



ECOLE DOCTORALE
Image et Modélisation des Objets Naturels



Université de Bourgogne
Centre des Sciences de la Terre

**VITESSE ET CYCLICITE DE FONCTIONNEMENT DES FAILLES
NORMALES DE RIFT. IMPLICATION SUR LE REMPLISSAGE
STRATIGRAPHIQUE DES BASSINS ET SUR LES MODALITES
D'EXTENSION D'UNE MARGE PASSIVE FOSSILE.
Application au demi-graben liasique de Bourg-d'Oisans
(Alpes occidentales, France)**

par
Francis CHEVALIER

Thèse présentée pour l'obtention du grade de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE BOURGOGNE

Discipline: Géologie

Volume annexes





ECOLE DOCTORALE
Image et Modélisation des Objets Naturels



Université de Bourgogne
Centre des Sciences de la Terre

**VITESSE ET CYCLICITE DE FONCTIONNEMENT DES FAILLES
NORMALES DE RIFT. IMPLICATION SUR LE REMPLISSAGE
STRATIGRAPHIQUE DES BASSINS ET SUR LES MODALITES
D'EXTENSION D'UNE MARGE PASSIVE FOSSILE.
Application au demi-graben liasique de Bourg-d'Oisans
(Alpes occidentales, France)**

par
Francis CHEVALIER

Thèse présentée pour l'obtention du grade de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE BOURGOGNE

Discipline: Géologie

Volume annexes

Soutenance publique prévue le 20 Décembre 2002 devant un jury composé de :

F. GUILLOCHEAU	Professeur, Université de Rennes	Rapporteur
G. MANATSCHAL	Maître de Conférences, Université de Strasbourg	Rapporteur
J.-L. DOMMERGUES	Directeur de Recherches, Biogéosciences Dijon	Examineur
G. MASCLE	Professeur, Université de Grenoble	Examineur
T. RIVES	Ingénieur géologue, TotalFinaElf E&P	Examineur
M. GUIRAUD	Professeur, Université de Bourgogne	Directeur de Thèse
J.-P. GARCIA	Professeur, Université de Bourgogne	Co-directeur de Thèse
D. QUESNE	Maître de Conférences, Université de Bourgogne	Co-directeur de Thèse

LISTE DES ANNEXES

Liste des Annexes

Annexe 1 – Liste des faunes d'ammonites

Annexe 2 – Coupes sédimentologiques et interprétations stratigraphiques

Annexe 3 – Transect E-W du bassin de Bourg-d'Oisans : lignes-temps

Annexe 4 – Transect E-W du bassin de Bourg-d'Oisans : intervalles-temps

Annexe 5 – Transect E-W du bassin de Bourg-d'Oisans : environnements de dépôt

Annexe 6 – Analyse microtectonique

ANNEXE 1

Liste des faunes d'ammonites

La détermination et l'attribution biostratigraphique des faunes d'ammonites récoltées sur les différents sites du bassin de Bourg-d'Oisans a été réalisée par Jean-Louis Dommergues (UMR CNRS 5561 Biogéosciences, Dijon).

La liste des faunes d'ammonites est donnée de la façon suivante.

L = 257,4 m :

Arnioceras sp. (nombreuses sections)

Sinémurien inférieur, z. à *Semicostatum* (probable),
Turneri (très probable), Sinémurien supérieur,
z. à *Obtusum* (peu probable)

**Niveau repère dans la coupe
et cote (en mètres)**

**Détermination et (nombre
d'exemplaires récoltés)**

**Age biostratigraphique (z. :
zone, s.-z. : sous-zone, h. :
horizon)**

VILLARD-NOTRE-DAME (VND)

L = 257,4 m :

Arnioceras sp. (nombreuses sections)

Sinémurien inférieur, z. à *Semicostatum* (probable), *Turneri* (très probable), Sinémurien supérieur, z. à *Obtusum* (peu probable)

J = 252, 8 m :

Arnioceras sp. (nombreuses sections)

Sinémurien inférieur, z. à *Semicostatum* (probable), *Turneri* (très probable), Sinémurien supérieur, z. à *Obtusum* (peu probable)

I = 218,5 m :

Arnioceras (?) sp. (1 sections)

Sinémurien inférieur, z. à *Semicostatum* (probable), *Turneri* (très probable), Sinémurien supérieur, z. à *Obtusum* (peu probable)

H = 208,0 m :

Arnioceras (?) sp. (quelques sections)

Sinémurien inférieur, z. à *Semicostatum* (probable), *Turneri* (très probable), Sinémurien supérieur, z. à *Obtusum* (peu probable)

E = 187,6 m :

Arnioceras sp. (nombreuses sections)

Sinémurien inférieur, z. à *Semicostatum* (probable), *Turneri* (très probable), Sinémurien supérieur, z. à *Obtusum* (peu probable)

D = 186,4 m :

Arnioceras sp. (2 sections)

Sinémurien inférieur, z. à *Semicostatum* (probable), *Turneri* (très probable), Sinémurien supérieur, z. à *Obtusum* (peu probable)

C = 172,2 m :

Arnioceras sp. (très nombreuses sections)

Sinémurien inférieur, z. à *Semicostatum* (probable), *Turneri* (très probable), Sinémurien supérieur, z. à *Obtusum* (peu probable)

Y = 86,8 m :

Metophioceras sp., grandes formes peut être Metophioceras gr. brevispiratum (1 ex.)

Sinémurien inférieur, z. à *Bucklandi*, s.-z. à *Conybeari*

Z = 85,5 m :

Metophioceras sp., grandes formes peut être M. gr. brevispiratum (4 ex.)

Vermiceras sp. (2 ex.)

Sinémurien inférieur, z. à *Bucklandi*, s.-z. à *Conybeari*

700 = 53,9 m :

Metophioceras (?) sp. (1 ex.)

Vermiceras sp. (1 ex.)

Sinémurien inférieur, z. à *Bucklandi*, s.-z. à *Conybeari*

REVERS DE COTE-DURE (RCD)

X1000 = 25,20 m :

Alsatites laqueus (nombreux ex.)

Shlotheimia aff. taunina (Wahner) (2 ex.)

Hettangien, z. à Liasicus, s.-z. à Laqueus, h. à Laqueus

ROCHES-DU-PONTET (RP)

170 m :

Arnioceras sp. (nombreuses sections + un exemplaire montrant des tours internes lisses jusque vers une quinzaine de mm de diamètre)

Sinémurien inférieur, z. à *Semicostatum* (probable), *Turneri* (très probable), Sinémurien supérieur, z. à *Obtusum* (peu probable)

123,85 m :

Arietitidae gen. sp. (1 ex.)

Sinémurien inférieur

113,60 m :

Schlotheimia (?) sp. (2 mauvais spécimens)

Hettangien, z. à *Angulata* (?)

PRE-GENTIL (PG)

1 = 655 m :

Phylloceras cf. frondosum (Reynes) (1 ex.)

Peu probable Sinémurien supérieur

Probable Carixien ou Domérien

2 = 105 m :

Alsatites aff. quedlinburgensis (Lange) (2 ex.) (petits exemplaires avec loge d'habitation)

Hettangien, z. à Liasicus, s-z. à Laqueus, h. à Liasicus (?)

L'ALPE-DE-VILLAR-D'ARENE (AVA)

B = 54.75 m :

Arnioceras sp.

Euagassiceras aff. terquemi (*sensu* Corna et al.) 1 ex.

Sinémurien inférieur, z. à Semicostatum, s.-z. à Sauzeanum

A = 53,35 m :

Arnioceras sp. (5 ex.)*

Euagassiceras aff. terquemi (*sensu* Corna et al.) (2 ex.)**

Angulaticeras (Boucalticeras) sp. (2 ex.)***

Sinémurien inférieur, z. à Semicostatum, s.-z. à Sauzeanum *, **

Sinémurien inférieur, z. à Turneri (?)*, ***

CHALET-VOYRON 1 (CV1)

F :

Arnioceras sp. groupe C (1 ex.)

Sinémurien inférieur, z. à *Tumeri* (peut-être Sinémurien supérieur, base z. à *Obtusum*)

E :

Arnioceras gr. C (*sensu* Corna et al.) (3 ex.)

Sinémurien inférieur, z. à *Tumeri*

D :

Arietites sp. (1 fragment de grand spécimen)

Arietites cf. *isis* (juvénile) (1 ex.)

Tragolytoceras *barrali* (2 ex.)

Sinémurien inférieur, z. à *Bucklandi*, s.-z. à *Bucklandi*, h. à *Isis*

A :

Waeneroceras gr. *engonium* (Lange) (2 ex.)

Hettangien, z. à *Liasicus*, s.-z. à *Portlocki*

EX SITU :

Euagassicerias aff. *resupinatum* (Simpson) (forme épineuse) (1 ex.)

Sinémurien inférieur, z. à *Semicostatum*, s.-z. à *Sauzeanum* (= *Resupinatum*), h. à *Sauzeanum* (= *Resupinatum*)

CHALET-VOYRON 2 (CV2)

300 :

Asteroceras ? (exemplaire très déformé mais costulation « molle » de type Asteroceras)
Sinémurien supérieur, z. à Obtusum (base) probable

220 :

Arnioceras sp. groupe C (5 ex)
Sinémurien inférieur, z. à Turneri (peut être Sinémurien supérieur, base z. à Obtusum)

210 :

Arnioceras sp. groupe C (7 ex)
Sinémurien inférieur, z. à Turneri (peut être Sinémurien supérieur, base z. à Obtusum)

200 (& 200++):

Caenisites sp. (1 ex)
Arnioceras sp. groupe C (6 ex)
Sinémurien inférieur, z. à Turneri

180 :

Arietites gr. isis (Reynes) – scunthropensis (Spath) (3 ex.)
Tragolytocras barrali (Corna et al.) (2ex.)
Sinémurien inférieur, z. à Bucklandi, s.-z. à Bucklandi, h. à Isis
(identique à 150)

160 :

Euagassiceras aff. striaries (Quenstedt) (1 ex.)
Euagassiceras cf. resupinatum (Simpson) (1 ex.)
Arnioceras sp. goupe C (9 ex.)
Sinémurien inférieur, z. à Semicostatum, s.-z à Sauzeanum (= Resupinatum), h. à Sauzeanum (= Resupinatum)

150 :

Arietites gr. isis (Reynes) – scunthropensis (Spath) (11 ex.)
Sinémurien inférieur, z. à Bucklandi, s.-z. à Bucklandi, h. à Isis

100 :

Arietitidae gen. sp. (2 ex.) (petites formes assez déformées correspondant peut être à des tours internes de Coroniceras en raison d'une tendance à la présence d'un « tubercule » latero-ombilical)
Sinémurien inférieur, z. à Bucklandi, s.-z à Rotiforme (?)

RIF-TOR

600 :

Echioceras raricostatoides (Vadasz) (2 ex)

Sinémurien supérieur, z. à *Raricostatum*, s.-z. à *Raricostatum*, h. à *Raricostatoides*

TETE DU VET (TV)

2083 :

Arnioceras sp. (1 ex très déformé)

Sinémurien inférieur, z. à *Semicostatum* (probable), *Turneri* (très probable), Sinémurien supérieur, z. à *Obtusum* (peu probable)

D :

Schlotheimia sp. (1 ex.)

Hettangien, Zone à *Angulata*

C :

Schlotheimia sp. (1 ex.)

Hettangien, Zone à *Angulata*

B :

Alsatites sp. (1 ex)

Hettangien, z. à *Liasicus*, s-z. à *Laqueus* (?)

A :

Alsatites (?) sp. (1 ex)

Hettangien, z. à *Liasicus* (?)

COL D'ENTRE-LES-TETES (CET)

X1 :

(?) Alsatites aff. proaries (Neumayr) (1 ex.)
Hettangien, z. à Liasicus

X2 :

Schlotheimia cf. polyptycha (Lange) (2 ex.)
Hettangien, z. à Angulata, s-z à Complanata (?)

X4 :

Tragophylloceras bararrali (Corna et al.) (2 ex.)**
Sulciferites gr. ventricosum (Sowerby *sensu* Corna et al.) (3 ex.)*
Coroniceras aff. rachasi (Corna et al.) (1 ex.)**
Coroniceras et Arnioceras sp. (6 ex.)**
Sinémurien inférieur, z. à Bucklandi (h. à « Ventricosum »** + h. à Rachasi*) ≈ base de la
s.-z. à Bucklandi

X5 :

Arnioceras sp. (3 ex.)
Sinémurien inférieur, sommet z. à Bucklandi ou base z. à Semicostatum

MONTAGNE de RACHAS (MR)

1000c

Coroniceras cf. rotiforme (Sowerby) (1 ex, tour interne) •

Vermiceras scylla (Reynes) (2ex.)#

Vermiceras killiani (Corna et al.) (26 ex)#

Vermiceras aff. spiratissimum (?) (Quenstedt) 2 ex. (forme franchement bisulquée)#

Sulciferites gr. ventricosum (Sowerby *sensu* Corna et al.) (45 ex.)*

Sinémurien inférieur, z. à Bucklandi. s.-z. à Rotiforme •, sommet s.-z. à Rotiforme#, base s.-z. à Bucklandi*

1000d

Coroniceras sp. (gr. rachasi ?) (3 ex.)

Arnioceras ? sp. (4 ex.)

Sinémurien inférieur, z. à Bucklandi, s.-z. à Bucklandi (? h. à Rachasi)

X6 (= 1000d)

Coroniceras rachasi. (1 ex, juvénile)

Coroniceras sp. (1 ex.)

Arnioceras gr A (2 ex)

Sinémurien inférieur, z. à Bucklandi, s.-z. à Bucklandi, h. à Rachasi

1007c

Promicroceras cf. capricornoides (Quenstedt) (1 ex.)

Arnioceras sp. (2ex).

Angulaticeras sp (forme très densément costée) 1 ex.

Sinémurien inférieur, z. à Tumeri, s.-z. à Birchi, h. à cf. Birchi

X7

Asteroceras aff. suevicum (Quenstedt) (4 ex.)

Sinémurien supérieur, z. à Obtusum, s.-z. à Stellare, h. à aff. Suevicum

X8

Plesechioceras sp (cf delicatum (Dumortier) ?) (1 ex.)

Echioceratidae (2 ex.)

Sinémurien supérieur, z. à Raricostatum (extrême base de la s.-z. à Raricostatum)

1056

Tetraspidoceras aff. quadrarmatum (Dumortier) (1 ex.)

Carixien, z. à Jamesoni (? s.-z. à Taylori)

X9

Acanthopleuroceras cf. valdani (?) (1 ex. mal conservé)

Holcolytoceras aff. nodostricum (Quenstedt) (3 ex.)

Carixien, z. à Ibex (? s.-z. à Valdani)

TETE MOUTHE (TM)

XA

Schlotheimia cf. hypolepta (Lange) (3 ex.)
Hettangien, z. à Angulata, s-z à Complanata (?).

XB

Sulciferites ? sp. (1 ex.)*
« Eucoroniceras » sp. (1 ex.)*
Arietites isis (Reynes) (2 ex.)#
Euagassiceras gr. barfetyi (Corna et al.) (1 ex.)°
Arnioceras sp. (31 ex.)#°
Coroniceras sp. (2 ex. juvéniles)#.
Depuis Sinémurien inférieur, z. à Bucklandi, s.-z. à Bucklandi, h. à Isis# jusqu'à
Sinémurien inférieur, z. à Semicostatum, s.-z. à Scipionianum, h. à gr. scipionianum°
(*= peut être un peu plus ancien)

XC

Echioceras raricostatoides (Vadasz) (2 ex.)
Sinémurien supérieur, z. à Raricostatum, S.-z. à Raricostatum, h. à Raricostaoides

XD

Platypleuroceras gr. brevispina (Sowerby) (1 ex.)

XE

Platypleuroceras gr. brevispina (Sowerby) (3 ex.)

