



GILLES MERZERAUD

Stratigraphie séquentielle

LICENCE 3 ET MASTER
CAPES DE SVT & AGRÉGATION DE SV-STU
ÉCOLES D'INGÉNIEURS

- Cours complet
- Exercices intégralement corrigés
- Atlas couleur

Table des matières

Préface	IX
----------------------	----

Introduction

Qu'est-ce que la stratigraphie séquentielle?	3
La stratigraphie séquentielle: une science ésotérique?	5
♦ <i>Quelles sont les limites de la stratigraphie séquentielle?</i> – 5 ♦ <i>Les objectifs et le contenu de ce livre</i> – 7	

CHAPITRE 1

Le niveau marin, ses variations et son enregistrement sédimentaire

1. Quelques indices de la variation du niveau marin	9
1.1. Des coquilles marines retrouvées dans les terres	9
♦ E1.01– Dans la Grèce antique, les premiers indices de la variation du niveau des mers – 9	
1.2. Un indice de montée du niveau marin dans les paysages actuels: les estuaires	10
♦ E1.02– La grotte Cosquer – 12	
1.3. Un autre indice de la variation du niveau des mers: l'érosion côtière	13
1.4. Une baisse du niveau de la mer de plus de 1 500 m: la crise messinienne	14
1.5. Trois définitions pour le niveau marin	17
2. L'eustatisme	17
♦ E1.03– «L'écorce terrestre s'effondre, la mer la suit...» (E. Suess, 1906) – 18	
2.1. Le niveau marin de référence et la mesure de l'eustatisme	18
♦ E1.04– «Le niveau de la mer à Paris!» – 20	
2.2. Les variations eustatiques et leurs causes: glacio-eustatisme et tectono-eustatisme	21
♦ E1.05– Quand le niveau marin ne faisait que baisser... – 22	
2.3. Les cycles tectono-eustatiques	23
♦ <i>Les cycles de Wilson</i> – 23 ♦ <i>Les variations du volume des dorsales</i> – 25	
2.4. Les cycles glacio-eustatiques	26
♦ E1.06– Les paramètres de Milankovitch – 26 ♦ E1.07– Une partition de musique dans un livre de géologie – 28	
3. L'enregistrement sédimentaire des variations du niveau marin	30
3.1. Ligne de rivage, bathymétrie et transgression/régression	30
♦ E1.08– La loi de Walther – 32	
3.2. Les variations du niveau marin et les transgressions/régressions	32
3.3. La géométrie des sédiments: un témoin des transgressions/régressions	34
3.4. Les variations du niveau marin et les discontinuités sédimentaires	35
♦ E1.09– Les discontinuités sédimentaires: de Hutton à Darwin... – 38	

VI STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE

3.5. Variations du niveau marin, cyclicités sédimentaires et séquences.	39
♦ E1.10- Les séquences cratoniques de Sloss: des séquences de dépôts avant l'heure – 41	
Conclusion	43
Exercices	44

CHAPITRE 2

De la stratigraphie sismique à la stratigraphie séquentielle

1. La stratigraphie sismique et les séquences de dépôts.	45
1.1. Un peu d'histoire.	45
♦ E2.01- Principe de la sismique réflexion – 46 ♦ E2.02- Les «lignes temps» – 48	
1.2. La définition géométrique d'une séquence de dépôts	50
♦ E2.03- La terminologie de la stratigraphie sismique selon Exxon – 51	
2. De la sismique aux variations du niveau marin: la charte de Vail.	53
2.1. L'onlap et l'aggradation côtière.	53
♦ E2.04- Construction de la courbe d'aggradation côtière – 56	
2.2. Courbes d'aggradation côtière et courbe eustatique globale (la «charte de Vail»).	57
♦ E2.05- Controverses! – 59	
2.3. La courbe eustatique et sa validité	61
2.4. Apports nouveaux des dernières courbes eustatiques	63
Conclusion	63
Exercices	65

CHAPITRE 3

La modélisation des séquences de dépôts

1. Les séquences d'échelle sismique: le modèle de Vail, 1987	67
1.1. Pourquoi modéliser?	67
1.2. Le modèle de Vail décrypté	69
1.3. La modélisation, ou comment relier des cortèges sédimentaires à une courbe eustatique	71
♦ Premier acte: modéliser la réponse sédimentaire à une variation eustatique – 71 ♦ Deuxième acte: modéliser la réponse sédimentaire à une variation d'accommodation – 72 ♦ E3.01- Pour aller plus loin: la modélisation et ses arcanes – 74	
1.4. Le modèle confronté à la réalité géologique	76
♦ Une «Arlésienne» géologique – 76 ♦ Des limites de séquences difficiles à reconnaître – 77 ♦ Des cortèges sédimentaires à géométries variables – 78 ♦ Des séquences en «poupées russes» – 79	
1.5. Ce qu'il faut retenir du modèle de Vail	81
♦ E3.02- Le temps du «tout eustatique» – 82	
2. Le cas des carbonates	82
2.1. Pourquoi s'intéresser aux carbonates en stratigraphie séquentielle?	83
2.2. Les carbonates face à la variation du niveau de la mer	84

Préface

2.3. Les modèles de séquence de dépôts en milieu carbonaté 85
 ♦ *La chute du niveau marin relatif* – 86 ♦ *La montée rapide du niveau marin relatif* – 86 ♦ *La montée lente du niveau marin relatif* – 87 ♦ *Quand la montée du niveau de la mer excède la vitesse de production carbonatée* – 87

