



DIRECTION PRODUCTION INGENIERIE
SERVICE ETUDES ET PROJETS
THERMIQUES ET NUCLEAIRES

SEPTEN A: FC 2 CP:
CC: DP EQUIPIER CRISE SEPTEN TE
D
N07D0050892 13/09/2007



BORDEREAU DE DIFFUSION

Diffusé le (voir code barres ci-dessus)

Référence du document diffusé **ENTEAG070065A**

Page 1/1

Titre du document diffusé

Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

Emetteur **COULON V.**

Poste 52 77 58

Entité émettrice **FC (note initiée à TE)**

Suite à donner "i" pour action, "o" pour info

Nombre de copies du bordereau seul
Nombre de documents complets ou partiels

Diffusion Septen	Commentaire		
Direction	Bordereau seul		1
Chef de projet (M PONT)	Document complet	1	
Equipers de crise SEPTEN	Document complet	24	
Chef de l'entité émettrice (G FERRARO) FC	Document complet	1	
Chef de l'entité émettrice (P LARDERET) TE	Document complet	1	
Pilote Stratégique (JM PESTEIL)	Document complet	1	

Diffusion EDF :	Commentaire		

Diffusion hors EDF :	Commentaire		

Nombre total de documents (partiels et complets) **28**

Nombre total de copies du bordereau seul **1**

Archivé au FDU OUI (avec le document diffusé)

Approbateur		
Nom	Date	Visa
PONT M.	10/09/07	

SEPTEN



Diffusé le Voir code barres ci-dessus
Réf ENTEAG070065 A

Entité émettrice TE

Rédacteur COULON V.

Nbre de pages 26

Domaine d'application CPY

Nbre d'annexes 6

Titre Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve –

ENTEAG070065	A	← Référence	
		Code Projet →	E264/005921

Type de document : Note d'étude

Mots clés . ONC, Accident Grave, rupture cuve

Résumé : Ce document constitutif de la trousse à outils REP 900 MWe de l'équipe de crise du SEPTEN présente un recueil de calculs thermohydrauliques menés avec le code MAAP dans le cadre de la modélisation des différents Etats Dégradés de l'Installation Principaux (EDI-P) dans l'arbre de niveau 2 des Etudes Probabilistes de Sûreté de niveau 2 du palier CPY et, du dimensionnement d'un système de recombineurs d'hydrogène. L'objectif de ce document est de fournir des éléments quantitatifs vis à vis de la cinétique de la dégradation du cœur et de la cuve par type d'initiateur et en fonction de la disponibilité des systèmes de sauvegarde.

Cette note concerne les états du réacteur en puissance.

Rédacteur		Vérificateur		Approbateur			
Nom-Date	Visa	Nom-Date	Visa	Chef d'entité		Chef de rang supérieur	
COULON V. 25/07/02		DAGUSÉ T. 01/08/02 LE MOAL G.		LARDERET P. 06/09/02			

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		

Archivage long	OUI	Archivé au FDU	OUI	Copyright EDF 2007
<input type="checkbox"/> 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.			
<input type="checkbox"/> 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).			
<input checked="" type="checkbox"/> Accès E D F	Ne peut être transmis à l'extérieur d'EDF que par un chef de service.			
<input type="checkbox"/> Accès libre	Document public.			

EDF SEPTEN	Note d'étude ENTEAG070065			Indice A	Page 2/26
Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve					
FICHE DE GESTION					
Important pour la sûreté (IPS)		OUI	<input checked="" type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>
Document HPIC		OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input checked="" type="checkbox"/>
Vérification	demandée	OUI	<input checked="" type="checkbox"/>	Par EDF	<input type="checkbox"/>
Indépendante		NON	<input type="checkbox"/>	Hors EDF	<input type="checkbox"/>
		En ligne	<input type="checkbox"/>	En cours	<input type="checkbox"/>
		En différé	<input type="checkbox"/>	Effectuée	<input type="checkbox"/>
Responsable vérification (NOM, SERVICE / SOCIÉTÉ)					
Prédiffusion du présent indice		OUI	<input checked="" type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>
Aupres de MM PONT, SEROT, ROMANET (FC), FLEURY, ACALET (TE), GOY, VACHER (PR)					
Existe-t-il un dossier d'étude associé à la note à cet indice ?		OUI	<input checked="" type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>
Note support à une position technique formalisée du SEPTEN		OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input checked="" type="checkbox"/>
Contrôle linguistique renforcé		OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input checked="" type="checkbox"/>

Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve**SYNTHÈSE**

Ce document a pour objet de présenter un recueil de calculs thermohydrauliques menés avec le code MAAP en support de la modélisation des différents Etats Dégradés de l'Installation Principaux (EDI-P) dans l'arbre de niveau 2 des Etudes Probabilistes de Sécurité de niveau 2 du palier CPY pour les états en puissance et du dimensionnement d'un système de recombineurs d'hydrogène. L'objectif de ce document est de fournir des éléments quantitatifs vis à vis de la cinétique de la dégradation du cœur et de la cuve selon le type de séquence accidentelle.

Les différentes classes de séquences étudiées sont :

- les brèches sur le circuit primaire,
- les pertes de l'eau alimentaire des générateurs de vapeur (H2),
- les pertes totales des alimentations électriques (H3) cumulées avec une perte de l'eau alimentaire des générateurs de vapeur (H2),
- les ruptures de tuyauterie vapeur dans l'enceinte

Cette note concerne les états du réacteur en puissance.

Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

SOMMAIRE

1. REFERENCES	6
2. INTRODUCTION	6
3. METHODES ET HYPOTHESES	6
4. BRECHES SUR CIRCUIT PRIMAIRE	7
4.1 Synthèse des séquences de type ‘brèche’ étudiées	7
4.2 Description des transitoires de type ‘brèche’	7
4.2.1 aprp_2_rec_gv	7
4.2.2 aprp_4_rec_gv_a	7
4.2.3 aprp_4_rec_gv_b	7
4.2.4 aprp_4_gv	8
4.2.5 aprp_12_rec_a	8
4.2.6 aprp_12_rec_b	8
4.2.7 aprp_12	8
4.2.8 aprp_1_gv	8
4.2.9 aprp_2_gv	8
4.2.10 aprp_3_gv	8
4.2.11 aprp_1	8
4.2.12 aprp_2	9
4.2.13 aprp_3	9
4.3 Cinétique de dégradation	9
4.4 Représentation graphique de la cinétique de dégradation	10
5. PERTES DE L'EAU ALIMENTAIRE DES GENERATEURS DE VAPEUR (H2)	11
5.1 Synthèse des séquences de type ‘H2’ étudiées	11
5.2 Description des transitoires de type ‘H2’	11
5.2.1 H2_rec_seb	11
5.2.2 H2_seb_diff_a	11
5.2.3 H2_seb_diff_b	11
5.2.4 H2_seb_a	12
5.2.5 H2	12
5.2.6 H2_seb_b	12
5.2.7 H2_1seb_diff_a	12
5.2.8 H2_1seb_diff_b	12
5.2.9 H2_rec_seb_diff_b	12
5.2.10 H2_rec_seb_diff_a	13
5.2.11 H2_seb_c	13
5.2.12 H2_seb_d	13
5.3 Cinétique de dégradation	13

Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

5.4 Représentation graphique de la cinétique de dégradation..... 14

6. PERTE TOTALE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES (H3)+ PERTE DE L'EAU ALIMENTAIRE DES GENERATEURS DE VAPEUR (H2) 15

6.1 Synthèse des séquences de type 'H2+H3' étudiées..... 15

6.2 Description des transitoires de type 'H2+H3' 15

6.2.1 H2_H3_seb_ft_diff_a. 15

6.2.2 H2_H3_seb_ft_diff_b 15

6.2.3 H2_H3_seb 15

6.2.4 H2_H3_seb_ft a 15

6.2.5 H2_H3_seb_ft b..... 16

6.2.6 H2_H3_seb_diff 16

6.2.7 H2_H3_ft_diff 16

6.2.8 H2_H3_seb_ft_diff_c 16

6.3 Cinétique de dégradation..... 17

6.4 Représentation graphique de la cinétique de dégradation..... 17

7. GROSSE RTV ENCEINTE 18

7.1 Synthèse des séquences de type RTV étudiées 18

7.2 Description des transitoires de type RTV..... 18

7.2.1 RTV1 18

7.2.2 RTV2. 19

7.3 Cinétique de dégradation..... 19

7.4 Représentation graphique de la cinétique de dégradation..... 19

8. ANNEXES 20

Annexe 1 : Cinétique de dégradation en fonction de la puissance résiduelle à l'entrée du GIAG et à la première relocalisation..... 21

