossier de Mise En Service Partielle (DMESP) ne sont plus à prendre en compte car les essais de ces pièges à iode ne seront pas réalisés sur site.

Ces essais se dérouleront après l'arrivée du combustible sur site, et avant la mise en service de FLA3.

**Il s'agit donc d'appliquer aux rejets radioactifs gazeux associés à ces essais, les prescriptions modalités et limites de rejet correspondantes issues de la phase exploitation.**

### **2.2.1.2. Descriptions des essais et estimations des rejets associés**

La détermination des substances radioactives requises pour les essais de démarrage a été optimisée selon deux principes :

- injection d'une quantité d'activité suffisamment élevée pour assurer sa détection par les dispositifs de mesure au cours des tests,
- limitation de l'activité injectée afin de minimiser les rejets radioactifs.

#### **2.2.1.2.1. Essais des lits à retard TEG**

Pour rappel, le TEG est le système de traitement des effluents gazeux et à ce titre limite les rejets dans l'environnement.

##### **2.2.1.2.1.1. Objectif et description de l'essai**

L'objectif de l'essai est de vérifier l'efficacité du charbon actif présent dans les lits à retard du système TEG. Ce charbon a pour rôle de retenir sélectivement le Xénon et le Krypton afin d'atteindre une décroissance respectivement de 40 jours et 40 h pour respecter la prescription [INB167-53] de la décision « modalités » du site (décision ASN n°2010-DC-0189).

Cet essai d'une durée de 25 jours est l'essai d'efficacité de l'unité à retard du programme d'essai du TEG. Il doit être réalisé entre les essais à chaud et le premier chargement du combustible en cœur.

La ligne à retard du TEG est composée des lits à retard suivants : TEG6205FI, TEG6211FI, TEG6213FI, montés en série.

Le principe de l'essai est d'injecter un gaz traceur (Krypton 85) en amont de la ligne à retard, et de mesurer le pic d'activité en aval de chaque lit à retard afin d'évaluer le retard de la ligne et ainsi de valider la performance attendue du charbon.

Les résultats sont ensuite transposés à l'isotope Xénon. En effet, pour le charbon utilisé dans les lits à retard, le rapport entre le coefficient d'absorption entre le Xénon et le Krypton est quasiment linéaire (corrélation établie par des essais dédiés). A partir des essais sur les lits à retard faits avec le Krypton, il est donc possible d'extrapoler les résultats au Xénon.

##### **2.2.1.2.1.2. Estimation des rejets associés**

Sur la base des principes d'optimisation des rejets définis ci-avant, l'activité du Krypton 85 qui sera injectée lors des tests des lits de retard pour vérifier leur capacité de rétention est estimée de manière enveloppe à 600 MBq. De manière majorante, il est considéré que l'activité rejetée lors de ces essais est égale à l'activité injectée, c'est-à-dire que la rétention dans les équipements n'est pas considérée, ni la possible décroissance radioactive des radionucléides. Dans cette hypothèse, les essais de la ligne de lits à retard **TEG** amèneraient un rejet maximum d'activité en Krypton 85 de **600 MBq**.

#### **2.2.1.2.2. Essais d'efficacité du dégazeur TEP4**

Pour rappel, le système TEP collecte les effluents liquides provenant directement (via RCV) ou indirectement (via RPE) du circuit principal, et permet de les traiter en vue de leur réinjection dans le circuit principal dans diverses formes d'eau déminéralisée et d'acide borique.

Les substances radioactives des effluents primaires sont alors transférées vers le TEG sous forme gazeuse (gaz non condensable) et vers le TES sous forme solide (résines échangeuses d'ions usagées).

Le système TEP fonctionne uniquement pendant le fonctionnement normal de la centrale nucléaire.

De plus, le système de purification, de dégazage, de stockage et de traitement du réfrigérant contribue à la rétention de substances radioactives pendant le fonctionnement normal, réduisant ainsi les rejets dans l'environnement.

##### **2.2.1.2.2.1. Objectif et description de l'essai**

L'objectif de l'essai est de vérifier que la performance du dégazeur TEP4 est conforme au critère de conception.

Cet essai du programme d'essais du TEP permet de mesurer le rendement du dégazeur. Il doit être réalisé pendant la préparation des essais à chaud. Le principe de l'essai est d'injecter un gaz traceur (Xénon 133) dans les condensats à l'entrée de la colonne de dégazage TEP4, puis de détecter les éléments radioactifs à la sortie du dégazeur.

##### **2.2.1.2.2.2. Estimation des rejets associés**

Sur la base des principes d'optimisation définis au [Chapitre 2.2.1.2](#), l'activité du Xénon 133 qui sera injectée lors de l'essai du dégazeur TEP4 est estimée de manière enveloppe à 313 MBq.

De manière majorante, il est considéré que l'activité rejetée lors de cet essai est égale à l'activité injectée. Dans cette hypothèse, l'activité rejetée en Xénon 133 due à l'essai du dégazeur **TEP4** serait au maximum de **313 MBq**.

#### **2.2.1.2.3. Essais d'efficacité du dégazeur TEP6**

##### **2.2.1.2.3.1. Objectif et description de l'essai**

L'objectif de l'essai est de vérifier que la performance du dégazeur TEP6 est conforme au critère de conception. Cet essai du programme d'essais du TEP permet de mesurer le facteur de dégazage dans la colonne de dégazage TEP6 avec éléments radioactifs. Il doit être réalisé pendant la préparation des essais à chaud. Le principe de l'essai est d'injecter un gaz traceur (Xénon 133) dans les condensats à l'entrée de la colonne de dégazage TEP6, puis de détecter les éléments radioactifs à la sortie du dégazeur.

#### **2.2.1.2.3.2. Estimation des rejets associés**

Sur la base des principes d'optimisation définis au [Chapitre 2.2.1.2](#), l'activité du Xénon 133 qui sera injectée lors de l'essai du dégazeur TEP6 est estimée de manière enveloppe à 622 GBq.

De manière majorante, il est considéré que l'activité rejetée lors de cet essai est égale à l'activité injectée. Dans cette hypothèse, l'activité rejetée en Xénon 133 dûe à cet essai du dégazeur **TEP6** serait au maximum de **622 GBq**.

#### **2.2.1.2.4. Estimation de l'ensemble des rejets en gaz rares associés aux essais avec gaz traceurs**

Les rejets cumulés en gaz rares dus aux essais avec gaz traceurs sont estimés à **623 GBq**.

Nota :

Le facteur de dégazification du TEP 4 est inférieur à celui du TEP 6. Cette différence de facteur de dégazage entre TEP 4 et TEP 6 s'explique par le fait que les deux colonnes n'ont pas la même finalité. TEP 4 a pour but de limiter la radioactivité dans le fluide primaire (RCV) et contribuer à l'élimination de l'oxygène et de l'hydrogène lors des phases de démarrage ou d'arrêt. TEP 6 a quant à lui pour but d'éliminer les gaz rares du fluide primaire (TEP) en amont d'une évacuation vers TEU.

La colonne TEP 4 tourne en boucle sur RCV donc la réduction peut se faire progressivement (en plusieurs passes). En fonctionnement normal, la colonne du TEP 6 peut être lignée directement sur TEU. Il n'y a pas de recyclage, la dégazification s'effectue en une seule passe. Le facteur de dégazification doit donc être très élevé compte-tenu du fait qu'il n'y a pas de retraitement de la phase gazeuse en aval.

#### **2.2.1.2.5. Mesure d'efficacité des pièges à iodes**

##### **2.2.1.2.5.1. Objectif et description des essais**

Ces essais font partie du programme de principe d'essais des contrôles des pièges à iodes et filtre THE de FLA3. Les pièges à iodes permettent de réduire l'activité en iodes et autres gaz radioactifs rejetés en fonctionnement normal et en situation accidentelle.

L'efficacité des pièges à iodes qui assurent cette fonction vis-à-vis de l'extérieur de l'installation, est testée à ce titre à l'iodure de méthyle radioactive. Il s'agit d'un critère de sûreté. Le test de ce pièges à iodes est un pré-requis à l'autorisation du chargement du combustible en cuve.

En revanche, les pièges à iodes placés sur les circuits de la salle de commande ont pour rôle de protéger le personnel vis-à-vis d'une contamination. Ils ne sont pas testés avec de l'iodure de méthyle radioactive. Les essais permettent de s'assurer que ces organes remplissent efficacement leur rôle. La durée de l'essai d'efficacité d'un piège à iodes est d'environ 5 heures.

Les essais de piège à iodes se réalisent en 2 étapes :

- test d'étanchéité, réalisé avec du cyclohexane,

- puis test d'efficacité réalisé avec de l'iodure de méthyle radioactive (Iode 131).

Seul le test d'efficacité, utilisant de l'iode 131, entraîne un rejet radioactif.

Le principe de l'essai est d'injecter de l'iodure de méthyle en amont des pièges à iodes, de mesurer l'activité en amont et en aval du piège à iodes et d'en déduire par calcul l'efficacité du piège à iodes.

Les filtres qui seront testés avant la mise en service de l'EPR FLA3 sont les suivants:

- pièges à iodes de l'EBA : EBA2471FII, EBA2571FII ;
- pièges à iodes de l'EDE : EDE1160FII, EDE1360FII;
- pièges à iodes du DWL : DWL6160FII, DWL6260FII;
- pièges à iodes du DWN : DWN4116FII, DWN4216FII, DWN4316FII, DWN4416FII;

Sur la base des principes d'optimisation définis au [Chapitre 2.2.1.2](#), l'activité de l'iodure de méthyle radioactif qui sera injectée lors de l'essai des pièges à iodes est présentée par type de piège à iodes dans le tableau suivant :

| <b>Système</b> | <b>Repère</b> | <b>Substance utilisée</b> | <b>Activité injectée (MBq)</b> |
|----------------|---------------|---------------------------|--------------------------------|
| EBA            | EBA2471FII    | Iode 131                  | 76                             |
|                | EBA2571FII    | Iode 131                  | 76                             |
| EDE            | EDE1160FII    | Iode 131                  | 3                              |
|                | EDE1360FII    | Iode 131                  | 3                              |
| DWL            | DWL6160FII    | Iode 131                  | 34                             |
|                | DWL6260FII    | Iode 131                  | 34                             |
| DWN            | DWN4116FII    | Iode 131                  | 161                            |
|                | DWN4216FII    | Iode 131                  | 161                            |
|                | DWN4316FII    | Iode 131                  | 161                            |
|                | DWN4416FII    | Iode 131                  | 161                            |

**Tableau 2** : Activité de l'iodure de méthyle radioactif injectée lors de l'essai des pièges à iodes.

#### **2.2.1.2.5.2. Estimation des rejets associés**

Les rejets radioactifs associés aux essais des pièges à iodes sont des rejets d'Iode 131.

Par hypothèse, un seul test sera réalisé sur chaque piège à iodes. En effet, les pièges à iodes étant neufs et leur étanchéité ayant été testée au préalable, il est considéré que tous les tests donnent un résultat d'efficacité conforme. Une efficacité conforme correspond à un coefficient d'épuration de 1 000. Pour autant, de manière conservatrice, et en cohérence avec le critère de sûreté, le coefficient d'épuration qui est pris en compte dans l'estimation des rejets sera de 100.

Le temps de parcours du mélange gazeux, de son point d'injection jusqu'à son point de rejet à l'environnement (cheminée du BAN), est considéré comme négligeable par rapport à la période d'activité de l'Iode 131.

L'estimation d'activité totale rejetée en Iode 131 évaluée sur cette base est présentée dans le tableau ci-dessous. Elle est estimée à **8,70 MBq**.

| <b>Système</b> | <b>Repère</b> | <b>Substance utilisée</b> | <b>Activité rejetée estimée<br/>(coeff. épuration = 100)<br/>(MBq)</b> |
|----------------|---------------|---------------------------|--|
| EBA            | EBA2471FII    | Iode 131                  | 0,76   |
|                | EBA2571FII    | Iode 131                  | 0,76   |
| EDE            | EDE1160FII    | Iode 131                  | 0,03   |
|                | EDE1360FII    | Iode 131                  | 0,03   |
| DWL            | DWL6160FII    | Iode 131                  | 0,34   |
|                | DWL6260FII    | Iode 131                  | 0,34   |
| DWN            | DWN4116FII    | Iode 131                  | 1,61   |
|                | DWN4216FII    | Iode 131                  | 1,61   |
|                | DWN4316FII    | Iode 131                  | 1,61   |
|                | DWN4416FII    | Iode 131                  | 1,61   |
|                |               | <b>TOTAL<br/>Iode 131</b> | <b>8,70</b>  |

**Tableau 3** : Estimation de l'activité rejetée en Iode 131.

#### **2.2.1.2.6. Débit d'activité associé aux essais avec gaz traceurs**

Comme déterminé précédemment, les rejets totaux dus aux essais avec gaz traceurs représentent :

- 623 000 MBq pour les Gaz rares,
- 8,70 MBq pour l'Iode.

A partir de ces rejets, les débits d'activité ont été calculés selon les règles définies dans la prescription [EDF-FLA-130] de la décision « Limites » (décision ASN n°2010-DC-0188), sans prendre en compte la durée réelle des essais. Ainsi :

- Le débit d'activité rejeté en Gaz rares est moyenné sur 24 heures.
- Le débit d'activité rejeté en Iode est moyenné sur 7 jours.

Les débits d'activité associés aux essais gaz traceurs sont alors obtenus:

- **7,21 MBq/s pour les Gaz rares,**
- **14,4 Bq/s pour l'Iode.**

Le tableau ci-dessous compare ces débits aux débits d'activité réglementaires maximum par cheminée de l'INB n°167. L'évaluation des doses efficaces associées à ces rejets est présentée au [§ 2.2.1.4.1.](#)

| Effluents radioactifs gazeux | Rejets radioactifs prévus dans le cadre des essais avant mise en service de FLA3 |                 | Débit d'activité des rejets radioactifs prévus dans le cadre des essais avant mise en service de FLA3 | Débit d'activité réglementaire maximum par cheminée de l'INB n°167 après mise en service de FLA3 (prescription [EDF-FLA-130] Annexe 2 Décision « Limites ») |
|------------------------------|--|-----------------|---|---|
| <b>Gaz rares</b>             | <i>Essais Lits à retard TEG</i><br><b>600 MBq</b>                                | <b>623 GBq</b>  | <b>7,21 MBq/s <sup>(1)</sup></b>  | 10 MBq/s  |
|                              | <i>Essais efficacité dégazeur TEP4 :</i><br><b>313 MBq</b>                       |                 |   |   |
|                              | <i>Essais efficacité dégazeur TEP</i><br><b>622 GBq</b>                          |                 |   |   |
| Iode                         | Efficacité des pièges à iode:  | <b>8,70 MBq</b> | <b>14,4 Bq/s <sup>(2)</sup></b>   | 110 Bq/s  |

- <sup>(1)</sup> Le débit d'activité rejeté en gaz rares est moyenné sur 24 heures.

- <sup>(2)</sup> Le débit d'activité rejeté en iode est moyenné sur 7 jours.

**Tableau 4** : Rejets prévus dans le cadre des essais (objet de la demande n°1) avant mise en service de FLA3.

### 2.2.1.3. Demande de limites de rejets

La modification consiste en une demande d'application des limites de rejet et modalités associées à la phase exploitation pour les rejets gazeux radioactifs de FLA3 pendant les phases d'essais avec gaz traceurs.

**2.2.1.4. Evaluation de l'impact des rejets**

**2.2.1.4.1. Impacts sanitaires :**

La mise à jour de l'étude d'impact réalisée dans le cadre du Dossier de Mise En Service (DMES) a permis d'évaluer l'impact dosimétrique sur l'homme associé à l'ensemble des rejets radioactifs en exploitation, dans l'hypothèse majorante de rejets aux limites fixées par la décision ASN n°2010-DC-0188 pour Flamanville après mise en service de l'EPR.

Ces rejets sont les rejets annuels autorisés en exploitation pour l'ensemble du site (FLA1-2-3) et les débits autorisés en exploitation sont pour FLA3.

| Effluents radioactifs gazeux                                       | Activité prise en compte dans la mise à jour de l'étude d'impact associée au DMES (GBq/an) | Débit d'activité (INB 167) pris en compte dans la mise à jour de l'étude d'impact associée au DMES (Bq/s) |
|--|--|---|
| Carbone 14   | 2 300  | /   |
| Tritium  | 11 000   | $9.10^5$  |
| Gaz rares  | 40 000   | $1.10^7$  |
| Iodes  | 1  | 110   |
| Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma | 0,15   | 100   |

**Tableau 5 :** Rejets annuels autorisés en exploitation pour FLA1-2-3 et débits autorisés en exploitation pour FLA3 (décision ASN n°2010-DC-0188).

Les doses efficaces annuelles associées à ces rejets radioactifs à l'atmosphère autorisés ont été évaluées dans le cadre de la mise à jour de l'étude d'impact du DMES et représentent moins de  $6/1\ 000^{\text{ème}}$  de la limite annuelle d'exposition pour une personne du public fixée à 1 mSv par l'Article R.1333-8 du Code de la Santé Publique.

Le détail du calcul de dose est présenté dans [l'annexe 5](#).

La dose efficace annuelle reçue (scénario le plus pénalisant correspondant à l'enfant de 1 an) représente  $5.10^{-6}$  Sv/an dont 29,1 % sont dus aux rejets en iodes et 2,8 % sont dus aux rejets en gaz rares :

| Effluents radioactifs gazeux | Activité prise en compte dans la mise à jour de l'étude d'impact associée au DMES (GBq/an) | Dose efficace annuelle associée évaluée dans la mise à jour de l'étude d'impact associée au DMES (Sv/an) |
|------------------------------|--|--|
| Iodes                        | 1  | $1,5 \cdot 10^{-6}$  |
| Gaz rares                    | 40 000   | $1,4 \cdot 10^{-7}$  |

**Tableau 6** : Effluents radioactifs gazeux - Activité et dose associée prises en compte dans la mise à jour de l'étude d'impact associée au DMES

**Par relation de proportionnalité** entre les valeurs de rejets et de doses associées considérées dans le DMES, et l'estimation des rejets en iodes et gaz rares pour les essais avant mise en service de FLA3 déterminés au § 2.2.1.2.6, il est possible d'évaluer une dose associée aux essais. Cette dose estimée en considérant que la totalité des rejets est effectuée sur l'année 2018, est présentée dans le tableau ci-dessous :

| Effluents radioactifs gazeux | Activité liée aux Rejets radioactifs prévus dans le cadre des essais avant mise en service de FLA3 (GBq/an) | Dose efficace associée aux Rejets radioactifs prévus dans le cadre des essais avant mise en service de FLA3 (Sv/an) |
|------------------------------|---|---|
| Gaz rares                    | 623   | $2,2 \cdot 10^{-9}$   |
| Iodes                        | $8,70 \cdot 10^{-3}$  | $1,3 \cdot 10^{-8}$   |

**Tableau 7** : Evaluation de la dose efficace associée aux rejets radioactifs prévus dans le cadre des essais avant mise en service de FLA3.

La dose efficace totale due aux rejets radioactifs gazeux liés aux essais ainsi calculée est de  $1,5 \cdot 10^{-8}$  Sv/an, soit 1,5/100 000 mSv/an (scénario le plus pénalisant correspondant à l'enfant de 1 an). Elle est inférieure à  $2 \cdot 10^{-8}$  Sv/an, ce qui représente moins de 2/100 000ème de la limite annuelle d'exposition pour une personne du public fixée à 1 mSv par l'article R1333-8 du Code de la santé publique.

Les rejets radioactifs gazeux du CNPE de Flamanville évalués pour la phase essais restent inférieurs aux limites autorisées pour la phase d'exploitation dans la décision ASN n°2010-DC-0188. Par ailleurs, les débits d'activité en gaz rares et iodes à la cheminée du BAN de FLA3 n'excéderont pas les débits d'activités autorisés dans l'Annexe 2 de la décision ASN n°2010-DC-0188.

**Ainsi, l'étude d'impact des rejets radioactifs à l'atmosphère, mise à jour dans le cadre du DMES de FLA3, est enveloppe vis-à-vis des rejets du site lors de la phase essais, et ne requiert par conséquent pas de mise à jour.**

#### **2.2.1.4.2. Impacts environnementaux**

Les débits de dose reçus par les organismes de référence évalués dans le cadre de la mise à jour du DMES, pour un rejet atmosphérique aux limites autorisées à la mise en service de FLA3, sont compris entre  $3,2 \cdot 10^{-3} \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$  (insectes volants) et  $8,2 \cdot 10^{-3} \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$  (mammifères). Les Indices de Risque calculés à partir de la valeur de débit total de dose sans effet ( $10 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ) sont compris entre  $9,6 \cdot 10^{-4}$  et  $2,5 \cdot 10^{-3}$  respectivement pour les mêmes espèces. Ces Indices de Risque sont très inférieurs à la valeur seuil de 1, représentant la limite en-dessous de laquelle il n'y a pas de risque sur l'environnement terrestre.

En conclusion, l'impact associé aux rejets radioactifs atmosphériques des essais avec gaz traceurs, aux limites de rejets autorisées à la mise en service de FLA3, est négligeable dans l'environnement terrestre.

**Ainsi, l'étude d'impact des rejets radioactifs à l'atmosphère, mise à jour dans le cadre du DMES de FLA3, est enveloppe vis-à-vis des rejets du site lors de la phase essais, et ne requiert par conséquent pas de mise à jour.**

#### **2.2.1.5. Surveillance des essais**

Les principes de la surveillance des émissions qui sera réalisée lors des essais avec gaz traceurs, sont présentés ci-dessous :

- Une chaîne de détection, définitive ou équivalente fonctionnellement, est mise en place à la cheminée BAN, et permettra de suivre en temps réel et d'historiser les rejets des effluents radioactifs de type gaz rares.
- Les rejets d'iodes radioactifs seront quant à eux évalués à partir des résultats associés aux essais de performance des pièges à iodes. Cela permettra d'évaluer et d'historiser les rejets d'iodes radioactifs.
- Le débit en cheminée lors des essais sera connu et pourra être historisé.

La surveillance de la radioactivité dans l'environnement des installations de Flamanville sera assurée pendant les essais, par le réseau actuel définitif KRS, ce réseau intégrant d'ores et déjà FLA3 dans son périmètre géographique de couverture.

Par analogie avec les limites qui seront applicables à la mise en service de FLA3 avec la prescription [EDF-FLA-130], le CNPE s'engage à respecter pour les essais avec gaz traceurs les débits d'activité instantanés suivants :

- 110 Bq/s moyenné sur 7 jours pour les rejets d'iodes,
- 10 MBq/s moyenné sur 24 heures pour les gaz rares.

Les essais seront réalisés avec un fonctionnement des systèmes permettant un débit en cheminée équivalent au fonctionnement normal.

L'essai sur le TEG est assimilé permanent (comme l'indique la prescription [EDF-FLA-52]). La fin du test sera définie par l'absence d'activité à la cheminée. Par ailleurs, une mesure est réalisée en sortie de TEG. Les autres essais (TEP4, TEP6 et piège à iodes) sont des rejets concertés. Les prescriptions de la décision ASN n°2010-DC-0189 qui sont à appliquer temporairement pendant la durée des rejets associés aux essais sont les suivantes : [EDF-FLA-49], [EDF-FLA-50], [EDF-FLA-51], [EDF-FLA-52], [EDF-FLA-53], [EDF-FLA-57], [EDF-FLA-58], [EDF-FLA-60] et [INB-167-54].

#### **2.2.1.6. Gestion des déchets associée aux essais**

Entre la réalisation des essais avec gaz traceurs et la mise en service de l'installation, la gestion des déchets par FLA3 se fera à l'identique de celle pratiquée lors de la phase chantier : les déchets conventionnels seront triés et collectés dans des bennes puis entreposés sur une aire de transit des déchets avant évacuation vers la filière de traitement adaptée. Lorsque l'ouverture du portail entre FLA3 et les tranches FLA1-2 sera opérationnelle, les déchets conventionnels produits seront envoyés vers l'aire de transit de FLA1-2 et la gestion de ces déchets se fera selon les modalités explicitées dans l'étude déchets.

Entre l'arrivée du combustible sur site et la divergence, les zones surveillées ou contrôlées seront propres sur l'aspect radiologique, et donc considérées comme zones à production de déchets conventionnels.

Cependant, certaines activités (par exemple les contrôles radiologiques) peuvent amener à la production ponctuelle de déchets à traiter en filière nucléaire. Ils seront triés puis collectés dans des sacs dédiés et entreposés dans des fûts dans un local adapté en attente de conditionnement. Cela donnera lieu à un zonage temporaire lié à ces activités.

La volumétrie des déchets liés aux essais traceurs sera faible. Ces déchets consistent en de l'emballage de transport, du matériel de montage provisoire et des déchets de sas ou de confinement. Ce sont des déchets dont les filières existent déjà pour l'exploitation.

Dans l'attente de leur utilisation, les sources radioactives ainsi que les chaînes KRT/KRC seront entreposées dans un conteneur adapté à cet effet, sachant que les sources sont principalement des sources scellées nécessaires pour la phase d'essai. Des sources non scellées sont utilisées pour les activités du laboratoire chaud du POE. Des kits antipollution et des fûts d'entreposage seront présents dans le laboratoire chaud. Les déchets produits seront entreposés dans le local adapté cité ci-dessus.

**2.2.2. Demande de modification n°2 : Demande d'application des limites et modalités associées aux rejets liquides en phase exploitation de Flamanville 3, dès la préparation des essais à chaud.**

**2.2.2.1. Description succincte de la demande**

La demande de modification consiste en une demande d'application des limites et modalités associées aux rejets liquides en phase exploitation de FLA3, dès la préparation des essais à chaud.

Les essais en phase chantier concernés sont les Essais à Chaud (EAC), y compris la phase de préparation des EAC. Ces essais concernent notamment le circuit secondaire (GV et poste d'eau).

Il s'agit donc d'appliquer aux rejets liquides associés à ces essais, les prescriptions modalités et limites de rejet correspondantes issues de la phase exploitation.

**2.2.2.2. Description des essais et estimation des rejets associés**

**2.2.2.2.1. Objectif et description des essais :**

A partir du printemps 2018 mais avant le chargement du combustible en cuve, les essais en lien avec la salle des machines et notamment le poste d'eau passeront à l'étape Essais à Chaud (EAC).

[L'annexe 5](#) présente un schéma simplifié de l'installation.

Concernant le circuit primaire, les EAC ont pour but de:

- tester le fonctionnement de la chaudière et des systèmes auxiliaires associés dans les conditions normales de température et de pression depuis l'état « cuve fermée » jusqu'à l'état d'« arrêt à chaud », les pompes primaires étant utilisées pour le chauffage de l'installation,
- faire subir un test d'endurance aux équipements internes de la cuve,
- passiver les surfaces du Circuit Primaire Principal (CPP) par un fonctionnement à la température nominale.

Concernant le circuit secondaire, les EAC ont pour but de:

- vérifier le conditionnement thermique et chimique du secondaire
- tester le fonctionnement de la salle des machines dans le domaine AN/GV (jusqu'à l'état d'arrêt à chaud)

Pour cela, les étapes suivantes seront réalisées :

1. Préparation du poste d'eau en amont des EAC
2. Conservation sèche ou humide du poste d'eau
3. Essais à Chaud
4. Conservation sèche ou humide du poste d'eau
5. Nouvelle préparation du poste d'eau en vue du démarrage du réacteur

Chaque étape nécessite des besoins en vapeur et/ou des rejets d'effluents liquides vers le réseau de collecte des eaux d'exhaure de la salle des machines, de vidange des capacités et circuits du poste d'eau (réseau SEK).

Les étapes (1 et 5) de **préparation du poste d'eau** impliquent :

- le remplissage du circuit en eau conditionnée,
- des rinçages du circuit en eau conditionnée,
- l'obtention puis le maintien du conditionnement chimique et thermique du circuit secondaire, grâce notamment à de la vapeur,

Les phases (2 et 4) de **conservation du poste d'eau** prévues à sec impliquent donc une vidange du poste d'eau. Toutefois, en fonction de l'avancement et de l'enchaînement des phases d'essais, une conservation humide, et donc sans vidange du poste d'eau, peut être envisageable. Ce type de conservation peut nécessiter une consommation de vapeur ainsi que des rejets, nécessaires pour maintenir les bonnes conditions de conservation du poste d'eau.

L'ensemble de ces étapes répond à des principes similaires aux conditions prévues pour le fonctionnement normal de la tranche EPR, notamment sur les phases d'arrêt et de redémarrage du réacteur.

Les quantités de substances rejetées dans le cadre de ces essais cumulées au fonctionnement normal des tranches 1 et 2, ne dépasseront pas les limites autorisées du site de FLA1-2-3.

#### **2.2.2.2.2. Caractérisation des flux rejetés**

##### **2.2.2.2.2.1. Données d'entrée**

Les données d'entrée suivantes sont considérées pour l'estimation des flux de rejets dus aux essais:

- Les différentes phases d'essais (avec quelques précisions sur les essais déroulés dans les différentes phases),
- La durée prévisionnelle des essais,
- Les besoins en vapeur auxiliaire SVA (valeurs maximale et moyenne). La vapeur SVA est fournie exclusivement par les générateurs STR des tranches 1 et 2 (pour prendre en compte l'enveloppe des rejets du tritium maximale contenu dans ceux-ci),
- Le volume estimatif d'effluents selon les phases d'essais,
- Les valeurs maximales des spécifications chimiques de conservation ou d'exploitation de l'eau utilisée pour ces essais,
- Les flux sont calculés par rapport au planning du chantier de 2016, et seront réalisés en totalité pendant l'année 2018,
- L'ammoniaque issus des incondensables CVI est calculé sur les hypothèses du DARPE de 2006 ajustées aux conditions des essais.

L'enchaînement des différentes périodes d'essais prévus en Salle Des Machines (SDM) en 2018 est le suivant:

---

Indice C

- 3 mois de préparation du poste d'eau avant EAC
- Conservation du poste d'eau (si nécessaire)
- 3 mois d'Essais à Chaud
- Conservation du poste d'eau
- Préparation du poste d'eau pour le démarrage du réacteur

Après la préparation du poste d'eau avant EAC, il peut y avoir, si nécessaire et selon l'avancement des essais côté îlot nucléaire, une période d'attente associée à une conservation du poste d'eau. Cette conservation serait humide avec maintien du vide au condenseur dans le cas où la durée serait inférieure à 3 semaines et sèche dans le cas contraire.

A partir des EAC, les procédures d'essais et de conduite sont celles qui sont utilisées pour les essais opérationnels, l'exploitation et le démarrage ultérieurs de l'installation, avec toutefois certaines adaptations telle que l'utilisation de vapeur provenant de chaudières externes pour tenir compte de l'absence de cœur.

Il peut donc être considéré que les spécifications chimiques de l'eau contenue dans le poste d'eau sont identiques à celles présentes au démarrage de FLA3.

Pour la période entre les EAC et le chargement, il n'y a à l'heure actuelle pas d'essais définis pour la Salle des Machines. Le poste d'eau sera donc soit en conservation humide soit en conservation sèche.

Compte-tenu de la durée de cette période, la conservation à considérer est en première approche une conservation sèche.

Néanmoins, afin d'être conservatif, pour estimer les substances chimiques maximales rejetées, l'hypothèse retenue pour les rejets liquides est la somme des estimations suivantes :

- les rejets correspondant à 3 semaines de conservation humide avec maintien du vide et soutien continu de SVA,
- les rejets correspondant à une conservation sèche après vidange complète du poste d'eau.

#### **2.2.2.2.2. Préparation aux essais à chaud du circuit primaire et de ses auxiliaires**

##### 2.2.2.2.2.1. Objectif et description de l'essai :

Le but de cet essai est de remplir les différents systèmes primaires en acide borique et de mettre en conservation sèche ou humide les générateurs de vapeur. Durant cette phase, il n'y a pas de rejet d'acide borique prévu. Préalablement au remplissage des circuits, ces derniers seront rincés avec de l'eau déminéralisée non conditionnée.

##### 2.2.2.2.2.2. Estimation des rejets associés

En fonction de l'enchaînement des essais ou des travaux, notamment en cas d'épreuve hydraulique, les générateurs de vapeur sont susceptibles d'être conservés en phase humide pendant une courte période.

Ce scénario ayant le plus d'impact sur les rejets, il est retenu pour évaluer les flux des espèces chimiques lors de cet essai. La conservation sèche ne génère pas d'effluent hormis ceux de la vidange.

Le volume d'eau d'un générateur de vapeur est de 160 m<sup>3</sup>. Il y a quatre générateurs de vapeur dans le design de l'EPR. Seuls les GV sont conditionnés. Aussi, seuls les GV sont considérés pour la détermination des rejets.

Rejets d'éthanolamine :

En tenant compte d'une concentration en éthanolamine de 1,5 mg/L, le flux rejeté en éthanolamine est estimé à :  $160 \times 4 \times 1,5 / 1\ 000 = 0,960$  kg.

Rejets d'ammoniaque :

En tenant compte d'une concentration en ammoniaque de 8,5 mg/L, le flux rejeté en ammoniaque est estimé à :  $160 \times 4 \times 8,5 / 1\ 000 = 5,44$  kg.

Rejets d'hydrazine :

En tenant compte d'une concentration en hydrazine de 166 mg/L, la quantité d'hydrazine présente dans les circuits est estimée à :  $160 \times 4 \times 166 / 1\ 000 = 106$  kg. L'hydrazine sera détruite dans les bâches SEK et KER selon la technique du bullage à l'air avant rejet. Le rejet se fera alors à une concentration équivalente en hydrazine de 0,1 mg/L ce qui entraînera un flux rejeté en hydrazine équivalent à  $160 \times 4 \times 0,1 / 1000 = 0,064$  kg.

Concernant les rinçages préliminaires à l'eau déminéralisée non conditionnée, le volume d'effluent est estimé à 16 542 m<sup>3</sup>. Ce volume correspond à trois fois le volume de l'ensemble des circuits primaires.

Il n'est pas attendu de rejets de substances chimiques mais des contrôles seront effectués pour vérifier la qualité de ces eaux.

### **2.2.2.2.3. Préparation des essais à chaud du circuit secondaire**

#### 2.2.2.2.3.1. Objectif et description de l'essai :

Le but de cet essai est de préparer le circuit secondaire pour les essais à chaud puis de le maintenir dans des conditions thermiques et chimiques favorables à son exploitation future. La vapeur est nécessaire pour faire fonctionner le dégazage de l'eau alimentaire par la bêche ADG, et pour maintenir le vide au condenseur.

Les étapes de préparation du poste d'eau impliquent :

- le remplissage du circuit en eau conditionnée,
- des rinçages du circuit en eau conditionnée,
- l'obtention puis le maintien du conditionnement chimique et thermique du circuit secondaire, grâce notamment à de la vapeur.

L'ensemble de ces étapes répond à des principes similaires aux conditions prévues pour le fonctionnement normal de la tranche EPR, notamment sur les phases d'arrêt et de redémarrage du réacteur.

Les phases de conservation du poste d'eau prévues à sec impliquent une vidange du poste d'eau. Toutefois, en fonction de l'avancement et de l'enchaînement des phases d'essais, une conservation humide, et donc sans vidange du poste d'eau, peut être envisagée. Ce type de conservation peut nécessiter une consommation de vapeur ainsi que des rejets, nécessaires pour maintenir les bonnes conditions de conservation du poste d'eau.

Le scénario de conservation humide du poste d'eau est retenu pour estimer les rejets. En effet, il est plus dimensionnant en termes de concentration en substances chimiques dans les circuits et de rejet de ces substances, ainsi qu'en terme de consommation de vapeur, que le scénario de conservation sèche.

#### 2.2.2.2.3.2. Estimation des rejets associés

Le circuit secondaire a été rincé lors des phases d'essais précédentes et mis en conservation. L'essai débute sur une nouvelle phase de rinçage puis sur une chauffe du circuit par de la vapeur produite par le système SVA lui-même alimenté par la vapeur du circuit secondaire principal des tranches 1 ou 2 de Flamanville.

#### 1<sup>er</sup> étape : Remplissage et rinçage du circuit secondaire :

Cette étape consiste à remplir le circuit secondaire en eau puis à effectuer un rinçage à froid pour atteindre les critères chimiques requis pour permettre la mise en chauffe de ce circuit. Le volume d'effluent produit est estimé à 5 550 m<sup>3</sup> ce qui correspond à trois fois le volume du circuit secondaire.

Pour maîtriser les phénomènes de corrosion, l'éthanolamine et l'ammoniaque sont utilisés pour atteindre le pH de moindre corrosion. L'hydrazine est ajoutée pour neutraliser l'oxygène dissous. Les concentrations des produits de conditionnement sont optimisées pour assurer une conservation à froid humide du circuit secondaire :

| Paramètre    | Valeur limite d'exploitation (mg/L) |
|--------------|-------------------------------------|
| éthanolamine | 4                                   |
| ammoniaque   | 8                                   |
| hydrazine    | 80                                  |

**Tableau 8** : Valeurs limites d'exploitation - remplissage et rinçage du circuit secondaire.

Les flux enveloppes rejetés sont calculés à partir des volumes prévisionnels et des concentrations maximales normales en fonctionnement, soit :

#### Rejets d'éthanolamine :

En tenant compte d'une concentration en éthanolamine de 4 mg/L, le flux rejeté en éthanolamine est estimé à :  $5\,550 \times 4 / 1\,000 = 22,2$  kg,

Rejets d'ammoniaque :

En tenant compte d'une concentration en ammoniaque de 8 mg/L, le flux rejeté en ammoniaque est estimé à :  $5\,550 \times 8 / 1\,000 = 44,4$  kg.

Rejets d'hydrazine :

La quantité d'hydrazine totale utilisée pour cette conservation est estimée à  $5\,550 \times 80 / 1\,000 = 444$  kg. L'hydrazine sera détruite dans les bâches SEK et KER selon la technique du bullage à l'air avant rejet. Le rejet se fera alors à une concentration équivalente en hydrazine à 0,1 mg/L, soit un flux de  $5\,550 \times 0,1 / 1\,000 = 0,55$  kg.

2<sup>ème</sup> étape : Conditionnement chimique et thermique :

Le circuit secondaire est testé dans les mêmes conditions de température et de pression que celles des essais à chaud.

Les valeurs limites présentées dans le tableau ci-dessous ont été calculées pour limiter au maximum la corrosion des circuits.

| <b>Paramètre</b> | <b>Valeur limite d'exploitation<br/>(mg/L)</b> |
|------------------|--|
| éthanolamine     | 4,0  |
| ammoniaque       | 2,0  |
| hydrazine        | 3,2  |

**Tableau 9** : Valeurs limites d'exploitation- conditionnement chimique.

La durée est estimée à 90 jours avec un besoin de vapeur de 70 t/h pendant 20 heures puis de 24 t/h pendant le reste de la période, soit  $70 \times 20 + 24 \times (4 + 89 \times 24) = 52\,760$  tonnes d'eau sur 90 jours.

Les flux enveloppes rejetés sont calculés à partir des volumes prévisionnels et des concentrations maximales normales en fonctionnement.

Rejets d'éthanolamine :

En tenant compte d'une concentration en éthanolamine de 4 mg/L, le flux rejeté en éthanolamine est estimé à :  $52\,760 \times 4 / 1\,000 = 211$  kg.

Rejets d'hydrazine :

Le rejet d'hydrazine (qui sera détruite dans les bâches SEK et KER selon la technique du bullage à l'air avant rejet) se fera à une concentration équivalente de 0,1 mg/L.

Le flux rejeté en hydrazine est estimé à :  $52\,760 \times 0,1 / 1\,000 = 5,28$  kg.

Rejet d'ammoniaque :

Cas spécifique des rejets d'ammoniaque par le système CVI :

En l'absence de retour d'expérience du démarrage des centrales des paliers EPR, le calcul des quantités d'ammoniaque rejetées issues de la vidange des réservoirs CVI est basé sur les calculs du DARPE de 2006 modulé par le rapport des débits de vapeur se condensant dans le condenseur.

Lors des essais en vapeur, le débit de vapeur produite par les GV est équivalent à celui produit à 4% de la puissance nominale de la tranche. La vapeur se condense dans le condenseur et une partie de l'ammoniaque est extrait avec les incondensables par le système CVI.

Pour les besoins du calcul, le débit de vapeur condensée retenu est celui correspondant à 10% de la puissance nominale de la tranche (puissance la plus basse pour laquelle les données thermodynamiques du constructeur de la turbine sont disponibles). Ces données indiquent pour 10% de la puissance nominale de la tranche un débit de vapeur condensée de 130 kg/s, et pour 100% de la puissance nominale de la tranche un débit de vapeur condensée de 1202 k/s.

A 100 % de puissance nominale, le débit CVI moyen annoncé dans le DARPE de 2006 est de 200 L/h, avec un facteur de concentration de **2 375** entre la valeur d'ammoniaque du fluide du circuit secondaire et celle du fluide de CVI. Ainsi, à 10% de la puissance nominale de la tranche, le débit CVI correspondant est de **22 L/h. Cette dernière valeur ainsi que ce facteur de concentration sont retenus pour tous les essais utilisant de la vapeur, dans le calcul des flux rejetés en ammoniaque.**

Ce débit est estimé pour une durée de 90 jours (soit 2 160 heures) avec une concentration de CVI (de 2 x 2 375) mg/L.

Le flux d'ammoniaque est estimé à :  $2\ 160 \times 22 \times (2 \times 2\ 375) / 106 = 226$  kg.

Le flux total rejeté en ammoniaque est ainsi calculé à  $52\ 760 \times 2 / 1\ 000 + 226 = 331$  kg.

Concernant le conditionnement thermique du circuit secondaire de FLA3, il est à noter que la vapeur nécessaire à ce conditionnement provient des chaudières de FLA1-2.

Cas spécifique du tritium issu de la vapeur auxiliaire produite par les STR de FLA1-2.

- Les essais concernés ne produisent pas de tritium car ils sont réalisés avant divergence de la tranche et avec le combustible en piscine BK.
- La vapeur auxiliaire produite par les STR de FLA 1/2 et utilisée par FLA3 contient du tritium sous forme de molécules d'eau provenant des circuits primaires FLA1-2. La concentration en tritium est comprise entre 100 et 4 000 Bq/L en fonction de la tranche qui produit la vapeur auxiliaire et de sa concentration dans le circuit secondaire. Le tritium se condensera et se retrouvera donc dans les effluents chimiques liquides issus des essais du chantier de FLA3.
- Le bilan global du site en rejet tritium n'est pas modifié, la quantité de tritium produite dépend uniquement du cycle de production des réacteurs en puissance. Néanmoins

l'activité maximale transportée par la vapeur auxiliaire issue de FLA1-2 est estimée à 711 GBq.

- Ce tritium est confiné dans le circuit secondaire et sera rejeté majoritairement par les réservoirs SEK, le reste par les réservoirs KER via les purges KER (ce qui reste similaire à ce qui se passe en phase exploitation).

Les **hypothèses retenues pour calculer l'activité en tritium rejetée** le plus pénalisant sont les suivantes :

- toute la vapeur nécessaire pour les essais provient des tranches de FLA1-2
- l'activité maximale en tritium de 4 000 Bq/l est multipliée par la quantité de vapeur prévisionnelle nécessaire :

Ainsi l'activité rejetée en tritium est estimée à:  $52\,760 \times 4 = 211\,040$  MBq.

**Cette hypothèse est reconduite pour tous les essais suivants, ajustée aux volumes des besoins en vapeur.**

A titre d'information, le retour d'expérience sur 4 ans des rejets en tritium est présenté dans le tableau suivant:

|               | Unité | Moyenne 2012/2015 | Tritium SVA | % de tritium transitant par Flamanville 3 par rapports aux rejets globaux | % de tritium transitant par Flamanville 3 par rapport aux limites |
|---------------|-------|-------------------|-------------|---|---|
| Tritium total | GBq   | 49 675            | 711         | 1,40%   | 0,70%   |

**Tableau 10** : Synthèse des rejets en tritium sur 2012-2015.

3<sup>ème</sup> étape : Conservation du circuit secondaire :

La conservation peut être de deux types :

- Soit une conservation sèche ne générant pas d'effluents autres que ceux de la vidange car le poste d'eau est vidé après l'étape de l'essai du conditionnement thermique.
- Soit une **conservation humide avec maintien du vide au condenseur pour une durée maximale de 3 semaines puis une vidange complète suivie d'une conservation sèche.** C'est ce scénario qui est retenu pour calculer les flux des rejets chimiques.