XZ

Agassiceras striaries (Quenstedt) (1 ex.)
Angulaticeras sp. (1 ex.)
Arnioceras sp. (7 ex.)
Sinémurien inférieur, z. à Semicostatum (+ éventuellement z. à Turneri)

COTE LONGUE (CL)

Coupe partie 1

XB

Coroniceras cf. multicostatum (Sowerby) (1 ex.)
Sinémurien inférieur, z. à *Bucklandi*, partie terminale de la s.-z. à *Bucklandi*

XC

Euagassiceras resupinatum (Simpson) (1 ex.)
Arnioceras sp. (3 ex.)
Sinémurien inférieur, z. à *Semicostatum*, s.-z. à *Resupinatum*

XD + XE

Arnioceras sp. (4 ex. et 4 ex.)
Sinémurien inférieur, z. à *Semicostatum*, s.-z. à *Resupinatum* (ou peut être juste un peu plus récent)

XF

? Xipheroceras sp.
Sinémurien supérieur, z. à *Obtusum*, s.-z. à *Obtusum*

XH

Echioceratidae, ? Leptechioceras sp. (2 exemplaire)
Sinémurien supérieur, z. à *Raricostatum*, s.-z. à *Macdonnelli*

XH2

Epideroceras cf. lorioli (Hug) (1 ex.)
Sinémurien supérieur, z. à *Raricostatum*, s.-z. à *Macdonnelli* ou partie inférieure de la s.-z. à *Aplanatum*

XI

Paltechioceras cf. tardecrescens (Hauer) (2 ex.)
Sinémurien supérieur, z. à *Raricostatum*, s.-z. à *Aplanatum*

Coupe partie 2

X1

Arnioceras sp. (3 ex.)

X2

Arnioceras sp. (4 ex.)

X3

Arnioceras sp. (4 ex.)

LES FREAUX (LF)

XA

Caenisites sp.

Sinémurien inférieur, z. à *Tumeri*

LE PALETAS – LES CLOTTOUS (PC)

XX

Alsatites laqueolus (*sensu* Wright 1882) (non Schloenbach in Lange)
Hettangien, z. à *Liasicus*, s.-z. à *Liasicus*, h. à *Liasicus*

ANNEXE 2

Coupes sédimentologiques

Toutes les coupes sédimentologiques ont fait l'objet de levés de terrain à l'échelle du 1/100^e.

Toutefois, pour différentes raisons : (1) problèmes d'accessibilité et/ou de sécurité et (2) déformations importantes des séries sédimentaires, certaines coupes n'ont pu être levées en détail. Ces cas particuliers sont indiqués ci-dessous.

Coupe des Roches du Pontet et de Pré-Gentil

Ces deux coupes ont été interprétées de la façon suivante. Dans un premiers temps, la base de la coupe des Roches du Pontet a été levée au 1/100^e sur une hauteur de 175 m environ. Ensuite, le sommet de cette coupe a fait l'objet d'une reconnaissance en rappel de la série depuis le sommet de la falaise afin de calibrer les faciès.

L'interprétation stratigraphique a été réalisée à partir de l'analyse stratonomique du motif d'empilement des dépôts. Cette opération a été faite à l'aide de photographies de détail de l'affleurement. Les intervalles les plus argileux sont interprétés comme les surfaces d'inondations maximales.

Cette coupe des Roches du Pontet a été en grande partie corrélée et calibrée sur la coupe de Villard-Notre-Dame qui a été levée en détail et qui montre des séries très semblables, excepté à la base.

Dans un second temps, les mêmes opérations de reconnaissance, de photographie et d'interprétation stratonomique ont été effectuées sur la coupe de Pré-Gentil. Celle-ci se corrèle dans sa partie inférieure au sommet de la coupe des Roches du Pontet.

Coupe de La Crête du Sauvage (Ouest du demi-graben de Mizoën)

La base de cette coupe a été levée en détail. Elle a permis la caractérisation du contact stratigraphique des séries sédimentaires sur le socle cristallin des Grandes-Rousses. La suite de la série est en partie recouverte par les séries du Lias Schisteux qui sont chevauchantes ; le couvert végétal est également extrêmement présent au niveau de ce site. Toutefois, des niches d'érosion permettent l'exposition de certaines parties de la série du Lias Calcaire. De plus, le Lias Calcaire montre une lithologie moins érodable que le Lias Schisteux et correspond à une pente topographique plus « importante » dans le paysage.

Coupe des Clots (Est du demi-graben de Mizoën)

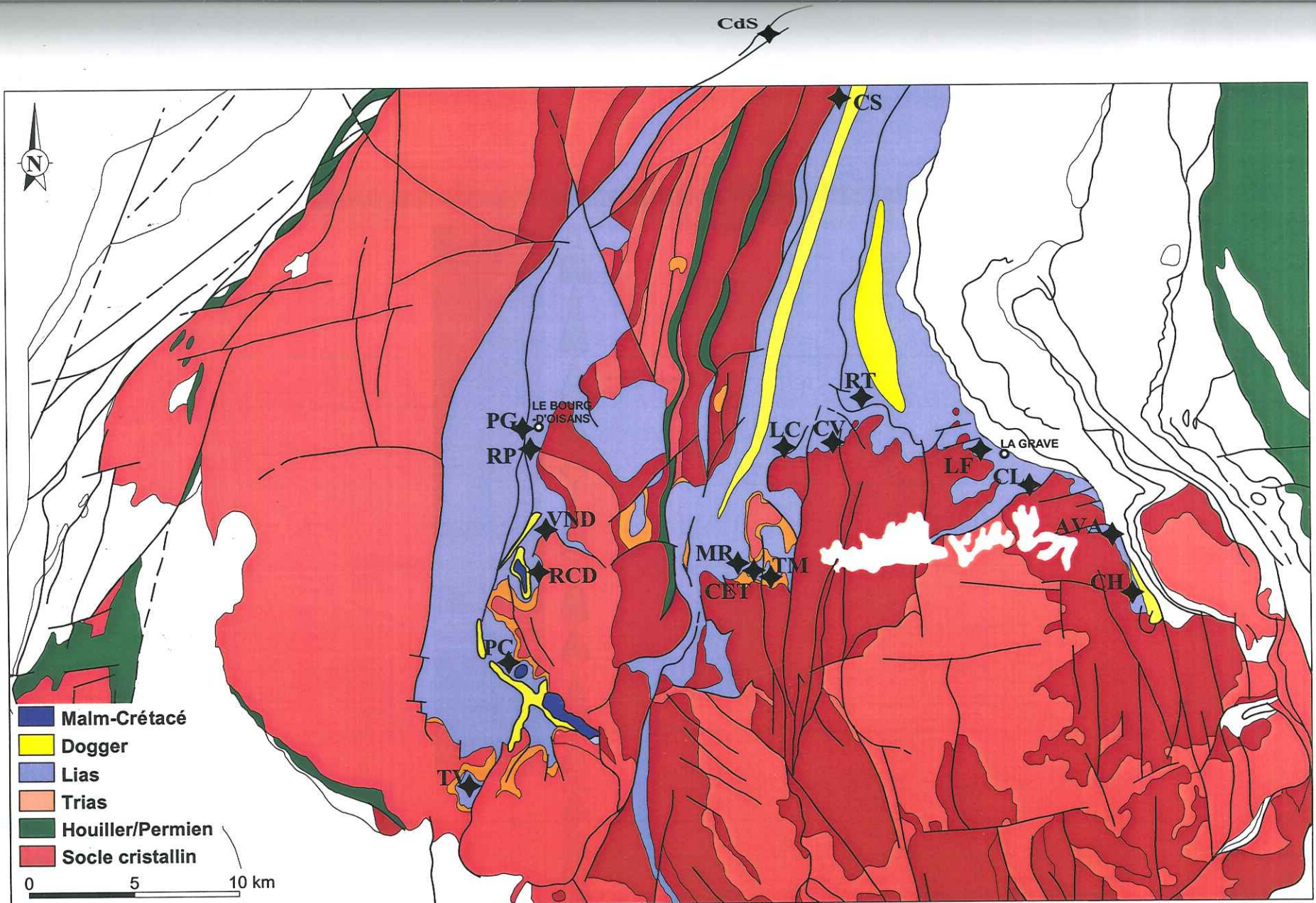
La coupe des Clots est fortement déformée en raison de l'inversion de la faille qui limite à l'Est le demi-graben antithétique de Mizoën. Le Lias Calcaire présent au niveau de cette coupe a été reconnu en termes d'épaisseur et de lithologie sur sa presque totalité. Mais la forte déformation présente empêche le levé d'une coupe sédimentologique précise.

Là encore, c'est une analyse stratonomique qui a aidé à l'individualisation de cycles stratigraphiques majeurs.

Coupe du Col du sabot

Ce site est situé sur le bord Est du massif de Belledonne. Il est situé au niveau d'un petit effondrement entre la faille d'Ornon à l'Est et la faille des Villards à l'Ouest. C'est un site qui montre une série réduite en épaisseur par rapport aux séries déposées dans le compartiment supérieur (*i.e.* Pré-Gentil et les Roches du Pontet). C'est le seul site qui permette l'observation de séries réduites en épaisseur, proches de celles déposées sur compartiment inférieur.

La forte déformation qui affecte le secteur ne permet pas de lever une coupe précise. Toutefois, les épaisseurs du Trias et du Lias calcaire ont pu être estimées. De même, des niveaux repères intra-Lias Calcaire ont été reconnus : calcaires bruns du Sinémurien inférieur et calcaires roux du Carixien, ce qui a permis de calibrer certaines épaisseurs. Les faciès sédimentaires ont pu également être définis au niveau de certains points d'affleurements. Enfin, dans les calculs de vitesse de faille, la série a été incrémentée de façon iso-proportionnelle par rapport à la série du bassin de Bourg-d'Oisans. En raison des très forts contrastes d'épaisseur entre les sites situés de part et d'autre de la faille d'Ornon, cette opération n'engendre que des erreurs minimales de calculs.



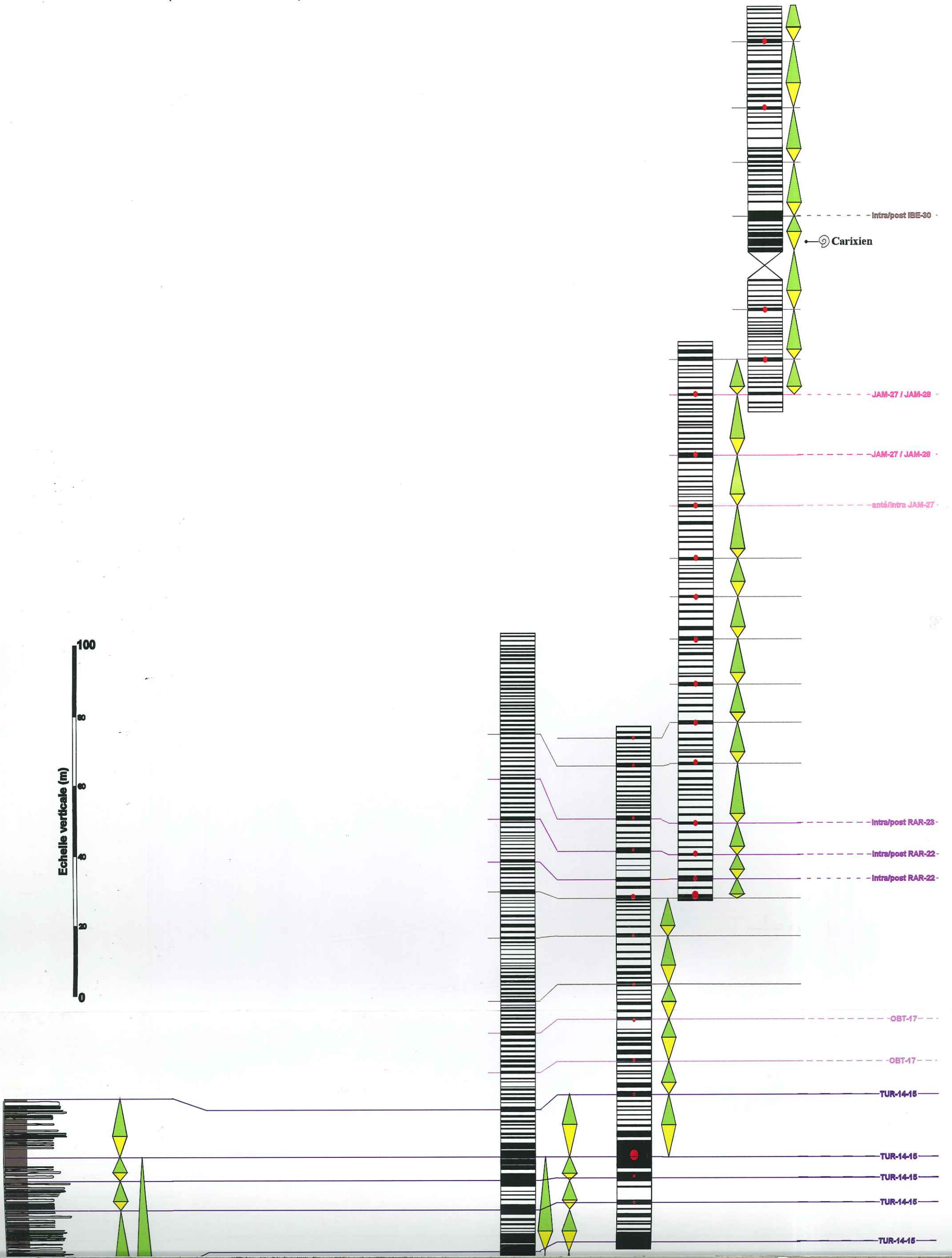
Répartition géographique des sites répertoriés pour le levés des coupes stratigraphiques dans le bassin de Bourg-d'Oisans. CdS: Col du Sabot, PG: Pré-Gentil. RP: Roche du Pontet. VND: Villard-Notre-Dame. RCD: Revers de Côte-Dure. PC: Paletas/Clottous. TV: Tête du Vêt. CS: Crête des Sauvages. LC: Les Clots. MR: Montagne de Rachas. CET: Col-d'Entre-les-Têtes. TM: Tête-Mouthe. CV: Chalets-Voyron 1&2. RT: Rif-Tort. LF: Les Fréaux. CL: Côte-Longue. AVA: l'Alpe de Villar-d'Arêne. CH: Chamoissière 1&2.

