



Diffusé le : Voir code barres ci-dessus

Réf. : ENRE080043 A

Entité émettrice: **Division RE**

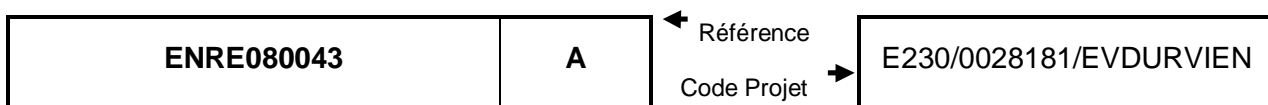
Rédacteur : **TERNON-MORIN F./DALLERY D. \***

Nbre de pages : 43

Domaine d'application : **REP 900**

Nbre d'annexes : 1

Titre : **Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe pour la période décennale postérieure aux VD3**



Type de document : **Note d'étude**

Mots clés : Vieillessement – Visite décennale – Durée de vie – Palier 900 MWe – DRR-

**Résumé** : Compte tenu du décalage existant entre les dates prévisionnelles des VD4 des tranches 900 et l'échéance de 40 ans considérée dans de nombreux dossiers techniques, l'ASN a demandé à EDF de s'assurer de la validité de ces dossiers pour une durée d'exploitation couvrant la période décennale postérieure aux VD3.

Cette analyse, réalisée sur la base des documents émis au titre des Dossiers Réglementaires de Référence pour le CPP/CSP et de dossiers de conception (internes de cuve, ouvrages de génie civil ..) permet de justifier l'exploitation des tranches du palier 900 MWe pendant la période décennale postérieure aux VD3.

\*UNIE/GMAP

Rédacteur		Vérificateur		Approbateur			
				Chef d'entité		Chef de rang supérieur	
Nom-Date	Visa	Nom-Date	Visa	Nom-Date	Visa	Nom-	Visa
<b>TERNON-MORIN F. DALLERY D. 27/06/08</b>		<b>GENETTE P. FEVRIER N.</b>		<b>PREVOST A. 01/07/08</b>			

**Evolutions des trois derniers indices**

Cocher s'il y a changement de méthodologie  
Cocher ici s'il y a évolution des données amont

Indice	Date d'approbation	Motif du changement d'indice	Modifications apportées		
A		Diffusion initiale			

Archivage long : OUI      Archivé au FDU : OUI      Copyright EDF 2008  
Livrable principal : NON

Confidentiel : L'initiateur établit une liste nominative des destinataires. Chacun d'eux reçoit un exemplaire numéroté et ne peut étendre la diffusion sans l'accord de l'initiateur.

Dif. Restreinte : L'initiateur établit une liste explicite des destinataires. Le chef de service d'un destinataire peut étendre la diffusion sous sa responsabilité et dans sa Direction (sur la base d'une liste explicite).

Accès E.D.F : Ne peut être transmis à l'extérieur d'EDF que par un chef de service.

Accès libre : Document public.

EDF SEPTEN	Note d'étude <b>ENRE080043</b>			Indice <b>A</b>	Page 2/43
<b>Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe pour la période décennale postérieure aux VD3</b>					
<b>FICHE DE GESTION</b>					
Important pour la sûreté (IPS)		OUI	<input checked="" type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>
Cette note modifie ou exprime une exigence de Sûreté, de Radioprotection ou d'Environnement ? :					
		OUI	<input type="checkbox"/>	Appliquer le processus O4a	
		NON	<input checked="" type="checkbox"/>		
Document HPIC :			OUI	NON	<input checked="" type="checkbox"/>
Vérification	demandée	OUI	<input type="checkbox"/>	Par EDF	<input type="checkbox"/>
Indépendante		NON	<input type="checkbox"/>	Hors EDF	<input type="checkbox"/>
				En ligne	<input type="checkbox"/>
				En différé	<input type="checkbox"/>
				En cours	<input type="checkbox"/>
				Effectuée	<input type="checkbox"/>
Responsable vérification (NOM, SERVICE / SOCIÉTÉ) :					
Prédiffusion du présent indice :			OUI	<input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>
Après de :					
Existe-t-il un dossier d'étude associé à la note à cet indice ? :			OUI	<input checked="" type="checkbox"/>	NON
Contrôle linguistique renforcé :			OUI		NON <input checked="" type="checkbox"/>
<p><i>Cette note de synthèse rassemble des contributions de rédacteurs de différentes unités UNIE, SEPTEN, UTO et CIPN.</i></p>					

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****SYNTHÈSE**

Dans les courriers en référence ([AS.1], [AS.2], [AS.3]), l'Autorité de Sûreté a demandé à EDF de se prononcer sur la validité des études établies sur la base d'une durée d'exploitation de 40 ans pour permettre une exploitation pendant toute la période décennale postérieure aux VD3 des tranches du palier 900 MWe.

Cette demande provient du décalage entre la durée de 40 ans (établie à partir de la date de la première divergence) et l'échéance prévisionnelle des VD4 : l'enchaînement des visites décennales est en effet basé sur la date de la première requalification complète du CPP, réalisée au plus tard 30 mois après le premier chargement en combustible.

Pour répondre à cette demande, un historique des durées d'exploitation des tranches du palier 900 a été réalisé. Sur la base de ces données, une durée de fonctionnement enveloppe de 325 000 heures (réacteur critique) correspondant à une durée de 45 ans avec un facteur de charge de 0,82 est retenue comme valeur couvrant le fonctionnement de l'ensemble des tranches pour la période décennale au-delà des VD3.

En tenant compte de cette hypothèse, la démarche a consisté à s'assurer que les dossiers techniques qui prennent comme hypothèse une durée de vie de 40 ans restent valides pour une durée d'exploitation des tranches du palier 900 MWe couvrant la période décennale au-delà des VD3.

Les dossiers examinés concernent l'ensemble des équipements importants pour la sûreté (IPS) ce qui permet de répondre globalement à la demande de l'Autorité de Sûreté, au-delà des composants mentionnés dans les courriers précités.

L'analyse a débuté par les documents émis dans le cadre des Dossiers de Référence Réglementaires (DRR), y compris les documents relatifs aux « dossiers génériques » liés à des événements génériques apparus lors de l'exploitation des tranches, en réponse à l'arrêté d'exploitation de 1999.

En complément pour les composants et structures hors CPP/CSP, les dossiers de justification du comportement des internes de cuve, des ouvrages de génie civil, du contrôle – commande ainsi que des engins de manutention basés sur une durée de 40 ans ont été examinés à la lumière de la nouvelle durée d'exploitation.

Enfin, étant donnée que la durée de vie de 40 ans intervient comme hypothèse prise en compte dans le processus de qualification des matériels aux conditions accidentelles, un argumentaire sur la validité de ce processus tant pour les matériels mécaniques que pour les matériels électriques a été produit.

**L'analyse ainsi menée pour ces différents dossiers montre qu'ils restent valides pour une durée d'exploitation couvrant la période décennale postérieure aux VD3 des tranches 900.**

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****SOMMAIRE**

<b>1. Références .....</b>	<b>7</b>
1.1 Demandes ASN .....	7
1.2 Dossiers réglementaires de référence .....	7
1.3 Dossiers génériques .....	8
1.4 Internes de cuve.....	10
1.5 Enceintes de Confinement.....	10
1.6 Systèmes de contrôle-commande .....	10
1.7 Engins de manutention .....	10
1.8 Qualification des matériels aux conditions accidentelles :.....	10
<b>2. Introduction.....</b>	<b>11</b>
2.1 Contexte : demande ASN.....	11
2.2 Historique d'exploitation des tranches du palier 900 MWe.....	11
2.3 Objectif de la note.....	11
2.4 Démarche adoptée.....	11
<b>3. Revue des dossiers réglementaires de référence (DRR) du CPP/CSP .....</b>	<b>12</b>
3.1 Dossiers des situations.....	12
3.2 Dossier d'analyse du comportement en fatigue (DAC)CPP/CSP.....	13
3.3 Dossier Rupture Brutale (DRB) .....	13
3.3.1 Dossiers concernés par le Vieillissement thermique des aciers faiblement alliés .....	14
3.3.2 Dossier relatif au Vieillissement thermique des aciers austéno ferritiques moulés avec ou sans molybdène.....	17
3.3.3 Vieillissement thermique des joints soudés en aciers inoxydables austénitiques .....	21
<b>4. Dossiers génériques émis dans le cadre des Dossiers Réglementaires de Référence .....</b>	<b>22</b>
4.1 Dossier Tenue en service des cuves .....	22

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

<b>4.2 Zones en Alliage 600 .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3 Zones de mélange des circuits IPS .....</b>	<b>27</b>
4.3.1 Compatibilité des recensements des zones de mélange avec l'échéance VD4 .....	27
4.3.2 Suivi du fonctionnement .....	27
4.3.3 Surveillance périodique des zones.....	27
4.3.4 Conclusion .....	28
<b>4.4 Faisceaux tubulaires des générateurs de vapeur.....</b>	<b>28</b>
<b>4.5 Vieillesse thermique des aciers martensitiques.....</b>	<b>28</b>
4.5.1 Rappel du contexte .....	28
4.5.2 Validité des hypothèses relatives au mode de dégradation des aciers inoxydables martensitiques à échéance VD4.....	29
<b>4.6 Liaisons bimétalliques du CPP.....</b>	<b>29</b>
4.6.1 Rappel du REX .....	29
4.6.2 Tenue à la rupture brutale des LBM 900/1300.....	30
4.6.3 Validité du dossier LBM.....	31
<b>4.7 Corps moulés de vannes d'arrêt vapeur.....</b>	<b>31</b>
4.7.1 Origine des défauts de fonderie subsistant sur les VIV Hopkinsons et Delas Weir .....	31
4.7.2 Prévention du risque d'évolution des défauts de fonderie subsistant sur les VIV Hopkinsons et Delas Weir .....	33
4.7.3 Validité des dispositions de prévention du risque d'évolution des défauts de fonderie à échéance VD4 .....	34
<b>5. Internes de cuve .....</b>	<b>34</b>
<b>6. Ouvrages de Génie Civil .....</b>	<b>35</b>
6.1 Introduction.....	35
6.2 Echelle de temps et jalons GC.....	35
6.3 Contenu du thème E3 .....	36
6.3.1 Comportement mécanique de la paroi en béton et intégrité de la peau métallique .....	36
6.3.2 Maîtrise de la corrosion (peau métallique, aciers passifs et actifs).....	36
6.3.3 Fonctionnalité et étanchéité des traversées .....	37
6.3.4 Pérennité du dispositif d'auscultation.....	37
6.4 Conclusion .....	37
<b>7. Contrôle commande.....</b>	<b>38</b>

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

<b>8. Engins de manutention.....</b>	<b>38</b>
<b>8.1 Impact de la durée d'exploitation jusqu'à la VD4.....</b>	<b>38</b>
8.1.1 Conséquences sur le dimensionnement .....	38
<b>8.2 Contribution de la maintenance et des contrôles réglementaires.....</b>	<b>39</b>
<b>8.3 Conclusion .....</b>	<b>39</b>
<b>9. Dossiers de qualification des matériels aux conditions accidentelles .....</b>	<b>40</b>
9.1 Qualification initiale et durée de vie.....	40
9.2 Position des matériels par rapport à un horizon de 40 ans .....	40
9.2.1 Etude approfondie pour les matériels K1.....	40
9.2.2 Cas des matériels mécaniques .....	41
9.2.3 Cas des matériels électriques .....	41
<b>10. Conclusion.....</b>	<b>42</b>
<b>Annexe 1 .....</b>	<b>44</b>

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****1. Références****1.1 Demandes ASN**

- [AS.1] Lettre ASN DEP 0061-2008 du 25 février 2008
- [AS.2] Lettre ASN DEP 0089-2008 du 26 février 2008
- [AS.3] Lettre ASN DEP 0090-2008 du 11 mars 2008

**1.2 Dossiers réglementaires de référence****DRR - généralités**

[DRR.1] : Note EDF EMEMM050055 ind. C : Dossiers de référence réglementaire (DRR) 900 et 1300 MWe – Liste des documents émis.

**DDS – Comptabilisation des situations**

- [DDS.1] Note technique D4507071482 indice 0 : Analyse de la comptabilisation des situations à mi 2007.
- [DDS.2] Note D4550.32-07/4852 : réunion EDF – ASN du 29 septembre 2007.

**Dossier d'analyse du comportement**

[DAC.1] Note ENESRE02.5634 indice A : Dossiers de référence – Synthèse des études à la fatigue effectuées au 29 novembre 2001 – Classement des zones CPP/CSP à la fatigue

**Vieillessement thermique aciers faiblement alliés**

- [VTA.1] Note FRAMATOME/ANP EES DC 878 rév. B : Dossier réglementaire de référence – Lot 3 – Matériaux – Bilan des données.
- [VTA.2] Note FRAMATOME EE/S DC 546 ind. D. : Lois de comportement en traction à chaud et ténacité des aciers faiblement alliés – dossier rupture brutale CPP N4.

**Vieillessement thermique aciers austéno ferritiques moulés**

- [AUS.1] Note AREVA NP EES DC 878 B – DRR – Lot 3 – Matériaux – Bilan des données.
- [AUS.2] Lettres EDF D4550.32-08/0280 du 1<sup>er</sup> février 2008 et D4550.32-08/2466 du 11 juin 2008
- [AUS.3] Note AREVA NP NEER-F DC 10088 B de décembre 2007 – Produits moulés du CPP – Coude C CPY – Analyse de nocivité en 2<sup>ème</sup> catégorie avec chargement de RGV du coude 42C de Blayais à 60 ans de service.
- [AUS.4] Note AREVA NP NEER-F DC 10178 B de mai 2008 – Produits moulés du CPP – Coude C CPY – Analyse de nocivité en 2<sup>ème</sup> catégorie avec chargement de RGV des coudes 41C, 63C, 66C et 141C à 60 ans de service.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

[AUS.5] Note EDF ENESRE/02-5512 A de novembre 2002 – Dossier de synthèse : tenue en service des piquages moulés incliné à 45° des CPP 900 et 1300 MWe

[AUS.6] Note EDF NIRE 94.4034 A du 11/07/1994 – Vieillessement des produits moulés du Circuit Primaire Principal – Evaluation du comportement des coudes froids des tranches CPY – Dossier de synthèse à mi-94

[AUS.7] Note EDF ENMRE/96.1034 A du 20/03/1996 – Complément au dossier coudes froids des tranches CPY

[AUS.8] Note EDF ENRECP070172 A de mars 2008 - Produits moulés du CPP – Justification du maintien en service du coude 64A de Dampierre 4 jusqu'en VD3

[AUS.9] Note AREVA NP NFPMR DC 42 C de décembre 2003– DRR phase 2 – Lot C – Palier 900 Mwe – Volute de pompe primaire – Détermination des défauts critiques.

[AUS.10] Note EDF ENRE070147 ind. A - VD3 900 – DRR – Impact de la gestion de combustible Parité MOX sur les dossiers de référence réglementaires

**Vieillessement thermique des joints soudés :**

[JS.1] Note NFPMT.DC.1105C - Août 2007 : Dossier matériau EPR - Aciers inoxydables austénitiques pour tuyauteries et vannes.

**1.3 Dossiers génériques****Tenue en service des cuves**

[CUV.1] D4002.42.10/97-0676 indice2 - Dossier de synthèse des cuves 900 MWe.

[CUV.2] D4550.05-05/3447 - Courrier positions et actions d'EDF –Tenue en service des cuves 900 MWe.

[CUV.3] DEP-SD5-0135-2006 - Tenue en service des cuves des réacteurs 900 MWe.

[CUV.4] D4550.32-07/0710 – Tenue en service des cuves – Programme d'actions suite à la SPN de décembre 2005

[CUV.5] DEP-0089-2008 - Réponses aux demandes de la SPN de décembre 2005.

