



Cyril CNUUDE

Date :

NOTE TECHNIQUE
CNPE DE NOGENT - TRANCHE 2 - CAMPAGNE 22
DOSSIER SPECIFIQUE PREVISIONNEL D'EVALUATION
DE LA SURETE DE LA RECHARGE - MODE G
RETOUR A GEMMES (REFERENTIEL GALICE)

D455014025555

Indice : PREL 43 pages 0 annexe(s) 0 pièce(s) jointe(s)

Applicabilité : NON APPLICABLE

Référence d'affaire :

Documents associés :

Résumé :

Cette note présente l'évaluation de la sûreté pour la campagne 22 de la tranche 2 du C.N.P.E. de NOGENT.

Elle a été rédigée sur la base du plan préliminaire du 22/05/14.

Elle est constituée de figures et de tableaux de synthèse où sont comparées les valeurs calculées à la campagne 22 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

Durée de conservation : Palier

Classement documentaire : DR

Document QS

DIRECTION PRODUCTION
INGENIERIE
Unité d'Ingénierie d'Exploitation

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

Téléphone +33 (0)4 78 71 33 33
Télécopie +33 (0)4 78 71 28 80

www.edf.fr

EDF - SA au capital de 911 035 545 euros
652 031 317 R.C.S Paris



CNPE DE NOGENT - TRANCHE 2 - CAMPAGNE 22
DOSSIER SPECIFIQUE PREVISIONNEL D'EVALUATION
DE LA SURETE DE LA RECHARGE - MODE G
RETOUR A GEMMES (REFERENTIEL GALICE)

Page : 2 / 43

Réf. : D455014025555

Indice : PREL

FICHE QUALITÉ

Ind.	Rédacteur(s)		Contrôleur(s)		Approbateur		
	Nom	Visa	Nom	Visa	Nom	Visa	Date d'application
PREL							NON APPLICABLE

Validation du document

Indice validé : PREL

Date d'envoi en prédiffusion :

Prédiffusion formalisée :

Groupe de travail :

Autre méthode :

Informations complémentaires :

Identification du fichier :

EVSP4GAL.DOT - 1099264 Octets - 28/03/2014 15:33:00

Identification du formulaire :

Note technique issue du modèle Note_Tec.dot - Version 1.02.02

Historique des modifications

Indice	Date	Paragraphes modifiés / Objet
PREL		Emission initiée



CNPE DE NOGENT - TRANCHE 2 - CAMPAGNE 22
DOSSIER SPECIFIQUE PREVISIONNEL D'EVALUATION
DE LA SURETE DE LA RECHARGE - MODE G
RETOUR A GEMMES (REFERENTIEL GALICE)

Page : 3 / 43

Réf. : D455014025555

Indice : PREL

FICHE DE DIFFUSION

Diffusion interne à la Direction Production Ingénierie

Destinataire(s)	Nb	Destinataire(s)	Nb
Branche METHODES	1		

Diffusion externe à la Direction Production Ingénierie

Destinataire(s)	Organisme(s)	Nb



TABLE DES MATIERES

1.	INTRODUCTION	8
2.	PLAN DE CHARGEMENT	9
2.1.	HYPOTHESES	9
2.1.1.	HYPOTHESES GENERALES	9
2.1.2.	CONSTRAINTES PARTICULIERES	9
2.2.	DESCRIPTION DU PLAN DE CHARGEMENT	9
2.2.1.	PLAN EN REPERE "BATAILLE-NAVALE"	9
2.2.2.	PLAN COMPORTANT LES NUMEROS D'IDENTIFICATION DES ASSEMBLAGES	9
3.	EVALUATION DE LA SURETE DE LA RECHARGE	10
4.	MISE A JOUR DES SPECIFICATIONS TECHNIQUES D'EXPLOITATION	12
5.	CONCLUSION	12
6.	REFERENCES	13
	ANNEXE 1	45
	TABLEAUX 1 À 9	14 à 30
	FIGURES 1 À 14	31 à 44



LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES DES ASSEMBLAGES.....	14
TABLEAU 2 : PARAMETRES GENERAUX DE FONCTIONNEMENT.....	15
TABLEAU 3 : FACTEURS RADIAUX DE POINT CHAUD A IMPLANTER DANS LE SPIN.....	16
TABLEAU 4 : PARAMETRES GENERAUX DE REACTIVITE.....	21
TABLEAU 5 : PARAMETRES SPECIFIQUES DES ETUDES D'ACCIDENTS.....	22
TABLEAU 6 : VERIFICATION DE LA MARGE D'ANTIREACTIVITE REQUISE EN FIN DE CAMPAGNE A SA LONGUEUR NATURELLE.....	26
TABLEAU 7 : POINTS DE CONSIGNE DES CHAINES BAS-RFTC ET PUISSANCE LINEIQUE ELEVEE DU SPIN.....	27
TABLEAU 8 : COURBE DE CALIBRAGE DECALIBREE, VALEURS DU COMPTEUR EN PAS DE CHEVAUCHEMENT EN FONCTION DE LA PUISSANCE THERMIQUE A IMPLANTER POUR LA PROLONGATION DE CYCLE.....	29
TABLEAU 9 : CONCENTRATION MINIMALE EN BORE AU RECHARGEMENT.....	30



LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : Carte de coeur en fin de campagne précédente avec les épuisements par assemblage et les numéros de lot.....	31
FIGURE 2 : Plan de chargement en repère "bataille navale".....	32
FIGURE 3 : Plan de chargement comportant les numéros d'identification des assemblages	33
FIGURE 4 : Schéma d'implantation des grappes.....	34
FIGURE 5 : Carte de puissance, début de campagne, pleine puissance, à l'équilibre Xénon, toutes barres hautes	35
FIGURE 6 : Coefficient de puissance dû au Doppler seul	36
FIGURE 7 : RTV Efficacité différentielle du bore	37
FIGURE 8 : RTV Coefficient de densité modérateur.....	38
FIGURE 9 : RTV Contre-réaction de puissance, Marge d'arrêt, Choix du state-point.....	39
FIGURE 10 : Limites d'insertion du groupe de régulation R pour la longueur naturelle de la campagne et son éventuelle prolongation.....	40
FIGURE 11 : Position du groupe R en fonction de l'irradiation de la campagne pour la mesure de la différence axiale de puissance de référence.....	41
FIGURE 12 : Intervalle de temps T_0 après arrêt pendant lequel l'empoisonnement xénon est supérieur à 2000 pcm en fonction de la puissance initiale.....	42
FIGURE 13 : Concentrations en bore minimales à l'arrêt à chaud tous groupes insérés, sauf SB et SC en cours de campagne	43
FIGURE 14 : Concentrations en bore minimales à l'arrêt à froid tous groupes insérés, sauf SB et SC en cours de campagne	44
FIGURES A1 : Vérification du caractère enveloppe des historiques de puissances utilisés lors de l'étude du comportement des crayons UO2 4% à gainage Zircaloy	45



LISTE DES ABREVIATIONS

DDC	:	Début de Campagne
FDC	:	Fin de Campagne
EQX	:	Equilibre Xénon, 150 MWjt
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 (ppm)
APRP	:	Accident de Perte de Réfrigérant Primaire
JEPP	:	Jours Equivalents à Pleine Puissance
Δp	:	Efficacité de Grappe (pcm)
β	:	Fraction de neutrons retardés (pcm)
FQ	:	Facteur total de point chaud
DT	:	Densité Théorique
RFTC	:	Rapport de Flux Thermique Critique
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 22 de la tranche 2 du C.N.P.E de NOGENT.

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'Evaluation de la Sûreté (D.G.E.S.) relatif à la gestion GALICE (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 21 de 14656 MW/jl (398 JEPP).

Les épaissements par assemblage en fin de campagne 21 sont portés sur la figure 1.

Les caractéristiques des assemblages sont précisées au tableau 1.

Les caractéristiques de la recharge sont fournies dans le tableau suivant et comparées aux hypothèses de la gestion prévisionnelle :

CARACTERISTIQUES	VALEUR RECHARGE	VALEUR DE LA GESTION PREVISIONNELLE
Nombre d'assemblages neufs	64	56
Nombre d'assemblages neufs comportant des crayons gadoliniés	24	36
Enrichissement initial (%U235)	4	4.50
Anticipation d'arrêt (- JEPP) ou prolongation (+ JEPP) de la campagne précédente	-19	-25/+60

Il s'agit de la deuxième introduction successive d'une recharge neuve de type GEMMES sur la tranche 2 de NOGENT. L'objectif de cette recharge est de revenir à une exploitation en gestion GEMMES suite aux problématiques de déformations d'assemblages constatées sur cette tranche.

L'applicabilité du DGES GALICE pour cette recharge fait l'objet d'une analyse dédiée.

2.1.2. CONTRAINTES PARTICULIERES

Le cœur est composé de :

- 128 assemblages enrichis à 4% dont 124 assemblages de type AFA3GLAQ-I et 4 assemblages de type AFA3GLrAA,
- 66 assemblages enrichis à 4.5% dont 13 assemblages AFA3GLrAA-S, et 52 assemblages AFA3GLAQ-I.



Afin de diminuer la réactivité du cœur et de garantir autant que possible un CTM TBH à puissance nulle mesuré négatif en début de cycle (arrêts anticipés lors des 2 campagnes précédentes afin de limiter les déformations d'assemblages) 4 assemblages ayant effectué deux cycles en réacteur sont rechargés à la place de 4 assemblages ayant effectué un cycle en réacteur.

2.2. DESCRIPTION DU PLAN DE CHARGEMENT

2.2.1. PLAN EN REPERE "BATAILLE-NAVALE"

Les positions occupées à la campagne 21 ou éventuellement aux campagnes antérieures par les assemblages rechargés à la campagne 22 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 cœur sont reportés sur la figure 3.

3. EVALUATION DE LA SURETE DE LA RECHARGE.

Les tableaux 1 et 2 rappellent les caractéristiques des assemblages et les paramètres généraux de fonctionnement.

Le tableau 3 précise les valeurs de facteurs de pics radiaux (FXY(z)) de la recharge à implanter dans le SPIN au cours de la campagne.

A titre illustratif, la figure 5 présente la distribution radiale de puissance en début de campagne à la puissance nominale (Xénon à l'équilibre), toutes grappes extraites.

Le tableau 4 établit une comparaison entre valeur calculée pour la campagne et valeur limite, pour les paramètres généraux des études d'accidents.

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 4). La valeur nécessaire pour la campagne 22 de la tranche 2 du CNPE de NOGENT est inférieure à la valeur requise par les STE. Les volumes nécessaires dans les autres états sont également vérifiés.

Le tableau 5 et les figures 7 à 9 établissent la même comparaison pour les paramètres spécifiques à certaines études d'accidents.

Le tableau 6 présente le calcul de la marge d'antiréactivité requise en fin de campagne.

Les différents points de consigne des protections BAS-RFTC et puissance linéique élevée du SPIN sont présentés au tableau 7. Ils prennent en compte les résultats des études de sûreté de cette recharge.

Le taux d'irradiation de décharge maximal par assemblage, y compris une éventuelle prolongation de campagne de 60 jpp est de 54100 MWj/t pour cette recharge.

