

Table des matières

Avant-propos	xiii
---------------------------	------

Chapitre 1 : Gestion du combustible

1.1. Gestion du combustible	1
1.1.1. Fractionnement du cœur	2
1.1.2. Enrichissement	3
1.1.3. Relation entre fractionnement, enrichissement et longueur de cycle	3
1.1.4. Nature et importance des poisons consommables	6
1.1.5. Un levier d'optimisation potentiel : La variabilité	8
1.1.6. Optimisation du plan de rechargement	9
1.2. Influence de la gestion du combustible sur les coûts	9
1.3. Conclusion	11
Références	12

Chapitre 2 : Historique des gestions du combustible

2.1. Historique et caractéristiques des principales gestions	13
2.1.1. L'édification du parc nucléaire français	13
2.1.2. Modes de rechargement adoptés des années 1980 à 1990	15
2.1.3. Fin 1990 : Évolution des données économiques	18
2.1.4. 1990-2000 : Engagement vers l'allongement des campagnes	19
2.1.5. 2000 : Ouverture du marché français à la concurrence	27
2.2. Optimisation globale du système	30
2.3. Conclusion	32
Références	32

Chapitre 3 : Optimisation des plans de chargement des cœurs

3.1. Plan de chargement et étude de recharge	33
3.2. Les contraintes	34
3.2.1. Impact du modèle de gestion	35
3.2.2. Respect de la physique du cœur	37
3.2.3. Limites sur les paramètres clés de sûreté	39

3.2.4.	Limites technologiques du combustible	44
3.2.5.	Limites de la fluence cuve.....	46
3.3.	Réalisation d'une recherche de plan de chargement	47
3.3.1.	Données d'entrées	47
3.3.2.	La recherche de plan.....	48
3.4.	Les souplesses dans la recherche de plan.....	49
3.4.1.	Notification	49
3.4.2.	Placement des arrêts	50
3.4.3.	Recyclage du plutonium	50
3.4.4.	Programmes expérimentaux	51
3.5.	Traitement des aléas	51
3.5.1.	Détection des aléas	51
3.5.2.	Remplacement des assemblages non rechargeables.....	52
3.5.3.	Recherche de nouveaux plans de chargement.....	53
3.6.	Automatisation de la recherche de plan	53
3.7.	Situation actuelle du parc	54
3.8.	Conclusion	56
	Références.....	56

Chapitre 4 : Spécifications techniques d'exploitation

4.1.	Rapport de sûreté et règles générales d'exploitation.....	58
4.2.	Historique de la genèse des ste	59
4.3.	Rôle des ste	59
4.4.	Présentation des ste	60
4.4.1.	Présentation générale	60
4.4.2.	Conduite à tenir en cas de non conformité	65
4.5.	Les ste vis-à-vis de la première barrière	67
4.5.1.	Protection de la première barrière vis-à-vis du risque de fusion et de l'ipg	67
4.5.2.	Surveillance de l'intégrité de la gaine	72
4.6.	Conclusion	74
	Références.....	75

Chapitre 5 : Instrumentation pour l'exploitation des cœurs

5.1.	Instrumentation nucléaire	77
5.1.1.	Mesure du flux neutronique et des températures sortie cœur	78
5.1.2.	Mesure du bore.....	89
5.1.3.	Réactimètre	91
5.2.	Instrumentation non nucléaire	92
5.2.1.	Température du réfrigérant primaire.....	93
5.2.2.	Mesure de la puissance thermique.....	94
5.2.3.	Mesure des pressions primaire et secondaire	94
5.2.4.	Mesure des débits primaire et secondaire	95
5.2.5.	Niveaux d'eau dans le pressuriseur et le générateur de vapeur ...	95
5.2.6.	Mesure de la position des grappes	95

5.3.	Mesures étalons	96
5.4.	Utilisation des mesures pour la surveillance du cœur	97
5.5.	Conclusion	100
	Références	102

Chapitre 6 : Essais de redémarrage

6.1.	Les essais physiques de redémarrage	103
6.1.1.	OBJECTIFS	103
6.1.2.	Notion de critères liés aux essais	105
6.1.3.	Les différents types d'essais	106
6.1.4.	Déroulement des essais physiques	109
6.1.5.	Essais physiques de redémarrage à puissance nulle	109
6.1.6.	Essais physiques de redémarrage en puissance	137
6.1.7.	Retour d'expérience en exploitation	144
6.2.	Conclusion	145
	Références	145

Chapitre 7 : Essai périodiques de cœur

7.1.	Présentation générale des essais périodiques	148
7.2.	Description des essais périodiques liés au cœur	150
7.2.1.	Bilan thermique de la chaudière	150
7.2.2.	Calibrage des chambres externes de mesure du flux	153
7.2.3.	EP-RGL 4 : Calibrage des groupes de compensation de puissance	169
7.3.	Conclusion	173
	Références	173

Chapitre 8 : Système de protection des REP

8.1.	Risques et protections de la première barrière	175
8.1.1.	Risques liés à la première barrière	175
8.1.2.	Protection vis-à-vis des risques liés à la première barrière	184
8.2.	Systèmes de protection des rep du parc edf	186
8.2.1.	Conception du système de protection	187
8.2.2.	Description des chaînes de protection nucléaire	190
8.2.3.	Description des chaînes de protection du palier 1300 MWe	194
8.2.4.	Système de protection des réacteurs N4	206
8.2.5.	Système de protection des réacteurs 900 MWe	213
8.3.	Accident d'éjection de grappe et protections associées	223
8.3.1.	Mouvements incontrôlés de grappe	223
8.3.2.	Éjection d'une grappe de régulation	225
	Références	229

Chapitre 9 : Pilotage des REP

9.1.	Fonctionnement et pilotage du réacteur	231
9.1.1.	Fonctionnement	231
9.1.2.	Effets neutroniques et moyens de contrôle du cœur	239

9.1.3.	Les différents modes de pilotage	252
9.1.4.	Prolongation de cycle	273
9.2.	Conclusion	275
	Références	276

Annexe A : Synthèse des différents modes de pilotage