Annexe 2 : Délai entre l'initiateur et le découverture en fonction de la puissance résiduelle à l'entrée du GIAG et à la première relocalisation..... 22

Annexe 3 : Délai entre le découverture et l'entrée dans le GIAG en fonction de la puissance résiduelle à l'entrée du GIAG et à la première relocalisation 23

Annexe 4 : Délai entre l'entrée dans le GIAG et la première relocalisation en fonction de la puissance résiduelle à l'entrée du GIAG et à la première relocalisation 24

Annexe 5 : Délai entre la première relocalisation et la rupture cuve en fonction de la puissance résiduelle à l'entrée du GIAG et à la première relocalisation 25

Annexe 6 : Cinétique de dégradation entre le découverture et la rupture cuve..... 26

Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve**1. Références**

- [1] ENTEAG030006 A «*Synthèse des études support pour l'EPS 900 de niveau 2 – Etat en puissance*»
- [2] ENTEAG060162 A «*EPS2 900 – EDI P7 – Mise à jour du calcul H3 avec brèche aux joints des GMPP*»
- [3] ENTEAG030199 A «*Démonstration de la performance de la distribution de recombineurs FRAMATOME ANP retenue pour l'installation sur les tranches REP CPY avec le code de calcul MAAP4.04c*»
- [4] ENTEAG030096 A «*Description synthétique du code MAAP et de sa validation physique*»

2. Introduction

L'objectif de ce document est de fournir aux équipiers de crise des éléments permettant d'évaluer la cinétique de dégradation du cœur jusqu'à la rupture de la cuve. Cette note reprend en grande partie les calculs menés avec le code scénario MAAP réalisés pour l'élaboration des Etudes Probabilistes de Sécurité de niveau 2 pour le palier CPY et dans le cadre du dimensionnement d'un système de recombineurs d'hydrogène. Les transitoires sont présentés selon le type d'accident, c'est à dire

- les brèches sur le circuit primaire,
- les pertes de l'eau alimentaire des générateurs de vapeur (H2),
- les pertes totales des alimentations électriques (H3) cumulées avec une perte de l'eau alimentaire des générateurs de vapeur (H2),
- les ruptures de tuyauterie vapeur dans l'enceinte

3. Méthodes et hypothèses

Les données présentes dans ce document sont essentiellement issues des références [1], [2] et [3]. Les calculs ont été menés avec le code de calcul MAAP [4] développé par la société américaine FAI pour le compte de l'EPR. Depuis le milieu des années 90, MAAP est le code de référence d'EDF pour les études des Accidents Graves. MAAP est un code modulaire qui permet de représenter une tranche REP dans son intégralité et de modéliser les séquences accidentelles. La modélisation physique du code couvre les aspects thermohydrauliques et le comportement des produits de fission, y compris pour états avancés de dégradation du cœur.

Il est à noter que L'IRSN n'utilise pas le code MAAP, et que d'autres approches peuvent conduire à des cinétiques éventuellement très différentes de celles calculées par ce code. La physique des accidents graves est complexe, entachée de fortes incertitudes et en perpétuelle évolution. Comme tout code de calcul, MAAP a des limites et ne modélise pas l'intégralité des phénomènes susceptibles d'être rencontrés en Accident Grave (explosion vapeur, détonation.) Cette note doit être utilisée avec ces éléments de contexte.

Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

4. Brèches sur circuit primaire

4.1 Synthèse des séquences de type 'brèche' étudiées

Transitoires	Identification du transitoire [1], [2],[3]	Taille en pouces	Systèmes de sauvegarde			Dépressurisation			Secondaire
			ISBP	ISHP	EAS	Ouverture par l'opérateur des soupapes SEBIM	Nombre de LDP	Critère d'ouverture	Refroidissement par les Générateurs de vapeur
aprp_2_rec_gv	Scenario 1	2	Perte à la recirculation	Perte à la recirculation	Perte à la recirculation	Non	3	/	Oui
aprp_4_rec_gv_a	APRP1	4	Perte a la recirculation	Perte à la recirculation	Indisponible	Oui	3	< GIAG	Oui
aprp_4_rec_gv_b	APRP2	4	Indisponible	Perte à la recirculation	Partiel	Oui	3	< GIAG	Oui
aprp_4_gv	APRP5	4	Indisponible	Indisponible	Indisponible	Oui	3	< GIAG	Oui
aprp_12_rec_a	Scenario2_2	12	Indisponible	Perte à la recirculation	Disponible	Non	/	/	Non
aprp_12_rec_b	Scenario3_1	12	Perte à la recirculation	Perte à la recirculation	Perte a la recirculation	Non	/	/	Non
aprp_12	Scénario4_1	12	Indisponible	Indisponible	Indisponible	Non	/	/	Non
aprp_1_gv	b10ra	1	Indisponible	Indisponible	Partiel	Oui	3	> GIAG	Oui
aprp_2_gv	b20ra	2	Indisponible	Indisponible	Partiel	Oui	3	> GIAG	Oui
aprp_3_gv	b30ra	3	Indisponible	Indisponible	Partiel	Oui	3	> GIAG	Oui
aprp_1	b10a	1	Indisponible	Indisponible	Partiel	Oui	3	> GIAG	Non
aprp_2	B20a	2	Indisponible	Indisponible	Partiel	Oui	3	> GIAG	Non
aprp_3	b30a	3	Indisponible	Indisponible	Partiel	Oui	3	> GIAG	Non

4.2 Description des transitoires de type 'brèche'

4.2.1 aprp_2_rec_gv

Ce scénario modélise une brèche primaire de 2 pouces, l'EAS et l'IS sont totalement perdus au passage en recirculation qui intervient 8h21mn après l'AAR. Lors du démarrage automatique de l'Injection de sécurité (84s) l'opérateur effectue un refroidissement par les GV à 56°C/h jusqu'à 130°C

4.2.2 aprp_4_rec_gv_a

Il s'agit d'une brèche primaire de 4 pouces, sans EAS, avec perte de l'ISBP à la recirculation qui intervient 2h15mn après l'AAR. L'opérateur effectue un refroidissement maximum par les GV 30 minutes après le démarrage de l'ISBP

4.2.3 aprp_4_rec_gv_b

Comme le scénario « aprp_4_rec_gv_a », il s'agit d'une brèche primaire de 4 pouces, mais avec une défaillance de l'ISBP à la sollicitation. L'EAS ne démarre pas automatiquement (échec) mais est mise en service manuellement au bout de 5h. L'opérateur effectue un refroidissement maximum par les GV. L'ISHP est perdue au passage en circulation qui intervient à 5h07mn

Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve**4.2.4 aprp_4_gv**

Le transitoire modélisé est une brèche primaire de 4 pouces, avec perte de l'IS et l'EAS à la sollicitation. L'opérateur effectue un refroidissement maximum par les GV.

4.2.5 aprp_12_rec_a

Ce scénario modélise une brèche primaire de 12 pouces, avec l'ISBP indisponible et perte de l'ISHP à la recirculation qui intervient 1h16mn après AAR. L'EAS est disponible.

4.2.6 aprp_12_rec_b

Il s'agit d'une brèche primaire de 12 pouces, perte de l'IS et l'EAS à la recirculation qui intervient 46 mn après AAR.

4.2.7 aprp_12

Il s'agit d'une brèche primaire de 12 pouces, EAS et IS indisponible.

4.2.8 aprp_1_gv

Cette séquence est une brèche d'1 pouce en branche intermédiaire, sans IS, avec mise en service de l'EAS lors de la dégradation du cœur (pénalisation de la concentration d'H₂) dans l'enceinte. Les lignes de décharge sont ouvertes 5 minutes après l'entrée dans le GIAG. Un refroidissement maximal par les GV est engagé 40 minutes après AAR.

4.2.9 aprp_2_gv

Cette séquence est une brèche de 2 pouces en branche intermédiaire, sans IS, avec mise en service de l'EAS lors de la dégradation du cœur (pénalisation de la concentration d'H₂) dans l'enceinte. Les lignes de décharge sont ouvertes 5 minutes après l'entrée dans le GIAG. Un refroidissement maximal par les GV est engagé 40 minutes après AAR.