4. MISE A JOUR DES SPECIFICATIONS TECHNIQUES D'EXPLOITATION

Les points suivants des Spécifications Techniques d'Exploitation sont à mettre à jour ou à ajouter pour la campagne 22 de la tranche 2 du C.N.P.E de NOGENT et son éventuelle prolongation au-delà de la longueur naturelle :



- limite très basse d'insertion du groupe R en cours de campagne et sa prolongation (figure 10)
- position recommandée du groupe R pour la mesure de DPaxréf en cours de campagne naturelle (figure 11) : le milieu de la bande de manoeuvre. On rappelle que la position du groupe R en prolongation de campagne est de 253 pas extralls.
- courbe de calibrage décalibrée des groupes gris en fonction de la puissance thermique à implanter pour la prolongation de campagne (tableau 8).
- intervalle de temps T_0 après l'arrêt pendant lequel l'empoisonnement Xénon est supérieur à 2000 pcm, en fonction de la puissance initiale (figure 12).
- concentrations en bore minimales à l'arrêt à chaud et à l'arrêt à froid en fonction de l'épuisement (figures 13 et 14).
- le Klim pour la campagne 22 a pour valeur 0.
- pour la campagne 22 de la tranche 2 du C.N.P.E de NOGENT, le poids maximal en bore d'une grappe bloquée en arrêt à froid est de 77 ppm.

5. CONCLUSION

L'examen de la campagne 22 de la tranche 2 du CNPE de NOGENT démontre la sûreté de la recharge conformément aux études réalisées dans le cadre du projet GALICE.



6. REFERENCES

- [1] - Tranches REP 1300 - Dossier Général d'Evaluation de la Sûreté des recharges (D.G.E.S.)
Méthodologie EDF/GALICE
Note EDF D4550.37-09/0890 indice B
- [2] - Analyse de la fabrication 17 X 17
« Vérification des facteurs technologiques des fabrications UO₂ de l'année 2013 pour les réacteurs
EDF 1300 MWe - GALICE »
Note AREVA FS1-0015207 rév. 1.0 du 31/03/2014
- [3] - « Tranches REP 1300 MW - Addendum au Dossier Général d'Evaluation de la Sûreté des
Recharges – Prise en compte des différents produits combustible »
Note EDF D4550.37-09/0624 ind. D
- [4] - « 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
- [5] - « NOGENT 2 - Retour à la gestion GEMMES »
Courrier EDF D455014022601



TABLEAU 1

CARACTERISTIQUES DES ASSEMBLAGES

Longueur réelle de la campagne 21 (longueur naturelle + prolongation de cycle) :

14656 MWj/t (398 JEPP)

Longueur prévisionnelle de la campagne 22 (longueur naturelle) :

15173 MWj/t (412 JEPP)

Assemblage 17 X 17 - (10 grilles) Hauteur : 426,8 cm

CARACTERISTIQUES	LOTS				
	1 (*)	2	3	4 (*)	29 (*)
Nombre d'assemblages	24	36	40	24	4
Fournisseur	FRAMATOME	FRAMATOME	FRAMATOME	FRAMATOME	FRAMATOME
Type d'assemblages	AFA3GLAQ-I	AFA3GLAQ-I	AFA3GLAQ-I	AFA3GLAQ-I	AFA3GLRAA
Enrichissement initial (% U235)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Epuisement moyen au début de la campagne 22 (MWj/t)	17007	12584	0	0	23220

CARACTERISTIQUES	LOTS				
	30	31 (*)	35 (*)	36	37 (*)
Nombre d'assemblages	1	4	8	20	32
Fournisseur	FRAMATOME	FRAMATOME	FRAMATOME	FRAMATOME	FRAMATOME
Type d'assemblages	AFA3GLRAA-S	AFA3GLRAA-S	AFA3GLRAA-S	AFA3GLAQ-I	AFA3GLAQ-I
Enrichissement initial (% U235)	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
Epuisement moyen au début de la campagne 22 (MWj/t)	30865	36938	39870	29974	31870

(*) assemblages gadoliniés



TABLEAU 2

PARAMETRES GENERAUX DE FONCTIONNEMENT

Longueur prévisionnelle de la campagne 22 (longueur naturelle) :
15173 MW/t (412 JEPP)

PARAMETRES	VALEURS DE REFERENCE DES ETUDES DE SURETE
Puissance thermique du coeur (MWth)	3800
Puissance linéique (W/cm) :	
- moyenne	170.2
- maximum en fonctionnement normal	460 **
- maximum en fonctionnement accidentel (classe 2)	480 **
Débit primaire (m3/h par boucle) :	
- conception thermohydraulique	22201
- mesuré	-
Fraction de contournement du coeur :	
- conception thermohydraulique	7%
- calculé	5.3%
Taux de bouchage des GV :	BTGV ≤ 5%
Ecart maximal de taux de bouchage des GV entre boucles	≤ 6%
Température du réfrigérant à l'entrée du coeur (°C) * :	
- à puissance nulle	297.2
- à puissance nominale	288.4
Température moyenne du réfrigérant dans la cuve à puissance nominale (°C) *	306.5
Pression primaire nominale (bar)	155

(*) Le fonctionnement en prolongation de campagne jusqu'à 60 JEPP est également pris en compte. La température moyenne est abaissée selon le programme figurant dans la référence 1.

(**) pour : $-21\%PN < \Delta I < +11\%PN$



TABLEAU 3 (1/5)

**FXY(Z) A IMPLANTER DANS LE SPIN
LORS DE LA PREMIERE MONTEE EN PUISSANCE**

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8
COTE	TBH (*)	G1	R	RG1	G1G2	RG1G2	N1	Autres
31	1.514	1.526	1.566	1.585	1.640	1.709	1.599	2.200
30	1.514	1.526	1.566	1.585	1.640	1.709	1.599	2.500
29	1.514	1.526	1.566	1.585	1.640	1.709	1.599	2.500
28	1.514	1.526	1.566	1.585	1.640	1.709	1.599	2.500
27	1.514	1.526	1.566	1.585	1.640	1.709	1.599	2.500
26	1.514	1.526	1.566	1.585	1.640	1.709	1.599	2.500
25	1.514	1.526	1.566	1.585	1.640	1.709	1.599	2.500
24	1.514	1.526	1.566	1.585	1.640	1.709	1.599	2.500
23	1.479	1.526	1.566	1.585	1.640	1.709	1.599	2.500
22	1.479	1.526	1.566	1.585	1.640	1.709	1.599	2.500
21	1.479	1.526	1.566	1.585	1.640	1.709	1.599	2.500
20	1.479	1.497	1.566	1.614	1.677	1.629	1.599	2.500
19	1.479	1.497	1.566	1.643	1.514	1.549	1.664	2.500
18	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
17	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
16	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
15	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
14	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
13	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
12	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
11	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
10	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
9	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
8	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.600
7	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
6	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
5	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
4	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
3	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
2	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500
1	1.479	1.497	1.584	1.671	1.514	1.549	1.730	2.500

(*) : Les valeurs Fxy TBH théoriques calculées sont actualisées à 100% PN d'après les résultats de la carte de flux au palier entre 98 et 100 % de la montée en puissance.

Les valeurs des Fxy zones 1 à 7 tiennent compte des coefficients de majoration liés à un éventuel déséquilibre azimutal statique au redémarrage. Ces valeurs seront modifiées au dessus de 80% PN si le déséquilibre est inférieur à 2%, conformément au D.G.E.S. (réf. 1).



TABLEAU 3 (2/5)

FXY(Z) SPIN EN DDC(*)

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8
COTE	TBH	G1	R	RG1	G1G2	RG1G2	N1	Autres
31	mesures	1.467	1.513	1.532	1.616	1.684	1.545	2.200
30		1.467	1.513	1.532	1.616	1.684	1.545	2.500
29		1.467	1.513	1.532	1.616	1.684	1.545	2.500
28		1.467	1.513	1.532	1.616	1.684	1.545	2.500
27		1.467	1.513	1.532	1.616	1.684	1.545	2.500
26		1.467	1.513	1.532	1.616	1.684	1.545	2.500
25		1.467	1.513	1.532	1.616	1.684	1.545	2.500
24		1.467	1.513	1.532	1.616	1.684	1.545	2.500
23		1.467	1.513	1.532	1.616	1.684	1.545	2.500
22		1.467	1.513	1.532	1.616	1.684	1.545	2.500
21		1.467	1.513	1.532	1.616	1.684	1.545	2.500
20		1.440	1.513	1.559	1.553	1.605	1.587	2.500
19		1.440	1.513	1.587	1.491	1.526	1.629	2.500
18		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
17		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
16		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
15		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
14		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
13		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
12		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
11		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
10		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
9		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
8		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
7		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
6		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
5		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
4		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
3		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
2		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500
1		1.440	1.530	1.615	1.491	1.526	1.671	2.500

Si la tranche fonctionne en suivi de réseau, les valeurs présentées ci-dessus sont à majorer d'une pénalité pour FPPR (cf réf 1).

(*) : En présence d'un déséquilibre azimutal statique compris entre 2 et 3%, les valeurs des configurations "grappées", implantées lors de la première montée en puissance, sont reconduites (cf tableau 3 (1/5)).



TABLEAU 3 (3/5)

FXY(Z) SPIN EN MDC

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8
COTE	TBH	G1	R	RG1	G1G2	RG1G2	N1	Autres
31	mesures	1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.200
30		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
29		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
28		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
27		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
26		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
25		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
24		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
23		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
22		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
21		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
20		1.405	1.491	1.558	1.455	1.528	1.610	2.500
19		1.424	1.508	1.583	1.455	1.543	1.631	2.500
18		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
17		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
16		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
15		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
14		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
13		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
12		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
11		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
10		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
9		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
8		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
7		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
6		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
5		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
4		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
3		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
2		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
1		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500

Si la tranche fonctionne en suivi de réseau, les valeurs présentées ci-dessus sont à majorer d'une pénalité pour FPPR (cf réf 1).



TABLEAU 3 (4/5)

FXY(Z) SPIN A 85%LNC

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8
COTE	TBH	G1	R	RG1	G1G2	RG1G2	N1	Autres
31	mesures	1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.200
30		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
29		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
28		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.600
27		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
26		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
25		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
24		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
23		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
22		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
21		1.386	1.473	1.534	1.455	1.513	1.590	2.500
20		1.405	1.491	1.558	1.455	1.528	1.610	2.500
19		1.424	1.508	1.583	1.455	1.543	1.631	2.500
18		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
17		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
16		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
15		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
14		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
13		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
12		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
11		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
10		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
9		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
8		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
7		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
6		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.600
5		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.600
4		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
3		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
2		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500
1		1.444	1.526	1.607	1.504	1.558	1.651	2.500

Si la tranche fonctionne en suivi de réseau, les valeurs présentées ci-dessus sont à majorer d'une pénalité pour FPPR (cf réf 1).



TABLEAU 3 (5/5)

FX(Y,Z) SPIN EN FDC

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8
COTE	TBH	G1	R	RG1	G1G2	RG1G2	N1	Autres
31	mesures	1.381	1.507	1.590	1.437	1.501	1.691	2.200
30		1.381	1.507	1.590	1.437	1.501	1.691	2.500
29		1.381	1.507	1.590	1.437	1.501	1.691	2.500
28		1.381	1.507	1.590	1.437	1.501	1.691	2.500
27		1.381	1.507	1.590	1.437	1.501	1.691	2.500
26		1.381	1.507	1.590	1.437	1.501	1.691	2.500
25		1.381	1.507	1.590	1.437	1.501	1.691	2.500
24		1.381	1.507	1.590	1.437	1.501	1.691	2.500
23		1.381	1.507	1.590	1.437	1.501	1.691	2.500
22		1.381	1.507	1.590	1.437	1.501	1.691	2.500
21		1.381	1.507	1.590	1.437	1.501	1.691	2.500
20		1.398	1.507	1.590	1.437	1.501	1.691	2.500
19		1.415	1.507	1.590	1.459	1.501	1.691	2.500
18		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
17		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
16		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
15		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
14		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
13		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
12		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
11		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
10		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
9		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
8		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
7		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
6		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
5		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
4		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
3		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
2		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500
1		1.431	1.531	1.622	1.481	1.534	1.711	2.500

Si la tranche fonctionne ou a fonctionné en suivi de réseau, les valeurs présentées ci-dessus sont à majorer d'une pénalité pour FPPR (cf réf 1).