Les valeurs limites présentées dans le tableau ci-dessous ont été calculées pour limiter au maximum la corrosion des circuits.

| Paramètre    | Valeur limite d'exploitation<br>(mg/L) |
|--------------|--|
| éthanolamine | 4                                      |
| ammoniaque   | 2                                      |
| hydrazine    | 3.2                                    |

**Tableau 11** : Valeurs limites d'exploitation-conservation du circuit secondaire.

La concentration d'hydrazine est fonction de la concentration en oxygène dissous dans le circuit secondaire. La durée est estimée à 21 jours avec un besoin de vapeur de 13 t/h pendant 20 heures puis de 9 t/h pendant le reste de la durée. Le circuit est ensuite vidangé pour être conservé à sec.

Ainsi le volume d'effluent produit est estimé à  $13 \times 20 + 9 \times (4 + 20 \times 24) = 4\,616 \text{ m}^3$  auquel s'ajoute la vidange de  $1\,850 \text{ m}^3$ , soit au total  $6\,466 \text{ m}^3$ .

Rejets d'éthanolamine :

En tenant compte d'une concentration en éthanolamine de 4 mg/L, le flux rejeté en éthanolamine est estimé à :  $6\,466 \times 4 / 1\,000 = 26 \text{ kg}$ .

Rejets d'ammoniaque :

Le flux rejeté en ammoniaque est estimé à :  $6\,466 \times 2 / 1\,000 + (2 \times 2\,375 \times 22 \times (21 \times 24)) / 10^6 = 66 \text{ kg}$ .

Rejets d'hydrazine :

Le flux rejeté en hydrazine est estimé à :  $6\,466 \times 0,1 / 1\,000 = 0,65 \text{ kg}$  en considérant que l'hydrazine est détruite dans les réservoirs SEK.

Activité rejetée en tritium :

$6\,466 \times 4 = 25\,864 \text{ MBq}$  (selon la méthode décrite à l'étape précédente).

**2.2.2.2.4. Essais à chaud du circuit primaire et de ses auxiliaires**

2.2.2.2.4.1. Objectif et description de l'essai :

Le but de cet essai est de remplir le circuit primaire en eau conditionnée en acide borique neutralisé avec de la lithine et de faire monter en température le fluide pour passiver les aciers constituant le circuit en faisant circuler cette solution d'acide borique à chaud. Cette étape capitale permet de limiter en exploitation la dissémination de produits d'activation et de réduire l'impact radiologique sur le personnel intervenant sur l'installation.

Deux scénarios sont envisagés :

- l'utilisation d'une solution d'acide borique naturel qui devra être rejetée à la fin de l'essai,

- l'utilisation d'une solution d'acide borique enrichi qui pourrait être conservé à la fin des essais si ses caractéristiques chimiques restent compatibles avec les critères d'exploitation.

Dans les deux scénarios, les résines échangeuses d'ions du circuit RCV seront utilisées pour purifier le circuit primaire de ses produits de corrosion.

Les générateurs de vapeur sont conservés en phase humide puis connectés au circuit secondaire. Les substances chimiques contenues dans les GV participeront au conditionnement du circuit secondaire.

#### 2.2.2.2.4.2. Estimation des rejets associés

L'estimation des rejets issus de cette phase d'essais est basée sur la quantité d'acide borique utilisé pour la phase de passivation et rejeté (pour des contraintes de qualité incompatible avec sa réutilisation pour l'exploitation). La concentration en acide borique du circuit RCV et des autres systèmes sollicités lors de cette phase est de 5,7 g/kg selon la procédure d'exécution des essais chimie des fluides en phase.

Les flux rejetés sont estimés à partir des volumes des différents circuits : volume du RCP de 460 m<sup>3</sup>, volume du RCV de 20 m<sup>3</sup>, volume du RIS de 80 m<sup>3</sup>.

Le flux rejeté d'acide borique est estimé à:  $(460+20+80) \times 5,7 = 3\,200$  kg, soit 3,2 tonnes.

#### **2.2.2.2.5. Essais à chaud du circuit secondaire**

##### 2.2.2.2.5.1. Objectif et description de l'essai :

Les essais à chaud permettent des tests de fonctionnement de la turbine puis de l'ensemble du poste d'eau dans des conditions favorables thermiquement et chimiquement en attente du chargement du combustible et des essais suivants.

Les étapes des essais à chaud du poste d'eau impliquent :

- Le maintien du conditionnement thermique et chimique du poste d'eau en utilisant la vapeur provenant des circuits secondaires des tranches 1 et 2,
- La conservation du circuit secondaire en maintenant le vide au condenseur avec les éjecteurs fonctionnant avec de la vapeur des tranches 1 et 2,
- La préparation pour les essais post chargement combustible, qui sont en dehors du périmètre de la présente demande.

En fonction de l'avancement et de l'enchaînement des phases d'essais, la durée des étapes des essais à chaud peut varier. Le scénario retenu pour cette étude est celui correspondant au planning le plus restreint. L'hypothèse retenue pour l'estimation des flux est que les essais sont effectués avec une utilisation continue de vapeur sans passage en conservation sèche des circuits secondaires.

2.2.2.2.5.2. Estimation des rejets associés

Le circuit secondaire est conditionné chimiquement et thermiquement suite à la phase préparatoire, ou mis en conservation sèche. Dans le deuxième cas, l'essai commence sur un conditionnement thermique et chimique du circuit.

A la fin des EAC, le circuit secondaire est mis en conservation humide avec le vide au condenseur ou en conservation sèche.

Afin de faire une évaluation maximale des rejets, les hypothèses retenues pour calculer les flux ne tiennent pas compte de la conservation sèche.

Les valeurs limites présentées dans le tableau ci-dessous ont été calculées pour limiter au maximum la corrosion des circuits :

| Paramètre    | Valeur limite d'exploitation<br>(mg/L) |
|--------------|--|
| éthanolamine | <b>4,0</b>                             |
| ammoniaque   | <b>2,0</b>                             |
| hydrazine    | <b>0,8</b>                             |

**Tableau 12** : Valeurs limites d'exploitation - EAC du circuit secondaire.

1<sup>er</sup> étape Essais à chaud :

Le circuit secondaire est mis en conditions équivalentes à celles de l'exploitation pour réaliser les essais nécessaires au démarrage de la tranche 3 de Flamanville.

La durée est estimée à 92 jours avec un besoin de vapeur de 70 t/h pendant 20 heures puis de 24 t/h pendant le reste de la durée. Les conditions des essais en pression et en température à chaud sont identiques aux conditions d'exploitation. Une partie de la chaleur des pompes primaires en service pourra être utilisée pour maintenir le circuit secondaire à chaud et diminuer les besoins. Néanmoins, la faisabilité technique de cette alternative n'étant pas connue à ce jour, cette alternative à moindre impact n'est pas prise en compte pour l'estimation des rejets.

La quantité d'effluents produite sera donc de :  $70 \times 20h + 24 \times (91 \times 24 + 4) = 53\,912 \text{ m}^3$  d'effluents sur 92 jours.

Rejets d'éthanolamine :

En tenant compte d'une concentration en éthanolamine de 4 mg/L, le flux rejeté en éthanolamine est estimé à :  $53\,912 \times 4 / 1\,000 = 216 \text{ kg}$ .

Rejets d'ammoniaque :

Le flux rejeté en ammoniaque est estimé à :  $53\,912 \times 2 / 1\,000 + 2 \times 2\,375 \times 92 \times 24 \times 22 / 10^6 = 339 \text{ kg}$

Rejets d'hydrazine :

Le flux rejeté en hydrazine est estimé à :  $53\,912 \times 0,1 / 1\,000 = 5,4 \text{ kg}$  après destruction dans les réservoirs

SEK

Indice C

Activité rejetée en tritium :

L'activité maximale rejetée en tritium peut être calculée à partir de la quantité de vapeur prévisionnelle et de l'activité maximale en tritium de 4 000 Bq/L. Elle est estimée à :  $53\,912 \times 4 = 215\,648$  MBq.

2eme étape : Conservation du circuit secondaire avec le vide maintenu dans le condenseur :

La durée de cette étape est de 2 mois dont trois semaines avec utilisation de vapeur et ensuite passage en conservation sèche.

Les valeurs limites présentées dans le tableau ci-dessous ont été calculées pour limiter au maximum la corrosion des circuits

| paramètre    | Valeur limite d'exploitation<br>(mg/L) |
|--------------|--|
| éthanolamine | 4                                      |
| ammoniaque   | 2                                      |
| hydrazine    | 3,2                                    |

**Tableau 13 :** Valeurs limites d'exploitation - conservation du circuit secondaire avec vide au condenseur.

La durée est estimée à 21 jours avec un besoin de vapeur de 13 t/h pendant 20 heures puis de 9 t/h pendant le reste de la période. Le circuit est ensuite vidangé pour être conservé à sec.

Le volume d'effluent produit est alors de  $13 \times 20 + 9 \times (20 \times 24 + 4) = 4\,616$  m<sup>3</sup> sur 21 jours auquel s'ajoute la vidange de 1 850 m<sup>3</sup>, soit un volume de 6 466 m<sup>3</sup>.

Rejets d'éthanolamine :

En tenant compte d'une concentration en éthanolamine de 4 mg/L, le flux rejeté en éthanolamine est estimé à :  $6\,466 \times 4 / 1\,000 = 26$  kg

Rejets d'ammoniaque :

Le flux rejeté en ammoniaque est estimé à :  $6\,466 \times 2 / 1\,000 + 2 \times 2\,375 \times 21 \times 24 \times 22 / 10^6 = 66$  kg

Rejets d'hydrazine :

Le flux rejeté en hydrazine est estimé à :  $6\,466 \times 0,1 / 1\,000 = 0,65$  kg après destruction dans les réservoirs SEK

Activité rejetée en tritium :

Elle est calculée à partir de la quantité de vapeur prévisionnelle et de l'activité maximale en tritium de 4 000 Bq/L et est estimée à :  $6\,466 \times 4 = 25\,864$  MBq.

3eme étape préparation aux essais post chargement :

Le circuit secondaire est conditionné aux conditions chimiques et thermiques identiques à celle prévues en exploitation en préparation des essais des circuits primaires post chargement.

La durée est estimée à 92 jours avec un besoin de vapeur de 70 t/h pendant 20 heures puis de 24 t/h pendant le reste de la durée. Les conditions des essais en pression et en température à chaud sont identiques aux conditions d'exploitation. Une partie de la chaleur des pompes primaires en service pourra être utilisée pour maintenir le circuit secondaire à chaud et diminuer les besoins. Néanmoins, la faisabilité technique de cette alternative n'étant pas connue à ce jour, cette alternative à moindre impact n'est pas prise en compte pour l'estimation des rejets.

La quantité d'effluents produite serait donc de :  $70 \times 20 + 24 \times 91 \times 24 + 4 \times 24 = 53\,912 \text{ m}^3$  d'effluents sur 92 jours.

Rejets d'éthanolamine :

En tenant compte d'une concentration en éthanolamine de 4 mg/L, le flux rejeté en éthanolamine est estimé à :  $53\,912 \times 4 / 1\,000 = 216 \text{ kg}$

Rejets d'ammoniaque :

Le flux rejeté en ammoniaque est estimé à :  $53\,912 \times 2 / 1\,000 + 2 \times 2\,375 \times 2208 \times 22 / 10^6 = 339 \text{ kg}$

Rejets d'hydrazine :

Le flux rejeté en hydrazine est estimé à :  $53\,912 \times 0,1 / 1\,000 = 5,4 \text{ kg}$  après destruction dans les réservoirs SEK

Activité rejetée en tritium :

Elle est calculée à partir de la quantité de vapeur prévisionnelle et de l'activité maximale en tritium de 4 000 Bq/L et est estimée à :  $53\,912 \times 4 = 215\,648 \text{ MBq}$ .

**2.2.2.2.6. Evaluation des autres substances chimiques soumises à réglementation.**

2.2.2.2.6.1. Rejets en phosphates

Le phosphate trisodique est utilisé pour la conservation des circuits en acier noir monophasique. Il n'y a pas d'essais spécifiques associés à la présente demande. Les circuits phosphatés pendant cette période seront en configuration d'exploitation.

Les rejets en 2016 pour le conditionnement et la conservation des circuits phosphatés RRI train 4 et SRI en phosphates ont été de 74 kg. Il n'y a pas, pour ces deux circuits, de phénomène de carbonatation, les dispositifs mis en place sont efficaces.

Pour l'année 2018, les rejets en phosphates peuvent être estimés à ceux d'une tranche palier N4, soit environ 200 kg par an. Ces estimations sont compatibles avec l'étude d'impact du DARPE de 2006 et avec les rejets autorisés par les décisions limites et modalités du site pour la phase d'exploitation.

2.2.2.2.6.2. Rejets en métaux totaux.

L'estimation réalisée avec une approche maximale, des rejets potentiellement engendrés par les essais a mis en évidence un risque de dépassement de la limite annuelle en métaux totaux initialement dimensionnée pour la phase d'exploitation de FLA1-2-3.

Une demande de nouvelles limites pour les rejets des métaux totaux doit être réalisée.

Cette demande de révision des limites en flux de métaux totaux est présentée dans la demande de modification n°5 au [Chapitre 2.2.5](#).

**2.2.2.2.7. Tableau de synthèse des flux rejetés**

Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des flux de rejets associés aux essais et les compare aux valeurs limites réglementaires.

Il n'inclut pas les métaux totaux qui sont présentés au [Chapitre 2.2.5](#).

L'évaluation de l'impact de ces rejets est présentée au [Chapitre 2.2.2.7](#).

| Substance                             | Origine du rejet  |  | Flux rejeté | Flux annuel autorise ajouté FLA123 | % de l'autorisation Limites autorisées (Décision ASN 2010-DC-0188) |
|---------------------------------------|---|--|-------------|------------------------------------|--|
| Ethanolamine                          | Préparation aux EAC du Circuit primaire et de ses auxiliaires |  | 1 kg        | 1 150 kg                           | 63   |
|                                       | Préparation EAC circuit secondaire                            | 1.Remplissage et rinçage du circuit secondaire     | 22 kg       |                                    |  |
|                                       |   | 2.Conditionnement thermique et chimique            | 211 kg      |                                    |  |
|                                       |   | 3.Conservation circuit secondaire                  | 26 kg       |                                    |  |
|                                       | EAC Circuit secondaire  | 1.EAC  | 216 kg      |                                    |  |
|                                       |   | 2.Conservation circuit sec avec vide au condenseur | 26 kg       |                                    |  |
|                                       |   | 3.Préparation essais post chargement               | 216 kg      |                                    |  |
|                                       | <b>Total des essais</b>                                       |  |             |                                    |  |
| Equivalent azote Total (exprimé en N) | Préparation aux EAC du Circuit primaire et de ses auxiliaires |  | 4 kg        | 14 700 kg                          | 6  |
|                                       | Préparation EAC circuit secondaire                            | 1.Remplissage et rinçage du circuit secondaire     | 35kg        |                                    |  |
|                                       |   | 2.Conditionnement thermique et chimique            | 258 kg      |                                    |  |
|                                       |   | 3.Conservation circuit secondaire                  | 51 kg       |                                    |  |
|                                       | EAC Circuit secondaire  | 1.EAC  | 264 kg      |                                    |  |
|                                       |   | 2.Conservation circuit sec avec vide au condenseur | 51 kg       |                                    |  |
|                                       |   | 3.Préparation essais post chargement               | 264 kg      |                                    |  |
|                                       | <b>Total des essais</b>                                       |  |             |                                    |  |
| Hydrazine                             | Préparation aux EAC du CPP et de ses auxiliaires              |  | 0,06 kg     | 54 kg                              | 33   |
|                                       | Préparation EAC   | 1.Remplissage et rinçage                           | 0,55 kg     |                                    |  |

|                         |   |   |             |             |     |
|-------------------------|---|---|-------------|-------------|-----|
|                         | <b>circuit secondaire</b>                           | du circuit secondaire                               |             |             |     |
|                         |   | 2. Conditionnement thermique et chimique            | 5,3 kg      |             |     |
|                         |   | 3. Conservation circuit secondaire                  | 0,65 kg     |             |     |
|                         | <b>EAC Circuit secondaire</b>                       | 1. EAC  | 5,4 kg      |             |     |
|                         |   | 2. Conservation circuit sec avec vide au condenseur | 0,65 kg     |             |     |
|                         |   | 3. Préparation essais post chargement               | 5,4 kg      |             |     |
| <b>Total des essais</b> |   | 18 kg   |             |             |     |
| Tritium (1)             | <b>Préparation EAC circuit secondaire</b>           | 2. Conditionnement thermique et chimique            | 211 040 MBq | 165 000 GBq | 0,4 |
|                         |   | 3. Conservation circuit secondaire                  | 25 864 MBq  |             |     |
|                         |   | <b>EAC Circuit secondaire</b>                       | 1. EAC      |             |     |
|                         | 2. Conservation circuit sec avec vide au condenseur |   | 25 864 MBq  |             |     |
|                         | 3. Préparation essais post chargement               |   | 215 648 MBq |             |     |
|                         | <b>Total des essais</b>                             |   | 694 GBq     |             |     |
| Acide borique           | <b>EAC du CPP et auxiliaires</b>                    |   | 3,2 tonnes  | 17,6 tonnes | 18  |
| Phosphates              | <b>Tous les essais</b>                              |   | 200 kg      | 2 000 kg    | 10  |

(1) Le tritium n'est pas produit par les essais de Flamanville 3, Il est contenu dans la vapeur utilisée pour la chauffe du circuit secondaire provenant des tranches 1 et 2

**Tableau 14 : Synthèse des flux rejetés.**

Les flux « Equivalent en azote total » présentés dans le tableau ci-dessus sont calculés à partir du rapport des masses molaires entre l'azote  $[M(N) = 14 \text{ g/mol}]$  et l'ammoniaque  $[M(NH_4^+) = 18 \text{ g/mol}]$ .

### 2.2.2.3. Coûts/bénéfices de la solution envisagée

#### **Bénéfice sur la dispersion des rejets en mer**

Conformément à l'article 22 de l'arrêté du 24 octobre 2006 dit « arrêté de rejet chantier », les rejets des effluents issus des essais du conditionnement sont réalisés, comme l'ensemble des rejets du chantier et des essais, dans le canal d'amenée via l'émissaire R15.

Cet émissaire collecte uniquement les eaux de pluies et les eaux d'infiltration de la plate-forme du chantier. Le débit de cet émissaire est directement lié aux conditions climatiques. L'arrêté de rejet chantier n'impose aucun débit minimal dans cet émissaire lors des rejets des espèces chimiques autorisés par l'article 22.

La décision « modalités » du site impose une pré-dilution de 20 m<sup>3</sup>/s minimum dans les bassins de rejet de tranche 1 ou 2 puis une dilution en mer dans une zone favorable.

L'application anticipée des prescriptions de la décision Modalités (ASN n°2010-DC-0189) permet d'assurer une meilleure maîtrise des rejets liquides du chantier par rapport aux prescriptions de l'arrêté de chantier, ainsi qu'une diffusion de meilleure qualité.

Les émissaires de rejet du site sont présentés dans [l'annexe 2](#).

Un schéma simplifié des réseaux est présenté dans [l'annexe 7](#).

#### **Bénéfice sur la production de déchets non valorisables.**

Pendant la phase chantier, les rejets d'éthanolamine et d'ammoniaque des effluents liquides ne sont pas autorisés par l'arrêté de chantier. Néanmoins, ces substances sont nécessaires à EDF pour maîtriser la conservation des circuits de l'EPR et pour garantir la durée de vie prévue de l'installation. Pour pouvoir mener le chantier tout en respectant les exigences réglementaires actuellement en vigueur, EDF a décidé de traiter les effluents contenant ces substances chimiques par une installation dite UTE (unité de traitement des effluents). Les autres substances chimiques autorisées par l'arrêté de chantier sont rejetées sans passage sur l'UTE dans les conditions définies par l'arrêté.

L'UTE est en service sur Flamanville depuis 2012. Ce système permet après plusieurs étapes de filtration, de décantation, de traitement par osmose inverse, d'éliminer les ions présents dans l'eau. Le choix de cette technique permet de traiter des volumes importants en limitant l'utilisation de réactifs chimiques mais agit comme un concentrateur pour toutes les espèces chimiques de façon non sélective et les transforment en concentrats qui sont ensuite évacués en tant que déchets.

L'UTE produit une quantité importante de déchets : elle a un rendement de 10 m<sup>3</sup> d'effluent traité pour 1 m<sup>3</sup> de concentrats produits. Des essais menés en 2016 montrent que l'UTE peut augmenter encore son rendement, mais la valeur de 10 semble être un bon compromis entre le REX et les possibilités d'optimisation.

Ces déchets ne sont pas valorisables : les concentrats sont traités en déchet dangereux sous le code européen 161001\* et éliminés en code traitement D10 incinération à terre et donc non valorisé.

**Prévisionnel de fonctionnement à venir :**

Aujourd'hui, on estime que les essais produisant le plus d'effluents sont les essais à chaud du poste d'eau.

Au vu du REX des données de fin 2016, le volume d'eau à traiter pour les essais à chaud du poste d'eau peut être estimé à 175 000 m<sup>3</sup>.

Le volume prévisionnel de déchets concentrés produits pendant l'année 2018 à partir de ce volume d'eau est estimé à :  $175000 / 10 = 17500 \text{ m}^3$  de déchets. Ceci équivaut à 17 500 tonnes de déchets, en code 161001\* et éliminés en code D10 incinéré à terre non valorisé.

Le tableau suivant récapitule ces estimations :

| <b>Année</b> | <b>Volume d'eau (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Volume des déchets prévisionnels associés (tonnes)</b> |
|--------------|-------------------------------------|---|
| 2018         | 175 000                             | 17 500  |

**Tableau 15** : Volume prévisionnel de déchets.

**Conclusion :**

La solution proposée dans le présent dossier, à savoir la mise en œuvre, pour les effluents liquides associés aux essais et au chantier à partir de la phase de préparation des essais à chaud, des modalités de gestion des effluents liquides prévue en exploitation de FLA3, permettra notamment :

- de réduire de manière très importante la quantité de déchets dangereux produits pour cette phase de préparation et d'essais à chaud,
- de réaliser les rejets en mer, avec une bonne dispersion, ce qui permettra de diminuer l'impact des substances rejetées. Cet impact est par ailleurs jugé acceptable pour les limites de rejet prévues, tel que présenté dans le DARPE de 2006,
- d'assurer la maîtrise de ces rejets dans des conditions identiques à celles de l'exploitation, avec notamment la mise en œuvre des modalités de surveillance et de suivi de ces rejets prévus pour l'exploitation.

Le bilan global environnemental de la solution proposée est positif. Il amène à réaliser en mer des rejets de substances dont l'acceptabilité a été démontrée pour la phase exploitation, plutôt que de produire d'importantes quantités de déchets non valorisables et devant être incinérés.

#### **2.2.2.4. État des lieux des installations : écarts matériels entre la phase chantier et la phase exploitation pour le rejet via les bâches SEK/KER**

##### **Effluents rejetés via le système SEK**

En exploitation, les rejets d'effluent SEK proviennent des circuits de la salle des machines. Les effluents sont collectés dans les différents points de purges et de vidanges de l'installation puis orientés vers le puisard SEK qui est équipé d'un déshuileur. Ils sont ensuite envoyés dans un collecteur commun FLA123 pour être enfin dirigés vers les 4 bâches SEK du site de Flamanville. Après analyses, les réservoirs SEK sont rejetés en mer en transitant dans le bassin de rejet des tranches 1 ou 2.

Pour que la configuration des essais pour FLA3 soit identique à celle de l'exploitation, les pré-requis suivants sont nécessaires :

- Le système 3 SEK de l'EPR n'est pas encore raccordé à FLA1-2. Le puisard SEK de la salle des machines de FLA3 est ligné vers l'UTE dans l'attente. Ce raccordement devra être anticipé.
- Le déshuileur SEK de FLA3 n'est pas encore opérationnel. Le raccordement du puisard et la mise en service du déshuileur de FLA3 sont des pré-requis avant de pouvoir envoyer les effluents vers le 0SEK de FLA1-2.
- Deux réservoirs SEK sont actuellement en service et opérationnels. Les deux autres réservoirs SEK (prévus pour la phase exploitation de FLA1-2-3) doivent être raccordés et disponibles pour ces essais en phase chantier. La fin des modifications et les essais permettant de rendre opérationnelles les bâches SEK supplémentaires sont programmés au premier semestre 2017.

##### **Effluents rejetés via le système KER**

En exploitation, les effluents issus des circuits primaires et susceptibles de contenir des matières radioactives sont triés à la source et traités selon leur origine. Ces effluents peuvent contenir des espèces chimiques : de l'acide borique, du lithium mais aussi des phosphates, des dérivés azotés et de l'éthanolamine. Après traitement, ils sont transférés selon leur origine dans l'une des 6 bâches KER du site de FLA1-2-3 via un collecteur commun FLA1-2-3. Le choix du traitement dépend de l'origine et est un compromis entre l'efficacité de l'élimination des matières radioactives et le coût du déchet par rapport à l'impact sur l'environnement.

Les effluents contenant des espèces chimiques et peu d'éléments radioactifs sont transférés vers KER après filtration.

Il existe 3 catégories d'effluents, qui possèdent chacune leur mode de traitement :

- Les effluents contenant des fortes concentrations d'espèces chimiques telles que acide borique, phosphates, sodium, chlorures, calcium etc... et pouvant contenir des matières radioactives significatives sont traités par un évaporateur pour concentrer les espèces chimiques et les éléments radioactifs. Les distillats, ne contenant que du tritium, sont rejetés vers KER tandis que les concentrats sont éliminés sous forme de déchets pour être incinérés.
- Les effluents contenant principalement de l'acide borique et des matières radioactives significatives sont traités par filtration et par séparation sur résines échangeuses d'ions. Les effluents débarrassés des éléments radioactifs hors tritium sont rejetés vers KER.
- Les autres effluents contenant des espèces chimiques et peu d'éléments radioactifs hors tritium sont transférés vers KER après filtration.

Dans le cadre des essais de démarrage, et avant la mise en place du premier élément combustible en cuve, les effluents ne contiennent quasiment pas d'éléments radioactifs artificiels (uniquement des traces de tritium). Ils sont donc assimilables à la 3<sup>ème</sup> catégorie ci-dessus et seront donc, conformément aux pratiques d'exploitation, uniquement filtrés avant transfert vers KER.

Pour que la configuration des essais pour FLA3 soit identique à celle de l'exploitation, les pré-requis suivants sont nécessaires :

- Trois réservoirs KER sont actuellement en service, les trois autres réservoirs KER (prévus pour FLA3) doivent être rendus fonctionnels avant la mise en service de FLA3. Nota : la fin des modifications et les essais permettant de rendre opérationnelles les bâches KER supplémentaires sont programmés premier semestre 2017.
- Le système TEU est ligné soit vers l'UTE, soit vers SEO selon la nature du fluide à rejeter. Le raccordement du système TEU, même par une installation provisoire (auquel cas cette installation temporaire respectera les mêmes fonctionnalités que l'installation définitive avec un respect des limites de rejet) est un pré-requis : la filtration TEU doit donc être rendue opérationnelle pour ces essais préalables à la mise en service de FLA3.

Cas particulier des réservoirs S : ces réservoirs sont dédiés aux tranches en exploitation et leurs conditions d'utilisation sont détaillées dans les décisions « limites » (ASN n°2010-DC-0188) et « modalités » (ASN n° 2010-DC-0189) du CNPE.

#### **2.2.2.5. Démantèlement de l'UTE**

Dans l'optique d'un raccordement anticipé au réseau KER – SEK de FLA1-2, l'UTE ne serait plus nécessaire. La zone où est actuellement entreposée l'UTE sera remise en état pour une potentielle réutilisation ultérieure.

#### **2.2.2.5.1. Opérations préalables au démantèlement**

L'unité de traitement provisoire des effluents est installée sur une dalle béton d'environ 650 m<sup>2</sup>. Elle est constituée principalement de :

- un déshuileur débourbeur permettant de piéger les matières en suspension grossières décantables, ainsi que les hydrocarbures et huiles,
- 4 cuves de 50 m<sup>3</sup> de stockage des effluents à traiter,
- un bâtiment technique de 125 m<sup>2</sup> accueillant le procédé de traitement des effluents, et un local,
- un laboratoire de 15 m<sup>2</sup>, de type bungalow,
- 4 cuves de 200 m<sup>3</sup> de stockage des eaux traitées avant rejet,
- 2 cuves de stockage des effluents concentrés avant évacuation pour traitement de déchets.

La totalité de l'unité de traitement est sur rétention.

Le bâtiment technique est un bâtiment modulaire dont l'ossature, la couverture et le bardage sont en acier galvanisé.

Une inspection de l'état de la dalle béton et des rétentions sera réalisée avant le démantèlement des installations.

Avant le démantèlement, un rinçage de l'installation pourra être effectué. Dans ce cas de figure, les effluents de rinçage seront rejetés via le réseau SEK s'ils sont compatibles avec les autorisations de rejet du CNPE.

Un contrôle des effluents sera réalisé avant rejet.

En cas d'incompatibilité, les effluents de rinçage seront évacués à l'extérieur par camion pour traitement par des filières adaptées.

#### **2.2.2.5.2. Modalités de démantèlement**

L'installation a été conçue afin de favoriser le prémontage en dehors du site pour ne réaliser que l'assemblage et les raccordements sur site. Le démantèlement est prévu de la même façon modulaire. Les opérations d'enlèvement de tous les matériels constitutifs de l'installation, hormis la dalle béton, seront réalisées en vue d'une éventuelle réutilisation ultérieure sur un autre site.

L'évacuation des matériels, et notamment des gros composants, nécessitera la mise en place de grues pour les manipuler et de camions pour les évacuer. Certaines interventions pourront nécessiter l'utilisation d'un chariot élévateur ou d'une nacelle électrique. Une fois le bâtiment technique démonté, les éléments peuvent être évacués par camion. L'ensemble de ces opérations et les risques qu'elles induisent sont couverts par les parades usuelles mises en œuvre dans le cadre du chantier de la tranche EPR.

**2.2.2.5.3. Remise en état de la zone**

L'espace occupé par l'installation sera restitué dans son état d'origine.

La destruction de la dalle béton sera réalisée par EDF. Le volume estimé de béton constituant la dalle est d'environ 400 m<sup>3</sup>.

Avant destruction, un contrôle de l'état de propreté de la dalle sera effectué une fois l'UTE retirée.

Dans le cas où la dalle béton aurait été souillée, les gravats issus de la zone souillée seront traités comme des déchets dangereux.

Les gravats non souillés seront réutilisés de manière prioritaire sur site. En cas d'impossibilité de réutilisation in situ des gravats, ceux-ci seront évacués et traités dans une filière de déchets inertes.

Les natures et volumes de déchets générés n'impacteront pas l'étude déchets du site.

**2.2.2.5.4. Moyens de surveillance appropriés au niveau de la zone.**

En fonction des observations réalisées sur l'état de la dalle (présence de souillures, dégradations du béton,...), un diagnostic environnemental des sols sous-jacents pourra être réalisé afin de s'assurer de l'absence de marquage par des substances chimiques sur ce milieu.

**2.2.2.6. Demande de limites de rejets**

La modification consiste en une demande d'application des limites et modalités associées aux rejets chimiques liquides en phase exploitation de FLA3, dès la préparation des essais à chaud.

**2.2.2.7. Evaluation de l'impact des rejets**

• **Rejets chimiques liquides :**

Le tableau ci-dessous compare la somme des rejets liés aux essais FLA3 sur 2018 et du flux maximal observé en exploitation de FLA1-2 sur les 4 dernières années, aux limites autorisées.

|                      | REX exploitation de FLA1-2 (kg) |       |       |       |                                     | Essais FLA3 (kg) | Flux max FLA1-2 + essais FLA3 (kg) | Limite autorisée annuelle (flux annuel ajouté) (Décision ASN 2010-DC-0188) | % de la limite autorisée (Décision ASN 2010-DC-0188) |
|----------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------------------------------------|------------------|------------------------------------|--|--|
|                      | 2012                            | 2013  | 2014  | 2015  | Flux max sur les 4 dernières années | 2018             |                                    |  |  |
| <b>Acide borique</b> | 7 240                           | 7 600 | 6 200 | 4 400 | 7 600                               | 3 200            | <b>10 800</b>                      | 17 600   | 61   |
| <b>Azote total</b>   | 3 960                           | 3 420 | 3 210 | 2 860 | 3 960                               | 927              | <b>4 887</b>                       | 14 700   | 33   |
| <b>Ethanolamine</b>  | 3,9                             | 3,9   | 6,8   | 21,3  | 21,3                                | 718              | <b>739,3</b>                       | 1 150  | 64   |
| <b>Hydrazine</b>     | 1,6                             | 1,2   | 1,4   | 1,6   | 1,6                                 | 18               | <b>19,6</b>                        | 54   | 36   |

**Tableau 16** : Flux annuels des substances chimiques issues des essais.

Les flux annuels de ces substances restent dans les limites autorisées dont l'impact sur l'environnement a été évalué et estimé acceptable dans le cadre du DARPE de 2006.

• **Cas spécifique du tritium :**

Pour rappel, les essais décrits dans le [Chapitre 2.2.2.2](#) ne sont pas susceptibles de générer des rejets radioactifs liquides.

Le bilan global en tritium du site de Flamanville n'est pas modifié par ces essais, néanmoins l'activité maximale transportée par la vapeur issue des tranches 1 et 2 de Flamanville est estimée à 694 GBq. Ce tritium est confiné dans le circuit secondaire et sera rejeté majoritairement par les réservoirs SEK, le reste par les réservoirs KER via les purges KER (ce qui reste similaire à ce qui se passe en phase exploitation).

- **Conclusion :**

Les rejets chimiques liquides du site dus à la phase essais de l'EPR sont inférieurs aux limites autorisées pour la phase d'exploitation. **L'étude d'impact mise à jour dans le cadre du DMES de FLA3 peut être considérée comme enveloppe vis-à-vis des rejets de la phase d'essais, et ne requiert par conséquent pas de mise à jour** (pas de nouvelle substance, pas d'augmentation des quantités rejetées). Le DMES conclut que la mise en exploitation de l'EPR FLA3 n'aura pas d'impact significatif sur les intérêts protégés mentionnés à l'Article L.593-1 du code de l'environnement.

**2.2.3. Demande de modification n°3 : Demande de limites en flux 24h ajouté pour les paramètres Azote global et Phosphore total dans les effluents en sortie de station d'épuration de Flamanville 1.2.3 – dispositions contraires à l'Arrêté du 02/02/98.**

**2.2.3.1. Origine et motivations**

Les limites réglementaires des rejets au niveau des STEP ont évolué. Les STEP des CNPE sont réglementées, en plus des paramètres habituels, en azote global (en remplacement de l'azote Kjeldhal) et en phosphore total. Ceci, depuis la publication de l'arrêté INB du 7 février 2012 qui renvoie dans son annexe I aux dispositions de l'arrêté ICPE du 2/2/98.

Par cohérence avec les dernières décisions limites et modalités des CNPE récemment renouvelées ou en cours d'instruction, EDF souhaite donc proposer des valeurs limites en flux 24 h pour l'azote global et le phosphore total en sortie de la STEP du CNPE de Flamanville. La STEP est commune aux 3 tranches et est gérée par FLA1-2.

Conformément aux dispositions du II de l'article 4.1.2 de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, ces limites en azote global et en phosphore total doivent être fixées dans la décision de site et valent dispositions contraires aux limites portant sur les mêmes paramètres fixées à l'article 32 de l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

**2.2.3.2. Description de la demande de modification**

***2.2.3.2.1. Proposition de limites de rejets en azote global et en phosphore total en sortie de la station d'épuration Sud***

Le CNPE est actuellement réglementé en azote Kjeldahl et non réglementé en phosphore total. Cependant, des mesures mensuelles en azote Kjeldahl et oxydé ainsi qu'en phosphore total, ont été réalisées de 2014 à 2015 par le CNPE de Flamanville et permettent de proposer des valeurs limites en flux 24 h pour ces deux paramètres.

Nota : La capacité de traitement de la station d'épuration du site de Flamanville est de 1800 équivalents habitants (EQH) répartis sur deux filières (1000 EQH en traitement membranaire et 800 EQH en traitement cultures fixées).

**2.2.3.2.1.1. Retour d'expérience des résultats de mesure pour le paramètre phosphore total**

Le flux 24h moyen et le flux 24h maximal ont été déterminés respectivement à partir des débits moyen et maximal mesurés.

Les résultats sont exposés dans le tableau suivant :

| Paramètre       | Concentration moyenne en sortie de la STEP Sud (mg/l) | Concentration maximale en sortie de la STEP Sud (mg/l) | Flux 24 h ajouté moyen en sortie de la STEP Sud (kg) | Flux 24 h ajouté maximal en sortie de la STEP Sud (kg) |
|-----------------|---|--|--|--|
| Phosphore total | 4,4   | 8,3  | 0,5  | 1,1  |

**Tableau 17** : Retour d'expérience des mesures de concentration en phosphore total et flux 24h.

La proposition de limite en flux 24 h ajouté est déterminée à partir de la concentration et des débits maximum observés (125 m<sup>3</sup>) entre 2014 et 2015. Par ailleurs, les données de REX disponibles en phosphore total en sortie de STEP antérieures au renouvellement des décisions limites du CNPE montrent une fluctuation importante des rejets en phosphore. Cette incertitude nous conduit à prendre un **facteur de sécurité sur ce paramètre égal à 3**.

Ainsi, une **limite de 3,3 kg** en flux 24h ajouté pour le **phosphore total** est proposée.

**2.2.3.2.1.2. Retour d'expérience des résultats de mesure pour le paramètre azote global**

Le CNPE a mis en place une série de mesures à la sortie de la STEP pour déterminer la concentration en azote Kjeldahl et oxydé (azote global = azote Kjeldahl + azote oxydé (nitrites, nitrates)).

Les flux 24h moyen et maximal en azote global ont été déterminés respectivement à partir du débit moyen et maximal mesurés.

| Paramètre    | Concentration moyenne en sortie de la STEP Sud (mg/l) | Concentration maximale en sortie de la STEP Sud (mg/l) | Flux 24 h ajouté moyen en sortie de la STEP Sud (kg) | Flux 24 h ajouté maximal en sortie de la STEP Sud (kg) |
|--------------|---|--|--|--|
| Azote global | 63,2  | 145,2  | 7,9  | 18,2   |

**Tableau 18** : Retour d'expérience des mesures en concentration en azote et flux 24h.

La proposition de limite en flux 24 h ajouté est déterminée à partir du flux 24 h maximal observé. Ainsi, une **limite de 20 kg** en flux 24h ajouté pour l'**azote global** est proposée.

**2.2.3.2.1.3. Impact de l'EPR FLA3 et du grand carénage**

L'exploitation de l'EPR sur le site de Flamanville impactera le nombre de personnes présentes quotidiennement. Le nombre de personnes sur le CNPE peut ainsi varier entre 1 200 pour l'exploitation des tranches 1 et 2 à plus de 5 700 personnes avec les pics dus à l'EPR. Ce nombre pourrait monter jusqu'à 7 000 personnes lors des opérations du grand carénage. L'incertitude issue du nombre de travailleurs dans les années futures nous incite à prendre un **facteur de sécurité de 100 %** sur le dimensionnement des limites de rejets de la STEP. Les propositions de valeurs limites prenant en compte ces incertitudes sont répertoriées dans le tableau suivant :

| Paramètres      | Flux 24 h<br>(kg) |
|-----------------|-------------------|
| Azote global    | 40                |
| Phosphore total | 7                 |

**Tableau 19** : Proposition enveloppe de valeurs limites en flux 24h pour les substances en sortie de la STEP.

**2.2.3.2.2. Prescriptions actuellement en vigueur**

La réglementation actuellement en vigueur sur les effluents de la STEP est donnée par la prescription [EDF-FLA-85] de la décision ASN n°2010-DC-0189 :

« [EDF-FLA-85] :

Le tableau ci-après définit les limites auxquelles les effluents en sortie de la station d'épuration doivent satisfaire :

| Installation  | Substances       | Concentration maximale instantanée en sortie d'installation (mg/L) |
|---|------------------|--|
| Station d'épuration : au point de rejet en sortie de la station avant mélange avec les autres effluents | DBO <sub>5</sub> | 35   |
|   | MES              | 30   |
|   | DCO              | 120  |

**Tableau 20** : limites en sortie de la station d'épuration.

Elle n'indique donc pas de prescription particulière pour les rejets en azote et en phosphore pour la STEP.

### 2.2.3.2.3. Demande de modification

Il est proposé de rajouter les limites suivantes en flux 24h pour l'azote global et phosphore total dans la prescription [EDF-FLA-85] de la décision n°2010-DC-0189 :

| Installation  | Substances                              | Flux 24 h ajouté (kg) |
|---|---|-----------------------|
| Station d'épuration : au point de rejet en sortie de la station avant mélange avec les autres effluents | <b>Azote global<br/>Phosphore total</b> | <b>40 kg<br/>7 kg</b> |

**Tableau 21** : Proposition de modification de la prescription [EDF-FLA-85].

En application de l'arrêté du 2/2/98, il n'y a pas de limite en concentration maximale instantanée en sortie d'installation pour l'azote si la limite en flux 24 heures est inférieure à 50 kg, et pour le phosphore si la limite en flux 24 heures est inférieure à 15 kg.

Le [Chapitre 2.3.2.3.](#) détaille cette proposition de modification de prescription.

### 2.2.3.3. Caractérisation des rejets concomitants

#### 2.2.3.3.1. Caractérisation des rejets en espèces azotées

##### 2.2.3.3.1.1. Origine des différentes espèces azotées

L'azote (hors hydrazine, morpholine ou éthanolamine) est rejetée sous forme d'ammonium et/ou de nitrates, les nitrites étant une forme peu stable dans le temps dans le processus de nitrification.

Les rejets d'azote du CNPE de Flamanville proviennent des origines suivantes :

- Réservoirs T, S, Ex
- Station d'épuration

Pour l'étude d'impact environnemental, les flux ajoutés seront déterminés en :

- Ammonium, issu des réservoirs T, S et Ex et de la STEP (on considère que 100 % de l'azote est sous forme  $\text{NH}_4^+$  pour la STEP et les réservoirs T, S et Ex).
- Nitrates, issus des réservoirs T, S et Ex et de la STEP (on considère que 100 % de l'azote est sous forme  $\text{NO}_3^-$  pour la STEP et les réservoirs T, S et Ex).

##### 2.2.3.3.1.2. Caractérisation des rejets concomitants d'ammonium

Les flux d'ammonium issus des réservoirs T, S et Ex sont calculés à partir du flux d'azote extrait du chapitre 5.3.5 de l'arrêté du 15 septembre 2010 et du rapport des masses molaires définis dans l'équation suivante :

$$\text{Flux } \text{NH}_4^+ = \text{flux N} \times \frac{M(\text{NH}_4^+)}{M(\text{N})}$$

avec  $M(\text{NH}_4^+) = 18 \text{ g/mol}$   
 $M(\text{N}) = 14 \text{ g/mol}$

Le flux 24h d'ammonium issu de la station d'épuration est estimé à partir de la limite de rejet en azote global dimensionnée dans le § 2.2.3.2.1.3, et du rapport des masses molaires.

### 2.2.3.3.1.3. Caractérisation des rejets concomitants de nitrates

Les flux de nitrates issus des réservoirs T, S et Ex sont calculés à partir du flux d'azote extrait du chapitre 5.3.5 de l'arrêté du 15 septembre 2010 et du rapport des masses molaires définis dans l'équation :

$$\text{Flux } \text{NO}_3^- = \text{flux N} \times \frac{M(\text{NO}_3^-)}{M(\text{N})} \quad \text{Flux } \text{NO}_3^- = \text{flux N} \times \frac{M(\text{NO}_3^-)}{M(\text{N})}$$

avec  $M(\text{NO}_3^-) = 62 \text{ g/mol}$   
 $M(\text{N}) = 14 \text{ g/mol}$

Le flux 24h de nitrates issu de la station d'épuration est estimé à partir de la limite de rejet en azote global dimensionnée dans le § 2.2.3.2.1.3, et du rapport des masses molaires.

