



Jean-Philippe ROTA

Date :

NOTE TECHNIQUE
CNPE DE TRICASTIN - TRANCHE 1 - CAMPAGNE 26
DOSSIER SPECIFIQUE D'EVALUATION DE LA SURETE
DE LA RECHARGE - MODE G

PARITE MOX 52 – GESTION QUART DE CŒUR UO2 3.7% ET MOX EQUIVALENT 3.7%

D4550.37-07/9907

Indice : 0

46 pages

0 annexe(s)

0 pièce(s) jointe(s)

Applicabilité :

Référence d'affaire :

Documents associés :

Résumé :

Cette note présente l'évaluation de la sûreté pour la campagne 26 de la tranche 1 du C.N.P.E de TRICASTIN.

Elle a été rédigée sur la base du plan indice **0** du **22/05/07**.

Elle est constituée de figures et de tableaux de synthèse où sont comparées les valeurs calculées à la campagne 26 et les valeurs limites correspondantes pour chaque paramètre clé des études de sûreté de référence. L'introduction de la recharge ne remet pas en cause les résultats et conclusions des études de sûreté de référence.

Accessibilité :

EDF-GDF

Document QS

**DIRECTION PRODUCTION
INGENIERIE**
Unité d'Ingénierie d'Exploitation

Groupe Exploitation Cœur
Combustible
1, place Pleyel
93282 SAINT-DENIS CEDEX

Téléphone +33 (0)4 78 71 33 33
Télécopie +33 (0)4 78 71 28 60

www.edf.fr

EDF – SA au capital de 911 085 545 euros
552 081 317 R.C.S Paris

	CNPE DE TRICASTIN - TRANCHE 1 - CAMPAGNE 26 DOSSIER SPECIFIQUE D'EVALUATION DE LA SURETE DE LA RECHARGE - MODE G				Page : 2 / 46		
	PARITE MOX 52 – GESTION ¼ COEUR UO2 3.7% et MOX équiv. 3.7%				Réf. : D4550.37-07/9907		
					Indice : 0		
FICHE QUALITÉ							
Ind.	Rédacteur(s)		Contrôleur(s)		Approbateur		
	Nom	Visa	Nom	Visa	Nom	Visa	Date d'application
0	J-P. ROTA		A. DORIS		H. LESCANNE		
Validation du document							
Indice validé : _____ Date d'envoi en prédiffusion : _____ Prédiffusion formalisée : <input type="checkbox"/> Groupe de travail : <input type="checkbox"/> Autre méthode : <input type="checkbox"/> Informations complémentaires : _____ Identification du fichier : EVSPMOX.DOT - 2039296 Octets - 25/05/2007 14:04 Identification du formulaire : Note technique issue du modèle Note_Tec.dot - Version 1.02.02							
Historique des modifications							
Indice	Date	Paragraphes modifiés / Objet					
0		Emission initiale					

	CNPE DE TRICASTIN - TRANCHE 1 - CAMPAGNE 26 DOSSIER SPECIFIQUE D'EVALUATION DE LA SURETE DE LA RECHARGE - MODE G		Page : 3 / 46
	PARITE MOX 52 – GESTION ¼ COEUR UO2 3.7% et MOX équiv. 3.7%		Réf. : D4550.37-07/9907
			Indice : 0
FICHE DE DIFFUSION			
Diffusion interne à la Direction Production Ingénierie			
Destinataire(s)		Nb	Destinataire(s)
Branche Méthodes C.N.P.E de TRICASTIN		1 1	
Diffusion externe à la Direction Production Ingénierie			
Destinataire(s)		Organisme(s)	



TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	9
2. PLAN DE CHARGEMENT	10
2.1. HYPOTHESES	10
2.1.1. HYPOTHESES GENERALES	10
2.1.2. CONTRAINTES PARTICULIERES	10
2.2. PLAN DE CHARGEMENT	10
2.2.1. PLAN EN REPERE "BATAILLE-NAVALE"	10
2.2.2. PLAN COMPORTANT LES NUMEROS D'IDENTIFICATION DES ASSEMBLAGES	10
3. EVALUATION DE LA SURETE	11
4. MISE A JOUR DES SPECIFICATIONS TECHNIQUES D'EXPLOITATION	12
5. CONCLUSION	13
6. REFERENCES	14
 TABLEAUX 1 A 10	 15 A 23
 FIGURES 1 A 20	 24 A 43
 ANNEXE 1	 44 A 46



LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 :	CARACTERISTIQUES DES ASSEMBLAGES	15
TABLEAU 2 :	PARAMETRES GENERAUX DE FONCTIONNEMENT	16
TABLEAU 3 :	BILAN DES MARGES - APRP ET RFTC.....	17
TABLEAU 4 :	DISTRIBUTIONS ENVELOPPES DE PUISSANCE	18
TABLEAU 5 :	COEFFICIENTS DE REACTIVITE COEFFICIENTS CINETIQUES VERIFICATION REA BORE.....	19
TABLEAU 6 :	MARGE D'ARRET EN FIN DE CAMPAGNE A SA LONGUEUR NATURELLE	20
TABLEAU 7 :	PARAMETRES CLES SPECIFIQUES	21
TABLEAU 8 :	DISTRIBUTIONS SPECIFIQUES DE PUISSANCE	22
TABLEAU 9 :	VALEURS LIMITES DU PIC RADIAL DE PUISSANCE DANS LA REGION SANS GRAPPE EN FONCTION DE L'ELEVATION DANS LE COEUR ET DE L'IRRADIATION DE CAMPAGNE	23
TABLEAU 10 :	COURBES DE CALIBRAGE, VALEURS DU COMPTEUR DE PAS EN CHEVAUCHEMENT EN FONCTION DE LA PUISSANCE THERMIQUE POUR LA PROLONGATION DE CYCLE	23



CNPE DE TRICASTIN - TRANCHE 1 - CAMPAGNE 26 DOSSIER SPECIFIQUE D'EVALUATION DE LA SURETE DE LA RECHARGE - MODE G PARITE MOX 52 – GESTION ¼ COEUR UO2 3.7% et MOX équiv. 3.7%	Page :	6 / 46
	Réf. :	D4550.37-07/9907
	Indice :	0

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 :	Carte de coeur en fin de campagne 25 avec les épuisements par assemblage et les numéros de lot	24
FIGURE 2 :	Plan de chargement en repère "bataille navale"	25
FIGURE 3 :	Plan de chargement comportant les numéros d'identification des assemblages	26
FIGURE 4 :	Schéma d'implantation des grappes	27
FIGURE 5 :	Carte de puissance, début de campagne, pleine puissance, à l'équilibre Xénon, toutes barres hautes	28
FIGURE 6 :	Carte de puissance, début de campagne, pleine puissance, à l'équilibre Xénon, groupe R inséré	29
FIGURE 7 :	Domaines de fonctionnement en mode G	30
FIGURE 8 :	Enveloppe de Q(z) et limite APRP	31
FIGURE 9 :	Marge en DNBR en fonction du déséquilibre axial de puissance pour un fonctionnement de classe 1	32
FIGURE 10 :	Coefficient de puissance dû au Doppler seul	33
FIGURE 11 :	RTV Catégorie 4 – Efficacité différentielle du bore	34
FIGURE 12 :	RTV Catégorie 4 – Coefficient de densité modérateur	35
FIGURE 13 :	Evaluation du mauvais fonctionnement de l'eau alimentaire normale	36
FIGURE 14 :	RTV Catégorie 4 – Contre-réaction de puissance / Marge d'arrêt / Choix du State-Point	37
FIGURE 15 :	Limites d'insertion du groupe de régulation R pour la longueur naturelle de la campagne et son éventuelle prolongation	38



LISTE DES FIGURES (suite et fin)

FIGURE 16 :	Position du groupe R en fonction de l'irradiation de la campagne pour la mesure de la différence axiale de puissance de référence (milieu de la bande de manoeuvre)	39
FIGURE 17 :	Evolution de l'écart entre la différence axiale de puissance de référence pendant la prolongation de campagne et la valeur en fin de campagne naturelle en fonction de l'épuisement sur 60 JEPP	40
FIGURE 18 :	Délai T0 après convergence pendant lequel l'antiréactivité du xénon est supérieure à 2000 pcm en fonction de la puissance stable avant arrêt	41
FIGURE 19 :	Concentrations en Bore minimales à l'arrêt à chaud – Groupes R, G1, G2, N1, N2, SA et SB insérés	42
FIGURE 20 :	Concentrations en Bore minimales à l'arrêt à froid – Groupes R, G1, G2, N1, N2, SA et SB insérés	43
FIGURES A1 :	Vérification du caractère enveloppe des historiques de puissance utilisés lors de l'étude du comportement des crayons PuO2 lots 40 et 42	45 et 46



LISTE DES ABREVIATIONS

DDC :	début de campagne
FDC :	fin de campagne
EQX :	équilibre Xénon, 150 MWj/t
PNOM :	puissance nominale
PNUL :	puissance nulle
TBH :	toutes barres hautes
TBI :	toutes barres insérées
TBI-1 :	toutes barres insérées sauf la plus antiréactive
R IN :	groupe R inséré
CB :	concentration en bore
APRP :	accident de perte de réfrigérant primaire
JEPP :	jours équivalents à pleine puissance
Δp :	efficacité de grappe (pcm)
β :	fraction de neutrons retardés (pcm)
FQ :	facteur total de point chaud
DT :	densité théorique
DNBR :	rapport de DNB
F Δ H :	facteur d'élévation d'enthalpie du canal chaud



1. INTRODUCTION

Ce document d'évaluation de la sûreté est le dossier spécifique concernant la campagne 26 de la tranche 1 du CNPE de TRICASTIN exploitée avec un pilotage mode G.

Il est constitué pour l'essentiel d'une série de figures et de tableaux dans lesquels sont comparées des valeurs calculées au cours de la campagne à des valeurs limites correspondant aux études de sûreté de référence. Ces comparaisons portent sur une liste de paramètres clés des études de sûreté.

Les méthodes d'évaluation de la sûreté sont exposées, et la liste des paramètres clés est justifiée, dans le Dossier Général d'Évaluation de la Sûreté, document D.G.E.S. PARITE MOX 52 (référence 1).



2. PLAN DE CHARGEMENT

2.1. HYPOTHESES

2.1.1. HYPOTHESES GENERALES

L'étude est effectuée à partir de la longueur de campagne 25 de 11772 MWj/t (305 JEPP) dont 55 JEPP de prolongation de campagne.

Les épuisements par assemblage en fin de campagne 25 sont portés sur la figure 1.

La recharge est composée de 40 assemblages de technologie AFA3GA dont :

- 28 assemblages UO2 enrichis à 3.7 % en U235
- 12 assemblages MOX avec une teneur en PU02 égale à 8.65 %

2.1.2. CONTRAINTES PARTICULIERES

Les dispositions de la DT176 indice 1 (référence [4]) sont prises en compte.

2.2. PLAN DE CHARGEMENT

2.2.1. PLAN EN REPERE "BATAILLE-NAVALE"

Les positions occupées à la campagne 25 et antérieures par les assemblages rechargés à la campagne 26 sont repérées sur la figure 2.

2.2.2. PLAN COMPORTANT LES NUMEROS D'IDENTIFICATION DES ASSEMBLAGES

Les numéros d'identification des assemblages avec leur position dans le coeur sont reportés sur la figure 3.



3. EVALUATION DE LA SURETE

Les tableaux 1 à 2 rappellent les caractéristiques des assemblages et les paramètres généraux de fonctionnement. Le tableau 3 et les figures 8 et 9 présentent le bilan des études APRP et thermohydrauliques. A ce titre, la présence concomitante dans le cœur d'assemblages de types différents du point de vue thermohydraulique (assemblages combustibles de technologie AFA-2Ge et AFA-3G) induit des redistributions de débit. Celles-ci se traduisent par une pénalité en % de REC évaluée en fonction de la proportion des différents types d'assemblages. Conformément à l'addendum combustible au DGES (réf [3]), la valeur de cette pénalité est de 1.3 %.

Les tableaux 4 et 5 et la figure 10 établissent une comparaison entre valeur calculée pour la campagne et valeur limite, pour les paramètres généraux des études d'accidents. A titre illustratif, les figures 5 et 6 présentent la distribution radiale de puissance en début de campagne à la puissance nominale (xénon à l'équilibre) pour les configurations de grappes TBH et R IN respectivement.

Les volumes REA bore nécessaires pour passer de l'état RP (attente à chaud au pic xénon) à l'état d'arrêt à froid ont été calculés (cf. tableau 5).

La valeur nécessaire pour la campagne 26 de la tranche 1 du CNPE de TRICASTIN est inférieure à la valeur requise par les STE.

Les volumes nécessaires dans les autres états sont également vérifiés.

Les tableaux 6 à 8 et les figures 11 à 14 établissent la même comparaison pour les paramètres spécifiques à certaines études d'accidents.

Un déséquilibre azimuthal interne enveloppe de 3% à puissance nominale est pris en compte dans l'étude. Le tableau 9 donne les valeurs limites du facteur de pic radial dans la région sans grappe en fonction de l'épuisement et de l'élévation dans le coeur, à vérifier lors des cartes de flux.

