

M. DERRUAU
Professeur de Géographie
à la Faculté des Lettres
et Sciences humaines de Clermont-Ferrand

PRÉCIS
DE
GÉOMORPHOLOGIE

171 FIGURES, 62 PLANCHES HORS TEXTE

SIXIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE



MASSON ET C^{ie}, EDITEURS

120, boulevard Saint-Germain, PARIS-VI^e

1974

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	I
<i>Objet et méthodes.</i>	I
Définition	I
Rôle des cartes topographiques.	I
La photographie aérienne	3
La carte géologique détaillée.	3
Les cartes géomorphologiques.	4
L'étude des formations superficielles	4
Place de l'expression mathématique.	5
Dans la description.	5
Dans l'établissement des lois morphologiques	6
Rôle du laboratoire	7
Les stations expérimentales de terrain	10
La morphogénie. Importance de la datation	11
<i>Principes d'analyse du relief : la pente ; les trois familles de formes.</i>	12
Pente, pente d'équilibre, rupture de pente.	12
Tectonique, érosion, lithologie	13
La complexité du milieu	16
Orientation bibliographique	16
PREMIÈRE SECTION : <i>CONSTITUTION ET MOUVEMENTS DE L'ÉCORCE</i>	21
<i>Les enseignements de la séismologie.</i>	23
<i>Les enseignements de la gravimétrie : Pisostasie</i>	25
<i>La formation des chaînes de montagnes.</i>	30
1° Les chaînes intracratoniques.	32
2° Les chaînes géosynclinales	32
<i>Une chaîne devient un socle</i>	36
<i>Les bassins sédimentaires</i>	39
<i>Mobilisme et stabilité.</i>	39
Conclusion.	41
Orientation bibliographique	41
DEUXIÈME SECTION : <i>L'ÉROSION</i> : versants, cours d'eau, aplanissement	43
I. — TALWEG ET INTERFLUVE, ÉROSION LINÉAIRE ET ÉROSION ARÉOLAIRE	45

II. — LE MODELÉ DES INTERFLUVES : LA MÉTÉORISATION; LE PROFIL DES VERSANTS	47
<i>Introduction</i>	47
<i>L'altération sur place (weathering, Verwitterung)</i>	48
III. — LE MODELÉ DES INTERFLUVES : LE MOUVEMENT DES DÉBRIS ET LE PROFIL DES VERSANTS	59
<i>Le mouvement des débris</i>	59
<i>Le profil des versants</i>	62
IV. — TYPES DE COURS D'EAU. LE TORRENT	68
<i>Un laboratoire naturel : le torrent</i>	69
V. — LES COURANTS FLUVIAUX : LEUR PUISSANCE, LEUR CHARGE	73
<i>Puissance brute et puissance nette</i>	73
<i>Le dynamisme des courants fluviaux</i>	74
<i>Pouvoir d'érosion et de transport</i>	76
<i>La forme des lits</i>	79
<i>Seuils et moulles ; leurs relations avec les tracés en plan</i>	81
VI. — LE PROFIL D'ÉQUILIBRE DES COURS D'EAU	83
<i>L'établissement du profil d'équilibre</i>	83
<i>Les caractères du profil d'équilibre</i>	86
VII. — PROBLÈMES DE TRACÉ : LES MÉANDRES	89
<i>Tendance du méandre à s'exagérer</i>	89
<i>Conditions de formation des méandres</i>	92
VIII. — PROBLÈMES DE TRACÉ : LES CAPTURES	95
<i>Capture par recul de tête</i>	95
<i>Capture par déversement</i>	96
<i>Exemples de captures ou de déversements</i>	97
<i>La hiérarchisation du réseau</i>	99
IX. — LE CYCLE D'ÉROSION	102
<i>Jeunesse, maturité, vieillesse</i>	102
<i>La pénélaine</i>	105
X. — LA SUCCESSION DES CYCLES D'ÉROSION	109
<i>Les causes</i>	109
<i>Deux types d'évolution</i>	111
Cas d'un soulèvement d'ensemble (ou d'un mouvement négatif du niveau marin) dans une structure uniforme	111
Succession d'épisodes de creusement et de remblaiement dans une vallée	113
Les terrasses alluviales	113
XI. — CRITIQUE DE LA THÉORIE DAVISIENNE DU CYCLE D'ÉROSION	117
<i>La théorie du niveau de crêtes (Gipfelsflur)</i>	117
<i>La théorie des plates-formes de piedmont (Piedmonttreppen)</i>	118
<i>Les objections récentes contre la théorie davisienne</i>	120
Orientation bibliographique	121
TROISIÈME SECTION : LES SYSTÈMES D'ÉROSION BIOCLIMATIQUES	123
I. — INTRODUCTION. LES PALÉOCLIMATS	125
<i>Le problème</i>	125
<i>Les climats du passé. Le Quaternaire</i>	126

