

COURS DE PHYSIQUE
ET DE
MÉTÉOROLOGIE

PROFESSÉ
A L'INSTITUT AGRONOMIQUE

PAR
M. E. DUCLAUX

Membre de l'Académie des Sciences
Professeur à la Sorbonne

Avec 175 figures dont 44 en deux couleurs



PARIS
A. HERMANN, LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE

Libraire de S. M. le roi de Suède et de Norvège

8, RUE DE LA SORBONNE, 8

—
1891

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE. — PHYSIQUE

CHAPITRE Ier. — PESANTEUR

	Pages.
Divers états de la matière	1
Tous les corps sont pesants.	3
Identité de la pesanteur et de l'attraction universelle.	5
Masse et poids d'un corps	11
Poids spécifique, masse spécifique, densité.	12

CHAPITRE II. — HYDROSTATIQUE

Équilibre des solides.	14
Équilibre des liquides sans pesanteur.	16
Équilibre des liquides pesants.	19
Vases communicants.	22
Principe d'Archimède.	23
Équilibre des liquides hétérogènes.	26
Surfaces de niveau et surfaces isobares.	28

CHAPITRE III. — STATIQUE DES GAZ

Propriétés des gaz.	31
Baromètre	35
Diverses formes du baromètre.	39
Pression d'un gaz.	43
Manomètres.	46

CHAPITRE IV. — LOI DE MARIOTTE

Loi de Mariotte.	48
Machine pneumatique	51
Pompe de compression.	57
Lois du mélange des gaz	58

CHAPITRE V. — HYDRODYNAMIQUE

	Pages.
Principe de Torricelli	61
Flacon de Mariotte	56
Siphon.	66
Phénomènes d'adhésion moléculaire.	68
Viscosité des liquides et des gaz	69
Changement de composition sur les surfaces en contact.	71
Adhésion des solides pour les corps en suspension dans l'eau.	72
Adhésion des solides pour les gaz	74
Circulation des liquides dans les espaces capillaires.	75
Actions capillaires	79
Tension superficielle.	82
Pressions capillaires	84

CHAPITRE VI. — THERMOMÉTRIE

Dilatation des solides, des liquides et des gaz.	89
Convention thermométrique	92
Construction du thermomètre	94
Coefficients de dilatation.	96
Variations de la densité avec la température.	99
Variations de la pression d'un gaz avec la température	100

CHAPITRE VII. — CHALEUR RAYONNANTE

Pile thermo-électrique.	103
Lois de la chaleur rayonnante.	108
Spectre lumineux, calorifique, chimique.	110

**CHAPITRE VIII. — RÉFLEXION, ABSORPTION
ET RADIATION**

Inséparabilité des effets chimique, calorifique et lumineux du spectre.	115
Pouvoir réflecteur et pouvoir absorbant.	116
Sélection.	121
Rôle de l'eau.	123
Transmutation des rayons absorbés.	125
Échauffement par conductibilité.	126
Échauffement par convection	128
Équilibre mobile de température	128
Pouvoir émissif.	129
Absorption et radiation dans les gaz et les vapeurs.	132
Spectres d'émission et d'absorption. — Spectroscope	133
Absorption et radiation dans les solides et les liquides.	136
Mécanisme de l'action de la vapeur d'eau dans l'atmosphère.	137

TABLE DES MATIÈRES.

499

CHAPITRE IX. — THÉORIE MÉCANIQUE DE LA CHALEUR

	Pages.
Chaleur produite par les actions mécaniques	139
La chaleur est un mode de mouvement.	140
Assimilation aux phénomènes sonores.	141
Transformation du mouvement calorifique en mouvement sonore. . . .	144
Hypothèse de l'éther.	145
Relations entre l'éther et les molécules pondérables.	146
Équivalent mécanique de la chaleur.	147
Travail intérieur et extérieur de la chaleur appliqué à un corps. . . .	148
Variation d'amplitude et de vitesse des vibrations sous l'influence de la chaleur.	151
Chaleur spécifique	154
Loi de Dulong et Petit.	156

CHAPITRE X. — FUSION, VAPORISATION,
CONDENSATION, SOLIDIFICATION

Fusion	160
Chaleur latente et température de fusion	161
Ébullition.	163
Rôle calorifique de la vapeur d'eau atmosphérique	165
Condensation	166
Solidification.	167
Retards à la condensation et à la solidification	168