4.2.10 aprp_3_gv

Cette séquence est une brèche de 3 pouces en branche intermédiaire, sans IS, avec mise en service de l'EAS lors de la dégradation du cœur (pénalisation de la concentration d'H₂) dans l'enceinte. Les lignes de décharge sont ouvertes 5 minutes après l'entrée dans le GIAG. Un refroidissement maximal par les GV est engagé 40 minutes après AAR.

4.2.11 aprp_1

Cette séquence est une brèche d'1 pouce en branche intermédiaire, sans IS, avec mise en service de l'EAS lors de la dégradation du cœur (pénalisation de la concentration d'H₂) dans l'enceinte. Les lignes de décharge sont ouvertes 5 minutes après l'entrée dans le GIAG. Il n'y a pas de refroidissement par le secondaire.

Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

4.2.12 aprp_2

Cette séquence est une brèche de 2 pouces en branche intermédiaire, sans IS, avec mise en service de l'EAS lors de la dégradation du cœur (pénalisation de la concentration d'H₂) dans l'enceinte. Les lignes de décharge sont ouvertes 5 minutes après l'entrée dans le GIAG. Il n'y a pas de refroidissement par le secondaire.

4.2.13 aprp_3

Cette séquence est une brèche de 3 pouces en branche intermédiaire, sans IS, avec mise en service de l'EAS lors de la dégradation du cœur (pénalisation de la concentration d'H₂) dans l'enceinte. Les lignes de décharge sont ouvertes 5 minutes après l'entrée dans le GIAG. Il n'y a pas de refroidissement par le secondaire.

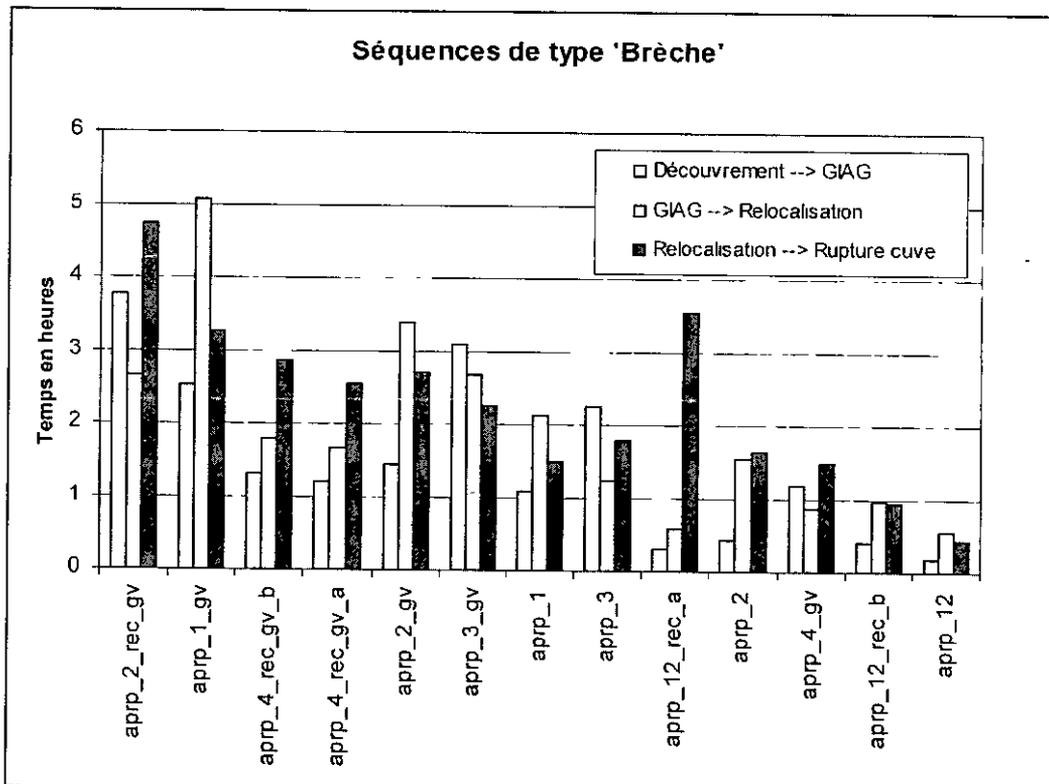
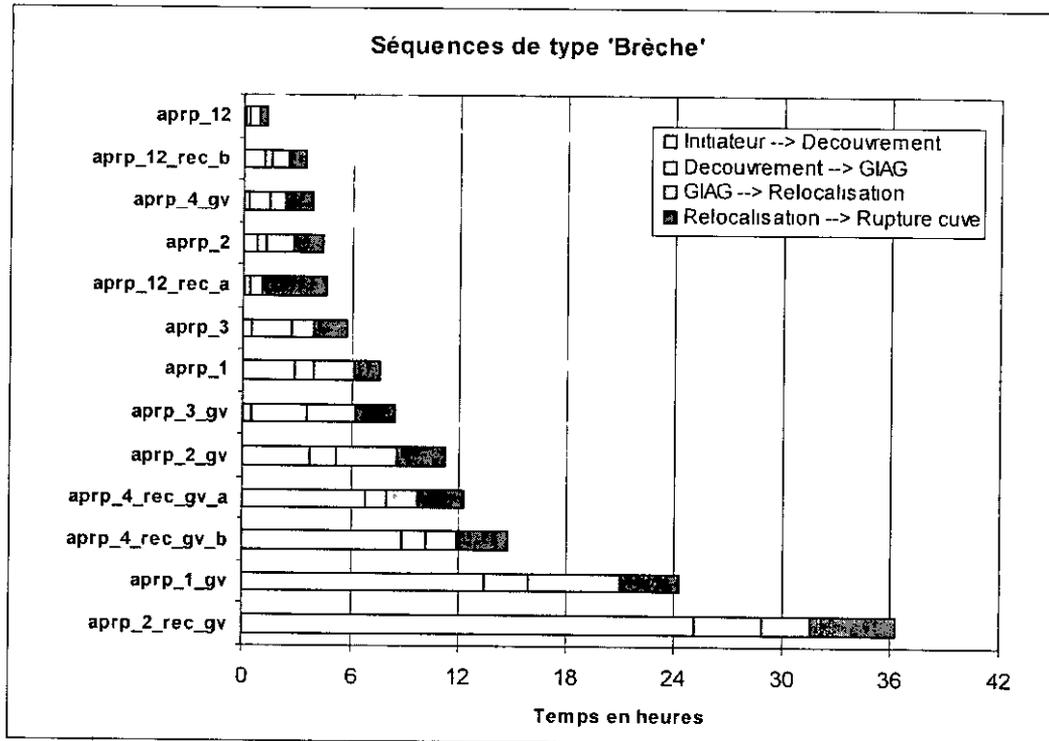
4.3 Cinétique de dégradation

Le tableau ci-dessous présente les instants clés de la dégradation (découvrement, entrée dans le GIAG, relocalisation, rupture cuve), ainsi que les délais d'une part entre l'entrée dans le GIAG et la rupture cuve, et d'autre part entre la première relocalisation du cœur et la rupture cuve.