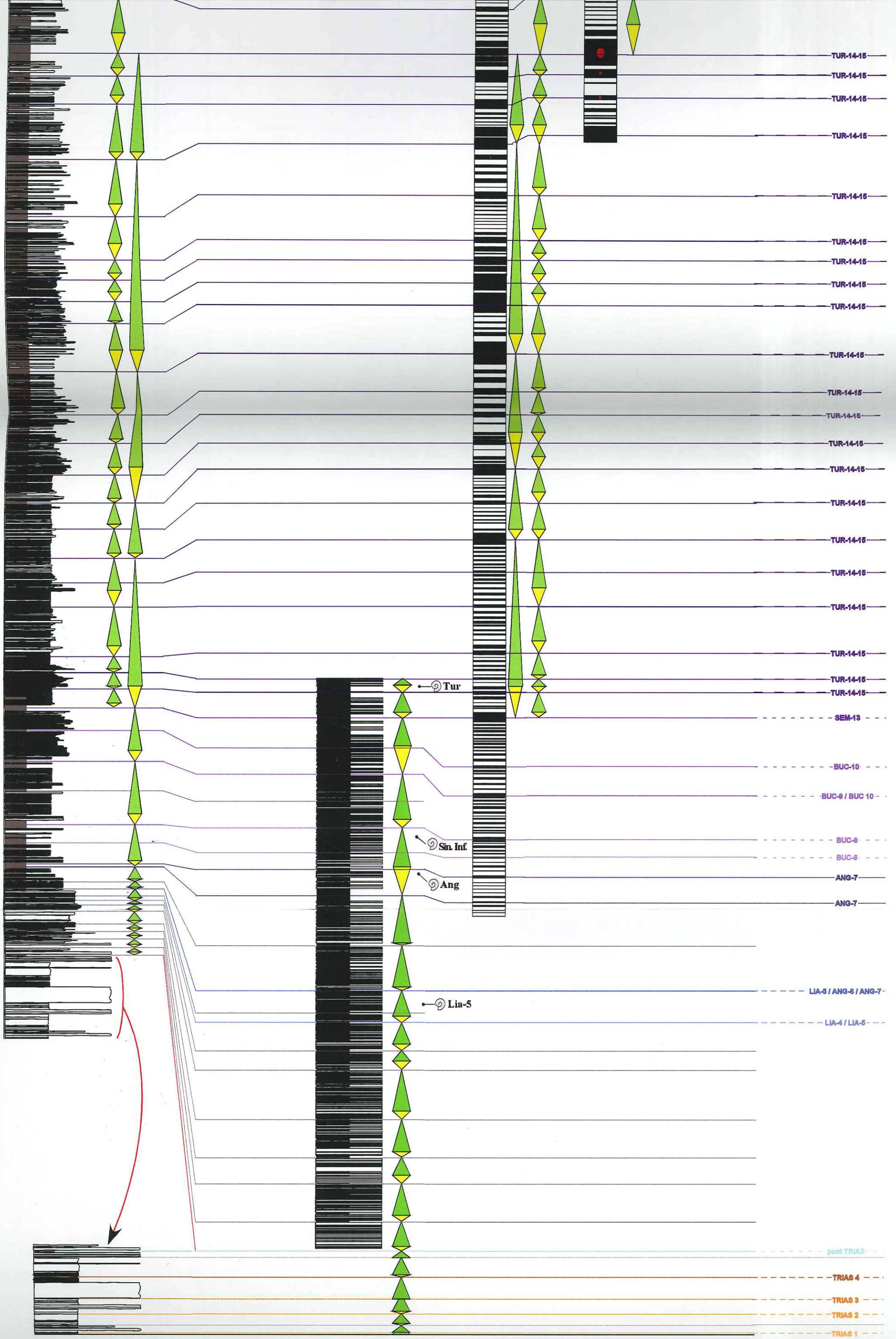
Interprétation stratigraphique des affleurements des Roches-du-Pontet et de Pré-Gentil

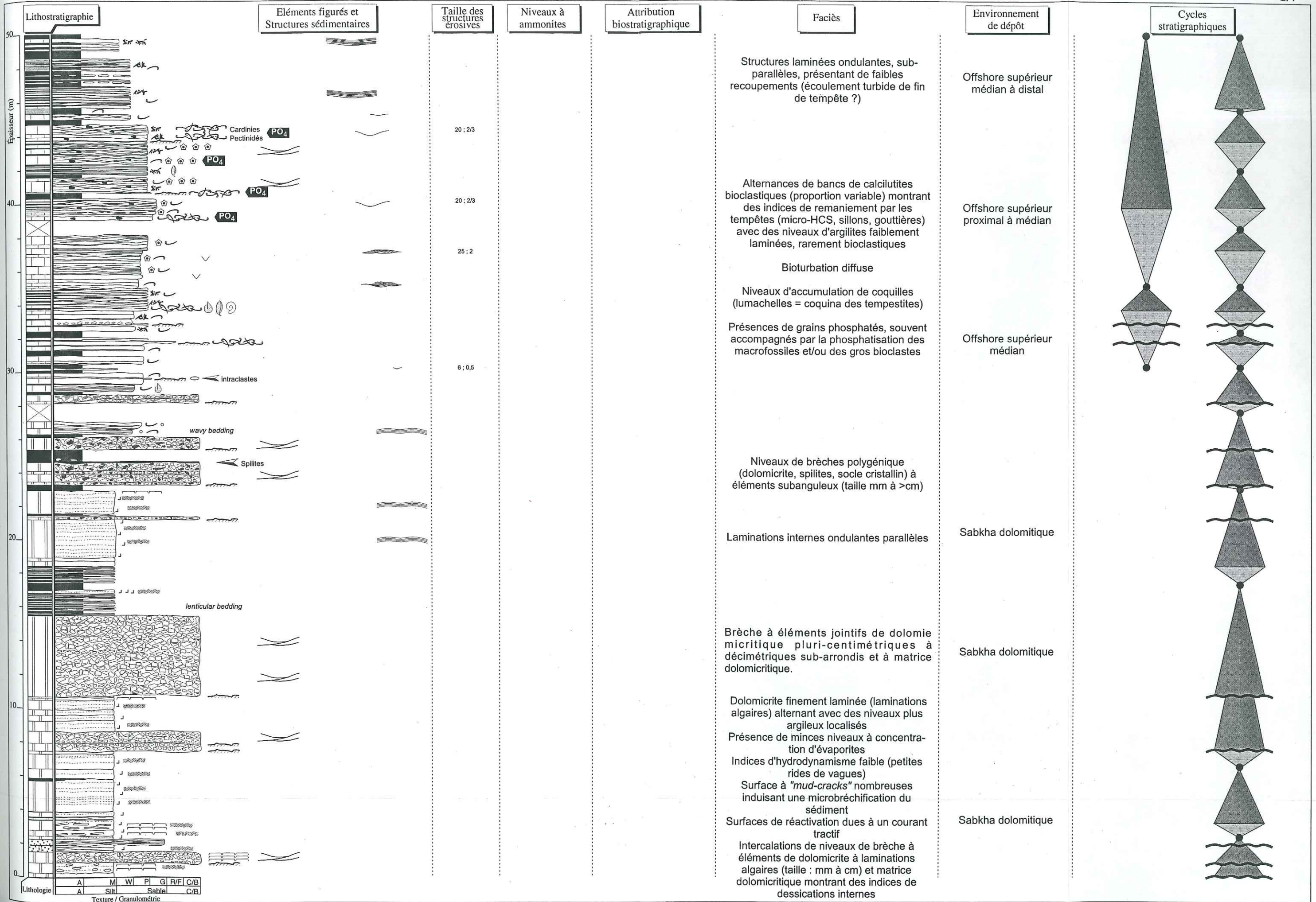
Villard-Notre-Dame

Roches-du-Pontet

Pré-Gentil

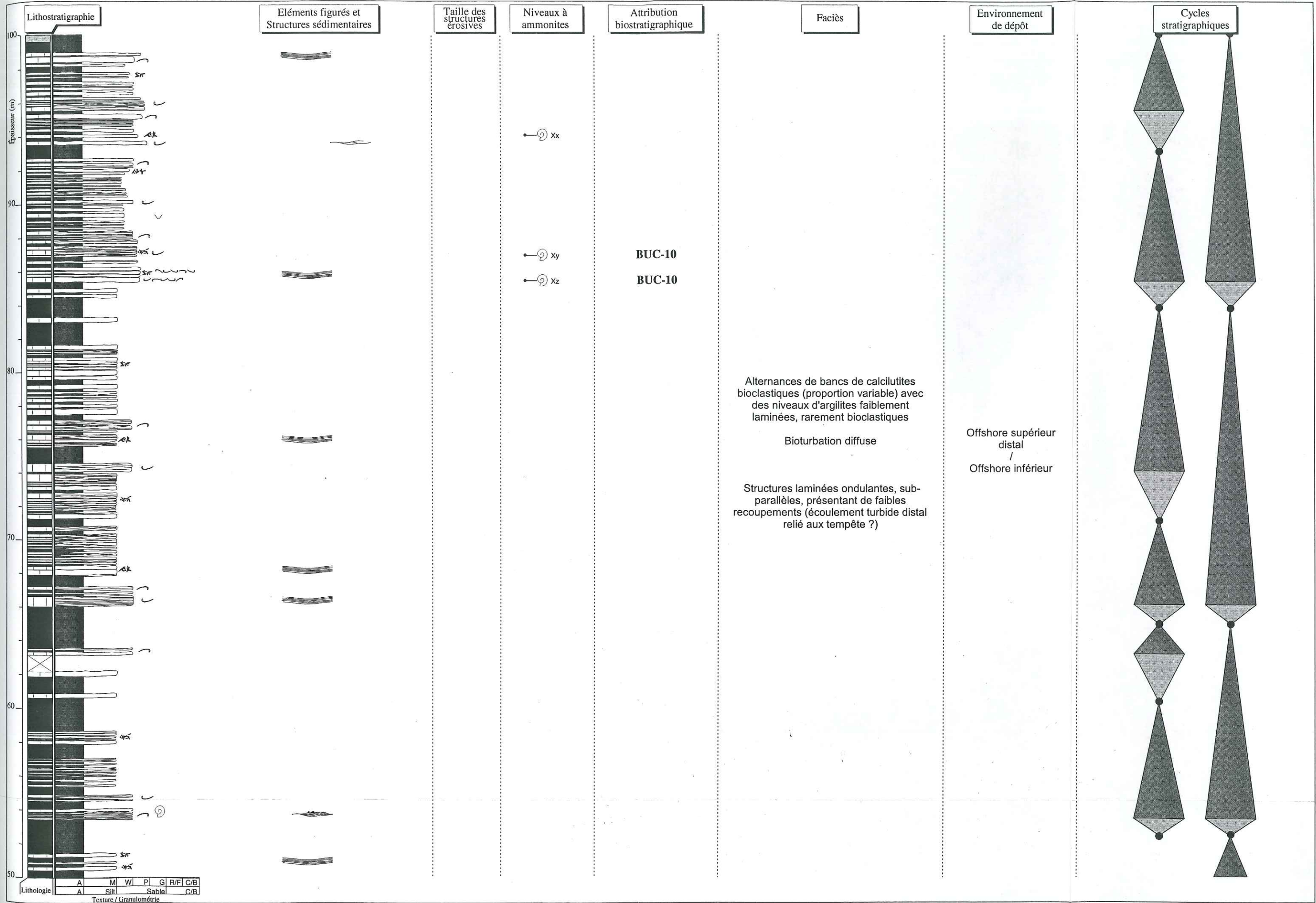






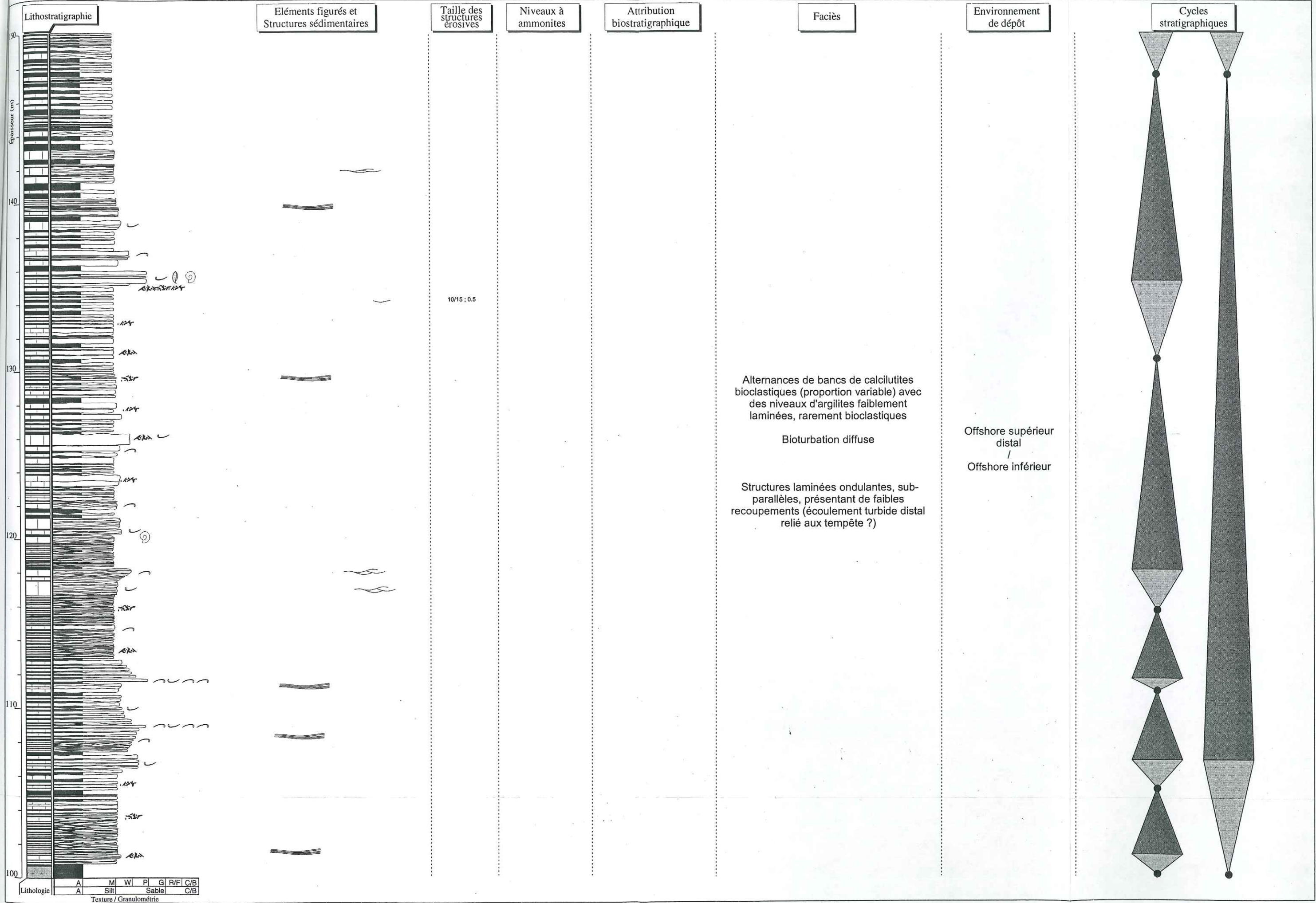
Coupe VND - Villard-Notre-Dame (Ruisseau du Grand-Renaud II)

(Coord. départ : x=892,12 ; y=3308,05 ; z=1620)



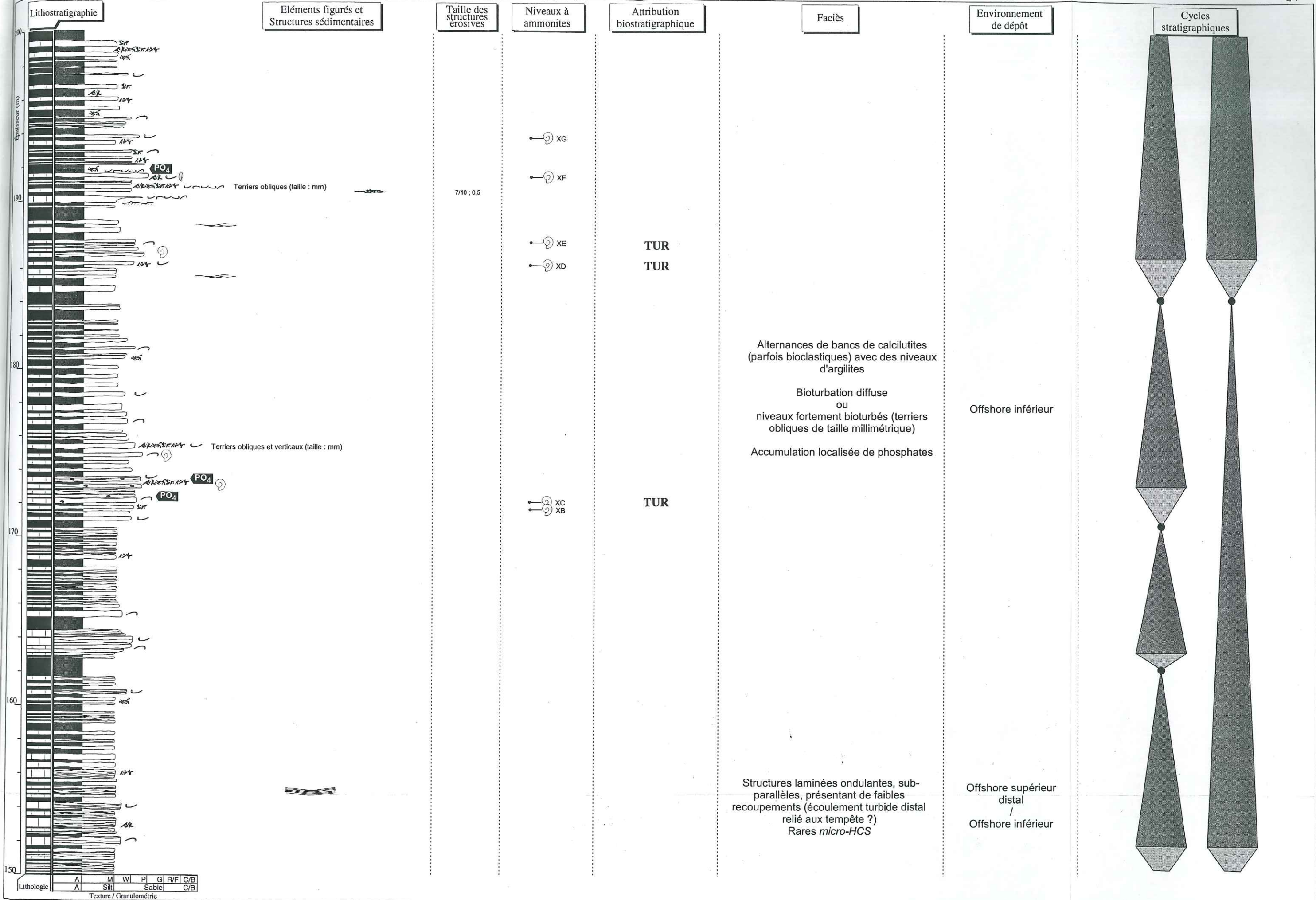
Coupe VND - Villard-Notre-Dame (Ruisseau du Grand-Renaud II)