II. — LE SYSTÈME D'ÉROSION GLACIAIRE	135
<i>Les glaciers actuels</i>	136
Les inlandsis	137
Les calottes locales (émettant parfois des langues glaciaires)	138
Les glaciers de cirque	138
Les glaciers de vallée	139
Les glaciers de piedmont	140
Les glaces marines	141
<i>Les processus de l'érosion glaciaire</i>	141
Cristallographie et dynamique de la neige et de la glace	141
Ultra-glacialistes, anti-glacialistes, transactionnels	144
Le façonnement du lit	145
Le façonnement des matériaux transportés	147
<i>Les formes glaciaires</i>	148
Le cirque	148
La vallée glaciaire	149
Le profil en long	150
Le profil en travers	152
Plaines et plateaux glaciaires	153
Les problèmes du front glaciaire	158
<i>Les déformations glacio-isostatiques</i>	159
<i>Conclusion</i>	161
III. — LE SYSTÈME D'ÉROSION DIT « PÉRIGLACIAIRE »	162
<i>Les différents domaines et milieux périglaciaires</i>	162
<i>Les mécanismes en action dans le système périglaciaire</i>	165
Mécanisme du gel dans le sol et dans les roches	165
Mécanismes du dégel et de la fonte des neiges : le ramollissement des roches meubles et des sols	169
Le ruissellement	170
Le vent	170
<i>Les formes propres au permafrost</i>	171
<i>Quelques formes périglaciaires sur les espaces plats</i>	174
<i>Le modelé des versants</i>	177
Coulairs d'avalanches	177
Amas de blocs	178
Formes terreuses	180
Abondance des niches de nivation	180
Évolution des versants	180
<i>Le drainage des régions dites périglaciaires</i>	182
<i>Conclusion</i>	183
IV. — LE SYSTÈME D'ÉROSION DE LA FORÊT OCÉANIQUE	184
V. — LE SYSTÈME D'ÉROSION MÉDITERRANÉEN	186
VI. — LE SYSTÈME D'ÉROSION DES ZONES ARIDES	189
<i>Introduction</i>	189
<i>Le rôle du vent</i>	193
L'érosion éolienne	194
L'accumulation éolienne	195
<i>La désagrégation mécanique</i>	200
<i>Le ruissellement</i>	201
<i>L'association des paysages du désert</i>	202
VII. — LES SYSTÈMES D'ÉROSION DES PAYS INTERTROPICAUX	204
<i>Altération ferrallitique et induration ferrugineuse</i>	205
<i>L'originalité de la morphologie de la zone intertropicale humide</i>	208
<i>L'originalité de la morphologie de la zone intertropicale à saison sèche</i>	213