2.4. Ce qu'il faut retenir de la stratigraphie séquentielle dans les carbonates 88

3. Les séquences à l'affleurement ou en forage: les séquences génétiques. 88

3.1. Un changement d'échelle indispensable 88

3.2. Les séquences génétiques. 89
 ♦ E3.03– L'analyse séquentielle – 90

3.3. Le milieu continental: la stratigraphie séquentielle sans le niveau marin? 91

3.4. Reconnaître les changements du niveau des mers d'après les faciès fluviaux 94
 ♦ E3.04– La Durance, une rivière aux deux visages – 96

3.5. Une séquence génétique pas à pas 97
 ♦ *La limite de séquence et la phase régressive* – 97 ♦ *La phase transgressive* – 100

3.6. Ce qu'il faut retenir de la stratigraphie génétique 101

Conclusion 102

Exercices 103

CHAPITRE 4

Les tendances actuelles de la stratigraphie séquentielle

La valse des modèles. 105

1. Le niveau de base: renaissance d'un concept oublié. 106

2. Le modèle de Catuneanu (2006): un modèle à quatre cortèges sédimentaires. 109

2.1. Les nouveautés du modèle et la régression forcée. 109

2.2. Les paramètres du modèle. 110

2.3. Les cortèges sédimentaires et les surfaces remarquables 111
 ♦ *Le cortège de régression forcée (falling stage systems tract, FSST)* – 111 ♦ *Le cortège de bas niveau (lowstand systems tract, LST)* – 112 ♦ *Le cortège transgressif (transgressive systems tract, TST)* – 112 ♦ *Le cortège de haut niveau (highstand systems tract, HST)* – 114

2.4. Ce qu'il faut retenir du modèle de Catuneanu 114
 ♦ E4.01– Six surfaces pour un modèle – 115

3. Le modèle d'Embry (2007): un modèle à deux cortèges sédimentaires. 116

3.1. Un modèle empirique basé sur l'observation 116

3.2. Ce qu'il faut retenir du modèle d'Embry 118

4. Aux frontières de la stratigraphie séquentielle 118

4.1. Des séquences «virtuelles» dans des discontinuités. 118

4.2. La stratigraphie séquentielle au Protérozoïque 120
 ♦ *Les particularités des séquences protérozoïques* – 121 ♦ *Le problème de la hiérarchisation des séquences* – 123

VIII STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE

Conclusion 123

Exercices 125

Conclusion générale

La trame historique de la stratigraphie séquentielle 133

♦ La séquence de dépôts et notre vision des séries sédimentaires fossiles – 133 ♦ Une définition simple des séquences de dépôts et de leur formation – 135 ♦ La stratigraphie séquentielle à la carte – 135 ♦ Où va la stratigraphie séquentielle? – 136

Corrigés des exercices 139

Glossaire 155

Références bibliographiques 159

Index 165

Stratigraphie séquentielle

Méthode d'étude des bassins sédimentaires, la stratigraphie séquentielle vise à reconstituer l'histoire de leur remplissage, essentiellement d'après l'architecture des dépôts accumulés.

Développée initialement pour l'industrie pétrolière, la stratigraphie séquentielle s'est imposée comme une discipline incontournable des sciences de la Terre. En offrant une lecture à plusieurs niveaux couplée à des exercices intégralement corrigés, ce manuel s'adresse en priorité aux candidats aux concours de l'enseignement, aux étudiants des filières spécialisées et aux élèves des écoles d'ingénieurs.

« Dans ce livre, d'une clarté pédagogique lumineuse, tout est repris à la base. Pas à pas, à partir des concepts fondamentaux, et en s'appuyant sur les observations de terrain et des faits historiques, la stratigraphie séquentielle nous devient familière et évidente, donc compréhensible. »

André Schaaf, extrait de la préface

Sommaire

Introduction. Qu'est-ce que la stratigraphie séquentielle ?

- I. Le niveau marin, ses variations et son enregistrement sédimentaire
 1. Quelques indices de la variation du niveau marin
 2. L'eustatisme
 3. L'enregistrement sédimentaire des variations du niveau marin
- II. De la stratigraphie sismique à la stratigraphie séquentielle
 1. La stratigraphie sismique et les séquences de dépôts
 2. De la sismique aux variations du niveau marin : la charte de Vail
- III. La modélisation des séquences de dépôts
 1. Les séquences d'échelle sismique : le modèle de Vail, 1987

2. Le cas des carbonates
3. Les séquences à l'affleurement ou en forage : les séquences génétiques
- IV. Les tendances actuelles de la stratigraphie séquentielle
 1. Le niveau de base
 2. le modèle de Catuneanu (2006) : un modèle à quatre cortèges sédimentaires
 3. Le modèle d'Embry (2007) : un modèle à deux cortèges sédimentaires
 4. Aux frontières de la stratigraphie séquentielle

Conclusion. La trame historique de la stratigraphie séquentielle

Atlas couleur

LES PLUS

- Encarts historiques et pratiques
- Un exercice issu d'un sujet de l'agrégation de SV-STU
- Atlas couleur commenté de 16 pages

Gilles Merzeraud est maître de conférences à l'université de Montpellier. Sédimentologue, spécialiste de stratigraphie séquentielle et de géologie de réservoir, il a longtemps travaillé en partenariat avec l'industrie. Membre des jurys du Capes et de l'agrégation de sciences de la Terre et de l'univers, il fut président du Capes externe de SVT entre 2011 et 2014.

ISBN : 978-2-8073-2076-5



deboeck B
SUPÉRIEUR

www.deboecksuperieur.com