Transitoires	Taille en pouces	Instants caractéristiques				Délais	
		Découvrement	Entrée dans le GIAG	Première relocalisation	Rupture cuve	T _{GIAG} ↓ T _{rupture_cuve}	T _{relocalisation} ↓ T _{rupture_cuve}
aprp_2_rec_gv	2	25h05	28h51	31h31	36h15	7h24	4h44
aprp_4_rec_gv_a	4	6h47	8h	9h40	12h14	4h14	2h34
aprp_4_rec_gv_b	4	8h48	10h07	11h55	14h46	4h39	2h51
aprp_4_gv	4	16mn19s	1h28	2h20	3h50	2h22	1h30
aprp_12_rec_a	12	7mn17s	25mn42	1h01	4h34	4h08	3h33
aprp_12_rec_b	12	1h07	1h32	2h30	3h26	1h54	0h56
aprp_12	12	6mn23	17mn21s	50mn43	1h17	1h00	0h26
aprp_1_gv	1	13h25	15h56	20h59	24h16	8h20	3h17
aprp_2_gv	2	3h42	5h08	8h32	11h14	6h06	2h42
aprp_3_gv	3	25mn55	3h32	6h12	8h28	4h56	2h15
aprp_1	1	2h54	3h59	6h07	7h37	3h38	1h30
aprp_2	2	47mn58	1h14	2h46	4h25	3h11	1h38
aprp_3	3	25mn55	2h41	3h56	5h43	3h02	1h47

Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

4.4 Représentation graphique de la cinétique de dégradation



Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

5. Pertes de l'eau alimentaire des générateurs de vapeur (H2)

5.1 Synthèse des séquences de type 'H2' étudiées

Transitoires	Identification du transitoire [1],[2],[3]	Systèmes de sauvegarde			Dépressurisation			Secondaire
		ISBP	ISHP	EAS	Ouverture par l'opérateur des soupapes SEBIM	Nombre de LDP	Critère d'ouverture	Fonctionnement de l'ASG
H2_rec_seb	Scenario 6_1	Perte a la recirculation	Perte a la recirculation	Perte a la recirculation	Oui	3	60s apres IS	Indisponible
H2_seb_diff_a	H2_2	Indisponible	Indisponible	Disponible	Oui	3	ECP4 + 30 min	Disponible 1 h
H2_seb_diff_b	H2_3	Indisponible	Indisponible	Disponible	Oui	3	ECP4 + 30 min	Disponible 1 h
H2_seb_a	Scenario 8_2	Disponible	Indisponible	Disponible	Oui	3	U1	Indisponible
H2	Scénario 8_4	Disponible	Indisponible	Disponible	Non	/	/	Indisponible
H2_seb_b	Scenario 8_10	Disponible	Indisponible	Disponible	Oui	3	GIAG	Indisponible
H2_1seb_diff_a	H2_5	Disponible	Indisponible	Disponible	Oui	1	BBC (55%)	Disponible 1 h
H2_1seb_diff_b	H2_8	Disponible	Indisponible	Disponible	Oui	1	ECP4 + 30 min	Disponible 1 h
H2_rec_seb_diff_b	H2_1	Indisponible	Perte à la recirculation	Disponible	Oui	3	ECP4 + 30 min	Disponible 1 h
H2_rec_seb_diff_a	H2_7	Indisponible	Perte a la recirculation	Disponible	Oui	3	BBC (55%) ou $\Delta T_{\text{sat}} < -\epsilon$	Disponible 1 h
H2_seb_c	e8u	Indisponible	Indisponible	Partiel	Oui	3	700° C +15 m,	Indisponible
H2_seb_d	e8g	Indisponible	Indisponible	Partiel	Oui	3	GIAG +15 mn	Indisponible

5.2 Description des transitoires de type 'H2'

5.2.1 H2_rec_seb

Ce scénario modélise une perte d'eau alimentaire des GV, avec perte de l'IS et de l'EAS au passage en recirculation qui intervient 5h49mn après AAR. L'opérateur enclenche un fonctionnement en « gavé-ouvert ». Les lignes de décharge du pressuriseur sont ouvertes 1 minute après le démarrage de l'ISHP.

5.2.2 H2_seb_diff_a

Le transitoire modélisé est une perte de l'eau alimentaire des GV, sans IS, les 3 pompes ASG étant disponibles pendant 1h. L'EAS est disponible. Les soupapes SEBIM sont ouvertes 30 min après l'entrée dans ECP4 (sans refermeture possible en cas de surchauffe du primaire). Les dispositions de conduite relatives à la consigne ECP4 sont prises en compte (arrêt des GMPP et des chaufferettes, isolement des GV). Le passage en recirculation a lieu 6h08 après AAR.

5.2.3 H2_seb_diff_b

Le transitoire modélisé est une perte de l'eau alimentaire des GV, sans IS, les 3 pompes ASG étant disponibles pendant 1h. L'EAS est disponible. Les actions de conduite sont

Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

identiques à celles de la séquence H2_2 avec une condition supplémentaire d'ouverture définitive des LDP quand le niveau cuve devient inférieur à BBC (55%) Les soupapes SEBIM étant déjà ouvertes lorsque le niveau devient inférieur à BBC, la séquence est strictement identique à H2_2

5.2.4 H2_seb_a

Ce scénario modélise une perte d'eau alimentaire des GVs, l'ISHP étant indisponible La dépressurisation du circuit primaire est lancée après atteinte du critère U1 L'EAS est disponible durant toute la séquence Le passage en recirculation intervient à 3h15mn

5.2.5 H2

Ce scénario modélise une perte d'eau alimentaire des GVs, l'ISHP étant indisponible, l'EAS est disponible Les SEBIM sont considérées bloquées ouvertes au bout de 100 battements. Le passage en recirculation intervient à 2h54mn

5.2.6 H2_seb_b

Le transitoire modélisé est une perte d'eau alimentaire des GVs, l'ISHP étant indisponible, l'EAS est disponible La dépressurisation par ouverture des soupapes SEBIM est effectuée à l'entrée dans le GIAG Le passage en recirculation a lieu 2h55mn après l'arrêt automatique du réacteur.

5.2.7 H2_1seb_diff_a

Cette séquence est une perte de l'eau alimentaire des GVs, sans ISHP, l'ASG étant disponible pendant 1h après AAR. Une seule SEBIM est disponible, définitivement ouverte quand le niveau devient inférieur à BBC (55%) Ce scénario prend en compte les dispositions relatives à la consigne ECP4 (arrêt des GMPP et des chaufferettes, isolement des GVs) Le passage en recirculation est atteint à 6h41mn

5.2.8 H2_1seb_diff_b

Cette séquence est une perte de l'eau alimentaire des GVs, sans ISHP, l'ASG étant disponible pendant 1h après AAR. Une seule SEBIM est disponible, ouverte 30 mn après entrée dans ECP4 L'EAS est disponible Ce scénario prend en compte les dispositions relatives à la consigne ECP4 (arrêt des GMPP et des chaufferettes, isolement des GVs) Le passage en recirculation est atteint à 7h25mn

5.2.9 H2_rec_seb_diff_b

Il s'agit d'une perte de l'eau alimentaire des GVs, sans ISBP, l'ASG étant disponible pendant 1 heure après AAR, avec défaillance de l'ISHP à la recirculation (10h57mn). L'EAS est disponible durant toute la séquence. Ouverture des SEBIM et de l'ISHP 30 minutes après l'entrée dans ECP4 Ce scénario prend en compte les dispositions relatives à la consigne ECP4 (arrêt des GMPP et des chaufferettes, isolement des GVs)

Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

5.2.10 H2_rec_seb_diff_a

Il s'agit d'une perte de l'eau alimentaire des GV, sans ISBP, l'ASG étant disponible pendant 1 heure après AAR, avec défaillance de l'ISHP à la recirculation atteint 10h57 après AAR. L'EAS est disponible durant toute la séquence. L'ouverture des SEBIM est effectuée lorsque le niveau devient inférieur à BBC (55%) ou sur critère $\Delta T_{sat} < -\epsilon$.

5.2.11 H2_seb_c

Cette séquence est une perte de l'eau alimentaire des GV, sans ISHP, sans ISBP. L'ouverture des SEBIM est effectuée 15 minutes après l'atteinte de $T_{ric} = 700\text{ °C}$. L'EAS est mise en service pendant la phase de dégradation du cœur (pénalisant vis à vis de la concentration d'hydrogène dans l'enceinte).

5.2.12 H2_seb_d

Cette séquence est une perte de l'eau alimentaire des GV, sans ISHP, sans ISBP. L'ouverture des SEBIM est effectuée 15 minutes après l'entrée dans le GIAG. L'EAS est mis en service pendant la phase de dégradation du cœur (pénalisant vis à vis de la concentration d'hydrogène dans l'enceinte).