VIII. — UN PROBLÈME COMMUN AUX RÉGIONS MÉDITERRANÉENNES, AUX ZONES ARIDES ET AUX SAVANES : LE GLACIS, LA PÉNÉPLAINE, L'INSELBERG	216
<i>Les formes.</i>	216
<i>Répartition zonale.</i>	216
<i>Tentatives d'explication.</i>	220
<i>Conclusion.</i>	225
IX. — L'ÉROSION ANTHROPIQUE.	226
<i>Principales formes de l'érosion anthropique.</i>	226
L'érosion chimique par pollution atmosphérique.	226
L'érosion par l'eau.	227
L'érosion éolienne du sol.	227
<i>Les facteurs de l'érosion du sol.</i>	228
<i>L'érosion du sol dans le monde.</i>	229
<i>Les remèdes.</i>	229
Orientation bibliographique	230
QUATRIÈME SECTION : INFLUENCE DES ROCHES SUR LE MODELÉ ET ÉVOLUTION DES TYPES DE STRUCTURE	237
I. — INTRODUCTION	239
<i>Roche, minéral, altérite, sol.</i>	239
<i>Classification des roches.</i>	240
II. — LES ROCHES SÉDIMENTAIRES. INTRODUCTION,	242
<i>Définitions.</i>	242
III. — ROCHES SÉDIMENTAIRES DÉTRITIQUES A GRAINS	245
<i>Roches à grains non cimentés.</i>	245
a) Le modelé des sables sédimentaires	246
b) Le modelé des argiles	248
c) Le modelé des formations hétérogènes.	249
<i>Roches à grains cimentés.</i>	250
a) Les conglomérats	250
b) Les grès	250
<i>Les roches organiques d'origine végétale.</i>	252
IV. — LA MORPHOLOGIE DES CALCAIRES	253
<i>Le mécanisme de la prise en solution.</i>	253
<i>Principales sortes de calcaires.</i>	254
<i>Les formes karstiques.</i>	257
<i>La circulation souterraine ; le niveau de base karstique ; le cycle karstique.</i>	262
<i>Évolution du karst selon le climat.</i>	266
<i>Conclusion.</i>	269
V. — LES ROCHES CRISTALLINES (plutoniques et cristallophylliennes)	270
<i>Les roches plutoniques.</i>	270
<i>Les roches métamorphiques (ou cristallophylliennes).</i>	272
<i>Les facteurs du relief des roches cristallines.</i>	275
<i>Traits généraux du modelé des roches cristallines.</i>	279
<i>Le modelé spécifique de quelques roches cristallines.</i>	286
VI. — LES ROCHES VOLCANIQUES. LES RELIEFS VOLCANIQUES.	291
<i>Les roches volcaniques.</i>	292
<i>Les types d'activité volcanique.</i>	293

<i>Les quatre types définis par A. Lacroix.</i>	293
<i>Nécessité de compliquer la classification.</i>	295
<i>Pyromagma, hypomagma, épimagma.</i>	298
<i>La répartition des volcans dans le monde.</i>	299
<i>Les constructions volcaniques élémentaires.</i>	302
Les formes de construction : les coulées de lave.	302
Les formes de construction : le dôme et l'aiguille.	305
Les constructions élémentaires de scories.	306
Les formes élémentaires des conglomérats volcaniques.	309
<i>Les cratères.</i>	314
<i>L'altération des roches volcaniques, l'érosion des volcans, les formes de déchaussement.</i>	316
<i>Quelques grands types de volcans complexes.</i>	321
Les grandes régions de trapp	322
Le grand volcan hawaïen	322
Les cônes complexes	323
Les complexes vulcano-péléens à caldeira.	324
Les grands volcans à planèzes ou strato-volcans.	324
Le volcan « écossais »	327
Les laccolites.	328
VII. — RELIEFS DIFFÉRENTIELS DES BASSINS SÉDIMENTAIRES	330
<i>Reliefs dus aux changements de faciès dans une aire de sédimentation sous dépendance de reliefs bordiers.</i>	331
<i>Couches horizontales alternantes.</i>	332
<i>Couches alternantes inclinées (structure monoclinale) : les cuesta.</i>	332
Formation des cuesta à partir d'une « coastal plain »	334
Formation à partir d'une surface d'érosion	334
Théorie « structurale »	335
Formation à partir de nombreuses surfaces d'érosion.	336
Les facteurs qui différencient les cuesta	336
<i>Les plis dans les bassins sédimentaires.</i>	339
<i>Structures et évolutions compliquées.</i>	340
<i>Les problèmes du réseau hydrographique.</i>	342
VIII. — ÉVOLUTION DU RELIEF PLISSÉ.	344
<i>Définitions.</i>	344
<i>L'évolution : relief jurassien, relief inversé, relief appalachien.</i>	345
<i>Le réseau hydrographique.</i>	347
<i>Structures compliquées.</i>	348
<i>L'association des formes plissées élémentaires : types de montagnes plissées.</i>	349
IX. — LES CASSURES.	352
<i>Définitions.</i>	353
<i>Le style tectonique.</i>	354
<i>Dépôts corrélatifs d'une faille.</i>	356
<i>Le relief créé par la faille. Son évolution.</i>	356
X. — MORPHOLOGIE DES SOCLES	361
<i>Les facteurs de différenciation.</i>	361
<i>Principaux types de socles.</i>	363
XI. — TYPES DE CONTACT DE MASSIFS ANCIENS AVEC LEUR BORDURE SÉDIMENTAIRE.	365
<i>Type classique à dépression périphérique.</i>	365
<i>Contact par « falaise » sédimentaire dominant un massif évidé (type fréquent dans les régions tropicales).</i>	367
<i>Contact par bassins de subsidence localisés.</i>	367
<i>Contact en glaci.</i>	367
<i>Contact par faille marquée dans la topographie.</i>	368
<i>Contacts caractérisés par des formes d'érosion résiduelles dans le massif ancien.</i>	369
<i>Remarque : Cas des contacts de massifs anciens et de bordure sédimentaire dans les chaînes de type alpin.</i>	369