Les assemblages MOX du lot 44 effectuent leur première campagne d'irradiation.

Le taux d'irradiation de décharge maximal par assemblage, y compris une éventuelle prolongation de campagne de 60 jepp est de 49800 MWj/t pour cette recharge.

Le caractère enveloppe des historiques de puissance utilisés lors de l'étude du comportement des crayons MOX est vérifié pour les crayons MOX des lots 40 et 42 effectuant leur deuxième ou troisième campagne d'irradiation.

4. MISE A JOUR DES SPECIFICATIONS TECHNIQUES D'EXPLOITATION

Les points suivants des Spécifications Techniques d'Exploitation sont à mettre à jour pour la campagne 26 de la tranche 1 du CNPE de TRICASTIN et son éventuelle prolongation au delà de la longueur naturelle, en pilotage mode G :

- **POSITION RECOMMANDEE DU GROUPE R** pour la mesure du ΔI_{ref} en cours de campagne : **Figure 16**

- **EVOLUTION DE L'ECART ENTRE LA DIFFERENCE AXIALE DE PUISSANCE DE REFERENCE EN PROLONGATION DE CAMPAGNE ET LA VALEUR EN FIN DE CAMPAGNE NATURELLE** en fonction de l'épuisement, sur 60 jepp (groupe R à 221 pas extraits) : **Figure 17**

- **INTERVALLE DE TEMPS APRES L'ARRET PENDANT LEQUEL L'EMPOISONNEMENT XENON EST SUPERIEUR A 2000 PCM, EN FONCTION DE LA PUISSANCE** : **Figure 18**

- **CONCENTRATIONS EN BORE MINIMALES A L'ARRET A CHAUD ET A L'ARRET A FROID** en fonction de l'épuisement : **Figures 19 et 20**

- **SURVEILLANCE DU COEUR A PUISSANCE NOMINALE**
 - $F_{xy}^{Limite}(BU, z)$: voir tableau 9

- **Le Klim pour la campagne 26 a pour valeur 0.**

- **COURBE DE CALIBRAGE DES GROUPES GRIS EN FONCTION DE LA PUISSANCE THERMIQUE POUR LA PROLONGATION DE CAMPAGNE** : **Tableau 10**



5. CONCLUSION

L'examen des tableaux de comparaison pour l'évaluation de la sûreté de la campagne montre que les valeurs calculées pour l'ensemble des paramètres clés respectent les valeurs limites des études de sûreté de référence.



6. REFERENCES

- [1] - Tranches REP 900MW Palier CPY - Dossier Général d'Évaluation de la Sûreté des recharges (DGES) - Méthodologie EDF / PARITE MOX 52
Note EDF/UNIE - D4550.37-07/1184 indice A
- [2] - Analyses de la fabrication :
- 2a** - « Vérification des facteurs technologiques des fabrications UO2 de l'année 2006 pour les réacteurs EDF 900 MWe – CPY »
 Note AREVA NP FF/DC/03653 rév.A du 03/04/2007.
- 2b** - « Analyse des résultats de fabrication des lots FM13-P de la campagne FM13 (PARITE MOX) - Vérification des facteurs d'incertitudes technologiques »
 Note AREVA FF/DC/03650 révision A du 01/04/2007.
- [3] - Tranches REP 900 MW - Addendum au Dossier Général d'Évaluation de la Sûreté des Recharges – Prise en compte des différents produits combustible »
Note EDF D4510 NT BC MET 02 3546 ind. B
- [4] - Disposition transitoire DT176 indice 1
Objet : concentration en bore toutes barres hautes
D4550.37-07/0375
- [5] - « Réacteurs à eau sous pression, allongement des temps de chute des grappes de commande dus aux déformations d'assemblages combustibles »
Lettre DGSNR DEP-SD2 / N°94 / 2005 du 01/03/2005 – Décision DGSNR/SD2/N°95/2005



T A B L E A U 1

CARACTERISTIQUES DES ASSEMBLAGES

Longueur réelle de la campagne 25 (longueur naturelle + prolongation de cycle) :

11772 MWj/t (305 JEPP)

Longueur prévisionnelle de la campagne 26 (longueur naturelle) :

10091 MWj/t (261 JEPP)

Assemblage 17x17, hauteur : 365.8 cm

LOTS	18	30	37	39	40	41	42	43	44
CARACTERISTIQUES					MOX		MOX		MOX
					FM11		FM12		FM13P
Nombre d'assemblages	1	12	16	28	16	28	16	28	12
Fournisseur	FRA	FRA	FRA	FRA	FRA	FRA	FRA	FRA	FRA
Type d'assemblage	AFA2Ge	AFA3G	AFA3G	AFA3G	AFA3G	AFA3G	AFA3G	AFA3GA	AFA3GA
Enrichissement initial (% U235)	3.70	3.70	3.70	3.70	0.25	3.70	0.25	3.70	0.25
Teneur initiale en PU (% PU)					6.62		6.79		8.65
Epuisement moyen au début de la campagne 26 (MWj/t)	24755	34685	38830	24640	27054	10296	12721	0	0

T A B L E A U 2

PARAMETRES GENERAUX DE FONCTIONNEMENT

Longueur prévisionnelle de la campagne 26 (longueur naturelle) :
 10091 MWj/t (261 JEPP)

PARAMETRES	VALEURS DE REFERENCE DES ETUDES DE SURETE
Puissance thermique du coeur (MW)	2775
Puissance linéique (W/cm) :	
- moyenne	178.5
Mode de pilotage	G
Débit primaire (m ³ /h par boucle) :	
- conception thermohydraulique	21724
- mesuré	23513
Fraction du contournement du coeur :	
- conception thermohydraulique	6.50%
- calculé	4.4 %
Taux de bouchage de tubes GV	≤ 15 %
Température du réfrigérant à l'entrée du coeur (°C) * :	
- à puissance nulle	286
- à puissance nominale	287.8
Température moyenne du réfrigérant dans la cuve à puissance nominale (°C) *	304.6
Pression primaire nominale (bar)	155.1

(*) Le fonctionnement en prolongation de campagne est également pris en compte. La température moyenne est abaissée selon le programme figurant dans la référence 1.

T A B L E A U 3

BILAN DES MARGES APRP et RFTC

APRP - MARGES/PENALITES (en début de campagne, dans la configuration TBH)	VALEUR (%)
• Marges Q(z)	5.0
• Marges Fxy	1.9
• Autres marges ou pénalités	Néant
• Déséquilibre azimuthal de 3%	- 5
BILAN APRP	1.9

RFTC - MARGES/PENALITES	VALEUR (% RFTC)
Marges ou pénalités propres au réacteur – Marge liée au débit de conception thermohydraulique $\frac{0.9707 \times \text{débit mesuré} - \text{débit de conception}}{\text{débit de conception}}$	5.1
Marges ou pénalités propres au combustible – marge vis-à-vis de la pénalité de fléchissement des crayons retenue dans les études génériques – marge ou pénalité liée à l'introduction d'assemblages différents de l'assemblage d'origine (référence 3) – autres	néant - 1.3 néant
BILAN EN RFTC	3.8

T A B L E A U 4

DISTRIBUTIONS ENVELOPPES DE PUISSANCE

PARAMETRES GENERAUX		VALEUR LIMITE	VALEUR CAMPAGNE
1 - FACTEUR DE PIC (géométrie nominale du combustible)			
1.1 - Vis-à-vis de la puissance linéique			
– Facteurs de pic radiaux utilisés dans le dimensionnement des protections du coeur			
Fxy max campagne (*)	TBH	≤ 1.44	1.42
	G1	≤ 1.48	1.44
	G1+G2	≤ 1.70	1.56
	G1+G2+N1	≤ 1.92	1.77
	R	≤ 1.62	1.57
	R+G1	≤ 1.70	1.61
	R+G1+G2	≤ 1.80	1.63
	R+G1+G2+N1	≤ 2.00	1.73
– Enveloppe axiale de Q(z)		Limite APRP (figure 8)	(figure 8)
1.2 - Vis-à-vis du RFTC :			
– Facteur d'élévation d'enthalpie FDH (grappes de régulation aux limites d'insertion)		$\leq 1.65 (1+0.3(1-P))$	(figure 9)
– FDH limite vis-à-vis du dimensionnement de la protection DT température élevée		Même valeur que vis-à-vis de la surpuissance	
2- FACTEURS TECHNOLOGIQUES (tolérance de fabrication sur le combustible) :			
F_Q^E		≤ 1.04	référence 2
$F_{\Delta H_{E1}}$		≤ 1.031	référence 2

(*) Ces valeurs correspondent à $F_{\Delta H}$ vis-à-vis du DNB et à $F_{xy}(z)/\varepsilon(z)$ vis-à-vis de la surpuissance linéique. Elles ne comportent pas de terme de majoration. Les valeurs enveloppes $\varepsilon(z)$ utilisées sont précisées dans la référence 1.



T A B L E A U 5

COEFFICIENTS DE REACTIVITE

PARAMETRES	VALEUR LIMITE	VALEUR CAMPAGNE
COEFFICIENT DE DENSITE DU MODERATEUR ($\Delta K/K/g/cm^3$) Etudes conventionnelles d'accidents Limite inférieure (DDC,PNUL,TBH) Limite supérieure (FDC,81%PN,RG1G2N1)	≥ 0 ≤ 0.61	0.047 0.533
COEFFICIENT DOPPLER-PUISSANCE (pcm/% PN) Limite inférieure Limite supérieure)) figure 10)	figure 10
COEFFICIENT DOPPLER TEMPERATURE (pcm/°C) Limite supérieure (DDC, 118%Pn) Limite inférieure (FDC, PNUL)	$\leq - 1.80$ $\geq - 4.40$	-2.14 -4.37
EFFICACITE DE L'ARRET AUTOMATIQUE REACTEUR (PCM) DDC FDC	≥ 3300 ≥ 4000	3817 4438

COEFFICIENTS CINETIQUES

PARAMETRES	VALEUR LIMITE	VALEUR CAMPAGNE
<u>FRACTION EFFECTIVE DES NEUTRONS RETARDES β_{EFF}</u> (pcm)		
Limite supérieure DDC (max (P_{NOM} ; P_{NUL}))	≤ 585	529
Limite supérieure FDC (max (P_{NOM} ; P_{NUL}))	≤ 530	492
Limite inférieure DDC (min (P_{NOM} ; P_{NUL}))	≥ 420	458
Limite inférieure FDC (min (P_{NOM} ; P_{NUL}))	≥ 420	422

VERIFICATION REA BORE

Domaine de fonctionnement	Volume REA nécessaire	Volume STE utile	Volume STE	Volume mort
RP gr2	43.3	49.5	58.0	8.5
RP gr1	37.6	40.9	49.4	8.5

T A B L E A U 6

MARGE D'ARRET EN FIN DE CAMPAGNE A LONGUEUR NATURELLE

PARAMETRES	VALEUR REQUISE	VALEUR CAMPAGNE
ANTIREACTIVITE DES GRAPPES (pcm)		
– antiréactivité totale des grappes, la plus antiréactive restant bloquée hors du cœur		7209
– marge de 10 %		- 721
– antiréactivité du groupe de régulation R inséré jusqu'à sa limite d'insertion et incertitude de positionnement des groupes de compensation de puissance		- 900
– usure neutronique		- 100
ANTIREACTIVITE TOTALE DES GRAPPES		5488
INSERTION DE REACTIVITE (pcm)		
Ecart de réactivité dans le cœur entre pleine puissance et puissance nulle dû aux effets :		
– Doppler et de température du modérateur		2391
– de vide		50
– de redistribution		1000
INSERTION TOTALE DE REACTIVITE		3441
MARGE D'ARRET	≥ 1828	2047

N.B. : En cas de prolongation de campagne, on sait que la marge par rapport à la valeur requise de la marge d'arrêt croît avec l'épuisement de la campagne (référence 1).