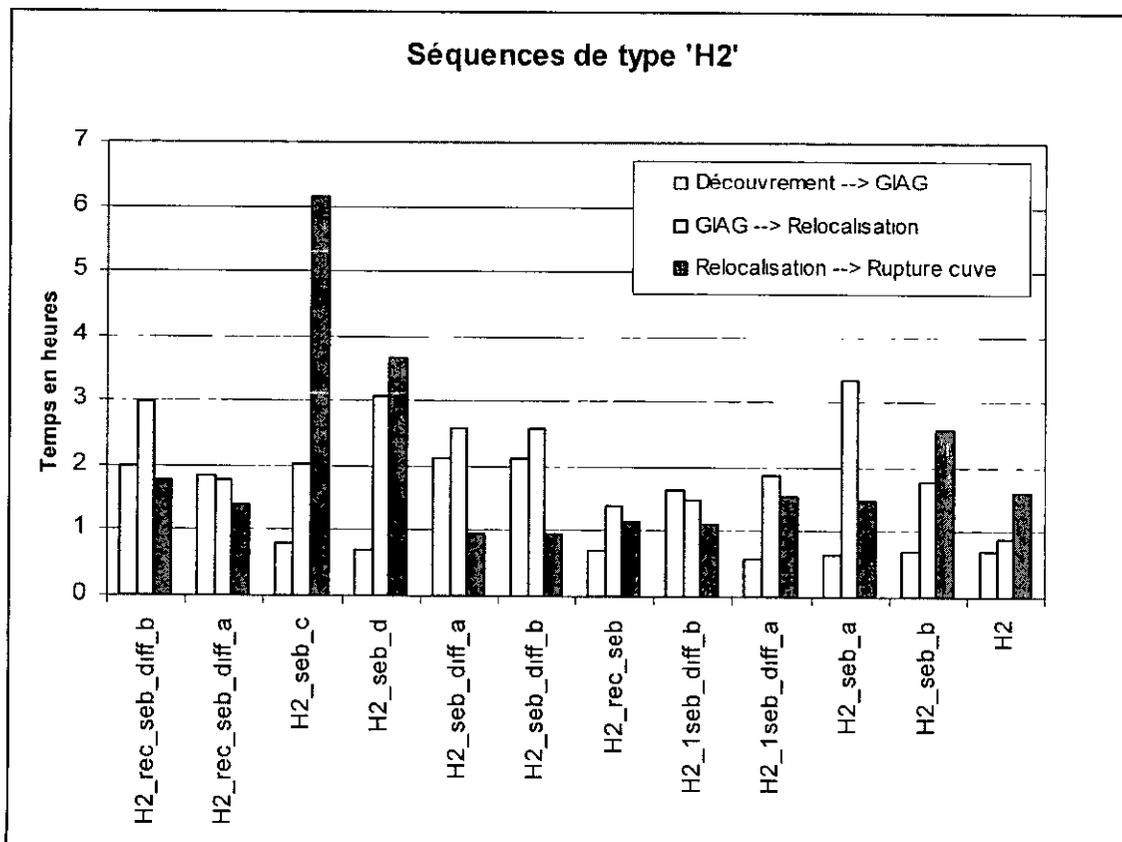
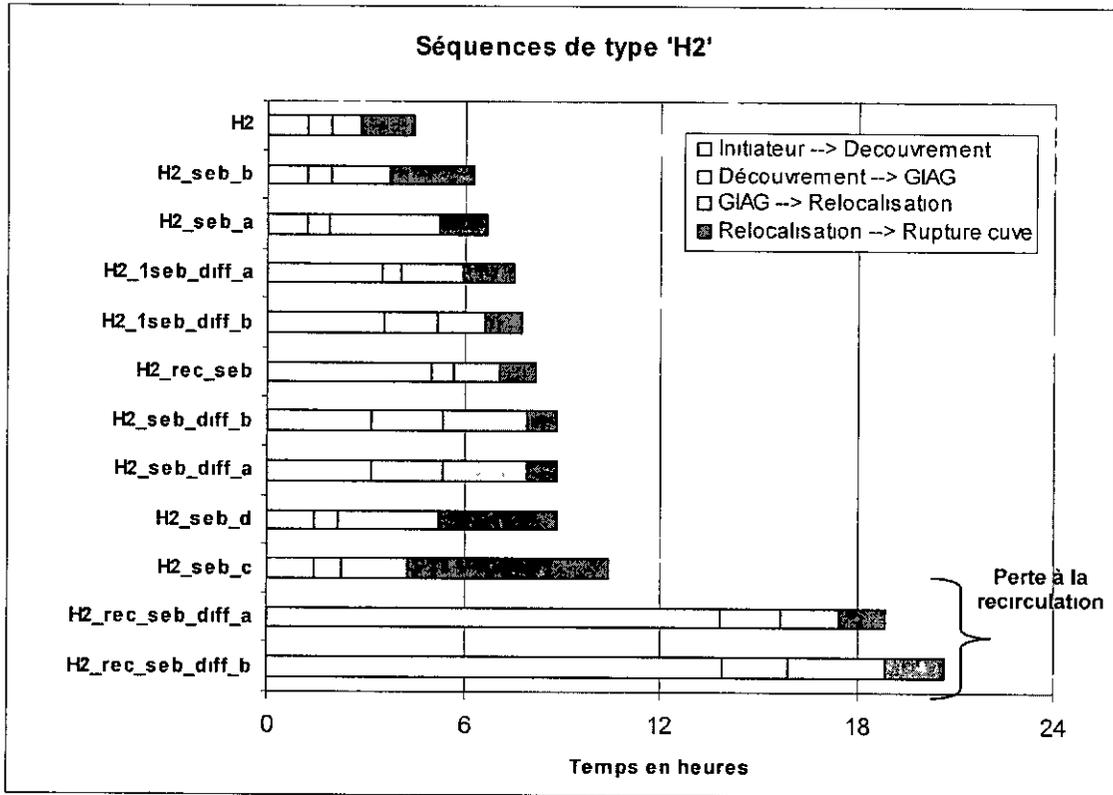
5.3 Cinétique de dégradation

Le tableau ci-dessous présente les instants clés de la dégradation (découvrement, entrée dans le GIAG, relocalisation, rupture cuve), ainsi que les délais d'une part entre l'entrée dans le GIAG et la rupture cuve, et d'autre part entre la première relocalisation du cœur et la rupture cuve.

Transitoires	Instants caractéristiques				Délais	
	Découvrement	Entrée dans le GIAG	Première relocalisation	Rupture cuve	T_{GIAG} ↓ $T_{rupture\ cuve}$	$T_{relocalisation}$ ↓ $T_{rupture\ cuve}$
H2_rec_seb	5h00	5h42	7h05	8h13	2h31	1h08
H2_seb_diff_a	3h12	5h20	7h55	8h52	3h32	57 mn
H2_seb_diff_b	3h12	5h20	7h55	8h52	3h32	57 mn
H2_seb_a	1h15	1h54	5h15	6h43	4h49	1h28
H2	1h15	1h58	2h52	4h27	2h29	1h35
H2_seb_b	1h15	1h58	3h44	6h18	4h20	2h34
H2_1seb_diff_a	3h31	4h06	5h59	7h31	3h25	1h32
H2_1seb_diff_b	3h34	5h11	6h39	7h46	2h35	1h07
H2_rec_seb_diff_b	13h55	15h54	18h52	20h39	4h45	1h47
H2_rec_seb_diff_a	13h51	15h42	17h29	18h51	3h09	1h22
H2_seb_c	1h27	2h16	4h18	10h26	8h10	6h08
H2_seb_d	1h27	2h10	5h14	9h54	6h44	3h40

Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

5.4 Représentation graphique de la cinétique de dégradation



**Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la
... cinétique de dégradation du cœur et de la cuve**

6. Perte totale des alimentations électriques (H3)+ perte de l'eau alimentaire des générateurs de vapeur (H2)

6.1 Synthèse des séquences de type 'H2+H3' étudiées

Transitoires	Identification du transitoire [1], [2],[3]	Systèmes de sauvegarde			Dépressurisation				Secondaire
		ISBP	ISHP	EAS	Ouverture des soupapes SEBIM à l'entrée dans le GIAG par l'opérateur	Nombre de LDP	Fuite aux Joints GMPP	Perte d'étanchéité (nombre de GMPP)	Fonctionnement de l'ASG
H2_H3_seb_ft_diff_a	H3_3	Indisponible	Indisponible	Indisponible	Oui	3	Oui	3	Disponible 1 h
H2_H3_seb_ft_diff_b	H3_5	Indisponible	Indisponible	Indisponible	Oui	3	Oui	1	Disponible 1 h
H2_H3_seb	H3_2	Indisponible	Indisponible	Indisponible	Oui	3	Non	0	Indisponible
H2_H3_seb_ft_a	H3_4	Indisponible	Indisponible	Indisponible	Oui	3	Oui	3	Indisponible
H2_H3_seb_ft_b	H3_6	Indisponible	Indisponible	Indisponible	Oui	3	Oui	1	Indisponible
H2_H3_seb_diff	H3_1	Indisponible	Indisponible	Indisponible	Oui	3	Non	0	Disponible 1 h
H2_H3_ft_diff	P7a	Indisponible	Indisponible	Indisponible	Non	/	Oui	3	Perte 1h27 (Perte TPS)
H2_H3_seb_ft_diff_c	P7b	Indisponible	Indisponible	Indisponible	Oui	3	Oui	3	Perte 1h27 (Perte TPS)

6.2 Description des transitoires de type 'H2+H3'

6.2.1 H2_H3_seb_ft_diff_a

Il s'agit d'une situation de perte totale des alimentations électriques, cumulée avec une perte d'eau alimentaire des GV. L'ASG fonctionne pendant 1h après AAR. Suite à l'assèchement des GV, l'étanchéité des joints des 3 GMPP n'est plus assurée. L'ouverture des SEBIM est effectuée à l'entrée dans le GIAG.