### 2.2.3.3.2. Synthèse des flux retenus pour les rejets de matières azotées dans l'étude d'impact

Le dimensionnement des rejets en substances azotées par origine et pour l'ensemble du site est répertorié dans le tableau suivant :

| Substances | Scénario dimensionnant | Flux 24 h ajouté (kg) | Flux annuel ajouté (kg) |
|------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Ammonium   | T, S, Ex               | 103                   | 12 471                  |
|            | STEP                   | 51                    | 18 784                  |
|            | <b>T, S, Ex + STEP</b> | <b>154</b>            | <b>31 256</b>           |
| Nitrates   | T, S, Ex               | 354                   | 42 957                  |
|            | STEP                   | 177                   | 64 701                  |
|            | <b>T, S, Ex + STEP</b> | <b>531</b>            | <b>107 659</b>          |

**Tableau 22** : Rejets concomitants en espèces azotées selon les origines du rejet et pour l'ensemble du site.

*N. B.* : le flux annuel issu de la STEP est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Flux annuel} = \text{flux 24 h} \times 365 \text{ j}$$

**2.2.3.3.3. Origine des rejets en phosphates**

Les rejets en phosphates du CNPE de Flamanville proviennent des origines suivantes :

- Réservoirs T, S, Ex
- STEP

**2.2.3.3.4. Caractérisation des rejets concomitants de phosphates**

Les flux de phosphates issus des réservoirs T, S et Ex sont calculés à partir des flux de phosphore extraits du chapitre 5.3.5 de l'arrêté du 15 septembre 2010, et du rapport des masses molaires suivantes :

Masse molaire des phosphates = 95 g/mol

Masse molaire du phosphore = 31 g/mol

Le flux 24h de nitrates issu de la STEP est estimé à partir de la limite de rejet en phosphore total dimensionnée dans le [§ 2.2.3.2.1.3.](#) et du rapport des masses molaires.

**2.2.3.3.5. Synthèse des flux retenus pour les rejets de matières phosphorées dans l'étude d'impact**

Le dimensionnement des limites de rejet en phosphates par origine et pour l'ensemble du site est répertorié

dans le tableau suivant :

| Scénario dimensionnant | Flux 24 h ajouté (kg) | Flux annuel ajouté (kg) |
|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| T, S, Ex               | 200                   | 73 050                  |
| STEP                   | 21                    | 7 670                   |
| <b>T, S, Ex + STEP</b> | <b>221</b>            | <b>80 720</b>           |

**Tableau 23 :** Rejets concomitants en phosphates selon les origines et pour l'ensemble du site - flux retenus dans l'étude d'impact pour les rejets de matières phosphorées.

**2.2.3.4. Synthèse des flux de rejets de matières azotées et phosphorées retenus pour l'étude d'impact**

Les flux retenus pour l'étude d'impact sont présentés dans le tableau suivant :

| Substances       | Origines                                    | Flux 24 ajoutés (kg) | Flux annuel ajouté (kg) |
|------------------|---|----------------------|-------------------------|
| Ammonium         | Réservoirs T, S et Ex + Station d'épuration | 154                  | 31 300                  |
| Nitrates         | Réservoirs T, S et Ex + Station d'épuration | 531                  | 108 000                 |
| Phosphate global | Réservoirs T, S et Ex + Station d'épuration | 221                  | 80 700                  |

**Tableau 24 :** Synthèse des flux retenus pour l'étude d'impact du CNPE de Flamanville

#### 2.2.3.5. Demande de limites de rejets

La modification consiste en une demande de limites en flux 24h ajouté pour les paramètres Azote global et Phosphore total dans les effluents en sortie de station d'épuration de Flamanville 1.2.3 (dispositions contraires à l'Arrêté du 02/02/98).

#### 2.2.3.6. Analyse des effets de la demande sur l'environnement

##### 2.2.3.6.1. Impact des rejets chimiques liquides évalués substance par substance

Dans cette partie, l'analyse repose sur l'évaluation de l'impact potentiel du rejet maximal des substances chimiques issues du CNPE de Flamanville. L'approche est effectuée substance par substance.

Les substances étudiées sont l'ammonium, les nitrates et les phosphates.

##### 2.2.3.6.1.1. Méthodologie retenue pour l'évaluation substance par substance

Dans un premier temps, la contribution maximale de la substance au milieu est estimée :

- Pour les substances dont la contribution maximale n'est pas négligeable devant la teneur moyenne du milieu ( $C_{\max}/C_{\text{initiale}} > 5\%$ ), l'évaluation de l'impact est réalisée en comparant des concentrations cumulées (concentration initiale du milieu + concentration ajoutée après mélange) aux valeurs de références retenues.
- Dans le cas où la contribution maximale est négligeable devant la teneur moyenne du milieu ( $C_{\max}/C_{\text{initiale}} < 5\%$ ), l'analyse est moins approfondie (approche proportionnée) : on s'assure que la contribution de la substance n'est pas susceptible d'avoir un effet sur le milieu, en comparant la concentration ajoutée maximale à la valeur de référence retenue.

##### 2.2.3.6.1.1.1. Méthodes de calcul des concentrations

###### Calcul des concentrations cumulées :

La concentration cumulée d'une substance correspond à sa concentration initiale dans le milieu, à laquelle on ajoute sa concentration ajoutée dans le milieu après mélange. Une approche moyenne et une approche maximale sont étudiées. L'approche maximale revient à se placer dans le cas d'une situation pénalisante.

Les concentrations dans le milieu aquatique sont calculées différemment en fonction de l'approche considérée :

- **Approche moyenne** : le flux annuel ajouté choisi et la concentration initiale considérée représentent des conditions de flux et de concentration initiale « moyennes » dans le milieu tandis que le débit de rejet d'une seule galerie de rejet correspond à des hypothèses pénalisantes

$$C_{\text{cumulée\_moyenne}} = C_{\text{initiale\_moyenne}} + C_{\text{ajoutée\_moyenne}}$$

- **Approche maximale**, très pénalisante (qui permet de couvrir les conditions de flux et de débit exceptionnels) : la concentration ajoutée journalière maximale correspond à un flux maximal de rejet demandée et la concentration amont considérée correspond au percentile 90.

$$C_{\text{cumulée\_maximale}} = C_{\text{initiale\_maximale}} + C_{\text{ajoutée\_maximale\_journalière}}$$

#### Calcul des concentrations initiales :

Les concentrations initiales correspondent aux **concentrations maximales** et/ou **moyennes** d'une substance dans le milieu exempté des rejets du CNPE :

- **concentration initiale moyenne** ( $C_{\text{initiale\_moyenne}}$ ) : qui correspond à la moyenne (de données de suivi, station référence) ou la médiane (de données bibliographiques) pour les sites en bord de mer.
- **concentration initiale maximale** ( $C_{\text{initiale\_maximale}}$ ) : qui correspond au percentile 90 pour les sites en bord de mer.  $C_{\text{initiale\_maximale}} = C_{90\%}$

#### Calcul des concentrations ajoutées :

Approche moyenne :

$$C_{\text{moy ajoutée}} [\text{mg/L}] = \frac{\text{Flux annuel} [\text{kg}] \times 10^6}{\text{Débit nominal 2 files CRF} [\text{m}^3/\text{s}] \times 100 \times 365 \times 3600 \times 24} \times \text{Coeff. de dilution}$$

Approche maximale :

$$C_{\text{max ajoutée}} [\text{mg/L}] = \frac{\text{Flux journalier} [\text{kg}] \times 10^6}{\text{Débit nominal 1 file CRF} [\text{m}^3/\text{s}] \times 100 \times 3600 \times 24} \times \text{Coeff. de dilution}$$

#### 2.2.3.6.1.1.2.

Données d'entrée et hypothèses retenues

- Flux des substances étudiées

Les flux globaux des substances étudiées dans ce dossier sont présentés au [Chapitre 2.2.3.4.](#)

- Concentrations initiales

Les concentrations initiales retenues pour l'étude d'impact sont issues des mesures effectuées par l'IFREMER à la station de référence (station au large, qui permet de caractériser la masse d'eau) entre 2008 et 2012, il s'agit des mesures utilisées dans le cadre du dossier de DMES de FLA3. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous :

| Substances | Concentration du milieu retenu pour l'étude d'impact |                         | Références  |
|------------|--|-------------------------|---|
|            | C <sub>initiale_moyenne</sub> (mg/L)                 | C <sub>90%</sub> (mg/L) |   |
| Ammonium   | 6,7E-03  | 2,1E-02                 | Suivi hydroécologique IFREMER - Station Référence (2008-2014) |
| Nitrates   | 3,9E-01  | 9,3E-01                 | Suivi hydroécologique IFREMER - Station Référence (2008-2014) |
| Phosphates | 2,7E-02  | 4,2E-02                 | Suivi hydroécologique IFREMER - Station Référence (2008-2014) |

**Tableau 25 : Concentration initiale du milieu récepteur considéré dans l'étude d'impact**

Ces concentrations initiales sont représentatives du milieu. Il faut cependant noter qu'elles dépendent de la salinité de l'eau, des conditions météorologiques, des conditions de marée et des apports terrigènes.

- Débits de rejet :

Dans le cas de **l'approche moyenne**, une échelle moyenne qui tient compte du fonctionnement normal (mais enveloppe) du site est considérée. Un débit de rejet des eaux de refroidissement égal à 45 m<sup>3</sup>/s, en fonctionnement nominal, correspondant à 2 files CRF en moyenne sur l'année, est pris en compte.

Dans le cas de **l'approche maximale**, qui correspond à un scénario pénalisant, un débit de rejet des eaux de refroidissement égal à 22,5 m<sup>3</sup>/s est considéré. Ce débit correspond à une situation de fonctionnement particulier, correspondant à une seule file CRF.

- Coefficient de dilution :

Un coefficient de dilution en champ proche (500 m du rejet) égal à 0,21, que ce soit en approche moyenne ou en approche maximale, est considéré.

- Valeurs de référence des substances étudiées:

Pour les substances étudiées dans ce dossier, à défaut de grille spécifique, une comparaison des concentrations cumulées (ou ajoutées si ratio <5%) avec les valeurs de référence choisies qui sont les seuils de la grille de qualité des eaux de mer établie en 1993 par le groupe d'échange CQEL (Cellules de Qualité des Eaux Littorales) pour le compte du Ministère de l'Environnement, est effectuée. Ce projet de grille propose cinq classes par paramètre, dans l'ordre décroissant de qualité : 1A, 1B, 2, 3 et HC (hors classe). La classe 1B est considérée comme représentative d'une bonne qualité des eaux littorales. Les seuils présentés par cette grille permettent de donner un élément de comparaison dans l'évaluation de l'impact. Ces valeurs de référence, présentées dans le tableau ci-dessous, sont utilisées à titre indicatif dans ce dossier.

| Substances        | Grille CQEL 1993 |
|-------------------|------------------|
|                   | Classe 1B        |
| Ammonium (mg/L)   | < 0,05           |
| Nitrates (mg/L)   | < 1              |
| Phosphates (mg/L) | <0,06            |

**Tableau 26** : Valeurs de référence proposées par la grille de qualité des eaux de mer, établie en 1993 par le groupe CQEL (Cellules de Qualité des Eaux Littorales).

### 2.2.3.6.1.1.3. Evaluation de l'impact substance par substance

#### Contribution du rejet de la substance par rapport à sa teneur dans le milieu :

Le tableau suivant montre le ratio entre la concentration maximale ajoutée d'une substance et sa teneur moyenne dans le milieu :

| Substances | C <sub>initiale_moyenne</sub><br>(mg/L) | Flux<br>annuel (kg) | Flux 24h<br>(kg) | C <sub>max_ajoutée</sub><br>(mg/L) | Ratio<br>C <sub>max_ajoutée</sub> /C <sub>initiale_moyenne</sub> |
|------------|---|---------------------|------------------|------------------------------------|--|
| Ammonium   | 6,7E-03                                 | 31 300              | 154              | 1,7E-02                            | 254 %  |
| Nitrates   | 3,9E-01                                 | 108 000             | 531              | 5,7E-02                            | 15 %   |
| Phosphates | 2,7E-02                                 | 80 700              | 221              | 2,4E-02                            | 89%  |

**Tableau 27** : Comparaison entre les concentrations maximales journalières ajoutées et les concentrations initiales moyennes.

### 2.2.3.6.1.2. Evaluation de l'impact des substances

#### 2.2.3.6.1.2.1. Ammonium

L'ammonium provient de la décomposition de la matière organique. Il est un facteur d'eutrophisation important si sa concentration est trop élevée, puisqu'il va constituer un apport en nutriments, direct ou indirect, pour le développement de la biomasse végétale aquatique.

Les valeurs de référence présentées ci-dessus dans le projet de grille CQEL sont utilisées à titre indicatif, afin d'apporter un élément de comparaison.

- **Approche moyenne :**

|          | Concentration initiale<br>moyenne dans la Manche<br>(mg/L) | Concentration moyenne<br>ajoutée dans la Manche<br>(mg/L) | Concentration moyenne<br>cumulée dans la Manche<br>(mg/L) |
|----------|--|---|---|
| Ammonium | 6,7E-03  | 4,6E-03   | 1,1E-02   |

**Tableau 28** : Concentration en ammonium-approche moyenne.

La concentration moyenne cumulée après mélange est de 1,1 E-02 mg/L. Elle est donc inférieure à la limite du seuil de bonne qualité (1B) définie à 5 E-02mg/L dans la grille CQEL présentée dans le tableau 26. En approche moyenne, les rejets en ammonium du CNPE de Flamanville n'auront donc pas d'impact perceptible sur l'environnement aquatique.

- **Approche maximale :**

|          | Concentration initiale maximale dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale ajoutée dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale cumulée dans la Manche (mg/L) |
|----------|---|--|--|
| Ammonium | 2,1E-02   | 1,7E-02  | 3,8E-02  |

**Tableau 29** : Concentration en ammonium-approche maximale.

La concentration cumulée maximale dans la Manche après mélange est de 3,8E-02 mg/L, ce qui correspond, selon la grille CQEL utilisée à titre indicatif, à une classe de qualité 1B présentée dans le tableau 26. La classe de qualité 1B représente une bonne qualité des eaux. En approche maximale, les rejets en ammonium du CNPE de Flamanville n'auront donc pas d'impact perceptible sur l'environnement aquatique.

**Cette analyse permet de conclure que les rejets en ammonium du CNPE de Flamanville ne mettent pas en évidence de risque environnemental sur l'écosystème aquatique de la Manche.**

#### 2.2.3.6.1.2.2. Nitrates

Les nitrates constituent la forme stable oxydée de l'azote. Ils représentent un élément essentiel au développement de la biomasse végétale. Leur teneur dans le milieu constitue un facteur d'amplification des phénomènes d'eutrophisation (notamment lorsque les concentrations en phosphates ne sont pas limitantes).

Les seuils présentés dans le projet de grille CQEL sont utilisés à titre indicatif. Ils permettent d'apporter un élément de comparaison dans l'évaluation de l'impact.

- **Approche moyenne :**

|          | Concentration initiale moyenne dans la Manche (mg/L) | Concentration moyenne ajoutée dans la Manche (mg/L) | Concentration moyenne cumulée dans la Manche (mg/L) |
|----------|--|---|---|
| Nitrates | 3,9E-01  | 1,6E-02   | 4,1E-01   |

**Tableau 30** : Concentration en nitrates-approche moyenne.

La concentration moyenne cumulée dans la Manche après mélange est de 4,1 E-01 mg/L. Elle est donc inférieure à la limite du seuil de bonne qualité (1B) définie à 1 mg/L dans la grille CQEL présentée dans le tableau 26. En approche moyenne, les rejets en nitrates du CNPE de Flamanville n'auront donc pas d'impact perceptible sur l'environnement aquatique.

- **Approche maximale :**

|          | Concentration initiale maximale dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale ajoutée dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale cumulée dans la Manche (mg/L) |
|----------|---|--|--|
| Nitrates | 9,3E-01   | 5,7E-02  | 9,9E-01  |

**Tableau 31** : Concentration en nitrates-approche maximale.

La concentration cumulée maximale dans la Manche après mélange est de 9,9 E-01 mg/L, ce qui correspond, selon la grille CQEL utilisée à titre indicatif, à une classe de qualité 1B présentée dans le tableau 26. La classe de qualité 1B représente une bonne qualité des eaux. En approche maximale, les rejets en ammonium du CNPE de Flamanville n'auront donc pas d'impact perceptible sur l'environnement aquatique.

**Cette analyse permet de conclure que les rejets en nitrates du CNPE de Flamanville ne mettent pas en évidence de risque environnemental sur l'écosystème aquatique de la Manche.**

#### 2.2.3.6.1.2.3. Phosphates

Les phosphates jouent un rôle important dans le développement des organismes autotrophes (notamment les algues planctoniques). Ils contribuent ainsi à l'eutrophisation. La majorité des phosphates dans les milieux aquatiques provient des apports domestiques et agricoles.

Les valeurs de référence présentées dans le projet de grille CQEL sont utilisées à titre indicatif, afin d'apporter un élément de comparaison.

- **Approche moyenne :**

|                   | Concentration initiale moyenne dans la Manche (mg/L) | Concentration moyenne ajoutée dans la Manche (mg/L) | Concentration moyenne cumulée dans la Manche (mg/L) |
|-------------------|--|---|---|
| <b>Phosphates</b> | 2,7E-02  | 1,2 E-02  | 3,9 E-02  |

**Tableau 32** : Concentration en phosphates-approche moyenne.

La concentration cumulée maximale dans la Manche après mélange est de 3,9 E-02 mg/L, ce qui correspond, selon la grille CQEL utilisée à titre indicatif, à une classe de qualité 1B présentée dans le tableau 26. La classe de qualité 1B représente une bonne qualité des eaux définie à 6 E-02. En approche maximale, les rejets en ammonium du CNPE de Flamanville n'auront donc pas d'impact perceptible sur l'environnement.

- **Approche maximale :**

|                   | Concentration initiale maximale dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale ajoutée dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale cumulée dans la Manche (mg/L) |
|-------------------|---|--|--|
| <b>Phosphates</b> | 4,2E-02   | 2,4E-02  | 6,6 E-02   |

**Tableau 33** : Concentration en phosphates-approche maximale.

La concentration cumulée maximale dans la Manche après mélange est de 6,6 E-02 mg/L, et elle dépasse légèrement le seuil de qualité 1B (qui représente une bonne qualité des eaux) définie à 6 E-02. Cependant, ce dépassement ponctuel d'un seuil représentatif d'un impact chronique n'induit pas un impact de ces rejets. En effet, il convient de rappeler que les hypothèses retenues en approche maximale correspondent à un scénario très pénalisant, de faible fréquence d'occurrence. De plus, le projet de grille CQEL prévoit un degré de tolérance de dépassement de la classe pour 10 % des cas, tous paramètres confondus (cf. [tableau 26](#)). Au vu de l'ensemble de ces éléments, les rejets limite 24 heures de phosphates du site de Flamanville, tels qu'étudiés en approche maximale, seront sans impact perceptible sur l'environnement.

**Cette analyse permet de conclure que les rejets en phosphates du CNPE de Flamanville ne mettent pas en évidence de risque environnemental sur l'écosystème aquatique de la Manche.**

#### **2.2.3.6.2. Conclusion de l'étude d'impact environnemental**

**Au vu de l'ensemble de ces éléments, on peut conclure que les rejets d'ammonium, de nitrates et de phosphates tels que présentés dans ce dossier n'auront pas d'impact perceptible sur l'environnement aquatique de la Manche aux abords du CNPE de Flamanville.**

### 2.2.3.7. Evaluation des risques sanitaires

#### 2.2.3.7.1. Méthodologie retenue

La méthodologie retenue est celle de l'Évaluation Quantitative de Risque Sanitaire (EQRS) reprenant les recommandations de l'InVS (institut de Veille Sanitaire) et de l'INERIS (Institut National de l'Environnement et des RISques). Elle comporte quatre étapes :

- l'**identification des dangers**,
- l'**évaluation des relations dose-réponse** qui consiste dans la pratique en l'inventaire des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR),
- l'**évaluation de l'exposition des populations**,
- la **caractérisation des risques**.

Conformément à la démarche d'étude d'impact, l'EQRS s'appuie sur le principe de proportionnalité qui veille à ce qu'il y ait cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude et l'importance du rejet et sa toxicité. Suivant les recommandations du guide INERIS, il est donc effectué ici une évaluation du risque sanitaire dite de premier niveau en adoptant une approche simplifiée pour évaluer l'exposition. De plus, l'EQRS respecte le principe de spécificité qui assure la pertinence de l'étude par rapport aux caractéristiques du site et de son environnement.

Une étape préalable à l'EQRS consiste à inventorier les substances rejetées dans le cadre du fonctionnement normal des installations. Parmi ces substances, seules sont retenues pour l'EQRS celles qui répondent aux deux critères suivants :

- critère 1 : toxicité potentielle ;
- critère 2 : présence à des quantités « significatives » au regard de la concentration initiale dans le milieu et de la toxicité potentielle.

Cette étape de sélection des substances est appliquée au [§ 2.2.3.6.3](#).

#### 2.2.3.7.2. Identification des dangers

Les substances considérées dans cette analyse sont l'ammonium, les nitrates et les phosphates et sont présentées dans le tableau suivant. Les concentrations sont calculées sur la base d'un débit minimal de rejet de 22 m<sup>3</sup>/s et de l'un facteur de dilution en champ proche du rejet de 0,21.

| Substances | Flux 24 h (kg) | Concentration initiale dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale ajoutée dans la Manche (mg/L) | Ratio C <sub>max ajoutée</sub> / C <sub>initiale</sub> |
|------------|----------------|--|--|--|
| Ammonium   | 154            | 2,1.10 <sup>-2</sup>                         | 1,7.10 <sup>-2</sup>                                 | 79 %   |
| Nitrates   | 531            | 9,3.10 <sup>-1</sup>                         | 5,7.10 <sup>-2</sup>                                 | 6 %  |
| Phosphates | 221            | 4,2.10 <sup>-2</sup>                         | 2,4.10 <sup>-2</sup>                                 | 57 %   |

**Tableau 34** : Comparaison entre les concentrations maximales ajoutées et les concentrations initiales.

#### **2.2.3.7.3. Sélection des substances à étudier**

Les ions **ammonium** et **phosphates** ne répondent pas au critère 1 (toxicité potentielle) et ne font pas, par conséquent, l'objet d'une évaluation de risque sanitaire. En effet, ces substances sont considérées comme très peu, voire non toxiques pour l'homme. De plus, aucune valeur guide fondée sur des critères de santé n'est proposée par l'OMS pour ces substances et aucune considération relative à des effets sur la santé humaine n'a été relevée dans la bibliographie pour la voie orale.

Les concentrations maximales ajoutées en **nitrate**s sont faibles au regard de leur toxicité potentielle. L'annexe 6 présente la synthèse des données toxicologiques des nitrates.

L'exposition à cette substance est faible car il s'agit d'une substance peu bioaccumulable. Cette substance ne fait donc pas l'objet d'une évaluation des risques sanitaires.

#### **2.2.3.7.4. Conclusion**

Une évaluation dite de 1<sup>er</sup> niveau d'approche a été effectuée, suivant les recommandations du guide de l'INERIS.

**L'étude réalisée ne met pas en évidence, pour la demande de modification envisagée, de risque sanitaire dû aux rejets chimiques liquides d'ammonium, de nitrates et de phosphates du CNPE de Flamanville pour les populations avoisinantes.**

#### **2.2.3.8. Compatibilité de la demande avec les plans de gestion**

##### **2.2.3.8.1. Compatibilité avec le SDAGE Seine et cours d'eau côtiers normands**

Les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) constituent un outil pour l'aménagement du territoire qui vise à obtenir les conditions d'une meilleure économie de la ressource en eau et le respect des milieux aquatiques du bassin considéré, tout en assurant un développement économique et humain en vue de la recherche d'un développement durable.

#### **Compatibilité avec les orientations fondamentales du SDAGE :**

Le SDAGE Seine et cours d'eau côtiers normands, approuvé par le Comité de Bassin le 5 novembre 2015 définit cinq enjeux majeurs:

- Préserver l'environnement et sauvegarder la santé en améliorant la qualité de l'eau et des milieux aquatiques de la source à la mer.
- Anticiper les situations de crise en relation avec le changement climatique pour une gestion quantitative équilibrée et économe des ressources en eau : inondations et sécheresses.
- Favoriser un financement ambitieux et équilibré de la politique de l'eau.
- Renforcer, développer et pérenniser les politiques de gestion locale.

- Améliorer les connaissances spécifiques sur la qualité de l'eau, sur le fonctionnement des milieux aquatiques et sur l'impact du changement climatique pour orienter les prises de décisions.

Pour une meilleure lisibilité du SDAGE, ces 5 orientations sont traduites sous forme de défis et de leviers transversaux, donc certains sont susceptibles de concerner particulièrement le site de Flamanville. Ces propositions sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

| Proposition-Défis à relever   | Orientations et dispositions   |
|---|--|
| Défi 1 : Diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants classiques | <p>Orientation 1 : Poursuivre la réduction des apports ponctuels de temps sec des matières polluantes classiques dans les milieux tout en veillant à pérenniser la dépollution existante.</p> <p>D1.1. Adapter les rejets issus des collectivités, des industriels et des exploitations agricoles au milieu récepteur.</p> <p>D1.2. Maintenir le bon fonctionnement du patrimoine existant des collectivités, des industriels et des exploitations agricoles au regard des objectifs de bon état, des objectifs assignés aux zones protégées et des exigences réglementaires</p> |

**Tableau 35** : Proposition-Défis à relever et dispositions associées.

D'après les éléments présents au [Chapitre 2.2.3.5.](#), les rejets d'ammonium, de nitrates et de phosphates présents dans ce dossier n'auront pas d'impact perceptible sur l'environnement aquatique de la Manche aux abords du CNPE de Flamanville et ne remettent donc pas en cause l'atteinte ou le maintien du bon état des eaux. La demande n°3 n'est donc pas de nature à remettre en cause l'une des dispositions du SDAGE Seine et cours Normandes.

**Compatibilité avec les objectifs d'atteinte du bon état des eaux du SDAGE :**

Le CNPE se situe sur la masse d'eau côtière FRHC04. Les objectifs de qualité assignés à cette masse d'eau sont résumés dans le tableau ci-après :

| Nom de la masse d'eau             | Code   | Objectif global | Délai | Objectif écologique | Objectif chimique |
|-----------------------------------|--------|-----------------|-------|---------------------|-------------------|
| Cap de Carteret - Cap de la Hague | FRHC04 | Bon état        | 2015  | Bon état            | Bon état          |

**Tableau 36** : Objectifs de qualité assignés à la masse d'eau côtière FRHC04.

D'après les éléments présentés, la demande n°3 n'est pas de nature à influencer l'état de la masse d'eau côtière identifiée et ne remet donc pas en cause l'atteinte des objectifs de qualité assignés à cette masse d'eau.

**En conclusion, la demande de modification n°3 n'est pas de nature à remettre en cause les orientations, dispositions ou objectifs du SDAGE Seine et cours d'eau côtiers normands.**

**2.2.3.8.2. Compatibilité avec le SAGE « Sienne, Soulles, côtiers ouest du Cotentin » :**

La masse d'eau côtière où sont effectués les prélèvements d'eau de mer et les rejets est intégrée dans le périmètre du SAGE Sienne, Soulles, côtiers ouest du Cotentin, qui est actuellement en cours d'instruction (l'Arrêté inter-préfectoral portant délimitation du périmètre du SAGE a été signé le 24 avril 2013). Aucun document n'est actuellement disponible pour ce SAGE.

**2.2.3.8.3. Compatibilité avec le Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) – Manche Mer du Nord**

La sous-région Manche- Mer du Nord est concernée par le Plan d'Action pour le Milieu Marin- Sous-région Manche Mer du Nord, qui est la déclinaison locale de la mise en œuvre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (2008/56/CE).

Le PAMM comprends les éléments suivants :

- une évaluation initiale de l'état de la sous-région marine,
- une définition du bon état écologique de la sous-région, à atteindre pour 2020,
- les objectifs environnementaux,
- un programme de surveillance,
- un programme de mesures.

**Compatibilité avec les objectifs environnementaux du PAMM :**

Les descripteurs et objectifs environnementaux susceptibles d'être concernés par la demande de modification n°3 sont présentés dans le tableau ci-dessous, ainsi que l'analyse de la compatibilité du projet avec ces objectifs.

| <b>Descripteur</b>  | <b>Objectifs généraux</b>   | <b>Objectifs environnementaux</b>  |
|---|---|--|
| L'eutrophisation d'origine humaine, en particulier pour ce qui est de ses effets néfastes, tels que l'appauvrissement de la biodiversité, la dégradation des écosystèmes, la prolifération d'algues toxiques et la désoxygénation des eaux de fond, est réduite au minimum. | Préserver les zones peu ou pas impactées par l'eutrophisation<br><br>Réduire significativement les apports excessifs en nutriments dans le milieu marin | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poursuivre la réduction des pollutions ponctuelles des collectivités, des industries et de l'agriculture afin de prendre en compte les objectifs fixés sur le milieu récepteur.</li> <li>• Renforcer la réduction des apports sur les zones d'eutrophisation avérées (en vue de contribuer à l'atteinte des objectifs OSPAR)</li> </ul> |

**Tableau 37 : Compatibilité avec les objectifs environnementaux du PAMM.**

D'après les éléments présentés au [Chapitre 2.2.3.5](#), les rejets d'ammonium, de nitrates et de phosphates présentés dans ce dossier n'auront pas d'impact sur l'environnement aquatique de la Manche aux abords du CNPE et ne remettent donc pas en cause l'atteinte des objectifs de qualité assignés à la masse d'eau FRHC04.

**La demande n°3 n'est donc pas de nature à remettre en cause l'un des objectifs du PAMM sous-région Manche- Mer du Nord.**

#### **2.2.3.9. Moyens de contrôle et de surveillance**

La limite en flux 24h ajouté d'azote global et de phosphore total est associée à un contrôle par mesure mensuelle sur un échantillon 24h conformément à la prescription [EDF-FLA- 97 (d)] de la décision ASN n°2010-DC-0189.

**2.2.4. Demande de modification n°4 : Demande de dispense de limite élévation maximale de température de 2°C pour les eaux conchycoles, pour le site de Flamanville - dispositions contrares à l'Arrêté du 02/02/98.**

**2.2.4.1. Origine et motivations**

L'arrêté du 7 février 2012 modifié (arrêté INB), fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, reprend à l'article 4.1.2-II, *sauf disposition contraire fixée par décision de l'Autorité de sûreté nucléaire*, les limites fixées à l'article 31 de l'arrêté du 2 février 1998 (article 31), soit :

- une température des effluents rejetés inférieure à 30°C,
- pour les eaux réceptrices auxquelles s'appliquent les dispositions du décret n° 91-1283 du 19 décembre 1991, les effets du rejet ne doivent pas entraîner une élévation maximale de température de 2 °C pour les eaux conchyliques

*« Article 4.1.2 - ... II. — Les rejets d'effluents ne peuvent dépasser les limites fixées aux **articles 27, 31, 32, 34, et au 14° de l'article 33 de l'arrêté du 2 février 1998** susvisé dans sa version mentionnée en annexe I, **sauf disposition contraire fixée par décision de l'Autorité de sûreté nucléaire** prise en application du 2° du IV de l'article 18 du décret du 2 novembre 2007 susvisé, sur la base des justifications fournies par l'exploitant quant au caractère optimal des limites proposées et à l'acceptabilité de leurs impacts, et après avis du conseil départemental mentionné à l'article R. 1416-1 du code de la santé publique. »*

L'application de l'arrêté du 7 février 2012 modifié (arrêté INB) étant postérieure à l'arrêté du 15 septembre 2010 (portant homologation de la décision ASN n°2010-DC-0188), le paramètre d'élévation maximale de température pour les eaux conchyliques n'avait pas été instruit comme limite lors du dépôt du Dossier d'Autorisation de Création.

**2.2.4.2. Description de la demande de modification**

Il est nécessaire d'ajouter une disposition contraire à l'application de ces limites pour le CNPE de Flamanville, les autorisations actuelles (décision ASN n°2010-DC-0188 de septembre 2010) ne mentionnant pas de valeurs particulières sur le paramètre d'élévation maximale de température pour les eaux conchyliques.

**2.2.4.3. Rejets liés à la demande**

Cette demande ne modifie en rien les valeurs limites actuelles de rejets thermiques du CNPE de Flamanville.

#### **2.2.4.4. Prescriptions actuellement en vigueur**

Les limites relatives aux rejets thermiques du CNPE de Flamanville sont précisées à l'article 6 de l'arrêté du 15 septembre 2010 (portant homologation de la décision ASN n°2010-DC-0188). Il est indiqué dans l'annexe 2 :

*[EDF-FLA-142] L'écart entre la température de l'eau au niveau de la prise d'eau et celle au niveau des bassins de rejet (échauffement) ne dépasse pas 15°C pour les réacteurs « Flamanville 1 » et « Flamanville 2 » et 14°C pour le réacteur « Flamanville 3 », sauf dans les situations particulières d'exploitation prévues à la prescription.*

*La température de l'eau de mer, à la sortie des galeries de rejets, est :*

- inférieure à 30 °C de novembre à mai ;*
- inférieure à 35 °C de juin à octobre, hors situations d'exploitation particulières prévues à la prescription.*

*Elle reste inférieure à 30 °C au-delà d'un rayon de 50 mètres autour des points de rejet.*

*[EDF-FLA-143] L'échauffement entre la prise d'eau et les bassins de rejet peut dépasser 15 °C (pour les réacteurs « Flamanville 1 » et « Flamanville 2 ») et 14°C pour le réacteur « Flamanville 3 », sans jamais être supérieur à 21 °C dans le cas de situations particulières d'exploitation telles que l'indisponibilité d'une pompe de circulation ou le nettoyage de la station de pompage.*

*La durée cumulée de ces situations particulières n'excède pas vingt jours par an. »*

La décision ASN n°2010-DC-0189 (« Modalités ») précise :

*« [EDF-FLA-109] La surveillance des rejets thermiques dans l'environnement s'effectue par :*

- calcul à partir des résultats issus d'un modèle de dispersion des effluents thermiques. La validité de ce modèle est confirmée périodiquement par des contrôles par thermographie aérienne, réalisés tous les 5 ans ;*
- des campagnes annuelles comportant des relevés de températures aux stations de prélèvements visées à la prescription [EDF-FLA-108].*

*L'exploitant procède à une comparaison régulière des résultats des différents contrôles réalisés sur les rejets thermiques. »*

#### **2.2.4.5. Demande de dispense d'application**

La demande de modification porte sur l'ajout d'une dispense à l'application de la limite sur le paramètre d'élévation maximale de température pour les eaux conchylicoles comme prévu dans l'article 4.1.2-II de l'arrêté INB 07/02/2012.

Ainsi, il est nécessaire de compléter le paragraphe « Rejets thermiques » de la décision « Limites » en y ajoutant une disposition contraire sur le respect du limite d'élévation maximale de température pour l'eaux conchylicoles de 2°C à la fin du paragraphe de la prescription [EDF-FLA-142].

La formulation actuelle de la prescription [EDF-FLA-109] de la décision « Modalités » reste quant à elle inchangée.

**2.2.4.6. Analyse des effets de la demande de modification sur l'environnement et évaluation des risques sanitaires**

Cette demande de modification ne modifie en rien les valeurs limites actuelles de rejets thermiques du CNPE de Flamanville, l'étude d'impact du précédent dossier (DAC-DMES) n'est donc pas remise en cause.

## **2.2.5. Demande de modification n°5 : Demande de nouvelles limites en métaux totaux**

### **2.2.5.1. Origine et motivations**

L'estimation des rejets potentiellement engendrés par les essais (cf demande de modification n°2, présentée précédemment), estimation réalisée avec une approche maximale, a mis en évidence un risque de dépassement de la limite annuelle en métaux totaux, initialement dimensionnée pour la phase d'exploitation des 3 tranches de Flamanville.

Par ailleurs, la décision ASN n°2013-DC-0360 modifiée précise à l'article 3.2.7-I [que] « *Pour les calculs de flux sur des substances chimiques faisant l'objet d'une valeur limite d'émission fixée par une prescription pour la protection, si le flux est calculé à partir de mesures sur les effluents, lorsque les valeurs de concentration sont inférieures à la limite de quantification, on retient par convention une valeur égale à la moitié de la limite de quantification concernée.* ». Ainsi, l'application de cette règle de comptabilisation des rejets d'effluents conduit à des valeurs corrigées pour les concentrations dans les réservoirs T et Ex plus importantes qu'auparavant, en raison de l'existence de concentrations inférieures à la limite de quantification, notamment pour le chrome, le nickel et le plomb.

De plus, la qualité des mesures s'est améliorée puisque les mesures en métaux totaux par aliquote mensuelle sont réalisées depuis janvier 2016 par un laboratoire accrédité.

Par ailleurs, le REX des mesures considérées dans le calcul des flux a évolué. Un nombre plus important de mesures est désormais considéré. En effet, avant Octobre 2010, la fréquence de mesure en métaux totaux était semestrielle sur un échantillon aliquote mensuelle (2 mesures par an). Depuis octobre 2010, le CNPE procède à des mesures par aliquote mensuelle sur les mêmes réservoirs (12 mesures par an).

Ces évolutions conduisent à une demande de limite en flux annuel pour les métaux totaux pour la phase pérenne supérieure à celle de la décision « Limites » du site de Flamanville.

Une demande de révision de limites en flux de métaux totaux issus des réservoirs doit donc être réalisée.

### **2.2.5.2. Description de la demande**

La demande de modification porte sur une demande d'évolution des limites en métaux totaux pour deux périodes distinctes :

- une demande de limites avec un flux 24h et un flux annuel pour la phase dite « transitoire » correspondant au début de la préparation des essais à chaud et se terminant à la fin du premier cycle de l'EPR,
- une demande de limites avec un flux mensuel et un flux annuel pour la phase dite « pérenne » commençant au début du second cycle de l'EPR puis couvrant toute la phase exploitation.

Le 1er cycle de l'EPR débute à l'atteinte des 100% de puissance nominale (Pn) après la 1ère divergence. Il intègre la phase de production à 100% de Pn puis la phase d'arrêt pour rechargement. La fin du 1er cycle correspond à l'atteinte des 100% de Pn du second cycle.

Les 3 tranches du CNPE de Flamanville sont concernées par cette demande de modification.

Il est proposé de modifier les limites en flux pour les métaux totaux dans la prescription [EDF-FLA-139] de la décision ASN n°2010-DC-0188.

Le [Chapitre 2.3.1.3](#) détaille cette proposition de modification de prescription.

### **2.2.5.3. Prévention et réduction de la quantité de métaux totaux dans les rejets au regard des meilleures techniques disponibles (MTD)**

Dans une centrale nucléaire comme dans la plupart des installations industrielles, les métaux entrant dans la composition des circuits ou équipements, et ceux se trouvant sous forme d'impuretés dans les produits chimiques de conditionnement, le cas échéant, se retrouvent dans les effluents du fait de différents phénomènes, dont principalement la corrosion.

Afin de prévenir et réduire les rejets de métaux de ses centrales nucléaires, EDF met en place un certain nombre de dispositions de conception et d'exploitation de la source au rejet, en lien notamment avec les recommandations et les bonnes pratiques internationales, ou avec les connaissances acquises sur la maîtrise de ces rejets.

Ainsi, sur le site de Flamanville, les dispositions de conception et d'exploitation présentées ci-après sont mises en œuvre afin de prévenir et réduire la quantité de métaux présente dans les effluents avant leur envoi vers les réservoirs de rejet T, S et Ex et avant leur rejet.

Comme cela est reconnu au niveau international, les phénomènes de corrosion des circuits sont inévitables dans une installation industrielle. Il est toutefois possible de limiter ces phénomènes qui dépendent principalement du matériau utilisé, de la conception du circuit, des équipements (forme, traitement, assemblage) et de l'environnement du circuit / équipement (caractéristiques du fluide circulant dans le circuit / l'équipement notamment). Une action sur un ou plusieurs de ces paramètres permet de réduire le phénomène.

La première action mise en place par EDF pour réduire la corrosion consiste à choisir des matériaux résistants à la corrosion, en tenant compte des contraintes et conditions d'utilisation, des exigences propres aux centrales nucléaires en terme notamment de sûreté ou de radioprotection, et des données internationales (recommandations, bonnes pratiques, etc.) via notamment sa participation aux travaux de l'EPRI.

La seconde action mise en place par EDF consiste en la sélection et la mise en œuvre d'un conditionnement chimique adapté : notamment choix de substances optimal en termes d'efficacité de lutte contre la corrosion et d'acceptabilité des rejets dans l'environnement, valeurs cible et seuils d'actions définies au plus juste, programme de suivi et surveillance adapté. Ces conditionnements sont régulièrement réévalués au regard du REX du parc EDF mais aussi au regard du REX et des connaissances internationales. La participation et le suivi par EDF des travaux de l'EPRI sont un des moyens mis en place pour garantir une adéquation du conditionnement aux recommandations, pratiques

et connaissances internationales.

En complément de ces actions visant à réduire la corrosion, EDF spécifie de façon très rigoureuse les caractéristiques des produits chimiques de conditionnement utilisés en centrale, en limitant les impuretés présentes dans ces produits.

D'autre part, le site de Flamanville, comme l'ensemble des sites du parc EDF et des sites à l'international, met également en place une filtration des effluents avant leur transfert vers les réservoirs T et S.

Les effluents radioactifs sont collectés de façon sélective de manière à appliquer le traitement le plus adapté à leurs caractéristiques physico-chimiques et à leur activité radiologique et sont systématiquement filtrés (filtre 5 µm) avant transfert vers les réservoirs T et S, la filtration étant reconnue et largement mise en œuvre à l'international pour limiter les rejets de particules.

En ce qui concerne les eaux d'exhaure des salles des machines, ces effluents ne subissent pas de traitement avant rejet sauf dans le cas où leurs caractéristiques le nécessitent ; ils subissent alors les mêmes types de traitement que les effluents radioactifs liquides.

Les réservoirs T, S et EX sont systématiquement brassés et analysés pour définir si les caractéristiques des effluents qu'ils contiennent sont compatibles avec les conditions de rejet. Si le rejet est autorisé, les effluents sont brassés en parallèle de leur rejet. Si l'effluent n'est pas compatible avec son rejet, il est retraité via le système TEU où il est a minima filtré avant renvoi vers les réservoirs T ou S.

Enfin, sur FLA3, le zinc, injecté dans le circuit primaire, est utilisé sous forme d'acétate de zinc appauvri en <sup>64</sup>Zn et permet de contribuer à la réduction de l'amorçage de la corrosion sous contrainte et à la réduction de la corrosion généralisée. Il permet de réduire la déposition de cobalt sur les zones hors flux, dans un objectif de réduction du terme source.

Au vu des enjeux environnementaux et des contraintes locales du site, il est ainsi considéré que **l'ensemble des dispositions mises en œuvre par le site de Flamanville pour prévenir et réduire les rejets de métaux totaux sont équivalentes à des MTD.**

#### **2.2.5.4. Rejets liés à la demande**

##### **2.2.5.4.1. Rejets de métaux totaux issus des réservoirs T, S et Ex**

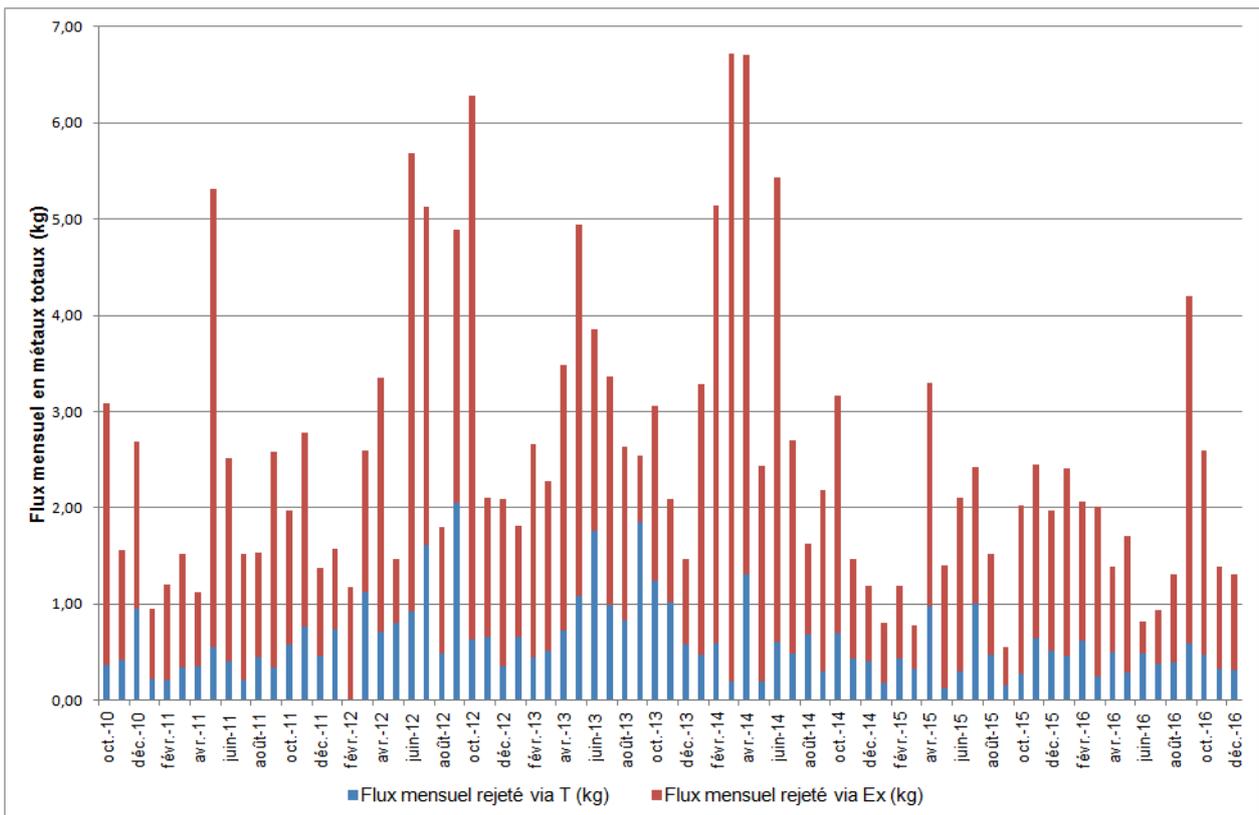
###### **2.2.5.4.1.1. Généralités**

Les métaux présents dans les rejets liquides associés aux effluents radioactifs (zinc, cuivre, manganèse, nickel, chrome, fer, aluminium, plomb) sont ceux entrant dans la composition des circuits ou équipements, ou ceux se trouvant sous forme d'impuretés dans les produits de conditionnement. Ils sont principalement présents dans les effluents du fait de l'usure des circuits et/ou des impuretés présentes dans les produits de conditionnement (cf §2.2.5.3).