T A B L E A U 7
PARAMETRES CLES SPECIFIQUES

ACCIDENTS/PARAMETRES	VALEUR LIMITE	VALEUR CAMPAGNE
<u>DILUTION INTEMPESTIVE :</u>		
EN ARRET A FROID		
– réactivité après arrêt automatique réacteur (pcm)	≤ 0	-369
EN ARRET A CHAUD		
– réactivité après AAR (pcm)	≤ 0	-777
EN PUISSANCE		
– réactivité du coeur après AAR (pcm) (Temps d'intervention de l'opérateur = 20 min)	≤ 0	-688
<u>EJECTION D'UNE GRAPPE</u>		
EN ARRET A FROID		
– poids neutronique de la grappe insérée la plus lourde (pcm)	≤ 2300	1750
EN ARRET A CHAUD		
– poids neutronique de la grappe insérée la plus lourde (pcm)	≤ 2600	1702
<u>RETRAIT INCONTROLE DE GROUPES DE REGULATION</u>		
EN ARRET A FROID		
– poids neutronique du groupe inséré le plus lourd (pcm)	≤ 2620	1970
EN ARRET A CHAUD		
– poids neutronique du groupe inséré le plus lourd (pcm)	≤ 2920	2409
EN ATTENTE A CHAUD		
Vitesse maximale d'insertion de réactivité (pcm/s) (Retrait de deux groupes à 72 pas/mn)	≤ 150	100
<u>ACCIDENTS DE BRECHES SECONDAIRES (CLASSE 2)</u>		
– premier pic de réactivité (pcm)	≤ 300	-222
– deuxième pic de réactivité (pcm)	≤ 0	-1023
<u>ACCIDENTS DE BRECHES SECONDAIRES (CLASSE 4)</u>		
– coefficient DOPPLER température (pcm/°C)	≥ -4.9	-4.9
– efficacité différentielle du bore (pcm/ppm)	Figure 11	
– coefficient de densité du modérateur ($\Delta k/g/cm^3$)	Figure 12	
<u>MAUVAIS FONCTIONNEMENT DE L'EAU ALIMENTAIRE NORMALE</u>		
– coefficient DOPPLER température (pcm/°C)	≥ -4.9	-4.7
– marge d'arrêt (pcm)	1677 (figure 13)	2047
– A1 (10^5 pcm g ⁻² cm ⁶)	≤ -0.653	-1.019
– A2 (pcm g ⁻¹ cm ³ ppm ⁻¹)	≤ -7.04	-8.04
– A3 (10^{-4} pcm ppm ⁻²)	≤ 8.73	7.88

T A B L E A U 8

DISTRIBUTIONS SPECIFIQUES DE PUISSANCE

ACCIDENTS/PARAMETRES	VALEUR LIMITE		VALEUR CAMPAGNE
<u>MAUVAIS POSITIONNEMENT, CHUTE D'UNE GRAPPE OU D'UN GROUPE :</u>			
– facteur d'élévation d'enthalpie : FΔH DDC	≤ 1.93		1.79
– facteur d'élévation d'enthalpie : FΔH FDC	≤ 1.90		1.73
<u>RETRAIT D'UNE GRAPPE EN PUISSANCE :</u>			
– facteur d'élévation d'enthalpie : FΔH	≤ 1.89		1.83
<u>EJECTION D'UNE GRAPPE DE REGULATION</u>			
– EQX PNUL - Δp (pcm)	≤ 620		418
- F _Q après éjection	≤ 30.0		11.8
– EQX 40%PN - Δp (pcm)	≤ 440		247
- F _Q après éjection	≤ 16.0		7.0
– EQX PNOM - Δp (pcm)	≤ 150		74
- F _Q après éjection	≤ 11.0		3.0
– FDC PNUL - Δp (pcm)	≤ 700		461
- F _Q après éjection	≤ 30.0		16.0
– FDC 40%PN - Δp (pcm)	≤ 450		270
- F _Q après éjection	≤ 22.0		10.2
– FDC PNOM - Δp (pcm)	≤ 150		84
- F _Q après éjection	≤ 12.0		3.4
<u>EJECTION D'UNE GRAPPE DE REGULATION - ASPECTS HAUT TAUX DE COMBUSTION (FIN DE CAMPAGNE)</u>			
- Epuisement maximal assemblage (MWj/t)	> 47000	≤ 47000 Sans objet	49800
-FDC PNUL - Δp (pcm)	≤ 608		461
- F _Q après éjection	≤ 18.2		11.9
-FDC 40%PN- Δp (pcm)	≤ 420		270
- F _Q après éjection	≤ 10.6		6.3
-FDC PNOM - Δp (pcm)	≤ 150		84
- F _Q après éjection	≤ 3.6		2.3
<u>RUPTURE IMPORTANTE D'UNE TUYAUTERIE VAPEUR :</u>			
– marge d'arrêt et contre-réaction de puissance	Figure 14		SP choisi :
– RFTC minimum calculé (aux conditions du state point, FDC , TBI - 1)	≥ 1.45		sans objet >= 1.45

T A B L E A U 9
VALEURS LIMITES DU PIC RADIAL DE PUISSANCE
DANS LA REGION SANS GRAPPE
EN FONCTION DE L'ELEVATION DANS LE COEUR
ET DE L'IRRADIATION DE CAMPAGNE

Hauteur en cm du bas du coeur	IRRADIATION DE CAMPAGNE			
	150 MWj/t	3000 MWj/t	5000 MWj/t	90%FDC
366	1.739	1.660	1.608	1.579
311	1.622	1.543	1.491	1.476
293	1.586	1.531	1.494	1.480
238	1.469	1.486	1.498	1.483
0	1.571	1.545	1.527	1.527

Interpolation linéaire en fonction de l'épuisement du combustible

T A B L E A U 10
COURBES DE CALIBRAGE, VALEURS DU COMPTEUR DE PAS EN CHEVAUCHEMENT
EN FONCTION DE LA PUISSANCE THERMIQUE POUR LA PROLONGATION DE CYCLE

Tm > = 297°C		Tm < 297°C	
PUISSANCE THERMIQUE (%Pn)	PAS DE CHEVAUCHEMENT	PUISSANCE THERMIQUE (%Pn)	PAS DE CHEVAUCHEMENT
100.	585+X	P	585+X
90	491	P-5	545
80	431	P-15	457
70	400	P-25	428
60	362	P-35	401
50	334	P-45	370
40	312	P-55	340
30	292	P-65	323
20	269	P-75	305
10	243	P-85	285
0	203	P-95	266

P : Puissance thermique maximale autorisée à 297°C en % de Pn

La valeur (P-95) obtenue étant inférieure à 8%Pn, il est nécessaire de faire une interpolation pour obtenir la position à 8%Pth pour la courbe G3.

Il est rappelé que le recouvrement à implanter des groupes de compensation de puissance G1, G2, N1, N2 est de $(95+X)/(115+X)/(85+X)^{(*)}$ pas.

^(*) X est le nombre de pas TBH des grappes G1, G2, N1, N2 diminué de 225.



CNPE DE TRICASTIN - TRANCHE 1 - CAMPAGNE 26
DOSSIER SPECIFIQUE D'EVALUATION DE LA SURETE
DE LA RECHARGE - MODE G

PARITE MOX 52 – GESTION ¼ COEUR UO2 3.7% et MOX équiv. 3.7%

Page : 25 / 46

Réf. : D4550.37-07/9907

Indice : 0

R P N M L K J H G F E D C B A

1						F-09 25	H-11 25	K-09 25						
2							H-02 25							
3			D-06 25			D-10 25	N-06 22		C-06 22	M-08 25			L-11 25	
4		E-11 25			G-03 25	B-05 25	G-02 25	E-11 22	J-02 25	P-05 25	G-13 25		F-12 25	
5				C-07 25	K-06 25	L-03 25	J-05 25	F-14 25	G-05 25	E-03 25	F-06 25	C-09 25		
6			H-12 25	L-14 25	N-05 25	K-08 25	C-04 25	J-08 25	N-04 25	H-06 25	C-05 25	E-14 25	K-12 25	
7	G-10 25		K-03 22	P-09 25	L-07 25	M-13 25	G-07 25	F-02 25	G-09 25	D-13 25	E-07 25	B-09 25	F-13 22	J-10 25
8	E-08 25	P-08 25		E-05 22	B-06 25	H-09 25	P-06 25	F-12 18	B-10 25	H-07 25	P-10 25	L-11 22	B-08 25	L-08 25
9	G-06 25		K-13 22	P-07 25	L-09 25	M-03 25	J-07 25	K-14 25	J-09 25	D-03 25	E-09 25	B-07 25	F-03 22	J-06 25
10			F-04 25	L-02 25	N-11 25	H-10 25	C-12 25	G-08 25	N-12 25	F-08 25	C-11 25	E-02 25	H-04 25	
11				N-07 25	K-10 25	L-13 25	J-11 25	K-02 25	G-11 25	E-13 25	F-10 25	N-09 25		
12			K-04 25		J-03 25	B-11 25	G-14 25	L-05 22	J-14 25	P-11 25	J-13 25		L-05 25	
13				E-05 25		D-08 25	N-10 22		C-10 22	M-06 25			M-10 25	
14								H-14 25						
15						F-07 25	H-05 25	K-07 25						