CHAPITRE XI. — FORCE ÉLASTIQUE DES VAPEURS

Formation des vapeurs dans le vide	172
La force élastique d'une vapeur augmente avec la température.	174
Relations entre la température d'ébullition d'un liquide et la pression qu'il subit	176
Principe de la paroi froide	177
Force élastique des vapeurs mélangées aux gaz.	178
Vitesse d'évaporation.	180
Conséquences météorologiques.	182

CHAPITRE XII. — HYGROMÉTRIE

Tension de la vapeur et facteur d'évaporation.	183
Divers hygromètres non usuels.	185
Hygromètre de condensation.	186
Psychromètre	189

DEUXIÈME PARTIE. — MÉTÉOROLOGIE

CHAPITRE XIII. — PHÉNOMÈNES ASTRONOMIQUES

	Pages.
Loi de Lambert	193
Causes astronomiques des saisons	194
Influence de l'obliquité de l'écliptique	198
Influence de l'ellipticité de l'orbite	202
Influence de la précession des équinoxes	203

CHAPITRE XIV. — ACTINOMÉTRIE

Principe de l'actinométrie	206
Mode d'expérience	208
Divers actinomètres	209
Résultats des observations	210
Absorption atmosphérique	213
Moyennes actinométriques	214

CHAPITRE XV. — VENTS ALISÉS

Action du soleil sur la zone équatoriale	217
Discontinuité de la cause et continuité de l'effet	219
Le phénomène n'est pas limité à la bande équatoriale	220
Intervention du mouvement de la terre	221
Alisés et contre-alisés	223
Zone des calmes équatoriaux	224
Abaissement graduel du niveau des contre-alisés	224
Zone des calmes tropicaux	225

CHAPITRE XVI. — CIRCULATION GÉNÉRALE DES EAUX

Causes de la circulation dans les mers	226
Gulf-stream	227
Contre-courants d'eaux froides	229
Influence prépondérante des courants superficiels sur les climats	231
Kuro-Siwo	232
Contre-courants de l'océan Pacifique	233
Circulation sur les côtes de l'Afrique	234
Résumé	

TABLE DES MATIÈRES.

501

CHAPITRE XVII. — VENTS RÉGULIERS

	Pages.
Principe général	236
Transport des alisés	237
Moussons	239
Moussons de la côte de Guinée et du Vénézuéla	240
Moussons de l'océan Indien.	242
Vents étésiens.	243
Brises de terre et brises de mer.	244
Brises de montagne et brises de plaine, vents solaires	245

CHAPITRE XVIII. — CYCLONES ET TYPHONS

Ouragans des mers tropicales.	246
Le grand ouragan du 10 octobre 1780	247
Lois des tempêtes	251
Bord dangereux et bord maniable.	257
Rotation directe et inverse du vent.	258
Causes des cyclones	262
Les trajectoires des vents sont circulaires.	263
Analogies avec les tourbillons des cours d'eau	265
Différences avec les tourbillons des cours d'eau.	270

CHAPITRE XIX. — CIRCULATION AÉRIENNE
DES RÉGIONS TEMPÉRÉES

Circulation de l'Atlantique.	274
Courant équatorial et flot des calmes.	278
Changements de climat suivant les saisons pour une même position du courant et de l'ilot.	278
Changements du courant et de l'ilot suivant les saisons	279
Circulation sur le Pacifique.	282
Circulation générale dans l'hémisphère Nord.	283
Perturbations.	284
Circulation générale dans l'hémisphère Sud	286

CHAPITRE XX. — VARIATIONS BAROMÉTRIQUES

Étude du baromètre.	288
Corrections barométriques.	289
Causes des variations barométriques	291
Rôle de l'air sec	292
Rôle de la vapeur d'eau	292
Causes de la double oscillation annuelle et diurne	293
Méthode des moyennes.	297

	Pages.
Météorologie en surface	297
Formules de réduction au niveau de la mer.	299
Inutilité de la réduction dans certains cas.	301
Autres imperfections du tracé des isobares.	302
Ilot des calmes. — Ses caractères météorologiques.	303
Formation des ilots de calmes	304
Courant équatorial. — Ses caractères météorologiques.	307
Caractères auxquels ce courant se reconnaît sur les cartes.	308
Limites du courant et de l'ilot des calmes	310
Superposition du courant équatorial et de l'ilot des calmes.	312
Représentation schématique de cette superposition.	314
Courants dérivés venant de l'Ouest.	314
Courant dérivés venant du Nord.	316
Giboulées.	317
Causes des déplacements du courant et de l'ilot	320

