

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Conversion et dissipation</b>	<b>5</b>
1.1	Conservation et conversion . . . . .	5
1.1.1	Structure de la matière . . . . .	5
1.1.2	Hierarchie des énergies . . . . .	10
1.1.3	Exemples éolien et hydraulique . . . . .	13
1.1.4	Conversion directe . . . . .	16
1.2	Collisions, fluctuations et transport . . . . .	23
1.2.1	Flux moléculaires . . . . .	24
1.2.2	Section efficace . . . . .	26
1.2.3	Flux collisionnels . . . . .	34
1.2.4	Équation de Fokker-Planck phénoménologique . . . . .	40
1.2.5	Introduction au transport . . . . .	43
<b>2</b>	<b>Énergie et entropie</b>	<b>55</b>
2.1	Conservation et évolution . . . . .	55
2.1.1	Représentations énergétique et entropique . . . . .	55
2.1.2	Principes de conservation et d'évolution . . . . .	61
2.2	Facteurs de Boltzmann et Gibbs . . . . .	69
2.2.1	Équilibres canoniques . . . . .	70
2.2.2	Électrons et photons . . . . .	76
2.2.3	Potentiels chimiques des gaz idéaux . . . . .	80
<b>3</b>	<b>Évolutions markoviennes</b>	<b>85</b>
3.1	Processus markoviens . . . . .	85
3.1.1	Échelles structurelles et dynamiques . . . . .	85
3.1.2	Systèmes markoviens canoniques . . . . .	88
3.2	Conversion d'énergie et transitions . . . . .	93
3.2.1	Échange et production d'entropie . . . . .	93
3.2.2	Machine markovienne ditherme . . . . .	94
3.3	Équations cinétiques . . . . .	97
3.3.1	Équation de Boltzmann . . . . .	97
3.3.2	Équations de Fokker-Planck canoniques . . . . .	99
3.3.3	Introduction à la réactivité . . . . .	103

<b>4</b>	<b>Flux dissipatifs</b>	<b>111</b>
4.1	Flux et forces thermodynamiques . . . . .	111
4.1.1	Flux d'extensités et gradients d'intensités . . . . .	111
4.1.2	Échange et production d'entropie . . . . .	115
4.1.3	Coefficients cinétiques linéaires . . . . .	118
4.2	Conversion d'énergie et transport linéaire . . . . .	124
4.2.1	Conversion et transport actif . . . . .	124
4.2.2	Machine linéaire ditherme . . . . .	127
<b>5</b>	<b>Machines thermiques et chimiques</b>	<b>131</b>
5.1	Machines de Carnot . . . . .	132
5.1.1	Cycle de Carnot . . . . .	132
5.1.2	Rendement de Carnot . . . . .	133
5.2	Machines de Van't Hoff . . . . .	137
5.2.1	Cycle de Van't Hoff . . . . .	137
5.2.2	Rendement de Van't Hoff . . . . .	138
5.3	Machines endoréversibles . . . . .	140
5.3.1	Machines thermiques endoréversibles . . . . .	142
5.3.2	Cycle exoréversible à régénération . . . . .	145
5.3.3	Machines chimiques endoréversibles . . . . .	148
5.4	Cycles chimique et thermique équivalents . . . . .	149
<b>6</b>	<b>Conversion magnétohydrodynamique</b>	<b>155</b>
6.1	Conversion électrohydrodynamique . . . . .	155
6.1.1	Modèle de Townsend des décharges . . . . .	156
6.1.2	Générateurs électrohydrodynamiques . . . . .	161
6.1.3	Efficacité de conversion EHD . . . . .	163
6.2	Modèle d'Alfven-Saha des plasmas . . . . .	167
6.2.1	Hautes températures . . . . .	167
6.2.2	Loi de Saha . . . . .	170
6.2.3	Diffusion magnétique . . . . .	172
6.3	Couplage magnétohydrodynamique . . . . .	174
6.3.1	Dérive d'entraînement . . . . .	174
6.3.2	Magnétohydrodynamique . . . . .	178
6.3.3	Loi d'Ohm . . . . .	179
6.4	Convertisseurs Hall et Faraday . . . . .	182
6.4.1	Courants Hall et Faraday . . . . .	182
6.4.2	Extraction MHD d'enthalpie . . . . .	186
<b>7</b>	<b>Conversion thermoïonique</b>	<b>191</b>
7.1	Modèles de Lorentz-Sommerfeld des métaux . . . . .	193
7.1.1	Surfaces des métaux . . . . .	193
7.1.2	Potentiels de Galvani et Volta . . . . .	198
7.2	Relation de Richardson-Dushman . . . . .	205
7.2.1	Modèle d'équilibre . . . . .	205
7.2.2	Modèle cinétique . . . . .	207

7.2.3	Doubles couches . . . . .	208
7.2.4	Caractéristiques thermoïoniques . . . . .	212
7.3	Diodes de Langmuir et Schottky . . . . .	218
7.3.1	Régime de Langmuir . . . . .	218
7.3.2	Régime de Schottky . . . . .	226
<b>8</b>	<b>Conversion thermoélectrique</b>	<b>235</b>
8.1	Modèle classique des semiconducteurs . . . . .	236
8.1.1	Semiconducteurs intrinsèques . . . . .	236
8.1.2	Semiconducteurs dopés . . . . .	241
8.2	Effets thermoélectriques . . . . .	244
8.2.1	Effets Peltier et Seebeck . . . . .	244
8.2.2	Modèle cinétique . . . . .	247
8.2.3	Effet Thomson . . . . .	252
8.3	Machines thermoélectriques . . . . .	254
8.3.1	Générateur Seebeck . . . . .	255
8.3.2	Réfrigérateur Peltier . . . . .	260
8.3.3	Matériaux thermoélectriques . . . . .	262
<b>9</b>	<b>Conversion photovoltaïque</b>	<b>267</b>
9.1	Modèle de Planck du rayonnement thermique . . . . .	269
9.1.1	Luminance du corps noir . . . . .	269
9.1.2	Conservation de l'étendue optique . . . . .	272
9.1.3	Entropie et concentration du rayonnement . . . . .	275
9.2	Conversion photovoltaïque . . . . .	279
9.2.1	Efficacité de Landsberg . . . . .	279
9.2.2	Cellule à deux niveaux . . . . .	281
9.2.3	Cellule à gap . . . . .	284
9.3	Jonction P-N photovoltaïque . . . . .	288
9.3.1	Jonction $P-N$ à l'équilibre . . . . .	288
9.3.2	Jonction $P-N$ illuminée . . . . .	292
9.3.3	Relation de Shockley . . . . .	295
<b>10</b>	<b>Conversion électrochimique</b>	<b>303</b>
10.1	Modèle de Nernst de l'équilibre redox . . . . .	305
10.1.1	Équilibre de Nernst . . . . .	305
10.1.2	Interface métal-solution . . . . .	309
10.1.3	Machines électrochimiques . . . . .	312
10.2	Surtensions et polarisations . . . . .	314
10.2.1	Surtension d'activation . . . . .	316
10.2.2	Concentration et conduction . . . . .	320
10.3	Piles à hydrogène . . . . .	324
10.3.1	Oxydation de l'hydrogène . . . . .	325
10.3.2	Surtensions, convection et diffusion . . . . .	327
10.3.3	Conversion et stockage de l'énergie . . . . .	333