**Zones en Alliage 600 :**

[ALL.1] - P. VIDAL, R. BOUDOT, A. GELPI, G. GIMOND - "Zones en Inconel du CPP - Méthode d'évaluation de la sensibilité à la corrosion sous contrainte des alliages à base de Nickel" - EES.DC.268, rév. C - Juin 1991.

[ALL.2] - R. BASCHIERI -"Zones en Inconel du CPP - Analyse des risques de fissuration en service" EES.DC.250 F - Mars 1999.

[ALL.3] - C. PAGES, C. AMZALLAG -"Zones en inconel du CPP - Synthèse du dossier" D4002-42-10+/99.1236-ind.0 - Juin 1999.

[ALL.4] - C. AMZALLAG-"Méthodologie de sélection des zones sensibles en alliages base nickel (métal de base et méta déposé)" - ENRECP070127A - Octobre 2007.

[ALL.5] - C. AMZALLAG- « Eléments d'interprétation de l'endommagement des cloisons de GV à fin 2007" - ENRECP070174B -- Avril 2008.



**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****Zones de mélanges :**

- [ZM.1] Courrier D4550.02-05/4476 du 16 décembre 2005  
[ZM.2] Note EMEIS050599 ind. A.

**Faisceaux tubulaires de générateurs de vapeur**

- [TGV.1] Note D4550.32-07/2230 indice 0 : Doctrine de maintenance des faisceaux tubulaires des générateurs de vapeur des centrales REP.

**Aciers martensitiques**

- [MAR.1] Note Département Maintenance D4002-42-10+/98-1103 indice 1 « Note de stratégie de Maintenance Affaire M 9403 - Vieillissement des aciers inoxydables »  
[MAR.2] Note FTC D4008.27.05 n°00266 indice 1 « Vieillissement des aciers inoxydables martensitiques - Guide pratique de mise en œuvre de la stratégie de maintenance »  
[MAR.3] Note FTC D4008.27.05 n°01.3135 indice 0 « Programme de suivi du vieillissement des aciers inoxydables martensitiques »  
[MAR.4] Demande Particulière DP 147 indice 0 « Prélèvement de 8 composants en acier martensitiques en 2005 et 2006 »

**Liaisons bimétalliques du CPP**

- [LBM.1] Note D5716/GLT/ RB.97.60385 de 1997 - Origine des défauts intergranulaires sur les liaisons bimétalliques 16 MND 5 / 309L /308L).  
[LBM.2] Courrier LG/AR DEP-DEP N°0059/2008 du 07 février 2008.  
[LBM.3 ] Note ENTMS/95.179 A du 16/04/1996 - Liaisons bimétalliques du CPP des REP – Groupe Analyse Mécanique – Synthèse du dossier au 30 novembre 1995.  
[LBM.4] Rapport du BCCN n°97304 du 8 avril 1997 pour la Section Permanente Nucléaire du 29 avril 1997

**Corps moulés de vannes d'arrêt vapeur :**

- [VIV.1] Décision DARPMI-DSIN DM-T/P N° 26142 et DSIN FAR D N° 41090 du 19/05/1993, relative à certains organes de robinetterie réglementés en tant qu'accessoires de canalisations des tranches nucléaires du palier 900 MWe exploitées par EDF  
[VIV.2] Note Framatome ANP NFEM DC 5 indice D « Corps de vannes VVP 900 et 1300 MW en acier 20MN5M représentativité des essais de recette »  
[VIV.3] Note Framatome ANP NFEM DC 8 indice D « Corps de vannes VVP 900 et 1300 MW en acier 20MN5M caractérisation du matériau »  
[VIV.4] Note UTO 05/0913 indice 0 du 13/07/2005 « Température minimale d'épreuve des vannes d'isolement vapeur soumises à la DM-T/P 26142 du 19/05/1993 »  
[VIV.5] Lettre DGSNR/SD5/PM/MFG n° 041696 du 23/02/2005

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****1.4 Internes de cuve**

[INT.1] Courrier ENRECP060172 du 18/12/2006 : réponse à position /Action ASEPTEN-2006—034 suite au GP de mai 2006.

[INT.2] Compte rendu ENRE070124 : Suivi des suites du GP Vieillissement du 11 mai 2006 : Réunion EDF/ASN du 19/09/2007.

**1.5 Enceintes de Confinement**

[E3.1] Note EMEGC070445A : Dossier de suffisance du thème E3- Comportement de l'enceinte de confinement - Réexamen de sureté VD3 900.

**1.6 Systèmes de contrôle-commande**

[CCO.1] Note D4550.03-04/2425 indice 0 DAPE du Contrôle Commande du palier REP 900

[CCO.2] Note D4550.32-07/5182 indice 0 Palier 900 MW – Complément au DAPE du Contrôle Commande.

**1.7 Engins de manutention**

[MAN.1] - Rapport Eiffel Construction Métallique n°EIF ME 876H70 NT 1000 ind.C du 25/10/1999.

**1.8 Qualification des matériels aux conditions accidentelles :**

[QUA.1] note ENSNDR060104A – Référentiel de qualification des matériels aux conditions accidentelles

[QUA.2] Note ENDDP060072A - Pérennité de la qualification des matériels aux conditions accidentelles - Mise en œuvre de la qualification progressive

[QUA.3] Note ENSE070092A - Matériels électriques K1 - Programme de prélèvements sur site.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****2. Introduction****2.1 Contexte : demande ASN**

Dans les courriers en référence ([AS.1], [AS.2], [AS.3]), l'Autorité de Sureté a demandé à EDF de se prononcer sur la validité des études établies sur la base d'une durée d'exploitation de 40 ans pour permettre une exploitation pendant toute la période décennale postérieure aux VD3 des tranches du palier 900 MWe.

Cette demande provient du décalage entre la durée de 40 ans (établie à partir de la date de la première divergence) et l'échéance prévisionnelle des VD4 : l'enchaînement des visites décennales est en effet basé sur la date de la première requalification complète du CPP, réalisée au plus tard 30 mois après le premier chargement en combustible.

**2.2 Historique d'exploitation des tranches du palier 900 MWe**

Les données sur l'historique d'exploitation et les heures de fonctionnement des tranches du palier 900 MWe, récapitulées dans le tableau en annexe 1, montrent que le décalage peut atteindre jusqu'à 4,5 ans.

Sur la base des données indiquées dans ce tableau, une durée de fonctionnement enveloppe de 325 000 heures (réacteur critique) correspondant à une durée de 45 ans avec un facteur de charge de 0,82 est retenue comme valeur couvrant le fonctionnement de l'ensemble des tranches pour la période décennale au-delà des VD3.

**2.3 Objectif de la note**

Dans ce contexte, la présente note a pour objectif de s'assurer que les dossiers techniques qui prennent comme hypothèse une durée de vie de 40 ans restent valides pour une durée d'exploitation des tranches du palier 900 MWe couvrant la période décennale au-delà des VD3.

Cette note concerne l'ensemble des équipements importants pour la sûreté (IPS) ce qui permet de répondre globalement à la demande de l'Autorité de Sûreté, au-delà des composants mentionnés dans les courriers précités.

**2.4 Démarche adoptée**

La démarche adoptée a consisté à examiner en premier lieu les documents émis dans le cadre des Dossiers de Référence Réglementaires (DRR), y compris les documents relatifs aux « dossiers génériques » tels que listés dans la note en référence [DRR.1].

Ces documents constituant la réponse formelle d'EDF à date (2007) vis à vis de l'Arrêté d'exploitation de 1999 sur la base d'une durée d'exploitation de 40 ans, une analyse a été menée pour se prononcer sur la validité de chaque dossier technique en tenant compte d'une durée d'exploitation couvrant la période décennale postérieure aux VD3 des tranches du palier 900 MWe, c'est-à-dire jusqu'à l'échéance prévisionnelle de la VD4.

En complément, pour les composants et structures hors CPP/CSP, en s'appuyant sur le recueil des Fiches d'analyse du vieillissement (FAV) et sur la liste des Dossiers d'Aptitude à la Poursuite de l'exploitation génériques (DAPE), les dossiers de justification du

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

comportement des internes de cuve, des ouvrages de génie civil, du contrôle-commande ainsi que des engins de manutention basés sur une durée de 40 ans ont été examinés à la lumière de la nouvelle durée d'exploitation.

Enfin, étant donnée que la durée de vie de 40 ans intervient comme hypothèse prise en compte dans le processus de qualification des matériels aux conditions accidentelles, un argumentaire sur la validité de ce processus tant pour les matériels mécaniques que pour les matériels électriques a été produit.

### **3. Revue des dossiers réglementaires de référence (DRR) du CPP/CSP**

#### **3.1 Dossiers des situations**

Le bilan de la comptabilisation des situations sur chacune des tranches 900 et les projections réalisées tranche par tranche jusqu'à l'échéance prévisionnelle des VD4 [DDS.1] permettent de confirmer les analyses présentées lors de la réunion annuelle avec l'ASN sur la comptabilisation des situations [DDS.2]. En particulier, les hypothèses prises en compte pour la mise à jour du Dossier des Situations pour la VD3 ne sont pas modifiées.

Les situations prises en compte dans le DDS VD3 900 MWe couvrent la période décennale au-delà des VD3.

Pour les situations qui présenteraient un dépassement ponctuel, une justification au cas par cas serait établie. Avec la projection des occurrences à l'échéance des VD4, le nombre prévisionnel de cas de situations en dépassement n'est pas différent de celui prévu avec une projection à l'échéance 40 ans.

Le cas spécifique des situations non-comptabilisées a également été analysé :

- Situations 8A – fluctuations en arrêt à chaud
  - o L'hypothèse retenue dans le DDS est de 33 000 h autour de l'arrêt à chaud. Le bilan effectué sur les durées en arrêt et attente à chaud (annexe 1) extrapolées en VD4 donne une valeur maximale de 25 000 h. Pour cette situation, le nombre d'occurrences pris en compte dans le DDS VD3 900 MWe couvre la durée d'exploitation jusqu'à la VD4.
- Situations 8B, 8C et 9 – fluctuations en puissance
  - o L'hypothèse retenue dans le DDS du CPP est de 490 000 h pour ces 3 situations, ce qui permet d'envelopper les durées de fonctionnement dans chacun des régimes envisagés (régime permanent, prolongation de cycle et télé réglage). L'hypothèse retenue n'est pas remise en cause par la durée d'exploitation jusqu'à la VD4.
  - o Dans le DDS du pressuriseur ces 3 situations sont couvertes par la situation 9 avec une hypothèse de 288 000 heures de fonctionnement en puissance. Une correction sera donc apportée aux nombres d'occurrences pour prendre en compte la durée de 325 000 heures.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****3.2 Dossier d'analyse du comportement en fatigue (DAC)CPP/CSP**

Dans les DAC des différents matériels des CPP et CSP (cuve, GV, tuyauteries, ...), les analyses en fatigue sont menées à partir du dossier des situations (DDS) qui donne la description des situations de fonctionnement et l'évaluation prévisionnelle de leur nombre d'apparition durant toute l'exploitation de la chaudière.

Sur la base d'une projection de la consommation des situations des tranches 900 à l'échéance VD4, on vérifie que le DDS couvre bien l'exploitation des tranches jusqu'à cette échéance.

En conséquence, les analyses en fatigue qui s'appuient sur les nombres d'occurrences des situations du DDS, couvrent la période décennale au-delà des VD3. ; sachant que la comptabilisation des situations permet de vérifier à tous moments que les hypothèses prises en compte dans les DAC sont enveloppes.

Le cas spécifique de la situation 9 pour les zones du pressuriseur (fluctuations en puissance) (cf.§3.1) a été analysé. Cette situation impacte potentiellement les zones suivantes :

- la ligne d'expansion jusqu'au piquage branche chaude,
- le pressuriseur,
- les lignes d'aspersion principale et auxiliaire.

Pour les zones les plus chargées de ces équipements, la note [DAC.1] identifie les situations pénalisantes vis-à-vis du dommage de fatigue. La situation 9 n'est pas prépondérante.

La réévaluation des nombres d'occurrences des fluctuations associées à la situation 9 est donc sans conséquence sur l'évaluation du dommage de fatigue.

Les doctrines de maintenance s'appuient sur les DAC pour définir les moyens appropriés de surveillance avec une fréquence de mise en oeuvre sur les zones concernées par le risque de fatigue. Elles sont mises à jour en cohérence avec les DAC, en cours de réactualisation selon l'état de référence VD3.

En conclusion, comme le DDS couvre la période décennale d'exploitation au-delà des VD3, les analyses en fatigue figurant dans les DAC sont applicables pour une exploitation des tranches jusqu'à cette échéance.

**3.3 Dossier Rupture Brutale (DRB)**

Les dossiers rupture brutale (DRB), comportent 2 types d'étude :

- l'analyse de défauts conventionnels (quart à demi épaisseur) vis-à-vis du risque de rupture ou la détermination de défauts critiques (au sens de l'article 13 de l'arrêté « exploitation » de novembre 1999),
  - o pour ces analyses, le passage d'une durée d'exploitation de 40 ans à une durée jusqu'à la VD4, n'intervient potentiellement que sur les caractéristiques des matériaux sensibles au vieillissement thermique,
  - o ce point est détaillé par matériaux dans les paragraphes 3.3.1 à 3.3.3.
- le calcul des vitesses de propagation des défauts postulés, ces études permettent d'estimer de temps minimum nécessaire au plus grand défaut non détectable pour atteindre la taille critique,
  - o à taille de défaut critique donnée, la durée d'exploitation des tranches n'intervient pas dans ces études.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****3.3.1 Dossiers concernés par le Vieillissement thermique des aciers faiblement alliés**

Ce paragraphe traite des études relatives au dossier rupture brutale (DRB), mais également de celles relatives au dossier générique « Défauts Sous Revêtement ».

**▪ Rappel du mécanisme**

La fragilisation des aciers faiblement alliés au Mn-Ni-Mo, par ségrégation du phosphore aux joints de grains, appelée vieillissement thermique, est un phénomène qui a été mis en évidence dans le domaine de température 400°C-500°C pour des durées pouvant atteindre 20 000 heures. Ce phénomène est susceptible de se produire à des températures plus basses dans les REP, compte tenu des temps d'exposition importants des matériels pendant leur durée de vie.

L'examen de la sensibilité de ces aciers (du type 16 MND 5) au vieillissement thermique a été mené dans le cadre de divers programmes de R&D et ses conséquences ont été évaluées à l'occasion de la constitution des dossiers « rupture brutale » des paliers 900 MWe, 1300 MWe et N4.

Les principaux paramètres influents identifiés sont :

- La structure métallurgique, notamment la taille de grain,
- La teneur en certains éléments résiduels, essentiellement le phosphore,
- Le temps et la température de vieillissement.

Le vieillissement s'exprime par un décalage de la température de transition de résilience vers des valeurs plus élevées, identifié au décalage de la  $RT_{NDT}$  (température sur laquelle sont indexées les courbes de transition fragile-ductile de ténacité du matériau).

L'évaluation du vieillissement d'un composant repose, en particulier, sur le modèle de Mac Lean, validé au plan international pour ce type d'acier.

**▪ Composants et dossiers concernés :**

Les composants en acier faiblement allié des CPP-CSP concernés sont :

- La cuve,
- Le générateur de vapeur,
- Le pressuriseur.

Toutes les zones de l'enceinte sous pression de ces composants sont concernées par les mécanismes de vieillissement thermique. Il est à noter cependant que les viroles irradiées de la cuve sont assujetties à un phénomène de vieillissement sous irradiation, qui s'exprime également par un décalage de la  $RT_{NDT}$ , et dont l'amplitude excède sensiblement celui résultant du seul vieillissement thermique ; cette fragilisation par irradiation, prépondérante pour ces zones, fait l'objet d'une analyse spécifique. (cf § 4.1).