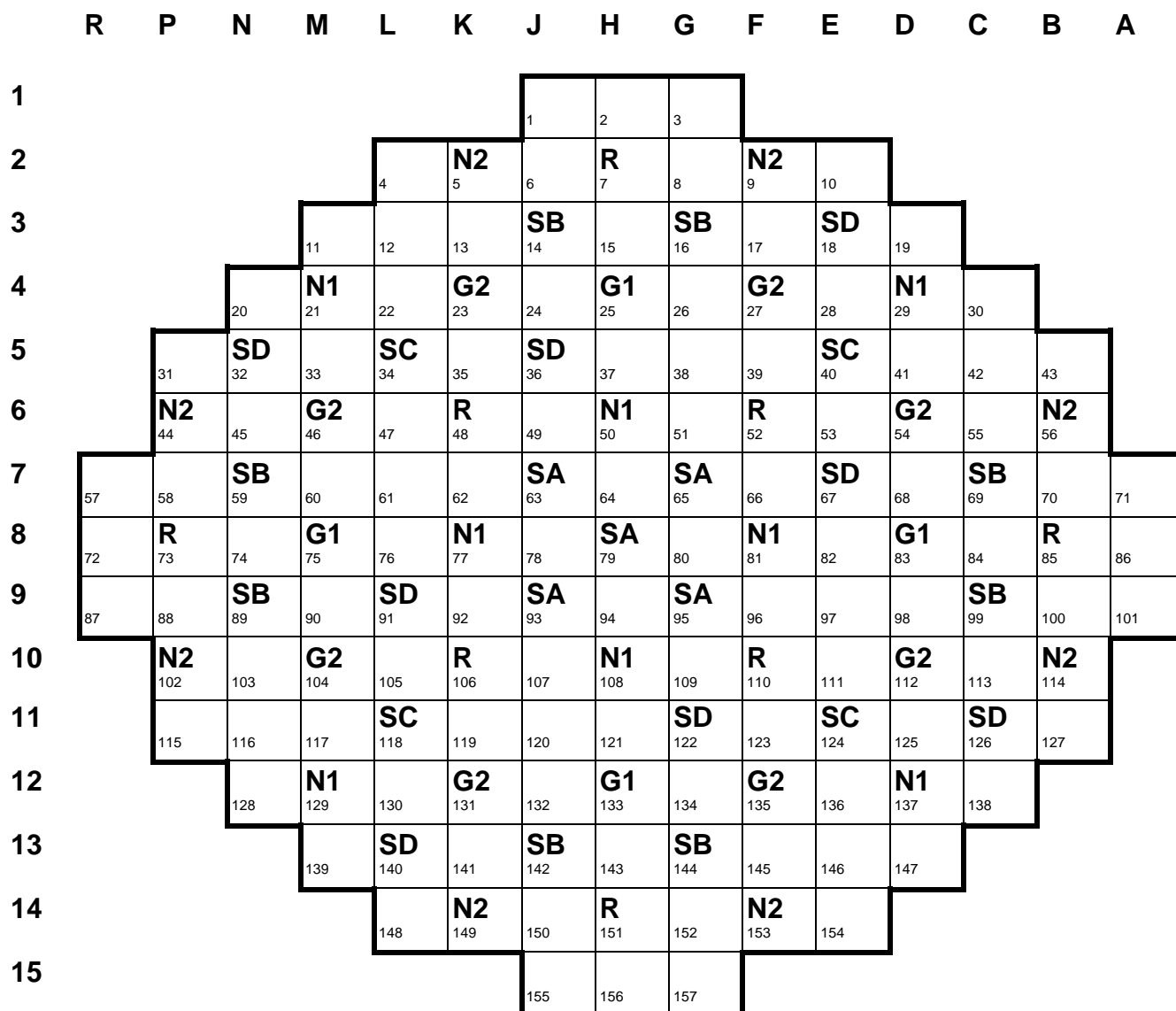
POSITION CAMPAGNE PRECEDENTE
NUMERO CAMPAGNE PRECEDENTE

REPOSITIONNEMENT RETENU POUR LA CAMPAGNE 26

FIGURE 2

ETUDE &TN126A-C25=11772 DU 22/05/07

Calcul DSS002



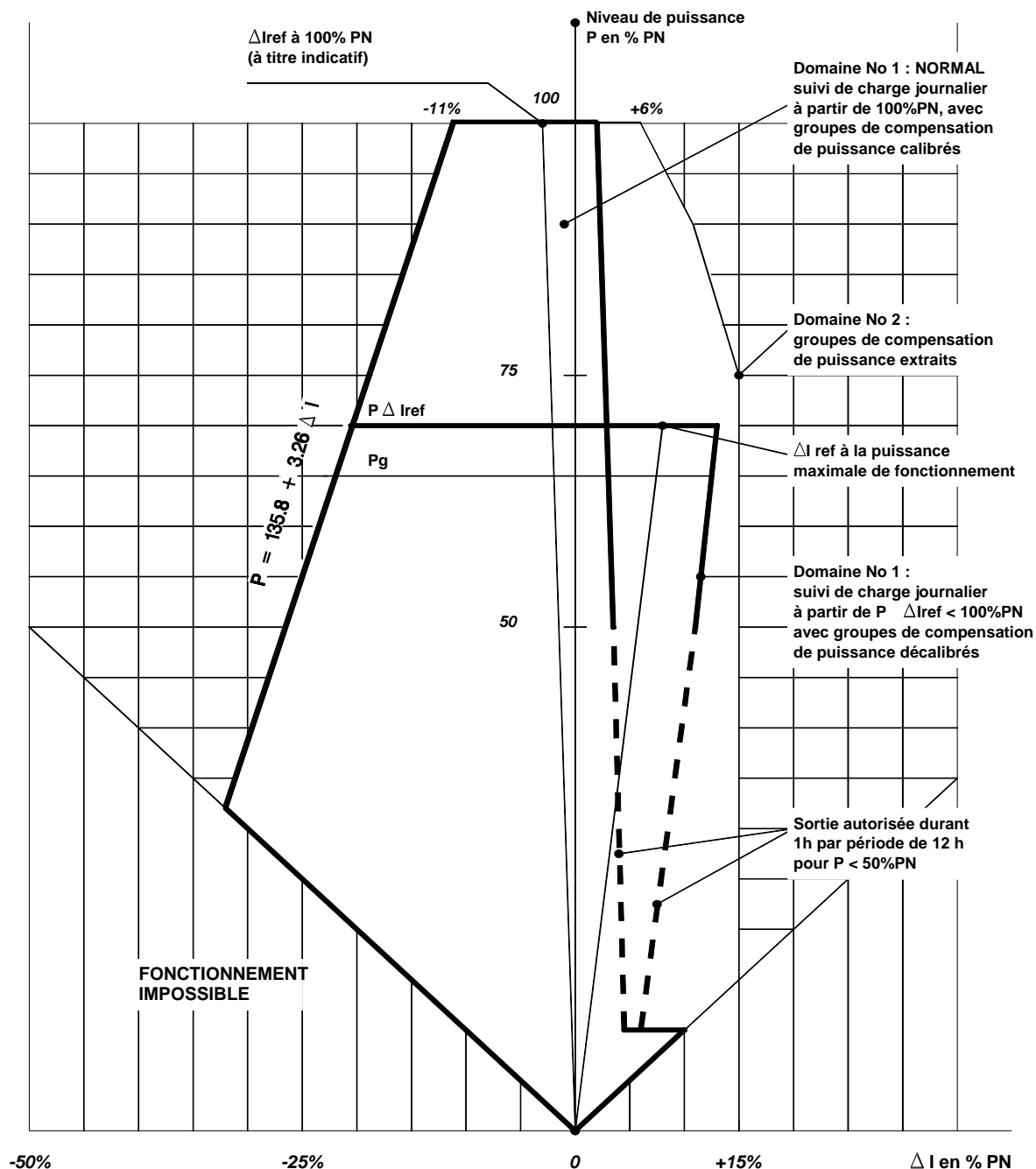
S : GROUPES D'ARRET

G,N : GROUPES DE COMPENSATION DE PUISSANCE

R : GROUPES DE REGULATION

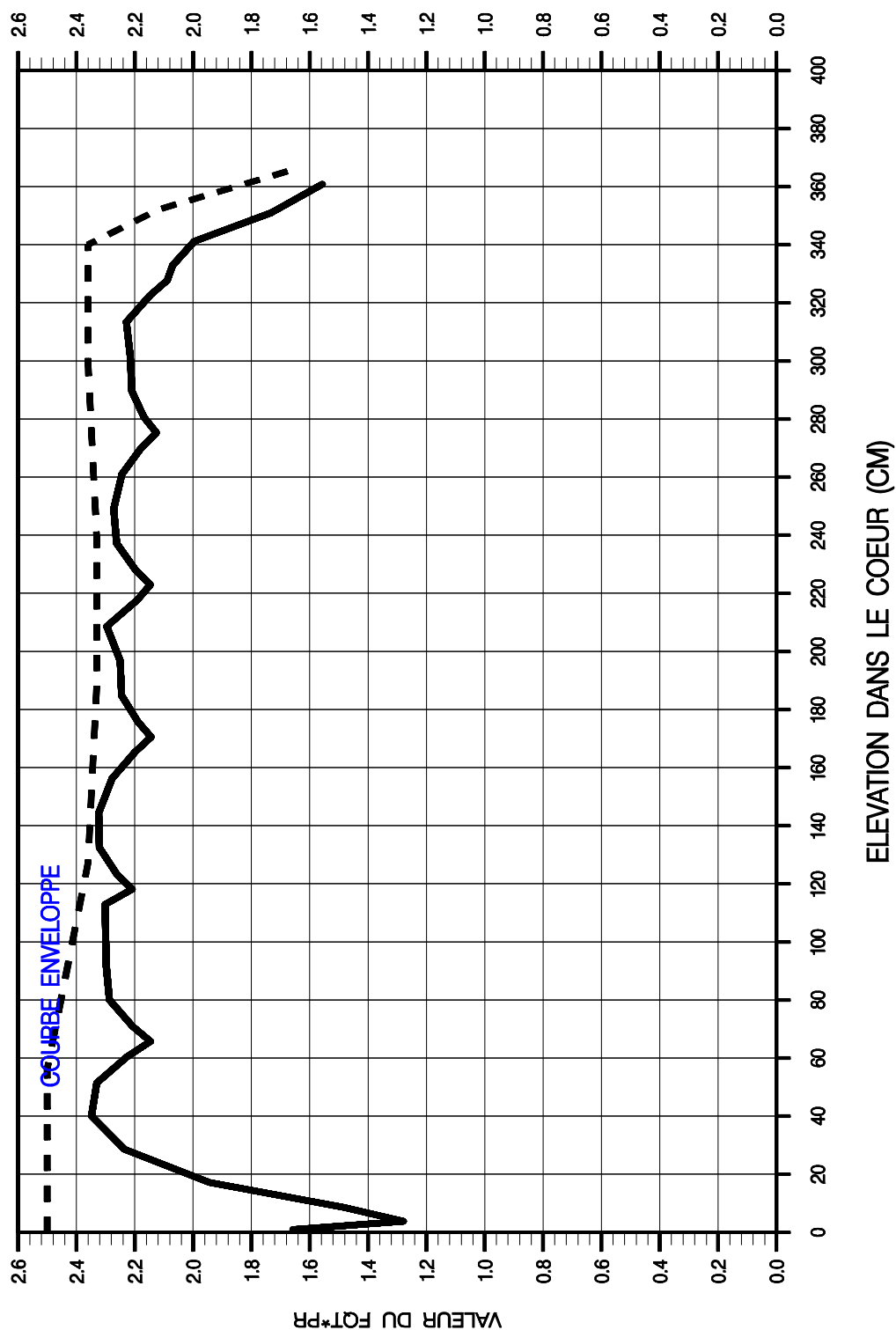
REP 900 - MODE G - GESTION PARITE MOX
 SCHEMA D'IMPLANTATION DES GRAPPES

FIGURE 4



DOMAINES DE FONCTIONNEMENT EN MODE G

FIGURE 7



ENVELOPPE DE QZ OBTENUE DANS LES DOMAINES 1 ET 2 DE FONCT
POUR UN EPUISEMENT DU COMBUSTIBLE EN SUIVI DE RESEAU