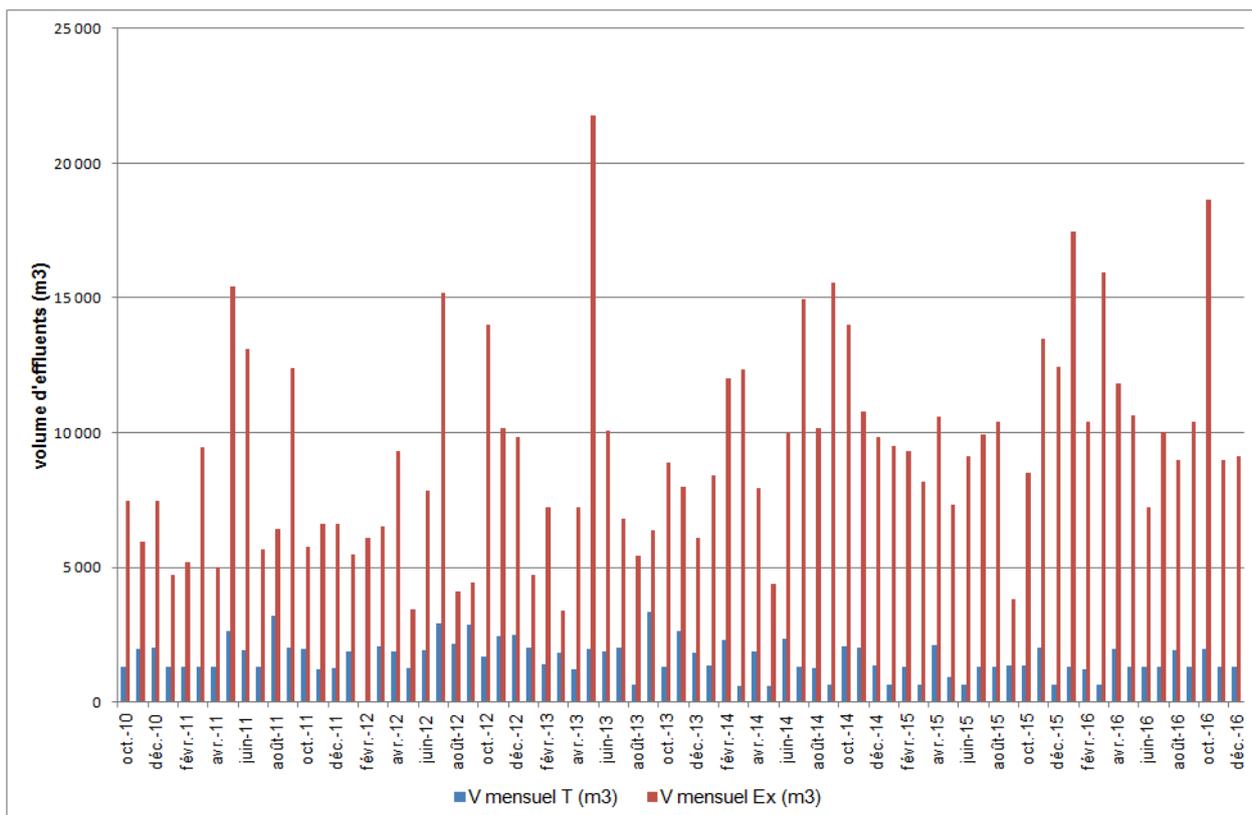
**2.2.5.4.1.2. Retour d'expérience de Flamanville 1 et 2**

Concentrations, volumes et flux mensuels :

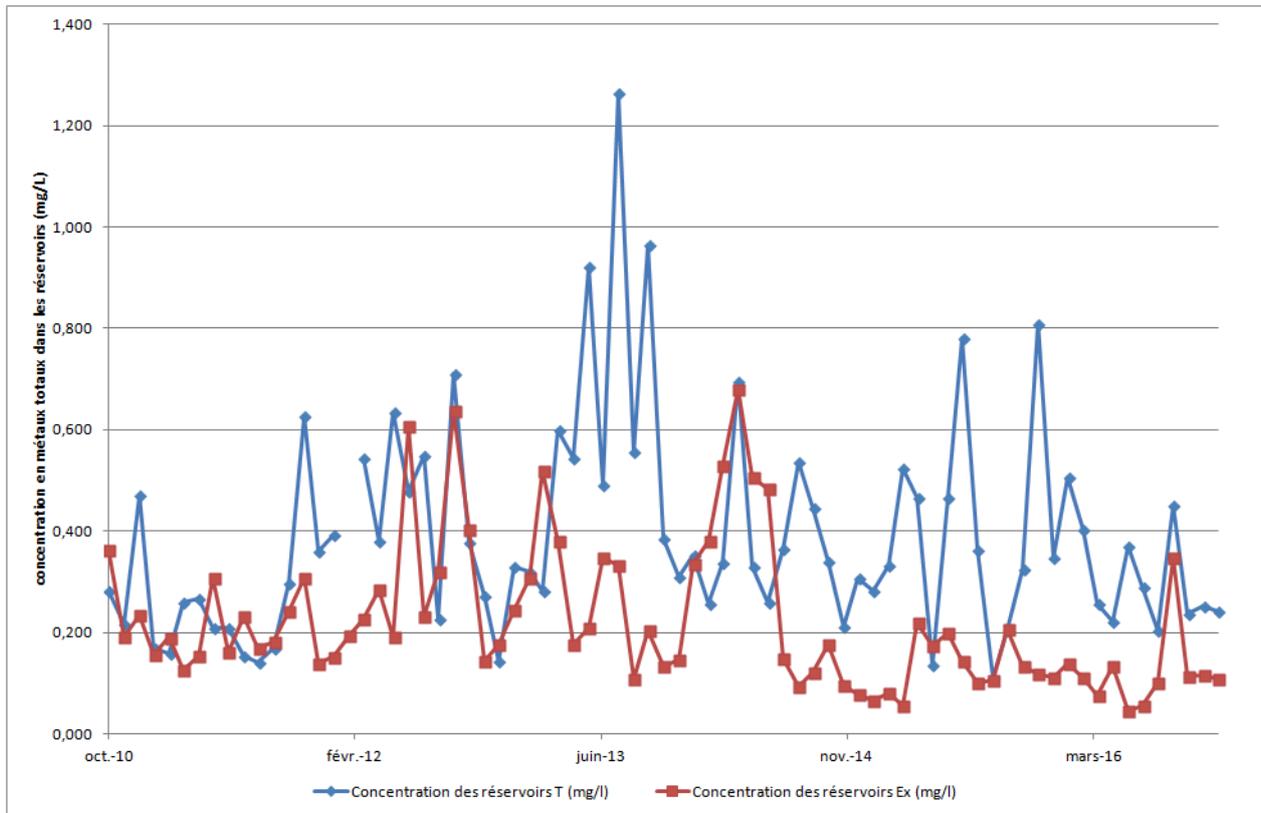
Les figures ci-après présentent le retour d'expérience des rejets de métaux totaux issus des réservoirs T et Ex comptabilisés mensuellement pour les deux tranches du CNPE de Flamanville d'octobre 2010 à décembre 2016 (flux mensuels, volumes d'effluents rejetés et concentrations mesurées dans les bâches).



**Figure 1:** Evolution du flux mensuel en métaux totaux issus des réservoirs T et Ex de FLA1-2 d'octobre 2010 à décembre 2016



**Figure 2 :** Evolutions des volumes d'effluents T et Ex rejetés par FLA1-2 d'octobre 2010 à décembre 2016



**Figure 3** : Evolutions des concentrations en métaux totaux mesurées dans les réservoirs T et Ex de FLA1-2 d'octobre 2010 à décembre 2016

Les rejets mensuels de métaux totaux via les réservoirs T et Ex de FLA1-2 s'élèvent en moyenne à 2,5 kg sur la période allant d'octobre 2010 à décembre 2016. Le minimum, d'une valeur de 0,57 kg, en lien avec un volume de rejet Ex très faible, a été atteint en septembre 2015, tandis que le maximum égal à 6,6 kg correspond au mois de mars 2014.

Les rejets importants du mois de mars sont associés à une concentration élevée en métaux totaux dans l'aliquote SEK et à une production moyenne de volume SEK due aux opérations d'arrêt de tranches.

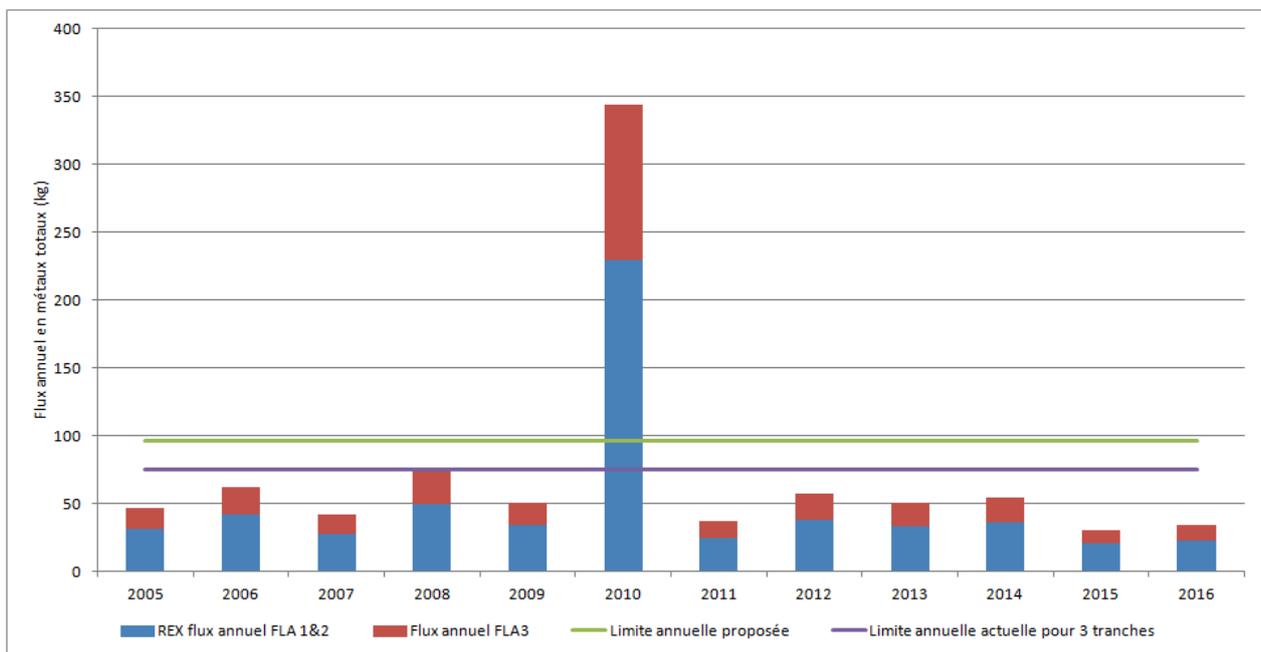
Les rejets de métaux totaux proviennent en majorité des réservoirs Ex (76 % en moyenne sur la période d'étude) pour lesquels les volumes d'effluents produits sont en moyenne environ 6 fois plus élevés que ceux des réservoirs T. Les plus fortes concentrations en métaux totaux sont observées dans les réservoirs T (cf [figure 3](#)).

**Flux annuels rejetés :**

Le graphique suivant présente le retour d'expérience disponible (période 2005-2016) des rejets annuels de métaux totaux issus des réservoirs T et Ex de FLA1-2 (partie en bleu). Le maximum de 229 kg observé en 2010 est lié à deux épisodes d'entrée massive d'eau de mer au redémarrage des tranches (tranche 1 en janvier 2010 et tranche 2 en juillet 2010). Ces entrées d'eau de mer ont occasionné des phénomènes de corrosion au niveau du condenseur et du poste d'eau qui se sont traduits par de fortes concentrations

en fer mesurées dans les réservoirs Ex. Aussi, sur les 229 kg de rejets de métaux totaux annuels déclarés, 200 kg sont des rejets de fer. Ces rejets importants ont eu pour conséquence le dépassement de la limite annuelle de rejet en métaux totaux pour 2010 sur le CNPE de Flamanville. Sur cette période, la moyenne (hors 2010) s'élève à 33 kg pour les deux tranches.

La projection pour un site 3 tranches en phase pérenne est représentée par la partie en rouge : dans des conditions normales d'exploitation, le flux annuel moyen (hors année 2010) serait égale à 45 kg et le flux annuel maximum serait de 74 kg. Or la décision ASN n°2010-DC-0188 (« limites de rejet ») prescrit une limite de flux annuel en métaux totaux égale à 75 kg après la mise en service de la tranche 3.



**Figure 4 Evolution du Flux annuel en métaux totaux issus des réservoirs T et Ex de FLA1-2 de 2005 à 2016 et projection pour FLA1-2-3.**

Au regard du REX disponible et de l'incertitude quant aux rejets qui seront générés par la tranche EPR, la limite en métaux totaux pour l'exploitation de FLA1-2-3 nécessite une réévaluation pour le fonctionnement en phase pérenne du CNPE.

### **2.2.5.4.1.3. Caractérisation des rejets en métaux totaux**

Ce paragraphe présente les données d'entrée utilisées dans la caractérisation des rejets et le calcul des flux de rejets en métaux totaux pour FLA1-2-3 en phase transitoire et en phase pérenne, à savoir :

- Les flux annuels ajoutés en phase transitoire et en phase pérenne,
- Le flux mensuel ajouté en phase pérenne,
- Les flux 24h ajoutés en phase transitoire et en phase pérenne,
- Les concentrations maximales ajoutées au rejet en phase transitoire et en phase pérenne.

#### **2.2.5.4.1.3.1. Données d'entrée**

La caractérisation des rejets est évaluée en considérant le retour d'expérience récent du CNPE : les concentrations en métaux totaux issues des mesures par aliquote mensuel, les volumes annuels rejetés via les réservoirs T et Ex et le nombre de réservoirs T et Ex rejetés.

#### **Concentrations moyennes et maximales dans les réservoirs**

- **Flamanville 1 et 2**

Les concentrations moyennes et maximales en métaux totaux issues du REX de FLA1-2 depuis octobre 2010 jusqu'à décembre 2016 sont les suivantes :

| Paramètre                                     | Concentration moyenne (mg/L) | Concentration maximale (mg/L) |
|---|------------------------------|-------------------------------|
| Métaux totaux issus des réservoirs T, S et Ex | Réservoirs T : 0,581         | Réservoirs T : 1,264          |
|   | Réservoirs Ex : 0,302        | Réservoirs Ex : 0,679         |

**Tableau 38** : REX des concentrations en métaux totaux dans les réservoirs T, S et Ex pour FLA1-2.

Ces concentrations sont issues de mesures par aliquote mensuelle sur prélèvement à chaque rejet conformément à la prescription [EDF-FLA-97] de la décision ASN n° 2010-DC-0189 du 7 juillet 2010.

Les concentrations moyennes sont considérées sur une base annuelle. La concentration moyenne annuelle maximale est ainsi prise en compte pour les calculs.

Pour les réservoirs T, la concentration moyenne maximale correspond à l'année 2013 et la concentration maximale a été observée en août 2013.

Pour les réservoirs Ex, la concentration moyenne maximale correspond à l'année 2014 et la concentration maximale a été observée en avril 2014.

L'analyse du REX des concentrations en métaux totaux mesurées sur les autres sites met en avant des valeurs maximales très supérieures à celles observées sur FLA1-2 dans les réservoirs Ex.

Les concentrations moyennes peuvent aussi s'avérer plus élevées que celles observées sur FLA1-2.

Par ailleurs, il n'est pas possible de prédire les quantités de métaux totaux supplémentaires rejetées suite la mise en service de la tranche n°3 de l'EPR de Flamanville.

Enfin il est nécessaire de prendre en compte l'exigence sur l'incertitude des débits de rejet des réservoirs T, S et Ex mentionnée à l'article 3.2.6 de la Décision ASN n° 2017-DC-0588 relative aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression (« *L'exploitant choisit une méthode de mesure ou d'évaluation, directe ou indirecte, garantissant une incertitude type sur la mesure des débits de rejet horaire et journalier inférieure à 10 % pour les réservoirs T, S et Ex.* »).

Ces éléments nous amènent à considérer un facteur de sécurité de 10 % pour tous les flux calculés.

- **Essais de l'EPR de Flamanville (tranche 3)**

A la différence des produits de conditionnement du circuit secondaire, les rejets de métaux totaux issus de la phase d'essais ne peuvent pas être estimés directement à partir d'une concentration visée dans les circuits.

Les résultats des mesures des concentrations en métaux totaux dans le système secondaire après un arrêt de tranche et donc une conservation sèche, ne permettent pas de mettre en évidence une augmentation systématique significative qui pourrait être extrapolée pour les essais de l'EPR.

EDF a réalisé des mesures de fer dans les eaux de rinçages des circuits en acier de l'EPR entre 2012 et 2014. Les résultats montrent une grande disparité en fonction de l'état des circuits et du type de matériaux. Pour les circuits en acier carbone stagnant, tels que ceux des réseaux incendie, les concentrations peuvent s'élever jusqu'à 5 mg/L en fer. Le fer représentant en moyenne 50 % des rejets de métaux totaux, la concentration en métaux totaux sera considérée égale à 2 fois celle du fer.

**La valeur de concentration maximale en métaux totaux de 10 mg/L est donc retenue pour l'estimation des flux 24 h lors des essais pour FLA3.**

Afin de déterminer le flux annuel issu de la tranche 3 lors des essais, comme il n'y a pas de REX de mesures de concentration en métaux totaux, il est considéré la concentration maximale observée dans les réservoirs Ex sur les tranches 1 et 2 (les essais produisant essentiellement des effluents Ex) à laquelle un facteur de sécurité de 2 est appliqué en raison de l'absence de REX sur l'EPR.

**La valeur de concentration en métaux totaux retenue pour l'estimation du flux annuel lors de la phase d'essais est donc de :  $0,679 \times 2 = 1,4$  mg/L**

#### Nombre de réservoirs T et Ex rejetés

L'analyse du nombre de réservoirs T et Ex rejetés par mois a été menée sur la période de REX disponible s'étendant de 2000 à 2016. Cela permet de couvrir l'ensemble des situations que le site peut rencontrer dans sa gestion des rejets.

Le REX du CNPE de Flamanville indique que :

- le nombre maximum de réservoirs T rejetés par mois sur la période janvier 2000 – décembre 2016 est de 7 (maximum observé en septembre 2003),

- le nombre maximum de réservoirs Ex rejetés par mois sur la période janvier 2000 – décembre 2016 est de 62 (maximum observé en septembre 2002),
- le nombre moyen de réservoirs T et Ex rejetés par mois sur la période janvier 2000 – décembre 2016 est respectivement de 3 et 18.

**Volume maximal de rejet via T et Ex**

Pour le calcul du flux annuel ajouté, il est considéré le volume annuel maximal de rejet via T et Ex issu du retour d'expérience de FLA1-2 sur la période 2007-2016 soit :

- 25 650 m<sup>3</sup> issus des réservoirs T (REX de l'année 2008),
- 143 650 m<sup>3</sup> issus des réservoirs Ex (REX de l'année 2007).

Pour la détermination du volume de rejet via Ex, l'année 2010 est écartée en raison de son caractère exceptionnel sur la production de volume Ex. En effet, cette année-là, FLA1-2 a été marqué par des entrées massives d'eau de mer dans les condenseurs des tranches 1 et 2 lors des redémarrages de tranches suite à arrêts pour renouvellement du combustible.

**2.2.5.4.1.3.2. Flux annuel ajouté**

**En phase d'essais et pendant le premier cycle de l'EPR – Phase transitoire**

Les rejets de métaux totaux en phase d'essais sont liés :

- A la volumétrie des essais en vapeur du poste d'eau du circuit secondaire. Le volume estimé en phase d'essais est le suivant :

| <b>Jalons</b>                   | <b>Volumes d'effluents rejetés prévus (en m<sup>3</sup>)</b> |
|---------------------------------|--|
| Préparation du circuit primaire | 17 000   |
| Préparation du poste d'eau      | 65 000   |
| Essais à chaud                  | 60 000   |
| Essais de démarrage             | 54 000   |
| Désurchauffe                    | 15 000   |
| Total                           | 211 000  |

Ces essais sont une succession de chauffe et de mise en conservation des systèmes du circuit secondaire avec des phases transitoires pouvant générer des flux plus importants de métaux totaux. Les différentes étapes de ces essais sont décrites de façon plus détaillées dans le [Chapitre 2.2.2.2.](#)

- Aux mises en service de circuits tels que les réseaux incendie, les circuits de réfrigération qui sont constitués principalement d'acier non allié. Le retour d'expérience des premières mises en service de ce type de circuit montre que celles-ci génèrent des effluents contenant une concentration élevée en fer.

Le volume des essais programmés en 2018 est aussi utilisé pour les années 2019 et 2020 compte-tenu de la phase spécifique valable des essais post-chargement jusqu'à la fin du 1er cycle de l'EPR.

Pour le calcul du flux annuel ajouté en phase transitoire, il est considéré :

- les rejets des tranches 1 et 2 à partir du volume annuel maximal de rejet via T et Ex issu du retour d'expérience de FLA1-2 sur la période 2007-2016 aux concentrations moyennes annuelles maximales en métaux totaux issues du REX (et en considérant un facteur de sécurité de 10 % comme explicité précédemment),
- les rejets de la tranche 3 à partir du volume annuel via T et Ex prévus pour les essais soit 211 000 m<sup>3</sup> annuels.

Le flux annuel ajouté en métaux totaux s'établit donc à :

$$\text{Flux annuel} = [(((25\,650 \times 0,581) + (143\,650 \times 0,302)) \times 1,1) + (211\,000 \times 1,4)] / 1\,000 = 360 \text{ kg}$$

**Pour la phase d'essais et pendant le premier cycle de l'EPR, la limite en flux annuel ajouté en métaux totaux pour FLA1-2-3 est donc de 360 kg.**

Après le premier cycle de FLA3, pour FLA1-2-3 – Phase pérenne

Le calcul du flux annuel ajouté tient compte :

- du rejet d'effluents via les réservoirs T à la concentration moyenne annuelle maximale en métaux totaux issue du REX et du volume annuel maximal rejeté via les réservoirs T sur la période 2007-2016,
- du rejet d'effluents via les réservoirs Ex à la concentration moyenne annuelle maximale en métaux totaux issue du REX et du volume annuel maximal rejeté via les réservoirs Ex sur la période 2007-2016.

Pour FLA1-2, le flux annuel en métaux totaux s'établit à :

$$\text{Flux annuel} = [(25\,650 \times 0,581) + (143\,650 \times 0,302)] / 1\,000 = 58,3 \text{ kg.}$$

Il est considéré que la tranche EPR produira la même quantité de métaux totaux que les autres tranches.

Pour trois tranches, le flux annuel en métaux totaux est donc porté à 87,5 kg.

En considérant un facteur de sécurité de 10 %, **le flux annuel ajouté en métaux totaux pour la phase pérenne est donc estimé à 96 kg.**

**Pour la phase pérenne, la limite en flux annuel ajouté en métaux totaux pour FLA1-2-3 est donc de 96 kg.**

#### 2.2.5.4.1.3.3. Flux mensuel ajouté

Les volumes T et Ex produits mensuellement ne sont pas estimés lors de la phase d'essais.

Ainsi, la caractérisation du flux mensuel en métaux totaux pour le CNPE de FLA1-2-3 est uniquement calculée pour la phase pérenne valable à partir du début du 2ème cycle de l'EPR et pour les 3 tranches. La proposition d'une limite en flux mensuel pour les métaux totaux pour la phase pérenne pour FLA1-2-3, à la place de la limite en flux 24 h, est cohérente avec les dernières décisions ASN renouvelées, et le moyen de contrôle par aliquote mensuel utilisé.

### FLA1-2

---

Le flux mensuel en métaux totaux est dimensionné en prenant en compte :

- le REX des concentrations en métaux totaux par aliquote mensuelle dans les réservoirs T, S et Ex d'octobre 2010 à décembre 2016 (cf [tableau 38](#)),
- le nombre maximum de réservoirs T et Ex rejetés par mois sur la période 2000-2016 à la concentration moyenne en métaux totaux issue du REX du CNPE,
- le rejet de 1 réservoir T (750 m<sup>3</sup>) et de 5 réservoirs Ex (750 m<sup>3</sup>) (ce qui correspond à 25% des bâches T et Ex rejetées par mois en moyenne) à la concentration maximale en métaux totaux issue du REX du CNPE.

Le calcul du flux mensuel est alors le suivant :

Flux mensuel réservoir T =  $[(7 - 1) \times 750 \times 0,581] + (1 \times 750 \times 1,264) / 1\,000 = 3,56 \text{ kg}$

Flux mensuel réservoir Ex =  $[(62 - 5) \times 750 \times 0,302] + (5 \times 750 \times 0,679) / 1\,000 = 15,5 \text{ kg}$

Soit un flux mensuel en métaux totaux égal à :

$3,56 + 15,5 = 19,06 \text{ kg}$  arrondi à 19 kg

En considérant un facteur de sécurité de 10 % comme explicité précédemment, le flux mensuel ajouté en métaux totaux est porté à 20,96 kg.

### FLA1-2-3

---

Il est considéré que la tranche 3 rejettera la même quantité de métaux totaux qu'une tranche de FLA1 ou 2.

Le flux mensuel en métaux totaux issus des réservoirs T, S et Ex de FLA1-2-3 s'élève donc à :

$20,96 + (20,96 / 2) = 31,45 \text{ kg}$  arrondi à 31 kg.

**En phase pérenne pour FLA1-2-3, le flux mensuel ajouté en métaux totaux est donc de 31 kg.**

**En phase pérenne, la limite en flux mensuel ajouté en métaux totaux pour FLA1-2-3 est donc de 31 kg.**

#### 2.2.5.4.1.3.4. Flux 24 heures ajouté

En phase d'essais et pendant le premier cycle de l'EPR – Phase transitoire

Pour le calcul du flux 24 heures, on considère le rejet :

- d'un réservoir T de 750 m<sup>3</sup> rempli avec les effluents à la concentration maximale en métaux totaux dans T issue du REX de FLA1-2 (de 1,264 mg/L),
- de deux réservoirs Ex de 750 m<sup>3</sup> rempli avec les effluents à la concentration maximale en métaux totaux dans Ex issue des essais de la tranche 3 (de 10 mg/L).

Flux 24h, réservoir T =  $(1,264 \times 750) / 1\,000 = 0,95$  kg

Flux 24h, réservoir Ex =  $(10 \times 750 \times 2) / 1\,000 = 15$  kg

Soit un flux 24 heures en métaux totaux égal à 16 kg

En considérant un facteur de sécurité de 10 %, le flux 24 heures en métaux totaux est porté à 18 kg.

**En phase transitoire, la limite en flux 24h ajouté en métaux totaux pour FLA1-2-3 est donc de 18 kg.**

Après le premier cycle de FLA3, pour FLA1-2-3 – Phase pérenne

Pour le calcul du flux 24 heures, on considère le rejet :

- d'un réservoir T de 750 m<sup>3</sup> rempli avec les effluents à la concentration maximale en métaux totaux dans T issue du REX de FLA1-2,
- de deux réservoirs Ex de 750 m<sup>3</sup> rempli avec les effluents à la concentration maximale en métaux totaux dans Ex issue du REX de FLA1-2.

Flux 24h, réservoir T =  $[(1,264 \times 750)] / 1\,000 = 0,95$  kg

Flux 24h, réservoir Ex =  $[(0,679 \times 750 \times 2) = 1$  kg

Soit un flux 24 heures en métaux totaux égal à 2 kg.

En considérant un facteur de sécurité de 10 %, le flux 24 heures ajouté en métaux totaux en phase pérenne pour FLA1-2-3 est donc égal à 2,2 kg.

#### 2.2.5.4.1.3.5. Concentration maximale ajoutée au rejet

En phase d'essais et pendant le premier cycle de l'EPR –Phase transitoire

La concentration maximale ajoutée au rejet correspond à la concentration maximale contenue dans les effluents T, S ou Ex au rejet avant déversement dans le milieu extérieur. Cette concentration est obtenue après dilution des effluents dans l'ouvrage de rejet (valeur du débit du canal de rejet prise en compte : la plus faible valeur observée, soit 22,4 m<sup>3</sup>/s).

Concentration maximale =  $[\text{Flux 24 h} / (22,4 \times 3\,600 \times 24)] / 1\,000$

Concentration maximale =  $[18 / (22,4 \times 3\,600 \times 24)] / 1\,000$

**Soit une concentration maximale ajoutée égale à 0,010 mg/L en phase transitoire.**

Après le premier cycle pour FLA1-2-3 – Phase pérenne

---

La concentration maximale ajoutée au rejet correspond à la concentration maximale contenue dans les effluents T, S ou E au rejet avant déversement dans le milieu extérieur. Cette concentration est obtenue après dilution des effluents dans l'ouvrage de rejet (valeur du débit du canal de rejet prise en compte : la plus faible valeur observée, soit 22,4 m<sup>3</sup>/s).

Concentration maximale = [Flux 24 h / (22,4 x 3 600 x 24)] / 1 000

Concentration maximale = [2,2 / (22,4 x 3 600 x 24)] / 1 000

**Soit une concentration maximale ajoutée égale à 0,001 mg/L en phase pérenne.**

**2.2.5.4.2. Rejets concomitants en métaux totaux**

**2.2.5.4.2.1. Rejets en métaux totaux par origine**

Pour les métaux totaux issus des réservoirs T, S et Ex, il est pris en compte :

les métaux : Aluminium, Chrome, Cuivre, Manganèse, Nickel, Plomb et Zinc rejetés par les réservoirs T, S et Ex,

le fer issu de la station de déminéralisation : pour celui-ci les flux sont issus du précédent dossier Article 26 déposé auprès de l'ASN en novembre 2006 (annexe B-6-b) : soit Flux 24h : 100 kg et Flux annuel : 10 371 kg.

**2.2.5.4.2.2. Synthèse des flux retenus pour les métaux totaux dans l'étude d'impact**

Les flux 24 heures et annuels de chaque métal issu des réservoirs T et Ex sont calculés à partir du flux 24 heures ou du flux annuel de métaux totaux issus des réservoirs T et Ex (cf § 2.2.5.4.1.3.4. et § 2.2.5.4.1.3.2.) et de la composition moyenne de ces métaux dans les réservoirs établie à partir du REX des mesures disponibles (REX octobre 2010 - décembre 2016).

Pour le flux annuel provenant des essais (phase transitoire pour FLA3), on considère le cas enveloppe du pourcentage de métal le plus élevé entre T et Ex.

Les flux globaux de chaque métal sont calculés en sommant les flux de chaque origine.

Les tableaux suivants présentent les flux 24 heures et annuels totaux de chaque métal. Ces données seront utilisées pour déterminer les impacts environnemental et sanitaire.

| Métal     | % dans T | % dans Ex | Flux annuels par origine |                  |                               |                                  | Flux annuels totaux |
|-----------|----------|-----------|--------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------|
|           |          |           | T (FLA1-2) (kg)          | EX (FLA1-2) (kg) | Phase transitoire (FLA3) (kg) | Station de déminéralisation (kg) |                     |
| Aluminium | 10,2     | 11        | 1,632                    | 5,280            | 32,560                        | 0                                | 39,5                |
| Chrome    | 0,5      | 0,8       | 0,080                    | 0,384            | 2,368                         | 0                                | 2,83                |
| Cuivre    | 10,7     | 13,8      | 1,712                    | 6,624            | 40,848                        | 0                                | 49,2                |
| Fer       | 59,3     | 52,7      | 9,488                    | 25,296           | 175,528                       | 10 371                           | 10600               |
| Manganèse | 3,5      | 4,8       | 0,560                    | 2,304            | 14,208                        | 0                                | 17,1                |
| Nickel    | 1,2      | 1,5       | 0,192                    | 0,720            | 4,440                         | 0                                | 5,35                |
| Plomb     | 0,6      | 0,8       | 0,096                    | 0,384            | 2,368                         | 0                                | 2,85                |
| Zinc      | 14       | 14,6      | 2,240                    | 7,008            | 43,216                        | 0                                | 52,5                |

**Tableau 39** : Flux annuels en métaux totaux utilisés dans l'étude d'impact

| Métal     | % dans T | % dans Ex | Flux 24h par origine |                    |                                  | Flux 24 h totaux |
|-----------|----------|-----------|----------------------|--------------------|----------------------------------|------------------|
|           |          |           | T (FLA1-2-3) (kg)    | EX (FLA1-2-3) (kg) | Station de déminéralisation (kg) |                  |
| Aluminium | 10,2     | 11        | 0,102                | 1,870              | 0                                | 1,97             |
| Chrome    | 0,5      | 0,8       | 0,005                | 0,136              | 0                                | 0,141            |
| Cuivre    | 10,7     | 13,8      | 0,107                | 2,346              | 0                                | 2,45             |
| Fer       | 59,3     | 52,7      | 0,593                | 8,959              | 100                              | 110              |
| Manganèse | 3,5      | 4,8       | 0,035                | 0,816              | 0                                | 0,851            |
| Nickel    | 1,2      | 1,5       | 0,012                | 0,255              | 0                                | 0,267            |
| Plomb     | 0,6      | 0,8       | 0,006                | 0,136              | 0                                | 0,142            |
| Zinc      | 14       | 14,6      | 0,140                | 2,482              | 0                                | 2,62             |

**Tableau 40** : Flux 24 heures en métaux totaux utilisés dans l'étude d'impact

La synthèse des flux annuels et 24 h des rejets, à considérer pour l'analyse des incidences de la demande de modification, est présentée dans le tableau ci-dessous :

| Métal     | Flux annuel (kg) | Flux 24 h (kg) |
|-----------|------------------|----------------|
| Aluminium | 39,5             | 1,97           |
| Chrome    | 2,83             | 0,141          |
| Cuivre    | 49,2             | 2,45           |
| Fer       | 10600            | 110            |
| Manganèse | 17,1             | 0,851          |
| Nickel    | 5,35             | 0,267          |
| Plomb     | 2,85             | 0,142          |
| Zinc      | 52,5             | 2,62           |

**Tableau 41** : Synthèse des flux annuels et flux 24h retenus dans l'étude d'impact

#### 2.2.5.4.2.3. Scénarios de rejet considérés pour l'étude d'impact et concentrations

##### Exposition moyenne

Un premier scénario est basé sur une exposition moyenne des rejets sur l'année. Les concentrations moyennes ajoutées des substances chimiques dans les eaux de refroidissement sont calculées à partir du flux annuel et d'une dilution à un débit de rejet de 45 m<sup>3</sup>/s.

Les concentrations moyennes ajoutées dans le milieu sont calculées en considérant des facteurs de dilution de 0,21 pour le champ proche des rejets après mélange et 0,07 pour le champ lointain, au niveau des anses de Vauville et Sciotot.

Les concentrations moyennes correspondant à ce scénario sont présentées dans le [Tableau 42](#) :

| Substances | Flux annuel (kg) | Concentration moyenne ajoutée en champ proche (mg/L) | Concentration moyenne ajoutée en champ lointain (mg/L) |
|------------|------------------|--|--|
| Aluminium  | 39,5             | 5,8E-06  | 1,9E-06  |
| Chrome     | 2,83             | 4,2E-07  | 1,4E-07  |
| Cuivre     | 49,2             | 7,3E-06  | 2,4E-06  |
| Fer        | 10 600           | 1,6E-03  | 5,2E-04  |
| Manganèse  | 17,1             | 2,5E-06  | 8,4E-07  |
| Nickel     | 5,35             | 7,9E-07  | 2,6E-07  |
| Plomb      | 2,85             | 4,2E-07  | 1,4E-07  |
| Zinc       | 52,5             | 7,8E-06  | 2,6E-06  |

**Tableau 42** : Concentrations moyennes dans la Manche

##### Exposition maximale

Les concentrations maximales ajoutées dans les eaux de refroidissement sont calculées à partir des flux 24 heures et d'une dilution à un débit de rejet de 22,5 m<sup>3</sup>/s.

Les concentrations maximales ajoutées dans le milieu sont calculées en considérant des facteurs de dilution de 0,21 (champ proche) et de 0,07 (champ lointain).

Les concentrations maximales correspondant à ce scénario sont présentées dans le tableau suivant :

| Substances | Flux 24 h (kg) | Concentration maximale ajoutée en champ proche (mg/L) | Concentration maximale ajoutée en champ lointain (mg/L) |
|------------|----------------|---|---|
| Aluminium  | 1,97           | 2,1E-04   | 7,1E-05   |
| Chrome     | 0,141          | 1,5E-05   | 5,1E-06   |
| Cuivre     | 2,45           | 2,6E-04   | 8,8E-05   |
| Fer        | 110            | 1,2E-02   | 4,0E-03   |
| Manganèse  | 0,851          | 9,2E-05   | 3,1E-05   |
| Nickel     | 0,267          | 2,9E-05   | 9,6E-06   |
| Plomb      | 0,142          | 1,5E-05   | 5,1E-06   |
| Zinc       | 2,62           | 2,8E-04   | 9,4E-05   |

**Tableau 43** : Concentrations maximales ajoutées dans la Manche

#### 2.2.5.4.2.4. *Bruit de fond ambiant*

Les concentrations initiales du milieu récepteur issues du DARPE de 2006 sont présentées dans le tableau suivant :

| Métal     | Concentration initiale dans la Manche (mg/L) |
|-----------|--|
| Aluminium | 5,5E-04                                      |
| Chrome    | 3,0E-04                                      |
| Cuivre    | 2,5E-03                                      |
| Fer       | 1,0E-02                                      |
| Manganèse | 4,0E-03                                      |
| Nickel    | 2,8E-03                                      |
| Plomb     | 2,5E-04                                      |
| Zinc      | 4,0E-03                                      |

**Tableau 44** : Concentrations initiales dans le milieu

#### 2.2.5.4.3. *Demande de modification des limites de rejets en métaux issus de T, S, Ex.*

##### 2.2.5.4.3.1. *Rappel des prescriptions en vigueur pour FLA1-2-3*

Concernant les métaux totaux, les limites actuellement autorisées sur FLA1-2-3 sont définies dans la prescription [EDF-FLA-139] de la décision ASN n°2010-DC-0188 du 7 juillet 2010.

Ces limites sont rappelées ci-dessous :

« [EDF-FLA-139] : a) bassin de rejets n°1 ou 2

| Substances    | Principales origines  | Flux 2h ajouté (kg) | Flux 24h ajouté (kg) | Flux annuel ajouté (kg) | Concentration maximale ajoutée dans l'ouvrage de rejet |
|---------------|-----------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|--|
| Métaux totaux | Réservoirs T, S et Ex | -                   | 2                    | 75                      | 0,001  |

**Tableau 45**: Limites autorisées pour les métaux totaux sur FLA1-2-3 »

**2.2.5.4.3.2. Demande de limites de rejet en métaux totaux issus de T, S et Ex**

Il est proposé des nouvelles demandes de limites en cohérence avec les dimensionnements présentés précédemment :

- une demande de limites avec un flux 24h, un flux annuel et une concentration maximale ajoutée au rejet pour la phase dite « transitoire » correspondant au début de la préparation des essais à chaud et se terminant à la fin du premier cycle de l'EPR,
- une demande de limites avec un flux mensuel, un flux annuel et une concentration maximale ajoutée au rejet pour la phase dite « pérenne » commençant au début du second cycle de l'EPR puis couvrant toute la phase exploitation,

Les propositions de modification de la prescription [EDF-FLA-139] de la décision ASN « limites » sont donc les suivantes :

| Phase           | Substance     | Principales origines  | Flux 2h ajouté (kg) | Flux 24h ajouté (kg) | Flux mensuel ajouté (kg) | Flux annuel ajouté (kg) | Concentration maximale ajoutée dans l'ouvrage de rejet (mg/L) |
|-----------------|---------------|-----------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|---|
| Transitoire (1) | Métaux totaux | Réservoirs T, S et Ex | -                   | 18                   | -                        | 360                     | 0,01  |
| Pérenne         | Métaux totaux | Réservoirs T, S et Ex | -                   | -                    | 31                       | 96                      | 0,001   |

(1) A partir de la préparation des essais à chaud et jusqu'à la fin du premier cycle de l'EPR.

**Tableau 46** : Valeur limites de rejets demandées pour les métaux totaux sur le CNPE de FLA1-2-3

Elles sont détaillées [au Chapitre 2.3.1.3.](#)

## **2.2.5.5. Analyse des effets sur l'environnement**

### **2.2.5.5.1. Méthodologie retenue**

L'analyse repose sur l'évaluation de l'impact potentiel du rejet maximal des substances chimiques issues du CNPE de Flamanville. L'approche est effectuée substance par substance. Les substances étudiées sont : aluminium, chrome, cuivre, fer manganèse, nickel, plomb et zinc.

La méthodologie retenue pour l'évaluation substance par substance est détaillée au [§ 2.2.3.6.1.1.](#)

### **2.2.5.5.2. Evaluation de l'impact substance par substance**

#### **2.2.5.5.2.1. Contribution du rejet de la substance par rapport à sa teneur dans le milieu.**

Dans le cas où le ratio entre la concentration maximale ajoutée d'une substance et sa teneur moyenne dans le milieu est inférieur à 5%, la contribution maximale du CNPE est considérée comme négligeable par rapport au bruit de fond. L'analyse consiste alors à comparer la concentration ajoutée à la valeur de référence réglementaire et/ou écotoxicologique retenue. C'est le cas des substances manganèse et nickel présentées dans le tableau ci-dessous :

| Substances       | C <sub>initiale_moyenne</sub><br>(mg/L) | C <sub>max_ajoutée</sub><br>(mg/L) | Ratio (%) | Analyse succincte   |
|------------------|---|------------------------------------|-----------|---|
| <b>Manganèse</b> | 4,00E-03                                | 9,2E-05                            | 2%        | La concentration ajoutée maximale de 1,0E-04 mg/L est très inférieure aux valeurs de références écotoxicologique retenues (données aigues supérieures à 1,5 mg/L). <b>Cette analyse des rejets de manganèse du CNPE de Flamanville ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique de la Manche.</b>   |
| <b>Nickel</b>    | 2,80E-03                                | 2,9E-05                            | 1%        | La concentration ajoutée maximale de 3,2E-05 mg/L est très inférieure aux valeurs de références écotoxicologique retenues (données aigues supérieures à 2,8 E-02 mg/L). <b>Cette analyse des rejets de nickel du CNPE de Flamanville ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique de la Manche.</b> |

**Tableau 47** : Substances dont la concentration maximale ajoutée dans la Manche est négligeable devant la teneur moyenne dans le milieu et analyse succincte associée.

Pour les substances dont le ratio est supérieur à 5%, aluminium, chrome, cuivre, fer, plomb et zinc, une analyse plus approfondie est réalisée. Elle est présentée ci-après.

**2.2.5.5.2.2. Evaluation de l'impact de l'aluminium**

- Approche moyenne

|                  | Flux annuel (kg) | Concentration initiale moyenne dans la Manche (mg/L) | Concentration moyenne ajoutée dans la Manche (mg/L) | Concentration moyenne cumulée dans la Manche (mg/L) |
|------------------|------------------|--|---|---|
| <b>Aluminium</b> | 39,5             | 5,5E-04  | 5,8E-06   | 5,6E-04   |

**Tableau 48** : Tableau Concentration moyenne cumulée aluminium

La concentration moyenne cumulée après mélange est de 5,6 E-04 mg/L. Elle est donc très inférieure aux différentes données écotoxicologiques chroniques (supérieures à 2,5 E-02 mg/L) présentées en annexe 8.