Les dossiers concernés pour ces composants sur le palier 900 MWe sont répertoriés dans les documents cités en réf [DRR.1, VTA.1]

Pour les différents composants et les différentes zones :

- les teneurs en phosphore (P) sont tirées des essais de recette,
- Les zones métallurgiques considérées sont les zones affectées thermiquement à gros grains (ZAT de joints soudés, ZAT sous revêtement) les plus pénalisantes en terme de fragilisation et le métal de base (MB).

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

La durée de vie prise en compte à la conception est de 300.000 heures.

Trois niveaux de températures ont été considérés (300°C, 325°C et 350°C) :

- La température de 300°C concerne la cuve (toutes zones exceptées les coins et les alésages des tubulures de sortie) et le GV (partie secondaire, lèvre de plaque tubulaire coté secondaire, tubulure primaire coté branche froide),
- La température de 325°C est relative à la cuve (tubulures de sortie), au GV (tubulure primaire coté branche chaude, fond primaire, lèvre de plaque tubulaire coté primaire) et au pressuriseur (tubulure d'aspersion),
- La température de 350°C concerne le pressuriseur (toutes zones exceptée la tubulure d'aspersion).

Ces valeurs de température enveloppent celles rencontrées dans les zones correspondantes des composants.

Pour le palier 900 MWe, le vieillissement thermique a été évalué à l'aide des formules simplifiées du type :

$$\Delta RT_{NDT} = K P,$$

dans lesquelles :

- $\Delta RT_{NDT}$  est le décalage de la température de transition (en °C),
- P est la teneur en phosphore de la matrice (exprimée en % du poids),
- K est un coefficient de proportionnalité dépendant de la température et de la structure métallurgique (ZAT, MB).

Le tableau ci-après rassemble les valeurs de K :

Température (°C) →			
Structure métallurgique	300	325	350
ZAT	1540	3080	6160
MB	500	1000	2000

Ces formules conservatives, cohérentes avec les évaluations obtenues par application du modèle de Mac Lean, sont recalées notamment sur les valeurs de fragilisation fournies dans les dossiers rupture brutale antérieurs des paliers 1300 MWe et N4: 40°C et 80°C pour les ZAT (13°C et 26°C pour le métal de base) respectivement à 325°C et 350°C (cf. réf. [VT.2 ]).

Remarques :

- Pour les GV à fond moulé, en acier faiblement allié de nuance 20 MN 5 M (acier C-Mn), peu sensible au vieillissement thermique, on a pondéré conservativement les coefficients du tableau précédent par un facteur ½,
- Pour la cuve (hors tubulures), dont la température de fonctionnement est prise égale à 300°C, une valeur enveloppe du vieillissement thermique (teneur en phosphore maximale) a été retenue pour toutes les zones (25°C pour les ZAT, 10°C pour le MB).

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

- **Prise en compte de la durée d'exploitation couvrant la période décennale au-delà des VD3:**

L'impact éventuel sur le vieillissement de ces aciers, du passage de 300 000 à 325 000 heures d'exploitation, valeur enveloppe retenue comme couvrant la période décennale au-delà des VD3 et qui constitue une hypothèse structurante des dossiers du type « rupture brutale » correspondants est examiné.

Cette analyse s'appuie sur l'utilisation du modèle de Mac LEAN, qui établit des relations d'équivalence temps-température de vieillissement .

A cette fin, on a recherché, à partir du jeu d'hypothèses actuel (durée de 300.000 heures, températures de 300°C, 325°C et 350°C), le jeu d'hypothèses modifié (durée de 325.000 heures, températures T1, T2 et T3) qui conduit à la même fragilisation, pour toutes les teneurs en phosphore susceptibles d'être rencontrées sur les différents composants.

Le tableau ci-après résume les résultats obtenus. Il indique également les températures maximales (T'1, T'2, T'3) des différentes zones obtenues au point de fonctionnement nominal du réacteur.

Temps → <hr/> Zones ↓	durée de conception	durée enveloppe 900MWe- projection VD4
	300.000 h	325.000 h
Cuve (sauf tubul. sortie) GV secondaire (+ tubul. prim. BF)	300°C	T1 =298,8°C(T'1=297°C)
Cuve (tubul. sortie) GV primaire (sauf tubul. BF) Pressuriseur (tubul. Aspersion)	325°C	T2=323,7°C (T'2=322,4°C)
Pressuriseur (sauf tubul. aspersion)	350°C	T3=348,6°C (T'3=345°C)

Nota : les températures T'1, T'2, T'3 indiquées correspondent à des valeurs enveloppes CP0-CPY pour les différentes zones désignées dans la première colonne.

De ces résultats, on peut tirer deux conclusions :

- L'impact sur la fragilisation de l'acier résultant d'un passage d'une durée de vieillissement de 300.000 heures à 325.000 heures est équivalent en amplitude dans l'intervalle 300-350°C à celui induit par une variation de la température d'exposition légèrement inférieure à 1,5°C,
- Les températures d'exposition réduites de moins de 1,5°C restent systématiquement supérieures aux températures maximales effectives des zones concernées lors du fonctionnement nominal du réacteur.

On peut donc considérer que, pour l'évaluation du vieillissement thermique ( $\Delta RT_{NDT}$ ) des gros composants en acier faiblement allié (16 MND5) – cuve, GV et pressuriseur, le jeu d'hypothèses adopté à la conception (300.000 heures, 300°/325°/350°C) est suffisamment conservatif pour couvrir leurs conditions réelles d'exposition en temps et en température.



**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

Les formules simplifiées adoptées pour calculer le décalage de la  $RT_{NDT}$  établies sur la base du modèle de Mac Lean, restent donc valides pour définir les hypothèses de ténacité des aciers faiblement alliés, dans la perspective d'un fonctionnement pendant la période décennale au delà des VD3 de l'ensemble des tranches du palier 900 MWe.

Le passage de 300.000 heures à 325.000 heures a un effet sur la fragilisation équivalent à celui produit par  $\approx 1,5^{\circ}\text{C}$  sur la température de vieillissement, dans la plage de fonctionnement considérée (300-350°C). Une réduction ( $<1,5^{\circ}\text{C}$ ) de la température de vieillissement considérée dans les études est acceptable, compte tenu des marges existantes entre les températures du jeu de conception (300/325/350°C) et les températures effectives de fonctionnement nominal pour les différentes zones.

Les évaluations de la ténacité de ces aciers, hypothèses d'étude des dossiers « rupture brutale » et « défauts sous revêtement » des gros composants du CPP-CSP, sont donc confirmées à l'échéance VD4.

**3.3.2 Dossier relatif au Vieillissement thermique des aciers austéno ferritiques moulés avec ou sans molybdène**

Ce paragraphe traite des études relatives au dossier rupture brutale (DRB), mais également celles relatives au dossier générique « Produits Moulés ».

**• Rappel du mécanisme**

Le maintien en température des aciers austéno-ferritiques moulés sur de longues durées conduit à une baisse de la résilience, une augmentation de la température de transition de la résilience et à une baisse de la résistance à la déchirure ductile, associées au durcissement de l'acier biphasé et de sa phase ferritique. Néanmoins, le mécanisme de rupture des aciers austéno-ferritiques vieillis demeure ductile, à faible niveau d'énergie [AUS.1].

Les paramètres nécessaires à l'apparition du vieillissement thermique sont :

- Teneur élevée de l'acier en éléments  $\alpha$ -gènes (Cr, Mo, Si) : Pour les Produits moulés du CPP, on définit un indicateur, le Chrome équivalent, qui correspond à la somme des teneurs massiques en Cr, Mo et Si exprimée en %.
- Température de maintien : Le mécanisme, thermiquement activé, est actif pour les températures de fonctionnement du CPP. Pour les durées longues, la résilience tend vers une même valeur pour toutes les températures de maintien inférieures à 400 °C.

Des formules de prévision de la résilience et de la résistance à la déchirure ductile ont été développées à partir d'une base de données expérimentales. Ces formules sont basées sur :

- la teneur en éléments  $\alpha$ -gènes (Cr, Mo, Si),
- la température de maintien en fonctionnement,
- la durée de maintien en température.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****▪ Composants et dossiers concernés**

Les composants concernés sont tous les composants en aciers austéno-ferritiques moulés du CPP, soit :

- Les coudes et le piquage incliné RIS moulés du CPP (cf.dossiers [AUS.2], [AUS.3], [AUS.4],[AUS.5], [AUS.6], [AUS.7]). Pour ces composants, la teneur maximale en Chrome équivalent est de 25.5%. La justification de ces composants est basée sur la démonstration de l'absence de risque d'amorçage et de propagation de défaut par fatigue ou en déchirure ductile.
- La volute de pompe primaire (cf. [AUS.9]). Pour ces composants, la teneur maximale en Chrome équivalent est de 22.7%. La justification des volutes de pompe est intégrée au DRR et consiste à déterminer les dimensions maximales admissibles des défauts critiques.

Dans les dossiers disponibles pour les coudes, piquages et volute de pompe primaire, les hypothèses relatives au mécanisme de vieillissement thermique sont les suivantes :

- Composition chimique :
  - mesurée sur des prélèvements de matière sur composants pour les produits fabriqués par Manoir et dont la teneur en Chrome équivalent est élevée. Cela concerne des coudes et des piquages,
  - mesurée en recette pour les autres produits.
- Température en service :
  - Coude C de la branche chaude :  $T = 323^{\circ}\text{C}$  (Température de la branche chaude pour le point nominal de fonctionnement),
  - Coudes de la branche froide et de la branche en U, volute de pompe primaire :  $T = 286^{\circ}\text{C}$  (Température de la branche froide pour le point nominal de fonctionnement).
- Durée de maintien en température : Durée conventionnellement évaluée pour 40 ans d'exploitation d'une tranche nucléaire et correspondant à  $0.8 \times 40$  ans d'exploitation, soit 280 000 h environ. Le facteur de charge de 0.8 traduit le ratio entre la durée réelle d'exploitation et la durée calendaire.
  - **Impact d'une durée d'exploitation couvrant la période décennale au-delà des VD3**
    - **Dossiers coudes et piquages inclinés du CPP**

Coudes chauds 900 MWe

Les coudes les plus sensibles seront déposés à l'occasion de RGV au plus tard en VD3. Il s'agit des coudes 61C, 62C, 94C, 95C, 126C. Ces coudes ont été justifiés pour des durées de maintien en température de 280 000 h dans le dossier [AUS.2]. Cette durée couvre la durée de fonctionnement réacteur critique jusqu'en VD3.

Les autres coudes chauds sensibles (dont le Creq est supérieur ou égal à 23.5%) dont la justification doit être apportée jusqu'en VD4 doivent faire l'objet d'une justification particulière lorsqu'ils ne sont pas déposés en RGV. Parmi ces coudes, le coude 42C présentant la résistance à la déchirure la plus faible, a été justifié pour une durée de maintien en température de 420 000h, durée nettement supérieure à la durée de fonctionnement de 325 000h. Le résultat de cette étude a été présenté dans son dossier de justification [AUS.2].

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

Piquages 900 MWe

Les piquages les plus sensibles (dont le Creq est supérieur ou égal à 23.5%) dont la justification doit être apportée jusqu'en VD4 sont les piquages 54P, 61P, 63P, 66P, 87P, 88P, 89P, 49P, 50P et 51P.

Parmi ces piquages, le piquage 54P présente la résistance à la déchirure la plus faible. Il a été justifié pour une durée de maintien en température de 280 000h dans [AUS.5]. La situation dimensionnante est l'épreuve hydraulique. Les marges obtenues vis-à-vis de la rupture brutale sont données dans le tableau ci-dessous. La prolongation de 280 000 à 325 000 h (+16% en temps) se traduit par une diminution de l'ordre de 3% de la résistance à la déchirure à la température de l'épreuve hydraulique. Les marges associées à une durée de maintien en température de 325 000 h sont également données dans le tableau ci-dessous.

Piquage 54P Défaut de profondeur 10 mm dans le bec	Jmax (kJ/m <sup>2</sup> ) en EH (Taux = 1.2)	Après 280 000 h de vieillissement		Après 325 000 h de vieillissement	
		Jcritère (kJ/m <sup>2</sup> ) à 100°C	<b>Jmax/Jcritère</b>	Jcritère (kJ/m <sup>2</sup> ) à 100°C	<b>Jmax/Jcritère</b>
Risque d'amorçage	40.4	60.0	<b>0.67</b>	58.1	<b>0.70</b>
Risque de propagation instable	70.7	92.0	<b>0.77</b>	90.0	<b>0.79</b>

La prise en compte d'une durée de maintien en température de 325 000 h n'est donc pas de nature à remettre en cause la justification des piquages jusqu'en VD4.

Coudes froids 900 MWe

Le coude 64A sera déposé à l'occasion de la VD3 de Dampierre 4. Ce coude a fait l'objet d'une justification particulière jusqu'en VD3 [AUS.8].

Parmi les coudes froids les plus sensibles (dont le Creq est supérieur ou égal à 23.5%) dont la justification doit être apportée jusqu'en VD4, le coude froid 46A présente la résistance à la déchirure la plus faible. Ce coude a été justifié pour une durée de maintien en température de 420 000h en 3<sup>ème</sup> et en 4<sup>ème</sup> catégorie ainsi qu'en épreuve hydraulique. Les résultats préliminaires indiquent que ce sera également le cas pour la 2<sup>ème</sup> catégorie. Ces études couvrent donc la justification des coudes froids jusqu'en VD4.

Les résultats de ces études seront présentés dans la mise à jour du dossier de synthèse coudes froids prévue en 2008.

o **Dossiers de justification des volutes de GMPP**

Dans le cadre des analyses de rupture brutale des DRR, l'étude [AUS.9] détermine la taille maximale admissible de défaut critique vis-à-vis du dommage de déchirure ductile sur la volute de pompe primaire.

Les propriétés de résistance à la déchirure ont été évaluées pour 280 000 h de fonctionnement pour les volutes les plus sensibles au vieillissement thermique.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

Les propriétés de résistance à l'amorçage de la déchirure  $J_{0,2}$  utiles pour les études de défauts critiques sont évaluées dans le tableau ci dessous pour 325 000h de maintien en température. Les volutes 65E de SLB1 et 53E de DAM3 correspondent à l'enveloppe minimale des volutes 900 MWe.

$J_{0,2}$ (kJ/m <sup>2</sup> )	280 000 h	Volute 65E SLB1 – 309 766 h en VD4	Volute 53E DAM3 – 312 230 h en VD4
$J_{0,2}$ (20°C)	90	89	93
$J_{0,2}$ (320°C)	119	120	116

	280 000 h	Volute 65E SLB1 – 325 000 h	Volute 53E DAM3 – 325 000 h
$J_{0,2}$ (20°C)	90	88	92
$J_{0,2}$ (320°C)	119	119	114

On note que la prolongation de 16% de la durée de fonctionnement considérée (passage de 280 000 à 325 000 h) entraîne une diminution modérée de la résistance à la déchirure, de moins de 4%.

On peut considérer en première approche, et de façon conservative, que la profondeur du défaut critique est proportionnelle à la résistance à la déchirure  $J_{0,2}$ . Il s'ensuit que la réduction de la profondeur du défaut critique ne peut excéder 4%, soit une profondeur de 14.4 mm au moins pour une profondeur minimale de 15 mm selon l'étude [AUS.9]

On peut donc d'ores et déjà conclure que la prise en compte d'une durée de fonctionnement de 325 000 h au lieu de 280 000 h n'est pas de nature à modifier les conclusions de l'étude de détermination des défauts critiques des volutes de pompe primaire 900 MWe.