TABLEAU 4

PARAMETRES GENERAUX DE REACTIVITE

PARAMETRES GENERAUX	VALEUR LIMITE	VALEUR RECHARGE
FRACTION EFFECTIVE DES NEUTRONS RETARDES		
β_{eff} (pcm) :		
Limite inférieure MDC (min (P _{NOM} ; P _{NUL}))	≥ 487	508
Limite inférieure FDC (min (P _{NOM} ; P _{NUL}))	≥ 464	475
Limite supérieure DDC (max (P _{NOM} ; P _{NUL}))	≤ 647	624
COEFFICIENT DOPPLER - TEMPERATURE (pcm/°C)		
Limite supérieure EQX-118%PN	≤ -1.86	-2.09
Limite inférieure FDC-PNUL	≥ -4.42	-4.33
COEFFICIENT DOPPLER - PUISSANCE (pcm/% PN)		
(en fonction du niveau de puissance)	figure 6	figure 6
COEFFICIENT DE DENSITE ($\Delta K/K/g/cm^3$)		
Limite inférieure DDC-PNUL-TBH	≥ 0.0	0.001
Limite inférieure DDC-PNOM-TBH	≥ 0.033	0.052
Limite supérieure FDC-RG1G2N1 IN	≤ 0.621	0.497
LIMITE D'INSERTION DU GROUPE R DE REGULATION DE TEMPERATURE MOYENNE PRIMAIRE		
(en fonction du niveau de puissance et de l'épuisement de la campagne)	figure 10	figure 10
EFFICACITE DES GROUPE DE REGULATION (pcm/pas)		
Limite début de campagne	≤ 10.9	7.8
Limite fin de campagne	≤ 16.8	12.1
EFFICACITE INTEGRALE DE L'ARRET AUTOMATIQUE DU REACTEUR A PUISSANCE NOMINALE (pcm)		
	≥ 3700	3884

VERIFICATION REA BORE

Domaine de fonctionnement	Volume REA nécessaire	Volume STE utile	Volume STE	Volume mort
RP gr2	72.4	78.5	85.9	7.4
RP gr1	52.6	62.7	70.1	7.4



TABLEAU 5 (1/4)

PARAMETRES SPECIFIQUES DES ETUDES D'ACCIDENTS

PARAMETRES	LIMITE DE CONCEPTION	VALEUR RECHARGE
<u>MAUVAIS POSITIONNEMENT, CHUTE DE GRAPPES</u>		
<u>A - DETECTION, (DDC ET FDC)</u>		
Cas de chute de 2 grappes en logique 1/4, hormis les grappes de N1 ¹ et de R (*)		Résultats pris en compte pour le calcul ΔRTFC
Cas de chute de 3 grappes en logique 2/4, hormis les grappes de N1 ¹ et de R (*)		
<u>B - VARIATION DU RFTC (DDC et FDC)</u>		
1) Cas de chute de grappe(s) non détectées en logique 1/4 hormis les grappes de N1 ¹ et de R (*) : ΔRFTC max = (RFTCinit - RFTCmin) / RFTCmin	≤ 55.9 %	ΔI limite = 33.0 % NON CALCULE
2) Cas de chute de grappes non détectées en logique 2/4 hormis les grappes de N1 ¹ et de R (*) : ΔRFTC max = (RFTCinit - RFTCmin) / RFTCmin	≤ 122.4 %	ΔI limite = 9.7 % NON CALCULE
3) Conservatisme de la loi générique RFTCS = f(position R)		Vérifié
<u>RETRAIT D'UNE SEULE GRAPPE EN PUISSANCE</u>		
- Réactivité maximale insérée par le retrait de la grappe (pcm)	≤ 105	90
- Accroissement relatif maximal du facteur d'élévation d'enthalpie : (ΔFΔH / FΔHo(%))	≤ 17.0	11.7

(*) - N1¹ : protection spécifique au sous-groupe.

- R : chute non limitative vis-à-vis des ΔRTFC car un automatisme bloque l'extraction des grappes du groupe R restant disponibles.



TABLEAU 5 (2/4)

PARAMETRES	LIMITE DE CONCEPTION	VALEUR RECHARGE
<u>DILUTION INCONTROLEE D'ACIDE BORIQUE</u>		
Sous criticité du coeur après arrêt automatique (pcm)		
- en arrêt à froid	≤ 0	-148
- en arrêt à chaud	≤ 0	-893
- en puissance	≤ 0	-1655
<u>EJECTION DE GRAPPE EN ETAT D'ARRET</u>		
Réactivité maximale apportée par l'éjection de grappe (pcm)		
En arrêt à froid max (DDC, FDC)	≤ 2600	779
En arrêt à chaud max (DDC, FDC)	≤ 2500	898
<u>RETRAIT INCONTROLE DE GROUPE EN ETAT D'ARRET</u>		
Réactivité maximale apportée par le retrait de groupe (pcm)		
En arrêt à froid max (EQX, FDC)	≤ 2964	1414
En arrêt à chaud max (EQX, FDC)	≤ 2864	2221
<u>RETRAIT INCONTROLE DE GROUPE DE REGULATION</u>		
Vitesse maximale d'insertion de réactivité (pcm/s) (Retrait de deux groupes à 72 pas/mn)		
En attente à chaud, G2N1 (EQX)	≤ 78	34
En attente à chaud, RN1 (EQX)	≤ 96	52
En attente à chaud, RN1 (FDC)	≤ 130	89



TABLEAU 5 (3/4)

PARAMETRES	LIMITE DE CONCEPTION	VALEUR RECHARGE
<u>EJECTION D'UNE GRAPPE DE REGULATION</u>		
<u>Aspect point chaud et haut taux de combustion</u>		
<u>Irradiations EQX et MDC</u>		
• EQX PNUL - Δp (pcm) - F_Q après éjection - F_Q après éjection sur ass. HBU - $F_{\Delta H}$ après éjection	≤ 667 ≤ 25.0 ≤ 9.9 ≤ 8.6	228 9.4 SANS OBJET 3.4
• EQX 10%PN - Δp (pcm) - F_Q après éjection - F_Q après éjection sur ass. HBU - $F_{\Delta H}$ après éjection	≤ 607 ≤ 22.2 ≤ 9.2 ≤ 8.4	226 9.2 SANS OBJET 3.4
• EQX 20%PN - Δp (pcm) - F_Q après éjection - F_Q après éjection sur ass. HBU - $F_{\Delta H}$ après éjection	≤ 546 ≤ 19.0 ≤ 8.7 ≤ 6.0	229 8.9 SANS OBJET 3.5
• EQX 40%PN - Δp (pcm) - F_Q après éjection - F_Q après éjection sur ass. HBU - $F_{\Delta H}$ après éjection	≤ 298 ≤ 11.3 ≤ 5.0 ≤ 4.8	201 7.0 SANS OBJET 2.7
• EQX 80%PN - Δp (pcm) - F_Q après éjection - F_Q après éjection sur ass. HBU - $F_{\Delta H}$ après éjection	≤ 183 ≤ 6.5 ≤ 3.5 ≤ 2.8	168 5.5 SANS OBJET 2.4
• EQX PNOM - Δp (pcm) - F_Q après éjection - F_Q après éjection sur ass. HBU - $F_{\Delta H}$ après éjection	≤ 160 ≤ 5.0 ≤ 2.9 ≤ 2.5	117 4.1 SANS OBJET 2.2
• MDC PNUL - Δp (pcm) - F_Q après éjection - F_Q après éjection sur ass. HBU - $F_{\Delta H}$ après éjection	≤ 621 ≤ 29.5 ≤ 17.8 ≤ 7.0	255 13.4 SANS OBJET 3.8
• MDC 20%PN- Δp (pcm) - F_Q après éjection - F_Q après éjection sur ass. HBU - $F_{\Delta H}$ après éjection	≤ 644 ≤ 26.3 ≤ 15.4 ≤ 6.6	292 12.6 SANS OBJET 3.9
• MDC 40%PN- Δp (pcm) - F_Q après éjection - F_Q après éjection sur ass. HBU - $F_{\Delta H}$ après éjection	≤ 376 ≤ 21.2 ≤ 9.1 ≤ 5.5	200 8.7 SANS OBJET 3.0
• MDC PNOM - Δp (pcm) - F_Q après éjection - F_Q après éjection sur ass. HBU - $F_{\Delta H}$ après éjection	≤ 150 ≤ 6.0 ≤ 4.2 ≤ 2.4	119 4.2 SANS OBJET 2.0



TABLEAU 5 (4/4)

PARAMETRES	LIMITE DE CONCEPTION	VALEUR RECHARGE
<u>EJECTION D'UNE GRAPPE DE REGULATION</u>		
<u>Aspect point chaud et haut taux de combustion</u>		
<u>Irradiations FDC</u>		
<ul style="list-style-type: none"> • FDC PNUL - Δp (pcm) ≤ 658 <li style="padding-left: 20px;">- F_Q après éjection ≤ 35.4 <li style="padding-left: 20px;">- F_Q après éjection sur ass. HBU ≤ 23.8 <li style="padding-left: 20px;">- $F_{\Delta H}$ après éjection ≤ 7.0 		<ul style="list-style-type: none"> 353 16.4 14.2 4.1
<ul style="list-style-type: none"> • FDC 10%PN - Δp (pcm) ≤ 657 <li style="padding-left: 20px;">- F_Q après éjection ≤ 32.7 <li style="padding-left: 20px;">- F_Q après éjection sur ass. HBU ≤ 22.1 <li style="padding-left: 20px;">- $F_{\Delta H}$ après éjection ≤ 7.1 		<ul style="list-style-type: none"> 321 16.3 14.2 4.1
<ul style="list-style-type: none"> • FDC 30%PN - Δp (pcm) ≤ 603 <li style="padding-left: 20px;">- F_Q après éjection ≤ 28.6 <li style="padding-left: 20px;">- F_Q après éjection sur ass. HBU ≤ 19.3 <li style="padding-left: 20px;">- $F_{\Delta H}$ après éjection ≤ 6.4 		<ul style="list-style-type: none"> 317 14.2 12.4 3.9
<ul style="list-style-type: none"> • FDC PNOM - Δp (pcm) ≤ 150 <li style="padding-left: 20px;">- F_Q après éjection ≤ 7.1 <li style="padding-left: 20px;">- F_Q après éjection sur ass. HBU ≤ 5.2 <li style="padding-left: 20px;">- $F_{\Delta H}$ après éjection ≤ 2.5 		<ul style="list-style-type: none"> 132 4.8 4.0 2.1
<u>RUPTURE IMPORTANTE DE TUYAUTERIE VAPEUR</u>		
• Coefficient DOPPLER température (pcm/°C)	≥ -4.93	-4.65
• Efficacité différentielle du bore (pcm/ppm)	Figure 7	
• Coefficient de densité du modérateur ($\Delta K/K/g/cm^3$)	Figure 8	
• Marge d'arrêt et contre-réaction de puissance	Figure 9	SP2
• RFTC minimum (aux conditions du state point FDC, TBI - 1)	≥ 1.45	1.94
• Puissance linéique nucléaire maximale (aux conditions du state point FDC, TBI -1)	≤ 745	643



