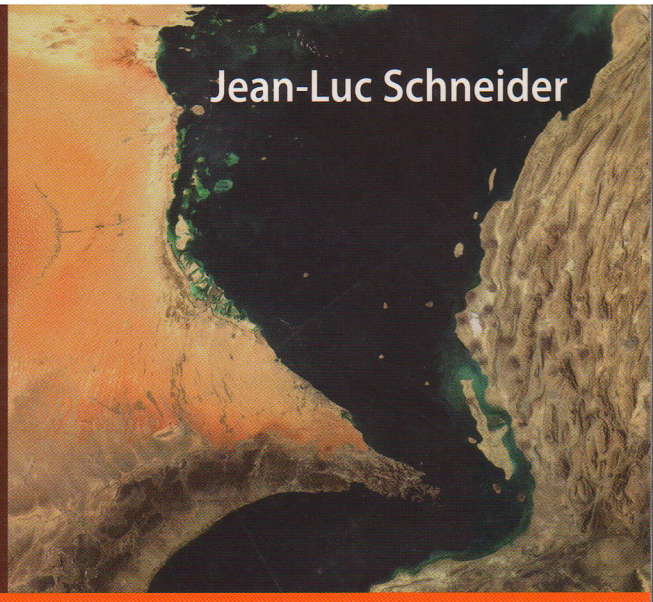
Exclu

Jean-Luc Schneider

LICENCE 3 & MASTER
SCIENCES DE LA TERRE
& SCIENCES DE
L'ENVIRONNEMENT
ÉCOLES D'INGÉNIEURS



Les traumatismes de la Terre

Géologie des phénomènes naturels extrêmes

- Cours complet
- Exercices d'application
- Tous les corrigés détaillés

Vuibert

Table des matières

Prologue 1

PREMIÈRE PARTIE — COURS

CHAPITRE 1. **Des mythes à la science** – *La perception par l'homme des phénomènes naturels extrêmes* 7

L'origine des grands mythes 9

Les récits mythiques 9

Le Déluge : mythe ou réalité ? 10

Le Déluge dans les textes anciens 10

Les récits mythiques du Déluge : de L'Épopée de Gilgamès *au livre de la Genèse*, 11

Le Déluge et l'évolution de la géologie 12

Les théories modernes sur le Déluge 13

Une tentative d'explication géologique du Déluge : l'impact météoritique de Köfels (Tyrol, Autriche), 13 – Les données, 13 – Interprétation, 14

Les conséquences du Déluge à la lumière des données archéologiques et anthropologiques 17

La Princesse Io et le Bosphore, 18

L'éruption cataclysmique de Santorin (mer Égée) 19

L'Empire minoen et la population de Santorin 20

L'éruption minoenne de Santorin 21

Le déroulement de l'éruption 23

Les conséquences de l'éruption au-delà de Santorin 24

Santorin : mythes et légendes 25

Et si l'Atlantide se situait à l'ouest des colonnes d'Hercule ? 26

L'éruption du Vésuve en l'an 79 26

Les ruines de Pompéi et d'Herculanum 27

L'éruption destructrice 29

Pline l'Ancien et Pline le Jeune, premiers volcanologues de l'histoire, 29

Le séisme de Lisbonne en 1755 33

Le phénomène 33

Les conséquences humaines et sociétales 35

Du sarcasme de Voltaire au pragmatisme de Rousseau : la prise de conscience de la nature du risque, 35

Conclusion 36

CHAPITRE 2. **Phénomènes et événements naturels extrêmes –** *Vers une définition* 39
Phénomènes et événements naturels extrêmes 40
Les phénomènes naturels extrêmes 40
Les événements naturels extrêmes 40
Une phase intermédiaire : le mécanisme de réponse 41
Diversité et caractéristiques des phénomènes naturels extrêmes 41
Les grands types de phénomènes 41
Fréquence et probabilité 42
Comment calculer la récurrence des phénomènes naturels extrêmes ? 44
Magnitude et intensité 45
Durée 47
Du phénomène à l'événement : les modalités de l'enregistrement géologique 48
La sensibilité des séries sédimentaires aux conditions environnementales 48
Les dépôts sédimentaires et leur organisation : notion d'intervalle sédimentaire 49
Dépôts sédimentaires et niveau d'énergie 50
Comment s'enregistre un phénomène extrême dans les séries sédimentaires ? 50
Le seuil de déclenchement, 51 – Le seuil d'enregistrement, 52 – Le seuil de préservation, 52 – La théorie à l'épreuve de la réalité, 52
Vers une définition 53
Conclusion 53