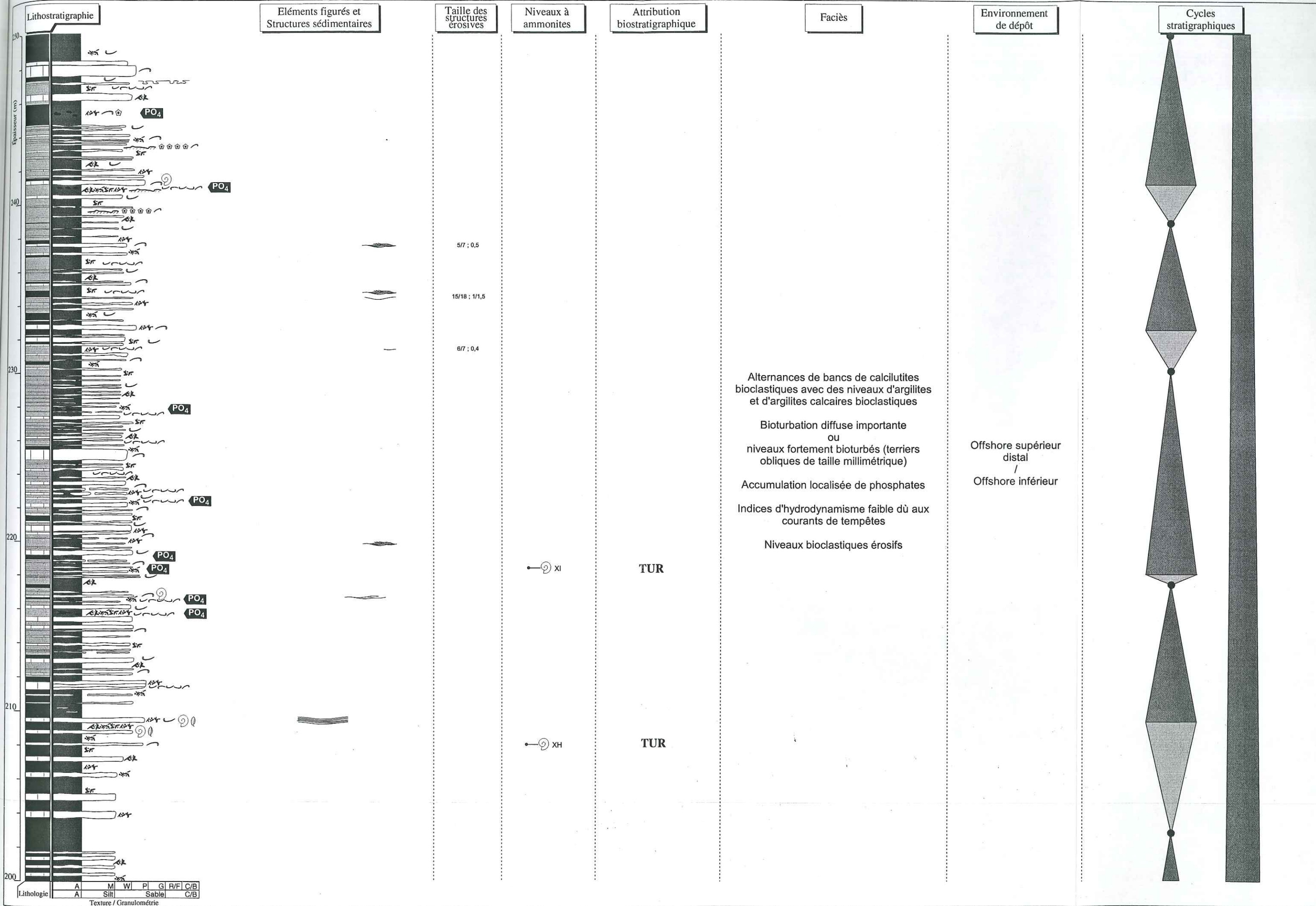
(Coord. départ : x=892,12 ; y=3308,05 ; z=1620)

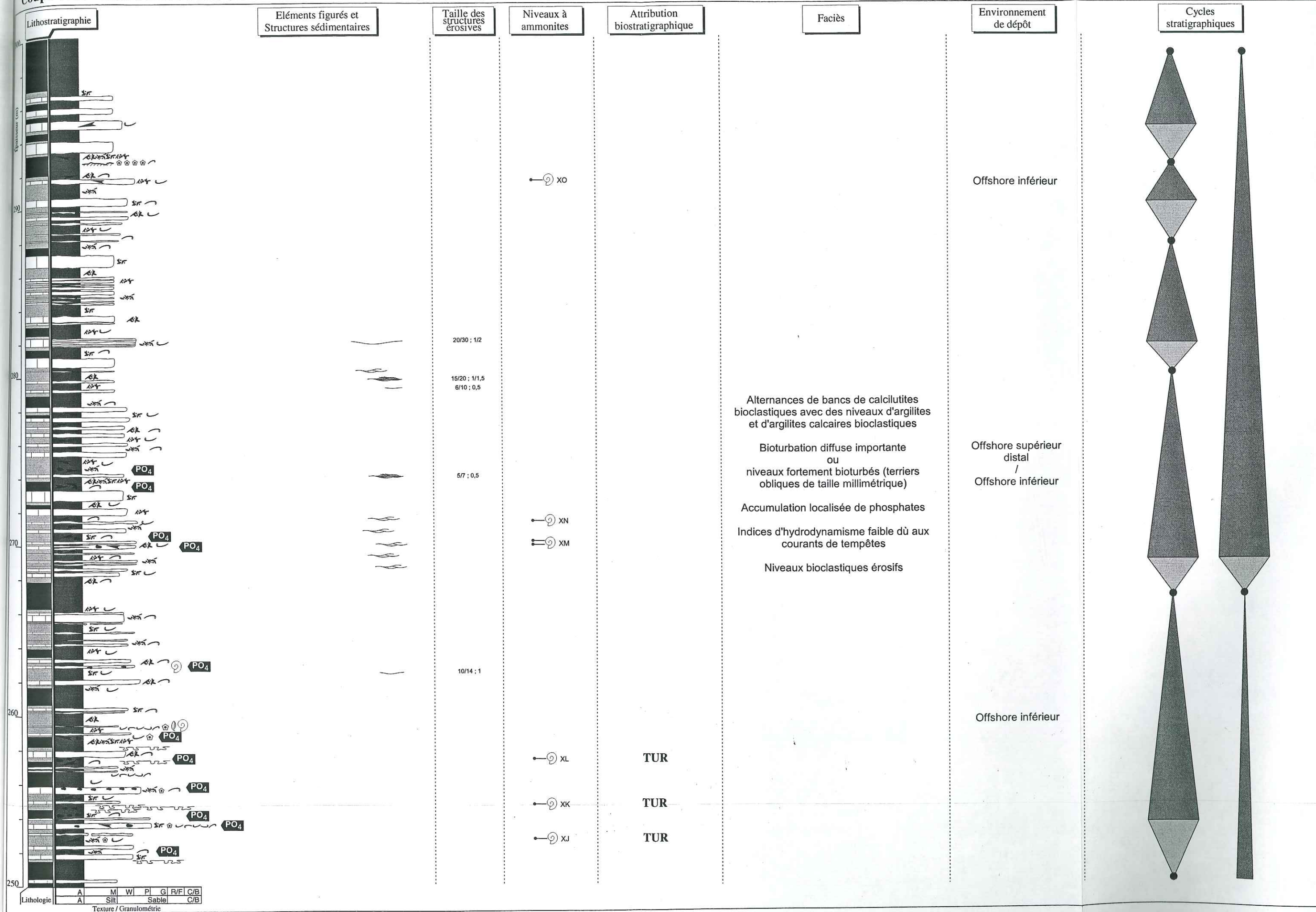


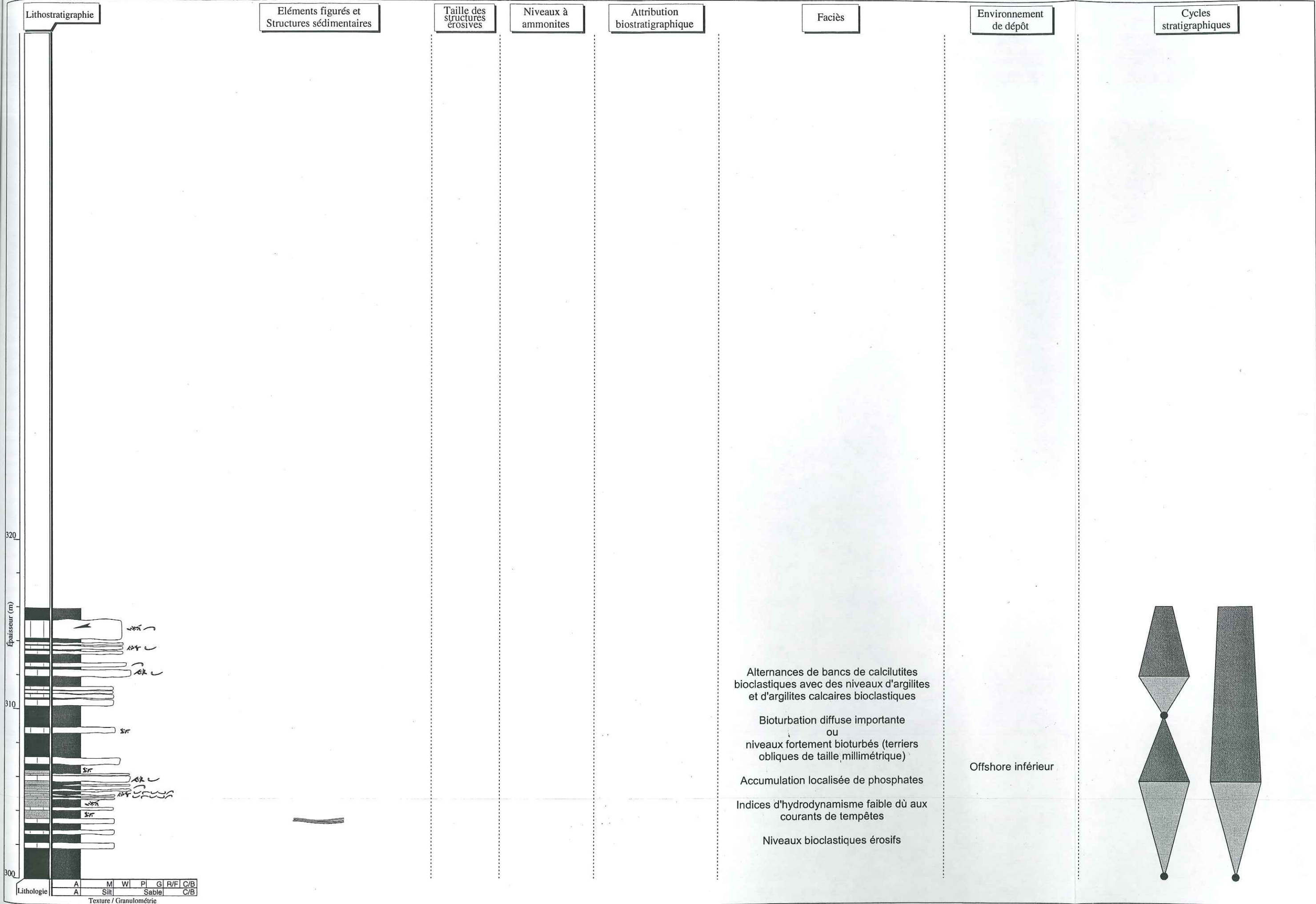
Coupe VND - Villard-Notre-Dame (Ruisseau du Grand-Renaud II)

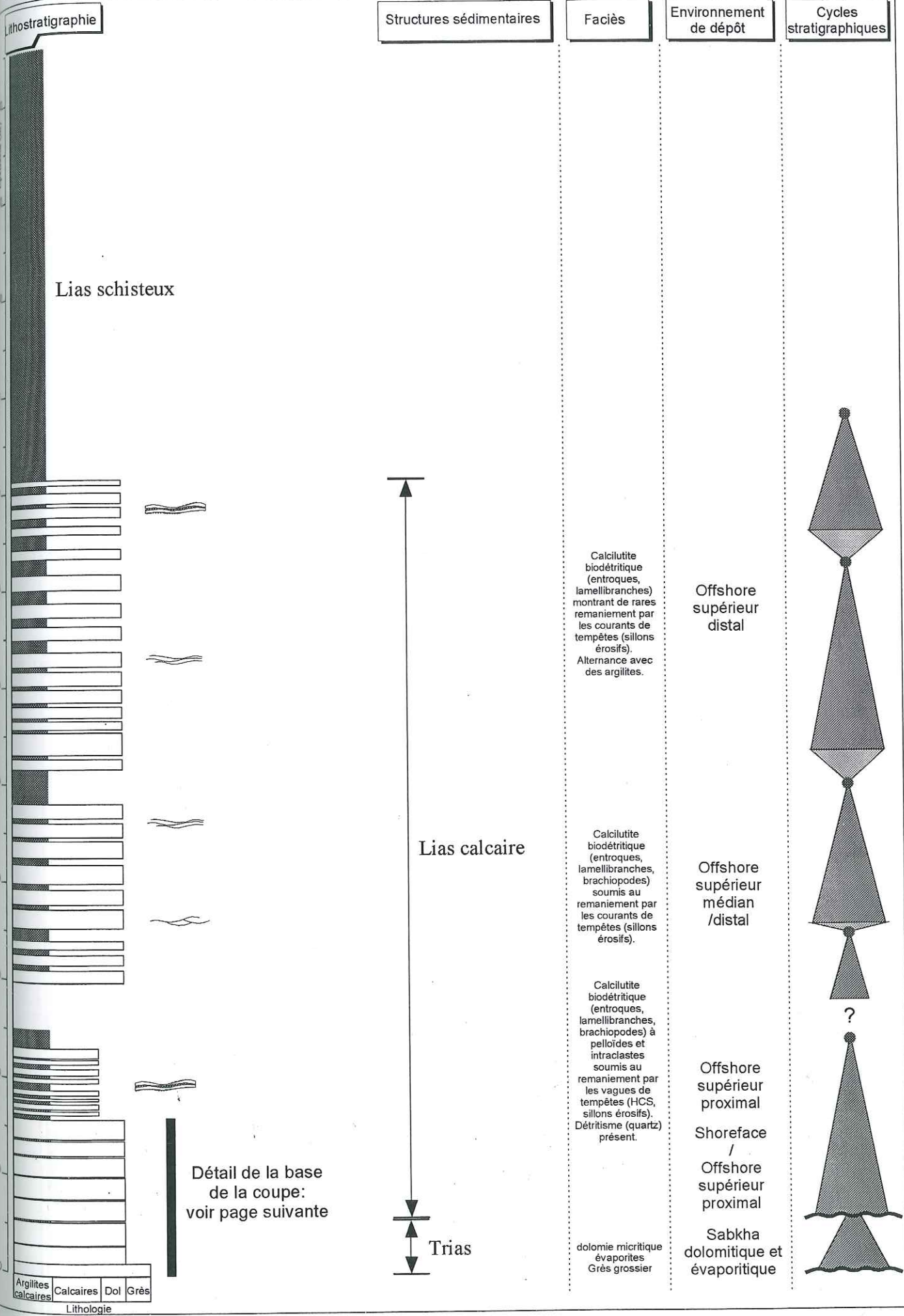
(Coord. départ : x=892,12 ; y=3308,05 ; z=1620)

