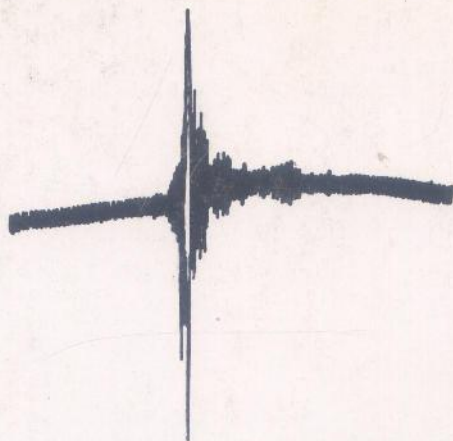
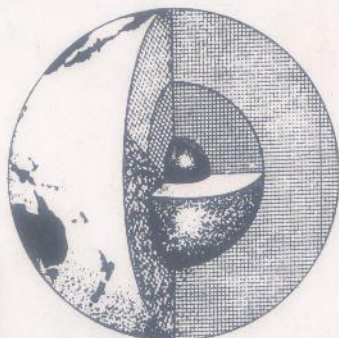


K. BADDARI

M. DJEDDI



**ÉLÉMENTS
DE
SISMOLOGIE**



23341/1

OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES

GL 37

K. BADDARI

M. DJEDDI

INTRODUCTION

23341 $\frac{1}{10}$

Le tremblement de terre ou séisme est un mouvement brusque de la surface terrestre, provoqué par la libération d'une grande quantité d'énergie accumulée depuis des années, des dizaines voire des centaines d'années dans la région où il se produit. Cette énergie se propage sous forme d'ondes sismiques par les différents milieux élastiques du globe.

C'est à cause des catastrophes que les séismes peuvent provoquer qu'ils furent mentionnés dès la plus haute antiquité. Les grecs appelaient séisme le *diastole* ou *diastole* qui, remuant la terre par ses entrailles, servait à l'origine de séisme. Les grecs avaient pensé à l'existence des *volcanes*.



ELEMENTS DE SISMOLOGIE

serait à l'origine du phénomène.

Le savant musulman Ibn Sina semble avoir été le premier à donner une explication scientifique de ce phénomène. Il a écrit vers l'an 1000 que la formation des séismes s'explique par deux phénomènes différents.

Elle est due à des *volcanes* qui, en se déplaçant, se heurtent et produisent un violent *diastole*.



23341/1



OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES

1, Place centrale de Ben-Aknoun (Alger)

Table des matières

Introduction..... 1

Chapitre I

Généralités sur les tremblements de Terre

I.1 Exemple de forts séismes, classification et terminologie.....4

I.2 les microséismes.....21

I.3 les séismes artificiels.....24

I.4 les séismes en relation avec la tectonique des plaques.....26

I.5 Distribution géographique des séismes.....38

I.6 Mesure de l'importance d'un séisme.....45

I.6.1 Magnitude d'un séisme.....45

I.6.2 Intensité.....52

I.6.3 Moment sismique.....67

I.6.4 Notion de force de cisaillement.....69

I.6.5 Temps de compression.....70

I.7 Etude des répliques.....71

I.8 Notion de faille, failles transformante.....75

I.9 Aperçu sur le mécanisme au foyer.....82

I.10 Sismicité de l'Algérie.....88

Chapitre II

Théorie des ondes élastiques

II.1 Eléments de la théorie d'élasticité.....111

II.1.1 Introduction.....111

II.1.2 Théorie des contraintes.....112

II.1.3 Théorie des déformations.....129

II.1.3.1 Définition des déformations.....129

II.1.3.2 Tenseur des déformations.....134

II.1.4 Loi de Hooke.....139

II.1.5 Constantes élastiques.....146

II.1.6 Equations fondamentales de la théorie d'élasticité.....148

II.1.7 Equations de Lamé.....150

II.2 Propagation des ondes élastiques.....153

II.2.1 Propagation des ondes élastiques dans un milieu élastique non limité.....153

II.2.1.1 Oscillations longitudinales et transversales.....153

II.2.1.2 Equation d'onde pour les déplacements longitudinal et transversal.....157