6.2.2 H2_H3_seb_ft_diff_b

Il s'agit d'une situation de perte totale des alimentations électriques, cumulée avec une perte d'eau alimentaire des GV. L'ASG fonctionne pendant 1h après AAR. Suite à l'assèchement des GV, l'étanchéité des joints d'1 GMPP n'est plus assurée. L'ouverture des SEBIM est effectuée à l'entrée dans le GIAG.

6.2.3 H2_H3_seb

Il s'agit d'une situation de perte totale des alimentations électriques, cumulée avec une perte d'eau alimentaire des GV. L'ASG est indisponible. L'étanchéité aux joints est toujours assurée. L'ouverture des SEBIM est effectuée à l'entrée dans le GIAG.

6.2.4 H2_H3_seb_ft_a

Le transitoire modélisé est une perte totale des alimentations électriques, cumulée avec une perte d'eau alimentaire des GV. L'ASG est indisponible. Suite à l'assèchement des GV,

Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

l'étanchéité des joints des 3 GMPP n'est plus assurée L'ouverture des SEBIM est effectuée à l'entrée dans le GIAG

6.2.5 H2_H3_seb_ft_b

Il s'agit d'une situation de perte totale des alimentations électriques, cumulée avec une perte d'eau alimentaire des GVs L'ASG est indisponible Suite à l'assèchement des GVs, l'étanchéité des joints d'une GMPP n'est plus assurée L'ouverture des SEBIM est effectuée à l'entrée dans le GIAG

6.2.6 H2_H3_seb_diff

Il s'agit d'une situation de perte totale des alimentations électriques, cumulée avec une perte d'eau alimentaire des GVs différée L'ASG fonctionne pendant 1h après AAR L'étanchéité aux joints est toujours assurée L'ouverture des SEBIM est effectuée à l'entrée dans le GIAG

6.2.7 H2_H3_ft_diff

Le transitoire se caractérise par une perte totale des alimentations électriques avec brèches aux joints de pompes primaires cumulée à une perte de l'alimentation en eau des générateurs de vapeur lorsque la pression secondaire passe au-dessous de 7,6 (perte TPS), et non après vidange de la bache ASG Les lignes de décharge du pressuriseur sont indisponibles

6.2.8 H2_H3_seb_ft_diff_c

Le transitoire se caractérise par une perte totale des alimentations électriques avec brèches aux joints de pompes primaires cumulée à une perte de l'alimentation en eau des générateurs de vapeur lorsque la pression secondaire passe au-dessous de 7,6 (perte TPS), et non après vidange de la bache ASG Les lignes de décharge du pressuriseur sont ouvertes 15 minutes après l'entrée dans le GIAG

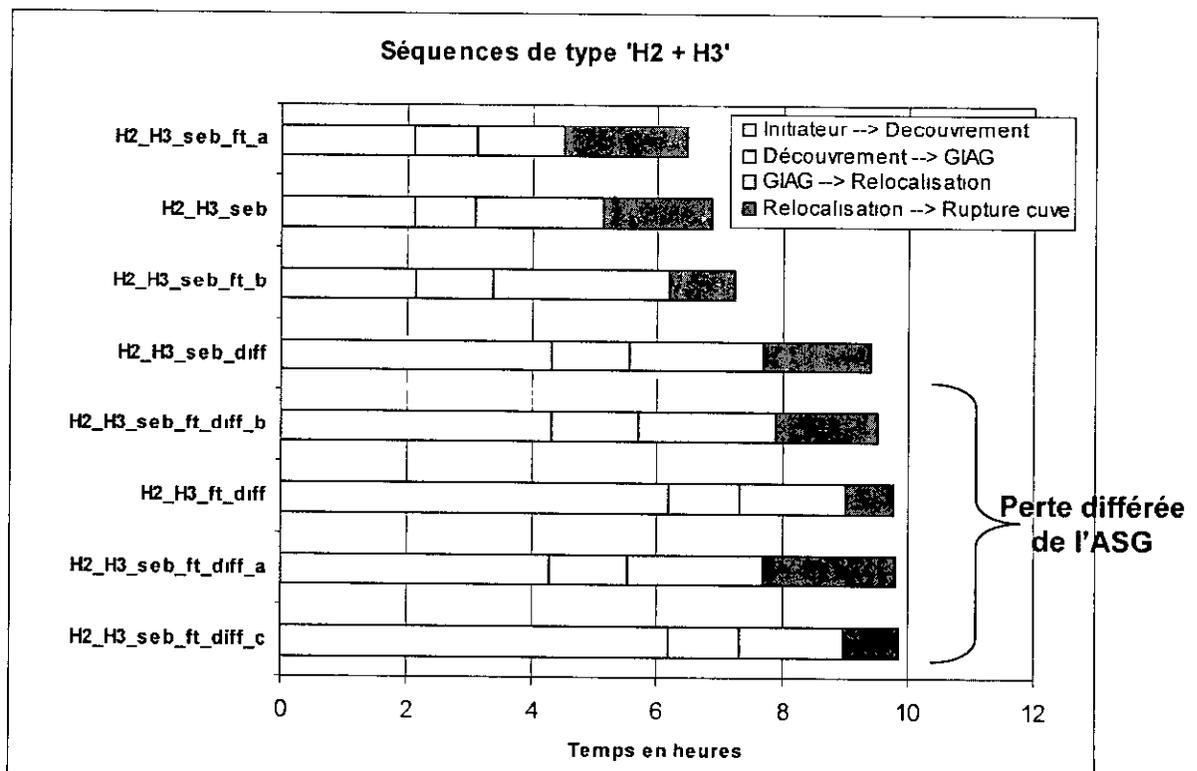
Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