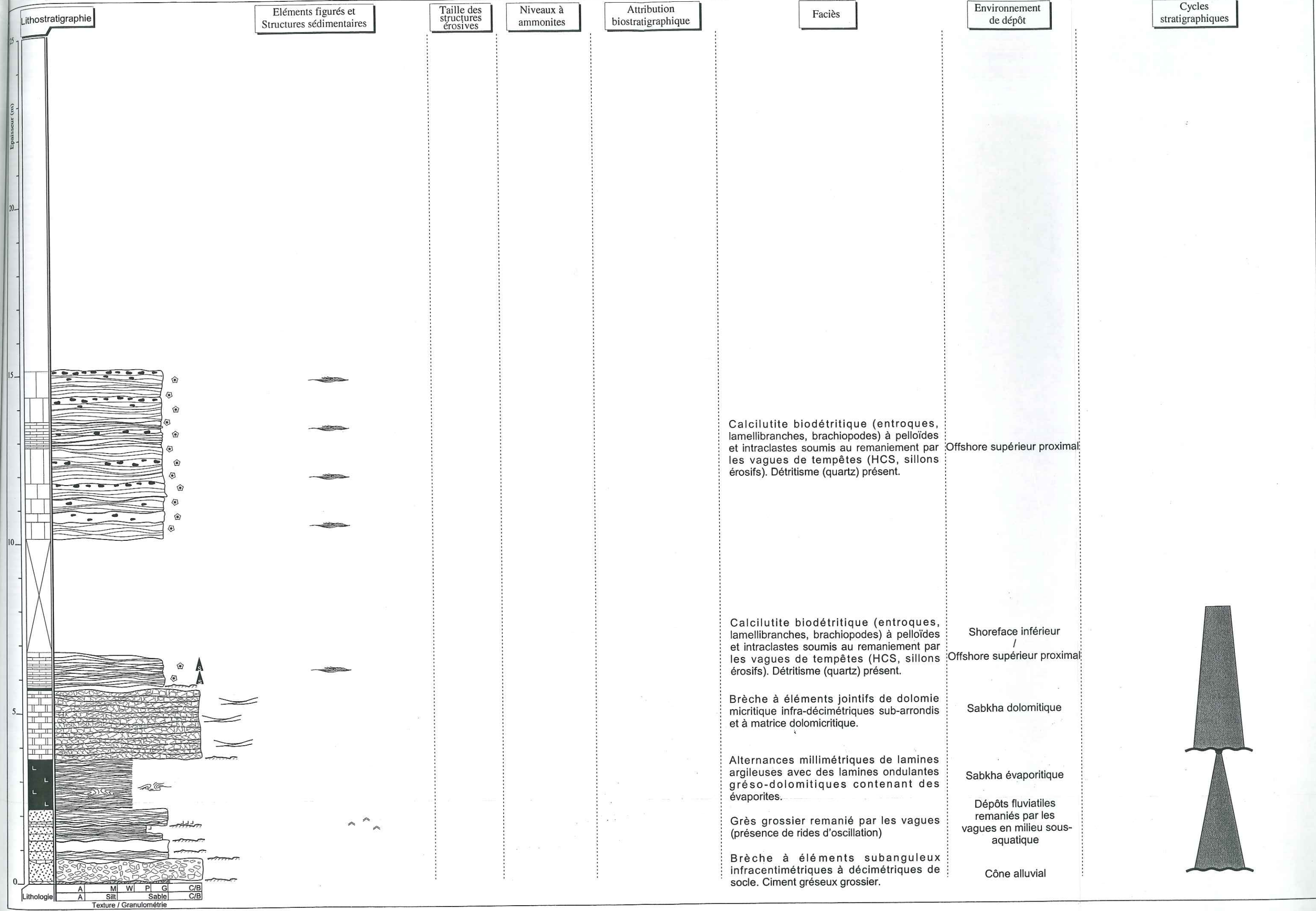


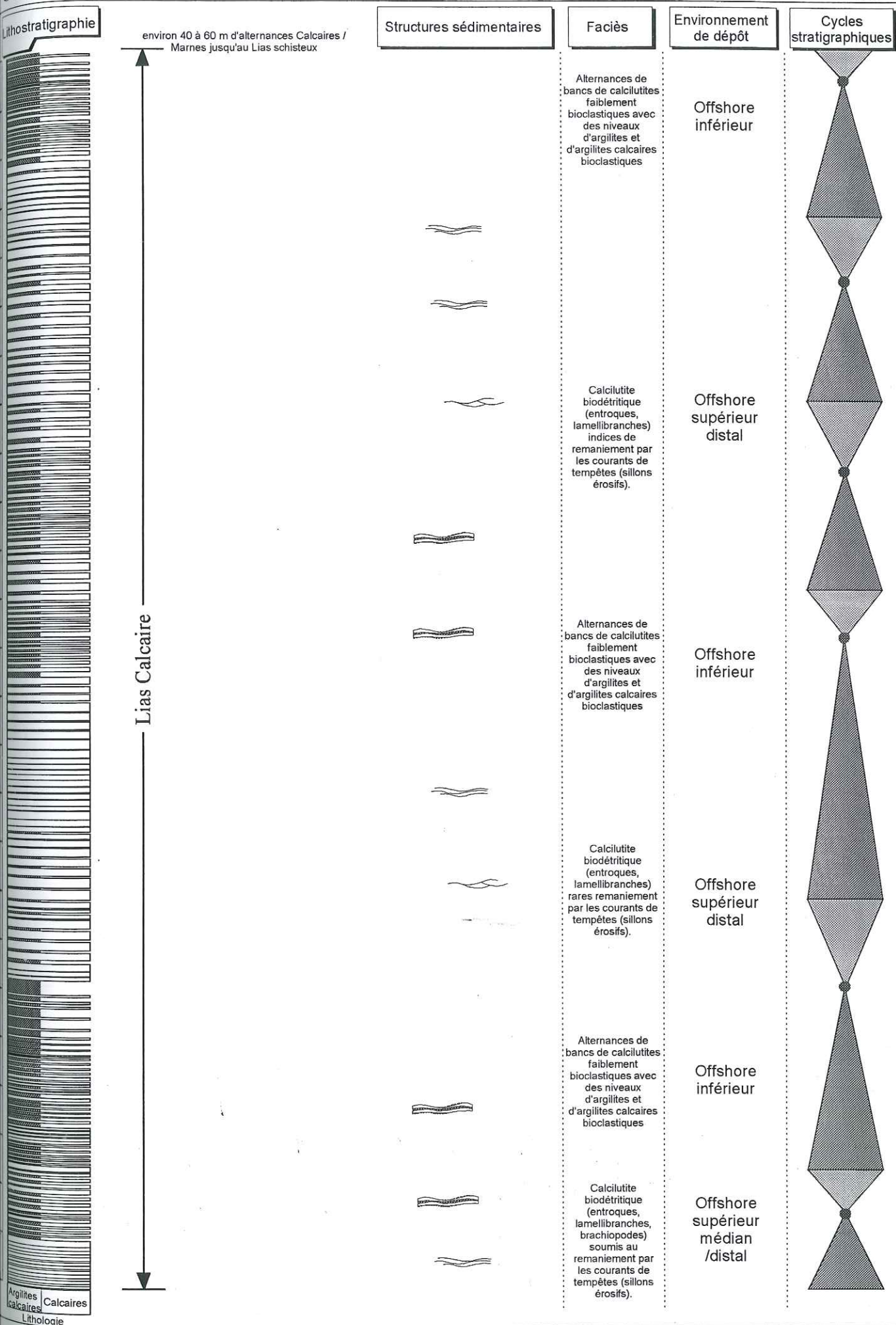


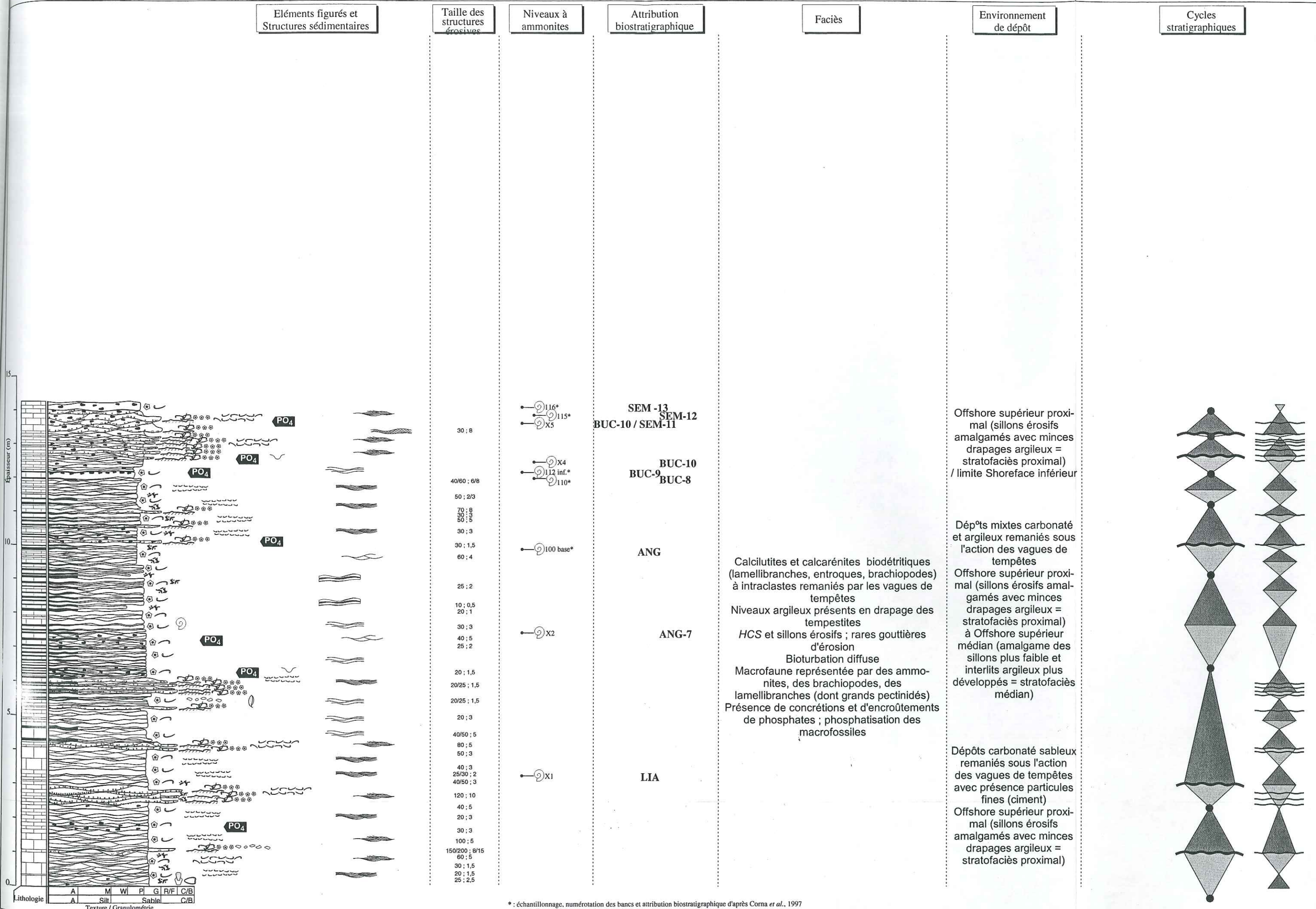




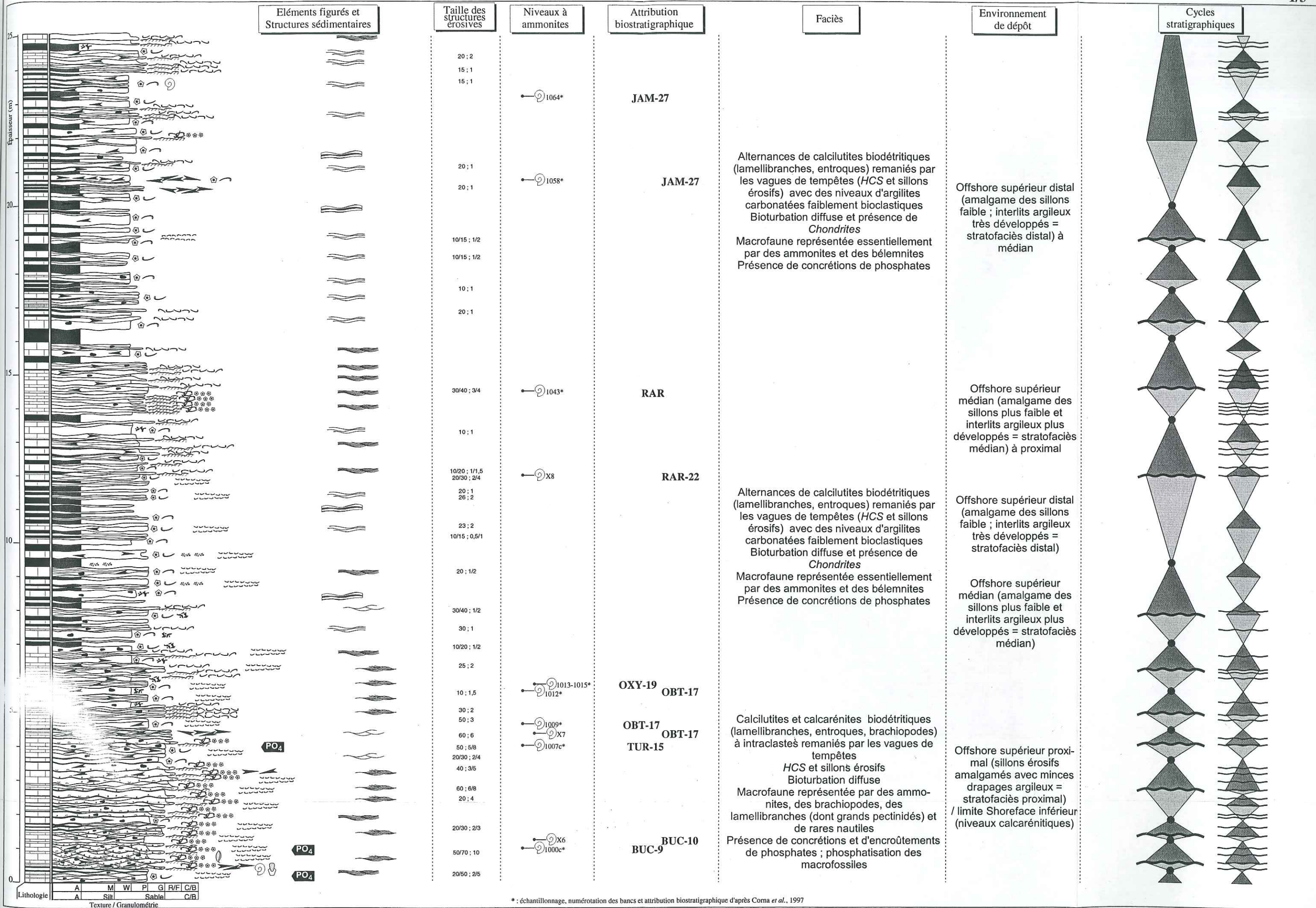




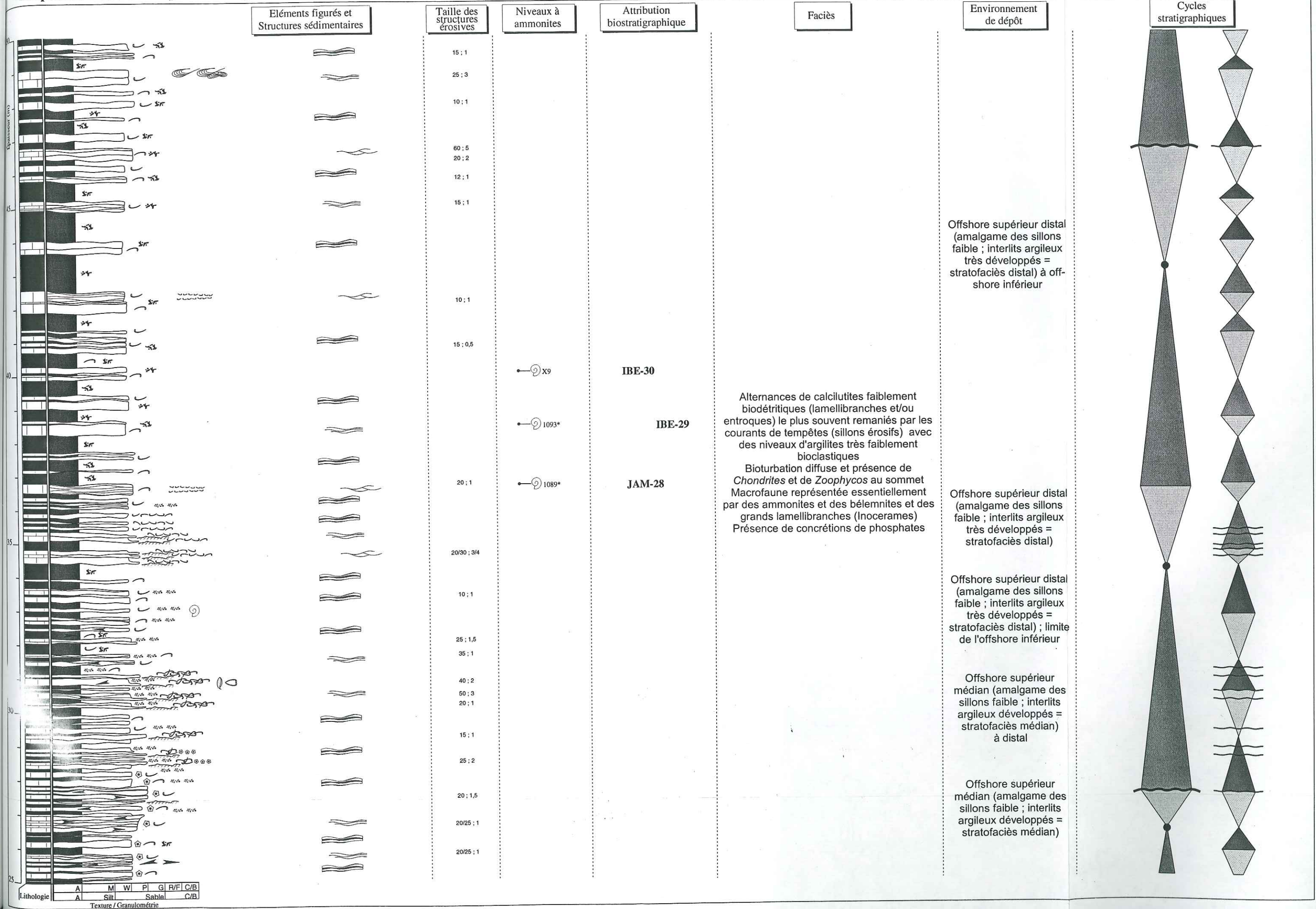




* : échantillonnage, numérotation des bancs et attribution biostratigraphique d'après Corna et al., 1997



* : échantillonnage, numérotation des bancs et attribution biostratigraphique d'après Coma et al., 1997



Eléments figurés et Structures sédimentaires

Taille des structures érosives

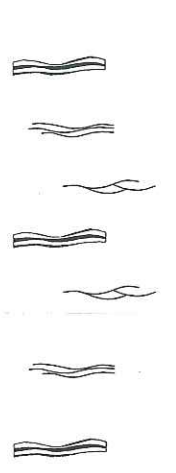
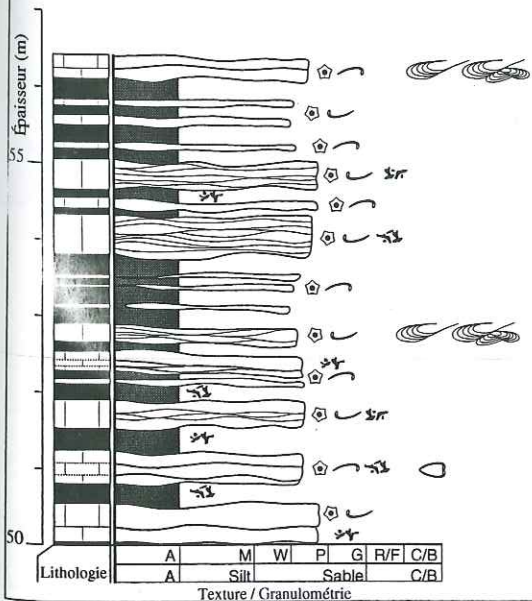
Niveaux à ammonites

Attribution biostratigraphique