TABLEAU 6

VERIFICATION DE LA MARGE D'ANTIREACTIVITE REQUISE EN
FIN DE CAMPAGNE A SA LONGUEUR NATURELLE

PARAMETRES	VALEUR RECHARGE
<u>1/ EFFICACITE DES GRAPPES A PUISSANCE NULLE (PCM)</u>	
A) Efficacité de toutes les grappes	8558
B) Efficacité de la grappe coincée la plus antiréactive pénalisée du tilt	1375
C) Efficacité de toutes les grappes hors la plus antiréactive	
• valeur brute	7183
• valeur compte tenu de 10 % de marge	6465
D) Réactivité équivalent à la surinsertion maximale des grappes de régulation de puissance et de température	950
E) Usure neutronique des grappes	100
TOTAL 1	5415
<u>2/ REACTIVITE INTRODUITE PAR LE PASSAGE DE 100 % A 0 % DE PUISSANCE NOMINALE (PCM)</u>	
• effet de contre-réactions (Doppler et modérateur), valeur avec 10% de marge	1759
• effet de vide (valeur de conception)	50
• effet de redistribution (valeur de conception)	1400
TOTAL 2	3209
<u>MARGE D'ANTIREACTIVITE DISPONIBLE</u>	
TOTAL 1 - TOTAL 2	2206
<u>MARGE D'ANTIREACTIVITE REQUISE</u>	
(valeur de conception)	2100



TABLEAU 7

POINTS DE CONSIGNE DE LA CHAINE DE PROTECTION : BAS RFTC DU SPIN

PARAMETRES	VALEUR CONCEPTION	VALEUR RECHARGE
<u>RFTC CRITERE (WRB1)</u>	1.17	1.17
<u>Incertitudes</u>		
• fonctionnement normal	14.2%	14.2%
• 2ème, 3ème et 4ème catégories	27.4%	27.4%
<u>Accidents dimensionnants (ΔRFTC max)</u>		
• chute de grappe(s) logique 1/4	55.9%	55.9%
• chute de grappe(s) logique 2/4	122.4%	122.4%
• retrait d'une grappe à PNOM	40%	40%
<u>POINTS DE CONSIGNE</u>		
• alarme bas RFTC	2.18	2.18
• RFTCS max (*)	3.11	3.11
• C3	1.96	1.96
• AAR Bas RFTC	1.79	1.79

(*) Tableau de variation du RFTCS avec la position du groupe R :

Position de R (point SPIN)	RFTCS
31	2.30
30	2.37
29	2.42
28	2.47
27	2.69
26	2.79
25	2.79
24	2.91
1 à 23	3.11



TABLEAU 7 (suite)

POINTS DE CONSIGNE DE LA CHAINE PUISSANCE LINEIQUE
ELEEVEE DU SPIN

PARAMETRE	VALEUR CONCEPTION	VALEUR RECHARGE
<u>Chaîne puissance linéique élevée</u>		
1) Limites physiques		
• Puissance linéique maximale :		
– vis-à-vis de la fusion à coeur du combustible (W/cm)	590	590
– vis-à-vis du risque IPG	480 (-21%Pn < ΔI < +11%Pn)	480 (-21%Pn < ΔI < +11%Pn)
2) Incertitudes (%)		
• seuil d'alarme APRP	12.1	12.1
• seuil d'arrêt automatique du réacteur	15.7	15.7
3) Points de consigne (W/cm)		
• seuil d'alarme APRP	410	410
• seuil d'alarme IPG	390 (-15.5%Pn < ΔI < +6%Pn)	390 (-15.5%Pn < ΔI < +6%Pn)
• seuil d'arrêt automatique du réacteur	414 (-17.5%Pn < ΔI < +8%Pn)	414 (-17.5%Pn < ΔI < +8%Pn)
• seuil C4	402 (-17.5%Pn < ΔI < +8%Pn)	402 (-17.5%Pn < ΔI < +8%Pn)



TABLEAU 8

COURBE DE CALIBRAGE DECALIBREE, VALEURS DU COMPTEUR EN PAS DE CHEVAUCHEMENT EN FONCTION DE LA PUISSANCE THERMIQUE A IMPLANTER POUR LA PROLONGATION DE CYCLE

PUISSANCE THERMIQUE (% PN)	PAS DE CHEVAUCHEMENT
8.0	341
11.0	352
24.5	376
38.0	394
48.4	428
58.9	502
69.2	542
79.4	573
90.0	687
100.0	770+x *

Il est rappelé que le recouvrement à implanter des groupes de compensation de puissance G1, G2, N1, N2 est de 70+x / 80+x / 100+x(*) pas.

(*) x est le nombre de pas TBH des grappes G1, G2, N1, N2 diminué de 260.

Cette valeur est susceptible de varier en cours de campagne.



TABLEAU 9

CONCENTRATION EN BORE MINIMALE AU RECHARGEMENT

CB (grappes insérées, T = 20°C, sous-critique keff [0,95) (ppm) =	1872
Marge supplémentaire 100 ppm =	100
D'où CB (*) avec pénalité de 2% pour déplétion PTR (ppm) =	2012
CB RECH = Max (2385, CB (*)) (ppm) =	2385



CNPE DE NOGENT - TRANCHE 2 - CAMPAGNE 22
DOSSIER SPECIFIQUE PREVISIONNEL D'EVALUATION
DE LA SURETE DE LA RECHARGE - MODE G
RETOUR A GEMMES (REFERENTIEL GALICE)

Page : 30 / 43

Réf. : D455014025555

Indice : PREL

	R	P	N	M	L	K	J	H	G	F	E	D	C	B	A
1						10391 2	12844 2	13147 2	13222 2	13161 2	12863 2	10388 2			
2		25807 37	13711 2	16255 1	42368 34	43972 34	42073 30	44148 34	41958 34	16228 1	13614 2	25734 37			
3	25725 37	16203 2	41131 24	29302 36	47810 35	17405 1	36679 31	17432 1	48157 35	29320 36	42427 22	15261 2	25890 37		
4	13596 2	42342 22	34902 37	40367 35	33134 37	47173 35	32689 37	47292 35	33209 37	39366 35	34945 37	40587 24	13767 2		
5	10377 2	16208 1	29302 36	39317 35	34200 37	45992 35	17327 1	47328 30	17467 1	46006 35	34293 37	40585 35	29331 36	16280 1	10396 2
6	12850 2	42036 34	48056 35	33199 37	45943 35	28362 36	55679 33	31315 36	55840 33	28589 36	45257 35	33199 37	47891 35	42365 34	12831 2
7	13155 2	44281 34	17439 1	46996 35	17339 1	56551 32	31423 36	35196 37	31443 36	56682 33	17362 1	47169 35	17347 1	44160 34	13115 2
8	13228 2	41847 30	36934 31	32517 37	47055 30	31278 36	35068 37	45141 20	35085 37	31379 36	47252 30	32775 37	36975 31	41971 30	13187 2
9	13152 2	44041 34	17425 1	47115 35	17354 1	56583 32	31469 36	35160 37	31523 36	56477 32	17352 1	47186 35	17355 1	44095 34	13121 2
10	12850 2	42382 34	48217 35	33210 37	45292 35	28481 36	55654 33	31485 36	55572 33	28472 36	45229 35	33031 37	48220 35	42198 34	12816 2
11	10399 2	16283 1	29336 36	39179 35	34378 37	45855 35	17480 1	47222 30	17437 1	45167 35	34557 37	40314 35	29142 36	16174 1	10355 2
12		13727 2	41228 24	34881 37	40506 35	33197 37	47051 35	32625 37	47169 35	33196 37	39323 35	34928 37	42417 22	13584 2	
13		25790 37	16186 2	42512 22	29224 36	47921 35	17401 1	37162 31	17375 1	48126 35	29313 36	41221 25	15205 2	25698 37	
14		25728 37	13563 2	16171 1	42181 34	43901 34	42042 30	44176 34	42280 34	16272 1	13723 2	25902 37			
15						10359 2	12832 2	13143 2	13198 2	13120 2	12835 2	10393 2	EPUISEMENT MOYEN ASSEMBLAGE NUMERO DE LOT		

IRRADIATION MOYENNE DES ASSEMBLAGES
EN FIN DE CAMPAGNE 21 (14656 MWj/t)

FIGURE 1

ETUDE & NO222A.C21=14656 DU 22/05/14

Calcul DSS001



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

1														
2		E-04 21			E-13 21	G-05 21	H-04 21	E-07 21	L-13 21				L-04 21	
3	M-11 21		L-14 21	D-02 21	J-07 21		F-10 21		F-08 21	M-02 21	E-14 21		D-11 21	
4		B-05 21	E-11 21	N-09 21	A-06 21	D-04 21	L-01 21	G-08 21	R-08 21	C-09 21	L-11 21	P-05 21		
5		P-12 21	G-03 21	F-01 21	P-13 21		H-03 21		B-13 21	A-10 21	J-03 21	B-12 21		
6	C-11 21	H-06 21	H-15 21	C-02 21	A-09 21	K-12 21	J-01 21	F-12 21	J-15 21	N-02 21	F-16 21	G-07 21	N-11 21	
7	J-05 21		H-07 21		D-06 21	R-05 21	N-02 17	E-01 21	M-06 21		D-12 21		E-09 21	
8	M-08 21	F-06 21	R-11 21	N-08 21	R-09 21	P-13 17	M-12 18	B-03 17	A-07 21	C-08 21	A-05 21	K-10 21	D-08 21	
9	L-07 21		M-04 21		D-10 21	L-15 21	C-14 17	A-11 21	M-10 21		H-09 21		G-11 21	
10	C-05 21	J-09 21	K-01 21	C-14 21	G-01 21	K-04 21	G-15 21	F-04 21	R-07 21	N-14 21	H-01 21	H-10 21	N-05 21	
11		P-04 21	G-13 21	R-06 21	P-03 21		H-13 21		B-03 21	K-16 21	J-13 21	B-04 21		
12		B-11 21	E-05 21	N-07 21	A-08 21	J-08 21	E-15 21	M-12 21	R-10 21	C-07 21	L-05 21	P-11 21		
13	M-05 21		L-02 21	D-14 21	K-08 21		K-06 21		G-09 21	M-14 21	E-02 21		D-05 21	
14		E-12 21			E-03 21	L-09 21	H-12 21	J-11 21	L-03 21				L-12 21	
15														

POSITION CAMPAGNE PRECEDENTE
NUMERO CAMPAGNE PRECEDENTE

REPOSITIONNEMENT RETENU POUR LA CAMPAGNE 22

FIGURE 2

ETUDE & NO222A-C21=14666 DU 22/05/14

Calcul DSS002



CNPE DE NOGENT - TRANCHE 2 - CAMPAGNE 22
DOSSIER SPECIFIQUE PREVISIONNEL D'EVALUATION
DE LA SURETE DE LA RECHARGE - MODE G
RETOUR A GEMMES (REFERENTIEL GALICE)

Page : 32 / 43

Réf. : D455014025555

Indice : PREL

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

1					NEW239 3	NEW223 3	NEW209 3	NEW200 3	NEW208 3	NEW216 3	NEW232 3						
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	

PLAN DE CHARGEMENT CAMPAGNE 22

LOT 1	24	ASSEMBLAGES	ENRICHISSEMENT MOYEN*****	- MASSE*****	GRAMMES
LOT 2	36	ASSEMBLAGES	ENRICHISSEMENT MOYEN*****	- MASSE*****	GRAMMES
LOT 3	40	ASSEMBLAGES	ENRICHISSEMENT MOYEN*****	- MASSE*****	GRAMMES
LOT 4	24	ASSEMBLAGES	ENRICHISSEMENT MOYEN*****	- MASSE*****	GRAMMES
LOT 29	4	ASSEMBLAGES	ENRICHISSEMENT MOYEN 3.859	- MASSE 2133572	GRAMMES
LOT 30	1	ASSEMBLAGE	ENRICHISSEMENT MOYEN 4.490	- MASSE 535229	GRAMMES
LOT 31	4	ASSEMBLAGES	ENRICHISSEMENT MOYEN 4.413	- MASSE 2141997	GRAMMES
LOT 35	8	ASSEMBLAGES	ENRICHISSEMENT MOYEN 4.412	- MASSE 4276012	GRAMMES
LOT 36	20	ASSEMBLAGES	ENRICHISSEMENT MOYEN 4.499	- MASSE 10683161	GRAMMES
LOT 37	32	ASSEMBLAGES	ENRICHISSEMENT MOYEN 4.417	- MASSE 17021450	GRAMMES
MASSE INITIALE DE METAUX LOURDS TOTALE				*****	GRAMMES