En deuxième approche, on évalue l'impact de la prise en compte de la durée de fonctionnement enveloppe jusqu'en VD4 sur la base de l'étude de défaut critique [AUS.9].

On rappelle que pour les chargements à dominante thermique, la 3<sup>ème</sup> catégorie (petite brèche primaire 3'') est plus sévère que la 4<sup>ème</sup> catégorie (APRP phase thermique). Pour les chargements à dominante mécanique, l'épreuve hydraulique est couverte par la 2<sup>ème</sup> catégorie et par la 4<sup>ème</sup> catégorie (APRP phase mécanique).

Le tableau de synthèse issu de [AUS.9] présente donc les résultats de calcul pour la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> catégorie ainsi que pour la 4<sup>ème</sup> catégorie (phase mécanique).

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

catégorie	zone	Résultats issus de [AUS.9] – durée de fonctionnement de 280 000 h		durée de fonctionnement de 325 000 h en <b>VD4</b> – analyse d'impact
		Hauteur de défaut critique	Critère limitant	
2 <sup>ème</sup> cat.	Tubulure de refoulement - renforcement	18 mm	Limite de validité de la méthode KCP ( $\alpha=1.6$ ) $J_{\text{appliqué}}/J_{\text{critère}} = 0.54$ (290°C)	<b>Pas d'impact</b>
3 <sup>ème</sup> cat.	Bride supérieure de volute	15 mm (3)	$J_{\text{app}} = J_{0.2}$ $J_{0.2} (22.5^\circ\text{C}) = 90 \text{ kJ/m}^2$	$J_{0.2} (22.5^\circ\text{C}) = 88 \text{ kJ/m}^2$ (65E) <b>Impact négligeable</b>
4 <sup>ème</sup> cat.	Tubulure d'aspiration - soudure	24 mm	$J_{\text{app}} = J_3/1.3$ $J_3(290^\circ\text{C})/1.3 = 324 \text{ kJ/m}^2$ <b>(1)</b>	$J_3(290^\circ\text{C})/1.2 = 342 \text{ kJ/m}^2$ (53E) <b>(2)</b> <b>Pas d'impact</b>
	Tubulure de refoulement - renforcement	25 mm	Limite de validité de la méthode KCP ( $\alpha=1.6$ ) $J_{\text{appliqué}}/J_{\text{critère}} = 0.44$ (290°C)	<b>Pas d'impact</b>

- (1) La méthode de calcul de ce critère est très conservatrice : Ce critère est calculé en considérant  $J_3$  au fractile 5% selon la méthodologie des récipients et en lui appliquant un coefficient de sécurité de 1.3 relatif aux tuyauteries.
- (2) Calcul du critère RSE-M vis-à-vis du risque d'instabilité en 4<sup>ème</sup> catégorie (critère de niveau D) :
- Méthode du RSE-M relative aux récipients :  $J_3(290^\circ\text{C})/1.2 = 342 \text{ kJ/m}^2$  (volute 53E),  $J_3$  étant déterminé au fractile 5%
  - Méthode du RSE-M relative aux tuyauteries :  $J_3(290^\circ\text{C})/1.3 = 397 \text{ kJ/m}^2$  (volute 53E),  $J_3$  étant déterminé au fractile 16%
- Le critère minimal vaut  $342 \text{ kJ/m}^2$
- (3) La prise en compte de la nouvelle gestion de combustible, Parité Mox, pourrait diminuer légèrement la taille du défaut critique de l'ordre de 4% [AUS.10] et n'est pas de nature à changer la conclusion sur l'impact de l'évolution du  $J_{0.2}$ .

L'analyse détaillée des résultats montre que la prise en compte d'une durée de fonctionnement de 325000 heures au lieu de 280 000 heures ne modifie pas la taille des défauts critiques dans la volute de pompe primaire.

### 3.3.3 Vieillesse thermique des joints soudés en aciers inoxydables austénitiques

#### ▪ Rappel du mécanisme

La phase ferritique des soudures en aciers inoxydables austénitiques est susceptible de se fragiliser lors de maintiens de longues durées dans le domaine de température de fonctionnement des REP (300°C environ) par formation de phase alpha'.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

Ce mécanisme est similaire à celui observé sur les aciers austéno – ferritiques moulés (cf.§3.3.2) mais son intensité est beaucoup plus faible compte tenu de la plus faible teneur en éléments alphasènes et donc du plus faible pourcentage de phase ferritique.

Les valeurs de résistance à la déchirure (J0,2 et J1mm) pour les états vieillis à 300°C sont données dans le RSEM.

Dans le cadre du Dossier Matériaux EPR relatif aux aciers inoxydables [JS.1], pour les soudures réalisées selon les procédés manuel à l'électrode enrobée (EE) et automatique fil sous flux solide (fil-flux) de nuance 316 L, l'effet du vieillissement est donné par une compilation de résultats expérimentaux sur des joints soudés vieillis entre 10000 et 30000 heures à 400°C couvrant une durée de vie de 60 ans.

Comme le vieillissement thermique de la phase ferritique est un phénomène à saturation, les niveaux de résilience et de ténacité tendent vers une valeur asymptotique et n'évoluent plus au delà d'une durée de l'ordre de 40 ans.

L'exploitation jusqu'en VD4 n'a donc pas d'impact sur les valeurs de résilience et de ténacité à prendre en compte pour les joints soudés en aciers inoxydables austénitiques.

#### **4. Dossiers génériques émis dans le cadre des Dossiers Réglementaires de Référence**

Ces « dossiers génériques » sont liés à des événements génériques détectés lors des contrôles périodiques (END) et /ou lors de l'exploitation des tranches ; ils ont été constitués en réponse aux articles 4 .2 e, f, g de l'Arrêté d'exploitation de 1999.

Les dossiers « Produits moulés » et « Défauts Sous Revêtement » sont traités dans le paragraphe « Dossier Rupture Brutale » ( §3.3)

##### **4.1 Dossier Tenue en service des cuves**

Les démonstrations de tenue en service des cuves actuelles figurant dans le dossier [CUV.1] sont construites sur la base d'une hypothèse de "fluence maximale à 40 ans" pour ce qui est du vieillissement par fragilisation sous irradiation ; cette fluence donne la température de transition RTNDT des matériaux qui est utilisée pour évaluer le respect des critères de résistance à la rupture brutale en présence du défaut couvrant le minimum détectable ainsi que les défauts constatés.

- **Impact de la durée d'exploitation pour la période décennale au-delà des VD3**

Les justifications des zones de cœur sont liées à la durée d'exploitation en raison du phénomène de fragilisation sous irradiation.

La valeur de fluence maximale au point chaud de la zone de cœur prise en compte dans le dossier de 2002 est de  $6,5.10^{19}$  n/cm<sup>2</sup>. Il s'agit de montrer que cette valeur reste enveloppe pour l'échéance VD4. Par suite, les fluences qui en sont déduites en d'autres azimuts seront applicables pour cette même échéance.

Une actualisation des projections de fluence doit être réalisée et transmise à l'ASN avant les VD3, conformément à l'engagement pris par EDF [CUV.2] et confirmé [CUV.4] suite à la demande de l'ASN après la SPN du 13 décembre 2005 [CUV.3].

Cette actualisation sera communiquée dans une note en support de la fiche RAS correspondante avant fin juillet 2008.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

La projection enveloppe prendra en compte les éléments suivants :

- la fluence au point chaud de chaque cuve issue du retour d'expérience à mi-2007,
- la projection jusqu'aux VD4 définies par VD3 + 11 ans et en tenant compte d'un facteur de charge de 0,85 et d'un flux égal au flux de conception diminué de 20%.

Cette projection conduit à des valeurs de fluence aux VD4 inférieures à  $6,5 \cdot 10^{19}$  n/cm<sup>2</sup> pour toutes les cuves 900, compte tenu des réductions de flux réalisées et prévisibles par rapport au flux de conception.

L'analyse du défaut couvrant le minimum détectable, dont la reprise est en voie d'achèvement, est effectuée sur la base de la fluence  $6,5 \cdot 10^{19}$  n/cm<sup>2</sup>, et peut donc être considérée comme une analyse du comportement pendant la période décennale au delà des VD3.

L'analyse des défauts détectés, qui est également en cours de reprise, utilise les extrapolations de fluence spécifiques aux cuves concernées du dossier [CUV.1]. Pour 3 cuves avec défauts, les projections actualisées sont très légèrement supérieures aux projections figurant dans le dossier [CUV.1] (écart de 4% au plus). L'impact de cet écart est étudié et sera ajouté dans les notes d'analyse en support de la fiche RAS correspondante envoyée avant fin juillet 2008. Il s'avère que les écarts en fluence étant très faibles, l'augmentation des RTNDT est très faible aussi (1,5°C au plus) et a un effet négligeable sur les résultats mécaniques.

En conclusion, les compléments et reprises d'étude du dossier de tenue en service des cuves qui sont définis au programme de travail issu de la SPN de 2005 [CUV.5] prennent en compte les durées d'exploitation des tranches 900 pour la période décennale au delà des VD3.

Les projections de fluence en cours d'édition montreront que la fluence maximale au point chaud de  $6,5 \cdot 10^{19}$  n/cm<sup>2</sup> reste enveloppe pour toutes les cuves 900 à cette échéance.

## 4.2 Zones en Alliage 600

### ▪ Rappel du mécanisme

Le mode d'endommagement principal des Zones en Alliage 600 est la Corrosion Sous Contrainte, favorisée essentiellement par les contraintes résiduelles de fabrication (soudage, état de surface, montage des composants). La méthode des indices de sensibilité à la Corrosion Sous Contrainte (CSC), établie en 1991 [ALL1] a été utilisée pour hiérarchiser le risque de CSC dans les différentes Zones Inconel [ALL.2], puis pour hiérarchiser ce risque dans les composants de chaque zone [ALL.3].

Il s'agit d'une méthode semi-empirique fondée sur les connaissances sur les matériaux, les contraintes et la température, et recalée sur le retour d'expérience. Elle permet de déterminer l'amorçage de la CSC à partir des indices matériau, contrainte et température.

Le temps d'amorçage correspond au temps minimal d'apparition d'une fissure macroscopique. Celle-ci est définie, en cohérence avec les performances des inspections en service, comme étant une fissure dont la profondeur est la plus petite des valeurs de 2 mm ou 10% de l'épaisseur de la paroi. La pertinence de la méthode dépend de la précision des données d'entrée (indices matériau et contrainte).

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

Pour le métal de base, le classement des Zones Inconel par risque de CSC décroissant, établi en 1996 est le suivant :

- 1- les adaptateurs de couvercles de cuve périphériques,
- 2- la liaison soudée de l'attente de plaque / plaque de partition des générateurs de vapeur,
- 3- les pénétrations de fond de cuve (PFC) non détensionnées (anomalie de traitement thermique),
- 4- les supports M de la cuve.

Le retour d'expérience à fin 2007 n'a pas mis en défaut ce classement, mais a fait apparaître la nécessité d'optimiser la méthode pour hiérarchiser le risque de CSC dans les composants de chaque zone.

Pour le métal déposé, le retour d'expérience international a montré que la fissuration des alliages 182 et 82 n'a affecté, jusqu'à présent, que les soudures non détensionnées (avec réparations ou non). Le traitement de détensionnement pratiqué sur les cuves en France destiné à détensionner les soudures des aciers faiblement alliés, a un effet favorable sur les Zones en Alliage 600 en abaissant le niveau des contraintes de surface responsables du phénomène de corrosion sous contrainte.

▪ **Composants et dossier concernés :**

Les Zones Inconel (hors faisceau tubulaire GV) concernées sont les suivantes :

- les adaptateurs de couvercles de cuve,
- les pénétrations de fond de cuve,
- la liaison soudée (non détensionnée) de l'attente de plaque / plaque de partition des générateurs de vapeur,
- les supports M de la cuve,
- les zones de réparation des tubulures et des arrondis de tubulures de sortie de cuve (alliage 182).

Les dossiers concernés pour ces composants sur le palier 900 MW sont :

- la synthèse du dossier établie en 1999, en préparation de la SPN de 2000 [ALL.3],
- le livrable intermédiaire établi dans le cadre du Programme Zones Inconel 2006-2008 [ALL.4],
- la note d'interprétation de l'endommagement des cloisons de GV à fin 2007 [ALL.5].

Une mise à jour du dossier de synthèse établi en 1999 [ALL.3] est prévue au courant de 2009, en préparation d'une SPN.

Dans le dossier de synthèse de 1999 [ALL.3], la durée d'exploitation d'une tranche nucléaire a été considérée à 40 ans et correspondant à 0,8 x 40 ans d'exploitation, soit 280 000 heures environ. Le facteur 0,8 traduit le ratio entre la durée réelle d'exploitation et la durée calendaire.

*NB : Le faisceau tubulaire GV est traité dans un dossier séparé. (Cf § 4.4).*



**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****▪ Impact d'une durée d'exploitation couvrant la période décennale au delà des VD3****▪ Adaptateurs de couvercle de cuve**

A fin 2009, les 54 couvercles équipés d'adaptateurs et de soudures en alliages 600/182 sur 54 auront été remplacés avec des adaptateurs et soudures en alliages 690/152, non sensibles à la CSC en milieu primaire nominal, dont les 34 couvercles du palier 900 MWe.

Le risque de fissuration par CSC est jugé très faible. L'augmentation de la durée de fonctionnement de 280 000 heures à 325 000 heures n'a pas d'impact sur les dossiers de justification.

**▪ Pénétrations de fond de cuve**

Un classement relatif des durées d'amorçage des PFC calculées avec les contraintes issues des calculs paramétriques et des indices matériaux révisés [ALL.4] conduit à :

**- PFC détensionnées :**

- vis-à-vis du risque de fissuration longitudinale en peau interne, les durées minimales d'amorçage en paroi interne sont estimées à plus de 60 ans,
- vis-à-vis du risque de fissuration circonférentielle en peau externe, la durée d'amorçage est supérieure à 60 ans pour la plupart des PFC, mais un risque d'amorçage paraît possible pour 1 PFC à GRA 1 à limite d'élasticité élevée. La durée d'amorçage minimale calculée est de 39 ans.

**- PFC non détensionnées :**

- pour les PFC périphériques de BUG3, les durées d'amorçage en peau interne et en peau externe sont évaluées de façon conservative respectivement à 49 et 43 ans,

L'augmentation de la durée de fonctionnement de 280 000 heures à 325 000 heures n'a pas d'impact sur les dossiers de justification.

**▪ Liaison soudée (non détensionnée) de l'attente de plaque / plaque de partition des générateurs de vapeur,**

A fin 2007, 58 GV du palier 900 MW ont été contrôlés :

- 11 sont affectés par la CSC (en branche chaude) :
  - . défauts dus à des impacts par un corps migrant : 1 GV (remplacé : GV N°52 SLB1),
  - . défauts de surface, profondeur < 2 mm : 8 GV,
  - . défauts de profondeur > 2 mm : 2 GV (GV N°71 BLA3 et N°107 CRU2).

Aucun défaut significatif de corrosion sous contrainte n'a été constaté dans la soudure.

En revanche, des défauts de CSC ont été constatés à plusieurs reprises dans le métal de base, préférentiellement dans l'attente de plaque des GV du palier 900 MW.

Les dossiers de justification s'appuient sur :

- les études de sûreté : la fissuration des cloisons de GV ne constitue pas un enjeu de sûreté,

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

- les analyses mécaniques :
  - o pour la détermination des défauts critiques, l'approche par chargement limite permet de justifier des défauts allant jusqu'à mi-épaisseur des cloisons,
  - o pour l'estimation de la propagation des défauts, on utilise la méthode Kcp qui est une méthode conservative,
  - o des études sont en cours pour évaluer les marges et les limites d'application de ces deux méthodes.

En tout état de cause, l'augmentation de la durée de fonctionnement de 280 000 heures à 325 000 heures n'a pas d'impact sur les dossiers de justification.