Faciès

Environnement de dépôt

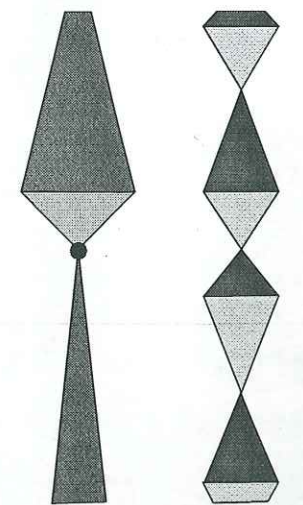
Cycles stratigraphiques

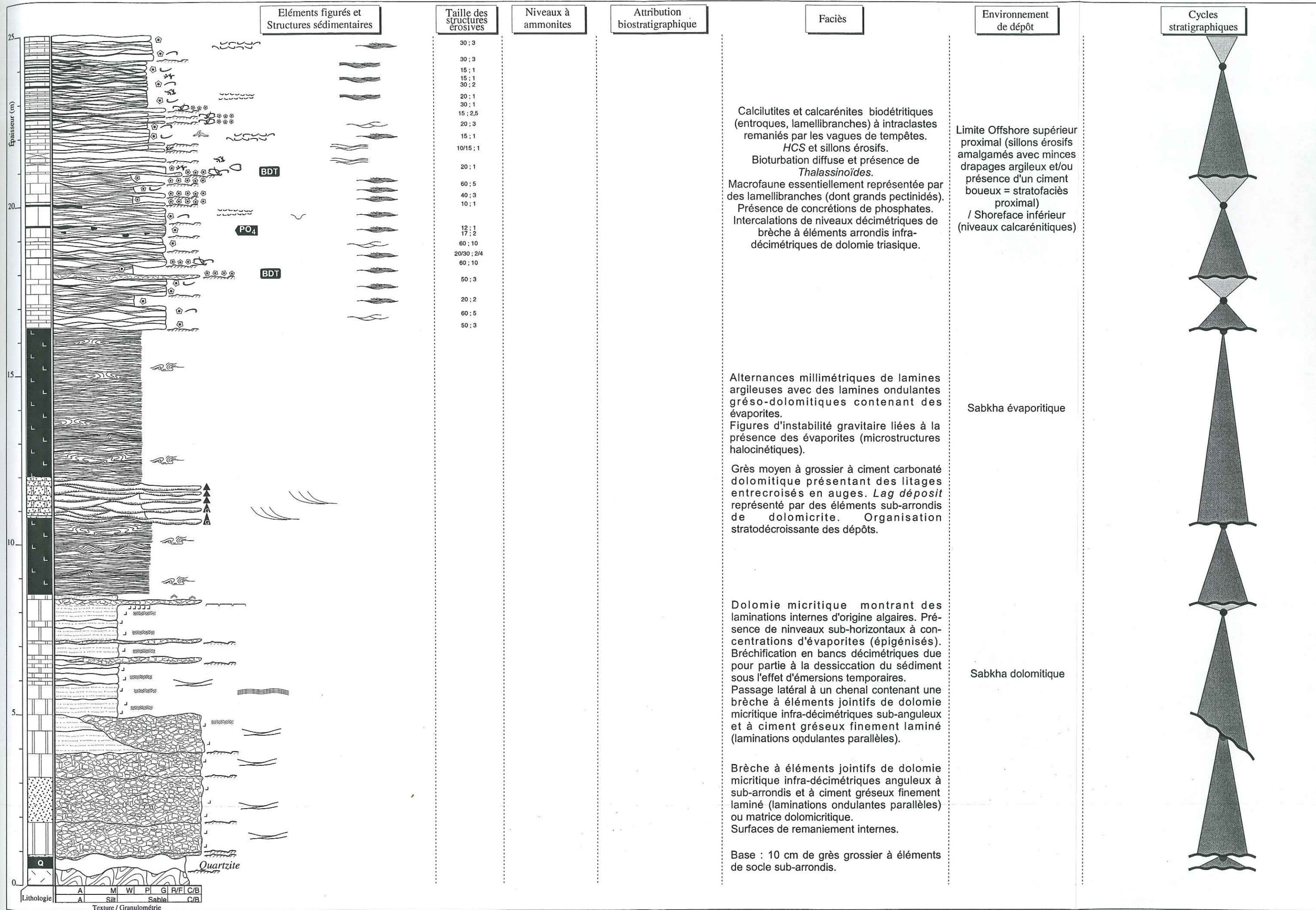


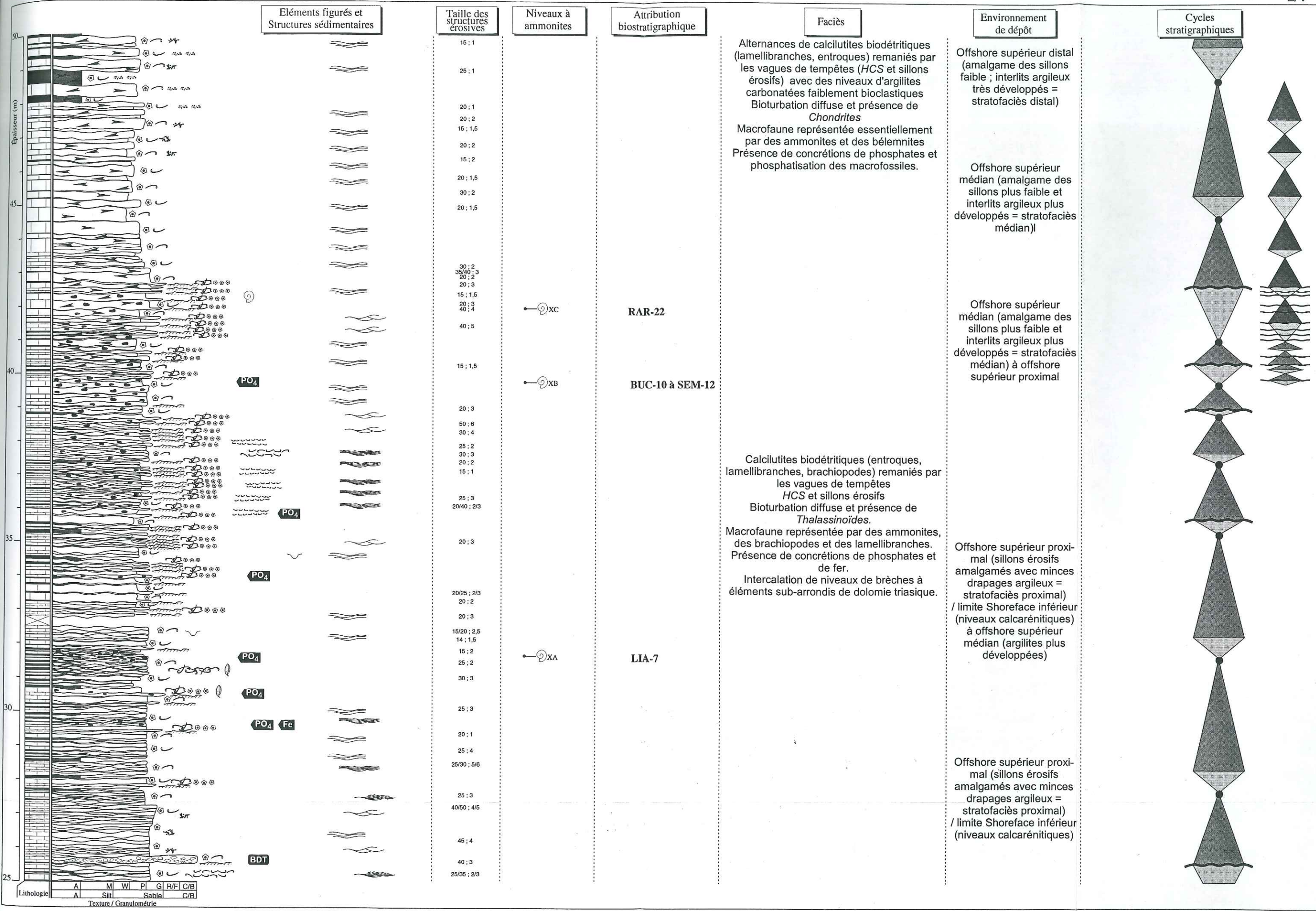
20/30 ; 2/4
60/70 ; 3/4
70/80 ; 2/4
60/70 ; 2/4
40/60 ; 3/5
30/50 ; 3/4
30/45 ; 3/4

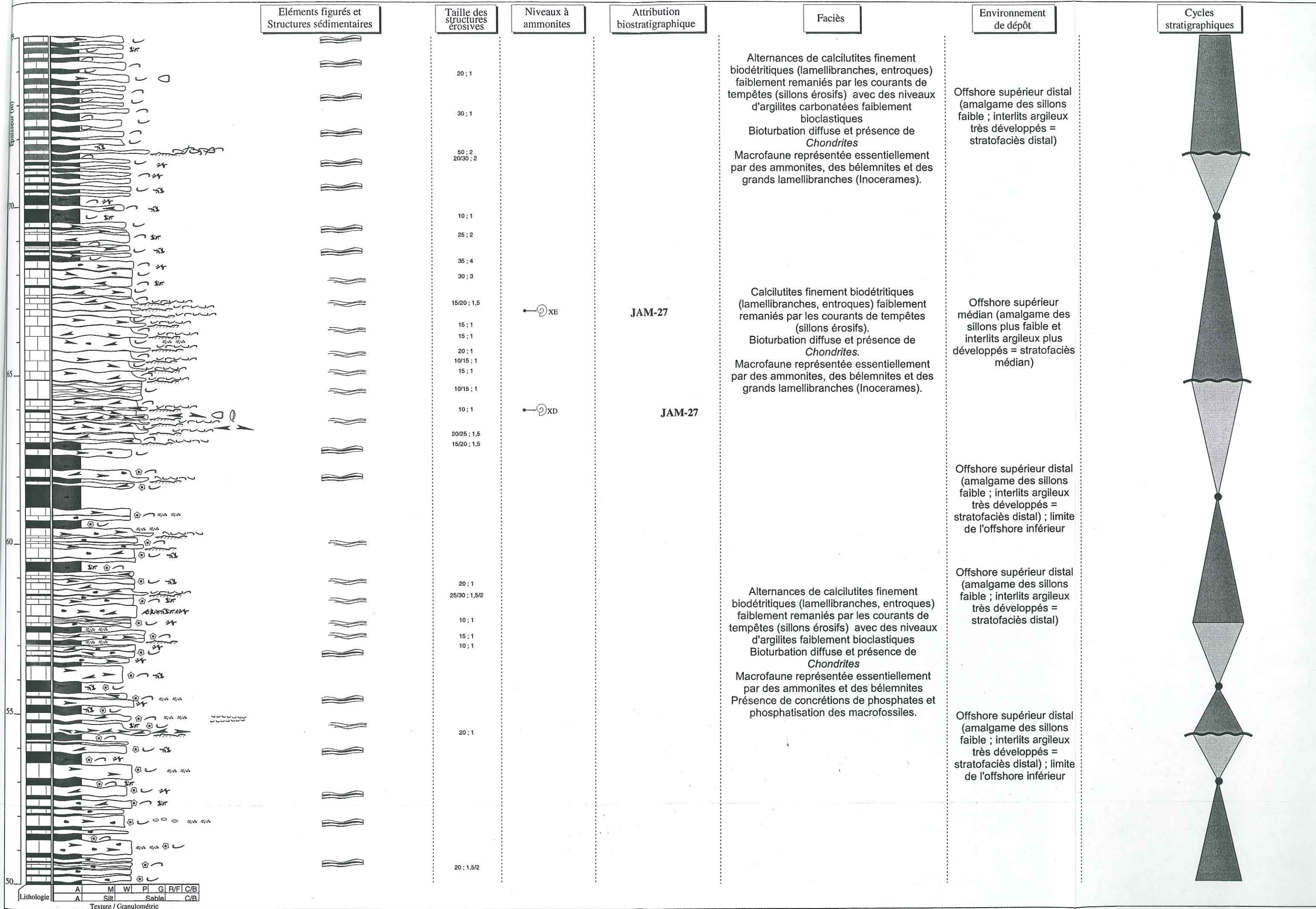
Alternances de calcilutites faiblement biodétritiques (lamellibranches et/ou entroques) le plus souvent remaniés par les courants de tempêtes (sillons érosifs) avec des niveaux d'argilites
Bioturbation diffuse et présence de *Zoophycos*
Macrofaune représentée essentiellement par des grands lamellibranches (Inocerames)