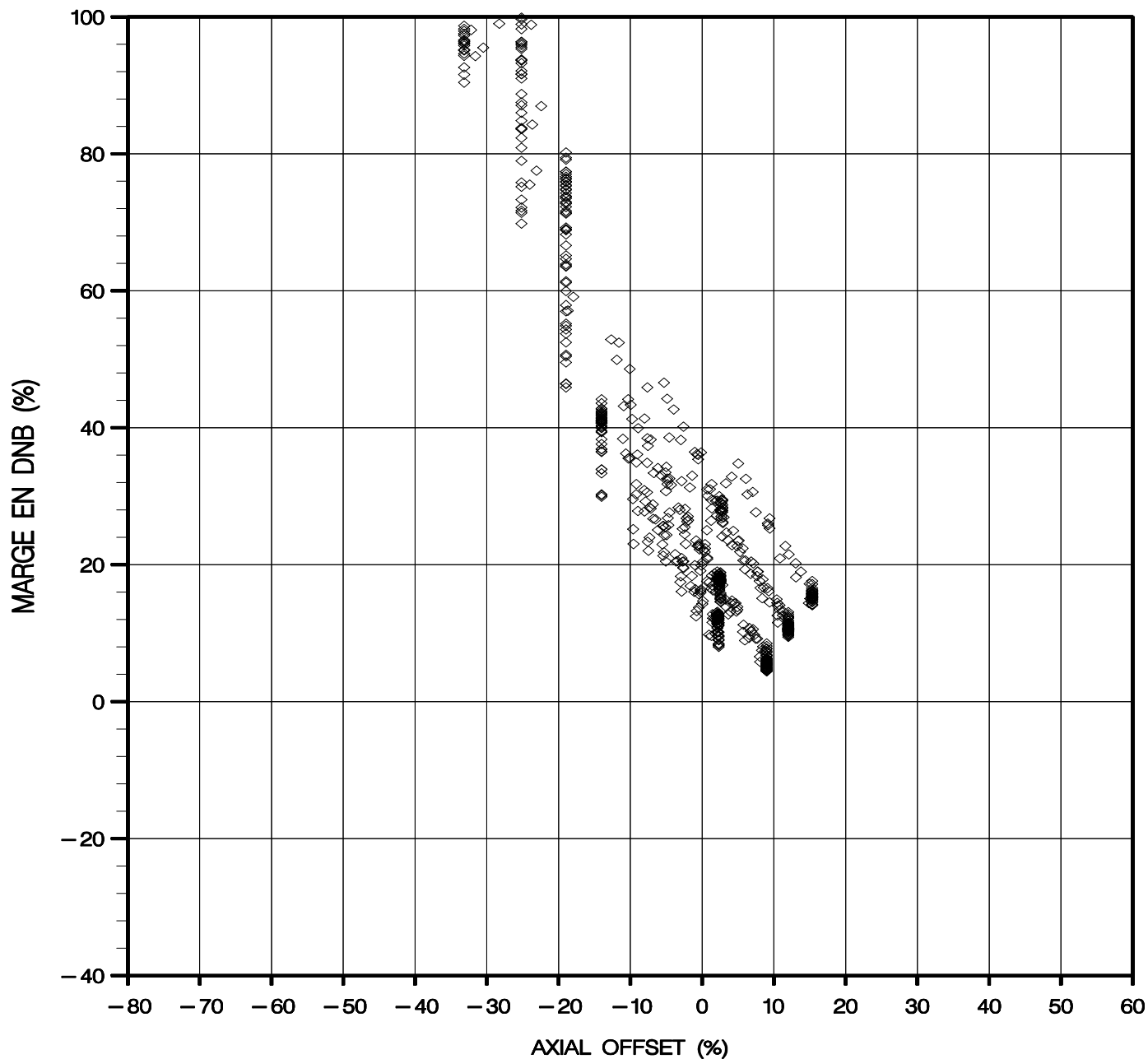
FIGURE 8

ETUDE &TNT26A – C25 – 11772 DU 22/05/07

Calcul EVS768MB

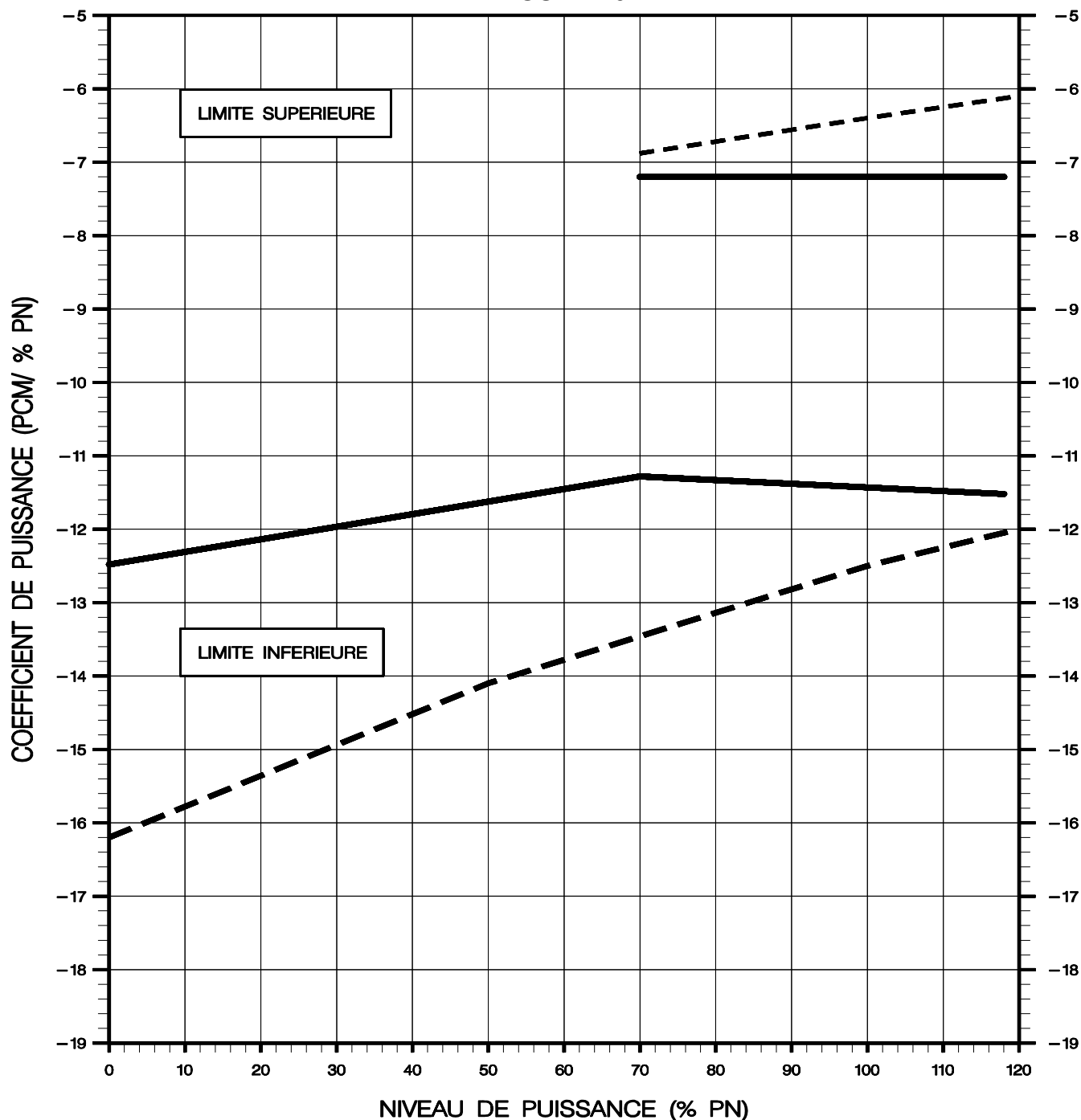
FIGURE 9

CALCUL DE LA MARGE EN DNB PAR RAPPORT A LA DISTRIBUTION DE PUISSANCE DE REFERENCE

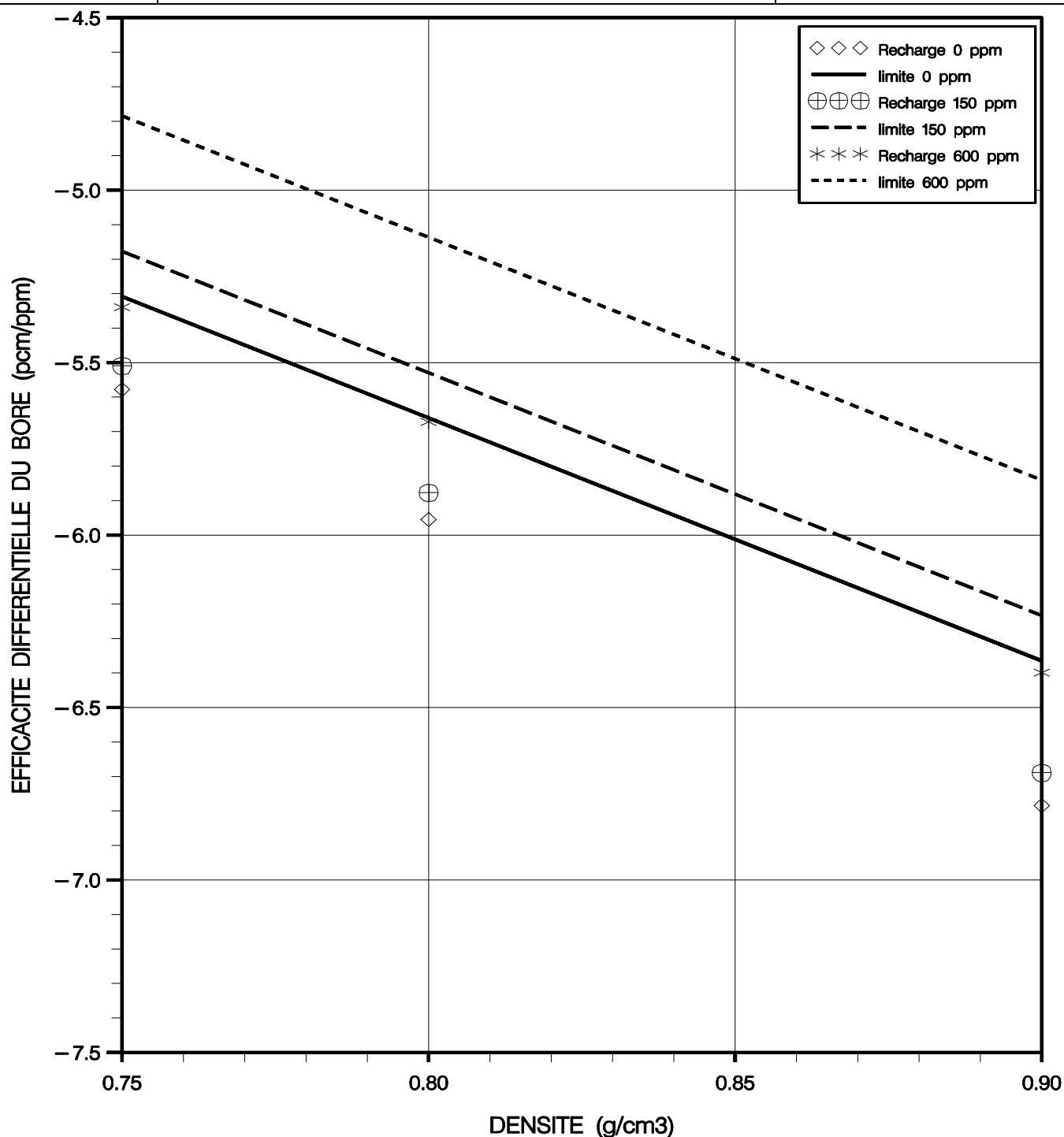


**MARGE EN DNB EN FONCTION DE L AXIAL OFFSET
 FONCTIONNEMENT DE CLASSE 1**

FIGURE 10



COEFFICIENT DE PUISSANCE DU AU DOPPLER SEUL
EN FONCTION DU NIVEAU DE PUISSANCE



RTV CATEGORIE 4
EFFICACITE DIFFERENTIELLE DU BORE

FIGURE 11

ETUDE &TN126A-C25=11772 DU 22/05/07

Calcul DSS019M

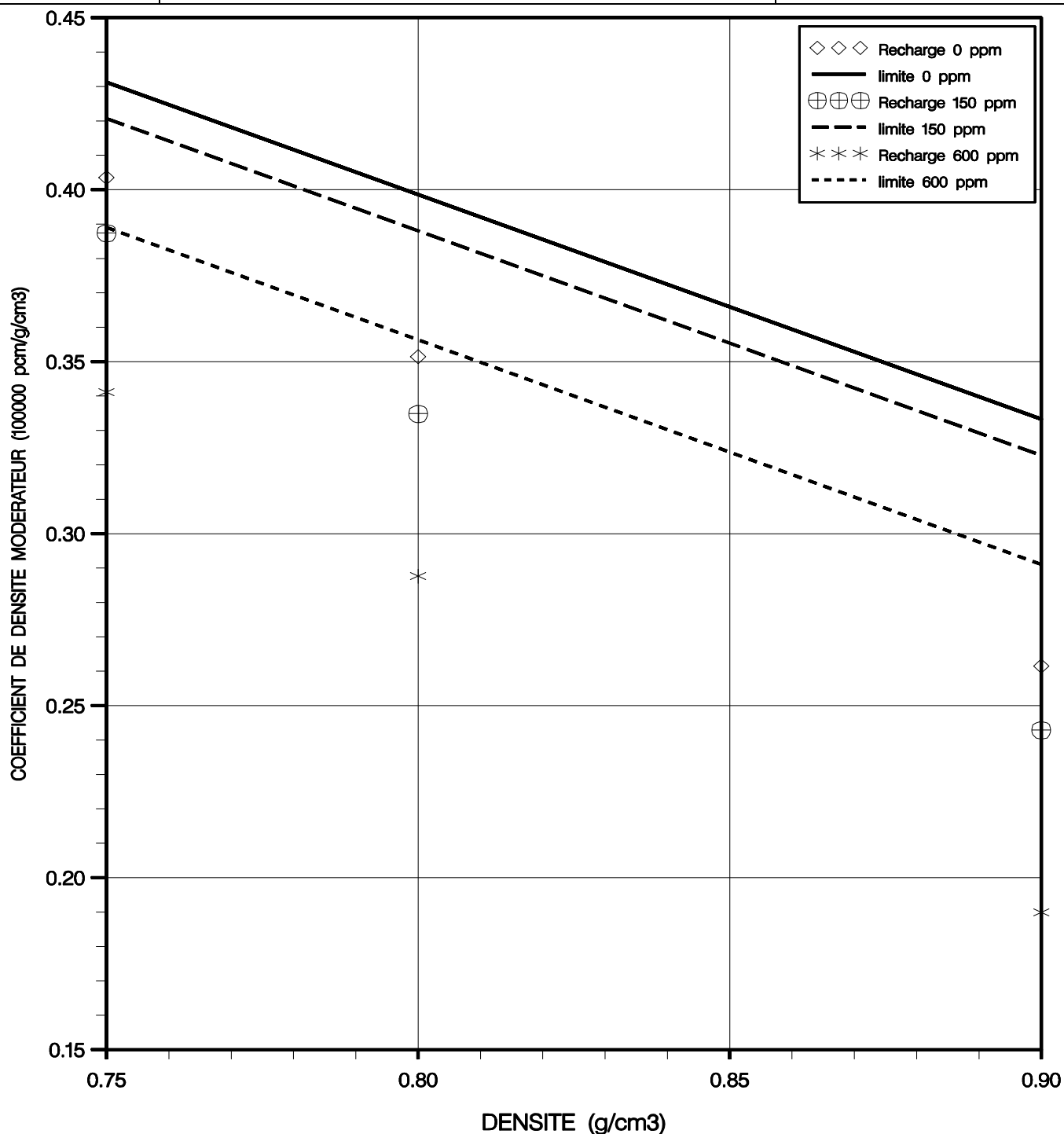
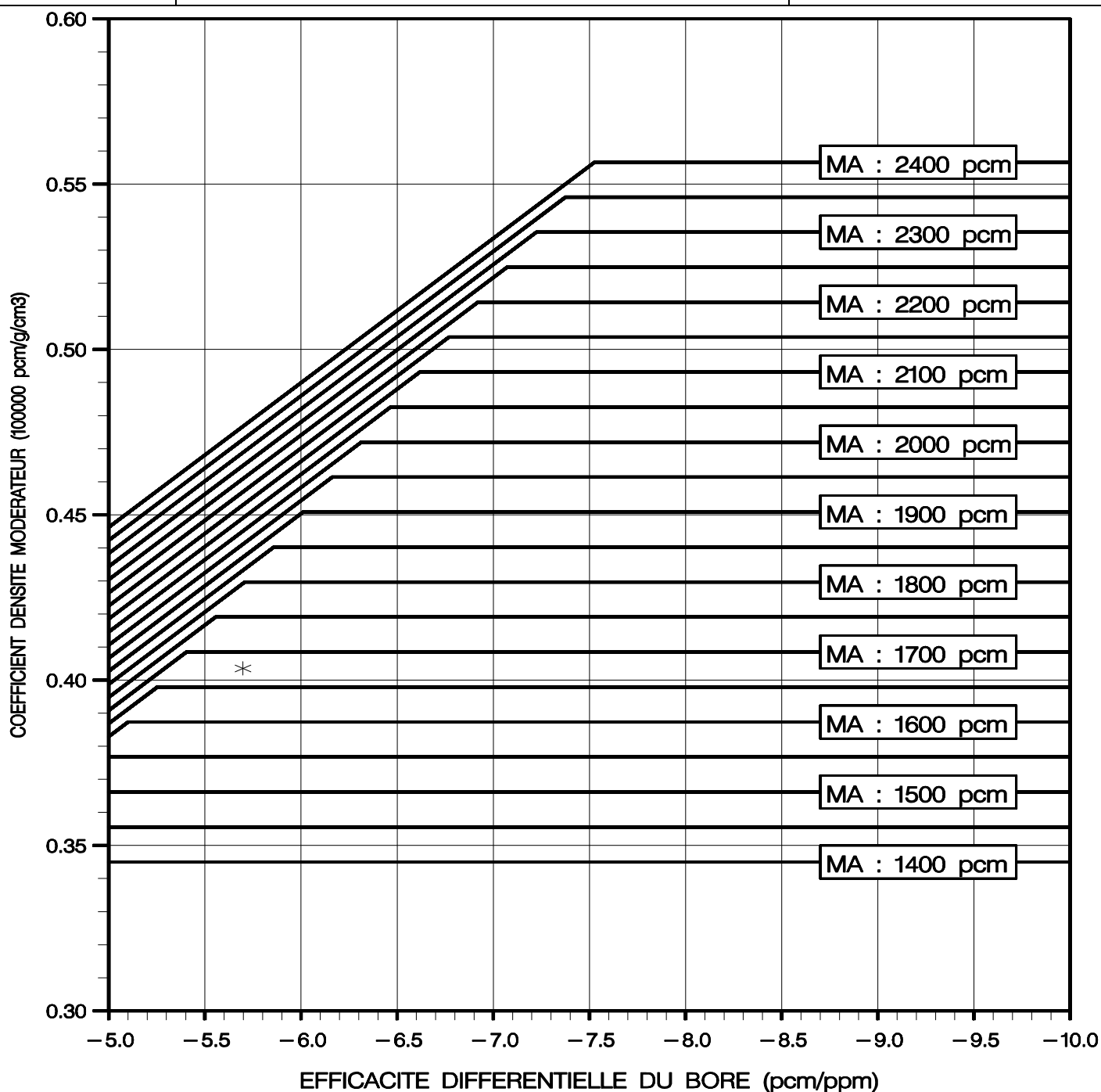


