

Table des matières

Remerciements	1
Préface	7
Unités	11
Avant-propos	13
1 Un peu de physique de base	17
1.1 Atomes	17
1.2 Noyaux	19
1.3 Réactions nucléaires	21
Bibliographie	23
2 Réactions thermonucléaires	25
2.1 Réactions nucléaires de fusion	25
2.2 L'hydrogène, combustible du Soleil et des autres étoiles	27
2.3 Les réactions du deutérium	28
2.4 Régime thermonucléaire	31
2.5 Allumage et entretien de la réaction thermonucléaire	33
2.6 Le régime stationnaire : critère de Lawson	37
2.7 Le régime explosif	38
Bibliographie	40
3 Plasmas	43
3.1 L'état de plasma	43
3.2 Collisions coulombiennes dans un plasma	46
3.3 Création de plasmas	48
3.4 Le plasma magnétisé	48
3.5 Diffusion des particules chargées à travers un champ magnétique	51

3.6	Oscillations	52
3.7	Ondes non linéaires et turbulences	54
3.8	Les plasmas naturels et les plasmas de fusion	55
	Bibliographie	57
4	Quelques aspects du confinement magnétique	59
4.1	Principe	59
4.2	Plasmas parcourus par un courant	60
4.3	Stabilité	62
4.4	Configurations fermées	64
4.5	Équilibre et stabilité d'un anneau de plasma porteur de courant	66
4.6	Trajectoires des particules chargées dans un anneau de plasma parcouru par un courant	69
4.7	Autres instabilités du tore	70
4.8	Les tores compacts	72
4.9	Stellarators	72
	Bibliographie	74
5	La filière tokamak	77
5.1	Description et mise en œuvre d'un tokamak	77
5.2	Les raisons d'une course au volume	79
5.3	Chauffages auxiliaires	81
5.4	Trois générations de tokamaks	86
5.5	Bilan	91
	Bibliographie	93
6	ITER et programmes annexes	95
6.1	Un projet fédérateur	95
6.2	La machine ITER	98
6.3	ITER et la sûreté	102
6.4	La question des matériaux	102
6.5	IFMIF (<i>International Fusion Material Irradiation Facility</i>)	107
6.6	Controverses	108
	Bibliographie	109
7	Quelques aspects du confinement inertiel. Le rôle des lasers	111
7.1	Contrôle d'une micro-explosion	111
7.2	Dynamique de la compression	113
7.3	Interaction laser cible solide	116
7.4	Instabilités	119
7.5	L'attaque indirecte	120

7.6	Architecture des cibles	122
7.7	Expériences de compression	125
	Bibliographie	128
8	Les grands instruments de la fusion inertielle	129
8.1	Énergie laser et gain thermonucléaire : l'étape du mégajoule	129
8.2	Lasers de puissance	131
8.3	Lasers mégajoule	137
8.4	Du faisceau à la cible	140
8.5	Allumage spontané ou provoqué ?	143
8.6	Une autre solution : les faisceaux de particules	146
8.7	Le retour du « Z-pinch »	148
	Bibliographie	153
9	Hors des sentiers battus	155
9.1	Les hybrides fusion-fission	155
9.2	Hybrides à confinement magnétique ou inertiel	157
9.3	Fusion froide : catalyse par les muons	162
9.4	Au-delà du mélange deutérium-tritium	164
	Bibliographie	167
10	Le réacteur à fusion	169
10.1	Le lièvre et la tortue	169
10.2	Conditions pour un générateur d'électricité	170
10.3	Cycles énergétiques	175
10.4	Une place dans le cycle des combustibles nucléaires [4]	179
10.5	Vues d'avenir	182
10.6	Quelques considérations économiques	184
10.7	Régénération du tritium et ressources	186
	Bibliographie	188
	Épilogue	189
	Bibliographie générale sur la fusion	191
	Glossaire	193
	Sigles	201
	Index	203

N.B. : les * renvoient au glossaire ; les ** à la liste des sigles.