II.2.1.3 Solution dans le cas des ondes planes.....161

II.2.1.4 Solution dans le cas des ondes sphériques.....168

II.2.2 Propagation des ondes élastiques à la frontière d'un demi espace.....172

II.2.2.1 Propagation de l'onde plane, dont le front est parallèle à l'un des axes de coordonnées, potentiel de l'onde transversale.....	172
II.2.2 Polarisation de l'onde secondaire en onde SV et SH.....	174
II.2.2.3 Conversion de l'onde P en onde S et vice-versa.....	175
II.2.2.4 Propagation des ondes à deux dimensions.....	178
II.2.2.5 Ondes de surface.....	180
II.2.3 L'atténuation des ondes sismiques.....	192
II.2.3.1 Introduction et définitions.....	192
II.2.3.2 Mécanismes physiques de l'atténuation des ondes sismiques.....	198
II.2.3.2.1 Rédistribution de l'énergie.....	198
II.2.3.2.2 Résonance amortie.....	203
II.2.3.2.3 Hysteresis statique.....	204
II.2.3.2.4 Relaxation.....	204
II.2.3.2.5 Viscosité.....	204
II.2.3.2.6 Friction.....	205
II.2.3.3 Différence entre viscosité et friction solide.....	206
II.2.3.4 Paramètres influant sur l'atténuation.....	209
II.2.3.4.1 Fréquence.....	209
II.2.3.4.2 Température.....	209
II.2.3.4.3 Pression.....	211

II.2.3.4.4 Intensité de la contrainte.....	212
II.2.3.4.5 Saturation.....	212
II.2.3.4.6 Dimension des grains.....	217
II.2.3.4.7 Perméabilité.....	219
II.3.2.4.8 Profondeur.....	219
II.2.4 Vibrations propres de la Terre.....	220

Chapitre III

Etude de la croûte terrestre par les méthodes sismiques

III.1 Utilisation des ondes superficielles pour l'étude de l'écorce terrestre.....	227
III.2 Séismes proches. Hodochrones des ondes sismiques et structure de l'écorce terrestre.....	230
III.2.1 Aperçu.....	230
III.2.2 Principes fondamentaux de propagation des ondes.....	232
III.2.2.1 Principe de Huygens.....	232
III.2.2.2 Loi de Snell-Descartes.....	233
III.2.2.3 Principe de Fermat.....	234
III.2.3 Sismique refraction.....	235
III.2.3.1 Généralités.....	235
III.2.3.2 Mécanisme de la refraction.....	236

III.2.3.3	Interprétation.....	240
III.2.4	Croûte homogène. Hodochrone des ondes sismiques.....	250
III.2.5	Structure de l'écorce terrestre.....	253
III.2.6	Détermination de l'épicentre.....	269

Chapitre IV

Etude de la structure interne du globe terrestre par les données sismiques

IV.1	Equation du front d'onde.....	271
IV.2	Bases de la méthode sismique pour l'étude de la structure profonde du globe terrestre.....	280
IV.3	Renseignements fournis par les ondes sismiques sur la structure profonde du globe terrestre.....	287
IV.4.1	Modèles des discontinuités sismiques profondes.....	294
IV.4.1	Modèles des discontinuité sismiques profondes.....	294
IV.4.2	Critères dynamiques de la détermination des modèles des discontinuités sismiques profondes.....	294
IV.5	Exemple de traitement des données des stations téléseismiques.....	303

Chapitre V

Prévision des séismes

V.I	Etapas et méthodes de prévision.....	315
V.1.1	Précurseurs électrotelluriques des séismes.....	316
V.1.2	Précurseurs électromagnétiques.....	322
V.1.3	Précurseurs magnétique et gravitationnel.....	324
V.1.4	Précurseurs géochimiques.....	324
V.1.5	Précurseurs biologiques.....	328
V.1.6	Méthodes sismiques de prévision.....	328
V.1.7	Méthode mécanique.....	332
V.2	Relation entre l'énergie du séisme et le volume de son foyer.....	332
V.3	Relation entre le temps de préparation d'un séisme et son énergie.....	340
V.4	Dépendance entre le temps d'apparition du précurseur et l'importance d'un séisme.....	342
V.5	Généralités sur les mécanismes des processus sismiques.....	344
V.6	Modélisation à grande échelle du déclenchement et des précurseurs des séismes.....	347

Chapitre VI

Principe de la sismométrie

VI.1	Pendule à translation.....	371
VI.1.1	Equation du mouvement.....	371
VI.1.3	Oscillations forcées, caractéristiques de phase et de fréquence.....	375
VI.2	Sismomètre à rotation.....	379
VI.3	Sismographe à enregistrement galvanométrique.....	384
VI.3.1	Sismomètre électromagnétique.....	385
VI.4	Station sismologique.....	404
VI.5	Diapason fréquentiel et dynamique des signaux sismiques.....	405
VI.5.1	Ondes de surfaces de période 20s.....	410
VI.5.2	Ondes P dans le diapason $5 < \Delta < 110^\circ$	411
VI.5.3	Diapason des amplitudes spectrales pour les ondes de surface et les ondes P.....	412