- Approche maximale

|                  | Flux 24h (kg) | Concentration initiale maximale dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale ajoutée dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale cumulée dans la Manche (mg/L) |
|------------------|---------------|---|--|--|
| <b>Aluminium</b> | 1,97          | 5,5E-04   | 2,1 E-04   | 7,6E-04  |

**Tableau 49** : Tableau Concentration maximale cumulée aluminium

La concentration maximale cumulée après mélange est de 7,6 E-04 mg/L. Elle est donc très inférieure aux différentes données écotoxicologiques aiguës (supérieures à 2,45E-01 mg/L) présentées en annexe 8.

Cette analyse des rejets en aluminium du CNPE de Flamanville ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique de la Manche.

**2.2.5.5.2.3. Evaluation de l'impact du chrome**

- Approche moyenne

|               | Flux annuel (kg) | Concentration initiale moyenne dans la Manche (mg/L) | Concentration moyenne ajoutée dans la Manche (mg/L) | Concentration moyenne cumulée dans la Manche (mg/L) |
|---------------|------------------|--|---|---|
| <b>Chrome</b> | 2,83             | 3,0E-04  | 4,2E-07   | 3,0E-04   |

**Tableau 50** : Tableau Concentration moyenne cumulée chrome

La concentration moyenne cumulée après mélange est de 3,0 E-04 mg/L. Elle est donc très inférieure aux différentes données écotoxicologiques chroniques (supérieures à 7,1E-02 mg/L) présentées en annexe 8.

- Approche maximale

|               | <b>Flux 24h (kg)</b> | <b>Concentration initiale maximale dans la Manche (mg/L)</b> | <b>Concentration maximale ajoutée dans la Manche (mg/L)</b> | <b>Concentration maximale cumulée dans la Manche (mg/L)</b> |
|---------------|----------------------|--|---|---|
| <b>Chrome</b> | 0,14                 | 3,0E-04  | 1,5E-05   | 3,2E-04   |

**Tableau 51** : Tableau Concentration maximale cumulée chrome

La concentration maximale cumulée après mélange est de 3,2 E-04 mg/L. Elle est donc inférieure aux différentes données écotoxicologiques aiguës (données allant de 2,2E-02 à 2,1E+02 mg/L) présentées en annexe 8.

Cette analyse des rejets en chrome du CNPE de Flamanville ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique de la Manche.

#### **2.2.5.5.2.4. Evaluation de l'impact du cuivre**

- Approche moyenne

|               | <b>Flux annuel (kg)</b> | <b>Concentration initiale moyenne dans la Manche (mg/L)</b> | <b>Concentration moyenne ajoutée dans la Manche (mg/L)</b> | <b>Concentration moyenne cumulée dans la Manche (mg/L)</b> |
|---------------|-------------------------|---|--|--|
| <b>Cuivre</b> | 49,2                    | 2,5E-03   | 7,3E-06  | 2,5E-03  |

**Tableau 52** : Tableau Concentration moyenne cumulée cuivre

La concentration moyenne cumulée après mélange est de 2,5 E-03 mg/L. Elle est donc supérieure aux différentes données écotoxicologiques chroniques (supérieures à 6,4E-04 mg/L) présentées en [annexe 8](#). Cependant, il faut noter que :

- La concentration initiale moyenne dans la Manche (2,50E-03 mg/L) est supérieure aux données écotoxicologiques chroniques ( $\geq 6,4E-04$  mg/L).
- Le CNPE de Flamanville est très faiblement contributif à cette concentration moyenne cumulée (0,47%).
- Une autre donnée écotoxicologique est disponible (NOEC poisson = 6,0E-02 mg/L) avec une valeur supérieure à la concentration moyenne cumulée (2,50E-03 mg/L).
- La surveillance hydrobiologique autour du CNPE de Flamanville n'a par ailleurs pas mis en évidence d'influence néfaste du fonctionnement des tranches 1 et 2 sur les compartiments biologiques, en particulier le phytoplancton, compartiment susceptible d'être le plus impacté dans la mesure où le cuivre est considéré comme un puissant algicide.

- Approche maximale

|               | Flux 24h (kg) | Concentration initiale maximale dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale ajoutée dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale cumulée dans la Manche (mg/L) |
|---------------|---------------|---|--|--|
| <b>Cuivre</b> | 2,45          | 2,5E-03   | 2,6E-04  | 2,8E-03  |

**Tableau 53** : Tableau Concentration maximale cumulée cuivre

La concentration maximale cumulée après mélange est de 2,8 E-03 mg/L. Elle est donc inférieure aux différentes données écotoxicologiques aiguës (données allant de 1,7E-02 à 5,18 E+01 mg/L) présentées en [annexe 8](#).

Cette analyse des rejets en cuivre du CNPE de Flamanville ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique de la Manche.

#### 2.2.5.5.2.5. *Evaluation de l'impact du fer*

- Approche moyenne

|            | Flux annuel (kg) | Concentration initiale moyenne dans la Manche (mg/L) | Concentration moyenne ajoutée dans la Manche (mg/L) | Concentration moyenne cumulée dans la Manche (mg/L) |
|------------|------------------|--|---|---|
| <b>Fer</b> | 10 600           | 1,0E-02  | 1,6E-03   | 1,2E-02   |

**Tableau 54** : Tableau Concentration moyenne cumulée fer

La concentration moyenne cumulée après mélange est de 1,2 E-02 mg/L. Elle est donc très inférieure aux différentes données écotoxicologiques chroniques (supérieures à 1 mg/L) présentées en [annexe 8](#).

- Approche maximale

|            | Flux 24h (kg) | Concentration initiale maximale dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale ajoutée dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale cumulée dans la Manche (mg/L) |
|------------|---------------|---|--|--|
| <b>Fer</b> | 110           | 1,0E-02   | 2,8E-04  | 1,0E-02  |

**Tableau 55** : Tableau Concentration maximale cumulée fer

La concentration maximale cumulée après mélange est de 1,0 E-02 mg/L. Elle est donc très inférieure aux différentes données écotoxicologiques aiguës (supérieures à 2,9 mg/L) présentées en [annexe 8](#).

Cette analyse des rejets en fer du CNPE de Flamanville ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique de la Manche.

**2.2.5.5.2.6. Evaluation de l'impact du plomb**

- Approche moyenne

|              | Flux annuel (kg) | Concentration initiale moyenne dans la Manche (mg/L) | Concentration moyenne ajoutée dans la Manche (mg/L) | Concentration moyenne cumulée dans la Manche (mg/L) |
|--------------|------------------|--|---|---|
| <b>Plomb</b> | 2,85             | 2,5E-04  | 4,2E-07   | 2,5E-04   |

**Tableau 56** : Tableau Concentration moyenne cumulée plomb

La concentration moyenne cumulée après mélange est de 2,5 E-04 mg/L. Elle est donc très inférieure aux différentes données écotoxicologiques chroniques (supérieures à 4,1E-03mg/L) présentées en [annexe 8](#).

- Approche maximale

|              | Flux 24h (kg) | Concentration initiale maximale dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale ajoutée dans la Manche (mg/L) | Concentration maximale cumulée dans la Manche (mg/L) |
|--------------|---------------|---|--|--|
| <b>Plomb</b> | 0,142         | 2,5E-04   | 1,5E-05  | 2,7E-04  |

**Tableau 57** : Tableau Concentration maximale cumulée plomb

La concentration maximale cumulée après mélange est de 2,7 E-04 mg/L. Elle est donc très inférieure aux différentes données écotoxicologiques aiguës (supérieures à 1,0E-02 mg/L) présentées en [annexe 8](#).

Cette analyse des rejets en plomb du CNPE de Flamanville ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique de la Manche.

**2.2.5.5.2.7. Evaluation de l'impact du zinc**

- Approche moyenne

|             | Flux annuel (kg) | Concentration initiale moyenne dans la Manche (mg/L) | Concentration moyenne ajoutée dans la Manche (mg/L) | Concentration moyenne cumulée dans la Manche (mg/L) |
|-------------|------------------|--|---|---|
| <b>Zinc</b> | 52,5             | 4,0E-03  | 7,8E-06   | 4,0E-03   |

**Tableau 58** : Tableau Concentration moyenne cumulée zinc

Les données écotoxicologiques chroniques disponibles (supérieures à 1,0E-02mg/L) sont toutes très supérieures à la concentration moyenne cumulée (4,0 E-03 mg/L).

- Approche maximale

|             | Flux 24h<br>(kg) | Concentration initiale<br>maximale dans la<br>Manche (mg/L) | Concentration<br>maximale ajoutée<br>dans la Manche<br>(mg/L) | Concentration<br>maximale cumulée<br>dans la Manche (mg/L) |
|-------------|------------------|---|---|--|
| <b>Zinc</b> | 2,62             | 4,0E-03   | 2,8E-04   | 4,3E-03  |

**Tableau 59** : Tableau Concentration maximale cumulée zinc

Les données écotoxicologiques aiguës disponibles (supérieures à 6,0E-02 mg/L) sont toutes très supérieures à la concentration moyenne cumulée (4,3 E-03 mg/L.).

Cette analyse des rejets en zinc du CNPE de Flamanville ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique de la Manche.

#### **2.2.5.5.3. Conclusion de l'évaluation de l'impact environnementale**

L'étude réalisée montre le respect des valeurs de référence écotoxicologiques et réglementaires pour l'ensemble des métaux (aluminium, chrome, cuivre, fer, manganèse, nickel, plomb et zinc) et ne met pas en évidence d'impact environnemental sur l'écosystème aquatique de la Manche aux abords du CNPE de Flamanville.

## 2.2.5.6. Evaluation des risques sanitaires

### 2.2.5.6.1. Méthodologie retenue

La méthodologie retenue est celle de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires, présentée au [§ 2.2.3.7.1.](#)

### 2.2.5.6.2. Identification des dangers

#### 2.2.5.6.2.1. Inventaire des substances

Les substances considérées dans cette analyse sont l'aluminium, le chrome, le cuivre, le fer, le manganèse, le nickel, le plomb et le zinc et sont présentées dans le tableau suivant. Les concentrations sont calculées sur la base d'un débit minimal de rejet de 22,5 m<sup>3</sup>/s et de l'un facteur de dilution en champ proche du rejet de 0,21. Il s'agit du scénario présentant les concentrations maximales.

| Substances       | Flux 24 h (kg) | Concentration ajoutée maximale en champ proche (mg/L) | Concentration initiale dans la Manche (mg/L) | Ratio C <sub>max ajoutée</sub> / C <sub>initiale</sub> |
|------------------|----------------|---|--|--|
| <b>Aluminium</b> | 1,97           | 2,1E-04   | 5,5E-04                                      | <b>39 %</b>  |
| <b>Chrome</b>    | 0,141          | 1,5E-05   | 3,0E-04                                      | <b>5,1%</b>  |
| <b>Cuivre</b>    | 2,45           | 2,6E-04   | 2,5E-03                                      | <b>11 %</b>  |
| <b>Fer</b>       | 110            | 1,2E-02   | 1,0E-02                                      | <b>120%</b>  |
| <b>Manganèse</b> | 0,85           | 9,2E-05   | 4,0E-03                                      | <b>2,3%</b>  |
| <b>Nickel</b>    | 0,267          | 2,9E-05   | 2,8E-03                                      | <b>1,0%</b>  |
| <b>Plomb</b>     | 0,142          | 1,5E-05   | 2,5E-04                                      | <b>6,1%</b>  |
| <b>Zinc</b>      | 2,62           | 2,8E-04   | 4,0E-03                                      | <b>7,1%</b>  |

**Tableau 60** : Inventaire des métaux rejetés dans l'eau

#### 2.2.5.6.2.2. Sélection des substances à étudier

##### Substances ne répondant pas au critère 1 : « toxicité potentielle »

Le fer ne répond pas au critère « toxicité ». En effet, cette substance est considérée comme très peu, voire non toxique pour l'homme et aucune valeur guide fondée sur des critères de santé n'est proposée par l'OMS<sup>1</sup> pour cette substance (voir [annexe 8](#)).

##### Substances répondant au critère 1 et ne répondant pas au critère 2 : « quantité rejetée »

Le manganèse et le nickel ne répondent pas à la première composante du critère 2 « quantité ajoutée significative au regard des concentrations initiales dans le milieu ». En effet, les concentrations ajoutées pour ces substances représentent moins de 5 % de la concentration initiale dans la Manche.

Les concentrations maximales en aluminium sont faibles au regard de sa toxicité potentielle (voir [annexe 8](#)) et l'exposition à cette substance est faible car il s'agit d'une substance peu bioaccumulable. Cette substance ne fait donc pas l'objet d'une évaluation des risques sanitaires.

<sup>1</sup> OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

### **Substances retenues pour l'étude**

Le chrome – supposé être de manière pénalisante sous sa forme la plus toxique, c'est à dire sous sa forme hexavalente -, le cuivre, le plomb et le zinc font l'objet d'une évaluation des risques sanitaires selon l'approche décrite précédemment.

Des données toxicologiques pour ces substances sont présentées en [annexe 8](#).

#### **2.2.5.6.3. Evaluation des relations dose-réponse**

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont fondées sur l'analyse critique des connaissances toxicologiques, épidémiologiques ou cliniques. Elles sont établies et actualisées par des instances internationales (OMS par exemple) ou des structures nationales (Anses<sup>2</sup>, US-EPA<sup>3</sup>, ATSDR<sup>4</sup>, RIVM<sup>5</sup>, Health Canada...).

Deux cas sont distingués :

- les effets à seuil : l'effet ne survient qu'au-delà d'un seuil de dose, c'est-à-dire que l'effet ne peut se produire que si les capacités de l'organisme en matière de compensation, de réparation, de transformation, ou encore d'élimination sont dépassées,
- les effets sans seuil : dans ce cas, c'est la fréquence d'apparition (ou probabilité de survenue) du danger qui est proportionnelle à la dose. Il existe donc une probabilité de réalisation du danger quelle que soit la dose, d'où l'absence de seuil de dose. Dans ce cas, la VTR sera appelée Excès de Risque Unitaire (ERU) dans la suite de l'étude.

L'inventaire et le choix des VTR présentés dans les [Tableau 61](#) et [Tableau 62](#) sont valables à la date de la rédaction du présent document et sont susceptibles d'évoluer en fonction de l'acquisition des connaissances. La sélection des VTR est réalisée conformément aux préconisations de la Direction Générale de la Santé (DGS). Au vu des scénarios d'exposition retenus, seules les VTR pour la voie orale sont présentées.

---

<sup>2</sup> Anses : Agence nationale de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

<sup>3</sup> US EPA : US Environmental Protection Agency.

<sup>4</sup> ATSDR : Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (Etats-Unis).

<sup>5</sup> RIVM : Institut national de santé publique des Pays-Bas.

| Substance        | Exposition orale chronique | Origine des données (Animales / humaines) | VTR                            | Effet critique            | Source       |
|------------------|----------------------------|---|--------------------------------|---------------------------|--------------|
| <b>Chrome VI</b> | Effets à seuil             | A   | 0,0009 mg/kg/j                 | Gastroentérologique       | ATSDR 2012   |
|                  | Effets sans seuil          | A   | 0,50 (mg/kg/j) <sup>-1</sup>   | Tumeurs de l'intestin     | OEHHA 2011   |
| <b>Cuivre</b>    | Effets à seuil             | H   | 0,14 mg/kg/j                   | Effets gastro-intestinaux | OEHHA 2008   |
| <b>Plomb</b>     | Effets à seuil             | H   | 0,00063 mg/kg/j                | Plombémie / neurotoxicité | Anses 2013   |
|                  | Effets sans seuil          | A   | 0,0085 (mg/kg/j) <sup>-1</sup> | Tumeurs rénales           | OEHHA 2009   |
| <b>Zinc</b>      | Effets à seuil             | A   | 0,3 mg/kg/j                    | Hématologique             | US EPA, 2005 |

**Tableau 61** : VTR retenues pour l'exposition chronique

| Substance     | Origine des données (Animales / humaines) | VTR          | Effet critique            | Source     |
|---------------|---|--------------|---------------------------|------------|
| <b>Cuivre</b> | H   | 0,01 mg/kg/j | Effets gastro-intestinaux | ATSDR 2004 |

**Tableau 62** : VTR retenues pour l'exposition aiguë

#### **2.2.5.6.4. Evaluation de l'exposition des populations**

##### **2.2.5.6.4.1. Populations considérées**

Dans le cas général, les VTR utilisées pour l'évaluation des risques sanitaires sont évaluées de façon à prendre en considération les populations dites sensibles comme les enfants, les personnes âgées, les personnes malades ou les femmes enceintes.

En première approche, l'étude considère la population adulte résidant au voisinage du site de Flamanville. Une étude de sensibilité est réalisée pour le groupe « grand consommateurs de produits de la mer », dont la consommation correspond au 95ème percentile de la ration alimentaire pour le poisson, les crustacés et les mollusques.

**2.2.5.6.4.2. Voies d'exposition considérées**

Vecteurs et voies d'exposition envisageables

Les rejets du CNPE de Flamanville se font en mer. Les voies d'exposition possibles sont les suivantes :

| Milieu contaminé                      | Mode de transfert des polluants  | Voies d'exposition possibles  |
|---------------------------------------|----------------------------------|---|
| Eau de mer                            | Dispersion à partir de la source | Contact cutané (lors de la baignade)<br>Ingestion (lors de la baignade)<br>Inhalation d'embruns |
| Sable                                 | Eau de mer                       | Contact cutané (sur les plages)<br>Ingestion  |
| Poissons,<br>mollusques,<br>crustacés | Eau de mer                       | Ingestion   |

**Tableau 63** : Voies d'exposition envisageables

Hypothèses simplificatrices retenues

Dans une première approche, l'exposition par contact cutané (avec l'eau de mer ou avec le sable) n'est pas étudiée dans la mesure où :

- la bibliographie relative à la toxicité des substances étudiées n'a pas relevé de données quantitatives portant sur la voie cutanée et a fortiori, de VTR pour cette voie ;
- les concentrations maximales ajoutées sont faibles (voir [Tableau 60](#)).

L'ingestion de sable n'est pas retenue dans le cadre de cette étude, compte tenu notamment des fortes incertitudes sur le calcul du transfert des substances chimiques de la mer au sable et du fait que l'ingestion accidentelle de sable ne correspond pas à une voie majoritaire d'exposition<sup>6</sup>.

L'exposition par inhalation d'embruns n'est pas retenue dans cette première approche du fait du caractère secondaire de cette voie d'exposition.

Finalement, les voies d'exposition considérées sont la **consommation de produits de la mer et l'ingestion accidentelle d'eau de mer lors de la baignade**. Les produits de la mer sont supposés être pêchés dans le champ proche des rejets. Concernant le lieu de baignade, les plages les plus proches se trouvent au niveau des anses de Vauville et Sciotot, elles sont considérées comme étant dans le champ lointain du rejet.

**2.2.5.6.4.3. Durée d'exposition**

Deux types d'exposition sont distingués :

- les expositions chroniques qui sont des expositions sur des durées longues (supérieures à un an), continues ou répétées, à des doses « faibles »,

---

<sup>6</sup> 5 g/an pour la classe d'âge maximale (GRNC)

- les expositions aiguës qui sont des expositions de courte durée (de l'ordre de la journée) à des doses plus élevées.

Pour chaque substance, il s'agit donc de déterminer si l'exposition sera chronique et/ou aiguë suivant deux critères : la durée d'exposition et l'ordre de grandeur des doses mises en jeu.

#### Substances étudiées pour l'exposition chronique

Au regard des caractéristiques de rejet, les métaux sont rejetés de façon continue ou répétée pendant toute l'année. De plus, compte tenu de leur ordre de grandeur, les concentrations rejetées en mer après dilution conduisent à de faibles doses d'exposition. Dans ce contexte, les effets toxiques, s'ils existent, pourront apparaître à long terme. Par conséquent, l'évaluation du risque sanitaire considère l'étude des effets chroniques pour les 4 métaux retenus.

L'étude des effets chroniques est basée sur le calcul d'expositions moyennes sur l'année.

#### Substances étudiées pour l'exposition aiguë

De façon générale, et même dans le cas où les rejets seraient strictement continus au cours de l'année, il peut exister des épisodes où les concentrations dans le milieu sont plus importantes du fait par exemple de conditions de dilution peu favorables. Par suite, les populations peuvent ponctuellement être exposées à des doses plus importantes. Ceci conduit à étudier les expositions aiguës pour l'ensemble des substances avec effet à seuil retenues.

#### **2.2.5.6.4.4. Concentrations dans les milieux**

Les effluents liquides rejetés en mer subissent une première dilution dans les eaux de refroidissement qui se diluent ensuite dans la mer en formant un panache au sein duquel la concentration des substances chimiques décroît au fur et à mesure de l'éloignement du point de rejet.

##### 2.2.5.6.4.4.1. Calcul des concentrations moyennes dans la Manche

Pour toutes les substances étudiées, excepté le bromoforme qui est lié à la chloration de l'eau, le rejet est effectué dans les eaux de refroidissement de la centrale et se fait soit par la tranche 1, soit par la tranche 2.

Le calcul des concentrations moyennes ajoutées dans les eaux de refroidissement (première dilution) est donc basé sur :

- le flux annuel qui correspond aux rejets de FLA1-2-3 ;
- une dilution dans les eaux de refroidissement à un débit de  $45 \text{ m}^3/\text{s}$  qui correspond au débit nominal de rejet d'une tranche de FLA1-2 en fonctionnement normal.

Par la suite, le calcul des concentrations moyennes ajoutées dans le milieu (deuxième dilution) est effectué comme suit :

- pour l'exposition due à l'ingestion de produits de la mer, on considère que la zone de pêche se trouve dans le champ proche des rejets et un facteur de dilution de 0,21 est retenu ;

- pour l'exposition par ingestion d'eau de mer lors de la baignade, la concentration de l'eau de mer au niveau de la plage considérée située en champ lointain est calculée avec un facteur de dilution de 0,07.

| Substances    | Flux annuel (kg) | Concentration déjà présente dans le milieu (mg/L) | Concentration moyenne en zone de pêche (mg/L) |         | Concentration moyenne en zone de baignade (mg/L) |         |
|---------------|------------------|---|---|---------|--|---------|
|               |                  |   | Ajoutée                                       | Cumulée | Ajoutée  | Cumulée |
| <b>Chrome</b> | 2,83             | 3,0E-04   | 4,2E-07                                       | 3,0E-04 | 1,4E-07  | 3,0E-04 |
| <b>Cuivre</b> | 49,2             | 2,5E-03   | 7,3E-06                                       | 2,5E-03 | 2,4E-06  | 2,5E-03 |
| <b>Plomb</b>  | 2,85             | 2,5E-04   | 4,2E-07                                       | 2,5E-04 | 1,4E-07  | 2,5E-04 |
| <b>Zinc</b>   | 52,5             | 4,0E-03   | 7,8E-06                                       | 4,0E-03 | 2,6E-06  | 4,0E-03 |

**Tableau 64** : Concentrations moyennes dans la Manche

#### 2.2.5.6.4.4.2. Calcul des concentrations maximales dans la Manche

Les concentrations maximales ajoutées dans les eaux de refroidissement sont calculées à partir des limites 24 heures et d'une dilution à un débit nominal arrondi à 22,5 m<sup>3</sup>/s.

Les concentrations maximales ajoutées dans le milieu sont calculées en considérant des facteurs de dilution de **0,21** (zone de pêche) et **0,07** (zone de baignade).

| Substances    | Flux annuel (kg) | Concentration déjà présente dans le milieu (mg/L) | Concentration maximale en zone de pêche (mg/L) |         | Concentration maximale en zone de baignade (mg/L) |         |
|---------------|------------------|---|--|---------|---|---------|
|               |                  |   | Ajoutée  | Cumulée | Ajoutée   | Cumulée |
| <b>Chrome</b> | 0,141            | 3,0E-04   | 1,5E-05  | 3,2E-04 | 5,1E-06   | 3,1E-04 |
| <b>Cuivre</b> | 2,45             | 2,5E-03   | 2,6E-04  | 2,8E-03 | 8,8E-05   | 2,6E-03 |
| <b>Plomb</b>  | 0,142            | 2,5E-04   | 1,5E-05  | 2,7E-04 | 5,1E-06   | 2,6E-04 |
| <b>Zinc</b>   | 2,62             | 4,0E-03   | 2,8E-04  | 4,3E-03 | 9,4E-05   | 4,1E-03 |

**Tableau 65** : Concentrations maximales dans la Manche

#### 2.2.5.6.4.4.3. Concentration dans les produits de la mer

Les concentrations dans les produits de la mer (poissons, mollusques et crustacés) sont calculées à partir des concentrations dans l'eau de mer au niveau de la zone de pêche (concentrations en champ proche) et des facteurs de bioconcentration<sup>7</sup> (BCF) s'ils sont disponibles. La concentration dans l'animal est égale au produit de la concentration dans l'eau de mer par le BCF.

Pour les substances dont le BCF est supérieur à 1, il y a une accumulation, même faible, de la substance dans la chair des produits de la mer. Les valeurs de BCF retenues sont présentées dans le tableau suivant.

<sup>7</sup> Le BCF est défini comme la rapport entre la concentration dans l'organisme étudié et la concentration dans le milieu pour une substance donnée.

| Substances       | BCF poissons | BCF crustacés | BCF mollusques | Source              |
|------------------|--------------|---------------|----------------|---------------------|
| <b>Chrome VI</b> | 1            | 200           | 200            | INERIS <sup>8</sup> |
| <b>Cuivre</b>    | 180          | 180*          | 180*           | GRNC <sup>9</sup>   |
| <b>Plomb</b>     | 200          | 1 000         | 1000           |                     |
| <b>Zinc</b>      | 5 000        | 4 000         | 80 000         |                     |

\* : il n'existe pas de valeur de BCF pour les mollusques et les crustacés. Par défaut, il est considéré que ceux-ci sont égaux au BCF pour les poissons, soit 180.

**Tableau 66 : Facteurs de bioconcentration**

Les concentrations dans la chair des produits de la mer sont présentées dans les tableaux suivants.

| Substances    | Concentration moyenne (mg/kg) |           |            |          |           |            |
|---------------|-------------------------------|-----------|------------|----------|-----------|------------|
|               | Ajoutée                       |           |            | Cumulée  |           |            |
|               | Poissons                      | Crustacés | Mollusques | Poissons | Crustacés | Mollusques |
| <b>Chrome</b> | 4,2E-07                       | 8,4E-05   | 8,4E-05    | 3,0E-04  | 6,0E-02   | 6,0E-02    |
| <b>Cuivre</b> | 1,3E-03                       | 1,3E-03   | 1,3E-03    | 4,5E-01  | 4,5E-01   | 4,5E-01    |
| <b>Plomb</b>  | 8,4E-05                       | 4,2E-04   | 4,2E-04    | 5,0E-02  | 2,5E-01   | 2,5E-01    |
| <b>Zinc</b>   | 3,9E-02                       | 3,1E-02   | 6,2E-01    | 2,0E+01  | 1,6E+01   | 3,2E+02    |

**Tableau 67 : Concentrations moyennes dans les produits de la mer**

| Substances    | Concentration maximale (mg/kg) |           |            |          |           |            |
|---------------|--------------------------------|-----------|------------|----------|-----------|------------|
|               | Ajoutée                        |           |            | Cumulée  |           |            |
|               | Poissons                       | Crustacés | Mollusques | Poissons | Crustacés | Mollusques |
| <b>Chrome</b> | 1,5E-05                        | 3,0E-03   | 3,0E-03    | 3,2E-04  | 6,3E-02   | 6,3E-02    |
| <b>Cuivre</b> | 4,8E-02                        | 4,8E-02   | 4,8E-02    | 5,0E-01  | 5,0E-01   | 5,0E-01    |
| <b>Plomb</b>  | 3,1E-03                        | 1,5E-02   | 1,5E-02    | 5,3E-02  | 2,7E-01   | 2,7E-01    |
| <b>Zinc</b>   | 1,4E+00                        | 1,1E+00   | 2,3E+01    | 2,2E+01  | 1,7E+01   | 3,4E+02    |

**Tableau 68 : Concentrations maximales dans les produits de la mer**

#### **2.2.5.6.4.5. Evaluation de l'exposition**

La Dose Journalière d'Exposition (DJE) correspond, pour chaque substance, à la quantité de celle-ci ingérée quotidiennement par une personne via les différentes voies d'exposition (eau et poisson), rapportée à sa masse corporelle. Elle s'exprime selon la relation suivante :

$$DJE = \frac{\text{Concentration dans le milieu (eau ou poisson)} \times \text{Quantité ingérée quotidiennement}}{\text{Masse corporelle}}$$

<sup>8</sup> INERIS, 2005. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, Chrome et ses dérivés

<sup>9</sup> GRNC:Groupe Radioécologie Nord Contentin (sous-groupe "Chimiques"), 2002.

La quantité ingérée quotidiennement correspond au produit de la consommation journalière et du taux d'autoconsommation.

Les valeurs retenues des paramètres nécessaires à ce calcul (masses corporelles, quantités moyennes de produits de la mer ingérés quotidiennement et quantité d'eau de mer ingérée par inadvertance) sont issues de la base de données CIBLEX<sup>10</sup>, d'une enquête locale du CREDOC<sup>11</sup>, du GRNC<sup>12</sup>.

|  |                             | <b>Adulte</b> |
|--|-----------------------------|---------------|
| <b>Masse corporelle (kg)</b>                       |                             | 62,5          |
| <b>Eau de mer ingérée par inadvertance (L/an)</b>  |                             | 0,10          |
| <b>Consommation annuelle de poisson (kg/an)</b>    | <b>Population générale</b>  | 15,1          |
|  | <b>Grands consommateurs</b> | 46,0          |
| <b>Consommation annuelle de mollusques (kg/an)</b> | <b>Population générale</b>  | 2,6           |
|  | <b>Grands consommateurs</b> | 15,7          |
| <b>Consommation annuelle de crustacés (kg/an)</b>  | <b>Population générale</b>  | 2,5           |
|  | <b>Grands consommateurs</b> | 13,2          |

**Tableau 69** : Paramètres d'exposition de la population

Les DJE sont présentées dans le tableau suivant :

| <b>Substances</b> | <b>DJE<sub>totales</sub> moyennes (mg/kg/j)</b> |                 | <b>DJE<sub>totales</sub> maximales (mg/kg/j)</b> |                 |
|-------------------|---|-----------------|--|-----------------|
|                   | <b>Attribuables</b>                             | <b>Cumulées</b> | <b>Attribuables</b>                              | <b>Cumulées</b> |
| <b>Chrome</b>     | 1,9E-08   | 1,4E-05         | 7,0E-07  | 1,5E-05         |
| <b>Cuivre</b>     | 1,2E-06   | 4,0E-04         | 4,2E-05  | 4,4E-04         |
| <b>Plomb</b>      | 1,5E-07   | 8,9E-05         | 5,5E-06  | 9,5E-05         |
| <b>Zinc</b>       | 1,0E-04   | 5,2E-02         | 3,6E-03  | 5,5E-02         |

**Tableau 70** : Doses journalières d'exposition moyennes et maximales pour la population générale

*Remarque : Le calcul de sensibilité pour l'adulte du groupe « Grands consommateurs de produits de la mer » dans le cas des rejets aux limites autorisées conduit aux DJE<sub>totales</sub> suivantes :*

<sup>10</sup> CIBLEX, novembre 2003 – Banque de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué, Publication ADEME - IRSN

<sup>11</sup> Rapport final – Juin 1998 – « Enquête sur la consommation alimentaire dans le Nord Cotentin pour la COGEMA »

<sup>12</sup> Rapport Groupe Radioécologie Nord-Cotentin – Rapport détaillé du GT4 – Volume 4 – 07/1999 – « Estimation des doses et des risques de leucémie associés »

| Substances    | DJE <sub>totales</sub> moyennes<br>(mg/kg/j) |          | DJE <sub>totales</sub> maximales<br>(mg/kg/j) |          |
|---------------|--|----------|---|----------|
|               | Attribuables                                 | Cumulées | Attribuables                                  | Cumulées |
| <b>Chrome</b> | 1,1E-07                                      | 7,7E-05  | 3,9E-06                                       | 8,1E-05  |
| <b>Cuivre</b> | 4,3E-06                                      | 1,5E-03  | 1,6E-04                                       | 1,6E-03  |
| <b>Plomb</b>  | 7,0E-07                                      | 4,2E-04  | 2,6E-05                                       | 4,4E-04  |
| <b>Zinc</b>   | 5,2E-04                                      | 2,7E-01  | 1,9E-02                                       | 2,9E-01  |

**Tableau 71** : Doses journalières d'exposition pour les grands consommateurs de produits de la mer

#### 2.2.5.6.5. Caractérisation des risques

##### 2.2.5.6.5.1. Risques liés aux expositions moyennes

Les expositions calculées sur la base de moyennes sont caractéristiques de l'exposition chronique aux rejets. Il est considéré de manière majorante que l'individu est présent pendant toute l'année sur son lieu d'habitation.

##### Effets à seuil (non cancérogènes) :

Pour les effets à seuil, la possibilité de survenue d'un effet toxique critique chez un individu s'exprime sous la forme d'un quotient de danger, noté QD, qui est égal au rapport de la Dose Journalière d'Exposition et de la Valeur Toxicologique de Référence :

$$QD = \frac{DJE}{VTR}$$

Lorsque ce quotient de danger est inférieur à 1, il est considéré une absence de risque sanitaire.

| Substances    | QD – Population générale |         |
|---------------|--------------------------|---------|
|               | Attribuable              | Cumulé  |
| <b>Chrome</b> | 2,1E-05                  | 1,5E-02 |
| <b>Cuivre</b> | 8,3E-06                  | 2,9E-03 |
| <b>Plomb</b>  | 2,4E-04                  | 1,4E-01 |
| <b>Zinc</b>   | 3,3E-04                  | 1,7E-01 |

**Tableau 72** : QD en exposition chronique - Population générale

*Remarque : Le calcul de sensibilité pour le groupe « Grands consommateurs de produits de la mer » dans le cas des rejets aux limites autorisées conduit aux QD suivants :*

| Substances    | QD – Grand consommateur |         |
|---------------|-------------------------|---------|
|               | Attribuable             | Cumulé  |
| <b>Chrome</b> | 1,2E-04                 | 8,5E-02 |
| <b>Cuivre</b> | 3,1E-05                 | 1,1E-02 |
| <b>Plomb</b>  | 1,1E-03                 | 6,6E-01 |
| <b>Zinc</b>   | 1,7E-03                 | 9,0E-01 |

**Tableau 73** : QD en exposition chronique – Grands consommateurs de produits de la mer

**Les quotients de danger étant inférieurs à 1 pour les rejets aux limites demandées, l'évaluation ne met pas en évidence de risques sanitaires dus aux rejets de métaux par le CNPE de Flamanville, par ingestion d'eau de mer par inadvertance et de produits de la mer.**

Effets sans seuil :

Pour les effets sans seuil, un Excès de Risque Individuel (ERI) est calculé en multipliant l'Excès de Risque Unitaire par voie orale (ERU<sub>0</sub>) par la dose d'exposition (DE), moyennée sur l'espérance de vie de l'individu prise égale à 70 ans (T<sub>m</sub>).

La dose d'exposition (DE) reçue par la voie ingestion est calculée en sommant les doses successivement reçues par l'individu pendant la période où il réside à proximité de l'installation (hypothèse considérée : 30 ans)<sup>13</sup>. L'ERI représente la probabilité de l'individu à développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

L'Excès de Risque Individuel est calculé selon la formulation suivante :

$$ERI = ERU_0 \cdot \frac{DE}{T_m}$$

| Substances    | ERI – Population générale |         |
|---------------|---------------------------|---------|
|               | Attribuable               | Cumulé  |
| <b>Chrome</b> | 4,1E-09                   | 2,9E-06 |
| <b>Plomb</b>  | 5,5E-10                   | 3,2E-07 |

**Tableau 74** : Excès de risque individuel - Population générale

*Remarque : Le calcul de sensibilité pour le groupe « Grands consommateurs de produits de la mer » dans le cas des rejets aux limites autorisées conduit aux ERI suivants :*

<sup>13</sup> Percentile 90 de la durée de résidence (INERIS, 2013).

| Substances | ERI – Grands consommateurs |         |
|------------|----------------------------|---------|
|            | Attribuable                | Cumulé  |
| Chrome     | 2,3E-08                    | 1,6E-05 |
| Plomb      | 2,6E-09                    | 1,5E-06 |

**Tableau 75** : Excès de risque individuel – Grands consommateurs de produits de la mer

Ces valeurs d'ERI représentent pour un individu qui ingérerait des produits de la mer et de l'eau de mer par inadvertance soumis aux rejets pendant 30 ans de résidence à proximité du CNPE du Flamanville en fonctionnement :

- une probabilité inférieure à 3 sur 1 million de développer un cancer au cours de sa vie du fait de l'exposition au chrome pendant 30 ans,
- une probabilité inférieure à 4 sur 10 millions de développer un cancer au cours de sa vie du fait de l'exposition au plomb pendant 30 ans.

**Tous les ERI attribuables au CNPE de Flamanville sont inférieurs à la valeur d'acceptabilité du risque préconisée par l'OMS pour établir les valeurs guide pour l'eau de boisson ( $10^{-5}$ , soit 1 sur cent mille).**

#### 2.2.5.6.5.2. Risques liés aux expositions maximales

##### Substance bénéficiant d'une Valeur toxicologique de référence

Pour le cuivre, étant donnée l'existence d'une VTR pour l'exposition aiguë, il est possible d'évaluer quantitativement le risque associé à cette substance.

| Substances | QD – Population générale |         | QD – Grand consommateur |         |
|------------|--------------------------|---------|-------------------------|---------|
|            | Attribuable              | Cumulé  | Attribuable             | Cumulé  |
| Cuivre     | 4,2E-03                  | 4,4E-02 | 1,6E-02                 | 1,6E-01 |

**Tableau 76** : QD en exposition aiguë

**Les Quotients de Danger calculés pour le cuivre étant inférieurs à 1, il est possible de conclure à une absence de risque d'apparition d'un effet toxique dû à l'exposition aiguë à cette substance par ingestion d'eau de mer par inadvertance et de produits de la mer.**

##### Substances ne bénéficiant pas d'une Valeur toxicologique de référence

Pour les substances ne bénéficiant pas de VTR pour l'exposition aiguë, les doses maximales mises en jeu sont comparées dans le tableau ci-après aux valeurs toxicologiques de référence pour un impact chronique.

Lorsque celles-ci ne sont pas disponibles, il est à noter qu'il peut exister des données toxicologiques brutes, qui ne sont pas toujours directement comparables, à partir desquelles des effets ont été observés telles que des valeurs de concentrations pour l'animal, ou des quantités ingérées accidentellement par l'homme. Ces éléments sont présentés en [annexe 8](#).

| Substances   | DJE <sub>totales</sub> maximales<br>(mg/kg/j) |          |                      |          | VTR chronique<br>(mg/kg/j) |
|--------------|---|----------|----------------------|----------|----------------------------|
|              | Population générale                           |          | Grands consommateurs |          |                            |
|              | Attribuables                                  | Cumulées | Attribuables         | Cumulées |                            |
|              | <b>Chrome</b>                                 | 7,0E-07  | 1,5E-05              | 3,9E-06  |                            |
| <b>Plomb</b> | 5,5E-06                                       | 9,5E-05  | 2,6E-06              | 4,4E-04  | 6,4E-04                    |
| <b>Zinc</b>  | 3,6E-03                                       | 5,5E-02  | 1,9E-02              | 2,9E-01  | 3,0E-01                    |

**Tableau 77** : DJE<sub>totales</sub> maximales et VTR chronique

Les expositions maximales calculées, qui ont une occurrence limitée dans le temps, sont inférieures aux valeurs admises pour un impact chronique, c'est-à-dire sur du long terme. Les expositions ne sont donc pas de nature à induire un risque de toxicité aiguë<sup>14</sup>.

En conclusion, les connaissances actuelles ne mettent pas en évidence de risque de toxicité aiguë.

#### **2.2.5.6.6. Conclusion de l'évaluation des risques sanitaires**

Suivant les recommandations du guide INERIS, une évaluation dite de 1<sup>er</sup> niveau d'approche du risque sanitaire a été effectuée en adoptant une approche simplifiée pour évaluer l'exposition. Les règles d'itération de la démarche d'évaluation des risques sanitaires ne conduisent pas à affiner les hypothèses compte tenu des résultats obtenus avec une approche de premier niveau.

Pour les substances à effets à seuil, les Quotients de Danger calculés sont inférieurs à 1. Pour les substances à effets sans seuil, les Excès de Risque Individuel attribuables sont inférieurs à la valeur d'acceptabilité du risque préconisée par l'OMS de 10<sup>-5</sup>.

L'étude ne met pas en évidence de risque sanitaire dû aux rejets de métaux attribuables au CNPE de Flamanville sur les populations avoisinantes potentiellement exposées dans le cadre de la consommation de produits de la mer et de l'ingestion d'eau de mer par inadvertance.

#### **2.2.5.7. Compatibilité de la demande avec les plans de gestion**

##### **2.2.5.7.1. Compatibilité avec le SDAGE Seine et cours d'eau côtiers normands**

La présentation du SDAGE et des cinq enjeux majeurs qu'il définit, est présentée au [§ 2.2.3.8.1.](#)

#### **Compatibilité avec les orientations fondamentales du SDAGE :**

Les 5 enjeux majeurs définis par le SDAGE sont traduits sous forme de défis et de leviers transversaux, donc certains sont susceptibles de concerner particulièrement le site de Flamanville. Ces propositions sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

---

<sup>14</sup> Si une dose journalière calculée n'est pas responsable d'effets pour une exposition supérieure à un an (chronique), alors cette même dose ne pourra pas avoir d'effets pour une exposition d'une durée inférieure (notamment aiguë).

| Proposition-Défis à relever   | Orientations et dispositions  |
|---|---|
| Défi 3 : Réduire les pollutions des milieux aquatiques par les micropolluants | Orientation 8 : Promouvoir les actions à la source de réduction ou suppression des rejets de micropolluants<br>D3.28. Mettre en œuvre prioritairement la réduction à la source des rejets de micropolluants |

**Tableau 78** : Proposition-Défis à relever et dispositions associées.

D'après les éléments présentés au [Chapitre 2.2.5.4.](#), des mesures sont mises en œuvre pour prévenir et réduire la quantité de métaux présente dans les effluents avant leur envoi vers les rejets. Par ailleurs, d'après les éléments présentés au [Chapitre 2.2.5.5.](#) les rejets en métaux totaux présents dans ce dossier n'auront pas d'impact perceptible sur l'environnement aquatique de la Manche aux abords du CNPE de Flamanville et ne remettent donc pas en cause l'atteinte ou le maintien du bon état des eaux. La demande n°5 n'est donc pas de nature à remettre en cause l'une des dispositions du SDAGE Seine et cours Normandes.

**Compatibilité avec les objectifs d'atteinte du bon état des eaux du SDAGE :**

Le CNPE se situe sur la masse d'eau côtière FRHC04. Les objectifs de qualité assignés à cette masse d'eau sont résumés dans le tableau ci-après :

| Nom de la masse d'eau             | Code   | Objectif global | Délai | Objectif écologique | Objectif chimique |
|-----------------------------------|--------|-----------------|-------|---------------------|-------------------|
| Cap de Carteret - Cap de la Hague | FRHC04 | Bon état        | 2015  | Bon état            | Bon état          |

**Tableau 79** : Objectifs de qualité assignés à la masse d'eau côtière FRHC04.

D'après les éléments présentés, la demande n°5 n'est pas de nature à influencer l'état de la masse d'eau côtière identifiée et ne remet donc pas en cause l'atteinte des objectifs de qualité assignés à cette masse d'eau.

**En conclusion, la demande de modification n°5 n'est pas de nature à remettre en cause les orientations, dispositions ou objectifs du SDAGE Seine et cours d'eau côtiers normands.**

**2.2.5.7.2. Compatibilité avec le SAGE « Sienne, Soulles, côtiers ouest du Cotentin » :**

La masse d'eau côtière où sont effectués les prélèvements d'eau de mer et les rejets est intégrée dans le périmètre du SAGE Sienne, Soulles, côtiers ouest du Cotentin, qui est actuellement en cours d'instruction (l'Arrêté inter-préfectoral portant délimitation du périmètre du SAGE a été signé le 24 avril 2013). Aucun document n'est actuellement disponible pour ce SAGE.