- **Supports M de cuve**

L'évaluation des contraintes et des indices "matériaux" dans les supports M de cuve (guides radiaux des internes inférieurs) 900 MW, détensionnés par le traitement thermique de la cuve, dans le dossier de synthèse de 1999 [ALL.3] permet de prévoir une durée d'amorçage de la fissuration supérieure à 40 ans.

Par ailleurs, les critères de conception des supports M continuent d'être respectés avec des fissures de grande étendue affectant la liaison du support M avec la cuve.

Comme pour les PFC, nous prévoyons de réviser à la baisse les indices matériaux du métal de base dans la révision du dossier de synthèse prévue en 2009.

Dans ces conditions, l'augmentation de la durée de fonctionnement de 280 000 heures à 325 000 heures ne doit pas avoir d'impact sur les dossiers de justification.

- **Réparations des tubulures de cuve**

Les réparations en alliage 182 des DSR (défauts sous revêtement) concernent une partie du revêtement des tubulures appartenant aux 5 cuves du palier 900 MW : Blayais 2, 3 et 4, Chinon B1 et B2. Elles ont été effectuées en usine avant le traitement thermique de la cuve.

Les études réalisées pour le dossier de synthèse de 1999 [ALL.3] ont montré des contraintes faibles et un comportement favorable de la zone diluée. Elles ont conclu que le risque de fissuration des réparations en Inconel de ces tubulures est très faible sur les 40 ans de vie des tranches.

L'augmentation de la durée de fonctionnement de 280 000 heures à 325 000 heures ne doit pas avoir d'impact sur les dossiers de justification.

- **Conclusion sur le dossier Zones en Alliage 600**

Une mise à jour du dossier de synthèse, établi en 1999 [ALL.3], est prévue en 2009, incluant une analyse de la fissuration des cloisons de GV et son impact sur la méthodologie de sélection des zones sensibles.

La démarche utilisée dans ces dossiers consiste à rechercher les temps à fissuration des différentes zones concernées. En l'occurrence, la liste des zones déjà identifiées comme présentant un risque de fissuration avant 40 ans n'est pas modifiée par l'augmentation de la durée de fonctionnement de 280 000 heures à 325 000 heures permettant ainsi d'atteindre l'échéance de la VD4.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****4.3 Zones de mélange des circuits IPS****4.3.1 Compatibilité des recensements des zones de mélange avec l'échéance VD4**

Le recensement des sollicitations permettant d'évaluer les facteurs d'usage dans les zones de mélange, qui traduisent le phénomène de fatigue, est déduit, pour chaque zone, de deux analyses [ZM1]:

- a) l'analyse des transitoires du dossier des situations du CPP (DDS),
- b) le recensement des durées de fonctionnement en situation de mélange des zones.

Ces analyses sont réalisées à partir des données des dossiers de conception et d'exploitation, amendées par excès, le cas échéant, au vu du REX d'exploitation.

Concernant le point (a), le dossier des situations du CPP fournit la description et le nombre des transitoires de 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> catégories. Dès lors que le nombre de situations du DDS couvre la période du démarrage jusqu'à la VD4, alors l'analyse (a), qui s'appuie rigoureusement sur le DDS, couvre l'échéance de la VD4.

Concernant le point (b), le recensement des durées de fonctionnement conduit à définir des durées associées à des configurations thermohydrauliques de mélange.

Ce recensement est réalisé en cohérence avec :

- le nombre de transitoires du DDS (les transitoires concernés encadrent les situations de mélange) ; ainsi, dès lors que le nombre de situations du DDS couvre la période du démarrage jusqu'à la VD4, ce recensement couvre aussi l'échéance de la VD4,
- une durée calendaire d'exploitation, dans les cas particuliers du piquage de la ligne d'expansion du pressuriseur et des tés RRI ; ces études prennent en compte une durée enveloppe de fonctionnement minimale de 350 000 heures [ZM.2] ce qui couvre largement une durée d'exploitation jusqu'à la VD4,
- le nombre d'essais périodiques (EP) dans le cas particulier de la zone de mélange du piquage de l'ASG sur l'ARE. Le nombre d'EP considéré prend en compte la périodicité des EP et une durée d'exploitation de 40 ans. Une majoration du nombre d'EP pour couvrir la période décennale au delà des VD3 est sans impact sur les conclusions qui sont tirées de l'application de la méthodologie de recensement : la zone reste classée sensible.

Les durées de fonctionnement évaluées par les études de recensement définissent les seuils couverts par les études génériques, notamment dans le cadre du suivi du fonctionnement (comptabilisation).

**4.3.2 Suivi du fonctionnement**

Le suivi du fonctionnement des zones de mélange sensibles permet de s'assurer en permanence que les durées réelles de fonctionnement en configuration de mélange restent inférieures aux heures prévisionnelles définies dans les dossiers d'étude. Les modalités de suivi sont en cours d'intégration dans le référentiel des règles de comptabilisation des situations.

**4.3.3 Surveillance périodique des zones**

Certaines zones de mélange sensibles font l'objet d'une stratégie de surveillance par des essais non destructifs. La périodicité est justifiée par des études de propagation de défauts basées sur le nombre d'occurrences du dossier des situations. Ces études justifient, avec des marges, une périodicité d'examen de 10 ans, donc une exploitation jusqu'à la VD4 dès lors que l'examen requis est réalisé en VD3 et présente un résultat conforme.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****4.3.4 Conclusion**

Dès lors que le Dossier des Situations couvre une exploitation pendant la période décennale au delà des VD3, le dossier Fatigue Thermique des Zones de Mélange est valide pour cette même durée d'exploitation.

**4.4 Faisceaux tubulaires des générateurs de vapeur**

Concernant l'enceinte sous pression en acier faiblement allié des générateurs de vapeur, les éléments présentés précédemment sur les DRR ont déjà montré la validité des analyses mécaniques jusqu'à l'échéance des VD4.

Concernant les faisceaux tubulaires, la doctrine de maintenance [TGV.1] définit les modalités de gestion des différents types de dégradation.

Les dispositions définies dans cette doctrine, actualisées régulièrement sur la base du retour d'expérience et complétées par les opérations de remplacement de générateurs de vapeur dont le taux de bouchage atteint les valeurs maximales autorisées, permettent d'assurer l'aptitude à la poursuite pour la période décennale au-delà des VD3.

**4.5 Vieillesse thermique des aciers martensitiques****4.5.1 Rappel du contexte**

Suite à la rupture de la tige de la vanne RCP102VP de Bugey 4 en 1992, l'Autorité de Sûreté a demandé à EDF d'analyser le problème de la fragilisation par vieillissement thermique des aciers inoxydables martensitiques à haute teneur en chrome sur les circuits classés de sûreté et d'apporter les justifications nécessaires de la tenue mécanique des différents composants réalisés dans ces nuances.

L'origine de ce phénomène est liée à l'évolution microstructurale des composants des matériels de robinetterie (tige de manœuvre, axe de clapet, goujonnerie de liaison corps-chapeau etc.) à haute teneur en chrome ayant des températures de service élevées. On note que ce phénomène de fragilisation est accentué par une température de revenu trop basse (inférieure à 590 °C).

Les études et analyses [MAR.1 à 4] réalisées dans le cadre de cette affaire ont conduit aux conclusions suivantes :

- le remplacement des composants de robinetterie sensibles de la nuance Z6CNU17.04 ayant une température de revenu non conforme (ou non justifiée) est à effectuer à l'occasion d'une visite réalisée au titre du PBMP dans la période des VD2. Les composants à changer sont remplacés par des composants de la nuance actuelle dans l'attente des résultats de recherche sur des nuances alternatives ;
- par ailleurs, le vieillissement thermique (augmentation de la dureté) est un facteur aggravant de la corrosion sous contrainte ; la DI 43 (PMUC) permet de maîtriser les risques relatifs aux garnitures de presse-étoupe et les risques liés au maintien prolongé des tiges de robinets sur étanchéité arrière (Back seat).

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****4.5.2 Validité des hypothèses relatives au mode de dégradation des aciers inoxydables martensitiques à échéance VD4**

En application de l'art. 12 (mise en œuvre des moyens nécessaires pour connaître l'évolution en exploitation des propriétés des matériaux constitutifs des appareils) de l'arrêté d'exploitation de 1999, un programme d'expertise a été défini et mis en œuvre. Ce programme comporte notamment une campagne de dépose pour expertise de 8 tiges de vanes sur la période 2005-2006, conformément à la DP 147. Il est destiné à statuer sur l'aptitude des composants à fonctionner jusque la VD4. L'objectif de ce programme de suivi est de vérifier que les caractéristiques mécaniques des nuances les plus sensibles au vieillissement thermique (Z6CNU17.04 et Z6CND16.04) évoluent conformément aux prévisions du modèle construit sur le retour d'expérience et de nombreuses études réalisées en laboratoire. Plus précisément, les objectifs à atteindre dans le cadre de cette nouvelle campagne de dépose peuvent être explicités de la manière suivante :

- confirmer la température la plus basse à laquelle il est observé un début de fragilisation (275 °C) pour des temps de fonctionnement atteignant 175 000 heures ;
- confirmer le conservatisme du modèle prévisionnel d'évaluation des évolutions des caractéristiques mécaniques développé par EDF R&D.

Ces choix de prélèvement sont destinés, d'une part, à couvrir les plages de fonctionnement non couvertes lors des prélèvements précédents et, d'autre part, à disposer de plages de fonctionnement les plus longues possibles compatibles avec la réalisation des prélèvements.

En conclusion, les résultats des travaux réalisés permettent de confirmer la validité des dispositions retenues sur les composants en aciers inoxydables martensitiques à l'échéance des VD4.

**4.6 Liaisons bimétalliques du CPP****4.6.1 Rappel du REX**

Les LBM du CPP sont fabriquées en usine par soudage manuel à l'arc électrique à électrode enrobée. La première couche est en 309L (24% Cr – 12 % Ni), les couches suivantes et le remplissage sont en 308L ou 316 L (20% Cr – 10% Ni). La dilution entre le métal d'apport et le métal de base peut conduire à différentes structures métallurgiques possibles selon le taux de dilution : austéno-ferritique (taux de dilution à 20% qui correspond à la dilution "normale" avec 5 à 6 % de ferrite), purement austénitique (taux de dilution à 30%) ou austéno-martensitique (taux de dilution à 40% qui correspond à l'anomalie de dilution).

Les contrôles par ressuage effectués depuis 1990 sur les LBM ont mis en évidence des décohésions intergranulaires (DIG) situées en première couche de beurrage côté métal fondu austénitique. La profondeur de ces défauts est inférieure à 3 mm dans la plupart des cas. La profondeur maximale observée est de 5,5 mm (LBM cuve de Gravelines 4 de longueur 75 mm). La longueur maximale relevée est de 305 mm (LBM pressuriseur de Blayais 4, de profondeur 2 mm).

Ces défauts affectent uniquement en peau externe les joints de grains des premières couches de beurrage purement austénitique. L'origine de la formation des DIG est la corrosion atmosphérique qui entraîne une corrosion intergranulaire de la 1ère couche de beurrage. Cette hypothèse a été validée par de nombreuses études métallurgiques, par des essais en laboratoire, par des essais par exposition en atmosphère naturelle (Pontheau-Martignes) et par de nombreuses expertises et suivis de LBM en service [LBM.1]

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

La recherche des DIG est réalisée par un procédé qualifié de ressuage. Les seuils de notation sont de 0,5 mm dans la zone LBM (2,0 mm hors LBM), les seuils de caractérisation correspondent à une indication linéaire de 1,5 mm en zone LBM (2 mm hors LBM).

Le bilan 1990-2007 montre que 4098 contrôles par ressuage ont été réalisés sur les 1136 LBM du parc (2451 pour le 900, 1503 pour le 1300, 144 pour le N4). Sur cette période, 58 LBM ont été affectées une ou plusieurs fois de DIG (5,5% des LBM 900-1300 déclarées "sensibles"), soit 47 sur le 900, 11 sur le 1300 (9 sur le P4) et aucune sur le N4 :

- 23 LBM de cuve : 22 LBM 900 réparties sur 10 cuves et 1 LBM 1300,
- 13 LBM de GV : 5 LBM 900 et 8 LBM 1300,
- 22 LBM du dôme du PZR : 20 LBM 900 et 2 LBM 1300 (4 sur LBM d'aspersion et aucune DIG sur les LBM d'expansion).

Sur la période 2002-2007 seules 3 nouvelles LBM sensibles de cuve ont été détectées :

- Blayais 1 : S10G2 (2002, 2004, 2005),
- Gravelines : S10H1 (2002),
- Gravelines 5 : S10H1 (2006).

L'évolution dans le temps montre que le nombre de LBM affectées est en diminution :

- 1990-1992 : élimination des DIG apparues depuis le début de vie des tranches,
- 1993-2002 : moins de 5 LBM avec DIG par an,
- 2003-2007 : moins de 2 LBM avec DIG par an, 1 nouvelle LBM sensible.

Les cas de réapparition correspondent à des DIG de dimensions limitées, en général au cycle suivant. La structure austénitique sensible à la corrosion est probablement non entièrement éliminée lors de l'affouillement précédent (passe d'épaisseur 3 à 5 mm). Quelques cas de réapparition tardive (après plus de 2 ans et un ressuage conforme entre les deux) sont à signaler pour 4 cas sur les 58 LBM (3 de cuve et 1 PZR).

Sur la base de ce bilan, les contrôles effectués au titre des PBMP cuve, GV et pressuriseur, sont un contrôle par ressuage tous les 10 ans ( $\pm 1$  arrêt) pour les LBM non sensibles (aucune DIG lors des 3 ou 4 derniers contrôles sur au moins 9 ans) sauf pour Blayais et Gravelines avec une inspection tous les 5 ans ( $\pm 1$  arrêt). Pour les LBM sensibles, 4 inspections de la zone LBM sont prévues dans les 10 années suivant la découverte de DIG : élimination des DIG à l'arrêt n, nouvelle inspection à l'arrêt suivant, inspection aux années n + 4 ans n + 7 et n + 10 ans ( $\pm 1$  arrêt).

Dans son courrier [LBM.2], l'ASN n'a pas d'objection sur ce programme de surveillance des LBM du CPP.

**4.6.2 Tenue à la rupture brutale des LBM 900/1300**

L'évaluation du risque d'amorçage en déchirure et de la propagation en présence de DIG a été faite pour les paliers 900/1300 dans le cadre de la reprise du dossier LBM en 1996 et elle a fait l'objet d'une note de synthèse [LBM.3]

L'analyse de la propagation par fatigue est réalisée sur 5 ans et montre que la propagation est très faible. Pour le risque d'amorçage en déchirure, les études ont été réalisées par la

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

méthode simplifiée KJ qui a été validée au cas par cas. Suite à la SPN du 29 avril 1997 [LBM.4], les résultats reposant sur une méthodologie jugée non suffisamment validée, il a été demandé un complément de justification. Pour répondre à cette demande, la démonstration de robustesse des LBM a été confortée par la réalisation de plusieurs essais dans le cadre des programmes européens BIMET et ADIMEW.

Le programme BIMET consistait à réaliser des essais de flexion sur 2 LBM 6" (semblables à une LBM d'aspersion) avec de très grands défauts (représentant respectivement 30% et 50% de l'épaisseur) positionnés en paroi externe à température ambiante. Ces deux défauts sont largement supérieurs à la plus importante DIG jamais observée (DIG de 5,5 mm de profondeur sur la cuve de Gravelines 4). Pour les deux essais, il n'y a pas eu de rupture brutale et les défauts se sont propagés de manière stable, pour des chargements supérieurs à ceux susceptibles de se produire en fonctionnement.