XII. — CONTACT D'UNE CHAÎNE ALPINE ET D'UNE PLAINE SUBALPINE.	370
<i>Le modelé de piedmont.</i>	370
<i>Rôle des mouvements tectoniques.</i>	372
Orientation bibliographique	373
CINQUIÈME SECTION : MORPHOLOGIE LITTORALE ET SOUS-MARINE	379
I. — L'ÉROSION LITTORALE	381
<i>Les agents de l'érosion littorale.</i>	381
Les vagues	381
Les courants	383
Le vent	385
Le gel	385
Le ruissellement et le glissement subaériens	386
Les processus chimiques, la dissolution	386
Les actions biologiques	387
Les paléo-actions continentales	387
<i>Les formes : falaise et plage.</i>	387
La falaise et la plate-forme rocheuse	387
La plage	390
<i>La régularisation du rivage par recul de la falaise et construction de plages</i>	395
<i>Les formes : estuaires, marais maritimes et deltas.</i>	406
<i>Les formes : les constructions des algues calcaires et des coraux.</i>	401
II. — PRINCIPAUX TYPES DE CÔTES.	407
<i>Les côtes à rias.</i>	407
<i>Les côtes à calanques.</i>	408
<i>Les côtes d'origine glaciaire.</i>	408
Les côtes à fjords	408
Les côtes à skjär	410
Les côtes d'accumulation glaciaire	410
<i>Les côtes des plaines non glaciaires.</i>	410
<i>Côtes dues à des édifications postiches.</i>	410
<i>Côtes à directions structurales prépondérantes.</i>	411
<i>Côtes contraposées.</i>	411
<i>Côtes à falaises.</i>	411
III. — GÉOMORPHOLOGIE SOUS-MARINE.	412
<i>Introduction.</i>	412
<i>La plate-forme continentale.</i>	415
<i>La pente continentale : les canyons sous-marins.</i>	416
<i>Les grands ensembles abyssaux et les reliefs qui les accidentent.</i>	417
Les sédiments	417
La topographie	418
Un exemple de topographie océanique : les fonds de l'Océan Indien	420
Deuxième exemple : le Golfe de Gascogne	420
<i>Conclusion.</i>	423
APPENDICE : NOTES SUR LA MORPHOLOGIE DE LA LUNE ET DE MARS.	425
<i>La lune.</i>	426
<i>Mars.</i>	430
Orientation bibliographique	433
CONCLUSION : VITESSE DE L'ÉROSION, MORPHOLOGIE DYNAMIQUE, MORPHOLOGIE APPLIQUÉE.	435