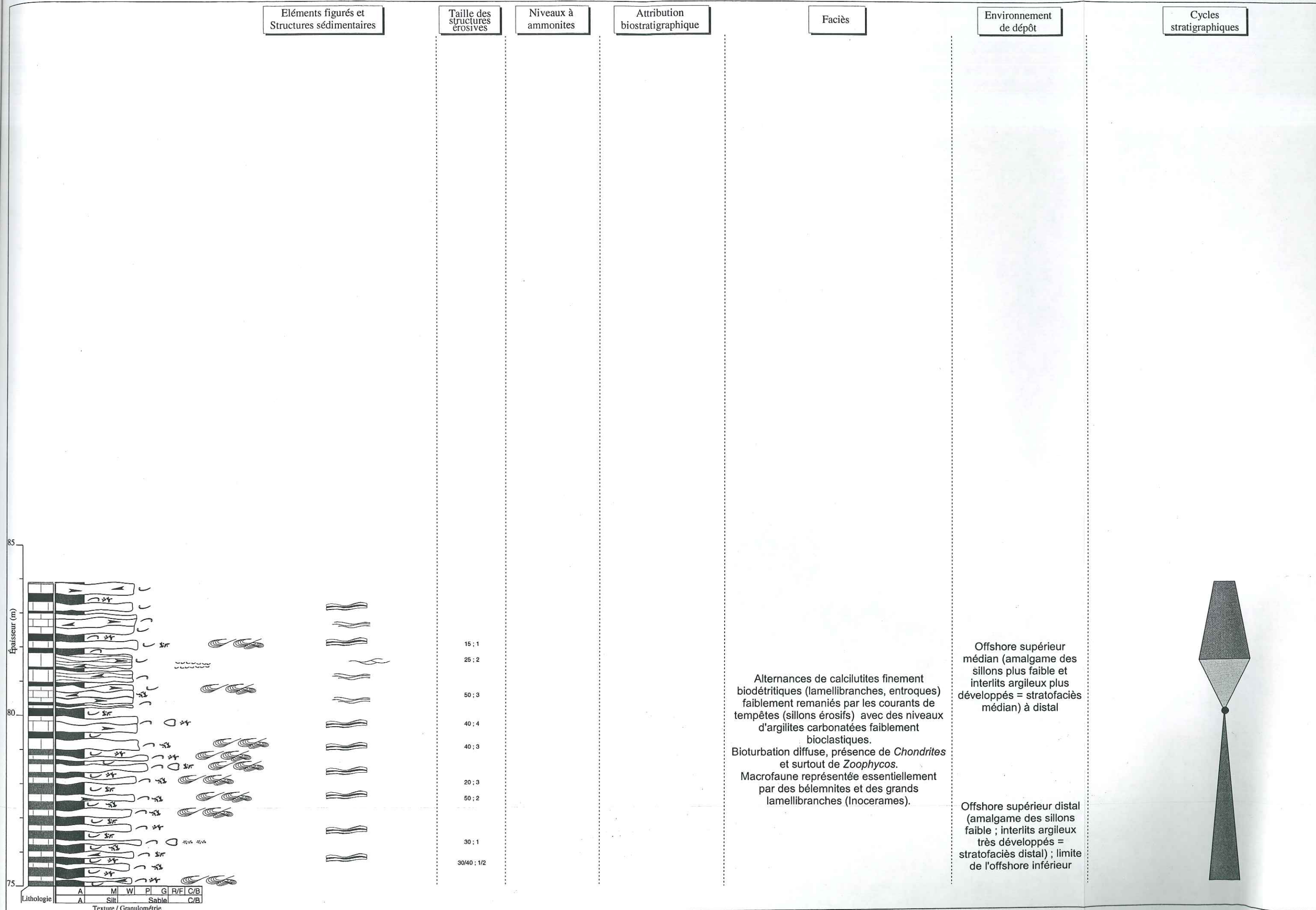
Offshore supérieur distal (amalgame des sillons faible ; interlits argileux très développés = stratofaciès distal) à médian (amalgame des sillons érosifs plus marqué)
Offshore supérieur distal (amalgame des sillons faible ; interlits argileux très développés = stratofaciès distal)