6.3 Cinétique de dégradation

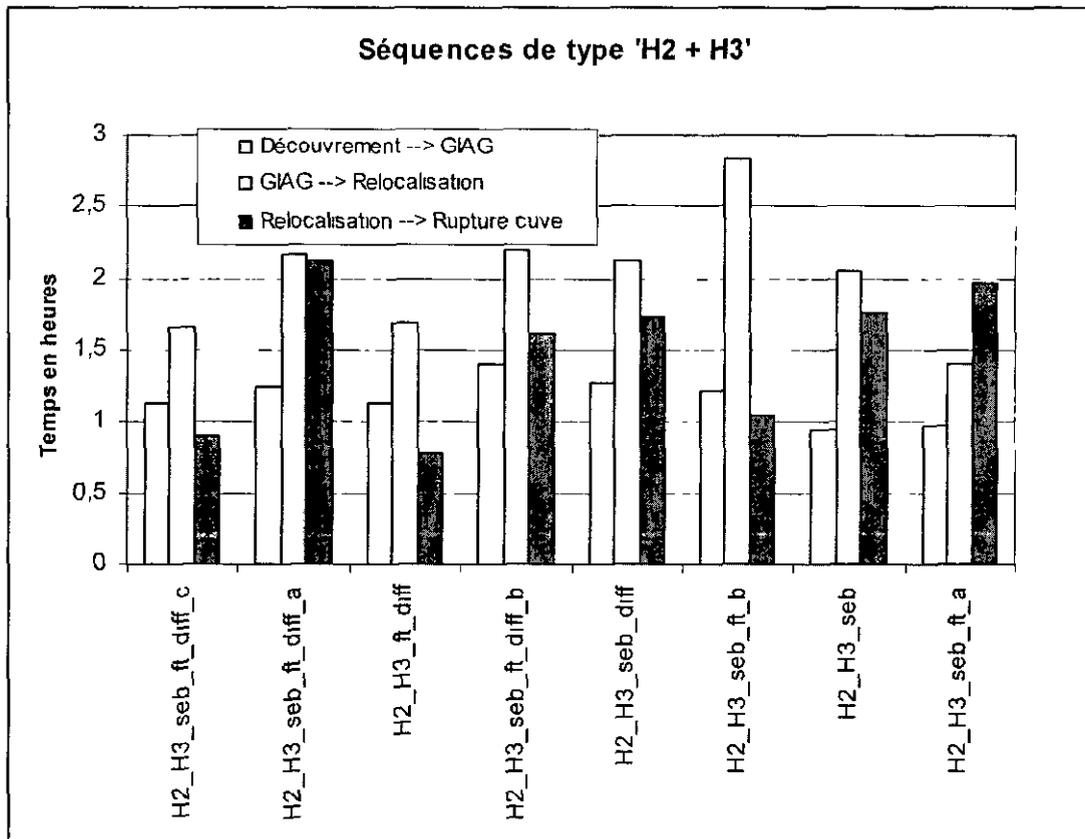
Le tableau ci-dessous présente les instants clés de la dégradation (découvrement, entrée dans le GIAG, relocalisation, rupture cuve), ainsi que les délais d'une part entre l'entrée dans le GIAG et la rupture cuve, et d'autre part entre la première relocalisation du cœur et la rupture cuve

Transitoire	Instants caractéristiques				Délais	
	Découvrement	Entrée dans le GIAG	Première relocalisation	Rupture cuve	T_{GIAG} ↓ $T_{rupture_cuve}$	$T_{relocalisation}$ ↓ $T_{rupture_cuve}$
H2_H3_seb_ft_diff_a	4h16	5h31	7h41	9h48	4h17	2h07
H2_H3_seb_ft_diff_b	4h18	5h42	7h54	9h31	3h49	1h37
H2_H3_seb	2h07	3h04	5h07	6h52	3h48	1h45
H2_H3_seb_ft_a	2h07	3h06	4h30	6h28	3h22	1h58
H2_H3_seb_ft_b	2h08	3h21	6h11	7h14	3h53	1h03
H2_H3_seb_diff	4h18	5h34	7h41	9h25	3h51	1h44
H2_H3_ft_diff	6h11	7h19	9h00	9h47	2h28	47mn
H2_H3_seb_ft_diff_c	6h11	7h19	8h58	9h52	2h33	54mn

6.4 Représentation graphique de la cinétique de dégradation



Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve



7. Grosse RTV enceinte

7.1 Synthèse des séquences de type RTV étudiées

Identification du transitoire [1], [2], [3]	Systèmes de sauvegarde			Secondaire	
	ISBP	ISHP	EAS	Rupture induite GV	Fonctionnement de l'ASG
RTV1	Indisponible	Indisponible	Indisponible	NON	Disponible jusqu'à vidange bache ASG (10h30)
RTV2	Indisponible	Indisponible	Indisponible	OUI (23h55)	Disponible jusqu'à vidange bache ASG (10h30)

7.2 Description des transitoires de type RTV

7.2.1 RTV1

Ce scénario modélise une grosse RTV dans l'enceinte, sans IS, ni EAS, les 3 pompes ASG étant disponibles, la rupture induite des tubes GV prédite par le code MAAP n'est pas prise en compte. L'instrumentation enceinte est perdue ce qui empêche toute action de conduite.

Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

7.2.2 RTV2

Ce scénario modélise une grosse RTV dans l'enceinte, sans IS, ni EAS, les 3 pompes ASG étant disponibles, la rupture induite des tubes GV prédite par le code MAAP est prise en compte. L'instrumentation enceinte est perdue ce qui empêche toute action de conduite.

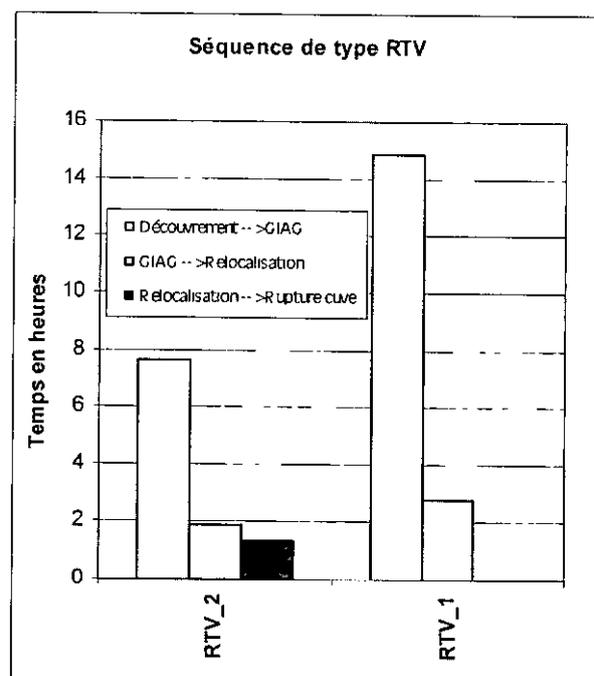
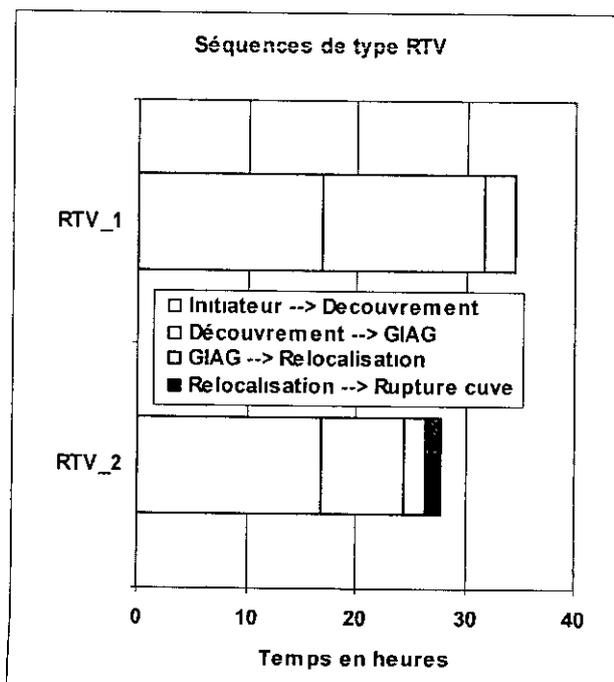
7.3 Cinétique de dégradation

Le tableau ci-dessous présente les instants clés de la dégradation (découvrement, entrée dans le GIAG, relocalisation, rupture cuve), ainsi que les délais d'une part entre l'entrée dans le GIAG et la rupture cuve, et d'autre part entre la première relocalisation du cœur et la rupture cuve.

Identification du transitoire	Instants caractéristiques				Délai	
	Découvrement	Entrée dans le GIAG	Première relocalisation	Rupture cuve	T_{GIAG} ↓ $T_{rupture_cuve}$	$T_{relocalisation}$ ↓ $T_{rupture_cuve}$
RTV_1	16h49	31h41	34h27		2h46	
RTV_2	16h49	24h28	26h23	27h43	3h15	1h20

 Pas de donnée

7.4 Représentation graphique de la cinétique de dégradation



Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve**8. Annexes**

Annexe 1 Cinétique de dégradation en fonction de la puissance résiduelle à l'entrée du GIAG et à la première relocalisation

Annexe 2 Délai entre l'initiateur et le découvrément en fonction de la puissance résiduelle à l'entrée du GIAG et à la première relocalisation

Annexe 3 Délai entre le découvrément et l'entrée dans le GIAG en fonction de la puissance résiduelle à l'entrée du GIAG et à la première relocalisation