CHAPITRE 3. **La terre** – *Mouvements gravitaires et séismes extrêmes* 55
Les mouvements gravitaires de grande ampleur 56
Les glissements de terrain de grande ampleur 56
Les glissements-avalanches de débris : caractéristiques et particularités, 57 – *En quoi les glissements-avalanches de débris sont-ils particuliers ?* 59 – Un exemple en domaine montagneux : le sturzstrom de Flims (Grisons, Alpes suisses), 60 – Les glissements sous-marins de grande ampleur : l'exemple du grand glissement de Storegga (Atlantique nord), 64
Les courants de turbidité et les turbidites 66
Un exemple historique : l'événement des Grands bancs de Terre-Neuve en 1929, 66 – Les courants de turbidité et leur enregistrement géologique, 68 – Une conséquence stratigraphique, 70
Les séismes et leurs signatures géologiques 71
Le phénomène sismique et ses magnitudes extrêmes 72
Les phénomènes géologiques associés aux séismes 73

La zone de rupture : la faille sismogène 73
La liquéfaction 74
Les conséquences topographiques et hydrologiques 75
En quoi les réseaux fluviatiles témoignent-ils des séismes du passé ? 75
Les séismites 77
Les spéléothèmes au secours des paléosismologues, 78
Les mouvements gravitaires cosismiques 78
Les glissements de terrain, 79 – Les turbidites cosismiques, 79
La signification et l'intérêt des signatures paléosismiques 79
Conclusion 80

CHAPITRE 4. **Le feu** – *Les éruptions volcaniques majeures* 81
Les matériaux volcanoclastiques, témoins des éruptions passées 82
Morphologie des particules volcanoclastiques et activité volcanique, 83
Les mécanismes de transport et de dépôt des matériaux volcanoclastiques 85
Les colonnes éruptives 86
Les retombées pyroclastiques 86
Les écoulements pyroclastiques 87
Les coulées de ponces, 87 – Les nuées ardentes, 89 – Les déferlantes, 90 – Les coulées pyroclastiques subaquatiques, 91
Les mécanismes gravitaires associés à l'activité volcanique 92
Les glissements-avalanches de débris volcaniques, 92 – *L'avalanche de débris du mont Saint-Helens en 1980*, 92 – Les lahars, 94 – Les turbidites volcanoclastiques, 95
L'enregistrement sédimentaire des éruptions volcaniques 95
La magnitude et la récurrence des éruptions volcaniques majeures 96
Comment quantifier la magnitude des éruptions ? 96
Les éruptions anciennes de très grande ampleur et leur fréquence 97
Quelle est l'éruption volcanique la plus importante connue à ce jour ? 98
Le cas des éruptions effusives de grande ampleur 98
Les témoins des éruptions volcaniques de grande ampleur : les caldeiras . . . 99
Les conséquences environnementales des éruptions volcaniques de grande ampleur 101
L'éruption de Toba (75 ka) à Sumatra 101
Les conséquences globales de l'éruption de Toba 102
Quel fut l'impact de l'éruption de Toba sur les populations humaines ? 104
L'influence des éruptions volcaniques sur le climat 105
L'éruption de 1783-1784 du Laki est-elle à l'origine de la Révolution française ? 105
Conclusion 107

CHAPITRE 5. **L'air et l'eau** – *Tempêtes, tsunamis et inondations extrêmes* 109
Tempêtes et cyclones tropicaux 110
Les tempêtes « classiques » 110
Les cyclones tropicaux 110
L'enregistrement géologique des tempêtes et des cyclones 111
L'enregistrement sédimentaire du cyclone Carla et sa préservation, 114
Les tsunamis 117
Le processus 118
L'enregistrement géologique des tsunamis : tsunamiites et homogénites 119
Les témoins au niveau de la frange littorale, 119 – *Une tsunamiite grossière : l'exemple d'Agaete (Gran Canaria)*, 121 – Les témoins en domaine marin, 122
Les inondations cataclysmiques 123
Quelles sont les crues les plus spectaculaires ? 124
Quelques exemples d'inondations cataclysmiques et leurs signatures géologiques 124
Les ruptures de barrages glaciaires, 126 – *Des crues majeures peuvent-elles modifier le climat ?* 128 – Le cas des éruptions volcaniques sous-glaciaires, 130 – Les ruptures des barrages liés à des glissements de terrain, 132 – *Un exemple d'enregistrement de crues majeures dans le lac de Constance*, 132 – Le débordement des lacs volcaniques, 134
Conclusion 134