FIGURE 3

ETUDE & NO222A-C21=14656 DU 22/05/14

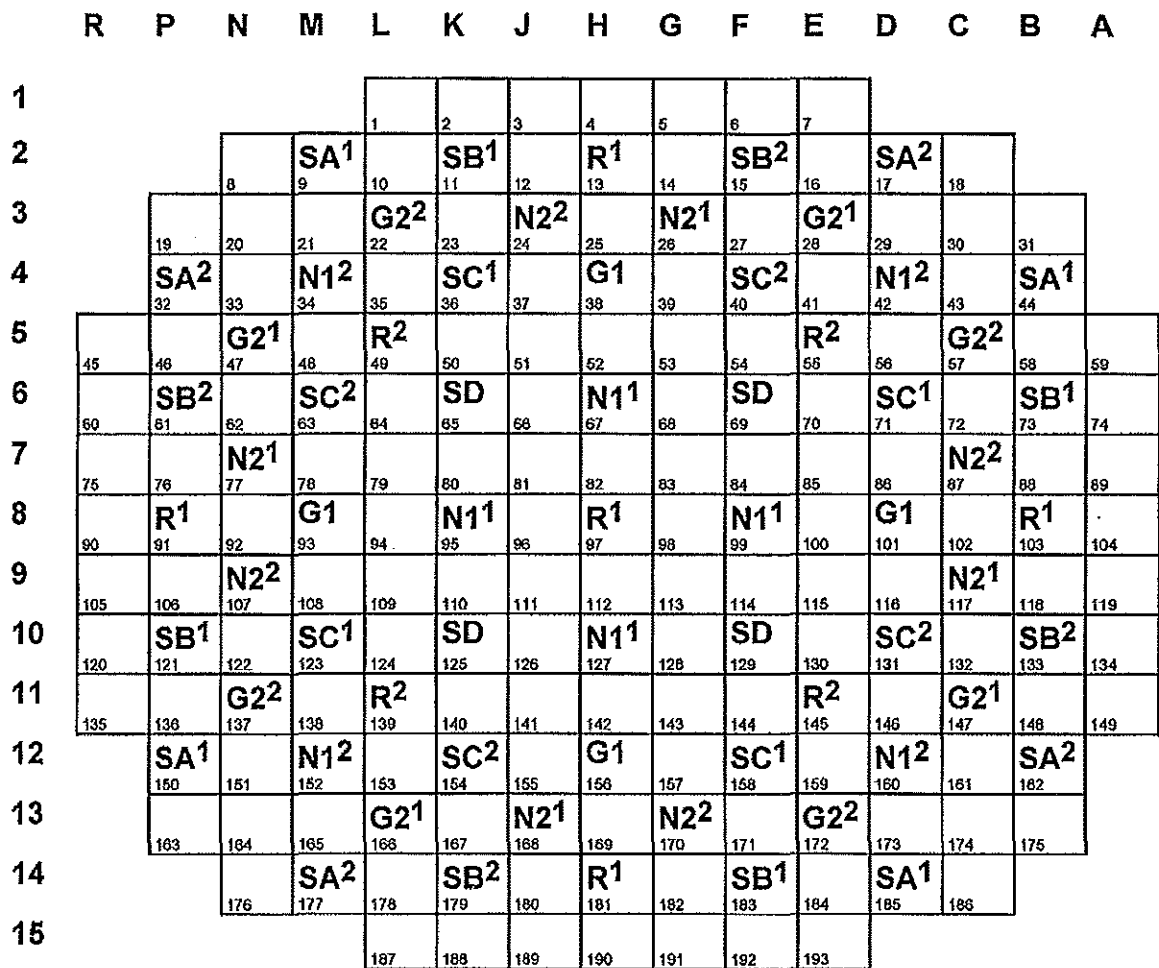
CODE PLAN ULFXAQV9

Calcul DSS003



SCHEMA D'IMPLANTATION DES GRAPPES

FIGURE 4



S : GROUPES D'ARRET

G,N : GROUPES DE COMPENSATION DE PUISSANCE

R : GROUPES DE REGULATION



	R	P	N	M	L	K	J	H	G	F	E	D	C	B	A										
1					0.675 1.047 104	0.877 1.152 135	0.923 1.185 142	0.919 1.171 140	0.924 1.188 142	0.875 1.150 135	0.672 1.043 104														
2						0.375 0.827 39423	0.905 1.236 138	1.054 1.249 161	0.957 1.037 29458	0.998 1.088 17619	0.907 0.970 32824	1.000 1.086 17513	0.954 1.030 29369	1.047 1.239 160	0.897 1.226 137	0.366 0.808 40424									
3							0.373 0.816 39236	1.015 1.278 154	1.052 1.161 16330	1.160 1.241 13798	1.008 1.082 31574	1.129 1.292 170	1.010 1.062 28623	1.122 1.283 169	0.999 1.070 31529	1.149 1.230 13883	1.044 1.152 16430	1.008 1.272 153	0.368 0.813 40370						
4								0.902 1.230 137	1.047 1.154 16439	0.968 1.042 34703	1.140 1.264 17595	1.195 1.280 13008	0.985 1.054 35093	1.139 1.258 10560	0.970 1.039 35231	1.175 1.258 13402	1.130 1.247 17523	0.969 1.044 34523	1.048 1.158 16367	0.900 1.231 137					
5									0.675 1.047 104	1.051 1.243 161	1.151 1.233 13900	1.129 1.245 17600	1.257 1.364 13044	1.154 1.241 25960	1.171 1.348 174	0.942 0.990 36820	1.159 1.334 172	1.140 1.233 25866	1.258 1.365 12997	1.140 1.264 17574	1.158 1.239 13757	1.051 1.246 161	0.673 1.045 104		
6										0.879 1.155 135	0.958 1.033 29288	1.001 1.071 31465	1.175 1.258 13372	1.139 1.232 25902	1.189 1.281 13296	1.010 1.066 33347	1.115 1.191 13311	1.004 1.050 33346	1.189 1.281 13317	1.153 1.241 25977	1.194 1.278 13012	1.006 1.080 31594	0.955 1.035 29481	0.875 1.150 135	
7										0.928 1.194 142	1.004 1.090 17480	1.124 1.285 169	0.969 1.038 35342	1.158 1.333 172	1.004 1.049 33348	1.159 1.283 10547	0.983 1.100 23460	1.159 1.283 10558	1.009 1.065 33349	1.169 1.346 174	0.983 1.052 35076	1.127 1.290 170	0.998 1.088 17503	0.921 1.183 141	
8										0.923 1.177 141	0.913 0.977 32653	1.010 1.064 28740	1.139 1.258 10569	0.939 0.988 37075	1.117 1.193 13317	0.986 1.103 23500	0.933 0.982 30998	0.990 1.105 23259	1.116 1.191 13279	0.936 0.987 37115	1.135 1.254 10565	1.006 1.059 28631	0.903 0.966 32909	0.915 1.166 140	
9										0.927 1.192 142	1.004 1.095 17491	1.133 1.295 170	0.986 1.056 35050	1.172 1.350 174	1.014 1.069 33182	1.165 1.289 10529	0.994 1.110 23242	1.164 1.286 10526	1.004 1.048 33360	1.155 1.330 172	0.966 1.035 35305	1.117 1.277 168	0.994 1.079 17588	0.919 1.183 141	
10										0.881 1.157 135	0.961 1.041 29477	1.010 1.085 31621	1.198 1.282 13022	1.155 1.242 26072	1.192 1.284 13336	1.008 1.052 33284	1.119 1.193 13285	1.010 1.064 33360	1.188 1.280 13329	1.137 1.230 26895	1.170 1.253 13395	0.893 1.064 31634	0.948 1.024 29445	0.871 1.144 134	
11										0.678 1.051 105	1.058 1.254 162	1.166 1.246 13771	1.146 1.269 17545	1.261 1.368 13031	1.142 1.235 25893	1.160 1.336 172	0.936 0.984 37303	1.169 1.346 174	1.151 1.238 26060	1.266 1.363 13013	1.126 1.243 17569	1.144 1.224 13939	1.042 1.233 159	0.669 1.037 103	
12										0.910 1.242 139	1.059 1.168 16334	0.976 1.049 34439	1.134 1.250 17607	1.179 1.262 13362	0.972 1.042 35214	1.139 1.268 10562	0.985 1.053 35029	1.194 1.278 13027	1.140 1.264 17516	0.969 1.044 34346	1.041 1.148 16441	0.893 1.221 136			
13										0.378 0.834 39375	1.024 1.288 155	1.055 1.161 16414	1.156 1.237 13896	1.004 1.075 31428	1.125 1.286 169	1.012 1.064 28513	1.129 1.292 170	1.005 1.080 31674	1.159 1.239 13736	1.047 1.157 16387	1.005 1.269 152	0.364 0.805 40641			
14										0.379 0.838 39381	0.907 1.237 138	1.053 1.247 161	0.957 1.034 29465	1.003 1.089 17506	0.910 0.974 32761	0.999 1.087 17632	0.956 1.035 29447	1.051 1.246 161	0.899 1.230 137	0.365 0.808 40562					
15												0.675 1.047 104	0.878 1.154 135	0.926 1.192 142	0.920 1.173 140	0.923 1.187 142	0.876 1.151 135	0.674 1.045 104	PUISSANCE MOYENNE ASSEMBLAGE PUISSANCE MAX CRAYON IRRADIATION ASSEMBLAGE						