CHAPITRE XXI. — BOURRASQUES ET TEMPÊTES

Bourrasques dans le courant équatorial.	323
Les bourrasques sont de toutes les saisons	324
Isobares dans les bourrasques	324
Règle de Buys-Ballot.	331
Mouvements de translation des bourrasques	332
Loi de Dove.	333
Le mouvement est descendant dans les bourrasques	335
Influence des bourrasques sur la distribution des pluies.	337

CHAPITRE XXII. — PRÉVISIONS BAROMÉTRIQUES

Région placée sous le courant équatorial.	339
Prévision des bourrasques.	341
Lignes d'égale variation barométrique.	347
Arrivée d'une bourrasque nouvelle	350
Retour de l'ilot des calmes	353
Étude des cirrus	354
Courants dérivés venant de l'Ouest.	357
Courants dérivés venant du Nord	361
Mistral et Bora.	362

CHAPITRE XXIII. — DISTRIBUTION DE LA TEMPÉRATURE ET DE L'HUMIDITÉ DANS L'ATMOSPHÈRE

Décroissement de la température à mesure qu'on s'élève	364
La baisse n'est pas régulière.	365
Intervention de la température suivant la hauteur	366
Décroissement moyen.	367
Température zénithale	368

TABLE DES MATIÈRES.

	503
	Pages.
Distribution de la vapeur d'eau	369
Circulation incessante de la vapeur atmosphérique	371
Variations diurnes et variations annuelles.	372
Rosée	374
Brouillards et nuages.	376
Causes diverses de refroidissement	377
Influence de la forme de la courbe des tensions de la vapeur d'eau . .	380
Constitution du brouillard et du nuage	381

CHAPITRE XXIV. — DIVERSES FORMES DE NUAGES

Cumulus	384
Cirrus	386
Stratus	388

CHAPITRE XXV. — PHÉNOMÈNES INTÉRIEURS DE LA BOURRASQUE

Variations de température et de pression d'une masse d'air appelée de haut en bas.	392
Simoun, Chamsin, Föhn.	393
Trombes	396
Tornados.	401
Bourrasques de pluie.	407
Verglas	409
Grésil.	410
Neige.	410
Passage d'une bourrasque sur une station météorologique	417

CHAPITRE XXVI. — ÉTUDE DES ORAGES

Orages.	421
Caractères précurseurs.	422
Effet sur les isobares	424
Grêle	425
Mécanisme de la formation du grêlon	427
Manifestations électriques.	430
Potentiel du sol	433
Surfaces équipotentiellles dans l'air	434
Intervention de la bourrasque.	436
Éclairs.	437
Tonnerre	439
Paratonnerre.	440

CHAPITRE XXVII. — DISTRIBUTION DES PLUIES

Causes générales et causes locales	442
Pluies des régions de calmes équatoriaux.	443
Déplacement annuel de la zone des pluies équatoriales.	443

	Pages.
Pluies dans les courants équatoriaux.	445
Régions sans pluies.	447
Distribution générale des pluies.	448
Influence des saisons.	450
Influence des causes locales.	451
Inégalités périodiques et séculaires dans la distribution des pluies. . .	452
Moyenne des pluies.	453

CHAPITRE XXVIII. — CIRCULATION DES EAUX
PLUVIALES

Côté agricole de la distribution des pluies	456
Mesure de l'évaporation.	457
Imbibition.	459
Circulation souterraine.	461
Conséquences relatives au transport de la chaleur de la mer sur les continents.	463
Total de l'évaporation.	464
Influence de la culture.	465
Conséquences générales	467

CHAPITRE XXIX. — TEMPÉRATURE. — SES VARIATIONS

Température.	469
Échauffement du sol.	469
Échauffement des mers	471
Couche à température constante.	471
Échauffement de l'air.	472
Échauffement des végétaux.	472
Température de l'air	473
Moyennes thermométriques.	475
Variations à longue période.	481

CHAPITRE XXX. — ISOTHERMES ET CLIMATS
AGRICILES

Lignes isothermes.	484
Pôles de froid.	487
Isothères et isochimènes.	488
La croissance d'un végétal n'est pas seulement une question de tem- pérature.	491
Somme des températures de végétation.	492
Incertitudes du mode de calcul.	494

FIN DE LA TABLE.