FIGURE 12

ETUDE & TN126A-C25=11772 DU 22/05/07

Calcul DSS020M



**ABaque DU MAUVAIS FONCTIONNEMENT
DE L EAU ALIMENTAIRE NORMALE**

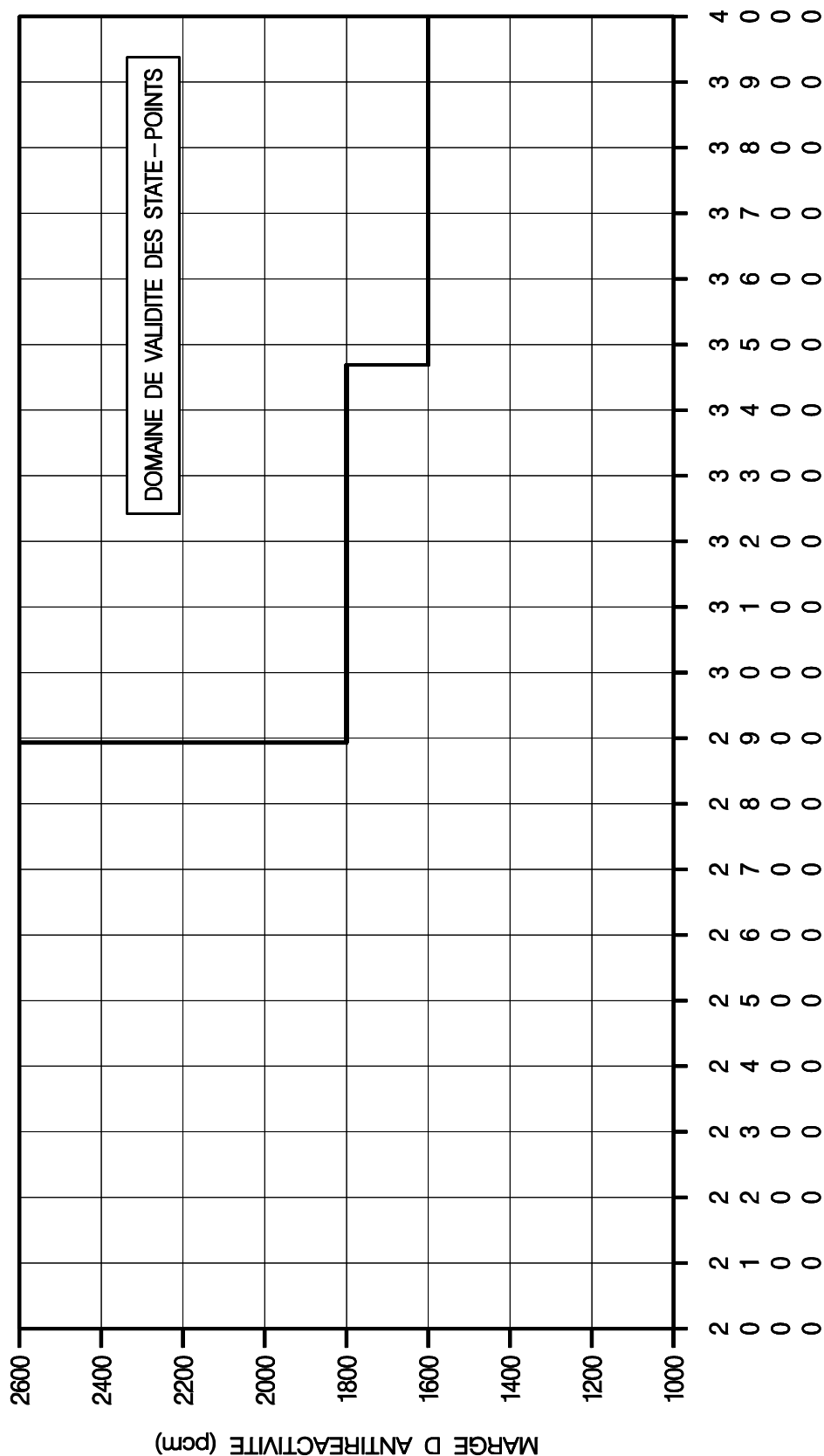
FIGURE 13

ETUDE & TN126A-C25=11772 DU 22/05/07

Calcul DSS018



FIGURE 14 : RTV Catégorie 4



CONTRE REACTION DE PUISSANCE (pcm)

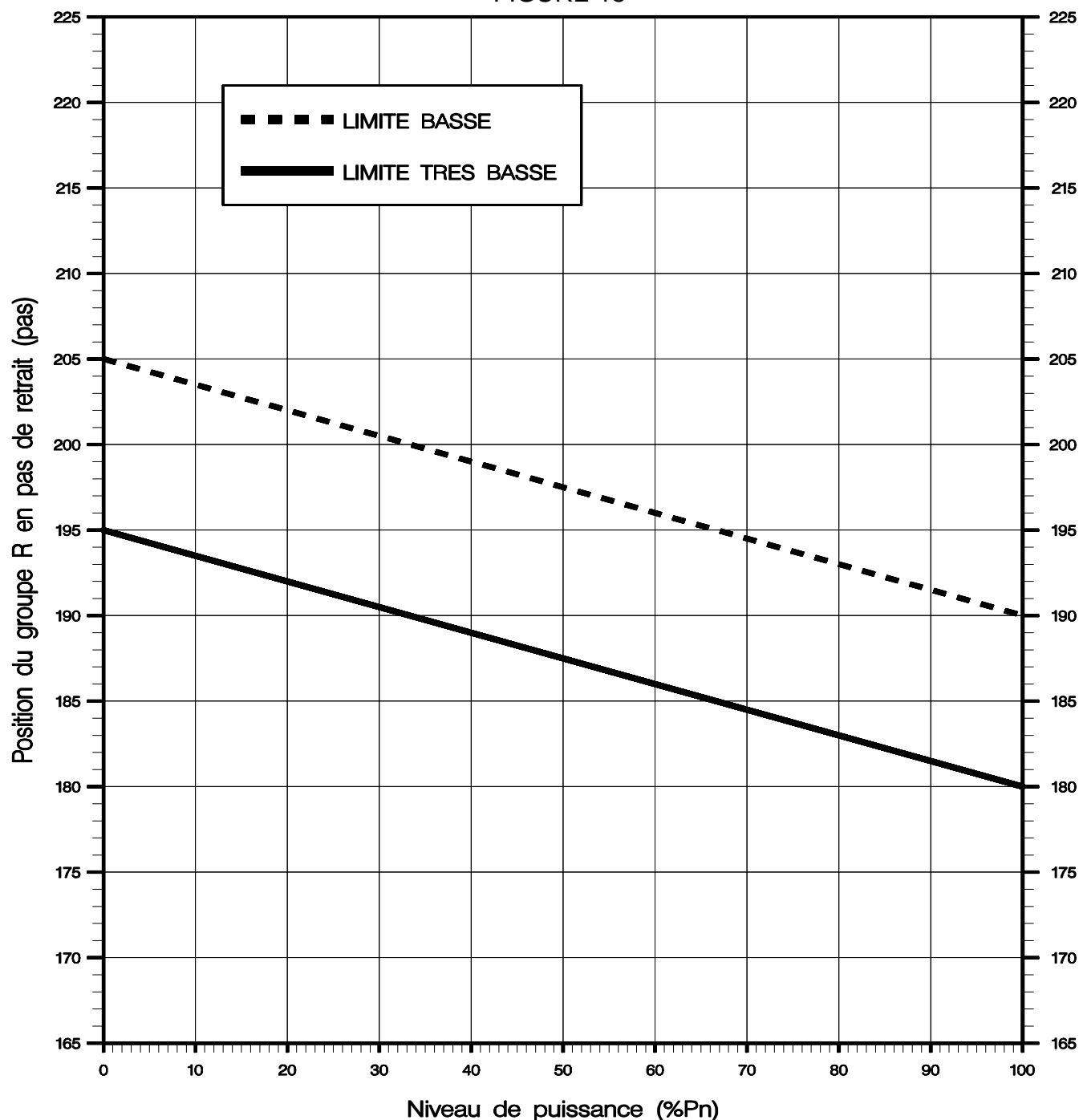
RTV – DIAGRAMME (MAR,CRP)

Choix du State Point

Calcul DSS021M

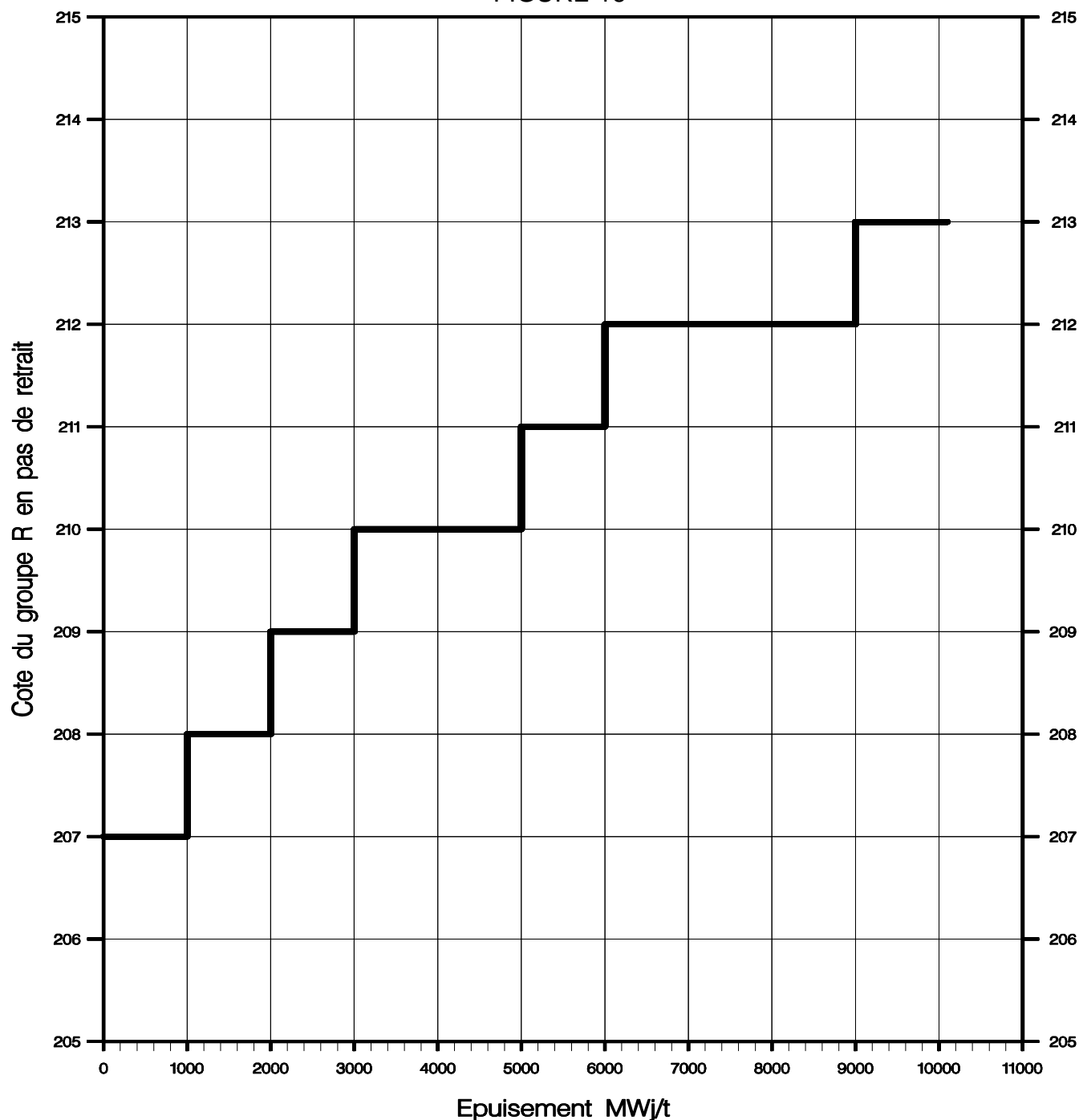
ETUDE & TN126A – C25 = 11772 DU 22/05/07

FIGURE 15



LIMITES D'INSERTION DU GROUPE DE REGULATION R
EN FONCTION DU NIVEAU DE PUISSANCE POUR LA LONGUEUR
NATURELLE DE LA CAMPAGNE ET SON EVENTUELLE PROLONGATION