CAMPAGNE 22 PUISSANCE NOMINALE
150 MWJ/T TOUTES BARRES HAUTES (AVEC XENON) CONCENTRATION EN BORE 1381 PPM

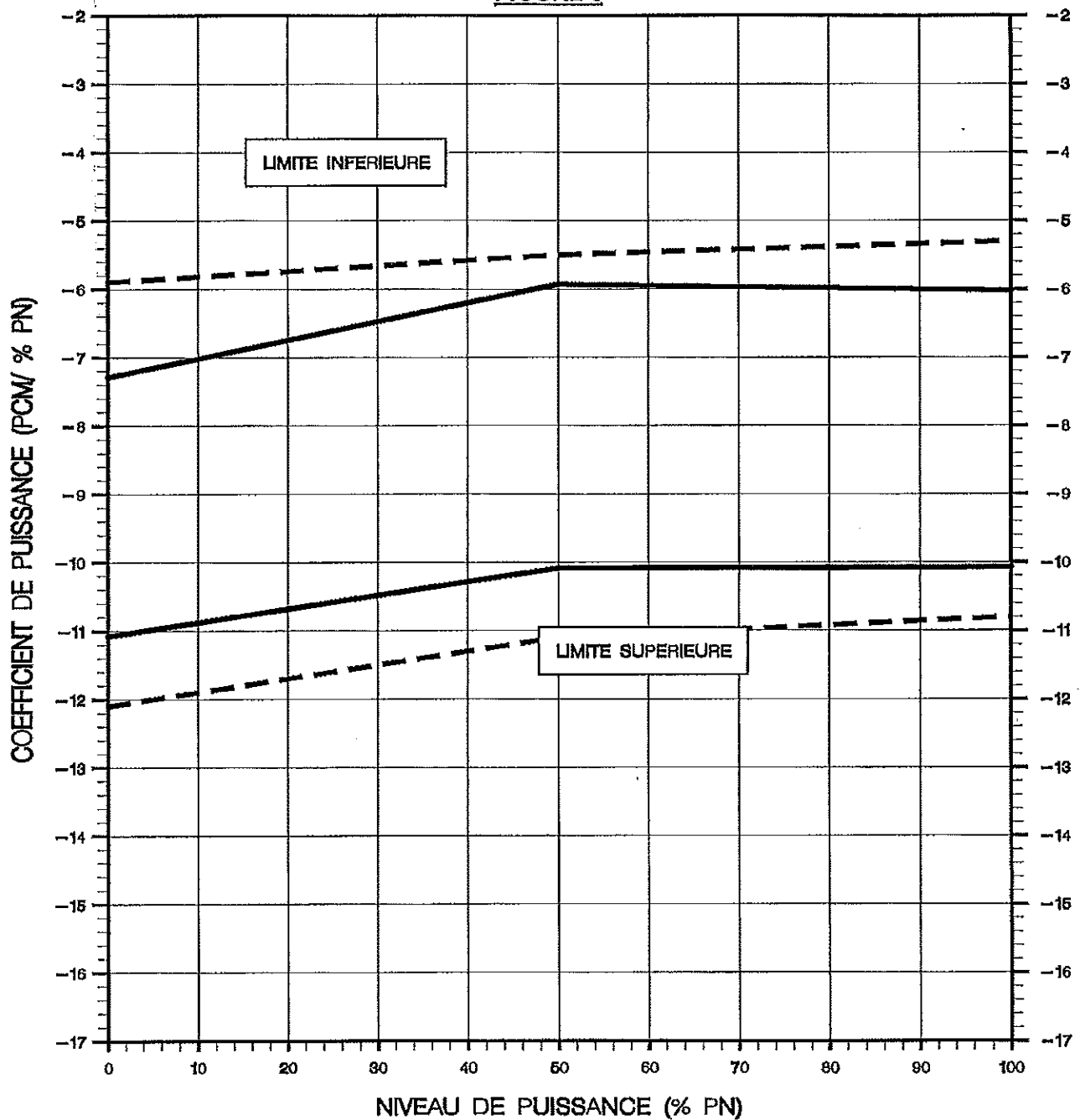
FIGURE 5

ETUDE &NO222A-C21=14658 DU 22/05/14

Calcul DSS005



FIGURE 6



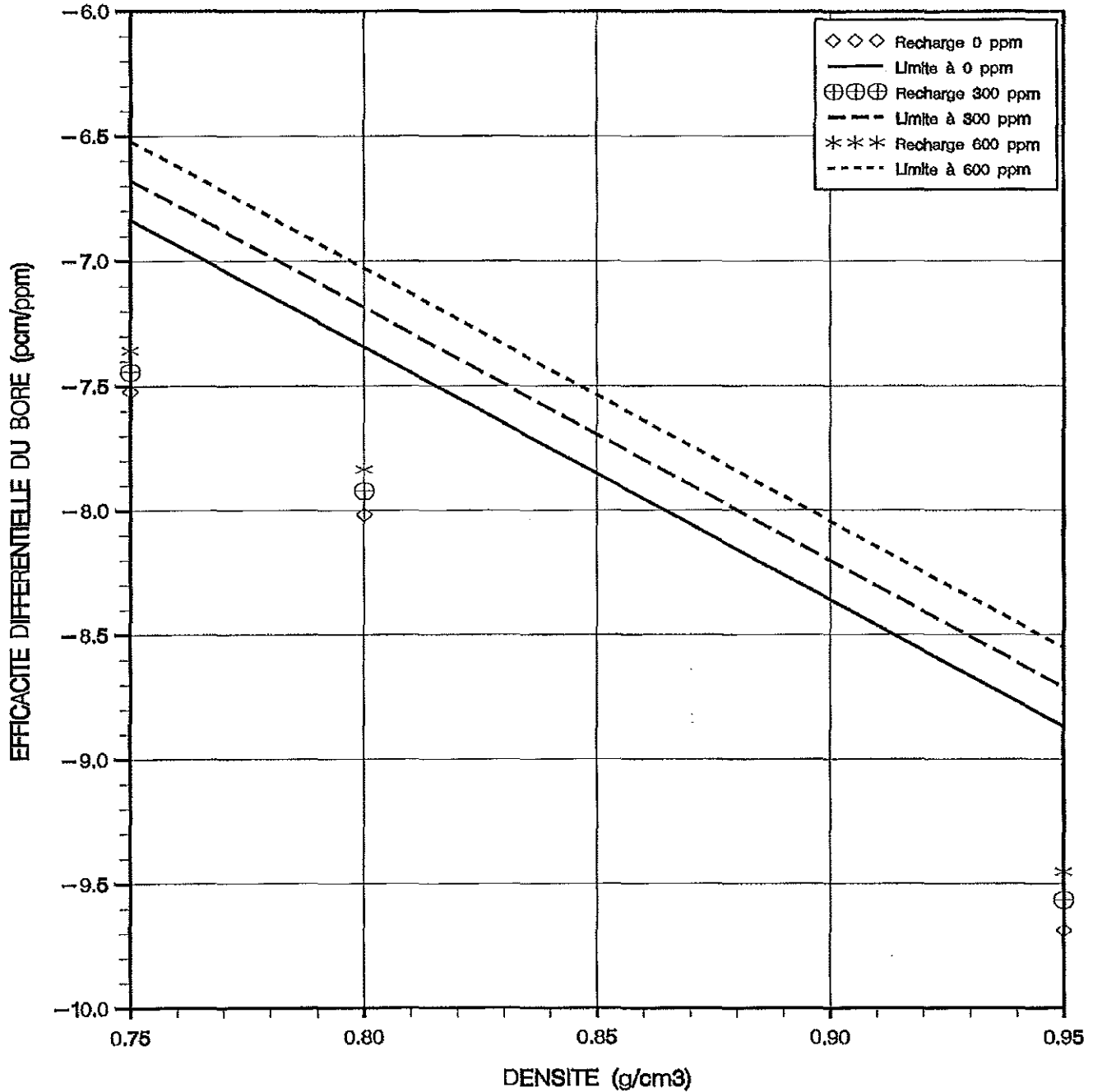
COEFFICIENT DE PUISSANCE DU AU DOPPLER SEUL
EN FONCTION DU NIVEAU DE PUISSANCE

ETUDE & NO222A-C21=14658 DU 22/05/14

Calcul DSS006



FIGURE 7



EFFICACITE DIFFERENTIELLE DU BORE

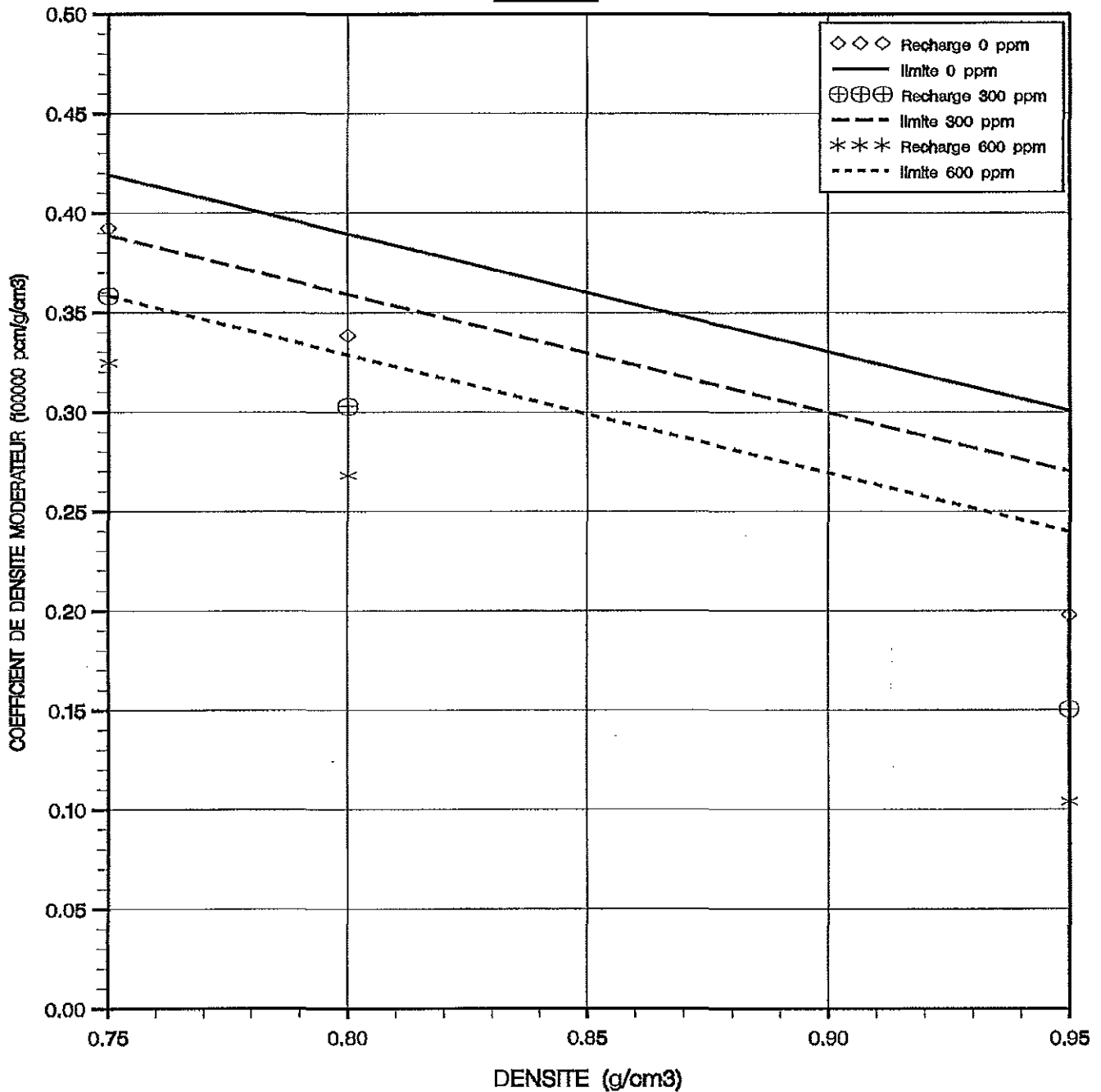
FIGURE 7

ETUDE & NO222A-C21=14668 DU 22/05/14

Calcul DSS019G



FIGURE 8



RTV CATEGORIE 4
COEFFICIENT DE DENSITE MODERATEUR

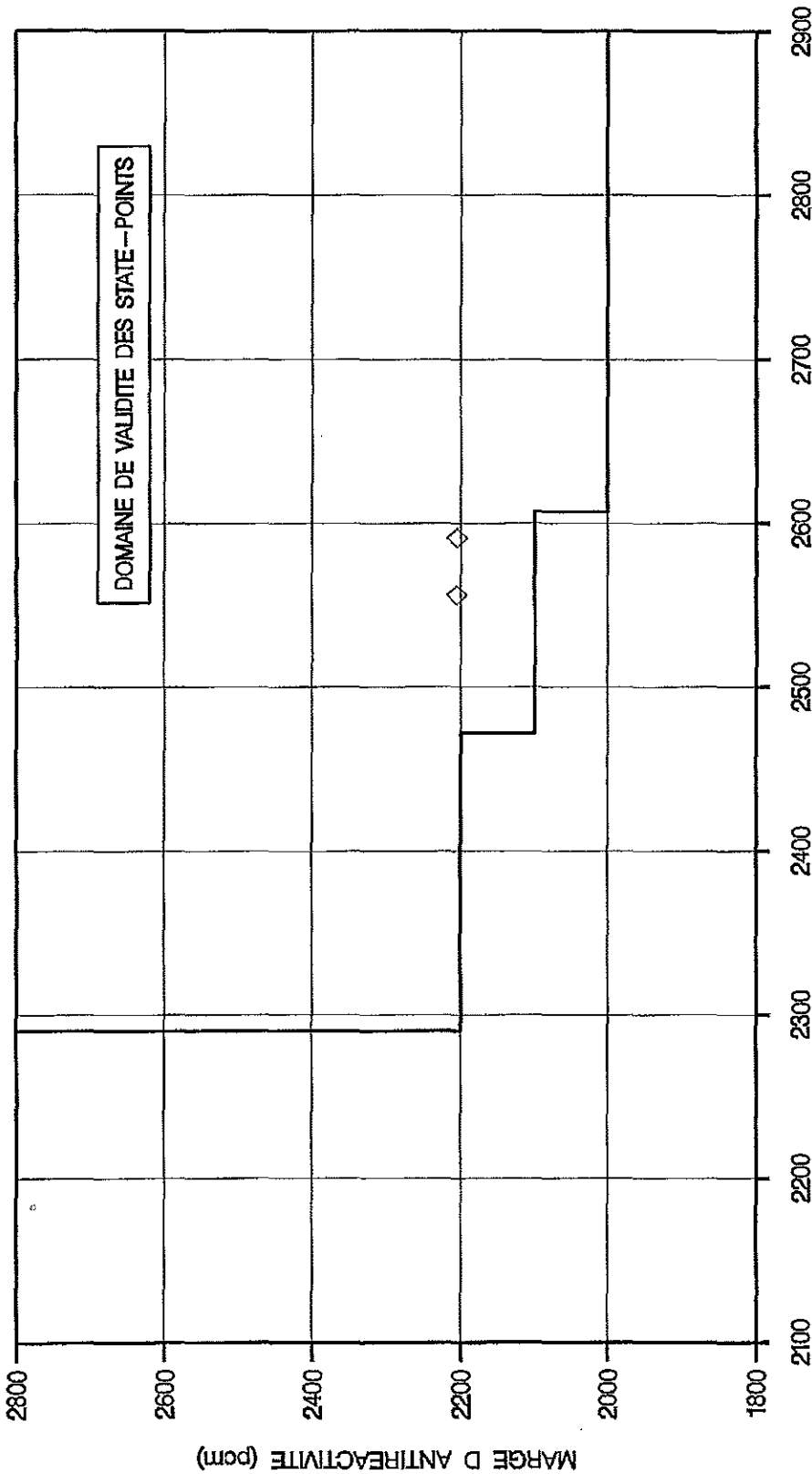
FIGURE 8

ETUDE &NO222A-C21=14656 DU 22/05/14

Calcul DSS020G



FIGURE 9



CONTRE REACTION DE PUISSANCE (pcm)

RTV - DIAGRAMME (MAR,CRP)