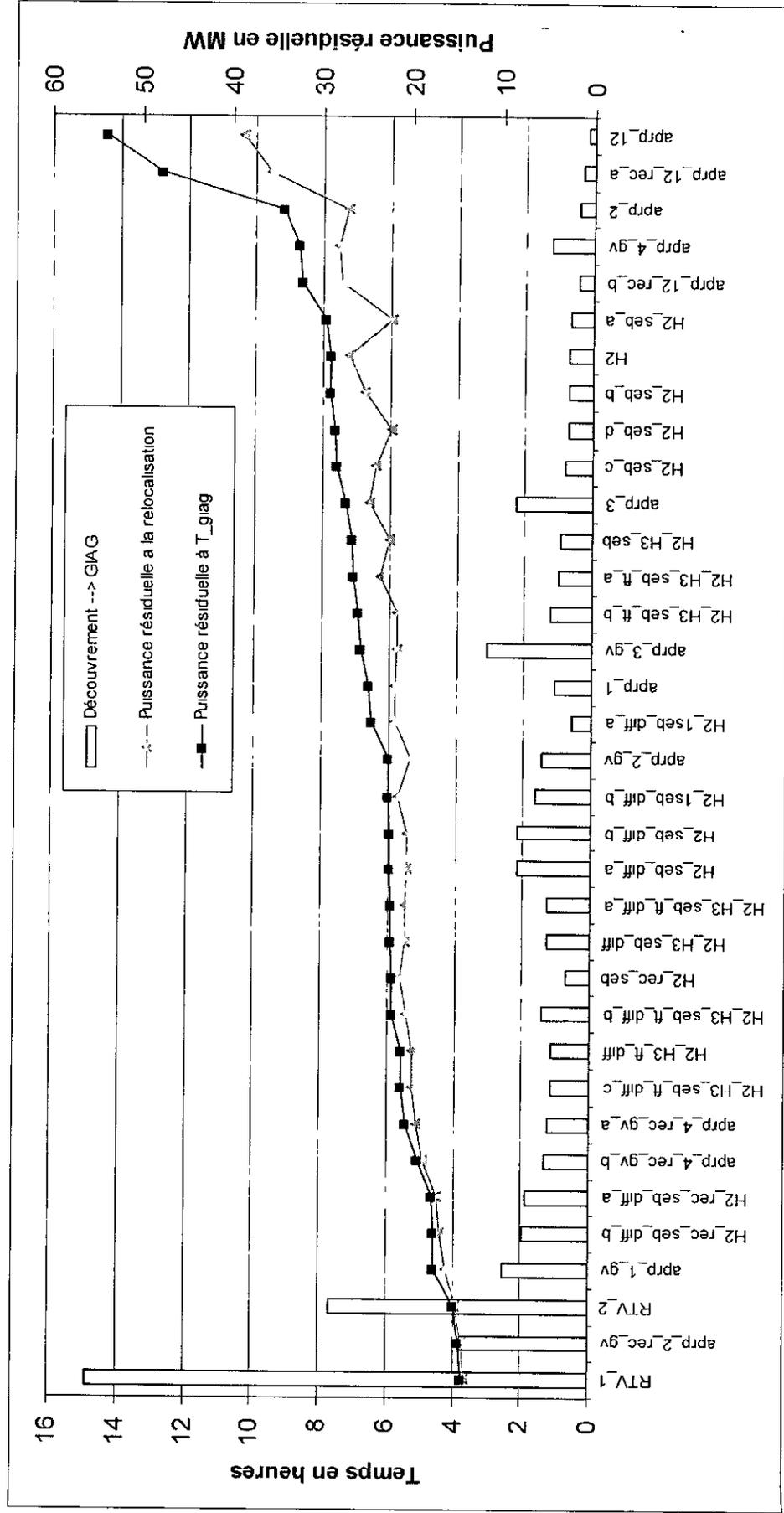
Annexe 4 . Délai entre l'entrée dans le GIAG et la première relocalisation en fonction de la puissance résiduelle à l'entrée du GIAG et à la première relocalisation

Annexe 5 Délai entre la première relocalisation et la rupture cuve en fonction de la puissance résiduelle à l'entrée du GIAG et à la première relocalisation

Annexe 6 Cinétique de dégradation entre le découvrément et la rupture cuve

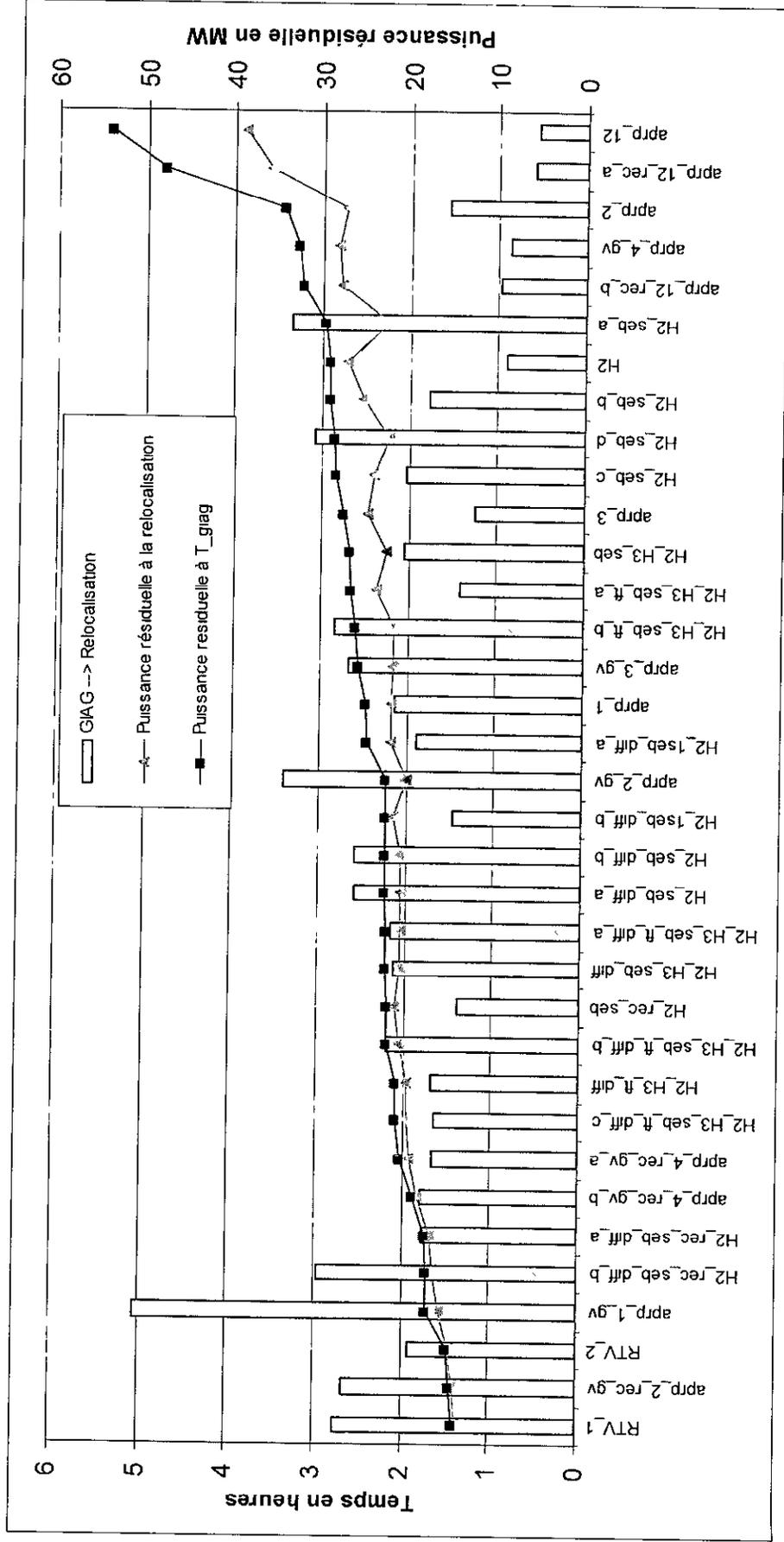
Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

Annexe 3 : Délai entre le découvrment et l'entrée dans le GIAG en fonction de la puissance résiduelle à l'entrée du GIAG et à la première relocalisation



Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

Annexe 4 : Délai entre l'entrée dans le GIAG et la première relocalisation en fonction de la puissance résiduelle à l'entrée du GIAG et à la première relocalisation



Trousse à outils REP 900 MWe – Accident Grave – Recueil de transitoires – Evaluation de la cinétique de dégradation du cœur et de la cuve

Annexe 6 : Cinétique de dégradation entre le découvrément et la rupture cuve