FIGURE 16

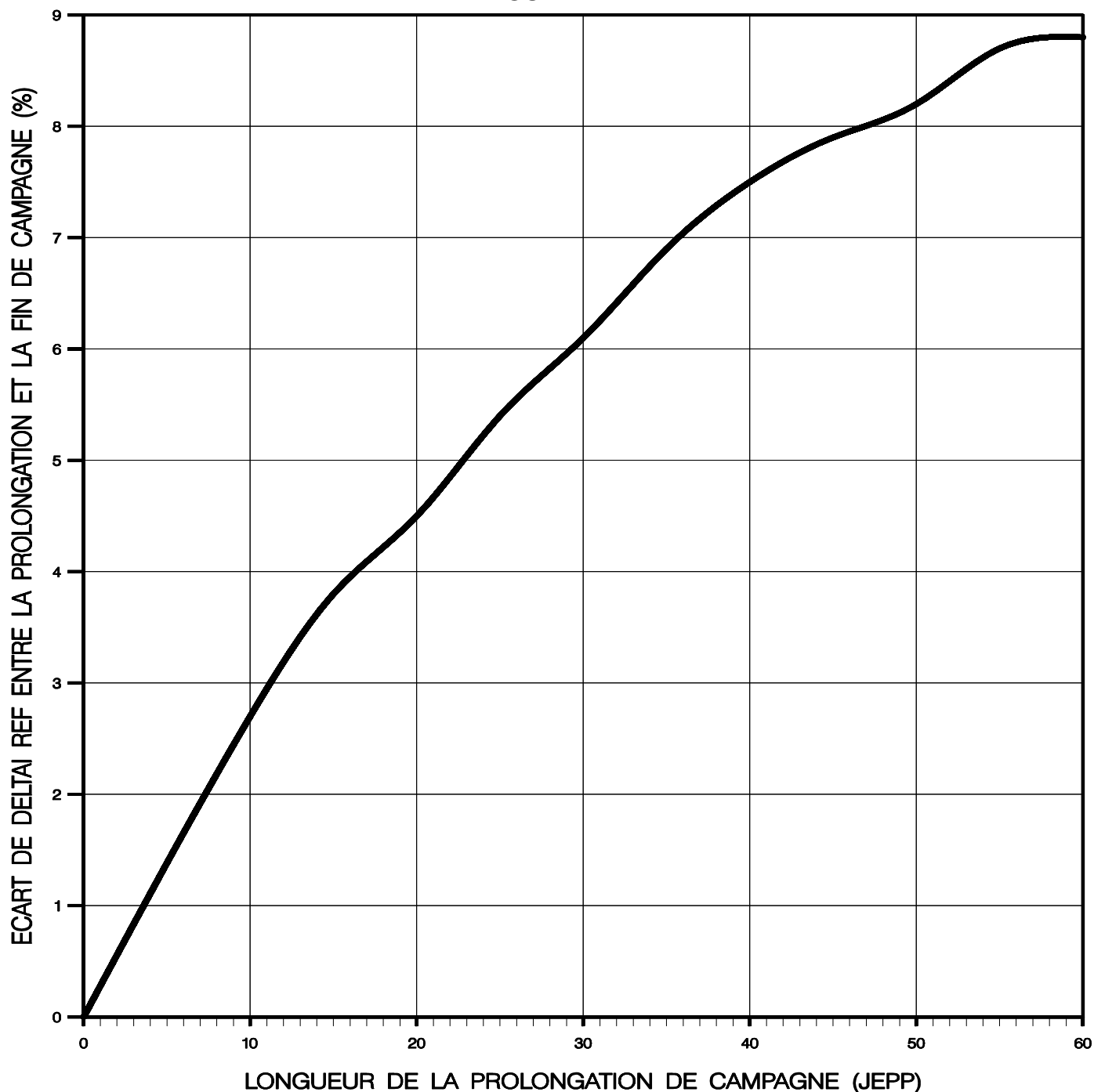


POSITION CONSEILLEE DU GROUPE R
MILIEU BANDE DE MANOEUVRE
EN FONCTION DE L'EPUISEMENT

ETUDE & TN126A-C25=11772 DU 22/05/07

Calcul DSS008

FIGURE 17



**EVOLUTION DE L ECART ENTRE LA DIFFERENCE AXIALE DE PUISSANCE DE REFERENCE
PENDANT LA PROLONGATION DE CAMPAGNE ET LA VALEUR EN FIN DE CAMPAGNE
NATURELLE EN FONCTION DE L EPUISEMENT SUR 60 JEPP (R A 221 PAS)**



FIGURE 18 : Délai T_0 après convergence pendant lequel l'antiréactivité du XENON est supérieure à 2000 pcm en fonction de la puissance stable avant arrêt

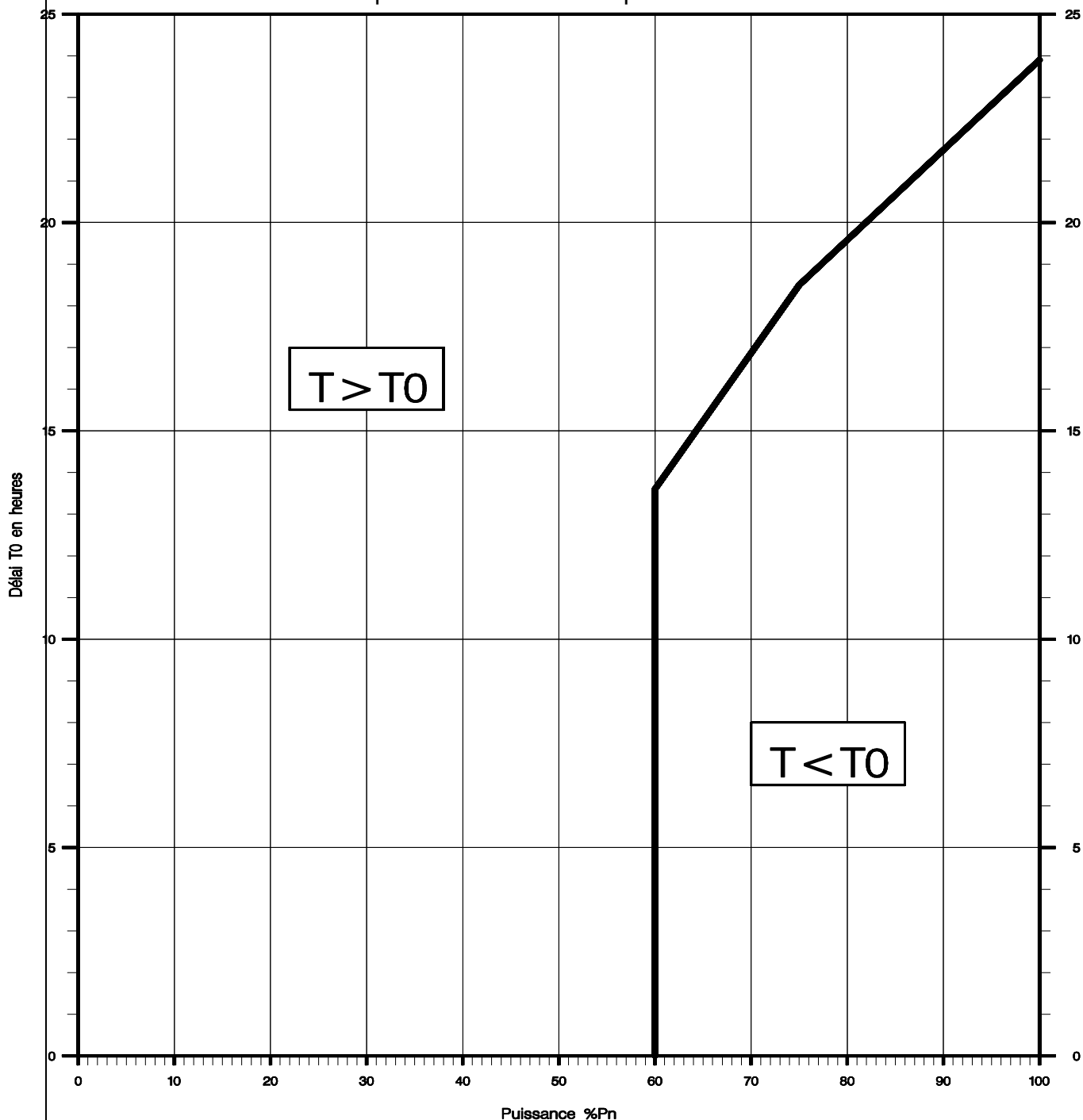
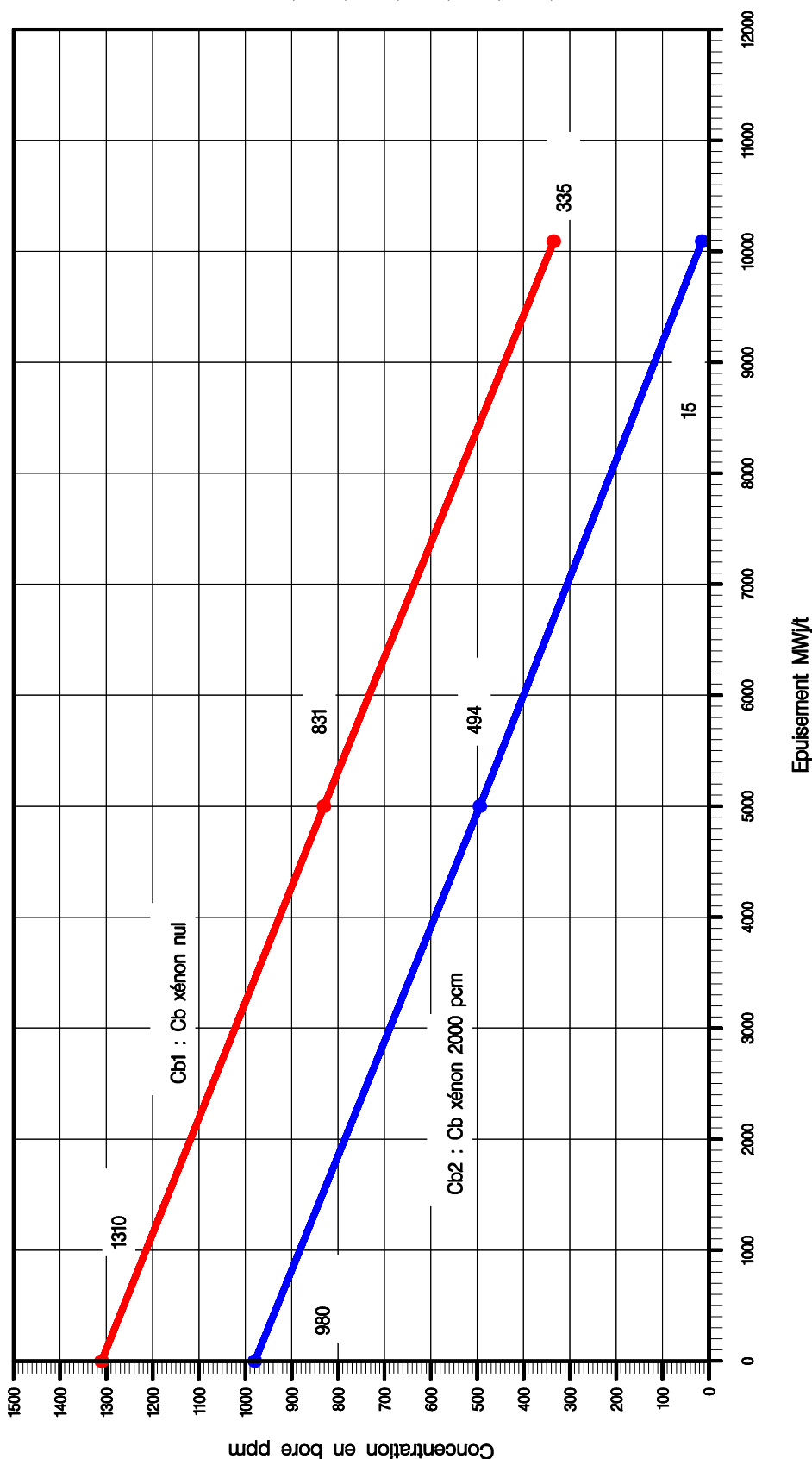