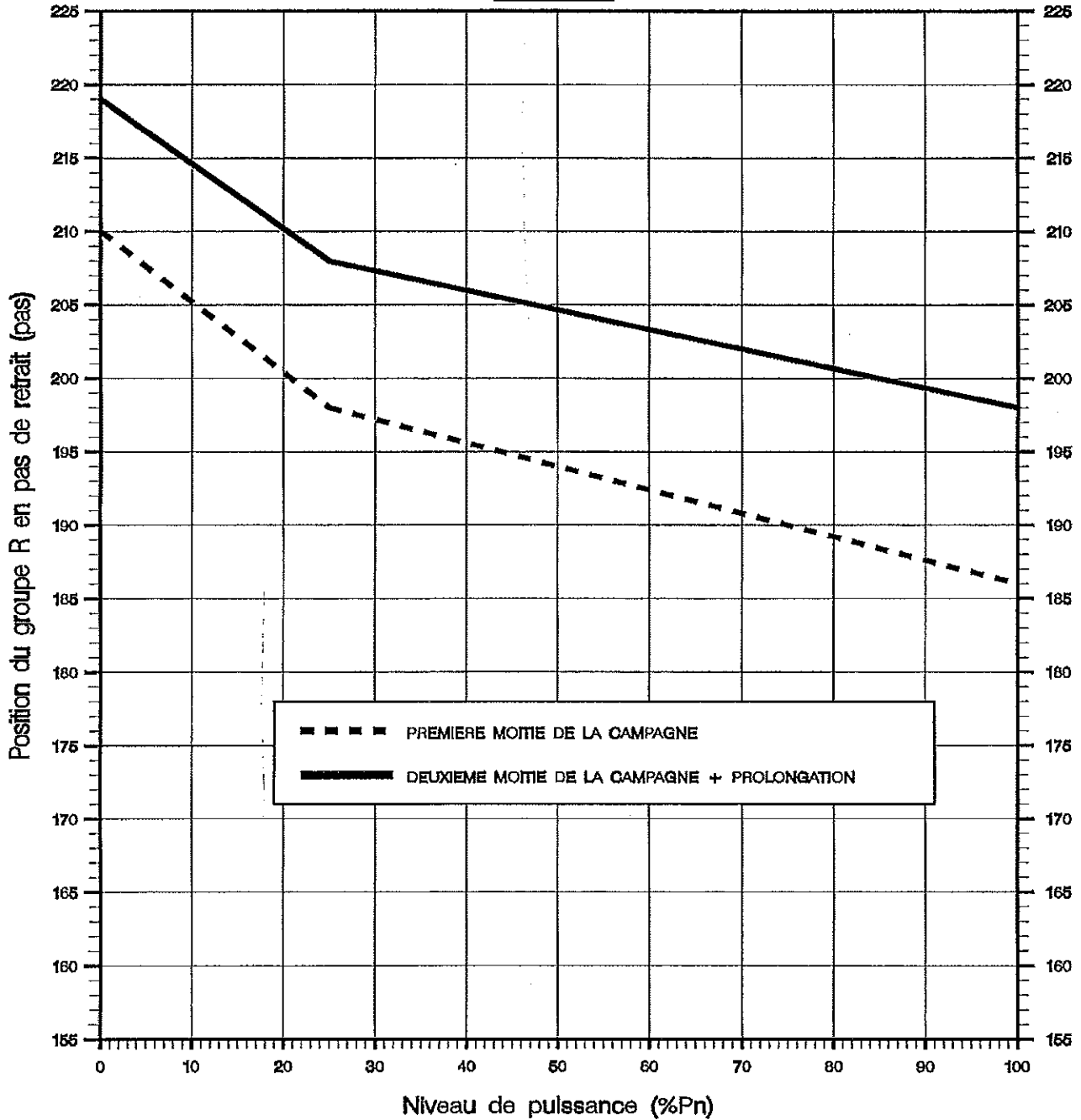
Choix du State Point

Calcul DSS02IG

ETUDE ANC22A - C21 - 14556 DU 22/05/14



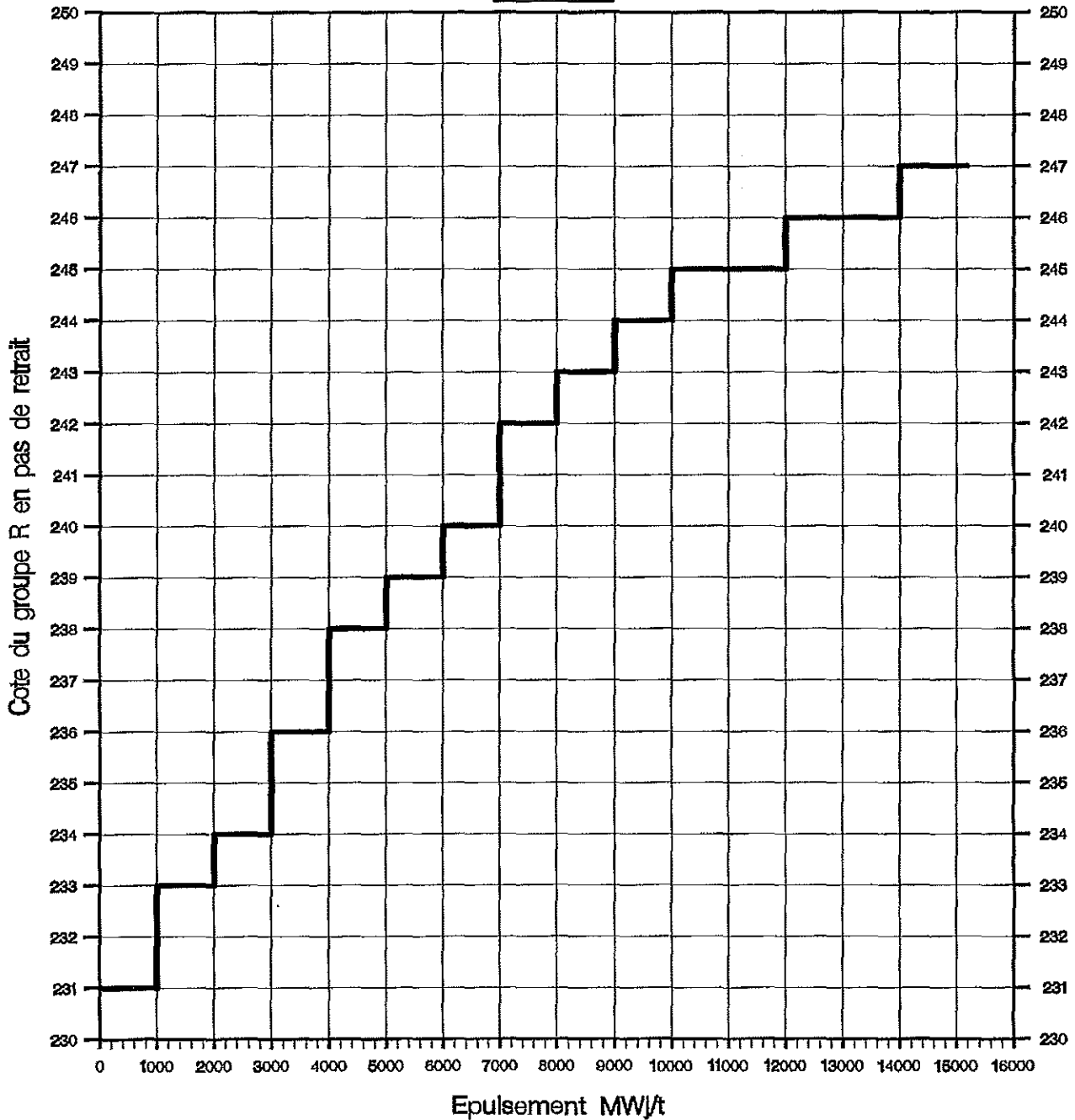
FIGURE 10



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



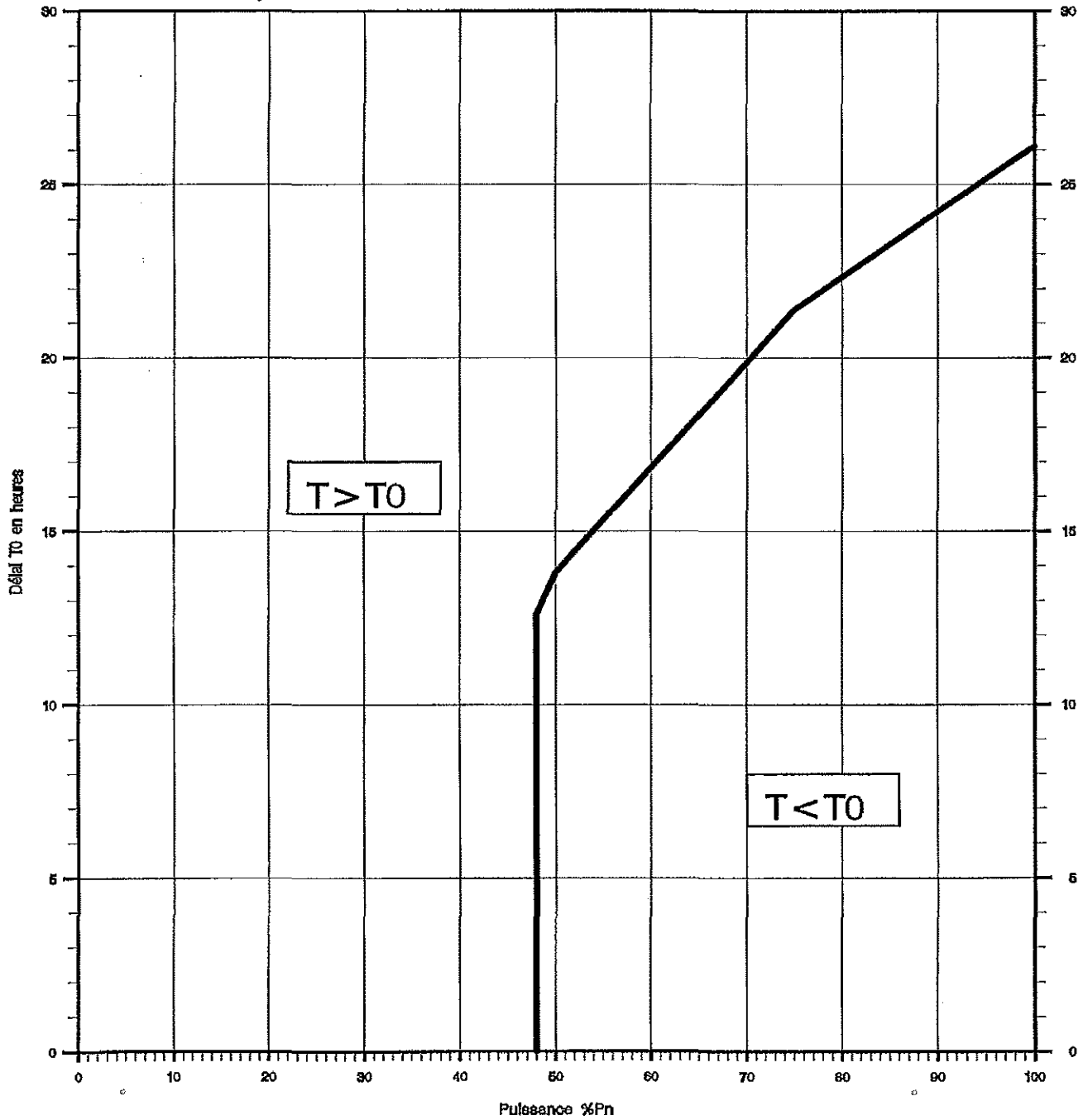
FIGURE 11



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



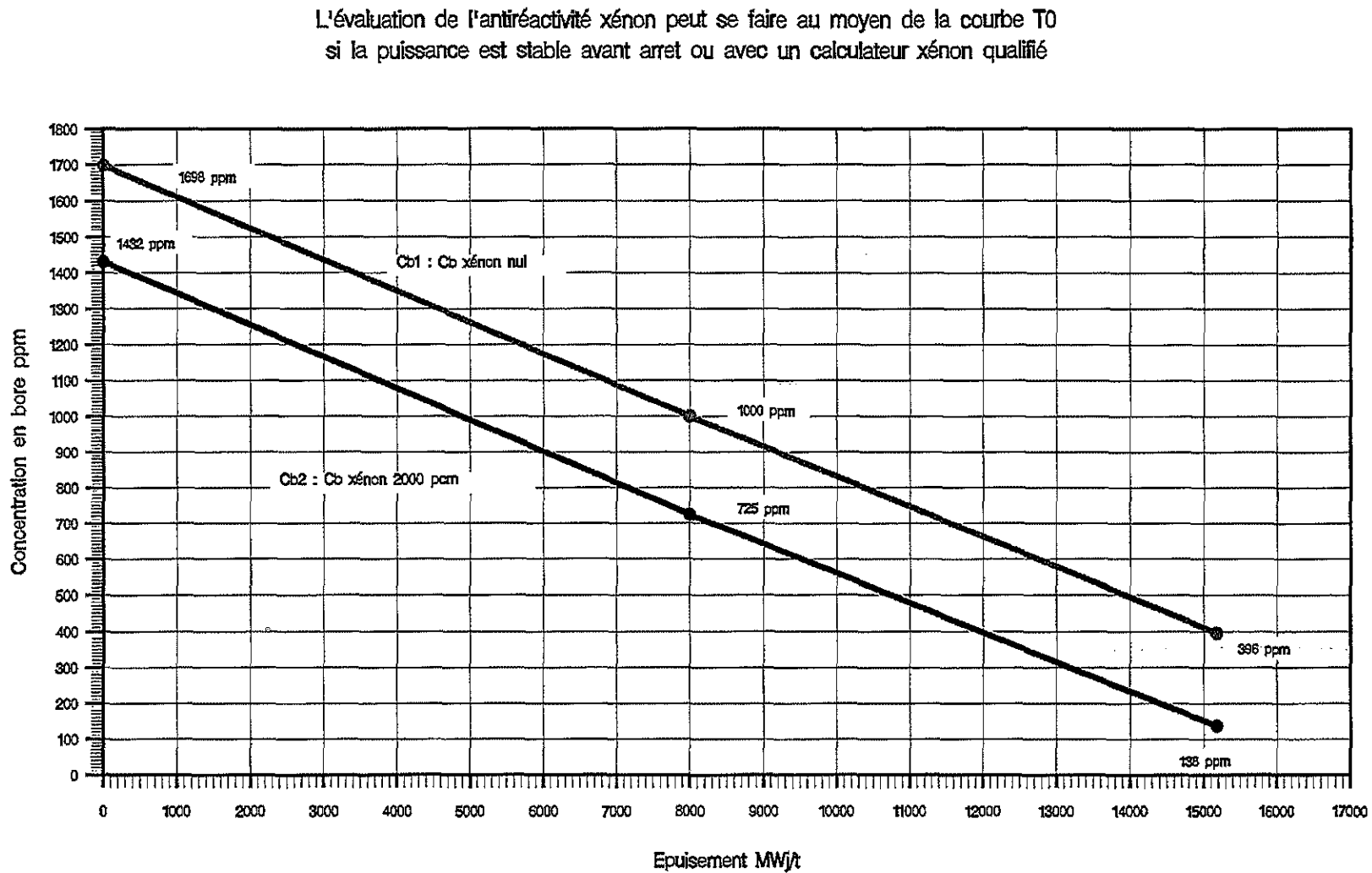
FIGURE 12 : Délai T_0 après convergence pendant lequel l'antiréactivité du XENON est supérieure à 2000 pcm, en fonction de la puissance stable avant arrêt



