

Table des matières

Quelques points de repère	9
1. Un minimum de physique nucléaire	11
1.1 Quelques définitions	11
1.2 La classification périodique	12
1.2.1 De l'hydrogène à l'uranium	13
1.2.2 Les transuraniens	15
1.2.3 Les nouveaux éléments	19
1.3 Masse, états excités, énergie de liaison	20
1.3.1 Définitions	20
1.3.2 La vallée de stabilité et les paraboles de masses	23
1.4 Le processus de fission	26
1.4.1 Généralités	26
1.4.2 La barrière de fission	30
1.4.3 Aspect énergétique de la fission	33
2. Principe de fonctionnement des réacteurs à neutrons thermiques	37
2.1 Généralités	38
2.1.1 Le ralentissement des neutrons	38
2.1.2 La réaction en chaîne et le bilan neutronique	43
2.1.2.1 Le facteur d'utilisation thermique f	43
2.1.2.2 Le facteur de reproduction η	45
2.1.2.3 Le facteur de fission rapide ϵ	47
2.1.2.4 La probabilité de thermalisation p	47
2.1.3 Les neutrons différés	48
2.1.3.1 Existence des neutrons différés	48
2.1.3.2 Neutrons différés et réactivité	49
2.2 Les réacteurs à neutrons thermiques	53
2.2.1 La filière UNGG	54
2.2.1.1 Etude d'un cas d'école	54
2.2.1.2 Le réacteur UNGG réel	55
2.2.2 Les réacteurs à uranium enrichi : la filière REP	57

2.2.2.1	Description d'un réacteur REP	57
2.2.2.2	La gestion du combustible dans un REP	64
2.2.2.3	Bilan de puissance dans un REP	65
2.2.3	Accumulation des produits de fission : les poisons	70
2.2.4	Les coefficients de température	71
2.2.5	Les méthodes d'enrichissement	75
2.2.6	Principales filières de réacteurs à neutrons thermiques	77
3.	Nucléaire et environnement	79
3.1	Les barrières	79
3.2	Rejets des installations nucléaires	81
3.3	Le cycle du combustible	86
3.4	La gestion des déchets et des matières valorisables	89
3.4.1	Les matières valorisables	89
3.4.2	Les déchets	89
3.5	Les accidents nucléaires	93
3.5.1	L'accident de Three Mile Island	93
3.5.2	La catastrophe de Tchernobyl	94
3.5.3	Et nous ?	97
3.6	Nucléaire et attentats	99
4.	Bilan et perspectives	103
4.1	EPR, un projet évolutionnaire	110
4.2	La surgénération	112
4.2.1	Le cycle uranium-plutonium et l'arrêt de Superphénix	113
4.2.2	Le cycle thorium-uranium et le réacteur hybride	114
4.2.2.1	Le projet initial de C. Rubbia	115
4.2.2.2	Le projet MYRRHA	119
4.3	Generation 4	120
4.4	L'avenir de la gestion des déchets radioactifs	124
4.4.1	Rappel sur la loi de 1991	124
4.4.2	Le point de la situation	125
4.5	Le programme PACE	131
4.6	Le nucléaire dans le monde	132
5.	Les réactions de fusion	141
5.1	Introduction	141
5.2	La fusion dans les étoiles	142
5.3	Une seule réaction envisageable dans un réacteur	145
5.4	Les réserves énergétiques	147
5.5	Le critère de Lawson	148

6. Le confinement magnétique	151
6.1 Particule chargée dans un champ uniforme	151
6.2 La pression magnétique	151
6.3 L'effet miroir	153
6.4 Les machines à miroirs	155
6.5 Dérives dans un champ magnétique	156
6.6 Les machines toroïdales	158
6.6.1 Les stellarators	161
6.6.2 Les tokamaks	161
6.6.2.1 Le JET	162
6.6.2.2 Les performances	167
6.6.2.3 Le projet ITER	168
6.7 Fusion et sûreté	170
7. Le confinement inertiel	173
7.1 Retour sur le critère de Lawson	173
7.2 L'implosion	173
7.3 La seconde forme du critère de Lawson	174
7.4 Bilan énergétique pour une cible de 5 mg	176
7.5 Les grands projets	176
Conclusion	177
Compléments	187
C1 Principaux processus radioactifs	189
C2 Section efficace	192
C3 Décroissance radioactive	193
C4 Ralentissement d'un neutron lors d'un choc élastique	199
C5 Facteur d'utilisation thermique d'un REP	200
C6 Les éléments	202
C7 L'enchaînement des faits	203
C8 Prométhée	206
C9 Le rayonnement cosmique	207
C10 Les lois de 2005-2006	208
Bibliographie	211