FIGURE 19 : CONCENTRATIONS EN BORE MINIMALES A L'ARRET A CHAUD,
GROUPES R, G1, G2, N1, N2, SA, SB INSERES



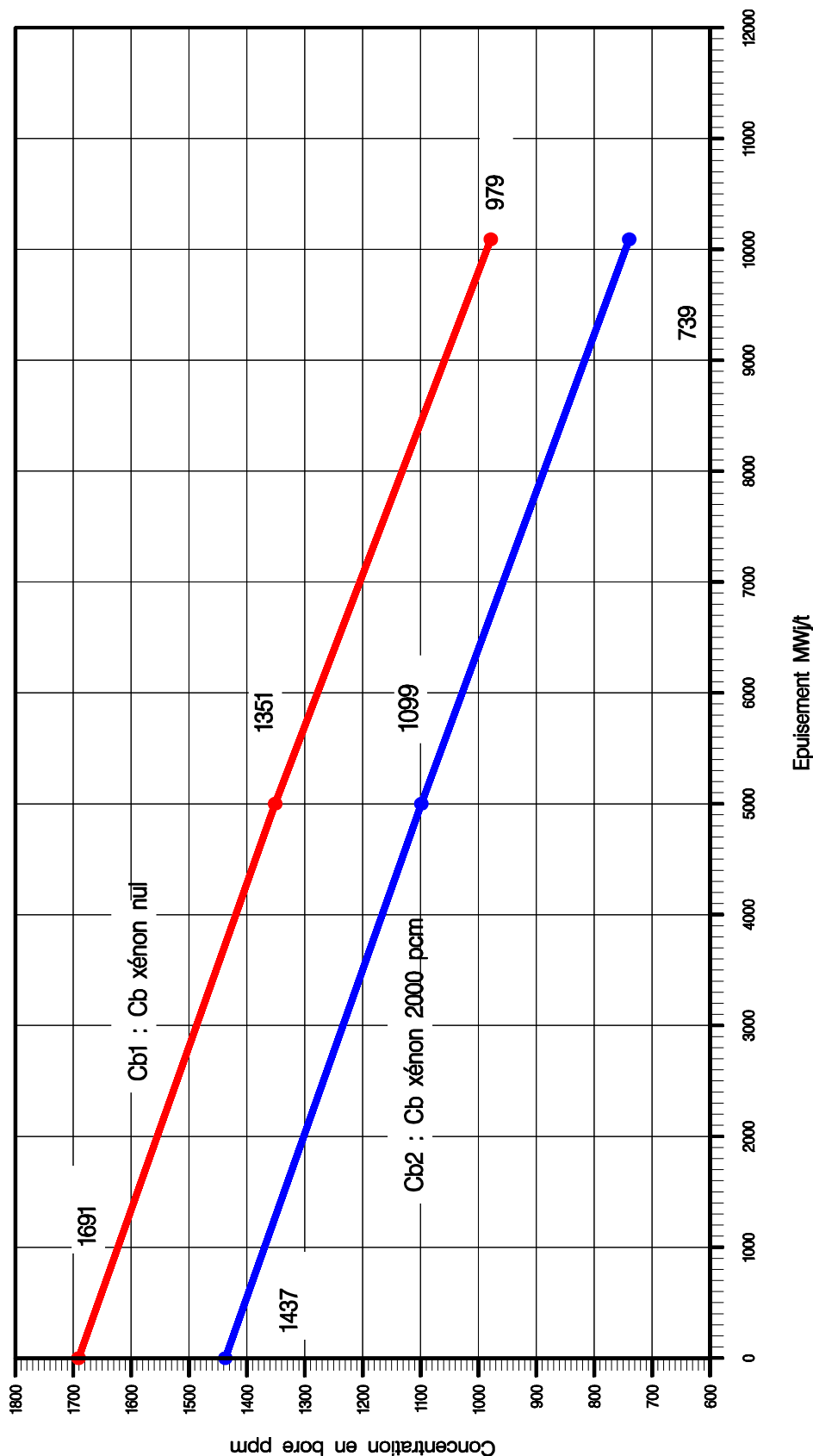
Cb1 : Cb applicable lorsque $X_e < 2000$ pcm au moment de la convergence
ou dès que $X_e < 2000$ pcm durant l'arrêt
Cb2 : Cb applicable lorsque $X_e > 2000$ pcm avant convergence
et tant que $X_e > 2000$ pcm

Calcul DSS011

ETUDE & TN126A – C25 = 11772 DU 22/06/07

L'évaluation de l'antiréactivité xénon peut se faire au moyen de la courbe T0
 si la puissance est stable avant arrêt ou avec un calculateur xénon qualifié

**FIGURE 20 : CONCENTRATIONS EN BORE MINIMALES A L'ARRET A FROID,
 GROUPES R, G1, G2, N1, N2, SA, SB INSERES**



L'évaluation de l'antiréactivité xénon peut se faire au moyen de la courbe T0
 si la puissance est stable avant arrêt ou avec un calculateur xénon qualifié

Cb1 : Cb applicable lorsque Xe < 2000 pcm au moment de la convergence
 ou dès que Xe < 2000 pcm durant l'arrêt
 Cb2 : Cb applicable lorsque Xe > 2000 pcm avant convergence
 et tant que Xe > 2000 pcm

Calcul DSS012

ETUDE & TN126A - C25 = 11772 DU 22/05/07



CNPE DE TRICASTIN - TRANCHE 1 - CAMPAGNE 26
DOSSIER SPECIFIQUE D'EVALUATION DE LA SURETE
DE LA RECHARGE - MODE G

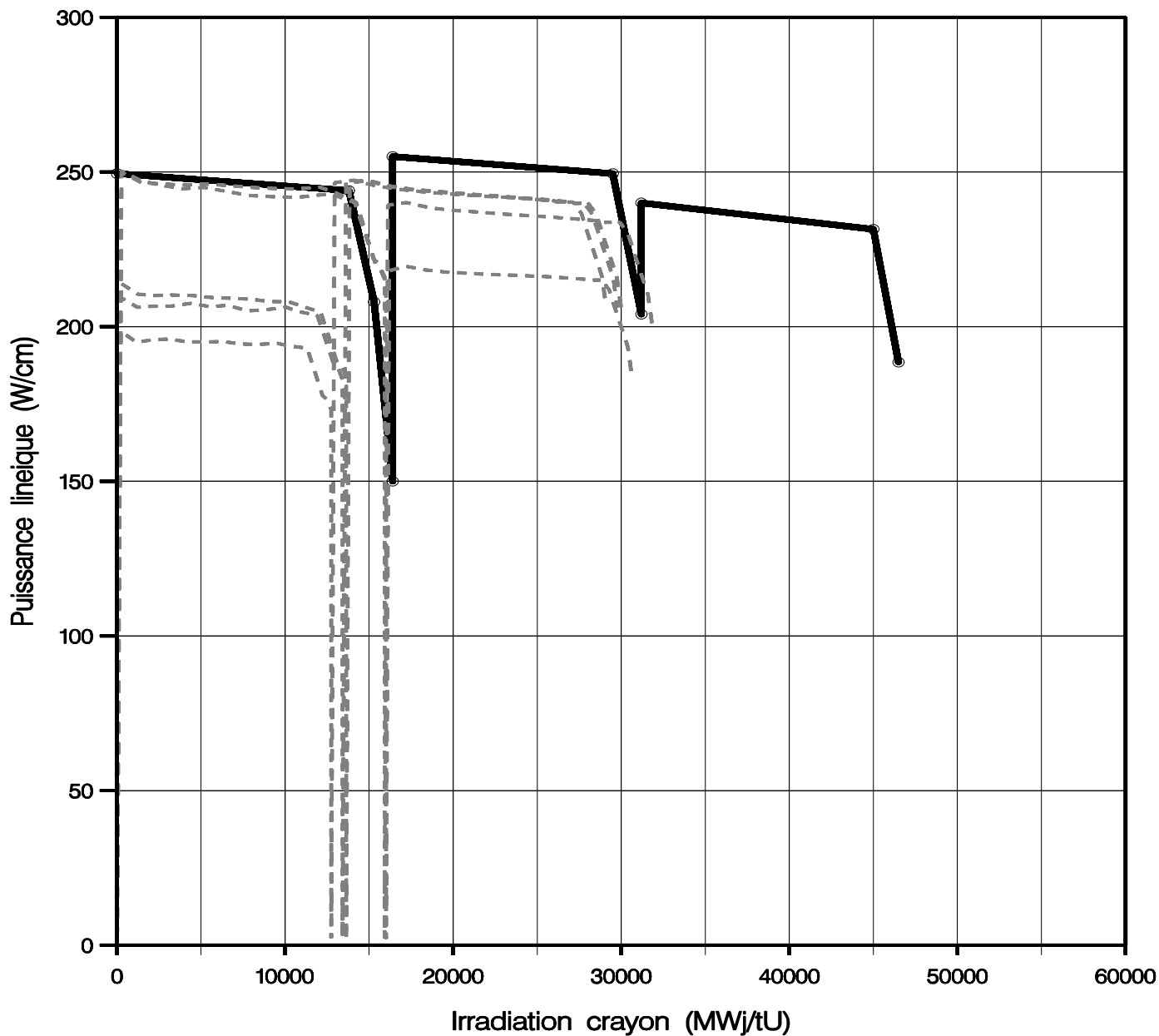
PARITE MOX 52 – GESTION ¼ COEUR UO2 3.7% et MOX équiv. 3.7%

Page :	44 / 46
	A1 - 1/3
Réf. :	D4550.37-07/9907
Indice :	0

ANNEXE 1

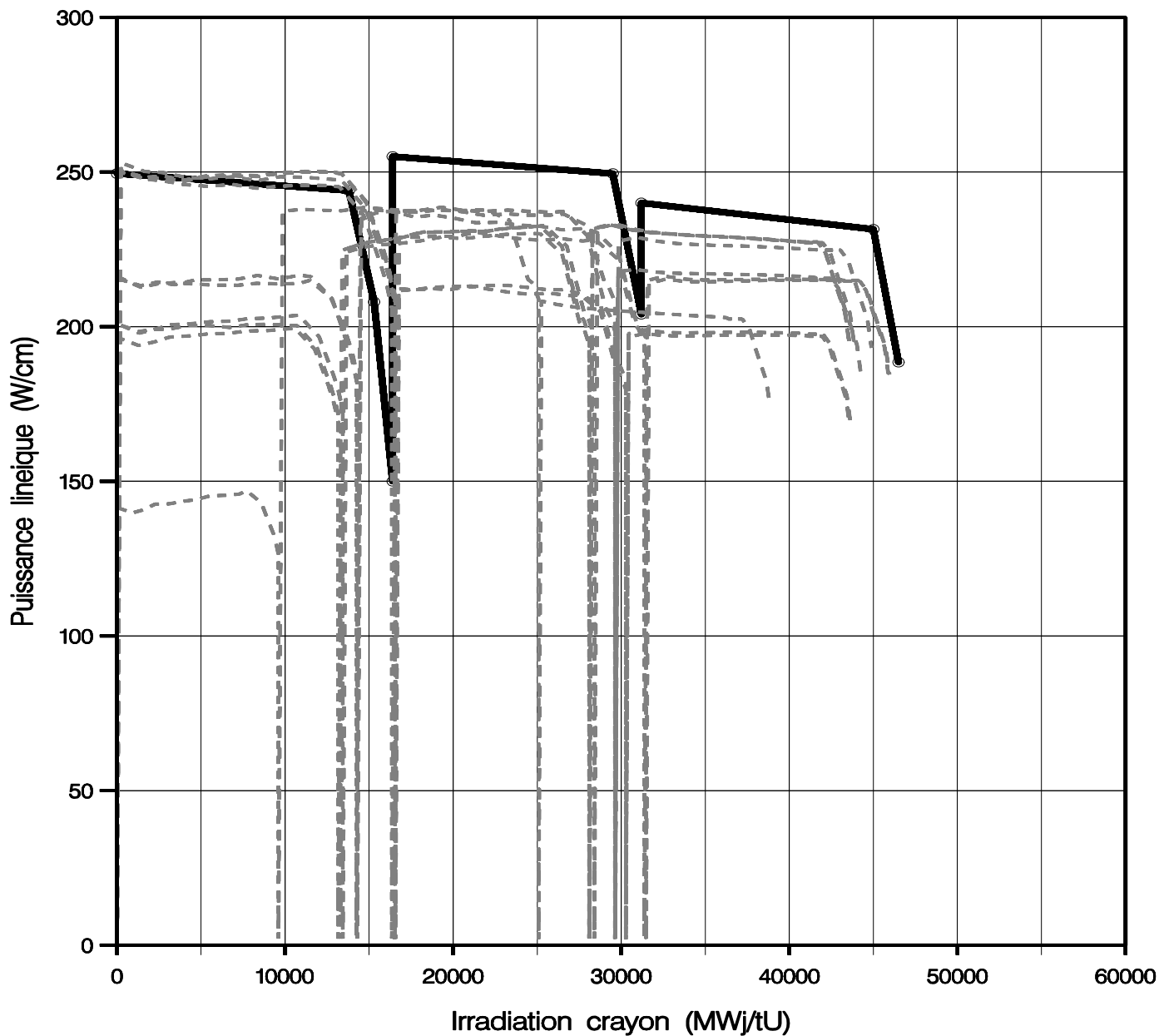
Vérification du caractère enveloppe des historiques de puissance utilisés lors de l'étude du comportement des crayons PuO₂.

Verification du caractere enveloppe des historiques de puissance
utilises lors de l'etude du comportement des crayons MOX NT
Crayons Penalissants des assemblages MOX NT effectuant leur 2eme cycle



o—o Historique de conception du dossier MOX NT

Verification du caractere enveloppe des historiques de puissance
utilises lors de l'etude du comportement des crayons MOX NT
Crayons Penalissants des assemblages MOX NT effectuant leur 3eme cycle



o—o Historique de conception du dossier MOX NT