

ENSEIGNEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE

DÉFORMATIONS ET DÉPLACEMENTS DANS LA CROÛTE TERRESTRE

Pierre CHOUKROUNE



5686/3

MASSON 

GL50

ENSEIGNEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE

DÉFORMATIONS ET DÉPLACEMENTS DANS LA CROÛTE TERRESTRE

Pierre CHOUKROUNE

*Professeur à l'institut de géologie
à l'Université de RENNES I*

Ouvrage publié avec le concours du ministère
de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
(Direction de l'information scientifique
et technique et des bibliothèques)



5686 $\frac{3}{3}$



MASSON Paris Milan Barcelone 1995

TABLE DES MATIÈRES

(see contents p. XI)

Avant-propos	V
Introduction	XIII
CHAPITRE I	
POSITION ET DONNÉES DU PROBLÈME	1
I-1 Définitions et rappels	1
<i>I-1-1 : Déformation élémentaire et cinématique en deux dimensions</i>	1
<i>I-1-2 : Déformation en trois dimensions</i>	7
I-2 Déformation et déplacement du matériel lithosphérique : les échelles du raisonnement	11
<i>I-2-1 : À l'échelle du globe</i>	11
<i>I-2-2 : À l'échelle des limites de plaques convergentes</i>	13
<i>I-2-3 : Les déformations et les déplacements à l'échelle des chaînes de montagnes</i>	15
a) Les nappes	15
b) Les décrochements	18
c) Les dômes, diapirs et intrusions plutoniques	18
d) Les bassins et rifts continentaux	19
<i>I-2-4 : Déformation et déplacement à l'échelle de l'affleurement et de l'échantillon</i>	21
a) Modèle de déformation discontinue : les failles	21
b) Modèle de déformation continue homogène	22
c) Modèle de déformation continue hétérogène : les bandes de cisaillement	23
d) Modèle de déformation continue hétérogène : les plis et les boudins	25
e) Modèle de déformation continue avec diffusion	26
<i>I-2-5 : Les conditions physiques de la déformation</i>	27
a) Les mécanismes de déformation	28
b) Déformation plastique, orientations préférentielles de réseau, axes principaux de déformation et conditions P et T ...	30
I-3 La Méthodologie : l'ordre des objectifs et objets pertinents	32

CHAPITRE II	
DE LA DÉFORMATION DES ROCHES AUX CHAMPS	
DE DÉFORMATION	35
II-1 Les caractéristiques ponctuelles de la déformation des roches	36
<i>II-1-1 : Les caractéristiques de la déformation discontinue</i>	36
a) L'orientation des axes principaux de déformation	36
Fracturation élémentaire en milieu initialement continu	36
En milieu initialement discontinu où précédemment fracturé ..	39
b) Le type de l'ellipsoïde de déformation	44
c) Les régimes de la déformation discontinue	46
Symétrie des réseaux de failles et régimes de déformation	47
Enregistrement de la déformation	47
d) La place de la déformation discontinue dans les orogènes	52
<i>II-1-2 : Les caractéristiques de la déformation hétérogène</i>	53
a) Orientation des axes principaux de la déformation et type	
de l'ellipsoïde de déformation hétérogène.....	54
Les réseaux de bandes de cisaillement	54
La répartition des domaines plissés et boudinés	57
Les zones abritées	59
b) Les régimes de la déformation hétérogène	60
Symétrie des réseaux de bandes de cisaillement	
et les structures C/S	60
Symétrie des domaines plissés et boudinés	64
Les cristallisations syncinématiques en zones abritées	65
<i>II-1-3 : Les caractéristiques de la déformation homogène</i>	68
a) Orientation des axes principaux de la déformation	
et type de l'ellipsoïde de la déformation homogène.....	68
Schistosité, linéation et textures S/L	68
Les orientations préférentielles de réseau et déformation finie	
Les marqueurs sphériques et la méthode de centre à centre	71
Les objets figurés non sphériques : la méthode R_f/ϕ	72
Les fossiles déformés	75
Les fossiles déformés	76
b) Les régimes de la déformation homogène	80
L'asymétrie des mesures R_f/ϕ	80
Les plis réorientés passivement et les plis en fourreaux	81
Les rotations des minéraux syncinématiques isodiamétriques ..	85
Symétrie des orientations préférentielles minérales	
de forme et de réseau	86
II-2 Trajectoires et champs de déformation	88
CHAPITRE III	
CHAMPS DE DÉFORMATION ET GRANDES STRUCTURES	
DES OROGÈNES	93
III-1 Les Nappes et les chevauchements	93
<i>III-1-1 : Introduction</i>	93