**2.2.5.7.3. Compatibilité avec le Plan d'Action pour le Milieu Marin Manche (PAMM) – Mer du Nord**

La sous-région Manche - Mer du Nord est concernée par le Plan d'Action pour le Milieu Marin- Sous-région Manche Mer du Nord, qui est la déclinaison locale de la mise en œuvre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (2008/56/CE).

Les éléments du PAMM sont présentés au [§ 2.2.3.8.3.](#)

**Compatibilité avec les objectifs environnementaux du PAMM :**

Les descripteurs et objectifs environnementaux susceptibles d'être concernés par la demande de modification n°5 sont présentés dans le tableau ci-dessous.

| <b>Descripteur</b>   | <b>Objectifs généraux</b>   | <b>Objectifs environnementaux</b>   |
|--|---|---|
| Descripteur 8 : Le niveau de concentration des contaminants dans le milieu ne provoque pas d'effets dus à la pollution.  | Réduire ou supprimer les apports en contaminants chimiques dans le milieu marin qu'ils soient chroniques ou accidentels   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limiter ou supprimer les apports directs en mer de contaminants</li> </ul> |
| Descripteur 9 : Les quantités de contaminants présents dans les poissons et autres fruits de mer destinés à la consommation humaine ne dépassent pas les seuils fixés par la législation communautaire ou les autres normes applicables. | Améliorer la qualité chimique des eaux pour limiter le risque significatif d'impact sur la santé humaine des contaminants présents dans les produits de la mer. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduire les apports ponctuels</li> </ul>                                   |

**Tableau 80 : Compatibilité avec les objectifs environnementaux du PAMM.**

D'après les éléments présentés au [Chapitre 2.2.5.4.](#), des mesures sont mises en œuvre pour prévenir et réduire la quantité de métaux présente dans les effluents avant leur envoi vers les rejets. Par ailleurs, d'après les éléments présentés au [Chapitre 2.2.5.5.](#), les rejets en métaux totaux présentés dans ce dossier n'auront pas d'impact sur l'environnement aquatique de la Manche aux abords du CNPE et ne remettent donc pas en cause l'atteinte des objectifs de qualité assignés à la masse d'eau FRHC04. Enfin, d'après les éléments présentés au Chapitre 2.2.5.5, l'étude ne met pas en évidence de risque sanitaire dû aux rejets de métaux attribuables au CNPE de Flamanville sur les populations avoisinantes potentiellement exposées dans le cadre de la consommation de produits de la mer.

**La demande n°5 n'est donc pas de nature à remettre en cause l'un des objectifs du PAMM sous-région Manche- Mer du Nord.**

### **2.3. IMPACT DES DEMANDES DE MODIFICATION SUR LE PROJET DE PRESCRIPTIONS.**

Ce chapitre présente les propositions d'EDF de modification des prescriptions des projets de décisions modalités et limites, en cohérence avec les demandes de modification présentées dans le présent dossier.

#### **2.3.1. Décision ASN n°2010-DC-0188 « limites de rejet » :**

Les prescriptions suivantes font l'objet d'une demande d'évolution de la part d'EDF, en cohérence avec les éléments présentés dans ce dossier.

##### **2.3.1.1. ARTICLE 3 :**

« Les prescriptions de l'annexe 2, relatives aux INB n°108, 109 et 167 s'appliquent à compter de la mise en service de l'INB n°167 » est complété par :

« à l'exception :

- Des prescriptions [EDF-FLA-129] et [EDF-FLA-130] qui s'appliquent à FLA3 à compter de l'entrée en vigueur de la présente décision, exclusivement durant la phase liée aux rejets associés aux essais utilisant des gaz traceurs radioactifs qui sont réalisés avant la mise en service de l'INB n°167 ;
- De la prescription [EDF-FLA-139] qui s'applique à compter de l'entrée en vigueur de la présente décision, en lieu et place de la prescription [EDF-FLA-139] de l'annexe I. »

En bleu : demande de modification n°1

En violet : demande de modification 2 et demande de modification n°5

##### **2.3.1.2. ARTICLE 2 :**

[...]

« A l'exception de la prescription [EDF-FLA-139] de l'annexe 2 qui s'applique à compter de l'entrée en vigueur de la présente décision, conformément aux dispositions de l'article 3 ci-dessous les valeurs limites de rejets et de prélèvements d'eau relatifs au chantier et aux essais de l'INB n°167 définies dans l'arrêté préfectoral n°06-2266 du 24 octobre 2006 autorisant EDF SA à effectuer des prises d'eau et rejets d'effluents au cours de la phase chantier associée à la construction d'une centrale électronucléaire de type EPR sur la commune de Flamanville restent applicables jusqu'à la mise en service de l'INB n°167 »

En violet : demande de modification n°2 et demande de modification n°5.

**2.3.1.3. [EDF-FLA-139] Annexe 1 et Annexe 2**

Les valeurs indiquées dans cette prescription concernant les métaux totaux sont modifiées comme suit :

| Substances   | Phase   | Flux 2h ajouté (kg) | Flux 24h ajouté (kg) | Flux mensuel ajouté (kg) | Flux annuel ajouté (kg) | Concentration journalière maximale ajoutée dans l'ouvrage de rejet (mg/l) |
|--|---|---------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|---|
| Métaux totaux (zinc, cuivre, manganèse, nickel, chrome, fer, aluminium, plomb) (7) | Transitoire (à partir de la préparation des essais à chaud et jusqu'à la fin du premier cycle de l'EPR) | -                   | 18                   | -                        | 360                     | 0,01  |
|  | Pérenne (à partir du début du second cycle de l'EPR)  | -                   | -                    | 31                       | 96                      | 0,001   |

(7) Les flux annuels de chacun des métaux cuivre, zinc, nickel, chrome et plomb n'excèdent pas 30 % de la limite des métaux totaux.

**Tableau 81 : Proposition de modification de la prescription [EDF-FLA-139]**

**En violet : demande de modification n°5.**

**2.3.1.4. [EDF-FLA-142] Annexe 1 et Annexe 2**

L'article 31 de l'Arrêté du 02/02/98 mentionne que « la température des effluents rejetés est inférieure à 30°C ». Selon cet arrêté, la température doit donc être inférieure à 30°C quelque soit la période de l'année, ce qui est contraire à ce qui est précisé dans la décision Limites du site : la Prescription [EDF-FLA-142] de la décision ASN n°2010-DC-0188 (Annexes 1 et 2) précise en effet que « la température de l'eau de mer , à la sortie des galeries de rejets, est inférieure à 30°C de novembre à mai, et inférieure à 35°C de juin à octobre, hors situations d'exploitation particulières prévues à la prescription [EDF-FLA-143] ». Il est donc proposé la rédaction de la disposition contraire suivante, dans la Prescription [EDF-FLA-142] des annexes 1 et 2 :

« Conformément aux dispositions du II de l'article 4.1.2 de l'arrêté du 7 février 2012, la température de l'eau de mer à la sortie des galeries de rejet fixée à la présente prescription vaut disposition contraire à la limite fixée à l'article 31 de l'arrêté du 2 février 1998 ».

L'article 31 de l'arrêté du 2 février 1998 prévoit la disposition suivante « les effets du rejet ne doivent pas entraîner une élévation maximale de température de 2°C pour les eaux conchylicoles ».

La rédaction de la disposition contraire suivante est proposée :

**« Conformément aux dispositions du II, de l'article 4.1.2 de l'arrêté du 7 février 2012 susvisé, le respect de la présente prescription dispense EDF de respecter les limites d'élévation maximale de température pour les eaux conchylicoles de 2°C fixée à l'article 31 de l'arrêté du 2 février 1998 modifié susvisé. »**

Nota : cette formulation proposée ci-dessus est identique à celle proposée dans la décision « Limites » relative aux rejets du CNPE de Paluel dont les autorisations sont en cours de renouvellement.

**En orange : demande de modification n°4**

### **2.3.2. Décision « modalités» ASN n°2010-DC-0189**

Les articles et prescriptions suivantes font l'objet d'une demande d'évolution de la part d'EDF, en cohérence avec les éléments présentés dans ce dossier.

#### **2.3.2.1. Article 5**

« Les prescriptions de la présente décision deviennent applicables à l'INB n°167 à compter de sa mise en service, à l'exception :

- de celles relatives à l'unité de dessalement et à la station d'épuration sud qui s'appliquent dès la notification à l'exploitant de cette même décision ;
- des prescriptions **[EDF-FLA-49], [EDF-FLA-50], [EDF-FLA-51], [EDF-FLA-52], [EDF-FLA-53], [INB-167-54], [EDF-FLA-57], [EDF-FLA-58] et [EDF-FLA-60], qui s'appliquent à FLA3, exclusivement durant la phase liée aux rejets associés aux essais utilisant des gaz traceurs radioactifs qui sont réalisés avant la mise en service de l'INB n°167, dès la notification à l'exploitant de cette même décision. »**

**En bleu : demande de modification n°1**

#### **2.3.2.2. Article 6**

*[...] « Les prescriptions relatives au chantier et aux essais de l'INB n°167 définies dans l'arrêté préfectoral n°06-2266 du 24 octobre 2006 autorisant EDF SA à effectuer des prises d'eau et rejets d'effluents au cours de la phase chantier associée à la construction d'une centrale électronucléaire de type EPR sur la commune de Flamanville valent prescriptions de l'Autorité de sûreté nucléaire et demeurent applicables jusqu'à la mise en service de l'INB n°167, à l'exception des prescriptions de son article 22 qui cessent d'être applicables dès la notification à l'exploitant de la présente décision ».*

**En violet : demande de modification n°2**

#### **2.3.2.3. [EDF-FLA-85]**

Rajout du tableau suivant :

« Le tableau ci-après définit les limites auxquelles les effluents en sortie de la station d'épuration doivent satisfaire :

| Installation  | Substances                                    | Flux 24 h ajouté (kg)       |
|---|---|-----------------------------|
| Station d'épuration : au point de rejet en sortie de la station avant mélange avec les autres effluents | <b>Azote global</b><br><b>Phosphore total</b> | <b>40 kg</b><br><b>7 kg</b> |

**En rouge : demande de modification n°3**

-Rédaction de dispositions contraires aux prescriptions « *concentration moyenne mensuelle en azote global de 30 mg/L lorsque le flux journalier maximal autorisé est égal ou supérieur à 50 kg/jour* » et « *concentration moyenne mensuelle en phosphore total de+ 10 mg/L lorsque le flux journalier maximal autorisé est égal ou supérieur à 15kg/jour* » de l'article 32 de l'Arrêté du 2 février 1998.

Proposition de rédaction :« **Conformément aux dispositions du II de l'article 4.1.2 de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, les limites en azote global et en phosphore total fixées dans la présente prescription valent disposition contraire aux limites portant sur les mêmes paramètres fixées à l'article 32 de l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.** »

**En rouge : demande de modification n°3**

#### 2.3.2.4. [EDF-FLA-97]

d) Autres effluents :

| Émissaires                                  | Paramètres   | Fréquence des contrôles  |
|---|--|--|
| Émissaires 1 à 11 et 15 <sup>(1)</sup>      | Hydrocarbures  | Mesure mensuelle sur un échantillon 24 heures au niveau de chaque émissaire  |
| Émissaires 2, 3, 4 et 5                     | Morpholine, éthanolamine, phosphates                                     | Mesure sur un échantillon 24 heures lorsque des effluents provenant de circuits susceptibles de contenir ces substances sont rejetés |
| Déshuileurs des réseaux SEH                 | Hydrocarbures  | Prélèvement ponctuel trimestriel   |
| Déshuileurs de parkings                     | Hydrocarbures  | Prélèvement ponctuel annuel  |
| Stations d'épuration (en sortie de station) | MES, DCO, DBO5, pH, azote <b>global</b> , <b>phosphore total</b> , débit | Mesure mensuelle sur un échantillon 24 heures  |

<sup>(1)</sup> Pour les émissaires 6, 8, 9, 10 et 15, modalités à mettre en œuvre à compter de la mise en service de l'INB n°167

**En rouge : demande de modification n°3**

## 2.4. CONCLUSION

Les demandes de modification objet du présent dossier n'ont pas d'incidence négative notable sur l'environnement.

### **3. PIÈCE III ETUDE DE MAÎTRISE DES RISQUES**

#### **3.1. DEMANDES DE MODIFICATION N°1 ET N°2 :**

DEMANDE DE MODIFICATION N°1 : DEMANDE D'APPLICATION DES LIMITES DE REJET ET MODALITES ASSOCIEES A LA PHASE EXPLOITATION POUR LES REJETS GAZEUX RADIOACTIFS DE FLAMANVILLE 3 PENDANT LES PHASES D'ESSAIS AVEC GAZ TRACEURS

DEMANDE DE MODIFICATION N°2 : DEMANDE D'APPLICATION DES LIMITES ET MODALITES ASSOCIEES AUX REJETS LIQUIDES EN PHASE EXPLOITATION DE FLAMANVILLE 3, DES LA PREPARATION DES ESSAIS A CHAUD.

Les risques du chantier sont traités de la même manière qu'en exploitation.

Pour la phase chantier, les risques à maîtriser concernent principalement les déversements accidentels (hydrocarbures, produits chimiques,...), incendie ou explosions qui pourraient avoir lieu dès la mise en exploitation des matériels/systèmes et l'arrivée des substances. Les moyens de maîtrise de ces risques sont les mêmes ou équivalent à l'exploitation et seront disponibles dès que le risque sera présent.

Ces demandes de modification ne rajoutent pas de nouvelle source de potentiel de dangers par rapport à la phase exploitation. Elles ne sont donc pas de nature à remettre en cause les éléments de maîtrise du risque mis en place sur le chantier.

#### **3.2. DEMANDE DE MODIFICATION N°3 : DEMANDE DE LIMITES EN FLUX 24H AJOUTE POUR LES PARAMETRES AZOTE GLOBAL ET PHOSPHORE TOTAL DANS LES EFFLUENTS EN SORTIE DE STATION D'EPURATION DE FLAMANVILLE 1-2-3 – DISPOSITIONS CONTRAIRES A L'ARRETE DU 02/02/98.**

Cette modification n'engendre aucun risque d'origine interne ou externe.

Elle ne modifie pas l'étude de maîtrise de risques du site existante.

#### **3.3. DEMANDE DE MODIFICATION N°4 : DEMANDE DE DISPENSE DE LIMITE ELEVATION MAXIMALE DE TEMPERATURE DE 2°C POUR LES EAUX CONCHYCOLES , POUR LE SITE DE FLAMANVILLE – DISPOSITIONS CONTRAIRES A L'ARRETE DU 02/02/98.**

Cette demande de modification n'engendre aucune modification des rejets thermiques actuels du site. Par conséquent, l'étude de maîtrise des risques du site de Flamanville demeure inchangée.

#### **3.4. DEMANDE DE MODIFICATION N°5 : DEMANDE DE NOUVELLES LIMITES EN METAUX TOTAUX**

Cette modification n'engendre aucun risque d'origine interne ou externe.

Elle ne modifie pas l'étude de maîtrise de risques du site existante.

#### **4. PIECE IV DOSSIER DE PLANS**

Nota : La liste de plans n'est pas exhaustive et pourra être complétée autant que de besoin.

|          | <b>Plan</b>  | <b>Attendus du contenu</b>  |
|----------|--|---|
| <b>1</b> | <b>Localisation du site - carte au 1/1 000 000ème - rayon de 50 km</b>                 | Carte centrée sur le CNPE au format A3 : rayon des 50 km  |
| <b>2</b> | <b>Localisation du site - carte au 1/100 000ème - rayons de 5 et 10 km</b>             | Carte centrée sur le CNPE au format A3 : rayons des 5 et 10 km  |
| <b>3</b> | <b>Plan de situation du site - carte au 1/25 000ème - rayon de 1 km</b>                | Exigé au titre de l'article 8 du Décret Procédures<br>Carte centrée sur le CNPE au format A3, rayon de 1 km et périmètre du site  |
| <b>4</b> | <b>Plan de situation du site - carte au 1/10 000ème - rayon de 1 km</b>                | Exigé au titre de l'article 8 du Décret Procédures<br>Carte centrée sur le CNPE (au format A3 ou A2 selon besoin). Le plan doit indiquer le périmètre de l'installation et dans une bande de terrain de 1 km autour de ce périmètre, les bâtiments avec leur affectation actuelle, les voies de chemin de fer, les voies publiques, les points d'eau, canaux et cours d'eau, ainsi que les réseaux de transport de gaz et d'électricité |
| <b>5</b> | <b>Plan de masse du site</b>   | Exigé au titre de l'article 8 du Décret Procédures<br>Plan de masse de l'installation à l'échelle 1/2500ème au minimum  |
| <b>6</b> | <b>Plan d'implantation des ouvrages de prise d'eau et de rejets liquides et gazeux</b> | Plan (1/2500ème - 1/5000ème) format A3, avec l'identification des ouvrages de prélèvement d'eau et de rejets liquides et gazeux du site et les périmètres INB   |

**Tableau 82** : Liste des plans fournis au dossier.

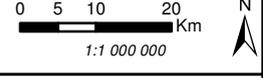
Ces plans sont présentés ci-après.





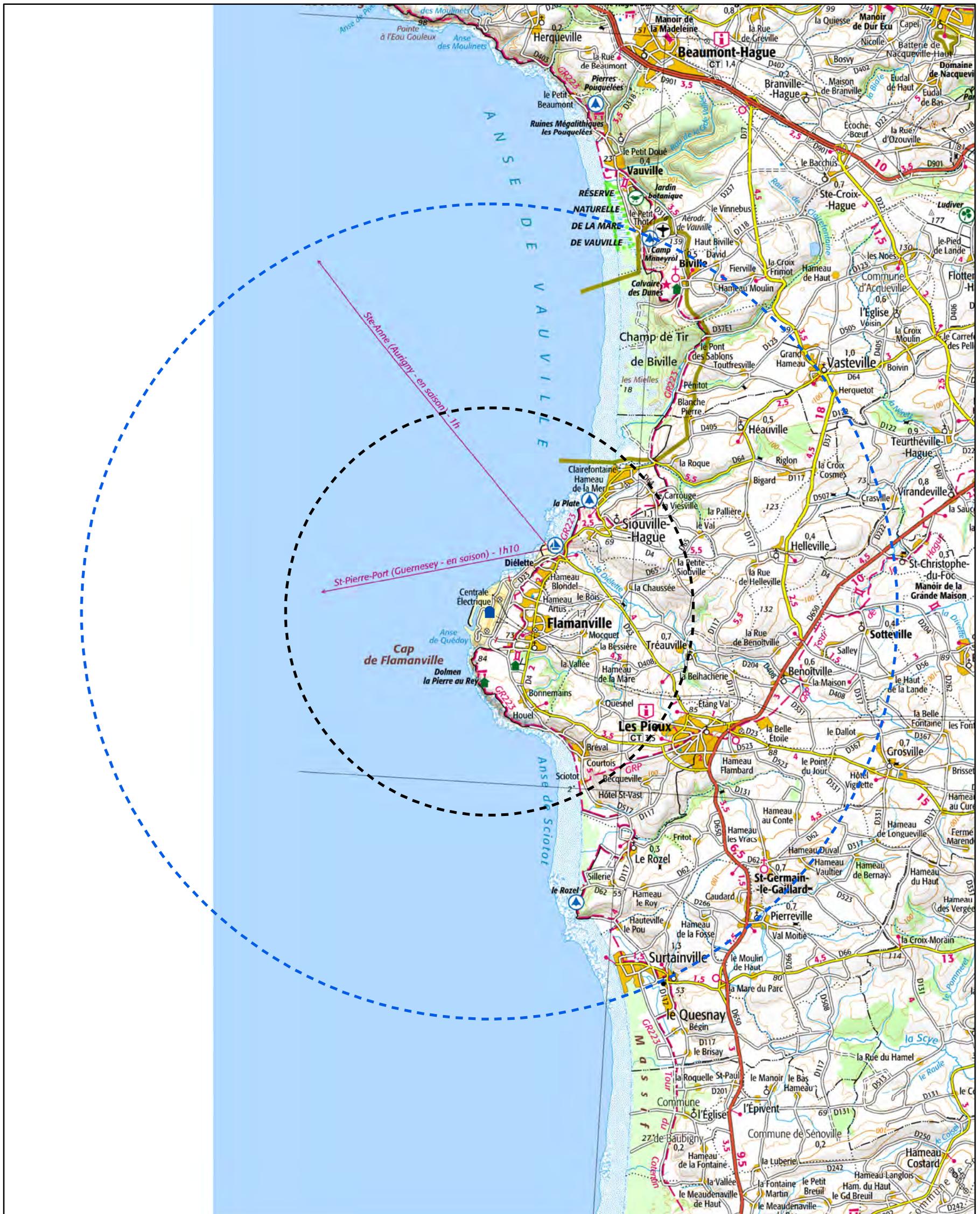
Localisation du site - Carte au 1/1 000 000ème - Rayon de 50 km

- Légende**
- Site de Flamanville
  - Rayon de 50 km



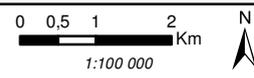
Source : @IGN, 2017 Scan 1000

Réf. : SC/145/2016  
 Emetteur : DIPDE/DEED/CIN/IN BEI  
 Reproduction Interdite © 2016



**Localisation du site - Carte au 1/100 000ème - Rayons de 5 et 10 km**

- Légende**
-  Site de Flamanville
  -  Rayon de 5 km
  -  Rayon de 10 km



Source : @IGN, 2017 Scan 100  
 Réf. : SC/144/2016  
 Emetteur : DIPDE/DEED/CIN/IN BEI  
 Reproduction Interdite © 2016



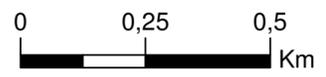


**Plan de situation du site - Carte au 1/10 000ème - Rayon de 1 km**

**Légende**

- |                                 |                   |   |             |
|---------------------------------|-------------------|---|-------------|
| Ligne électrique (BD Carto)     | Liaison régionale | Lignes RTE                                      | Cours d'eau |
| <b>Tronçon route (BD Carto)</b> | <b>Réseau RTE</b> | Bâtiments                                       |             |
| Liaison locale                  | Pylônes           | Limites de site : clôtures ZS (Zone surveillée) |             |
|                                 | Postes RTE        | Hydrographie superficielle                      |             |

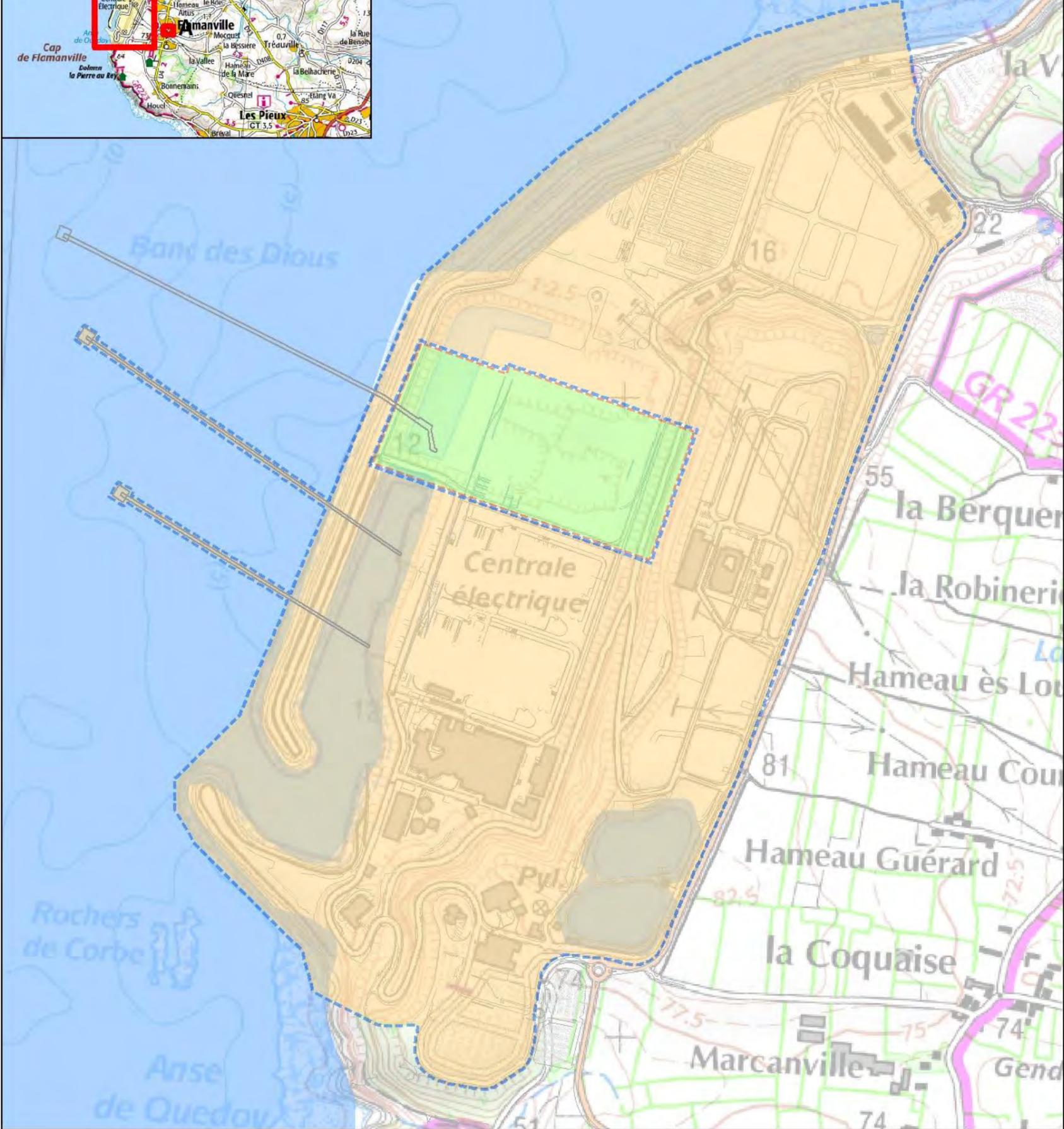
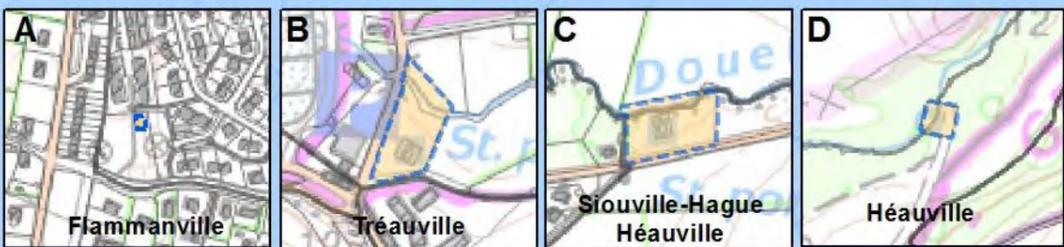
Sources :  
 - ©IGN, 2017 Scan 25  
 - Données Eau France / SANDRE  
 - Données BD Parcellaire et Bd Cartho



1:10 000



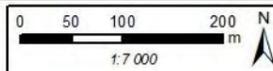
Réf. : SC/142/2016  
 Emetteur : DIPDE/DEED/CIN/IN-BEI  
 Reproduction Interdite © 2017



Plan de masse du site

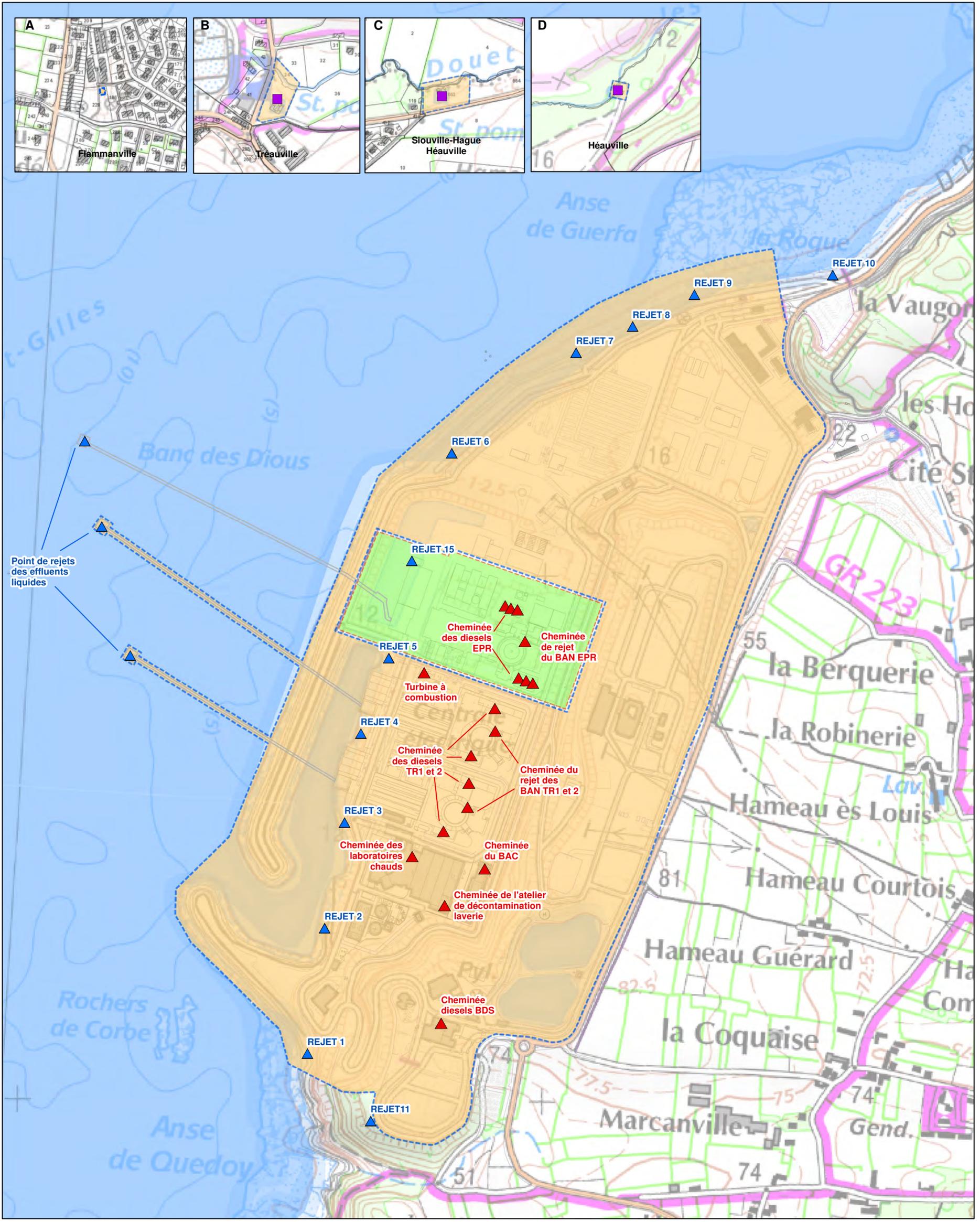
Légende

- Cours d'eau
- Hydrographie surfacique
- Périmètres INB**
- INB n° 108 et n° 109
- INB n° 167 (EPR)



Emetteur : DIPDE/DEED/CININ-BE1  
Reproduction Interdite © 2017

Source :  
- @IGN, 2017 Scan25/100  
- Données BD Parcellaire  
- Données Eau France / SANDRE



**Plan d'implantation des ouvrages de prise d'eau et de rejets liquides et gazeux**

**Légende**

- Hydrographie surfacique
- Cours d'eau
- Périmètres INB**
  - INB n° 108 et n° 109
  - INB n° 167 (EPR)
- Ouvrages de prélèvements et de rejets**
  - Prélèvement d'eau
  - Emissaires de rejets gazeux
  - Emissaires de rejets liquides



Réf. : SC/141/2016  
 Emetteur : DIPDE/DEED/CIN/IN-BEI  
 Reproduction Interdite © 2017

Sources : ©IGN, 2017 Scan25  
 - Données Eau France / SANDRE

**ANNEXE 1 : PLAN « C.N.P.E. DE FLAMANVILLE EXTENSION PERIMETRE INB 108 ET 109  
PLAN DETAILLE DE L'INSTALLATION AU 1/2000EME»**





**ANNEXE 2 : Site de Flamanville - liste des ouvrages de prises d'eau et des rejets liquides  
et gazeux.**

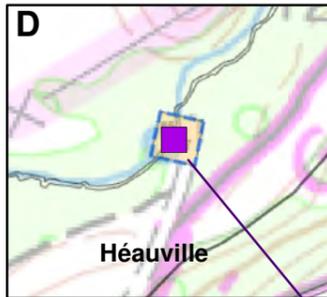
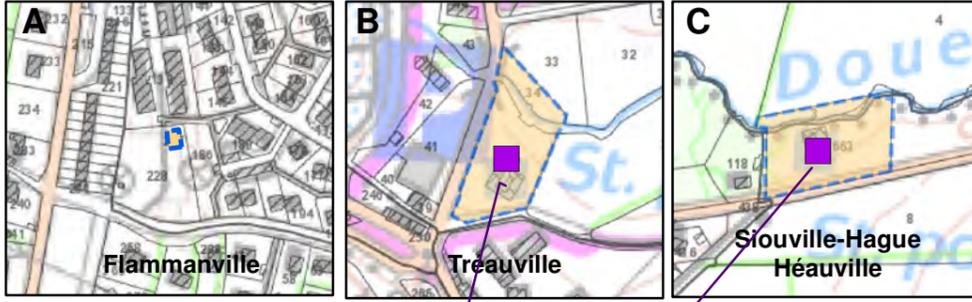




# Site de FLAMANVILLE

## Implantation des ouvrages de prises d'eau et des rejets liquides et gazeux

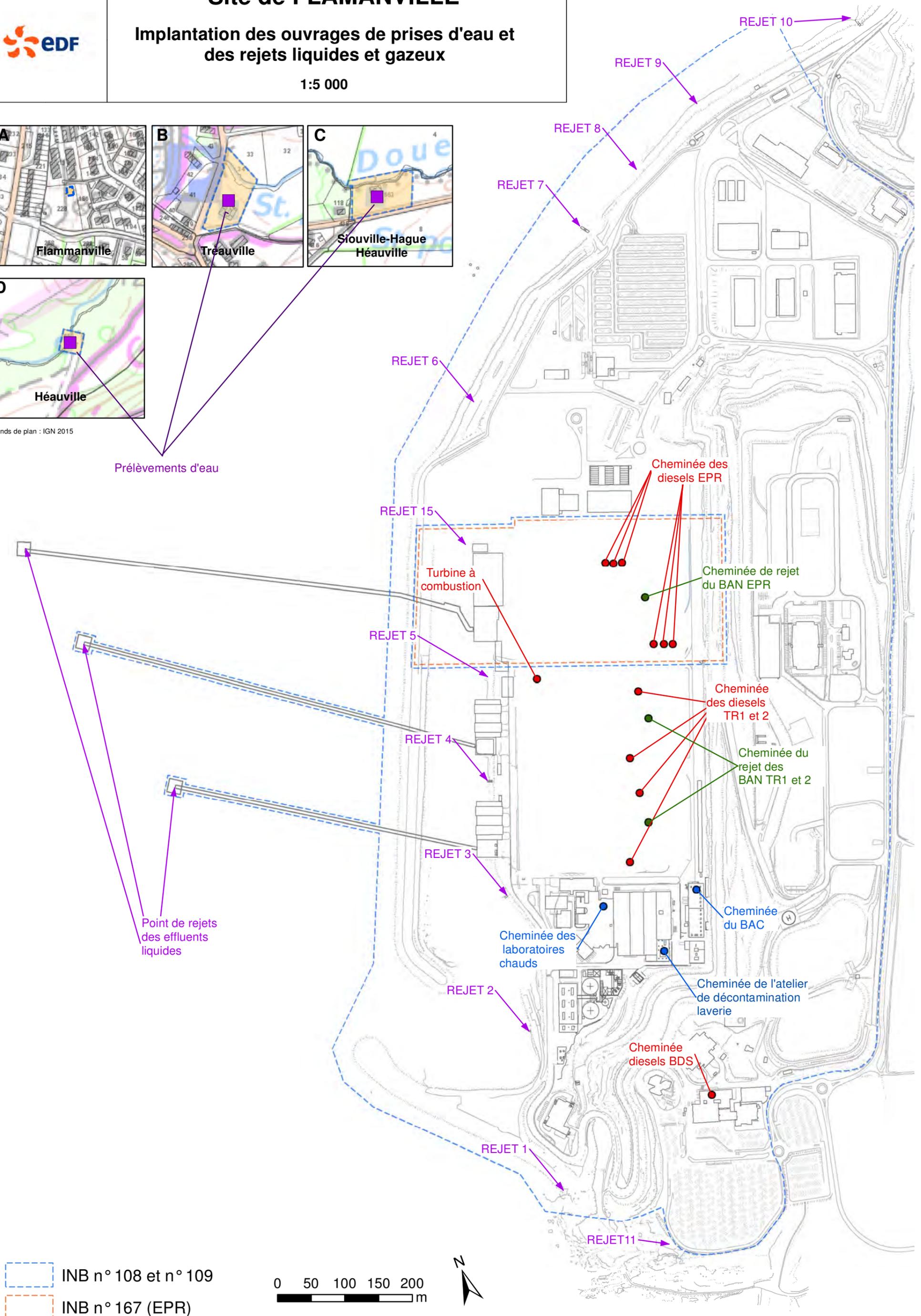
1:5 000



Fonds de plan : IGN 2015

Prélèvements d'eau

Point de rejets des effluents liquides



INB n° 108 et n° 109  
INB n° 167 (EPR)

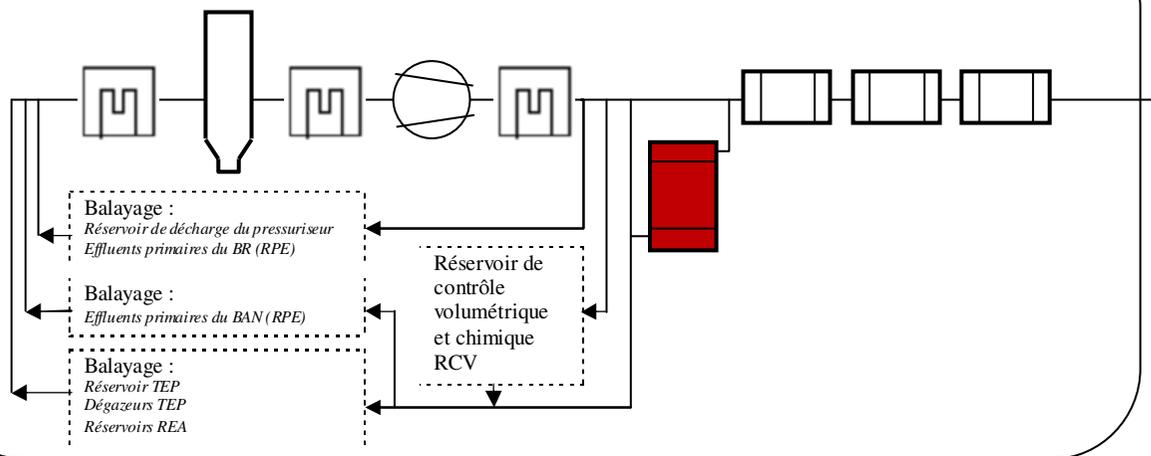
0 50 100 150 200 m



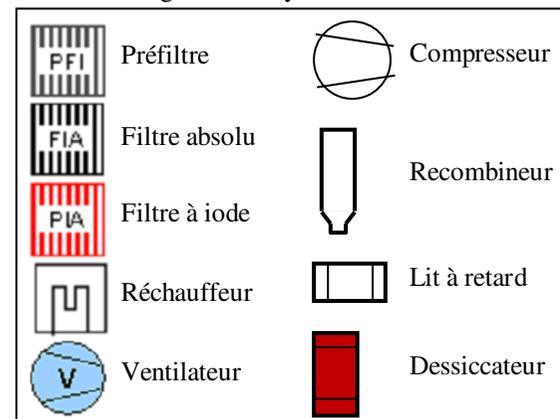
**ANNEXE 3 : Systèmes de ventilation concernés par la demande n°1.**



## Système de traitement des effluents gazeux (TEG)

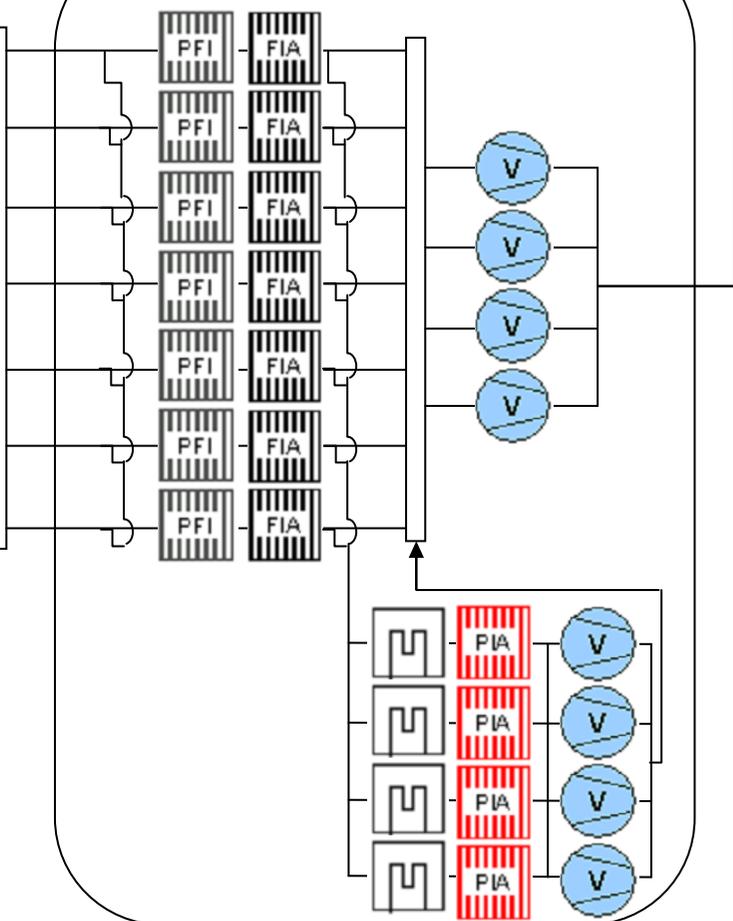


## Légende des symboles utilisés



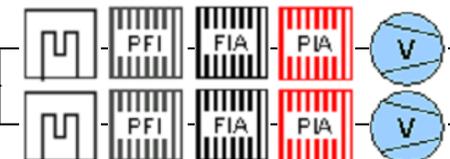
## Système de ventilation DWN

- Cellule 1 : BAN
- Cellule 2 : BAN
- Cellule 3 : BAN
- Cellule 4 : BK
- Cellule 5 : BK
- Cellule 6 : BAS
- Cellule 7 : EBA Grand débit



## Balayage en marche du bâtiment réacteur (EBA Petit débit)

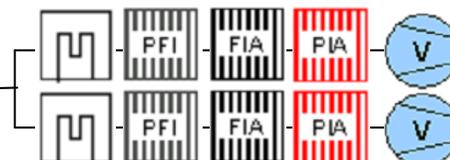
Bâtiment BTE  
*Zone contrôlée*



## Ventilation en situation accidentelle (DWL)

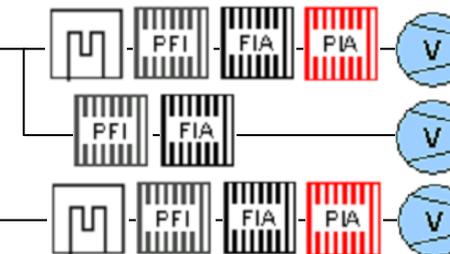
Bâtiment BAS  
*Zone contrôlée*

Bâtiment BK



## Ventilation espace entre enceinte (EDE)

Bâtiment BR  
*Espace entre enceintes*



**ANNEXE 4 : Détail du calcul de dose.**

Fiches réponse ASN références D305115104533, D305116014411 et D305116018871.



|   |  |                       |       |            |          |            |
|---|--|-----------------------|-------|------------|----------|------------|
| <br>Centre National<br>d'Équipement Nucléaire<br>(Formulaire OPE5-FR201) | <b>FICHE REPONSE<br/>ASN</b><br><br><input checked="" type="checkbox"/> Instruction<br><input type="checkbox"/> Inspection |                       | Serv. | Nom        | Date     | Visa       |
|   |  | Rédacteur             | ONE   | [REDACTED] | 30/11/15 | [REDACTED] |
|   |  | Contrôleur            | ONE   | [REDACTED] | 30/11/15 | [REDACTED] |
|   |  | Approbateur<br>Métier | ONE   | [REDACTED] | 30/11/15 | [REDACTED] |

Centrale concernée : EPR FA3

Références de la demande ASN : CODEP-DCN-2015-016913

Référence ECM : D305115104533

 Partiellement soldée   
  Totalement soldée   
  Report d'échéance au: Mise à jour DMESp

|                 |   |  |
|-----------------|---|--|
| <b>QUESTION</b> | N° (RAS) : 38<br>(demande I-Rejets-B.I) | Sujet : <i>Calcul de la dose due aux rejets radioactifs gazeux liés aux essais</i> |
|-----------------|---|--|

Vous présentez dans le paragraphe 8 de la note en référence [27] la dose due aux rejets radioactifs gazeux liés aux essais qui seront effectués avant la mise en service de FLA3. Vous affirmez que cette dose sera inférieure à  $2 \cdot 10^{-5}$  mSv, ce qui représente moins de 2 / 100 000 ème de la limite annuelle fixée à 1mSv. Or, vous ne décrivez pas la méthode de calcul permettant d'aboutir à cette valeur, le cas échéant par renvoi aux hypothèses et modalités de calcul retenues dans l'étude d'impact ou sa mise à jour.