Dans le programme ADIMEW, une LBM 16" avec un défaut de 17 mm de profondeur, représentant 30% de l'épaisseur de la soudure, a été testée en flexion 4 points, à 300°C. Comme pour le programme BIMET, il n'y a pas eu de rupture brutale, mais une propagation stable de la fissure. Le défaut était positionné en paroi externe, à 1,5 mm de l'interface acier ferritique/soudure, côté soudure.

Ces programmes ont permis de confirmer la bonne résistance des LBM à de très grands défauts.

**4.6.3 Validité du dossier LBM**

Dans le dossier LBM du CPP, le REX est très important : plus de 4000 contrôles par ressuage et plus de 1000 LBM inspectées régulièrement sans aucune DIG. Les LBM sensibles sont identifiées (5,5% du parc) et les dimensions des DIG sont limitées. Seules 3 nouvelles LBM ont été déclarées sensibles sur la période 2002-2007 à Blayais et Gravelines.

Le programme de contrôle est adapté au REX par un suivi particulier des LBM sensibles et un contrôle tous les 10 ans des LBM non sensibles, excepté pour les sites de Blayais et de Gravelines avec un environnement climatique et industriel jugés agressifs à la vue du REX (contrôles tous les 5 ans). Ce programme est valide à échéance de la VD4.

Le dossier rupture brutale des LBM du CPP s'appuie sur une démarche de calculs (la propagation par fatigue est très faible) et sur une démarche expérimentale pour répondre aux réserves de la SPN de 1997 sur les conditions de validité des méthodes et sur les hypothèses à la base des calculs (contraintes résiduelles, anomalie de dilution).

Ce sont les essais BIMET et ADIMEW qui ont permis de démontrer l'absence de risque de rupture brutale en service. Cette démarche expérimentale n'est pas remise en cause pendant la période VD3-VD4.

En conclusion, les travaux réalisés sur le dossier LBM assurent la validité des analyses jusqu'à l'échéance des VD4.

**4.7 Corps moulés de vannes d'arrêt vapeur****4.7.1 Origine des défauts de fonderie subsistant sur les VIV Hopkinsons et Delas Weir**

Les END effectués au titre de la décision ministérielle [VIV.1] sur les corps en acier moulé des VIV ont certes révélé la présence de défauts de fabrication, mais aucune trace de dégradation en service. Les défauts subsistant sur 40 corps de vannes sont de faibles dimensions et correspondent à des retassures débouchant en surface. La présence de ces défauts est à relier à l'évolution des méthodes d'examen d'une part et aux opérations de

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

préparation de surface préalables aux examens d'autre part. Toutefois, aucun défaut volumique inacceptable n'a été décelé dans l'épaisseur de la paroi, ce qui témoigne du niveau satisfaisant de la qualité des fabrications. Enfin, l'absence d'évolution en service des défauts de fonderie a été constatée par plus d'un millier de répliques métallographiques effectuées sur l'ensemble des corps de vannes en exploitation depuis plus de 20 ans.

De 1999 à 2001, 19 vannes Delas Weir ont été réparées, soit par affouillement seul, soit par affouillement suivi d'un rechargement par soudage. Le retour d'expérience montre que ces réparations ont occasionné des diminutions d'épaisseur de paroi sans apporter de réelle amélioration en terme de sûreté. En raison des difficultés rencontrées lors de certaines réparations, EDF a proposé à l'ASN, en janvier 2002, de réorienter le traitement des écarts vers une démarche de justification de la tenue en service des vannes en l'état.

La logique de démonstration de la tenue en service des appareils repose sur :

- le diagnostic d'état des vannes qui recense la localisation et les dimensions des défauts de fonderie subsistants ;
- la caractérisation du matériau qui valide expérimentalement les hypothèses de caractéristiques mécaniques du matériau prises en compte dans les analyses mécaniques de nocivité de défauts ;
- les analyses mécaniques de nocivité de défauts qui démontrent qu'aucun des défauts ne présente de risque d'amorçage ni de propagation instable de la déchirure ;
- des dispositions de suivi en service pour prévenir les effets des mécanismes de dégradation réalistes ainsi que des mesures de défense en profondeur visant à se prémunir de menaces non avérées ni redoutées à ce jour.

Une étude de caractérisation de l'acier 20MN5N a été menée avec le concours de Framatome [VIV.2,VIV.3] afin de valider les hypothèses utilisées dans les analyses mécaniques de nocivité des défauts subsistants et/ou des affouillements réalisés pour les éliminer. Cette étude a été menée à partir des résultats issus d'une étude bibliographique, de données déjà disponibles sur le matériau ainsi que des essais effectués sur les corps de vannes Delas Weir M42 et M3.

Comme déjà mentionné au § 3.3.1, la sensibilité au vieillissement thermique des aciers 20MN5M ou 20M5M est faible, en tout cas très inférieure à celle de l'acier 16MND5 [VIV.3], notamment à une température de fonctionnement inférieure à 300°C.

L'analyse de l'ensemble des données a conduit à proposer une relation moyenne  $KV_{\text{Pièce}} \Leftrightarrow KV_{\text{Recette}}$  pour tenir compte des écarts à la représentativité de la recette. L'étude a permis de valider les corrélations  $K_{IC} \Leftrightarrow KV$  et  $KV_{PS} \Leftrightarrow J_{0,2}$  proposées pour le matériau et de confirmer l'absence de sensibilité au vieillissement après déformation du matériau des corps de vannes. En outre, il a été démontré que les niveaux de ténacité et de résistance à la déchirure ductile sont satisfaisants, même dans les zones comportant des défauts de fonderie. Pour l'ensemble des corps de vannes, la valeur de  $J_{0,2}$  à 300 °C est supérieure à 80 kJ/m<sup>2</sup>.

Les nombreuses analyses mécaniques de nocivité de défauts menées selon les exigences de l'arrêté d'exploitation de novembre 1999 comportent des conservatismes explicites. En effet, tous les défauts subsistants ont une marge  $K_{IC}/K_{cp}$  supérieure à 1 pour toutes les catégories de situations. En conséquence, aucun d'eux ne présente de risque d'amorçage ni de propagation instable de la déchirure, toutes catégories de situations confondues. D'autre part, la valeur de  $J_{0,2}$  à retenir est au moins égale à 80 kJ/m<sup>2</sup> à comparer avec la valeur de  $J_{0,2} = 55 \text{ kJ/m}^2$  prise pour hypothèse des analyses mécaniques de nocivité de défauts.



**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

Les analyses mécaniques de nocivité comportent, par ailleurs, des conservatismes implicites. En effet, les analyses mécaniques considèrent les retassures comme des entailles dont les dimensions correspondent à l'enveloppe géométrique du défaut. Cette modélisation sévère ne tient pas compte de la constitution réelle du matériau dans la zone du défaut, faite de discontinuités séparées par des ponts de matière qui participent à la résistance de la structure.

Pour ce qui concerne la situation d'épreuve hydraulique secondaire, les corps de vannes sont à la température ambiante et le matériau pourrait être sollicité dans le domaine de transition fragile-ductile. A cet effet, une étude spécifique [VIV.4] détermine pour chaque vanne, la température minimum du corps permettant de garantir une ténacité suffisante pour s'affranchir du risque de rupture brutale.

L'analyse des sollicitations cycliques enregistrées à ce jour par les lignes de vapeur montre que leur niveau cumulé reste très inférieur à celui prévu à la conception. Cette analyse confirme également que le faible niveau absolu des sollicitations cycliques, quelle que soit la tranche considérée, permet de s'affranchir de tout dommage de fatigue pour la durée de vie des tranches concernées.

En conclusion, pour ce qui concerne la présence des défauts de fonderie, aucun mode de dégradation n'est redouté jusqu'à l'échéance des VD4.

C'est donc au titre de la défense en profondeur qu'un échantillon de défauts témoins fait l'objet d'un suivi par examen métallographique permettant de s'assurer de l'absence d'évolution de l'ensemble des défauts de fonderie subsistants.

Le dossier justificatif constitué par EDF a fait l'objet d'une instruction par l'ASN et d'un examen lors de la Section Permanente Nucléaire (SPN) du 17/12/2004. Sur la base de l'avis remis par la SPN, la DGSNR « ...considère que les justifications du maintien en l'état des défauts sur les vannes d'isolement de vapeur du palier 900 MWe sont acceptables. » [VIV.5].

**4.7.2 Prévention du risque d'évolution des défauts de fonderie subsistant sur les VIV  
Hopkinsons et Delas Weir**

La surveillance de l'absence d'évolution des défauts de fonderie subsistant sur l'ensemble des VIV du Parc est assurée par le suivi de 6 défauts témoins : 3 défauts affectant des VIV Hopkinsons et 3 défauts affectant des VIV Delas Weir.

La vérification de l'absence d'évolution des défauts de fonderie s'effectue au moyen d'un examen métallographique de périodicité  $6 \pm 1$  arrêts pour rechargement (cycle court),  $5 \pm 1$  arrêts pour rechargement (cycle long). Le résultat du suivi des 6 défauts témoins fournit un retour d'expérience continu et régulier sur le comportement de l'ensemble des défauts de fonderie.

Défauts témoins des VIV Hopkinsons :

- Fessenheim 2 VVP003VV Indication N° 2, peau externe, zone 3c
- Fessenheim 1 VVP002VV Indication N° 1 à 11, peau interne, zone 4a
- Bugey 3 VVP001VV Indication N° 41-42, peau interne, zone 4c.

Défauts témoins des VIV Delas Weir :

- Tricastin 3 VVP001VV Indication N° 62, peau interne, zone 10
- Dampierre 1 VVP002VV Indication N° 28-29, peau interne, zone 9
- Tricastin 2 VVP003VV Indication N° 13, peau interne, zone 10.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****4.7.3 Validité des dispositions de prévention du risque d'évolution des défauts de fonderie à échéance VD4**

Les END effectués depuis 2005 sur les 6 VIV témoins au titre de la surveillance des défauts de fonderie subsistant sur l'ensemble des VIV du Parc montrent l'absence d'évolution en service des défauts de fonderie et confirment l'adéquation des dispositions des programmes de maintenance à échéance des VD4.

La prise en compte d'une durée de fonctionnement des tranches de 325 000 heures au lieu de 300 000 heures n'a pas d'impact sur les propriétés mécaniques prises en compte dans les études de nocivité de défauts.

En conclusion, la validité des analyses réalisées sur les corps de VIV pour une durée d'exploitation des tranches de 40 ans est confirmée pour une durée d'exploitation jusqu'à la VD4.

**5. Internes de cuve**

La spécificité des équipements internes 900 MWe réside dans le fait qu'ils ne sont soumis ni à la réglementation « Equipements sous pression », ni à la réglementation sur le circuit primaire principal, et dans le fait qu'ils ont été conçus avant la mise en application de la codification ASME ou RCC-M applicable aux internes de cuve. De ce fait, les dossiers de conception d'origine sont à compléter vis-à-vis des exigences actuelles.

Dans le cadre d'une position/action suite au GP vieillissement du 11 mai 2006, EDF s'est engagé à réaliser un dossier de justification de la conception des internes de cuve vis-à-vis de la fatigue oligocyclique pour les situations de deuxième catégorie, en cohérence avec les exigences du volume G du code RCCM selon le planning transmis à fin 2006 [INT.1].

Ce dossier de justification, élaboré dans le cadre d'un contrat avec AREVA, concerne les éléments classés Equipements Support de cœur (ES) qui assurent le supportage et le maintien des éléments combustible dans le cœur.

A l'exception du cloisonnement de cœur, les analyses sont réalisées pour le cas des réacteurs CPY et l'applicabilité au cas CPO est étudiée pour chaque composant sur la base des différences géométriques entre les deux paliers.

En ce qui concerne le cloisonnement de cœur (cloisons, renfort, vis de cloisons et vis d'enveloppe), l'analyse porte sur le cas des réacteurs CPO, pour lequel une étude de détermination des contraintes dans le cloisonnement soumis à différents types de sollicitations de 2<sup>ème</sup> catégorie a déjà été réalisée. L'applicabilité de l'étude au cas CPY sera établie par argumentaire.

Tous les résultats seront disponibles à l'échéance de 2010.

Ceci étant, en réunion d'avancement des suites du GP vieillissement de 2006 (réunion du 19/09/2007) [INT.2], le délai de finalisation des études de 2010 annoncé par EDF a été jugé comme trop long par l'ASN car dépassant la date de réalisation des premières VD3. La planification des études a donc été revue avec AREVA de façon à pouvoir disposer d'un argumentaire à l'échéance de fin 2008, donc antérieure à la réalisation de la VD3 TTS de Tricastin1.

Le document demandé à AREVA par anticipation pour fin 2008, reprendra les résultats des zones déjà étudiées à cette date et des analyses replanifiées concernant en priorité les zones jugées les plus sensibles selon l'expérience du constructeur. Il restera cependant à

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

fin 2008 quelques zones non couvertes par les calculs spécifiques, mais sur lesquelles le constructeur se prononcera par argumentaire.

Sur la base de ces éléments, un pronostic étayé sur la tenue à la fatigue des internes de cuves sera établi à fin 2008.

Les conclusions établies initialement pour une durée de vie de 40 ans permettront de couvrir la période décennale postérieure à la VD3.

## 6. Ouvrages de Génie Civil

### 6.1 Introduction

Concernant le domaine du Génie Civil, l'aptitude des ouvrages, structures et bâtiments à la poursuite d'exploitation n'est pas basée sur des concepts d'usure des matériaux mais sur des concepts de stabilité locale et globale intrinsèque des ouvrages. Les PBMP et PLMP permettent de vérifier périodiquement lors de visites le bon état de ces installations. Les dates des visites ne sont pas calées sur les dates butoires de VD ou d'arrêts sauf nécessité particulière comme peut l'être l'épreuve enceinte.

Parmi les ouvrages de génie civil, on s'intéressera donc spécifiquement au cas des enceintes de confinement. Dans ce contexte, il s'agit de confirmer que les études et travaux réalisés dans le cadre du thème E3 (comportement de l'enceinte de confinement) du réexamen de sûreté VD3 900 MWe ont bien été réalisés avec une date de VD4 telle qu'elle est connue aujourd'hui : par exemple pour Chinon B 2, la date de VD4 prise en compte dans les études E3 correspond bien à 2026.

L'objectif des paragraphes suivants est de montrer :

- Que les termes « 40 ans d'exploitation » utilisés dans les études E3 sont équivalents au terme « VD4 »,
- Qu'un délai supplémentaire de 5 ans choisi forfaitairement pour couvrir d'une tranche à l'autre la variabilité de délai entre la date de mise en précontrainte d'une enceinte et sa V<sub>ci</sub> est sans impact sur les études précédentes.

### 6.2 Echelle de temps et jalons GC

Concernant l'enceinte de confinement, le début du vieillissement de cet ouvrage est calé sur sa phase de mise en précontrainte car cette étape correspond au début de sa perte de performance liée essentiellement aux déformations différées de retrait et de fluage du béton et à la relaxation des câbles de précontrainte.

Les phénomènes de corrosion (peau métallique, aciers passifs et actifs) contribuant eux aussi au vieillissement peuvent aussi être comptés (par simplification) à partir de cette phase qui marque la fin du bétonnage de l'ouvrage.

Le temps écoulé entre la phase de mise en précontrainte et la V<sub>ci</sub> est variable suivant les tranches même si pour les 900 MWe ce temps est resté relativement homogène sur le parc. Afin de tenir compte de cette variabilité, un délai supplémentaire et conservatif de 5 ans est considéré dans le reste de cet argumentaire et il est vérifié que ce délai supplémentaire ne peut avoir de conséquence sur les conclusions des études conduites dans le cadre du réexamen de sûreté 900 MWe.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****6.3 Contenu du thème E3**

Le thème E3 (comportement de l'enceinte de confinement) [E3.1] couvre les domaines suivants :

- E3.1, comportement mécanique de la paroi en béton,
- E3.2, comportement mécanique et intégrité de la peau métallique,
- E3.3, maîtrise de la corrosion (peau métallique, et aciers passifs et actifs),
- E3.4, fonctionnalité et étanchéité des traversées,
- E3.5, pérennité du dispositif d'auscultation.