ETUDE & NO222A-C21=14656 DU 22/05/14

Calcul DSS010

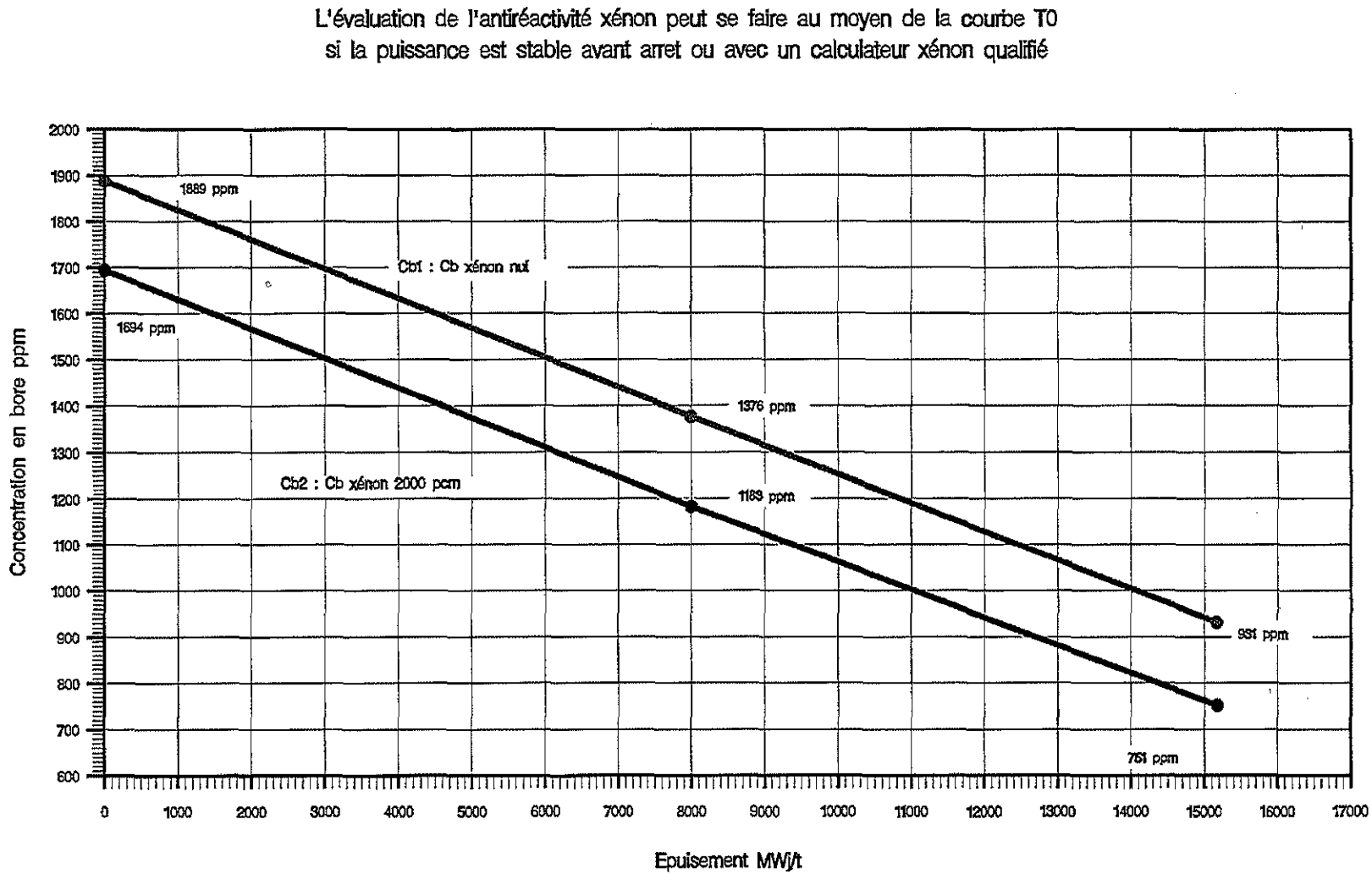
FIGURE 13 : CONCENTRATIONS EN BORE MINIMALES A L'ARRET A CHAUD,
 TOUS GROUPES INSERES SAUF SB ET SC EN COURS DE CAMPAGNE



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

FIGURE 14 : CONCENTRATIONS EN BORE MINIMALES A L'ARRÊT A FROID,
 TOUS GROUPES INSERES SAUF SB ET SC EN COURS DE CAMPAGNE



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