**Demande I-Rejets-B.I:** L'ASN vous demande de présenter dans le DMESp la méthode de calcul de la dose due aux rejets radioactifs gazeux liés aux essais qui seront réalisés avant la mise en service de FLA3.

**Référence :**

[27] : Note EDF D305115021642 - Description des essais utilisant des gaz traceurs et évaluation de l'impact environnemental associé

|                |  |
|----------------|--|
| <b>RÉPONSE</b> |  |
|----------------|--|

La note en référence [27] sera complétée avec les éléments présentés ci-dessous afin de faire apparaître le détail de calcul de la dose associée aux essais de mise en service de l'EPR de Flamanville 3.

Le calcul de dose a été réalisé en se basant sur la mise à jour de l'étude d'impact réalisée dans le cadre du DMES [3], et plus particulièrement sur l'annexe 4.7 et sur l'impact dosimétrique associé aux rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère. Parmi les rejets pris en compte, les rejets en iodes et en gaz rares sont respectivement de 1 GBq/an et 40 000 GBq/an.

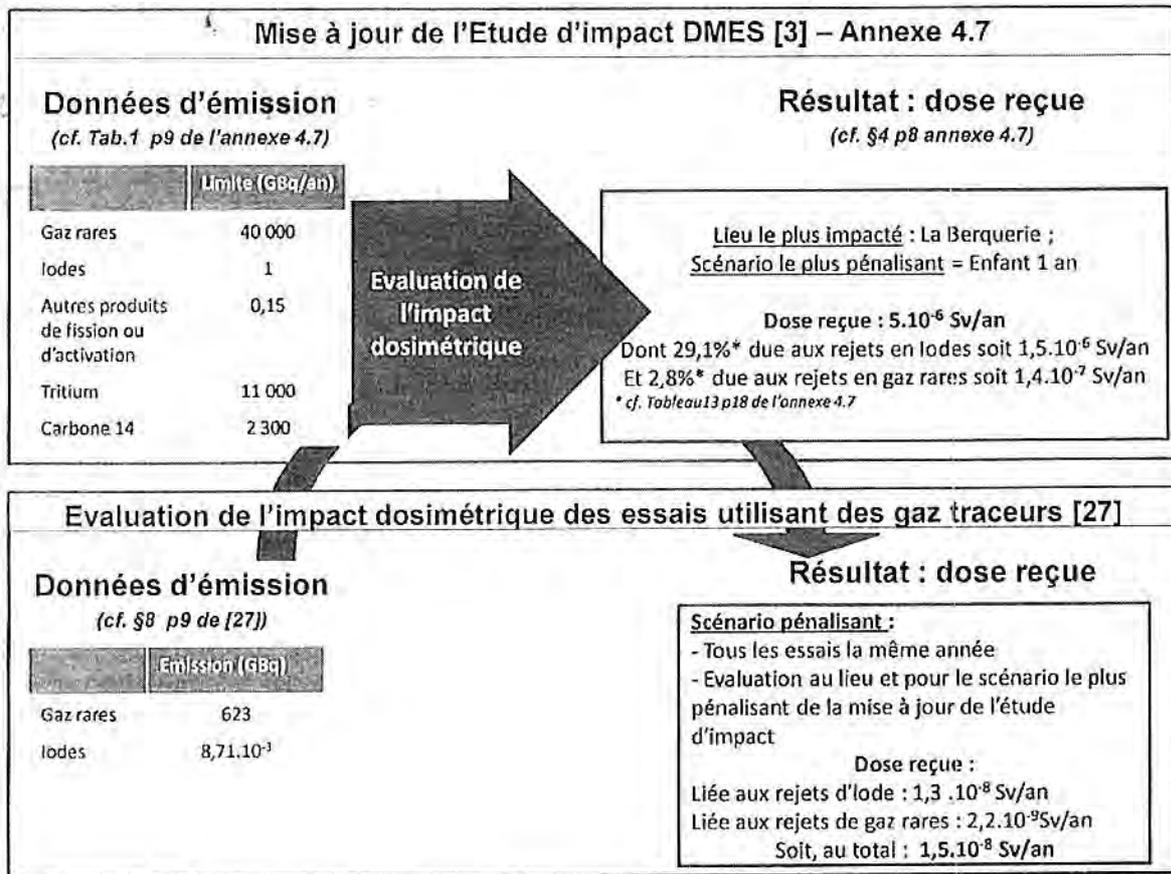
Dans l'annexe 4.7, au vu des résultats présentés §4, le scénario le plus pénalisant au lieu le plus impacté « La Berquerie » est le calcul de dose reçue pour l'enfant de 1 an. Pour ce scénario et en ce lieu, la dose efficace annuelle pour des rejets aux limites autorisées est estimée à  $5 \cdot 10^{-6}$  Sv/an.

Selon la répartition de la dose par radionucléide qui est présentée au tableau 13 de l'annexe 4.7, cette dose estimée provient à 29,1% des rejets en iodes et à 2,8% des rejets en gaz rares. Ainsi, la contribution à cette dose des rejets en iodes s'élève à  $1,5 \cdot 10^{-6}$  Sv/an et celle issue des gaz rares à  $1,4 \cdot 10^{-7}$  Sv/an.

A partir de ces données et des rejets estimés en iodes ( $8,71 \cdot 10^3$  GBq) et en gaz rares (623 GBq) associés aux essais de démarrage, il est possible, par relation de proportionnalité, d'évaluer une dose associée aux essais de démarrage (en prenant comme hypothèse pénalisante que les essais ont lieu sur une année).

La dose ainsi calculée est de  $1,5 \cdot 10^{-6}$  Sv/an, soit 1,5 /100 000 mSv/an. Ceci permet de conclure que la dose due aux rejets radioactifs gazeux liés aux essais sera inférieure à  $2 \cdot 10^{-6}$  Sv/an, ce qui représente moins de 2/100 000ème de la limite annuelle fixée à 1 mSv par l'article R1333-8 du Code de la santé publique.

Le schéma ci-dessous illustre les calculs réalisés.



Pour rendre cette fiche réponse autoportante, les données d'entrée issues de l'étude d'impact DMES utilisées sont jointes en annexe de cette fiche.

**Références :**

- [3] : Dossier de mise en service de Flamanville 3 – Mise à jour de l'étude d'impact
- [27] : Note EDF D305115021642 - Description des essais utilisant des gaz traceurs et évaluation de l'impact environnemental associé

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>ENGAGEMENT</b> |  |
|-------------------|--|

Sans objet

## DOSSIER DE DEMANDE DE MISE EN SERVICE DE FLAMANVILLE 3

Mise à jour de l'Etude d'Impact

### 3.4.2 Exposition interne

Les coefficients de dose pour l'exposition interne par inhalation et par ingestion sont présentés dans l'Annexe 1 - Tableau 10 et Tableau 11. Ils sont extraits de l'Arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 2003<sup>6</sup>.

Pour la voie inhalation :

- le type de clairance<sup>7</sup> pulmonaire pris en compte pour la voie inhalation est généralement celui recommandé par la CIPR 72 s'il existe, sinon la forme la plus pénalisante est considérée,
- le volume d'air inhalé est pris égal à 9 220 m<sup>3</sup>/an pour l'adulte, 5 590 m<sup>3</sup>/an pour l'enfant de 10 ans et à 1 900 m<sup>3</sup>/an pour l'enfant de 1 an (cf. Réf. [3]),
- la totalité du <sup>14</sup>C rejeté est prise en compte, en supposant que 80 % sont rejetés sous forme organique et 20 % sous forme minérale,
- les gaz rares n'interviennent pas dans le calcul. En effet, l'Arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 2003 indique : « Pour la plupart des radionucléides du type gaz inerte, l'exposition interne résultant de gaz absorbés dans les tissus de l'organisme ou contenus dans les poumons est négligeable si on la compare à l'exposition externe de la peau et des autres organes lorsqu'une personne est immergée dans un gaz radioactif. ».

Pour la voie ingestion :

- seul le <sup>14</sup>C sous forme minérale, qui participe à la photosynthèse, est pris en compte,
- les gaz rares n'entrent pas dans le calcul.

### 3.4.3 Limite de dose efficace annuelle

L'Article R.1333-8 du Code de la Santé Publique fixe la limite de dose efficace annuelle totale, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, à 1 mSv pour les personnes du public (hors exposition à la radioactivité naturelle et hors pratiques médicales).

## 4 RESULTATS

Les doses efficaces par voie d'exposition et la contribution par radionucléide pour le groupe de référence « La Berquerie » sont présentées dans l'Annexe 2 - Tableau 12 et Tableau 13.

La dose efficace annuelle aux limites autorisées due aux rejets atmosphériques du Site de Flamanville, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, au lieu « La Berquerie » est estimée :

- pour l'adulte et l'enfant de 10 ans à 2.10<sup>-6</sup> Sv/an,
- pour l'enfant de 1 an à 5.10<sup>-6</sup> Sv/an.

Ces doses représentent moins de 6 µSv/an, soit moins de 6/1 000<sup>ème</sup> de la limite annuelle d'exposition pour une personne du public fixée à 1 mSv par l'Article R.1333-8 du Code de la Santé Publique.

<sup>6</sup> Arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants.

<sup>7</sup> La clairance est le coefficient d'épuration correspondant à l'aptitude d'un tissu, d'un organe, à éliminer une substance.

## DOSSIER DE DEMANDE DE MISE EN SERVICE DE FLAMANVILLE 3

Mise à jour de l'Etude d'Impact

## ANNEXE 1 : PARAMETRES UTILISES DANS L'ETUDE

| Limites autorisées<br>(GBq/an)  |        | Radionucléides            | Activité rejetée<br>(GBq/an) |
|---|--------|---------------------------|------------------------------|
| Gaz rares   | 40 000 | $^{85}\text{Kr}$          | 1 720                        |
|   |        | $^{133}\text{Xe}$         | 26 720                       |
|   |        | $^{135}\text{Xe}$         | 6 380                        |
|   |        | $^{41}\text{Ar}$          | 60                           |
|   |        | $^{131\text{m}}\text{Xe}$ | 5 120                        |
| Iodes   | 1      | $^{131}\text{I}$          | 0,371                        |
|   |        | $^{133}\text{I}$          | 0,479                        |
|   |        | $^{132}\text{I}$          | 0,114                        |
|   |        | $^{135}\text{I}$          | 0,036                        |
| Autres produits de<br>fission ou d'activation<br>émetteurs bêta ou<br>gamma (PF/PA) | 0,15   | $^{58}\text{Co}$          | 0,06045                      |
|   |        | $^{60}\text{Co}$          | 0,03045                      |
|   |        | $^{134}\text{Cs}$         | 0,0171                       |
|   |        | $^{137}\text{Cs}$         | 0,0168                       |
|   |        | $^{51}\text{Cr}$          | 0,0252                       |
| Tritium   | 11 000 | $^3\text{H}$              | 11 000                       |
| Carbone 14  | 2 300  | $^{14}\text{C}$           | 2 300                        |

Tableau 1 Radionucléides et activités rejetés pris en compte dans les calculs

## DOSSIER DE DEMANDE DE MISE EN SERVICE DE FLAMANVILLE 3

Mise à jour de l'Etude d'Impact

| La Berquerie              |         |               |                   |
|---------------------------|---------|---------------|-------------------|
| Radionucléide             | ADULTE  | ENFANT 10 ANS | ENFANT 1 AN       |
| $^3\text{H}$              | 15,6 %  | 13,7 %        | 11,4 %            |
| $^{14}\text{C}$           | 64,2 %  | 61,7 %        | 55,6 %            |
| $^{131}\text{I}$          | 8,2 %   | 12,6 %        | 28,6 %            |
| $^{133}\text{I}$          | 0,2 %   | 0,2 %         | 0,3 %             |
| $^{134}\text{Cs}$         | 0,6 %   | 0,5 %         | 0,2 %             |
| $^{137}\text{Cs}$         | 1,2 %   | 1,0 %         | 0,4 %             |
| $^{58}\text{Co}$          | 0,1 %   | 0,2 %         | < 0,1 %           |
| $^{60}\text{Co}$          | 2,0 %   | 2,0 %         | 0,7 %             |
| $^{51}\text{Cr}$          | < 0,1 % | < 0,1 %       | < 0,1 %           |
| $^{132}\text{I}$          | < 0,1 % | < 0,1 %       | < 0,1 %           |
| $^{135}\text{I}$          | < 0,1 % | < 0,1 %       | < 0,1 %           |
| $^{85}\text{Kr}$          | < 0,1 % | < 0,1 %       | <u>&lt; 0,1 %</u> |
| $^{133}\text{Xe}$         | 2,7 %   | 2,7 %         | <u>0,9 %</u>      |
| $^{135}\text{Xe}$         | 4,8 %   | 4,9 %         | <u>1,6 %</u>      |
| $^{41}\text{Ar}$          | 0,2 %   | 0,3 %         | <u>&lt; 0,1 %</u> |
| $^{131\text{m}}\text{Xe}$ | 0,1 %   | 0,1 %         | <u>&lt; 0,1 %</u> |

Tableau 13 Répartition de la dose efficace totale par radionucléide

Dose efficace issue de l'iode (surligné jaune) = 28,6% + 0,3% + <0,1% + <0,1%  
 < 29,1%

Dose efficace issue des gaz rares (souligné vert) = +<0,1% + 0,9% + 1,6% + <0,1% + <0,1%  
 < 2,8%



|   |  |                       |       |            |          |   |
|---|--|-----------------------|-------|------------|----------|---|
| <br>Centre National<br>d'Équipement Nucléaire<br>(Formulaire OPE5-FR201) | <b>FICHE REPONSE<br/>ASN</b><br><br><input checked="" type="checkbox"/> Instruction<br><input type="checkbox"/> Inspection |                       | Serv. | Nom        | Date     | Visa  |
|   |  | Rédacteur             | ONE   | [REDACTED] | 16/02/16 |  |
|   |  | Contrôleur            | ONE   | [REDACTED] | 19/02/16 |  |
|   |  | Approbateur<br>Métier | ONE   | [REDACTED] | 22/02/16 |  |

|   |   |
|---|---|
| Centrale concernée :                            | Références de la demande ASN : CODEP-DCN-2015-016913  |
| Référence ECM : D305116014411                   |   |
| <input type="checkbox"/> Partiellement soldée   | <input checked="" type="checkbox"/> Totalement soldée |
| <input type="checkbox"/> Report d'échéance au : |   |

|                 |                                      |  |
|-----------------|--------------------------------------|--|
| <b>QUESTION</b> | N° (RAS) :37<br>Demande S-Rejets-A.1 | Sujet : Respect des limites de débits d'activité à la cheminée lors des essais |
|-----------------|--------------------------------------|--|

**Référence :**

[26] : Décision n°2010-DC-0188 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 7 juillet 2010 fixant à Electricité de France - Société Anonyme (EDF-SA) les limites de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux pour l'exploitation des réacteurs « Flamanville 1 » (INB n°108), « Flamanville 2 » (INB n°109) et « Flamanville 3 » (INB n°167)

[27] : Note EDF D305115021642 - Description des essais utilisant des gaz traceurs et évaluation de l'impact environnemental associé.

**Intitulé de la question :**

*Vous présentez dans le paragraphe 8 de la note en référence [27] l'évaluation de l'impact des rejets et de leur acceptabilité. Vous comparez ainsi les rejets prévus dans le cadre des essais avant la mise en service de FLA3 avec les limites de rejets de la prescription [EDF-FLA-129] de la décision en référence [26]. Ces limites sont des limites en activité annuelle rejetée (en GBq/an). L'ASN rappelle que la prescription [EDF-FLA-130] de cette décision fixe également des limites en débit d'activité par cheminée du site de Flamanville. L'ASN constate qu'il n'est pas vérifié dans la note en référence [27] que les rejets des essais seront compatibles à ces limites.*

*L'ASN vous demande de déterminer les caractéristiques, en termes de débit d'activité, des rejets liés aux essais utilisant des gaz traceurs qui seront réalisés avant la mise en service de FLA3.*

|                |  |
|----------------|--|
| <b>RÉPONSE</b> |  |
|----------------|--|

Les débits d'activité associés aux essais avec gaz traceurs peuvent être définis à partir des hypothèses déjà prises dans le cadre des rejets estimés dans la note [27].

**Rejets associés aux essais employant des gaz rares :**

Les éléments testés et mettant en jeu des gaz rares lors des essais sont les suivants :

- Lits à retard du système TEG ;
- Dégazeur TEP4 du système TEP ;
- Dégazeur TEP6 du système TEP.

Les valeurs estimées pour les rejets de gaz rares dans la note [27] ont été majorées, en effet l'hypothèse retenue pour effectuer cette évaluation était la suivante :

- La totalité des gaz rares injectés lors des essais est rejetée à la cheminée.

### **Rejets associés aux essais employant de l'iode 131 :**

Les éléments testés et mettant en jeu de l'iode 131 lors des essais sont les suivants :

- les pièges à iode des systèmes EBA, EDE, DWL, DWN.

Les valeurs estimées pour les rejets d'iode 131 dans la note [27] ont été majorées, en effet l'hypothèse retenue pour effectuer cette évaluation était la suivante :

- Le coefficient d'épuration des pièges à iode pris en compte dans l'estimation des rejets est de 100, en cohérence avec le critère de sûreté. Pour mémoire, l'efficacité théorique des pièges à iode correspond à un coefficient d'épuration de 1000.

Cette hypothèse s'appuie sur le REX du parc pour ce type de filtre et sur les différentes mesures mises en œuvre afin de minimiser les rejets associés aux essais pièges à iode :

- Un test de l'efficacité du charbon est réalisé en amont de son introduction dans les pièges à iode ; réalisés chez le fournisseur.
- La mise en configuration des filtres à charbon est suivie via une procédure de montage dédiée qui fera l'objet d'une AIP chantier pour garantir sur site le respect du standard de montage nécessaire au maintien de sa fonctionnalité.
- La technologie actuelle des pièges à iode utilisés pour Flamanville 3 ne permet pas, par conception, de by-pass, ce qui limite un risque de rejet non filtré.
- Un point d'arrêt est réalisé dans la PEE YFP en amont du premier insert dans le circuit de gaz traceurs radioactifs afin de tester l'étanchéité globale du montage par test au cyclohexane, le test est réussi si le taux de fuite est inférieur à 0,05%. Ce test constitue un pré-requis indispensable à la suite des essais, et limite le risque de rejets transféré via les locaux de FLA3. Le REX parc, montre que, sur du charbon neuf ayant fait l'objet d'un test préalable d'étanchéité au cyclohexane avec un critère de fuite < 0,05%, il n'y a pas de risque d'avoir une efficacité inférieure à 100.

### **Estimation des débits d'activité associés aux essais avec gaz traceurs :**

Pour réaliser une première estimation des débits d'activité moyens, les hypothèses complémentaires suivantes sont prises en compte :

- Les rejets associés aux systèmes TEG, TEP4 et TEP6 sont considérés comme simultanés.
- Les tests des différents pièges à iode sont considérés comme simultanés.

Les rejets totaux dus aux essais avec traceurs sont les suivants (cf. note [27]) :

- 623 000 MBq pour les gaz rares
- 8,71 MBq pour l'iode.

A partir de ces rejets, les débits d'activité ont été calculés selon les règles définies dans la prescription [EDF-FLA-130], sans prendre en compte la durée réelle des essais. Ainsi :

- Le débit d'activité rejeté en gaz rares est moyenné sur 24 heures.
- Le débit d'activité rejeté en iode est moyenné sur 7 jours.

Les débits d'activité associés aux essais gaz traceurs sont alors obtenus :

- 7,21 MBq/s pour les gaz rares,
- 14,4 Bq/s pour l'iode.

A titre indicatif, ces valeurs peuvent être comparées aux valeurs prescrites en exploitation pour l'INB 167, au travers de la prescription [EDF-FLA-130] de la décision ASN [26], soit :

- 10 MBq/s pour les gaz rares,
- 110 Bq/s pour l'iode.

Cette première estimation amenant à des débits d'activité cohérents avec ce qui sera prescrit en exploitation, il ne semble pas nécessaire de réaliser une estimation plus fine des débits d'activité associés aux essais avec gaz traceurs.

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>ENGAGEMENT</b> |  |
|-------------------|--|

Sans objet



|  |   |                |            |          |            |
|--|---|----------------|------------|----------|------------|
| <br>Centre National<br>d'Équipement Nucléaire | <b>FICHE REPONSE</b><br>Instruction<br><br><b>ASN</b> | Scrv.          | Nom        | Date     | Visa       |
|  |   | Rédacteur      | [REDACTED] | 18/02/16 | [REDACTED] |
|  |   | Vérificateur   | [REDACTED] | 23/02/16 | [REDACTED] |
|  |   | Qualité/Sûreté | [REDACTED] | 24/02/16 | [REDACTED] |

|  |  |
|--|--|
| Centrales concernées : EPR FLA3                            | Références de la demande ASN : CODEP-DCN-2015-016913 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Partiellement soldée   | <input type="checkbox"/> Totalement soldée           |
| <input checked="" type="checkbox"/> Report d'échéance au : | Mise à jour DMESp                                    |

|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| <b>QUESTION</b> | N° (Dans le courrier ASN/IRSN) : S-Rejets C.1<br>N° (RAS) : 39 | Sujet : Surveillance des émissions et de l'environnement pendant les essais avec gaz traceurs. |
|-----------------|--|--|

Vous ne décrivez pas dans le DMESp les dispositions techniques et organisationnelles qui seront mises en œuvre pour maîtriser et surveiller les rejets radioactifs gazeux liés aux essais qui seront effectués avant la mise en service de FLA3.

L'ASN considère que les essais décrits dans la note en référence [27] sont notamment soumis aux dispositions de l'arrêté en référence [6] et de la décision en référence [24].

L'ASN rappelle que l'article 4.2.1 de l'arrêté de référence [6] demande à notamment que l'exploitant mette en œuvre « *une surveillance des émissions et une surveillance de l'environnement susceptible d'être affecté par l'installation* », et que l'article 4.2.2 du même arrêté prévoit que la « *surveillance des émissions mentionnées à l'article 4.2.1 comporte une surveillance des rejets d'effluents tendant à :*

- Quantifier le débit et le volume des effluents rejetés ou transférés
- Quantifier les rejets de substances, radioactives ou non, qui sont mentionnés dans l'étude d'impact prévue au 6° du I de l'article 8 du décret du 2 novembre 2007 susvisé;
- Vérifier le respect de toute valeur limite applicable »

**S-Rejets-C.1 / RAS n°39** : L'ASN vous demande de décrire dans le DMESp les dispositions qui seront prises pour respecter les articles 4.2.1 et 4.2.2 de l'arrêté en référence [6] concernant les rejets radioactifs gazeux liés aux essais avec gaz traceurs radioactifs."

|                |  |
|----------------|--|
| <b>RÉPONSE</b> |  |
|----------------|--|

Les principes de la surveillance des émissions qui seront réalisées lors des essais avec gaz traceurs sont présentés ci-dessous :

- Une chaîne de détection adéquate est mise en place à la cheminée BAN, et permettra de suivre en temps réel et d'historiser les rejets des effluents radioactifs de type gaz rares.
- Les rejets d'iode radioactifs seront quant à eux évalués à partir des résultats associés aux essais de performance des pièges à iode. Cela permettra d'évaluer et d'historiser les rejets d'iode radioactif.

- Par ailleurs, le débit à la cheminée lors des essais sera connu et pourra être historisé.

La surveillance de la radioactivité dans l'environnement des installations de Flamanville sera assurée pendant les essais de part le réseau actuel définitif KRS, ce réseau intégrant d'ores et déjà Flamanville 3 dans son périmètre géographique de couverture.

Enfin, par analogie avec les limites qui seront applicables à la mise en service de Flamanville 3 par la prescription [EDF-FLA-130], EDF s'engage à respecter pour les essais avec gaz traceurs les débits d'activité instantanés suivants :

- 110 Bq/s moyenné sur 7 jours pour les rejets d'iode,
- 10 MBq/s moyenné sur 24 heures pour les gaz rares.

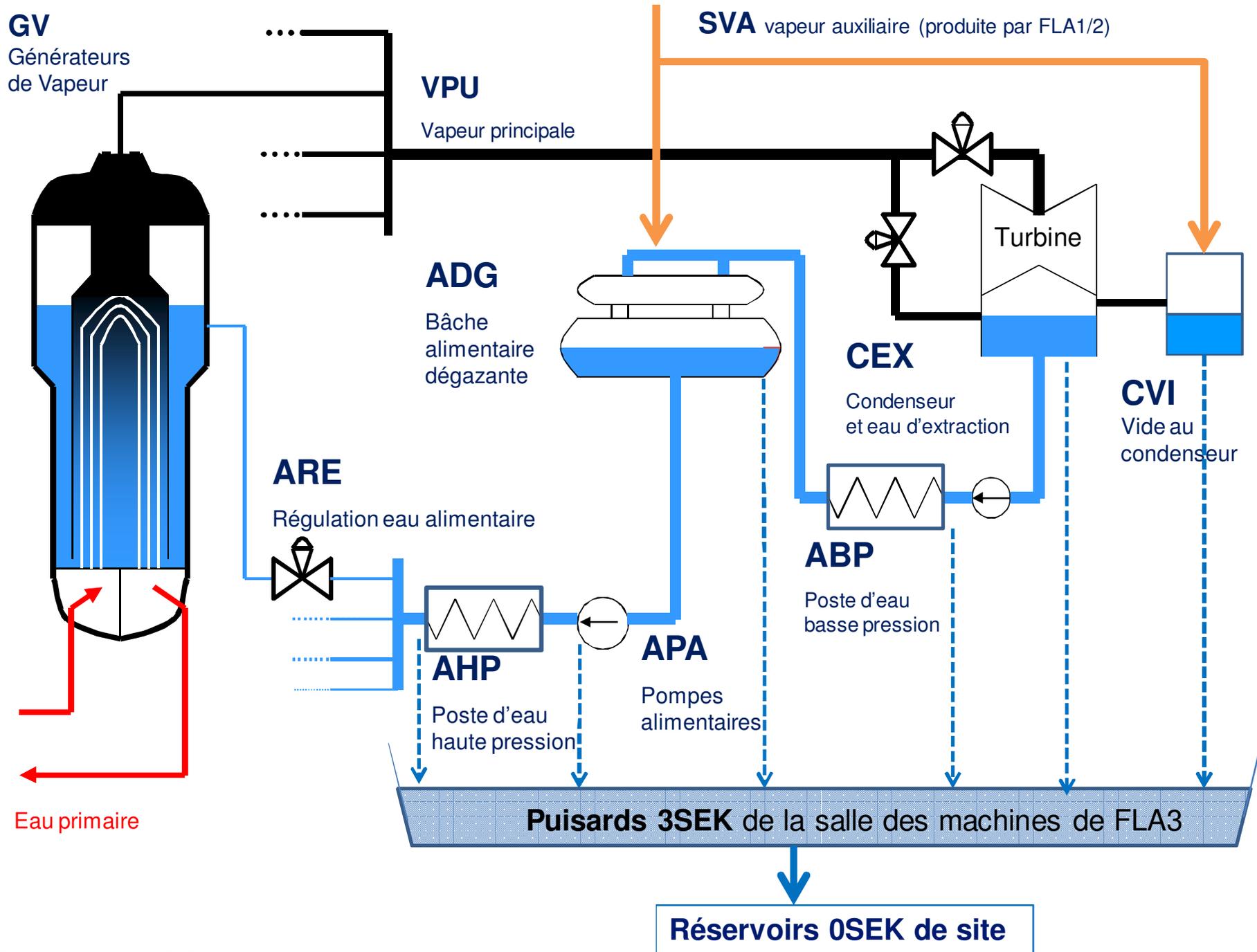
Les principes décrits ci-dessus seront présentés dans le DMESp dans la note « *EPR FA3 : description des essais utilisant des gaz traceurs et évaluation de l'impact environnemental associé* » (D305115021642) mise à jour.

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>ENGAGEMENT</b> |  |
|-------------------|--|

Sans objet

**ANNEXE 5 : Schéma simplifié de l'installation**





**ANNEXE 6 : Synthèse des données toxicologiques des nitrates.**



## Annexe – Données toxicologiques des nitrates

Selon l'US-EPA, la dose journalière de nitrates chez l'adulte serait d'environ 75 mg/j, soit 1,1 mg/kg/j (0,2 à 0,3 mg/kg/j en équivalent azote). La contribution de l'eau de consommation dans les apports journaliers en nitrates est relativement peu importante chez un adulte (2 à 3 % selon l'US-EPA, 20 % selon l'OMS). L'alimentation (végétaux, viandes) est en général la principale source de nitrates chez l'homme, quand l'eau de boisson contient moins de 10 mg/L de nitrates. Cependant, quand la concentration dépasse 50 mg/L dans l'eau de boisson, celle-ci devient la source prépondérante de nitrates, en particulier chez les enfants (IPCS, 1978) pour qui la consommation d'eau du robinet peut représenter jusqu'à la moitié de la dose ingérée.

Une partie des nitrates ingérés est métabolisée en nitrites, oxydes d'azotes, hydroxylamine ou ammonium. La large majorité des nitrates et de ses métabolites est rapidement éliminée. Les nitrates (ou les nitrites) peuvent également réagir dans le tube digestif avec certains composés azotés (amines secondaires et tertiaires ou amides contenus dans les produits alimentaires) pour former des dérivés N-nitrosés.

La toxicité des nitrates chez l'homme paraît être uniquement la conséquence de leur réduction en nitrites dans l'environnement mais aussi dans l'organisme humain. En effet, les nitrites sont susceptibles de provoquer une méthémoglobinémie pouvant conduire à des cyanoses et des asphyxies. Les enfants en bas âge (0 à 3 mois) nourris au biberon et les femmes enceintes sont particulièrement sensibles à la formation de méthémoglobine.

### Effets des expositions chroniques

#### *Effets à seuil*

Outre des effets sur la méthémoglobinémie, l'ingestion de nitrates peut augmenter les effets thyroïdiens liés à un déficit nutritionnel d'iode.

#### *Effets cancérogènes sans seuil*

Les nitrates ne seraient pas directement cancérogènes. En revanche, il semble que certaines formes de cancer puissent être associées à une exposition à des composés N-nitroso, en particulier les nitrosamines formées dans le tube digestif à partir des nitrates (ou des nitrites) (OMS, 1998). Cependant, les preuves épidémiologiques ne permettent pas actuellement de démontrer qu'il existe une association entre l'apport de nitrates et l'apparition de cancers chez l'homme.

L'OMS, l'US-EPA et l'Union Européenne (UE) n'ont pas évalué le pouvoir cancérogène des nitrates. Le CIRC classe les nitrates en conditions de nitrosation endogène\* en 2A.

| Nitrates           | Classe | Signification  |
|--------------------|--------|--|
| <b>CIRC (2010)</b> | 2A     | Probablement cancérogène pour l'homme en conditions de nitrosation endogène* |

#### *Effets sur la reproduction et le développement*

Les études chez l'homme ne permettent pas actuellement de démontrer qu'il existe une association entre l'apport de nitrates et l'apparition d'effets sur la reproduction et le développement.

Des effets sur la reproduction chez le cochon d'Inde ont été observés uniquement pour de très fortes doses (NOAEL = 10 g/L de nitrate de potassium). Chez le lapin, le mouton et les bovins, aucun effet sur les capacités de reproduction n'a été mis en évidence pour des doses induisant des méthémoglobinémies\*.

L'US-EPA considère qu'aucun effet significatif n'a été mis en évidence dans les diverses études chez l'animal (rats, souris, hamsters, lapins...) ayant testé les effets des nitrates sur la reproduction, les effets foetotoxiques\* ou le développement.

**Valeurs toxicologiques de référence**

Des valeurs toxicologiques de référence sont disponibles pour une exposition chronique par voie orale.

**Valeurs réglementaires et recommandations**

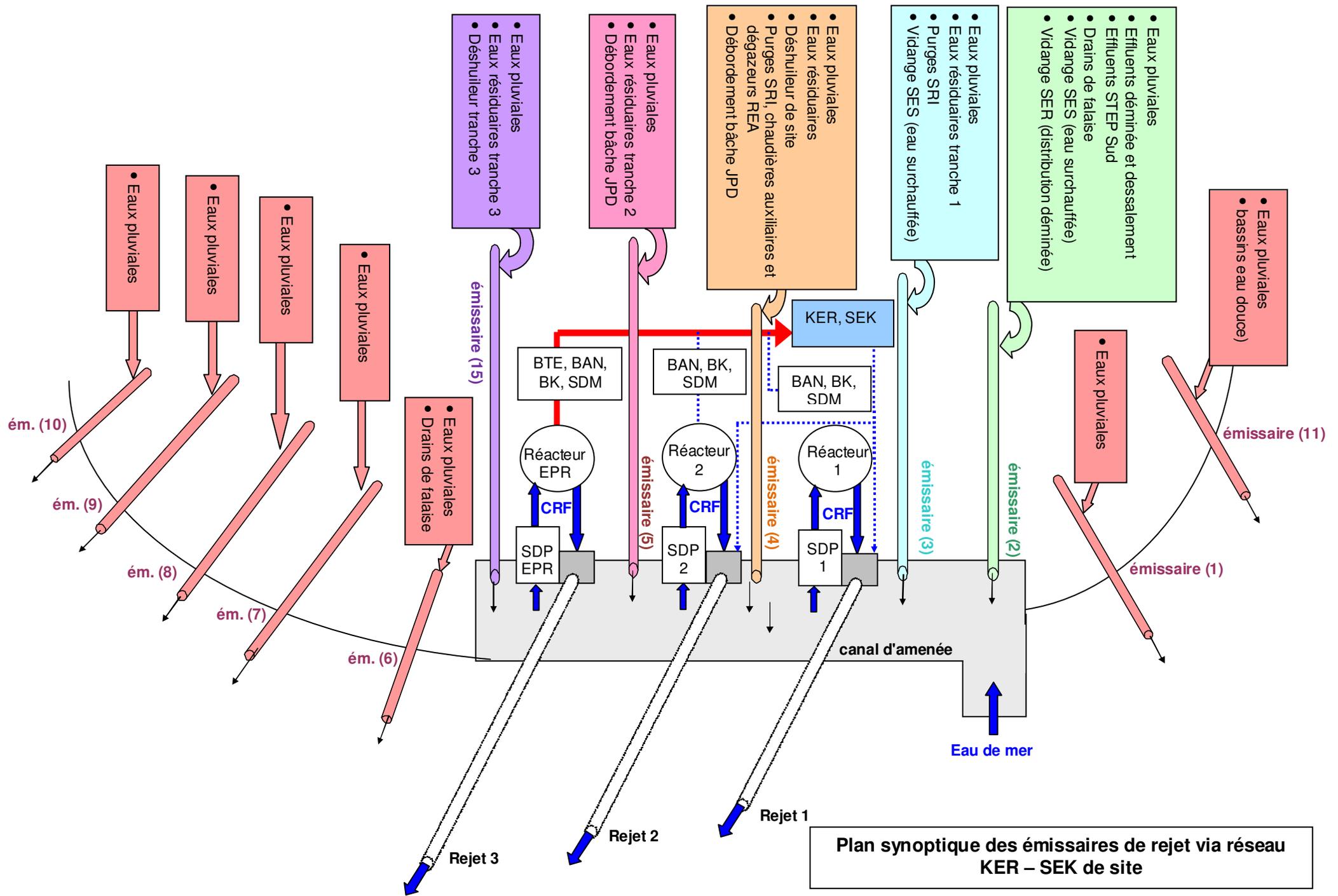
Les valeurs guides recommandées par l'OMS pour les nitrates est de 50 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L.

Par ailleurs, le *Code de la Santé Publique (article R1321-2)* et *l'arrêté du 11 janvier 2007* fixent une valeur limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine de 50 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L.

**ANNEXE 7 : Schémas simplifiés des réseaux (avec UTE et sans UTE)**







**ANNEXE 8 : Données toxicologiques utilisées pour les métaux totaux.**



## ANNEXE DONNEES ECOTOXICOLOGIQUES

En absence des valeurs chroniques ou aiguës écotoxicologiques disponibles sur des espèces marines, l'utilisation de données écotoxicologiques sur des espèces d'eau douce ont été utilisé pour l'évaluation d'impact de chaque substance.

| ALUMINIUM (CAS 7429-90-5)                   |                                       |                 |               |                             |
|---|---------------------------------------|-----------------|---------------|-----------------------------|
| Groupe taxonomique                          | Espèce                                | Type de donnée  | Valeur (mg/L) | Source                      |
| <b>Données écotoxicologiques chroniques</b> |                                       |                 |               |                             |
| POISSON                                     | <i>Pimephales promelas</i>            | NOEC/CE10 7-33J | 0,025-56,476  | ECHA, 2009, 2010, 2012      |
|   | <i>Danio rerio</i>                    | NOEC/CE10 33J   | 0,072         | ECHA, 2013                  |
| INVERTEBRE                                  | <i>Daphnia magna</i>                  | NOEC 21J        | 0,079         | ECHA, 2000                  |
|   | <i>Lymnaea stagnalis</i>              | NOEC 30J        | 0,860-1,092   | ECHA, 2012                  |
|   | <i>Aeolosoma sp.</i>                  | NOEC/CE10 17J   | 0,962-0,987   | ECHA, 2012                  |
| ALGUE                                       | <i>Pseudokirchnerella subcapitata</i> | NOEC 72h        | 0,280         | ECHA, 1996, 2000            |
| PLANTES                                     | <i>Lemna minor</i>                    | NOEC/EC10 72h   | 2,175-2,760   | ECHA, 2012                  |
| Groupe taxonomique                          | Espèce                                | Type de donnée  | Valeur (mg/L) | Source                      |
| <b>Données écotoxicologiques aiguës</b>     |                                       |                 |               |                             |
| INVERTEBRE                                  | <i>Brachionus calyciflorus</i>        | CL50 24h        | 3             | Snell et al., 1991          |
| POISSON                                     | <i>Salmo salar</i>                    | CL50 96h        | 0,245         | Rosseland et Skogheim, 1984 |

Tableau 1 : Données écotoxicologiques aiguës et chroniques de l'Aluminium

| CHROME (CAS 7440-47-3)                      |                                 |                |               |                                  |
|---|---------------------------------|----------------|---------------|----------------------------------|
| Groupe taxonomique                          | Espèce                          | Type de donnée | Valeur (mg/L) | Source                           |
| <b>Données écotoxicologiques chroniques</b> |                                 |                |               |                                  |
| POISSON                                     | <i>Oncorhynchus mykiss</i>      | NOEC           | 0,071         | Fiche INERIS moyenne géométrique |
| INVERTEBRE                                  | <i>Palaemonetes varians</i>     | NOEC28J        | 5,2           | Van der Meer, 1988               |
| ALGUE                                       | <i>Skeletonema costatum</i>     | NOEC 120h      | 0,35          | Cowgill et al., 1989             |
|   | <i>Thalassiosira pseudonana</i> | NOEC           | 0,104         | Thomas et al., 1980              |
| Groupe taxonomique                          | Espèce                          | Type de donnée | Valeur (mg/L) | Source                           |
| <b>Données écotoxicologiques aiguës</b>     |                                 |                |               |                                  |
| POISSON                                     | <i>Oryzias latipes</i>          | CL50 96h       | 120-210       | ECOTOX, EPA                      |
|   | <i>Pimephales promelas</i>      | CL50 96h       | 37-52         | ECOTOX, EPA                      |
|   | <i>Menidia peninsulae</i>       | CL50 96h       | 21,8          | ECOTOX, EPA                      |
|   | <i>Leiostomus xanthurus</i>     | CL50 96h       | 27,3          | ECOTOX, EPA                      |
|   | <i>Cyprinus carpio</i>          | CL50 96h       | 14,3-93,6     | ECOTOX, EPA                      |
| INVERTEBRE                                  | <i>Daphnia magna</i>            | EC50 48h       | 0,022-0,070   | ECOTOX, EPA                      |
|   | <i>Daphnia pulex</i>            | EC50 48h       | 0,048-90,4    | ECOTOX, EPA                      |
|   | <i>Americamysis bahia</i>       | LC50 96h       | 2,030         | ECOTOX, EPA                      |
| PLANTES                                     | <i>Lemna minor</i>              | EC50 7J        | 8,500         | ECOTOX, EPA                      |

Tableau 2 : Données écotoxicologiques aiguës et chroniques du Chrome

## ANNEXE

| CUIVRE (CAS 7440-50-8)                      |                             |                |               |                |
|---|-----------------------------|----------------|---------------|----------------|
| Groupe taxonomique                          | Espèce                      | Type de donnée | Valeur (mg/L) | Source         |
| <b>Données écotoxicologiques chroniques</b> |                             |                |               |                |
| POISSON                                     | <i>Atherinops affinis</i>   | NOEC12j        | 0,06          | INERIS (2004)  |
| INVERTEBRE                                  | <i>Mytilus edulis</i>       | NOEC 10J       | 0,0005        | INERIS (2004)  |
| ALGUE                                       | <i>Skeletonema costatum</i> | NOEC 120h      | 0,00064       | INERIS (2004)  |
| Groupe taxonomique                          | Espèce                      | Type de donnée | Valeur (mg/L) | Source         |
| <b>Données écotoxicologiques aiguës</b>     |                             |                |               |                |
| POISSON                                     | <i>Chlorella vulgaris</i>   | CL50 96h       | 0,017         | Gatidou, 2007  |
| INVERTEBRE                                  | <i>Oncorhynchus kisutch</i> | CL50 96h       | 0,164         | Buckley, 1983  |
| PLANTES                                     | <i>Carcinus maenas</i>      | CL50 96h       | 51,8          | Elumalai, 2002 |

Tableau 3 : Données écotoxicologiques aiguës et chroniques du Cuivre

| FER (CAS 7439-89-6)                         |                              |                |               |   |
|---|------------------------------|----------------|---------------|---|
| Groupe taxonomique                          | Espèce                       | Type de donnée | Valeur (mg/L) | Source  |
| <b>Données écotoxicologiques chroniques</b> |                              |                |               |   |
| ALGUE                                       | <i>Chlorella vulgaris</i>    | NOEC120j       | 2,7           | IUCLID 2000                                       |
| INVERTEBRE                                  | <i>Daphnia magna</i>         | NOEC 21J       | 2             | MOE, Japan (2002)                                 |
| POISSON                                     | <i>Pimephales promelas</i>   | NOEC 33J       | 1             | Birge et al. (1985)                               |
| Groupe taxonomique                          | Espèce                       | Type de donnée | Valeur (mg/L) | Source  |
| <b>Données écotoxicologiques aiguës</b>     |                              |                |               |   |
| ALGUE                                       | <i>Ophyryotrocha diadema</i> | CL5048H        | 10-33         | IUCLID 2000                                       |
| POISSON                                     | <i>Lampetra fluviatilis</i>  | CL5072H        | 3,4           | SIDS Initial Assesment report for SIAM OECD, 2007 |
| INVERTEBRE                                  | <i>Nitocra spinipes</i>      | CE5096H        | 46,2-81,2     | IUCLID 2000                                       |
| MOLLUSQUE                                   | <i>Mitilus edulis</i>        | CE24H          | 2,9           | IUCLID 2000                                       |