**6.3.1 Comportement mécanique de la paroi en béton et intégrité de la peau métallique**

Les études conduites pour Fessenheim, Bugey et le CPY ont bien pris en compte les hypothèses correspondant aux dates de VD4 connues aujourd'hui.

Les sites de Dampierre et de Chinon B ont servi d'enveloppes pour le CPY et des calculs spécifiques à Fessenheim et à Bugey ont aussi été réalisés.

Les principales hypothèses structurant ces études sont relatives aux déformations de retrait et de fluage du béton (ainsi que la relaxation des câbles de précontrainte).

Compte tenu de la faible vitesse d'évolution de ces déformations et de leur amortissement, un délai supplémentaire de 5 ans n'aurait aucun impact sur les conclusions de l'étude (augmentation de l'ordre du %).

Enfin, il faut souligner que l'enceinte de confinement fait l'objet d'une part, de mesures d'auscultation en continu (a minima tous les 3 mois), d'autre part, d'essais décennaux permettant de vérifier le respect des critères de confinement et le comportement mécanique de cet ouvrage.

Le vieillissement de l'enceinte de confinement est ainsi parfaitement connu du fait des mesures réalisées sur l'ouvrage. L'analyse des éléments précédents (mesures, résultats d'essais) permet raisonnablement de se projeter sur les 10 ans à venir pour évaluer le comportement de l'ouvrage.

**6.3.2 Maîtrise de la corrosion (peau métallique, aciers passifs et actifs)**

Les études réalisées à 40 ans d'exploitation (VD4) ne sont pas impactées avec 5 ans supplémentaires compte tenu :

- de la lenteur des phénomènes en cause,
- des traitements effectués sur les ouvrages pour les problématiques déjà identifiées (retrait du joint Flexcel par exemple),
- de la maintenance mise en place par EDF (PBMP),
- des modifications en cours (injection des dômes).

La prolongation de la durée de vie (peau métallique et aciers passifs et actifs) repose essentiellement sur l'application du PBMP qui a été jugé favorablement par l'A.S.N. lors de l'instruction du GP « Confinement » de mars 2005.

Une marge de 5 années supplémentaires conduirait simplement à poursuivre l'application du PBMP un peu plus longtemps avec toutes les conséquences que cela peut entraîner (nécessité de réparer en cas de détection de phénomènes dégradant la sûreté des ouvrages).

Enfin, les éléments de retour d'expérience recueillis très récemment (2005 / 2006) au sujet des câbles de précontrainte (Fessenheim) d'une part et des aciers passifs (Gravelines)

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

d'autre part montrent que même en cas d'écart de réalisation (non injection des têtes de câbles de précontrainte) ou dans des conditions d'ambiance favorisant le vieillissement (sites en bord de mer), ces éléments de structures ont un bien meilleur comportement que ce que prévoient les lois théoriques sur lesquelles se sont appuyées les études E3.

**6.3.3 Fonctionnalité et étanchéité des traversées**

Les études ont été conduites pour 40 ans d'exploitation (VD4). Elles ont porté sur :

- la liaison entre le tampon de l'accès matériel et sa virole,
- les sas personnels (qualification de nouveaux joints, PBMP),
- la maîtrise de l'étanchéité des traversées sensibles.

La liaison entre le tampon de l'accès matériel et sa virole est traitée en remplaçant les lacets et les boulons sur la base d'études « accidents graves » intégrant les hypothèses de vieillissement de l'ouvrage (déformations principalement) à 40 ans d'exploitation (VD4). Une marge de 5 ans supplémentaires n'aurait aucune conséquence sur les conclusions de ces études compte tenu de la lenteur des phénomènes en cause (déformation supplémentaire imposée par le béton au tampon de l'accès matériel de l'ordre du %).

Les sas personnels font l'objet d'un PBMP spécifique, d'une qualification de joints plus performants qui sont de toutes façons remplacés tous les 10 ans au plus (action en cours). Par conséquent, aller au delà de 40 ans d'exploitation (VD4) n'aurait pour conséquence que de continuer à appliquer le PBMP d'une part, et de poursuivre les essais périodiques portant sur ces traversées d'autre part, tout en mettant en place les nouveaux joints plus performants prochainement qualifiés.

La maîtrise de l'étanchéité des traversées sensibles est assurée par la mise en œuvre de modification ou de remplacement de leur robinetterie, et les actions de maintenance associées, ainsi que les essais périodiques portant sur ces traversées.

La même conclusion s'applique aux sas personnel, à savoir que l'extension de durée d'exploitation est prise en compte par la poursuite de l'application des programmes de maintenance et d'essais périodiques.

**6.3.4 Pérennité du dispositif d'auscultation**

La pérennité du dispositif d'auscultation (EAU) est assurée par la mise en place d'un PBMP et la vérification périodique que ce dispositif reste au dessus du volume du dispositif d'auscultation optimal qui a été défini et présenté à l'A.S.N. lors du GP « confinement » de mars 2005 (D.A.O.).

Par conséquent, ce dispositif a une durée de vie indéterminée au sens où il suffit de le maintenir au niveau suffisant pour qu'il continue à assurer sa fonction sans limite dans le temps.

**6.4 Conclusion**

En conclusion, il est confirmé :

- Que le thème E3 a bien pris en compte les dates de VD4 telles qu'elles sont aujourd'hui connues (par exemple VD4 de Chinon B 2 en 2026),
- qu'un délai supplémentaire de 5 ans choisi de manière conservative pour couvrir la variabilité d'une tranche à l'autre de délai entre la date de mise en précontrainte d'une enceinte et sa VCi est sans impact sur les études précédentes.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

Rappelons que les études E3 se sont appuyées sur les sites jugés enveloppes des phénomènes de vieillissement, en particulier Chinon B qui présentera un âge<sup>1</sup> de 44 ans en VD4 (tranche 2). Ces conclusions restent valables pour un âge<sup>2</sup> de 45 ans en VD4 (cas de Saint Laurent B 1).

Enfin, il faut souligner que l'enceinte de confinement fait l'objet :

- d'une part, de mesures d'auscultation en continu (a minima tous les 3 mois),
- d'autre part, d'essais décennaux permettant de vérifier le respect des critères de confinement et le comportement mécanique de cet ouvrage.

Le vieillissement de l'enceinte de confinement est ainsi parfaitement connu du fait des mesures réalisées sur l'ouvrage. L'analyse des éléments précédents (mesures, résultats d'essais) permet raisonnablement de se projeter sur les 10 ans à venir pour évaluer le comportement de l'ouvrage.

## 7. Contrôle commande

Le DAPE relatif au contrôle-commande des tranches 900 MWe [CCO.1] présente l'analyse des modes de vieillissement des composants électroniques composant les systèmes de contrôle-commande ainsi que les actions de rénovation définies dans le cadre de l'OVCC qui seront réalisées en VD3. Ces rénovations sont complétées par le plan d'actions post-OVCC [CCO.2].

Par principe, la démarche mise en œuvre sur les systèmes de contrôle-commande est rythmée par la réalisation des visites décennales. Les dispositions retenues dans le cadre de l'OVCC VD3 900 et de l'affaire post-OVCC permettent de garantir l'aptitude du contrôle-commande à être exploité avec un niveau de sûreté satisfaisant jusqu'à l'échéance des VD4.

## 8. Engins de manutention

Les fiches d'analyse de vieillissement relatives aux engins de manutention référencées 130-01-01 (Charpentes métalliques – dommage de fatigue oligocyclique), 130-02-01 (Mécanismes de levage – Fatigue à grand nombre de cycles), 130-02-02 (Mécanismes de levage – Usure) mentionnent une durée de vie de 40 ans.

### 8.1 Impact de la durée d'exploitation jusqu'à la VD4

#### 8.1.1 Conséquences sur le dimensionnement

Le rapport [MAN.1] (cité dans la FAV 130-01-01) permet d'apprécier l'impact d'un prolongement de la durée de la phase exploitation. Il a été établi sur la base d'enregistrements effectués sur le pont polaire N4 pour comparer les sollicitations de la phase chantier et de la phase d'exploitation.

---

<sup>1</sup> Nombre d'années (arrondi par excès) entre la date de 1<sup>ère</sup> divergence et la date prévisionnelle de la VD4

<sup>2</sup> Nombre d'années (arrondi par excès) entre la date de 1<sup>ère</sup> divergence et la date prévisionnelle de la VD4

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

Pour les sollicitations subies par les charpentes (éléments de structure du pont), il est montré que la phase chantier représente à elle seule plus de 90% des sollicitations totales vues par le pont durant sa durée de vie. Par ailleurs, le nombre de cycles total (chantier + exploitation durant 40 ans) représente 70% de la valeur de dimensionnement. Par conséquent l'augmentation de 5 ans de la durée de la phase d'exploitation n'a qu'un impact marginal (environ 1% d'augmentation du nombre de cycles total) qui ne remet pas en cause le dimensionnement et donc n'accroît pas significativement le risque de fatigue des charpentes.

Concernant les mécanismes de levage, le même rapport [MAN.1] démontre les éléments suivants :

- Levage principal : l'exploitation (sur 40 ans) représente 560 heures de fonctionnement, sur un total de 870 heures incluant la phase chantier. Ce total est lui-même très inférieur à la valeur de dimensionnement de 1600 heures. Un accroissement de 5 ans de l'exploitation porterait donc le total à 940 heures, ce qui reste en deçà de la valeur de dimensionnement.
- Levage auxiliaire : la phase chantier est très majoritaire (600 heures, à comparer à 100 heures environ pour l'exploitation sur 40 ans). Là encore, les 5 ans supplémentaires conduisent à un accroissement très faible, le total restant très inférieur à 1600 heures.

Enfin, les conclusions ainsi déterminées sur les ponts polaires N4 sont également valables, en ordres de grandeur, pour les ponts polaires des autres tranches REP, compte tenu du fait des similitudes dans les opérations de phase chantier d'une part, d'exploitation d'autre part pour toutes les tranches.

## 8.2 Contribution de la maintenance et des contrôles réglementaires

Les charpentes métalliques, en particulier les soudures des liaisons sensibles, sont contrôlées lors des Visites Générales Périodiques imposées par la réglementation (arrêté du 01/03/2004).

D'autres contrôles sont réalisés au titre de la maintenance préventive. Ces contrôles sont adaptés à la prévention des dommages, eux-mêmes improbables compte-tenu des efforts en service qui ne dépassent pas la limite d'élasticité et des marges de dimensionnement.

Sont principalement réalisées :

- des tâches de contrôle visuel et de graissage des engrenages extérieurs,
- des tâches de contrôle visuel des arbres, tambours et poulies,
- des tâches de contrôle visuel des composants internes des réducteurs réalisées lors des opérations de vidange de la charge d'huile,
- Une surveillance du bruit des réducteurs, accouplements ou roulements à chaque arrêt de tranche.

## 8.3 Conclusion

L'augmentation de la durée d'exploitation de 5 ans n'accroît pas significativement le risque, en ce qui concerne les dommages potentiels prévisibles pour les charpentes métalliques et les mécanismes de levage des ponts de manutention.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3****9. Dossiers de qualification des matériels aux conditions accidentelles****9.1 Qualification initiale et durée de vie**

Le thème du maintien dans le temps de la validité des qualifications des matériels aux conditions accidentelles a été instruit dans le cadre des GP Qualification et GP Vieillessement.

La prise en compte du vieillissement dans la séquence de qualification initiale est une exigence du référentiel de qualification [QUA.1]

Les méthodes de qualification utilisées sont la méthode par essais et l'analyse. Dans le cas de la méthode par essais, le vieillissement fait l'objet de la phase d'appréciation du comportement dans le temps qui précède les essais en conditions accidentelles.

La durée de vie est une hypothèse d'entrée du processus de qualification mais n'est pas une donnée de sortie. Elle est généralement choisie à 40 ans sauf exceptions ; lorsque nécessaire, une hypothèse de durée de vie peut être prise pour les composants d'un matériel. L'hypothèse de durée de vie du matériel permet de choisir les paramètres (modalités ou sévérités) des essais. Le lien est :

- soit direct lorsqu'il s'agit de vieillissement accéléré (irradiation en fonctionnement normal, température ambiante),
- soit indirect lorsqu'il s'agit d'essais de robustesse ou d'endurance (contraintes climatiques, vibrations, cycles de fonctionnement).

La gestion du vieillissement des matériels qualifiés au fur et à mesure que l'âge du matériel augmente jusqu'à se rapprocher de l'hypothèse prise pour la durée de vie fait l'objet de la qualification progressive [QUA.2], complément indispensable du processus de qualification initiale.

**9.2 Position des matériels par rapport à un horizon de 40 ans****9.2.1 Etude approfondie pour les matériels K1**

A la suite du GP vieillissement, la situation des matériels par rapport à un horizon de 20 ans a été établie à la demande de l'ASN. Cet horizon est beaucoup plus proche que l'horizon de la VD4.

Les études du lien entre l'âge en exploitation et le maintien de la qualification reposent sur l'utilisation raisonnée d'une palette de six méthodes de la qualification progressive (dont le prélèvement sur site de matériels après une durée d'exploitation significative). On est susceptible de rencontrer cette variété des méthodes sur les matériels K1 à l'intérieur de l'enceinte (familles 2 à 6) :

- Ils sont soumis en situation accidentelle à des ambiances plus sévères que les matériels K3ad (extérieurs enceinte avec ambiance thermodynamique ou radiative dégradée).
- Leur localisation à l'intérieur de l'enceinte interdit toute intervention en cas d'accident.
- Dans l'enceinte de confinement, ils peuvent être soumis aux radiations en fonctionnement normal. Les mécanismes de vieillissement sont donc plus nombreux que pour les matériels K3.



**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

- En fonctionnement normal, le matériel K3ad est accessible en permanence, plus facile à surveiller et, si besoin, à instrumenter ; ce qui n'est pas le cas du matériel K1.
- Le matériel K1 n'a guère d'homologue hors du domaine nucléaire, ce qui impose un investissement dans la connaissance de son comportement. Pour le matériel K3, on reste généralement plus proche des standards industriels ce qui permet un accès au REX d'autres utilisateurs (pas forcément dans l'énergie nucléaire).

Note : Pour les matériels de la famille 1 (K2) et les matériels hors enceinte (K3), le respect des directives de maintenance et les dispositions de suivi en exploitation permettent de préserver un bon comportement au cours du temps ainsi que la tenue sismique.

**9.2.2 Cas des matériels mécaniques**

Pour les matériels mécaniques, le maintien de la qualification est basé sur le remplacement des composants sensibles à une périodicité qui en règle générale n'excède pas, ou peu, 20 ans.

La qualification des matériels mécaniques n'est donc pas attachée au calendrier exact des VD4.

**9.2.3 Cas des matériels électriques**

Il n'y a pas de maintenance programmée pour changer une partie sensible d'un matériel électrique; c'est le matériel complet qui serait à remplacer si un de ses composants arrivait en fin de vie.

Deux premières familles de matériels (câbles situés en « points chauds » et traversées électriques de l'enceinte) font l'objet d'études au sein de deux DAPE. Ces dossiers traitent explicitement des actions menées pour démontrer l'aptitude à l'exploitation pour des échéances de 50 ans au moins ( DAPE câbles), voire de 60 ans (DAPE traversées). Dans les deux cas, les programmes d'études en cours visent à conforter une durée de vie de 60 ans en cohérence avec les démarches internationales.