Annexes

Annexe I	Classification des zones sismiques de l'Algérie.....	414
Annexe II	Liste des principaux séismes en Algérie.....	419
Annexe III	Etude de l'énergie sismique à partir des amplitudes.....	423

Annexe IV	Deconvolution et fonction de transfert.....	428
Annexe V	Vitesse des ondes P et S à différentes profondeurs.....	439
Annexe VI	Pression et module de cisaillement à différentes profondeurs.....	440
Annexe VII	Densité et accélération de la pesanteur à différentes profondeurs.....	441
Bibliographie.....		442
Table des matières.....		458

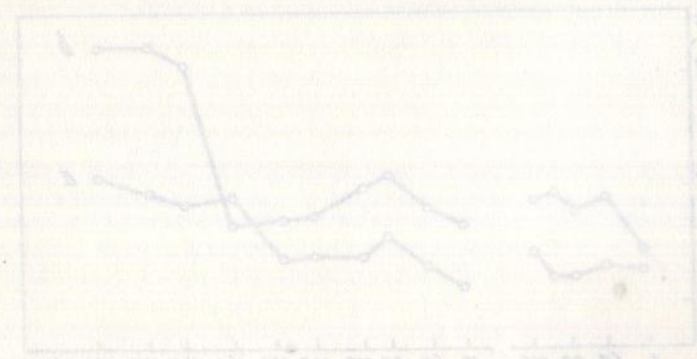


Fig. 2.3 b Variation relative de la vitesse des ondes dans les blocs en fonction de la pression

LES MESURES INDIVIDUELLES POUR MIEUX FAIRE FACE AUX SEISMES

Au moment d'un séisme, la terre se met à vibrer inopinément pendant quelques secondes, voir quelques minutes. La conséquence immédiate est que les individus sont pris de panique à perdre la raison. La plupart des blessures sont causées par la chute d'objets (lustres, cadres) et de débris (cheminées, plâtre du plafond).

PENDANT UN TREMBLEMENT DE TERRE

- ♦ Restez calme, ne paniquez pas
- ♦ Si vous êtes à l'intérieur, restez-y. Ne courez pas dehors! Abritez vous sous un lit, une table solide ou le cadre d'une porte. Les angles des chambres sont souvent, un lieu de refuge adéquat.
- ♦ Evitez le voisinage des objets posés, suspendus susceptibles de tomber, ou de glisser.
- ♦ N'utilisez pas les ascenseurs
- ♦ Evitez de prendre les escaliers, car souvent ils s'effondrent en premier
- ♦ Evitez de se défenestrer
- ♦ Si vous êtes dehors, restez-y. Eloignez vous des bâtiments et des fils électriques
- ♦ Si vous êtes en voiture, arrêtez et stationnez votre auto loin des immeubles et loin des ponts

APRES LE TREMBLEMENT DE TERRE

- ♦ Restez à l'écoute de votre radio et obéissez aux instructions
- ♦ Déclenchez le compteur électrique et fermez les robinets d'eau et à gaz. Faites attention de ne pas utiliser allumettes ou bougies
- ♦ Eteignez les foyers d'incendie
- ♦ N'utilisez le téléphone qu'en cas d'urgence
- ♦ N'utilisez votre voiture sauf des cas pour assurer des secours
- ♦ Parler avec les membres de votre famille de l'expérience vécue afin de réduire leur stress
- ♦ N'entrez pas dans les bâtiments endommagés
- ♦ N'utilisez pas les toilettes car souvent la canalisation n'est pas épargnée
- ♦ Si vous êtes sur les bas étages essayez de rejoindre la sortie de l'immeuble surtout après le premier choc.

POUR VOUS PREPARER

- ♦ Connaissez le chemin d'évasion le plus économique et le plus rassurant
- ♦ Connaissez les lieux les plus rassurants de l'habitation : angles intérieurs, lits, tables etc...
- ♦ Rapprochez les objets du sol; incluant ceux près de votre lit
- ♦ Placez votre lit loin des grandes fenêtres, glaces et objets lourds
- ♦ Attachez les bibliothèques et les meubles lourds au mur si possible
- ♦ Mettez les produits inflammables et dangereux dans des endroits sûrs de manière à éviter leur écoulement
- ♦ Apprenez à couper le gaz, l'électricité et l'eau
- ♦ Gardez toujours à la main une radio à piles, une lampe de poche et des piles fraîches
- ♦ Apprenez les règles des premiers soins
- ♦ Expliquez à votre famille ce que l'on doit faire en cas de tremblement de terre.