<i>III-1-2 : Les champs de déformation</i>	
<i>dans les quatre modèles de nappes</i>	95
a) La translation rigide	95
b) Le glissement ductile	96
c) L'étalement ductile	97
d) La compression arrière	98
e) La combinaison des modèles	99
<i>III-1-3 : Les structures</i>	100
<i>III-1-4 : Trajectoires, régimes et déplacement des nappes</i>	101
<i>III-1-5 : Les conditions P/T</i>	102
III-2 Les Dômes migmatitiques et les plutons	106
<i>III-2-1 : Introduction</i>	106
<i>III-2-2 : Le modèle diapirique</i>	107
a) Le champ de déformation dans les structures diapiriques	108
b) Les régimes dans les dômes diapiriques	112
c) Les structures dans et autour des diapirs	113
Tectoniques superposées dans les points triples	113
Tectoniques superposées dans l'engainement des diapirs	114
Chevauchements induits dans l'engainement	114
d) Les conditions P/T	116
<i>III-2-3 : Le modèle intrusif non diapirique</i>	117
III-3 Les Décrochements	120
<i>III-3-1 : Introduction</i>	120
<i>III-3-2 : Les champs de déformation</i>	121
<i>III-3-3 : Les structures des domaines décrochants</i>	122
<i>III-3-4 : Les Conditions P/T</i>	122
III-4 Rifts, Bassins continentaux et marges passives :	
l'amincissement crustal	124
<i>III-4-1 : Introduction</i>	124
<i>III-4-2 : Les modèles élémentaires d'amincissement crustal</i>	124
<i>III-4-3 : Les champs de déformation</i>	127
<i>III-4-4 : Les régimes et les structures</i>	128
<i>III-4-5 : Les conditions P/T</i>	131
a) Dans le cas des rifts	131
b) Cas des amincissements post-orogéniques.....	132
III-5 Les Interférences de champs	133
<i>III-5-1 : Introduction</i>	133
<i>III-5-2 : Interférences intrusions-déformation régionale</i>	134
a) Interférence intrusion et déformation régionale coaxiale	134
b) Interférence intrusions-déformation non coaxiale	135
c) Interférence intrusion-nappe	137
<i>III-5-3 : Interférences dômes-dômes</i>	137

III-5-4 : Interférences dômes-distension	140
III-5-5 : Interférences nappes-décrochements	142
CHAPITRE IV	
DÉPLACEMENTS DES PLAQUES ET DÉFORMATIONS	
A LEURS LIMITES	145
IV-1 Rifts et failles transformantes du domaine océanique	145
IV-1-1 : Cinématique et morphotectonique des rides	146
IV-1-2 : Champ de structures des rides	151
IV-1-3 : Champ de déformation dans la croûte océanique	155
IV-1-4 : Morphotectonique des failles transformantes	156
IV-1-5 : Champ de structures des failles transformantes	158
IV-1-6 : Rifts et transformantes émergés	163
a) Les rides océaniques émergées	163
b) Les failles transformantes en domaine continental	170
IV-2 Les zones de convergence : les marges actives	
et les chaînes cordilleraïnes	172
IV-2-1 : Exemple de la chaîne andine	172
IV-2-2 : Exemple de l'arc égéen	175
IV-3 Les chaînes de collision et la déformation intra-lithosphérique	
des continents convergents	179
IV-3-1 : Exemple de la chaîne varisque d'Europe occidentale	179
a) Champ de déformation lié à la mise en place de nappes	179
b) Champ de déformation contrôlé par des décrochements ductiles	183
c) Champ de déformation contrôlé par l'emplacement de plutons	183
d) Interférences de champs de déformation :	
le massif central français	187
IV-3-2 : Exemple de la chaîne alpine d'Europe occidentale	192
a) Les avants pays et plates-formes	192
b) Les Alpes occidentales	196
IV-3-3 : Exemple de la chaîne alpine d'Asie	205
IV-4 La déformation de la croûte en formation :	
les temps archéens (entre -4 et -2 milliards d'années)	209
IV-4-1 : La spécificité de l'archéen	209
IV-4-2 : Les champs de déformations archéens :	
exemple de l'Inde du sud	211
IV-4-3 : Tectonique des plaques ou pas encore de lithosphère?	219
IV-5 Conclusions	221
Bibliographie	223
Index	225

DÉFORMATIONS ET DÉPLACEMENTS DANS LA CROÛTE TERRESTRE

Pierre CHOUKROUNE

La géologie structurale a largement participé durant ces vingt dernières années au renouvellement des méthodes et techniques des sciences de la Terre. Comme les autres disciplines de la géologie, elle a bénéficié du nouveau cadre fourni par la théorie unificatrice de la tectonique des plaques.

Elle a parallèlement développé des techniques quantitatives qui affinent et dépassent les approches descriptives classiques. La recherche de données mesurables, leur utilisation sur le terrain et leur traitement en laboratoire, la modélisation numérique et analogique, font désormais partie de l'arsenal du géologue structural.

Toutefois, deux démarches apparaissent dans l'enseignement et la recherche, démarches que cet ouvrage vise à associer ; d'une part intégrer les données locales permettant d'obtenir un champ de déformation cohérent ; d'autre part, reconstituer, à la lumière de ce champ de déformation et à une plus petite échelle, les déplacements relatifs des unités composant les chaînes de montagnes.

L'auteur propose un point de vue synthétique qui se révèle fécond en tectonique : « on ne justifie l'étude ponctuelle de la déformation des roches que pour mieux définir les formidables modifications de forme qui, au cours du temps, ont affecté notre croûte terrestre et les déplacements qui en sont responsables ».

Étudiants, chercheurs et enseignants en géologie structurale tireront profit de cette approche intégrée.

Pierre CHOUKROUNE est professeur de géologie à l'université de Rennes 1. Il fait partie d'un laboratoire propre du CNRS « Géosciences Rennes » qu'il a dirigé de 1988 à 1992. Il a travaillé dans de nombreuses chaînes de montagnes et domaines amincis de l'écorce : Alpes, Pyrénées, cordillères américaines, chaîne hercynienne, rift de la région Afar et dans la croûte archéenne d'Asie.

Mots clés : déformation, cinématique, champ de déformation, épaissement et amincissement, tectonique des plaques, nappe et chevauchements, dômes, décrochements, rifts et bassins, marges.