Tableau 4 : Données écotoxicologiques aiguës et chroniques du Fer

| MANGANESE (N° CAS 7439-96-5)                |                                |                |               |                             |
|---|--------------------------------|----------------|---------------|-----------------------------|
| Groupe taxonomique                          | Espèce                         | Type de donnée | Valeur (mg/L) | Source                      |
| <b>Données écotoxicologiques chroniques</b> |                                |                |               |                             |
| ALGUE                                       | <i>Desmodesmus subspicatus</i> | NOEC 72h       | 2,5           | ECHA, 2010                  |
| INVERTEBRE                                  | <i>Ceriodaphnia dubia</i>      | NOEC 8J        | 1,7           | ECHA, 2010                  |
| Groupe taxonomique                          | Espèce                         | Type de donnée | Valeur (mg/L) | Source                      |
| <b>Données écotoxicologiques aiguës</b>     |                                |                |               |                             |
| ALGUE                                       | <i>Ditylum brightwellii</i>    | CE505J         | 1,5           | Canterford et al., 1980     |
| CRUSTACES                                   | <i>Artemia salina</i>          | CL5048H        | 51,8          | Gajbhiye et Hirota, 1990    |
| ECHINODERMES                                | <i>Asterias rubens</i>         | CL5072H        | 50            | Hansen et Bjerregaard, 1995 |
| MOLLUSQUE                                   | <i>Crassostrea virginica</i>   | CL5048H        | 16            | Calabrese et al., 1973      |

Tableau 5 : Données écotoxicologiques aiguës et chroniques du Manganèse

## ANNEXE

| NICKEL (N° CAS 7440-02-0)                   |                                       |                |                |                  |
|---|---------------------------------------|----------------|----------------|------------------|
| Groupe taxonomique                          | Espèce                                | Type de donnée | Valeur (mg/L)  | Source           |
| <b>Données écotoxicologiques chroniques</b> |                                       |                |                |                  |
| POISSON                                     | <i>Poisson</i>                        | NOEC/CE10      | 0,04           | INERIS - UNEP    |
| INVERTEBRE                                  | <i>Invertébrés</i>                    | NOEC/CE10      | 0,0018         | INERIS - UNEP    |
| ALGUE                                       | <i>Algue</i>                          | NOEC/CE10      | 0,01           | INERIS - UNEP    |
| Groupe taxonomique                          | Espèce                                | Type de donnée | Valeur (mg/L)  | Source           |
| <b>Données écotoxicologiques aiguës</b>     |                                       |                |                |                  |
| POISSON                                     | <i>Danio rerio</i>                    | LC50 96h       | 100-320        | ECHA, 1993       |
|   | <i>Oncorhynchus mykiss</i>            | LC50 96h       | 8,1-21,2       | ECHA, 1985, 2004 |
|   | <i>Rasbora sumatrana</i>              | LC50 96h       | 0,83-9,75      | ECHA, 2012       |
|   | <i>Poecilia reticulata</i>            | LC50 96h       | 15,62          | ECHA, 2012       |
| INVERTEBRE                                  | <i>Ceriodaphnia dubia</i>             | EC50 48h       | 0,0276-0,276   | ECHA, 2004, 2005 |
|   | <i>Daphnia magna</i>                  | EC50 48h       | 6,68-9,48      | ECHA, 1992, 1993 |
| ALGUE                                       | <i>Pseudokirchnerella subcapitata</i> | EC50 72h       | > 0,0815       | ECHA, 2004       |
|   | <i>Skeletonema costatum</i>           | EC50 72h       | > 0,123-0,773  | ECHA, 2007       |
|   | <i>Macrocystis pyrifera</i>           | EC50 48h       | > 0,0967-0,494 | ECHA, 2007       |
| PLANTES                                     | <i>Lemna minor</i>                    | EC50 7J        | 0,0292-0,0596  | ECHA, 2013       |

Tableau 6 : Données écotoxicologiques aiguës et chroniques du Nickel

| PLOMB (CAS 7439-92-1)                       |                    |                |               |                   |
|---|--------------------|----------------|---------------|-------------------|
| Groupe taxonomique                          | Espèce             | Type de donnée | Valeur (mg/L) | Source            |
| <b>Données écotoxicologiques chroniques</b> |                    |                |               |                   |
| POISSON                                     | <i>Poisson</i>     | NOEC/CE10      | 0,0041        | INERIS - UE, 2011 |
| INVERTEBRE                                  | <i>Invertébrés</i> | NOEC/CE10      | 0,010         | INERIS - UE, 2011 |
| ALGUE                                       | <i>Algue</i>       | NOEC/CE10      | 0,010         | INERIS - UE, 2011 |
| Groupe taxonomique                          | Espèce             | Type de donnée | Valeur (mg/L) | Source            |
| <b>Données écotoxicologiques aiguës</b>     |                    |                |               |                   |
| POISSON                                     | <i>Poisson</i>     | LC50           | 0,11          | INERIS - UE, 2011 |
| INVERTEBRE                                  | <i>Invertébrés</i> | LC50           | 0,010         | INERIS - UE, 2011 |
| ALGUE                                       | <i>Algue</i>       | LC50           | 0,5           | INERIS - UE, 2011 |

Tableau 7 : Données écotoxicologiques aiguës et chroniques du Plomb

| ZINC (CAS 1314-13-2)                        |                    |                |               |        |
|---|--------------------|----------------|---------------|--------|
| Groupe taxonomique                          | Espèce             | Type de donnée | Valeur (mg/L) | Source |
| <b>Données écotoxicologiques chroniques</b> |                    |                |               |        |
| INVERTEBRE                                  | <i>Invertébrés</i> | NOEC           | 0,01          | INERIS |
| ALGUE                                       | <i>Algue</i>       | NOEC           | 0,01          | INERIS |
| Groupe taxonomique                          | Espèce             | Type de donnée | Valeur (mg/L) | Source |
| <b>Données écotoxicologiques aiguës</b>     |                    |                |               |        |
| POISSON                                     | <i>Poisson</i>     | CE50/CL50      | 0,06          | INERIS |
| INVERTEBRE                                  | <i>Invertébrés</i> | CE50/CL50      | 0,19          | INERIS |

Tableau 8 : Données écotoxicologiques aiguës et chroniques du Zinc

## ANNEXE

### DONNEES TOXICOLOGIQUES

#### 1. SUBSTANCES NON RETENUES POUR L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

##### 1.1.ALUMINIUM

| Aluminium                                  |   |
|--|---|
| <b>Généralités</b>                         | <p>Pour la population générale, la principale exposition à l'aluminium est l'alimentation qui apporte de 5 à 20 mg d'aluminium par jour. L'eau de boisson ne représente que 5 % de cet apport même si les sels d'aluminium sont largement utilisés dans le traitement de potabilisation de l'eau. Certains médicaments peuvent contribuer à l'apport aluminique journalier. Parmi eux, les plus riches en aluminium sont les pansements digestifs qui en apportent plusieurs centaines de milligrammes sous forme d'hydroxyde et de phosphate.</p> <p>L'absorption par ingestion est faible (inférieure à 1 %).</p>   |
| <b>Exposition aiguë</b>                    | <p>La toxicité aiguë de l'aluminium est très faible comme celle des sels minéraux (sauf si les éléments autres que l'aluminium sont en soi toxiques : fluorures ou phosphore d'aluminium par exemple). Les sels solubles et les dérivés organiques sont fortement irritants.</p>  |
| <b>Exposition chronique</b>                | <p>La toxicité chronique de l'aluminium se révèle dans des cas très particuliers. Des atteintes du système nerveux central (encéphalopathies) ont été décrits chez des insuffisants rénaux dialysés avec une eau trop riche en aluminium dans les années soixante dix. Il existe encore de rares cas de pathologies chroniques liées aux médicaments à base d'aluminium (atteintes cérébrales, forme d'ostéomalacie*, anémies...).</p> <p>Des études ont rapporté des taux élevés d'aluminium dans le cerveau de sujets atteints de la maladie d'Alzheimer sans qu'un lien de causalité ne puisse être établi. Des études épidémiologiques ont rapporté une augmentation du risque pour cette maladie, mais les biais sont nombreux et l'aluminium de l'eau de boisson ne représente que 5 % de l'ensemble des apports qui ne sont pas pris en compte dans ces études.</p> <p>Le contact cutané avec des sels d'aluminium peut également produire des dermatites d'irritation, exceptionnellement une dermatite allergique. Des eczémas sont décrits avec des produits cosmétiques.</p> |
| <b>Valeurs toxicologiques de référence</b> | <p>Une VTR pour une exposition chronique de 1 mg/kg/jour a été définie par l'ATSDR en 2008, avec pour effet critique le développement du système nerveux.</p>   |

**ANNEXE**  
**1.2.FER**

| <b>Fer</b>                 |  |
|----------------------------|--|
| <b>Généralités</b>         | Le fer est un élément essentiel pour l'homme. Les besoins quotidiens en fer dépendent de l'âge, du sexe, du statut physiologique et de la biodisponibilité du fer (variable selon sa forme et l'état physiologique), ils sont estimés de 10 à 50 mg/jour (Guidelines for drinking- water Quality, fourth edition, WHO, 2011). La carence ferrique est un problème de santé publique majeur. A contrario, l'excès de fer est exceptionnel chez l'homme en raison de la régulation de son absorption (en moyenne seulement 10% du fer total ingéré franchit la muqueuse intestinale).  |
| <b>Effets sur la santé</b> | Les effets délétères d'une ingestion excessive de fer chez des sujets normaux n'ont pas été clairement établis. Les intoxications aiguës, secondaires à l'ingestion de sels ferreux ou ferriques sont presque toujours d'origine médicamenteuse. Les prises inférieures à 20 mg/kg de Poids Corporel (PC) de fer ne déclenchent pas de troubles et jusqu'à 60 mg/kg PC il s'agit d'intoxications bénignes. Le risque d'intoxication mortelle, malgré une prise en charge adaptée, ne survient que pour des ingestions de fer supérieures à 150 mg/kg PC (Toxicologie clinique, Chantal Bismuth, 2000, Médecine-Science, Flammarion). |
| <b>Valeurs guide</b>       | L'OMS ne propose pas de valeur guide fondée sur des critères sanitaires pour le fer.   |

**1.3.MANGANESE**

| <b>Manganèse</b>           |  |
|----------------------------|--|
| <b>Généralités</b>         | Le manganèse est un nutriment essentiel (oligoélément). Il intervient notamment dans la minéralisation des os, le métabolisme* énergétique et la protection des cellules contre les radicaux libres. Les doses journalières considérées comme suffisantes et sans risque pour l'homme à partir de l'âge de 1 an sont de 1 à 5 mg/j et sont apportées par l'alimentation.<br><br>L'absorption digestive du manganèse est faible, de 3 à 8 %, elle est toutefois plus importante chez les jeunes enfants, liée à celle du fer et du calcium.   |
| <b>Effets sur la santé</b> | Le seul sel qui soit fréquemment responsable d'intoxication aiguë est le permanganate de potassium dont les effets sont liés au pouvoir oxydant et leur gravité dépend de la concentration de la solution ingérée. Les paillettes, étant caustiques, peuvent être responsables des lésions corrosives graves du tube digestif.<br><br>En milieu professionnel, des effets sur le système nerveux central (encéphalopathie, neuropathies) a été démontrée pour des expositions chroniques par voie respiratoire, ainsi que d'autres effets parmi lesquels des effets cutanés (dermatoses) ou respiratoires (rhinites et asthme allergiques). Chez les animaux, des effets toxiques testiculaires ont été trouvés chez des rongeurs et des lapins (administration parentérale).<br><br>Concernant les pouvoirs cancérogène et mutagène du manganèse, les résultats sont irréguliers même si certains dérivés ont démontré un pouvoir mutagène in vitro.<br><br>Le Centre International de Recherche sur le Cancer n'a pas classé le manganèse et ses composés, l'US-EPA l'a classé en D en 1996 (non classifiable quant à sa cancérogénicité). |
| <b>Valeurs guide</b>       | L'OMS n'a pas établi de valeur guide basée sur les effets sur la santé pour l'eau de boisson pour des raisons techniques (modèle animal inadéquat pour les effets neurologiques notamment). Par ailleurs, la valeur guide de 0,4 mg/L pouvant être dérivée à partir de l'apport journalier maximal recommandé de 11 mg/j produirait des dépôts noirâtres dans les canalisations.   |

**ANNEXE**  
**1.4.NICKEL**

| Nickel                      |  |   |        |               |             |         |   |    |   |                                    |
|-----------------------------|--|---|--------|---------------|-------------|---------|---|----|---|------------------------------------|
| <b>Généralités</b>          | <p>Le nickel est naturellement présent dans les sols, l'eau, l'air et les aliments. La population générale est principalement exposée par les aliments (en particulier les légumes et céréales). Les apports moyens en nickel liés à l'alimentation semblent inférieurs à 0,2 mg/j. La contribution de l'eau de boisson à ces apports reste mineure et est estimée entre 2 et 11 % par l'OMS. Les expositions professionnelles sont essentiellement respiratoires.</p> <p>Le Nickel et surtout ses composés solubles sont absorbés aussi bien par voie respiratoire que par voie orale, son absorption est négligeable pour la voie cutanée. Pour la voie orale le nickel passe mieux dans le sang à partir de l'eau que des aliments. Sa forme ionisée traverse le placenta.</p> <p>Les principaux organes cibles sont les poumons (organe cible principal en cas d'exposition par inhalation) et les reins, suivis de la thyroïde, du cœur, du foie, du cerveau, de la rate et du pancréas. Il traverse la barrière placentaire et la barrière hémato-encéphalique.</p>  |   |        |               |             |         |   |    |   |                                    |
| <b>Exposition aiguë</b>     | <p>Chez l'homme par voie orale, il a été rapporté des troubles digestifs (diarrhée, vomissement, irritation digestives...) et dans le cas d'expositions plus sévères la survenue de céphalées et d'une fatigue parfois associée à un ralentissement du rythme cardiaque.</p>   |   |        |               |             |         |   |    |   |                                    |
| <b>Exposition chronique</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Effets non cancérogènes</b></li> </ul> <p>Aucune étude rapportant les effets par exposition orale chronique ne semble avoir été réalisée chez l'homme. Le nickel métal et ses sels sont des sensibilisants cutanés responsables de dermatites de contact allergiques (se manifestant par un eczéma dit de contact) et plus exceptionnellement d'urticaire de contact chez l'homme.</p> <p>Par voie orale, les principaux effets observés chez l'animal sont des effets pulmonaires, gastro-intestinaux et rénaux. Il est également à noter que des effets neurologiques ont été observés lors d'une étude par administration orale de 90 jours chez le rat. Aucun effet neurologique n'a été constaté pour la dose de 1,2 mg de nickel/kg.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Effets cancérogènes</b></li> </ul> <p><u>Classement en termes de cancérogénicité</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #4F81BD; color: white;"> <th>Chrome</th> <th>Classe</th> <th>Signification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CIRC (1990)</td> <td>2B<br/>1</td> <td>Cancérogène possible - Nickel métal et alliages<br/>Cancérogène avéré - Composés du Nickel</td> </tr> <tr> <td>UE</td> <td>2</td> <td>Susceptible de provoquer le cancer</td> </tr> </tbody> </table> <p>Peu d'études sont disponibles pour la voie orale. Parmi ces études, plusieurs n'ont pas permis de mettre en évidence une réponse cancérogène.</p> <p>Le nickel métallique et les sels solubles du nickel sont considérés génotoxiques et mutagènes. Les mécanismes génotoxiques rapportés sont multiples : cassures simples ou double brins de l'ADN, production d'espèces réactives de l'oxygène ou encore inhibition des processus de réparation de l'ADN.</p> | Chrome  | Classe | Signification | CIRC (1990) | 2B<br>1 | Cancérogène possible - Nickel métal et alliages<br>Cancérogène avéré - Composés du Nickel | UE | 2 | Susceptible de provoquer le cancer |
| Chrome                      | Classe   | Signification   |        |               |             |         |   |    |   |                                    |
| CIRC (1990)                 | 2B<br>1  | Cancérogène possible - Nickel métal et alliages<br>Cancérogène avéré - Composés du Nickel |        |               |             |         |   |    |   |                                    |
| UE                          | 2  | Susceptible de provoquer le cancer  |        |               |             |         |   |    |   |                                    |

## ANNEXE

| Nickel               |  |
|----------------------|--|
|                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Effets sur la reproduction et le développement</b></li></ul> <p>Le nickel peut traverser la barrière placentaire sous forme ionisée. Le potentiel reprotoxique des composés de nickel n'est pas clairement établi chez l'homme.</p> <p>Par voie orale, plusieurs études chez le rat ou la souris ont rapporté des effets toxiques sur le système reproducteur mâle avec le sulfate de nickel, le chlorure de nickel, ou le nitrate de nickel. Concernant les femelles, un certain nombre d'études ont rapporté une diminution de la survie de la descendance des animaux exposés avant l'accouplement et pendant les périodes de gestation et de lactation. L'interprétation de ces données sont compliquées par la toxicité maternelle, survenant fréquemment aux doses utilisées. Certaines études semblent indiquer un possible potentiel tératogène du nickel et de ses composés soluble.</p> |
| <b>Valeurs guide</b> | <p>Des valeurs toxicologiques de références sont disponibles pour les effets chroniques à seuil du nickel et de ses composés.</p> <p>L'OMS propose une valeur guide pour l'eau de boisson de 70 µg/l et une limite de 20 µg/L est fixée par l'arrêté du 11/01/2007 concernant les limites de qualité pour les eaux destinées à la consommation humaine.</p>  |

## ANNEXE

### 2. SUBSTANCES ETUDIÉES DANS L'EQRS

#### 2.1. CHROME

| Chrome (N° CAS 7440-47-3)   |  |               |        |               |      |   |             |        |   |             |    |   |            |
|-----------------------------|--|---------------|--------|---------------|------|---|-------------|--------|---|-------------|----|---|------------|
| <b>Généralités</b>          | <p>Le chrome (VI) est naturellement rare dans l'environnement, sa présence étant très majoritairement d'origine anthropique. Très mobile dans l'environnement, il expose la population générale principalement par ingestion d'aliments et d'eau contaminés sans que la part attribuable au chrome VI soit bien estimée. Il pénètre mieux l'organisme par voie respiratoire que par voie digestive. Le chrome est un irritant et un sensibilisant.</p>   |               |        |               |      |   |             |        |   |             |    |   |            |
| <b>Exposition aiguë</b>     | <p>Chez l'homme : L'ingestion de sels de chrome entraîne rapidement des syndromes digestifs (douleurs abdominales, vomissements sanglants, diarrhées hémorragiques) pouvant être fatals par collapsus circulatoire (dose létale : 1-3 g (CrO<sub>3</sub>) ; 50 à 70 mg/kg de pc (autres chromates), des atteintes hépatiques et rénales retardées sont décrites.</p> <p>Chez l'animal : Les expositions par la voie orale induisent des effets plus importants que par inhalation et que par voie cutanée. Chez les rongeurs (rat, souris), les DL50 observées pour les différents dérivés solubles du chrome (VI) par voie orale vont de 40 à 175 mg/kg de poids corporel (pc), soit 13 à 91 mg équivalent Cr (VI)/kg de pc.</p>  |               |        |               |      |   |             |        |   |             |    |   |            |
| <b>Exposition chronique</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Effets non cancérogènes</b></li></ul> <p><u>Chez l'homme</u> : pour la voie orale, suite à l'ingestion répétée d'eau contaminée par du chrome (VI) des symptômes sur le système digestif (ulcères buccaux, diarrhées, douleurs abdominales et vomissements) ont été décrits.</p> <p><u>Chez l'animal</u> : Les effets observés sont identiques à ceux constatés chez l'homme et sont liés aux propriétés irritantes et allergisantes des composés solubles du chrome (VI).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Effets cancérogènes</b></li></ul> <p><u>Classement en termes de cancérogénèse</u></p> <table border="1"><thead><tr><th>Chrome</th><th>Classe</th><th>Signification</th></tr></thead><tbody><tr><td>CIRC</td><td>1</td><td>Cancérogène</td></tr><tr><td>US-EPA</td><td>A</td><td>Cancérogène</td></tr><tr><td>UE</td><td>/</td><td>Non évalué</td></tr></tbody></table> <p>Différentes études réalisées chez le travailleur ont montré un lien de causalité entre exposition respiratoire au chrome (VI) et cancer du poumon et suggèrent un possible lien avec le cancer du nez et des sinus. L'exposition par voie orale serait associée à un excès de risque pour les cancers gastriques.</p> <p>Chez l'animal : Les études réalisées chez le rongeur (rat, souris) par administration respiratoire de différents composés du chrome (VI) montrent une augmentation significative des papillomes nasaux et des adénocarcinomes pulmonaires. Celles par administration orale montrent une augmentation significative des cancers du tractus gastro-intestinal.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Effets sur la reproduction</b></li></ul> <p><u>Chez l'homme</u> : Les études réalisées chez l'homme ne permettent pas de conclure quant à la toxicité sur la reproduction et le développement du chrome (VI).</p> <p><u>Chez l'animal</u> : Chez le rongeur (rat, souris), plusieurs études par voie orale rapportent des effets sur la fertilité masculine (altération de la spermatogénèse, altérations histologiques des testicules), une augmentation de l'apparition de malformations et une foetotoxicité (augmentation des pertes pré- et post-implantatoires, diminution du poids des foetus).</p> | Chrome        | Classe | Signification | CIRC | 1 | Cancérogène | US-EPA | A | Cancérogène | UE | / | Non évalué |
| Chrome                      | Classe   | Signification |        |               |      |   |             |        |   |             |    |   |            |
| CIRC                        | 1  | Cancérogène   |        |               |      |   |             |        |   |             |    |   |            |
| US-EPA                      | A  | Cancérogène   |        |               |      |   |             |        |   |             |    |   |            |
| UE                          | /  | Non évalué    |        |               |      |   |             |        |   |             |    |   |            |

## ANNEXE

| <p><b>Valeurs toxicologiques de référence</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Exposition aiguë</b><br/>Aucune VTR n'est disponible pour une exposition aiguë par voie orale à seuil pour le chrome.</li> <li>• <b>Exposition chronique</b><br/>Quatre VTR sont disponibles pour une exposition par voie orale à seuil pour le chrome.<br/>Une VTR est disponible pour une exposition chronique par voie orale sans seuil pour le chrome.</li> </ul> <table border="1" data-bbox="464 656 1305 916"> <thead> <tr> <th colspan="4">Chrome– Effets chroniques – Voie orale</th> </tr> <tr> <th>Type d'effet</th> <th>VTR</th> <th>Effet critique</th> <th>Source / Année d'évaluation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A seuil</td> <td>0,0009 mg/kg/j</td> <td>Gastroentérologique</td> <td>ATSDR 2012</td> </tr> <tr> <td>A seuil</td> <td>0,003 mg/kg/j</td> <td>Absence d'effet</td> <td>US EPA 1998</td> </tr> <tr> <td>A seuil</td> <td>0,0002 mg/kg/j</td> <td>Hépatique</td> <td>OEHHA 2011</td> </tr> <tr> <td>A seuil</td> <td>0,005 mg/kg/j</td> <td>Absence d'effet</td> <td>RIVM 2001</td> </tr> <tr> <td>Sans seuil</td> <td>0,5 (mg/kg/j)<sup>-1</sup></td> <td>Tumeurs de l'intestin</td> <td>OEHHA 2011</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>La VTR de l'ATSDR est retenue pour l'EQRS.</b></p> | Chrome– Effets chroniques – Voie orale |                             |  |  | Type d'effet | VTR | Effet critique | Source / Année d'évaluation | A seuil | 0,0009 mg/kg/j | Gastroentérologique | ATSDR 2012 | A seuil | 0,003 mg/kg/j | Absence d'effet | US EPA 1998 | A seuil | 0,0002 mg/kg/j | Hépatique | OEHHA 2011 | A seuil | 0,005 mg/kg/j | Absence d'effet | RIVM 2001 | Sans seuil | 0,5 (mg/kg/j) <sup>-1</sup> | Tumeurs de l'intestin | OEHHA 2011 |
|---|---|--|-----------------------------|--|--|--------------|-----|----------------|-----------------------------|---------|----------------|---------------------|------------|---------|---------------|-----------------|-------------|---------|----------------|-----------|------------|---------|---------------|-----------------|-----------|------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| Chrome– Effets chroniques – Voie orale            |   |  |                             |  |  |              |     |                |                             |         |                |                     |            |         |               |                 |             |         |                |           |            |         |               |                 |           |            |                             |                       |            |
| Type d'effet                                      | VTR   | Effet critique                         | Source / Année d'évaluation |  |  |              |     |                |                             |         |                |                     |            |         |               |                 |             |         |                |           |            |         |               |                 |           |            |                             |                       |            |
| A seuil   | 0,0009 mg/kg/j  | Gastroentérologique                    | ATSDR 2012                  |  |  |              |     |                |                             |         |                |                     |            |         |               |                 |             |         |                |           |            |         |               |                 |           |            |                             |                       |            |
| A seuil   | 0,003 mg/kg/j   | Absence d'effet                        | US EPA 1998                 |  |  |              |     |                |                             |         |                |                     |            |         |               |                 |             |         |                |           |            |         |               |                 |           |            |                             |                       |            |
| A seuil   | 0,0002 mg/kg/j  | Hépatique                              | OEHHA 2011                  |  |  |              |     |                |                             |         |                |                     |            |         |               |                 |             |         |                |           |            |         |               |                 |           |            |                             |                       |            |
| A seuil   | 0,005 mg/kg/j   | Absence d'effet                        | RIVM 2001                   |  |  |              |     |                |                             |         |                |                     |            |         |               |                 |             |         |                |           |            |         |               |                 |           |            |                             |                       |            |
| Sans seuil  | 0,5 (mg/kg/j) <sup>-1</sup>   | Tumeurs de l'intestin                  | OEHHA 2011                  |  |  |              |     |                |                             |         |                |                     |            |         |               |                 |             |         |                |           |            |         |               |                 |           |            |                             |                       |            |
| <p><b>Valeurs guide</b></p>                       | <p>Le Code de la Santé Publique (article R1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent la valeur « limite de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » à 50 µg/L de chrome.<br/>Les concentrations maximales journalières en chrome ajoutées dans le Rhône sont inférieures à la valeur de 50 µg/L.</p>   |  |                             |  |  |              |     |                |                             |         |                |                     |            |         |               |                 |             |         |                |           |            |         |               |                 |           |            |                             |                       |            |

## 2.2. CUIVRE

| <p><b>Cuivre (N° CAS 7440-50-8)</b></p> |   |
|---|---|
| <p><b>Généralités</b></p>               | <p>Dans les zones non contaminées, la concentration est de 0,15 µg/litre dans l'eau de mer et de 1 à 20 µg/litre dans l'eau douce.<br/>Le principal mode d'exposition de la population générale est l'alimentation et l'eau de boisson. En général, l'apport journalier total par voie orale (alimentation et eau de boisson) se situe entre 1 et 2 mg/jour avec des pointes occasionnelles à plus de 5 mg/jour et une contribution de l'eau de boisson excédant rarement 0,1 mg/jour. L'apport de cuivre par voie respiratoire ou percutanée est négligeable.<br/>Le cuivre (Cu) est un oligoélément essentiel soumis à une régulation homéostatique. Il intervient en tant que composant de nombreuses métallo-enzymes. Le cuivre intervient dans la qualité des cartilages, la minéralisation osseuse, la régulation de neurotransmetteurs, la fonction cardiaque, les mécanismes immunitaires et le métabolisme du fer.</p> |
| <p><b>Exposition aiguë</b></p>          | <p>Par voie cutanée les solutions concentrées de sel sont caustiques pour les muqueuses, les réactions de sensibilisation sont très rares.<br/>L'intoxication par voie orale est rare en dehors des ingestions à visée suicidaire. L'ingestion de sels de cuivre provoque des troubles digestifs sévères avec déshydratation, nécrose hépatique et atteinte rénale pouvant aboutir au décès. Notons que la dose thérapeutique à visée émétisante était de 300 mg de sulfate de cuivre.<br/>Chez l'animal, la toxicité d'une dose unique de cuivre varie largement selon l'espèce en cause (DL50 comprise entre 15 et 1664 mg Cu/kg de poids corporel). Parmi les sels de cuivre, ceux qui présentent une bonne hydrosolubilité sont généralement plus toxiques.</p>   |

## ANNEXE

### Cuivre (N° CAS 7440-50-8)

|  |   |
|--|---|
| <b>Exposition chronique</b>                | <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Effets non cancérogènes</b><br/>Le cuivre est un élément essentiel et les effets indésirables qui lui sont imputables peuvent provenir d'une carence comme d'un excès. L'OMS estime que : "A la lumière des données dont on dispose sur l'exposition humaine au cuivre (...) en Europe et dans les Amériques, il semble que les dangers d'une carence en cuivre sont plus grands que ceux d'un excès de cet élément".<br/>Parmi les groupes potentiellement plus sensibles à l'excès de cuivre, on peut citer les personnes en hémodialyse et les malades atteints d'une affection hépatique chronique. Parmi les groupes exposés au risque de carence en cuivre figurent aussi les nourrissons et les sujets souffrant d'un syndrome de malabsorption ou nourris exclusivement par voie parentérale.<br/>Exposés pendant une longue période, des rats et des souris n'ont pas présenté de signes manifestes de toxicité autres qu'une réduction de croissance liée à la dose, après ingestion de doses quotidiennes correspondant à 138 mg Cu/kg p.c. (rats) et 1000 mg Cu/kg p.c. (souris). Les études de neurotoxicité n'ont révélé aucun effet sur le comportement mais des modifications neurochimiques ont été signalées après administration par voie orale de doses correspondant à 20-40 mg Cu/kg p.c. par jour. D'après un nombre limité d'études d'immunotoxicité, il y a eu une détérioration de la fonction immunitaire humorale et à médiation cellulaire après ingestion, via l'eau de boisson, de doses équivalant à environ 10 mg Cu /kg p.c. par jour.</li><li>• <b>Effets cancérogènes</b><br/>Les données dont on dispose au sujet de la cancérogénicité sont insuffisantes pour permettre une évaluation du risque. Du fait d'absence de données humaines, de données animales inadéquates et de données de mutagénicité* équivoques le cuivre n'a pas été classé par l'US EPA et l'UE en tant que cancérogène.</li><li>• <b>Effets sur la reproduction</b><br/>Il n'y a pas de données humaines. Les études animales consacrées aux effets toxiques sur la reproduction et le développement sont limitées et sont insuffisantes pour permettre une évaluation du risque.</li></ul> |
| <b>Valeurs toxicologiques de référence</b> | Des VTR sont disponibles à la fois pour l'exposition aiguë et pour l'exposition chronique.  |

**ANNEXE**  
**2.3. PLOMB**

| Plomb (N° CAS 7439-92-1)    |  |   |        |               |      |   |                                     |    |   |   |   |        |    |                      |    |   |            |
|-----------------------------|--|---|--------|---------------|------|---|-------------------------------------|----|---|---|---|--------|----|----------------------|----|---|------------|
| <b>Généralités</b>          | <p>Le plomb (Pb) est un métal gris-bleuâtre, insoluble dans l'eau sous forme métallique. A l'état divalent, il peut former une large gamme de composés inorganiques ou organiques potentiellement solubles dans l'eau. Le plomb et ses composés sont naturellement présents dans l'eau, l'atmosphère et dans les sols. Dans l'environnement, le plomb est principalement présent sous forme inorganique à l'état divalent (Pb<sup>2+</sup>).</p> <p>Il existe de nombreuses sources anthropiques d'exposition du fait des nombreuses applications industrielles du plomb et de ses composés (en sidérurgie notamment). Indépendamment de ces rejets, le plomb peut être présent dans l'eau de boisson à des concentrations significatives, en lien avec le contenu en plomb des conduites d'eau et le degré d'acidité de l'eau.</p> <p>Les effets du plomb sur l'homme sont généralement identifiés à partir de la dose interne de plomb mesurée dans le sang (plombémie).</p> <p>Pour la voie orale, l'absorption est faible (entre 5 à 10 %) chez l'adulte mais est plus élevée chez le nouveau-né et l'enfant (de 50 % chez les moins de 2 ans à 20 % chez l'enfant de 10 ans). L'absorption cutanée du plomb et de ses composés est négligeable.</p>   |   |        |               |      |   |                                     |    |   |   |   |        |    |                      |    |   |            |
| <b>Exposition aiguë</b>     | <p>L'intoxication aiguë au plomb se manifeste 2 à 48 h après la prise par des troubles digestifs (douleurs abdominales, vomissements, diarrhée), rénaux (oligurie et insuffisance tubulaire rénale) et hématologiques (discrète hémolyse). En cas d'intoxication massive, des effets neurologiques graves peuvent être observés (encéphalopathie, signes d'hypertension intracrânienne, coma convulsif).</p>   |   |        |               |      |   |                                     |    |   |   |   |        |    |                      |    |   |            |
| <b>Exposition chronique</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Effets non cancérogènes</b></li> </ul> <p>L'intoxication chronique au plomb (saturnisme) cible de nombreux organes : les symptômes sont hématologiques (anémie), digestifs (douleurs abdominales, nausées, vomissements, colique saturnine), neurologiques (troubles de la mémoire, syndrome déficitaire focalisé, coma, convulsions, paralysies...), cardiovasculaires (hypertension), rénaux (néphropathie, insuffisance rénale) et immunologiques (diminution du nombre de lymphocytes T et des immunoglobulines sans susceptibilité particulière aux infections). Il est généralement admis que la plombémie est fortement corrélée aux effets toxiques du plomb. L'intoxication chronique au plomb (saturnisme) apparaît lorsque la plombémie atteint 50 µg/L. Les effets les plus sensibles concernent le développement neurologique des enfants.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Effets cancérogènes</b></li> </ul> <p><u>Classement en termes de cancérogénèse</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #4F81BD; color: white;"> <th>Plomb</th> <th>Classe</th> <th>Signification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">CIRC</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Plomb : Cancérogène possible (1987)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2A</td> <td>Plomb inorganique : Cancérogène probable (2006)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Plomb organique : inclassable quant à la cancérogénicité (2006)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">US-EPA</td> <td style="text-align: center;">2B</td> <td style="text-align: center;">Cancérogène probable</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">UE</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">Non évalué</td> </tr> </tbody> </table> <p>Chez l'homme, selon les études réalisées par inhalation de composés inorganiques chez les travailleurs, le plomb pourrait être à l'origine de cancers gastriques et pulmonaires et de façon plus incertaine, de cancers rénaux et cérébraux</p> <p>Chez l'animal (rat), le plomb à forte dose induit des tumeurs rénales.</p> | Plomb   | Classe | Signification | CIRC | 2 | Plomb : Cancérogène possible (1987) | 2A | Plomb inorganique : Cancérogène probable (2006) | 3 | Plomb organique : inclassable quant à la cancérogénicité (2006) | US-EPA | 2B | Cancérogène probable | UE | / | Non évalué |
| Plomb                       | Classe   | Signification   |        |               |      |   |                                     |    |   |   |   |        |    |                      |    |   |            |
| CIRC                        | 2  | Plomb : Cancérogène possible (1987)                             |        |               |      |   |                                     |    |   |   |   |        |    |                      |    |   |            |
|                             | 2A   | Plomb inorganique : Cancérogène probable (2006)                 |        |               |      |   |                                     |    |   |   |   |        |    |                      |    |   |            |
|                             | 3  | Plomb organique : inclassable quant à la cancérogénicité (2006) |        |               |      |   |                                     |    |   |   |   |        |    |                      |    |   |            |
| US-EPA                      | 2B   | Cancérogène probable  |        |               |      |   |                                     |    |   |   |   |        |    |                      |    |   |            |
| UE                          | /  | Non évalué  |        |               |      |   |                                     |    |   |   |   |        |    |                      |    |   |            |

## ANNEXE

| Plomb (N° CAS 7439-92-1)                   |  |                   |                             |  |  |              |     |                |                             |         |                 |           |            |         |                |           |           |         |                |               |           |         |                |               |           |         |                 |               |           |            |                                |                 |            |
|--|--|-------------------|-----------------------------|--|--|--------------|-----|----------------|-----------------------------|---------|-----------------|-----------|------------|---------|----------------|-----------|-----------|---------|----------------|---------------|-----------|---------|----------------|---------------|-----------|---------|-----------------|---------------|-----------|------------|--------------------------------|-----------------|------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Effets sur la reproduction</b><br/>Le plomb a des effets sur la fertilité masculine et peut entraîner des retards de la puberté et augmenter le nombre d'avortements spontanés chez la femme. Le plomb est toxique pour le fœtus (foetotoxicité). Bien que non établi chez l'homme, sa tératogénicité (induction de malformations) a été démontrée chez l'animal.</li> </ul>   |                   |                             |  |  |              |     |                |                             |         |                 |           |            |         |                |           |           |         |                |               |           |         |                |               |           |         |                 |               |           |            |                                |                 |            |
| <b>Valeurs toxicologiques de référence</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Exposition aiguë</b><br/>Aucune VTR n'est disponible pour une exposition aiguë par voie orale à seuil pour le plomb.</li> <li>• <b>Exposition chronique</b><br/>Cinq VTR disponibles pour une exposition par voie orale à seuil pour le plomb. Une VTR disponible pour une exposition chronique par voie orale sans seuil pour le plomb.</li> </ul> <table border="1" data-bbox="486 808 1278 1111"> <thead> <tr> <th colspan="4">Plomb– Voie orale</th> </tr> <tr> <th>Type d'effet</th> <th>VTR</th> <th>Effet critique</th> <th>Source / Année d'évaluation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A seuil</td> <td>0,00063 mg/kg/j</td> <td>Plombémie</td> <td>ANSES 2013</td> </tr> <tr> <td>A seuil</td> <td>0,0036 mg/kg/j</td> <td>Plombémie</td> <td>RIVM 2001</td> </tr> <tr> <td>A seuil</td> <td>0,0005 mg/kg/j</td> <td>Neurotoxicité</td> <td>EFSA 2010</td> </tr> <tr> <td>A seuil</td> <td>0,0015 mg/kg/j</td> <td>Neurotoxicité</td> <td>EFSA 2010</td> </tr> <tr> <td>A seuil</td> <td>0,00063 mg/kg/j</td> <td>Neurotoxicité</td> <td>EFSA 2010</td> </tr> <tr> <td>Sans seuil</td> <td>0,0085 (mg/kg/j)<sup>-1</sup></td> <td>Tumeurs rénales</td> <td>OEHHA 2009</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>La VTR adulte de l'ANSES est retenue pour l'EQRS.</b></p> | Plomb– Voie orale |                             |  |  | Type d'effet | VTR | Effet critique | Source / Année d'évaluation | A seuil | 0,00063 mg/kg/j | Plombémie | ANSES 2013 | A seuil | 0,0036 mg/kg/j | Plombémie | RIVM 2001 | A seuil | 0,0005 mg/kg/j | Neurotoxicité | EFSA 2010 | A seuil | 0,0015 mg/kg/j | Neurotoxicité | EFSA 2010 | A seuil | 0,00063 mg/kg/j | Neurotoxicité | EFSA 2010 | Sans seuil | 0,0085 (mg/kg/j) <sup>-1</sup> | Tumeurs rénales | OEHHA 2009 |
| Plomb– Voie orale                          |  |                   |                             |  |  |              |     |                |                             |         |                 |           |            |         |                |           |           |         |                |               |           |         |                |               |           |         |                 |               |           |            |                                |                 |            |
| Type d'effet                               | VTR  | Effet critique    | Source / Année d'évaluation |  |  |              |     |                |                             |         |                 |           |            |         |                |           |           |         |                |               |           |         |                |               |           |         |                 |               |           |            |                                |                 |            |
| A seuil                                    | 0,00063 mg/kg/j  | Plombémie         | ANSES 2013                  |  |  |              |     |                |                             |         |                 |           |            |         |                |           |           |         |                |               |           |         |                |               |           |         |                 |               |           |            |                                |                 |            |
| A seuil                                    | 0,0036 mg/kg/j   | Plombémie         | RIVM 2001                   |  |  |              |     |                |                             |         |                 |           |            |         |                |           |           |         |                |               |           |         |                |               |           |         |                 |               |           |            |                                |                 |            |
| A seuil                                    | 0,0005 mg/kg/j   | Neurotoxicité     | EFSA 2010                   |  |  |              |     |                |                             |         |                 |           |            |         |                |           |           |         |                |               |           |         |                |               |           |         |                 |               |           |            |                                |                 |            |
| A seuil                                    | 0,0015 mg/kg/j   | Neurotoxicité     | EFSA 2010                   |  |  |              |     |                |                             |         |                 |           |            |         |                |           |           |         |                |               |           |         |                |               |           |         |                 |               |           |            |                                |                 |            |
| A seuil                                    | 0,00063 mg/kg/j  | Neurotoxicité     | EFSA 2010                   |  |  |              |     |                |                             |         |                 |           |            |         |                |           |           |         |                |               |           |         |                |               |           |         |                 |               |           |            |                                |                 |            |
| Sans seuil                                 | 0,0085 (mg/kg/j) <sup>-1</sup>   | Tumeurs rénales   | OEHHA 2009                  |  |  |              |     |                |                             |         |                 |           |            |         |                |           |           |         |                |               |           |         |                |               |           |         |                 |               |           |            |                                |                 |            |
| <b>Valeurs guide</b>                       | <p>Le Code de la Santé Publique (article R1321-2) et l'arrêté du 11 janvier 2007 fixent la valeur « limite de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine » à 10 µg/L de plomb.</p> <p>Les concentrations maximales cumulées en plomb dans le Rhône sont inférieures à la valeur de 10 µg/L.</p>  |                   |                             |  |  |              |     |                |                             |         |                 |           |            |         |                |           |           |         |                |               |           |         |                |               |           |         |                 |               |           |            |                                |                 |            |

## 2.4. ZINC

| Zinc (N° CAS 71-43-2)   |  |
|-------------------------|--|
| <b>Généralités</b>      | <p>Le zinc est naturellement présent dans l'environnement, principalement dans le sol sous forme de sulfure de zinc (ZnS) dans les roches.</p> <p>Il possède de nombreuses applications industrielles. Il est notamment utilisé dans l'industrie métallurgique, monétaire, la construction, l'industrie automobile ou encore l'industrie chimique.</p> <p>La population générale est principalement exposée au zinc via l'alimentation (aliments riches en protéines tels que la viande et le poisson) et dans une plus faible proportion via l'eau de boisson. On estime l'apport journalier moyen lié à l'alimentation à 12 mg/j et celui lié à l'eau à 13 µg/L. L'exposition par inhalation est considérée comme inférieure à 1 µg/j.</p> <p><b>Le zinc est un métal essentiel.</b> Il est nécessaire à la croissance, le développement osseux et cérébral, la reproduction, le développement fœtal, le goût et l'odorat, les fonctions immunitaires et la cicatrisation.</p> |
| <b>Exposition aiguë</b> | <p>Par voie orale, l'ingestion de chlorure de zinc entraîne des atteintes lésionnelles du tractus digestif. L'ingestion de fortes quantités de zinc métallique ou de sulfate de zinc entraîne des troubles digestifs pouvant être associés à des vertiges, une léthargie voir une difficulté à marcher.</p> <p>Le chlorure de zinc est corrosif pour la peau et l'œil.</p>   |

## ANNEXE

| Zinc (N° CAS 71-43-2)                      |  |
|--|--|
| <b>Exposition chronique</b>                | <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Effets non cancérogènes</b><br/>Par voie orale, l'ingestion chronique de zinc entraîne des effets digestifs (crampes abdominales, nausées, vomissements) liées à son caractère irritant, des effets dont certains – comme les anémies -sont liés aux carences en cuivre, un excès d'apport de zinc diminuant l'absorption intestinale du cuivre. Sont décrits des troubles immunitaires, pancréatiques et des anémies.<br/>Les données chez le travailleur indiquent qu'une exposition chronique au zinc par inhalation pourrait également entraîner des effets digestifs.</li><li>• <b>Effets cancérogènes</b><br/>Le zinc et ses principaux composés n'ont pas été évalués par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer). Les études <i>in vitro</i> et <i>in vivo</i> réalisées avec du chlorure de zinc ou du sulfate de zinc non pas montré de potentiel mutagène mais un faible pouvoir clastogène du zinc.<br/>Chez l'animal (souris), aucune augmentation de l'incidence des tumeurs n'a été mise en évidence suite à des expositions par inhalation ou voie orale à du sulfate, de l'oxyde ou du chlorure de zinc.</li><li>• <b>Effets sur la reproduction</b><br/><b>Chez l'homme</b>, les études réalisées chez des femmes supplémentées en zinc n'ont pas montré d'effet reprotoxique, contrairement aux carences en zinc.<br/><b>Chez l'animal (rat, souris)</b>, l'exposition à de fortes doses de zinc par voie orale durant la gestation entraîne des effets fœtotoxiques (augmentation du nombre de résorption post-implantatoires) et embryotoxiques (retards de croissance, diminution du poids corporel).</li></ul> |
| <b>Valeurs toxicologiques de référence</b> | Plusieurs VTR pour une exposition orale chronique sont disponibles pour le zinc.   |



EDF – Centre National de Production d'Electricité de Flamanville  
B.P.4  
50 340 LES PIEUX