CHAPITRE 6. **L'espace** – *Les impacts de météorites et leurs effets* 135
Géocroiseurs et collisionneurs 136
Les différents types d'objets célestes 136
Les astéroïdes, 136 – Les comètes, 136 – Les météorites, 136
La fréquence des impacts 137
Les témoins des impacts passés 138
Les astroblèmes 139
Les cratères simples, 140 – Les cratères complexes, 141
Les matériaux témoins des impacts 142
Les témoins du collisionneur, 142 – *À la recherche des météorites perdues*, 143 – Les impactites : brèches et roches fondues, 144 – Les transformations métamorphiques, 144 – Les tectites, 145
Les effets couplés 147
L'exemple français : l'impact de Rochechouart-Chassenon, 147
Un traumatisme important : l'impact à la limite Crétacé-Tertiaire (K-T) 149
L'impact de Chicxulub 149
Les conséquences globales de l'impact 151
Conclusion 153

CHAPITRE 7. **L'homme** – *Une source de traumatismes ?* 155
L'homme peut-il induire des événements extrêmes par ses activités ? 156
Une éruption volcanique et des séismes d'origine anthropique 156
Le sturzstrom d'Elm (Suisse) 157
La rupture du barrage de Malpasset en 1959 158
Le tsunami d'Antibes en 1979 159
Le volcan de boue de Sidoarjo (Indonésie) 160
Existe-t-il un enregistrement géologique des activités humaines ? 167
L'érosion des sols 167
Le rôle des barrages sur le flux sédimentaire 162
L'enregistrement géologique de l'industrialisation 164
L'exemple du plomb, 164 – L'ère nucléaire et ses traces dans la sédimentation, 166 – *Comment s'enregistre la radioactivité dans les sédiments ?* 167
Le changement climatique 169
Les constats 169
L'effet de serre et la température moyenne, 169 – L'augmentation des températures, 171 – La remontée du niveau de la mer, 172 – *Le phénomène El Niño se modifie-t-il ?* 173
Les données des modèles numériques 173
L'augmentation de la température, 174 – Les perturbations hydrologiques, 174 – L'augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes, 175 – Les limites des modèles, 175 – Les conséquences pour l'homme, 176
Conclusion 177

Épilogue 179
Points communs et différences 179
Les phénomènes naturels extrêmes et l'enregistrement géologique du temps 181
Vers une nomenclature des événements 182
Vers une meilleure gestion des risques naturels 182
L'*Anthropocène* : une période particulière ? 184

DEUXIÈME PARTIE – EXERCICES ET CORRIGÉS. ANNEXES

Énoncés des exercices 187
Corrigés des exercices 199
Références bibliographiques 207
Lexique 219
Index thématique 225
Index géographique 229

Jean-Luc Schneider

Les traumatismes de la Terre

Géologie des phénomènes naturels extrêmes

Principalement destiné aux étudiants en Licence et Master Sciences de la Terre et Sciences de l'environnement, ce manuel propose une approche pluridisciplinaire des phénomènes naturels résultants de la dynamique terrestre. Il met également l'accent sur les travaux récents consacrés aux phénomènes de haute énergie en relation avec les catastrophes naturelles. Complété d'une sélection d'exercices intégralement corrigés, ce cours de géologie sera aussi une excellente base de révision pour tous les candidats aux concours de l'enseignement et pour les étudiants des écoles d'ingénieurs.

Sommaire

1. Des mythes à la science – *La perception par l'homme des phénomènes naturels extrêmes*
2. Phénomène et événements naturels extrêmes – *Vers une définition*
3. La terre – *Mouvements gravitaires et séismes extrêmes*
4. Le feu – *Les éruptions volcaniques majeures*
5. L'air et l'eau – *Tempêtes, tsunamis et inondations extrêmes*
6. L'espace – *Les impacts de météorites et leurs effets*
7. L'homme – *Une source de traumatismes ?*

Énoncés des exercices
Corrigés des exercices
Références bibliographiques
Lexique
Index

Professeur en sciences de la Terre à l'université Bordeaux 1, agrégé de SVT, **Jean-Luc Schneider** travaille sur la sédimentation associée aux phénomènes de haute énergie au laboratoire Environnements et paléoenvironnements océaniques et continentaux du CNRS. Il est actuellement membre du jury de l'Agrégation externe de SV-STU.

ISBN 978-2-311-01192-0

9 782311 011920

www.VUIBERT.FR