L'inventaire fait en 2007 montre que les autres matériels électriques K1, pour la plupart, ont été installés dans le cadre de mises à niveau de qualification postérieures au démarrage des tranches 900 MW ; les plus anciens de ces matériels n'auront 20 ans qu'entre 2011 et 2014. Cette information a été portée à la connaissance de l'ASN lorsque EDF a présenté sa politique de qualification progressive (incluant des essais sur du matériel prélevé sur site).

Pour les matériels plus jeunes que les tranches, ils n'auront pas encore 40 ans quand on arrivera à la VD4 (même si cette VD4 est positionnée au-delà de 40 ans). Les dossiers de la qualification initiale permettent, en l'état, de couvrir l'exploitation jusqu'à la VD4.

Pour les matériels prélevés, la politique affichée par EDF consiste à atteindre un double objectif, vérifier à 20 ans le maintien de l'état qualifié (demande de conformité faite par l'ASN) et participer au maintien de la qualification dans la perspective de la prolongation de la durée d'exploitation. Le calendrier des prélèvements en centrale et la durée des campagnes d'essai sont compatibles avec une disponibilité des résultats au moment où se prépareront les VD4 [QUA.3].

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

Enfin, pour les matériels jugés les plus sensibles au vieillissement pour lesquels le dossier de qualification aux conditions accidentelles atteindrait une limite quand on vise une durée cumulée de 40 ans, leur remplacement préventif est programmé sans attendre les VD4. Il devra intervenir à l'époque des VD3 afin de se prémunir d'une éventuelle augmentation des taux de défaillance à l'approche de la fin de vie. Le cas identifié concerne les électrovannes K1 du type MT/MB dont le remplacement par du matériel identique est prévu en VD3.

En conclusion, les études pour le maintien de la qualification jusqu'aux VD4 (au moins) des câbles et traversées électriques sont dans les DAPE correspondants. Pour les autres matériels électriques, la jeunesse des matériels installés lors de la mise à niveau des tranches REP 900 les rend insensibles au calendrier exact des VD4. Pour ceux dont le prélèvement a été décidé vers les vingt ans d'exploitation sur site, les informations attendues arriveront à temps pour orienter les études à faire en amont des VD4.

## 10. Conclusion

Dans les courriers en référence ([AS.1], [AS.2], [AS.3]), l'Autorité de Sûreté a demandé à EDF de se prononcer sur la validité des études établies sur la base d'une durée d'exploitation de 40 ans pour permettre une exploitation pendant toute la période décennale postérieure aux VD3 des tranches du palier 900 MWe.

Cette demande provient du décalage entre la durée de 40 ans (établie à partir de la date de la première divergence) et l'échéance prévisionnelle des VD4 : l'enchaînement des visites décennales est en effet basé sur la date de la première requalification complète du CPP, réalisée au plus tard 30 mois après le premier chargement en combustible.

Pour répondre à cette demande, un historique des durées d'exploitation des tranches du palier 900 a été réalisé. Sur la base de ces données, une durée de fonctionnement enveloppe de 325 000 heures (réacteur critique) correspondant à une durée de 45 ans avec un facteur de charge de 0,82 est retenue comme valeur couvrant le fonctionnement de l'ensemble des tranches pour la période décennale au-delà des VD3.

En tenant compte de cette hypothèse, la démarche a consisté à s'assurer que les dossiers techniques qui prennent comme hypothèse une durée de vie de 40 ans restent valides pour une durée d'exploitation des tranches du palier 900 MWe couvrant la période décennale au delà des VD3.

Les dossiers examinés concernent l'ensemble des équipements Importants pour la sûreté (IPS) ce qui permet de répondre globalement à la demande de l'Autorité de Sûreté, au delà des composants mentionnés dans les courriers précités.

L'analyse a porté en premier lieu sur les documents émis dans le cadre des Dossiers de Référence Règlementaires (DRR), y compris les documents relatifs aux « dossiers génériques » liés à des événements génériques apparus lors des contrôles périodiques et/ou l'exploitation des tranches et constitués en réponse à l'Arrêté d'Exploitation de 1999.

En complément, pour les composants et structures hors CPP/CSP, les dossiers de justification du comportement des internes de cuves, des ouvrages de génie civil, du contrôle-commande ainsi que des engins de manutention basés sur une durée de 40 ans ont été examinés à la lumière de la nouvelle durée d'exploitation.

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

Enfin, étant donnée que la durée de vie de 40 ans intervient comme hypothèse prise en compte dans le processus de qualification des matériels aux conditions accidentelles, un argumentaire sur la validité de ce processus tant pour les matériels mécaniques que pour les matériels électriques a été produit.

**L'analyse ainsi menée pour ces différents dossiers montre qu'ils restent valides pour une durée d'exploitation couvrant la période décennale postérieure aux VD3 des tranches du palier 900 MWe.**

EDF  
SEPTEN

Note d'étude  
**ENRE080043**

Indice  
**A**

Annexe 1

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale postérieure aux VD3**

## **Annexe 1**

**Données sur l'exploitation des tranches 900 MWe  
à l'échéance des VD4**

EDF  
SEPTENNote d'étude  
ENRE080043Indice  
A

Annexe1

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale au delà des VD3**

**Nombres d'heures de fonctionnement prévisionnel, réacteur critique**

Tranche	Date EHP (VCI)	Date 1 <sup>ère</sup> divergence	Date prévisionnelle VD3	Date prévisionnelle VD4	Nombre d'heures de fonctionnement (réacteur critique) au 29/02/2008	Nombre prévisionnel d'heures de fonctionnement (réacteur critique) à la VD4	Nombre prévisionnel d'heures de fonctionnement (réacteur critique) à la VD4 + 1 année	Age des tranches à la VD4 (nombre d'années)
			(1)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<b>Blayais 1</b>	03/07/1980	01/05/1981	févr-12	mai-22	182 909	288 479	296 195	41
<b>Blayais 2</b>	23/07/1981	01/06/1982	mai-13	juil-23	179 327	293 587	301 033	42
<b>Blayais 3</b>	07/10/1982	01/07/1983	juil-14	sept-24	175 019	298 011	305 457	42
<b>Blayais 4</b>	12/07/1982	01/05/1983	avr-15	juin-25	177 421	305 982	313 428	43
<b>Bugey 2</b>	07/04/1977	01/04/1978	févr-10	janv-20	191 526	279 736	287 182	42
<b>Bugey 3</b>	22/09/1977	01/08/1978	janv-12	août-21	192 876	292 877	300 323	43
<b>Bugey 4</b>	29/06/1978	01/02/1979	févr-11	nov-20	190 440	284 872	292318	42
<b>Bugey 5</b>	20/10/1978	01/07/1979	mai-11	janv-21	194 932	290 608	298 054	42
<b>Chinon B1</b>	19/06/1981	01/10/1982	juin-13	juil-23	172 115	286 375	293 821	41
<b>Chinon B2</b>	16/12/1981	01/09/1983	sept-16	oct-26	169 093	307 589	315 035	44
<b>Chinon B3</b>	10/12/1985	01/09/1986	août-19	sept-29	152 288	312 530	319 976	43
<b>Chinon B4</b>	23/09/1986	01/10/1987	juin-20	juin-30	146 826	312 637	320 083	43
<b>Cruas 1</b>	24/08/1982	01/04/1983	mai-15	juin-25	174 128	302 689	310 135	43
<b>Cruas 2</b>	03/12/1982	01/08/1984	août-17	sept-27	166 808	312 138	319 584	44
<b>Cruas 3</b>	31/05/1983	01/04/1984	juin-14	juil-24	171 473	293 200	300 646	41
<b>Cruas 4</b>	24/11/1983	27/10/1984	avr-17	avr-27	162 160	304 368	311 814	43
<b>Dampierre 1</b>	14/02/1979	23/03/1980	avr-11	juil-21	192 077	291 445	298 891	42
<b>Dampierre 2</b>	26/11/1979	10/12/1980	janv-12	mai-22	185 954	291 524	298 970	42
<b>Dampierre 3</b>	06/06/1980	30/01/1981	juil-13	sept-23	189 259	304 784	312 230	43

EDF  
SEPTENNote d'étude  
ENRE080043Indice  
A

Annexe1

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale au delà des VD3**

<b>Dampierre 4</b>	04/12/1980	18/08/1981	mai-14	juil-24	186 161	307 888	315 334	43
<b>Fessenheim 1</b>	12/03/1976	01/03/1977	oct-09	août-19	195 368	280 456	287 902	43
<b>Fessenheim 2</b>	06/10/1976	01/06/1977	juil-10	juin-20	203 239	294 549	301 995	43
<b>Gravelines 1</b>	08/11/1978	01/02/1980	juil-11	sept-21	189 558	290 191	297 637	42
<b>Gravelines 2</b>	12/07/1979	01/08/1980	avr-12	juin-22	197 654	303 856	311 302	42
<b>Gravelines 3</b>	06/03/1980	01/11/1980	déc-10	mai-21	193 106	291 230	298 676	41
<b>Gravelines 4</b>	18/11/1980	01/05/1981	mai-13	juil-23	188 954	303 214	310 660	43
<b>Gravelines 5</b>	24/11/1983	01/08/1984	juil-16	août-26	170 205	307 456	314 902	42
<b>Gravelines 6</b>	18/10/1984	01/07/1985	sept-17	oct-27	165 251	311 193	318 639	43
<b>St-Laurent B1</b>	07/02/1980	01/01/1981	juin-15	juil-25	173 147	302 320	309 766	45
<b>St-Laurent B2</b>	13/08/1980	01/05/1981	févr-13	avr-23	174 138	286 542	293 988	42
<b>Tricastin 1</b>	07/11/1979	01/02/1980	avr-09	juil-19	198 205	282 661	290 107	40
<b>Tricastin 2</b>	25/05/1980	01/07/1980	août-10	oct-20	196 124	289 923	297 369	41
<b>Tricastin 3</b>	17/10/1980	01/11/1980	mars-12	juin-22	197 456	303 658	311 104	42
<b>Tricastin 4</b>	24/04/1981	01/05/1981	août-14	sept-24	192 781	315 773	323 219	44

(1) Dates selon tableau de programmation des arrêts UTO/AAC de février 2008.

(2) Données fournies par l'OSGE.

(3) Nombres d'heures extrapolées à la VD4 en supposant un facteur de charge pour la période de fonctionnement de mars 2008 à la VD4 égal à 0,85.

(4) Nombres d'heures extrapolées à la VD4 + 1 année en supposant un facteur de charge pour la période de fonctionnement de mars 2008 à la VD4 + 1 année égal à 0,85

(5) Nombre d'années (arrondi par excès) entre la date de 1<sup>ère</sup> divergence et la date prévisionnelle de la VD4.

En prenant une marge d'une année pour couvrir un éventuel report de VD, on propose de retenir une durée d'exploitation équivalente à un nombre d'heures (réacteur critique) enveloppe de 325 000 h, ce qui correspond à 45 ans de fonctionnement avec un facteur de charge de 0,82.

EDF  
SEPTENNote d'étude  
ENRE080043Indice  
A

Annexe1

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale au delà des VD3**

**Nombre d'heures de fonctionnement prévisionnel en arrêt et attente à chaud**

L'analyse est menée à partir des résultats de la note EDF D4550.04.04.0177 ind. 0 (Analyse du nombre et de la durée cumulée des arrêts à chaud des tranches 900, 1300 et 1450 MWe).

Cette note fait la synthèse des durées d'arrêt et d'attente à chaud, tranche par tranche, à la fin de l'année 2002.

Nous avons estimé les durées prévisionnelles, par tranche, pour une exploitation jusqu'à la VD4 +1 an (marge d'une année pour couvrir un éventuel report de VD) par simple rapport sur les durées.

Le tableau suivant reprend les données et les résultats obtenus par tranches.

Tranche	âge de la tranche fin 2002	Heures en attente à chaud fin2002	Heures en arrêt à chaud fin 2002	Age des tranches à la VD4 (nombre d'années)	Heures en attente à chaud extrapolation VD4 + 1 an	Heures en arrêt à chaud extrapolation VD4 + 1 an	Heures cumulées attente et arrêt à chaud
Blayais 1	21,1	1609	8902	41	3203	17720	20922
Blayais 2	19,9	1010	7622	42	2182	16470	18652
Blayais 3	19,2	1146	5346	42	2567	11973	14539
Blayais 4	19,3	1070	5381	43	2439	12268	14707
Bugey 2	23,9	2041	11107	42	3672	19983	23655
Bugey 3	23,9	3175	9746	43	5845	17942	23788
Bugey 4	23,5	2915	7640	42	5334	13980	19313
Bugey 5	23	3296	6869	42	6162	12842	19004
Chinon B1	18,9	1091	4346	41	2424	9658	12082
Chinon B2	18,4	2050	4240	44	5014	10370	15383
Chinon B3	15,8	1589	5778	43	4425	16091	20516
Chinon B4	14,8	1689	6027	43	5021	17918	22939

EDF  
SEPTENNote d'étude  
ENRE080043Indice  
A

Annexe1

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale au delà des VD3**

Tranche	âge de la tranche fin 2002	Heures en attente à chaud fin2002	Heures en arrêt à chaud fin 2002	Age des tranches à la VD4 (nombre d'années)	Heures en attente à chaud extrapolation VD4 + 1 an	Heures en arrêt à chaud extrapolation VD4 + 1 an	Heures cumulées attente et arrêt à chaud
Cruas 1	18,8	4692	5895	43	<b>10981</b>	13797	<b>24778</b>
Cruas 2	17,8	2468	5819	44	6239	14711	20950
Cruas 3	18,3	2661	6285	41	6107	14425	20532
Cruas 4	17,9	2141	7033	43	5263	17288	22551
Dampierre 1	22,3	1132	5654	42	2183	10902	13085
Dampierre 2	21,9	1944	10369	42	3817	<b>20359</b>	24176
Dampierre 3	21,7	1653	5831	43	3352	11823	15175
Dampierre 4	21,2	1594	4667	43	3308	9686	12995
Fessenheim 1	25	1597	5781	43	2811	10175	12985
Fessenheim 2	24,8	2488	6150	43	4414	10911	15325
Gravelines 1	22,2	1760	5738	42	3409	11114	14523
Gravelines 2	22,1	1667	4564	42	3243	8880	12124
Gravelines 3	21,6	2463	7036	41	4789	13681	18470
Gravelines 4	31,3	1405	4555	43	1975	6403	8378
Gravelines 5	18	1295	5664	42	3094	13531	16624
Gravelines 6	17,3	1737	4139	43	4418	10527	14945
St-Laurent B1	19,4	3725	6311	45	8832	14964	23797
St-Laurent B2	19,4	2861	5578	42	6341	12364	18705



EDF  
SEPTEN

Note d'étude  
**ENRE080043**

Indice  
**A**

Annexe1

**Justification de l'exploitation des tranches 900 MWe  
pour la période décennale au delà des VD3**

Tranche	âge de la tranche fin 2002	Heures en attente à chaud fin2002	Heures en arrêt à chaud fin 2002	Age des tranches à la VD4 (nombre d'années)	Heures en attente à chaud extrapolation VD4 + 1 an	Heures en arrêt à chaud extrapolation VD4 + 1 an	Heures cumulées attente et arrêt à chaud
Tricastin 1	22,1	773	5257	40	1434	9753	11187
Tricastin 2	22,1	1005	3847	41	1910	7311	9221
Tricastin 3	21,7	841	4582	42	1666	9080	10746
Tricastin 4	21,2	1152	5779	44	2445	12267	14712

Les valeurs maximales obtenues sont les suivantes :

- durée maximale en attente à chaud à la VD4 : 11000 h
- durée maximale en arrêt à chaud à la VD4 : 21000 h
- durée maximale en arrêt ou attente à chaud à la VD4 : 25000 h