

## TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS .....	IX
CHAPITRE PREMIER. – <i>Pourquoi l'énergie nucléaire ?</i> .....	1
1. <i>Les besoins en énergie</i> .....	1
1-1. Au niveau mondial .....	1
1-2. Au niveau français .....	2
2. <i>Les ressources</i> .....	3
2-1. L'énergie solaire .....	3
2-2. L'énergie géophysique .....	3
2-3. Les combustibles fossiles .....	4
2-4. L'énergie résultant de la fission du noyau .....	5
2-5. L'énergie thermonucléaire .....	8
3. <i>Conclusion</i> .....	11
<i>Bibliographie</i> .....	12
CHAPITRE 2. – <i>Notions indispensables de physique</i> .....	13
1. <i>Les diverses formes d'énergie</i> .....	13
1-1. Aspect classique .....	13
1-2. Équivalence entre la masse et l'énergie. Relativité de la masse .....	14
2. <i>L'énergie d'origine nucléaire</i> .....	15
3. <i>La radioactivité</i> .....	16
4. <i>Les réactions nucléaires</i> .....	17
4-1. Bilan de la réaction .....	17
4-2. Section efficace .....	17
4-3. Modèles d'interaction .....	19
5. <i>Les réacteurs nucléaires à fission</i> .....	19
5-1. La réaction de fission .....	19
5-2. Radioactivité induite dans le réacteur .....	20
5-3. Les réacteurs à neutrons thermiques .....	21
5-4. Les réacteurs sur-régénérateurs (ou "breeders") .....	21
<i>Bibliographie</i> .....	22
CHAPITRE 3. – <i>Les plasmas thermonucléaires</i> .....	23
1. <i>Gaz ionisé, plasma</i> .....	23
2. <i>Interprétation cinétique de la pression et de la température</i> .....	24
2-1. Pression .....	25
2-2. Température .....	27
2-3. Libre parcours moyen .....	27

3. Fonctions de distribution de Maxwell-Boltzmann .....	28
4. Barrière de potentiel. Conséquences .....	31
5. Complexité de la physique des plasmas .....	34
6. Les plasmas en astrophysique .....	35
7. Principe des réacteurs thermonucléaires .....	37
7-1. Réacteurs à confinement magnétique .....	37
7-2. Réacteurs à confinement inertiel .....	39
7-3. Sur-régénération possible du tritium .....	39
Bibliographie .....	40
CHAPITRE 4. — <i>La progression des recherches sur la fusion thermonucléaire contrôlée</i> .....	41
1. 1950 à 1958 : la griserie des premiers succès .....	41
2. 1958 à 1968 : retour à la science fondamentale .....	42
3. Depuis 1968 : la lente progression .....	43
4. Le confinement inertiel .....	45
4-1. Emploi de faisceaux de lasers .....	45
4-2. Emploi de faisceaux d'électrons .....	46
4-3. Emploi de faisceaux d'ions .....	46
Bibliographie .....	46
CHAPITRE 5. — <i>Le confinement magnétique : conditions nécessaires de divergence</i> .....	47
1. Principe du confinement magnétique .....	47
1-1. Mouvement d'une particule chargée dans une induction magnétique .....	47
1-2. Confinement d'un plasma .....	48
1-3. Chauffage du plasma par compression magnétique .....	49
2. Température d'ignition .....	49
2-1. Puissance générée, $P_f$ .....	49
2-2. Puissance rayonnée, $P_r$ .....	50
2-3. Valeur de la température d'ignition .....	53
3. Durée minimale de confinement : le critère de Lawson .....	53
4. Fraction du combustible consommée .....	54
Bibliographie .....	55
CHAPITRE 6. — <i>Mécanisme de fonctionnement et description des machines actuelles à confinement magnétique</i> .....	56
1. Miroirs magnétiques .....	56
2. Striction rapide .....	60
3. Stellarators et Tokamaks .....	61
3-1. Les Stellarators .....	61
3-2. Principe des Tokamaks .....	61
3-3. Le Tokamak de Fontenay-aux-Roses, ou TFR .....	62
3-4. Les autres Tokamaks actuels .....	64
3-5. Le "Joint European Torus", ou JET .....	65
4. Limitations imposées aux machines à confinement magnétique .....	66
4-1. Action du champ magnétique de confinement sur les structures et le bobinage .....	67
4-2. Densité maximale de puissance .....	67

Bibliographie .....	68
CHAPITRE 7. — <i>Le confinement inertiel. Conditions nécessaires de divergence</i> .....	69
1. Le critère de Lawson .....	70
2. Mode d'apport de l'énergie à la cible .....	71
2-1. Quantité d'énergie à fournir .....	71
2-2. Forme et durée de l'impulsion .....	72
Bibliographie .....	73
CHAPITRE 8. — <i>Les systèmes actuels à confinement inertiel</i> .....	74
1. Implosion par des faisceaux de lasers .....	74
1-1. Quels lasers employer ? .....	74
1-2. Où en est-on ? .....	76
2. Implosion par des faisceaux d'électrons .....	77
3. Conclusion .....	78
Bibliographie .....	79
CHAPITRE 9. — <i>Vers les réacteurs thermonucléaires ?</i> .....	80
1. Miroirs magnétiques .....	82
2. Striction rapide .....	85
3. Les Tokamaks .....	87
3-1. Les projets actuels .....	87
3-2. Nécessité d'un fonctionnement par cycles successifs .....	94
3-3. Comment concevoir la structure de la première paroi ? .....	94
3-4. L'enveloppe fertile .....	96
3-5. Bilan d'énergie du réacteur .....	96
4. Réacteurs à confinement inertiel .....	98
4-1. L'enceinte du réacteur .....	98
4-2. Emploi de faisceaux de lasers .....	99
4-3. Emploi de faisceaux d'électrons .....	102
4-4. Bilan d'énergie .....	103
5. Sur-régénération du tritium .....	104
6. Les systèmes mixtes : fission plus fusion .....	106
6-1. Les réacteurs "hybrides" .....	106
6-2. Production d'un matériau fissile .....	106
6-3. Élimination de la radioactivité venant de réacteurs à fissions .....	107
7. La sécurité de fonctionnement .....	107
7-1. Fuites de tritium .....	108
7-2. Activation de certains éléments de structure .....	109
Bibliographie .....	111
CHAPITRE 10. — <i>En guise de conclusion</i> .....	112
Bibliographie .....	116
BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE .....	117
INDEX ALPHABÉTIQUE .....	119