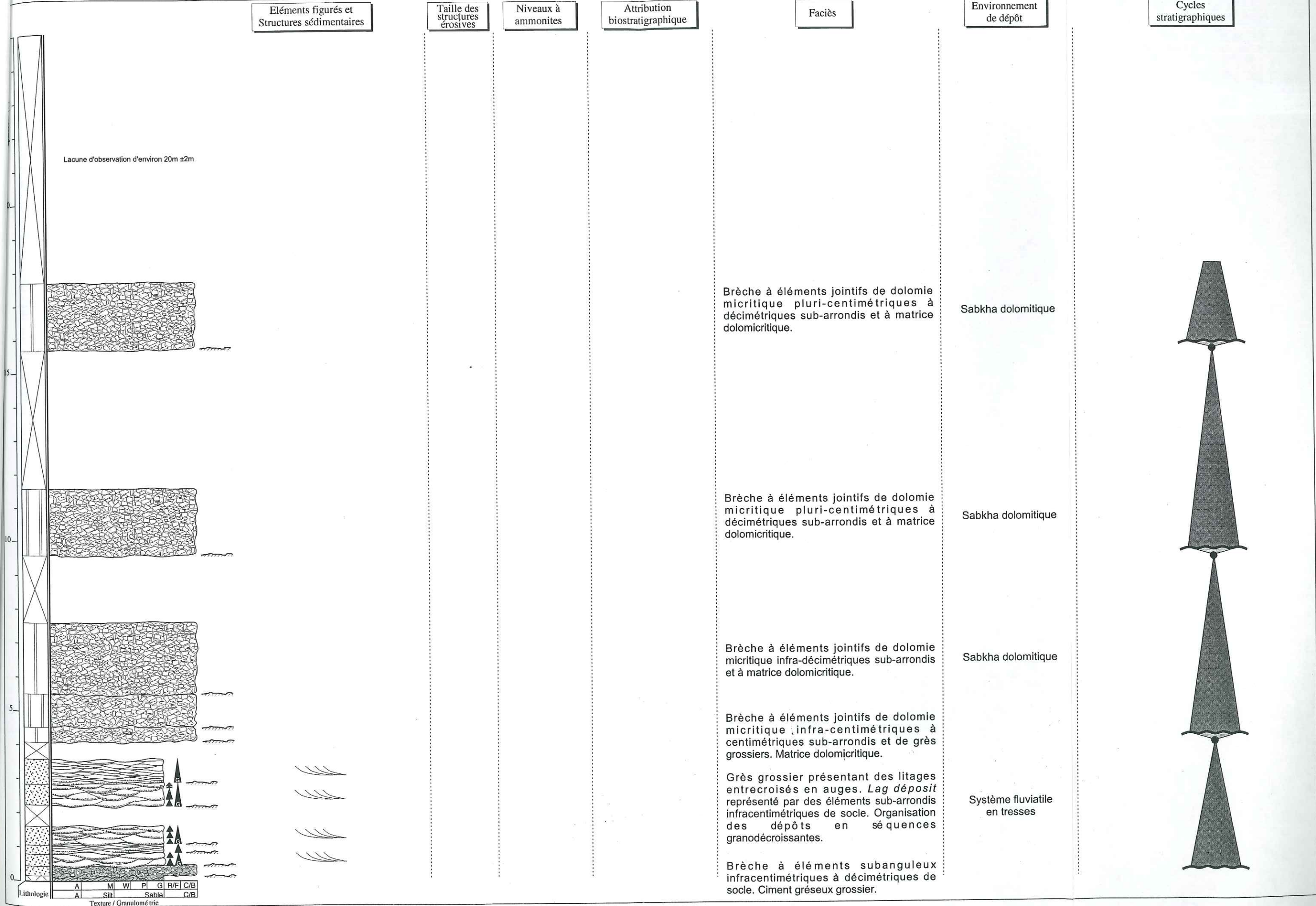


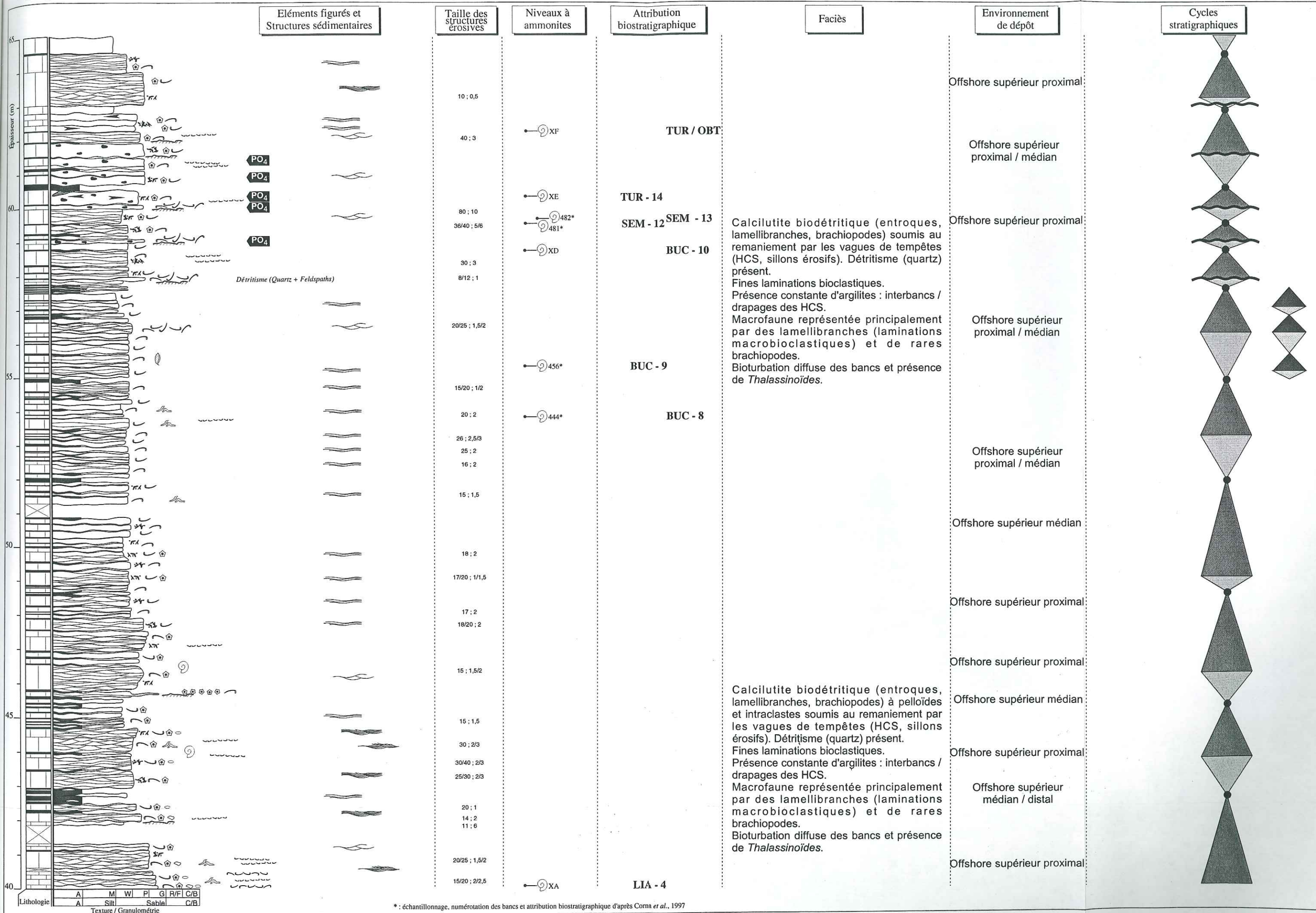




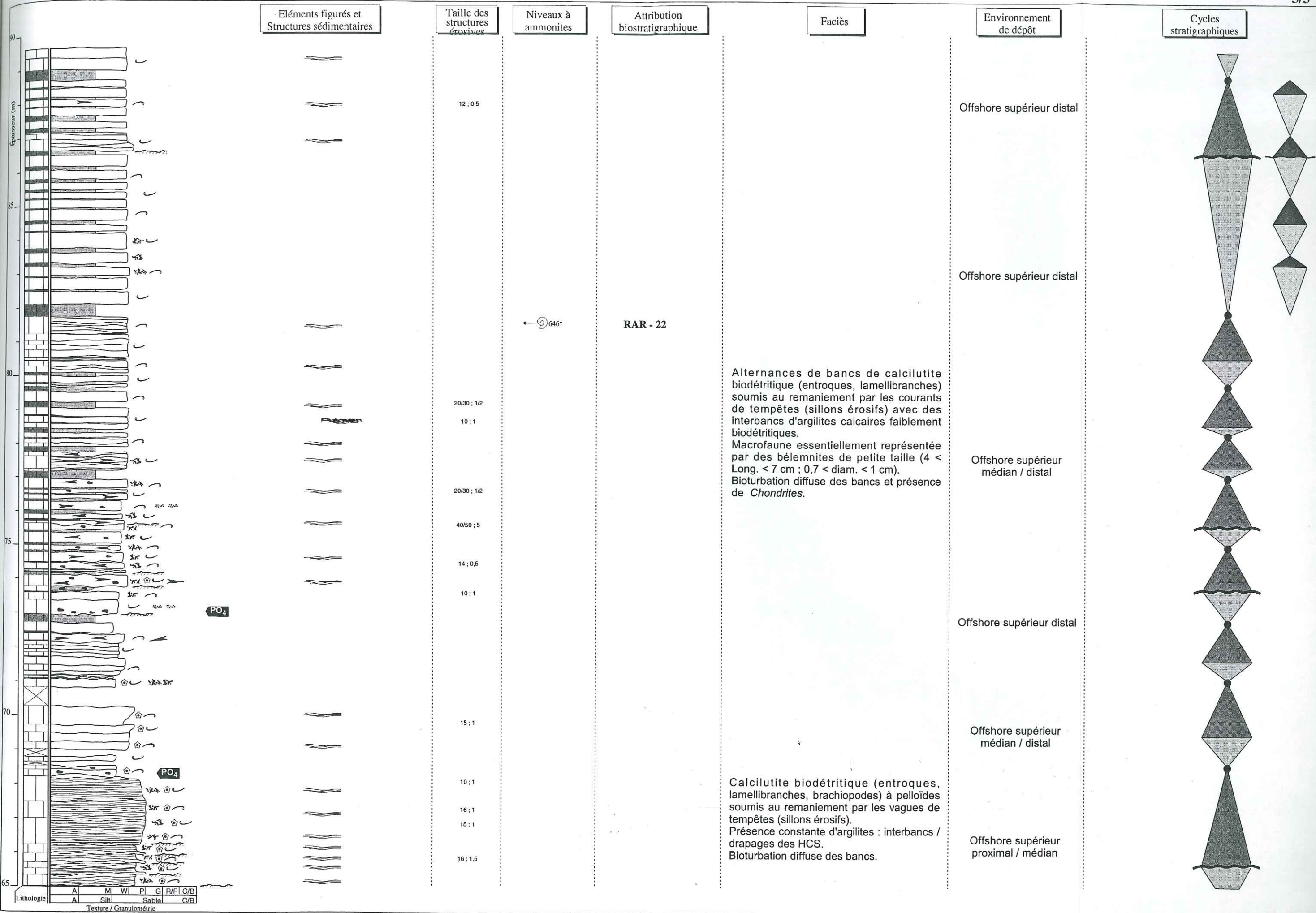


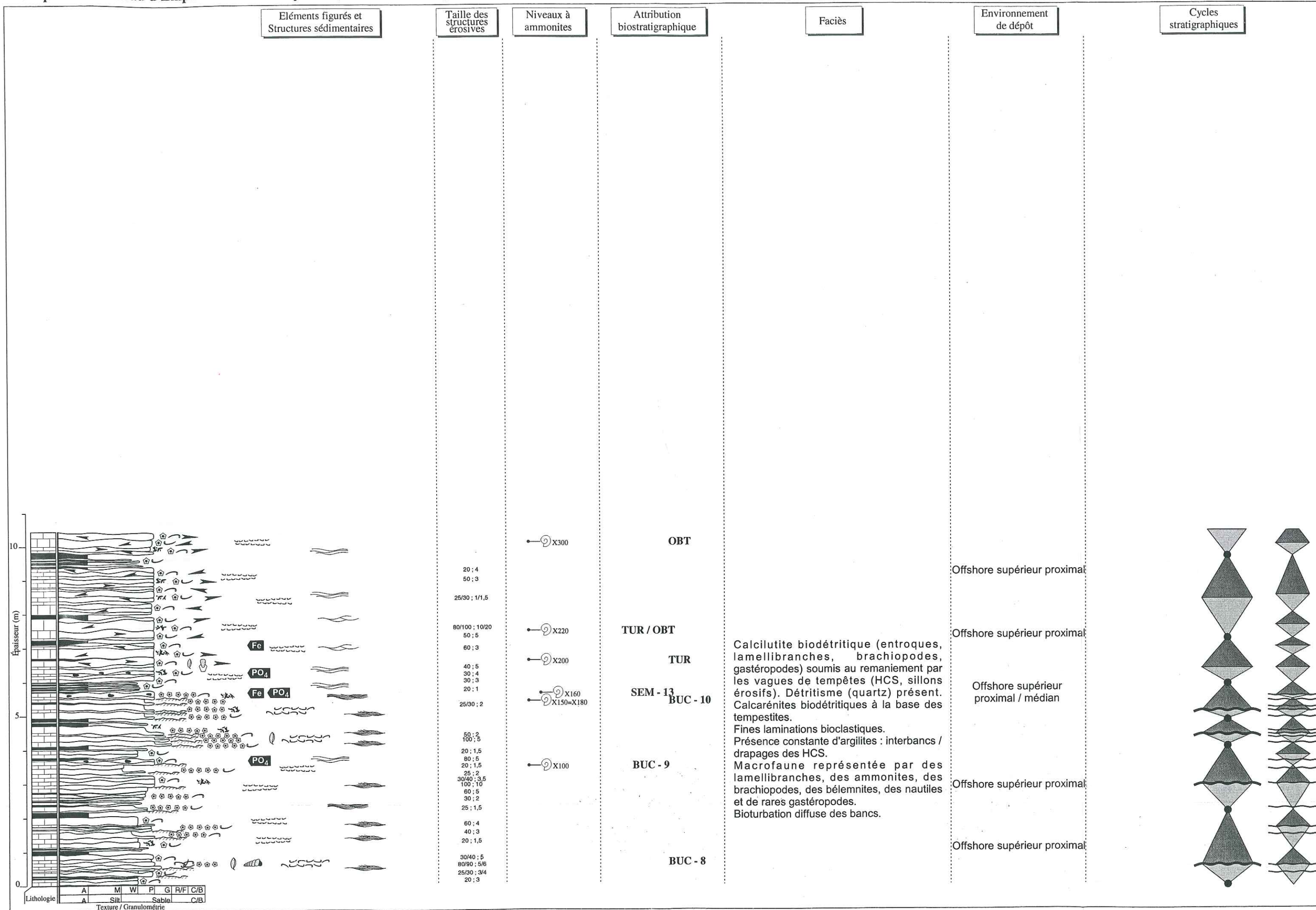


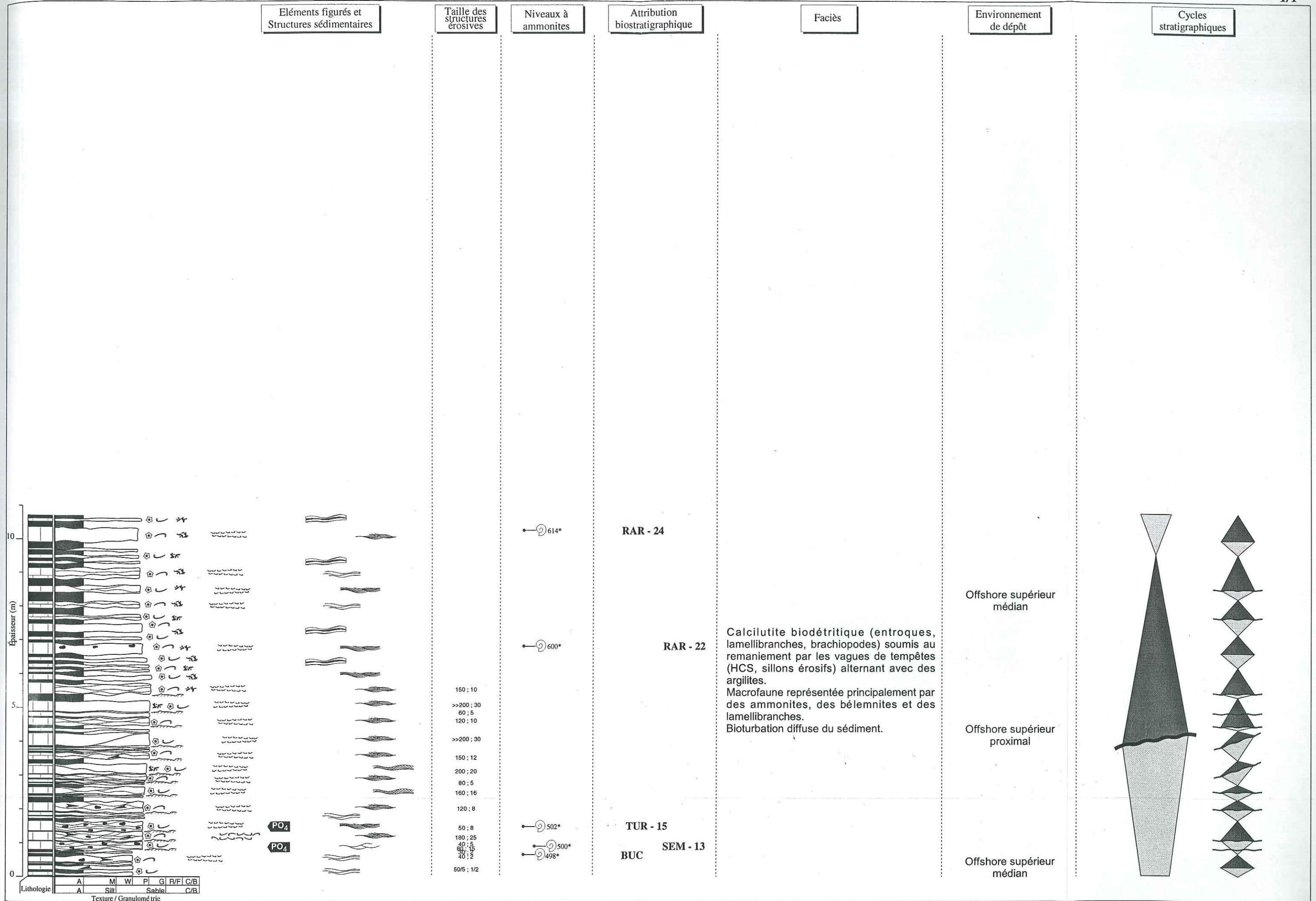


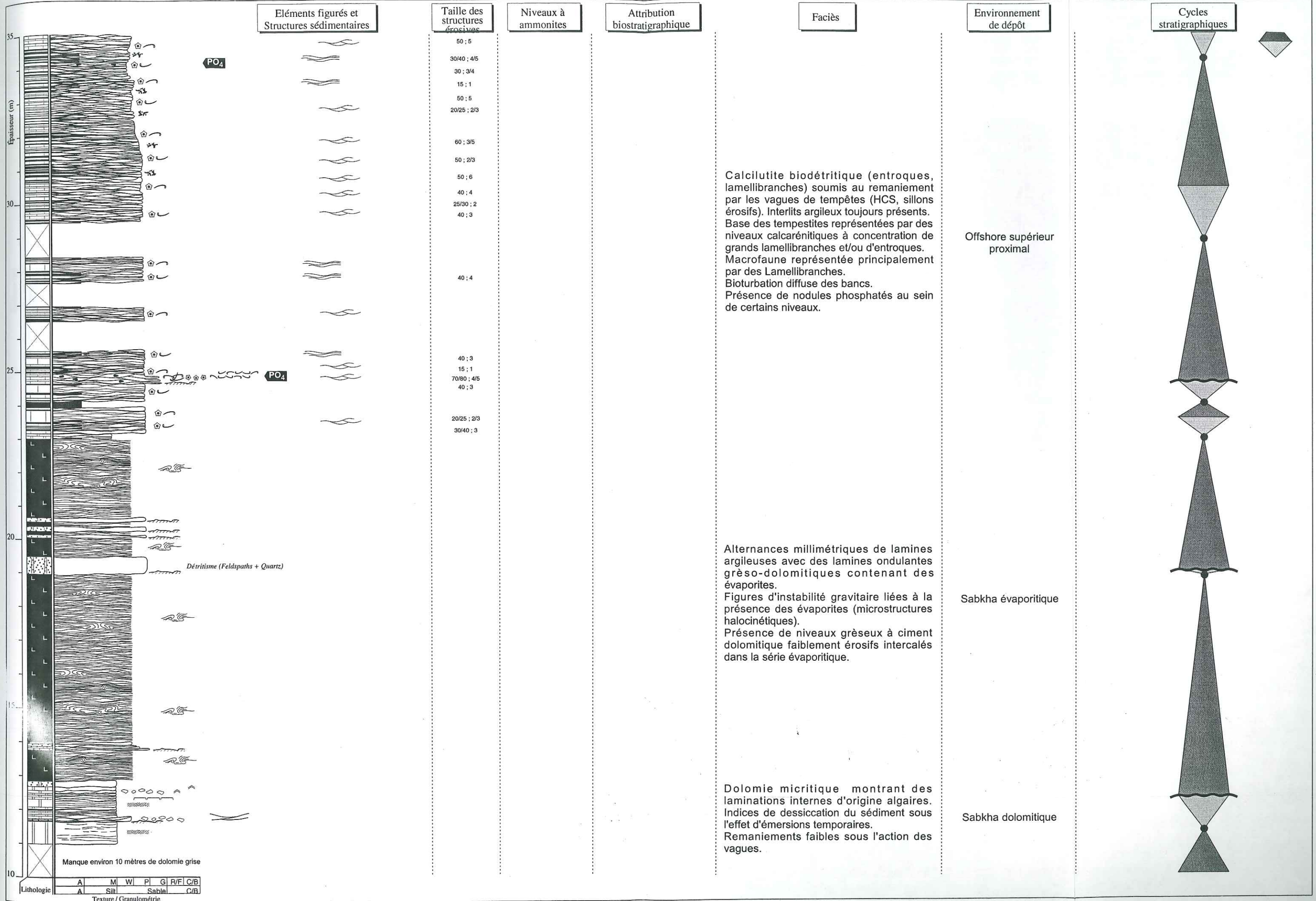


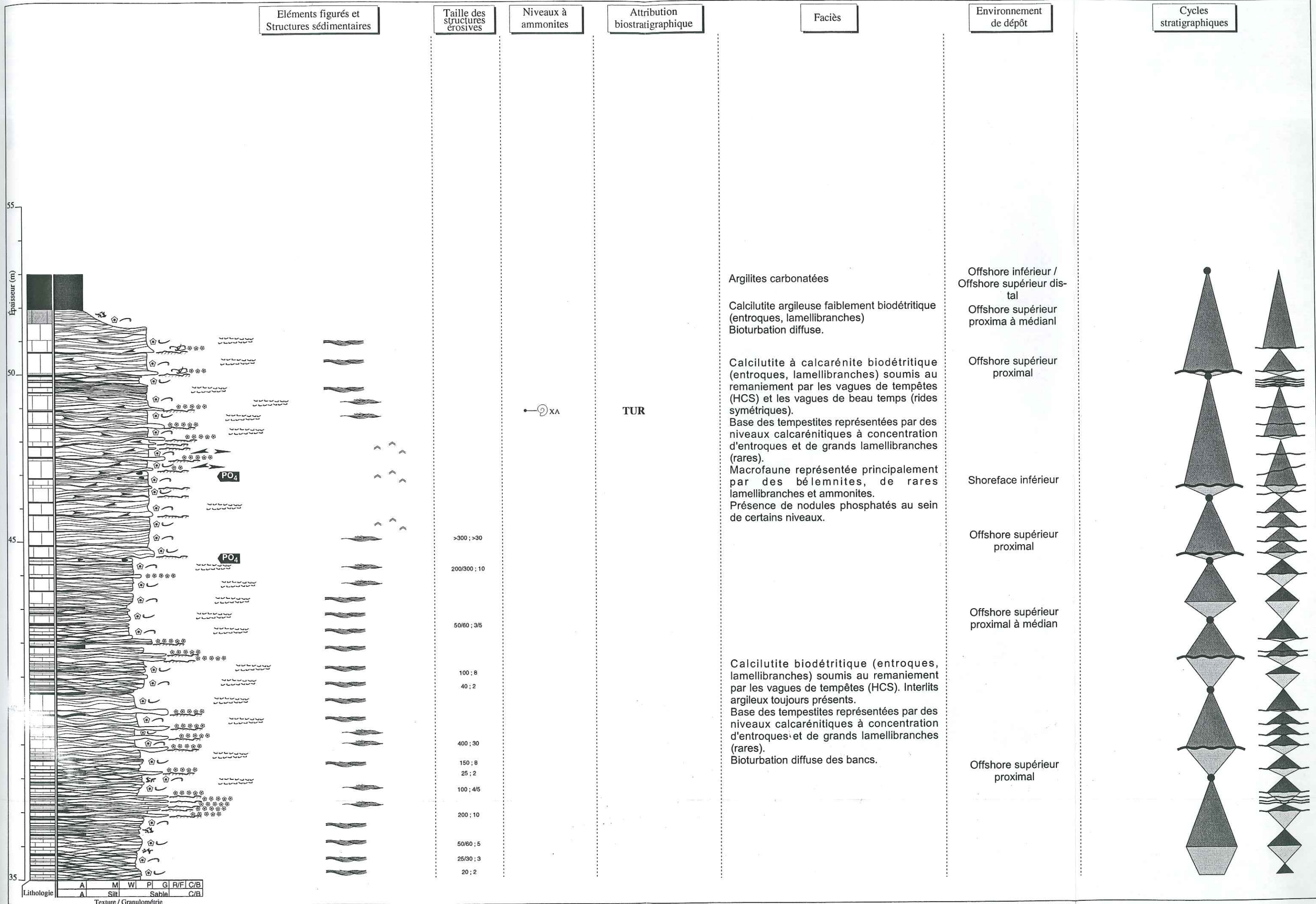
* : échantillonnage, numérotation des bancs et attribution biostratigraphique d'après Corna et al., 1997











Eléments figurés et Structures sédimentaires

Taille des structures érosives

Niveaux à ammonites

Attribution biostratigraphique

Faciès

Environnement de dépôt

Cycles stratigraphiques

Épaisseur (m)

50

45

35

Lithologie	A	M	W	Pl	G	R/F	C/B
Texture / Granulométrie	A	Silt	Sable	C/B			

TUR

XA

Argilites carbonatées
 Calcilutite argileuse faiblement biodétritique (entroques, lamellibranches)
 Bioturbation diffuse.

Calcilutite à calcarénite biodétritique (entroques, lamellibranches) soumis au remaniement par les vagues de tempêtes (HCS) et les vagues de beau temps (rides symétriques).
 Base des tempestites représentées par des niveaux calcarénitiques à concentration d'entroques et de grands lamellibranches (rares).
 Macrofaune représentée principalement par des bélemnites, de rares lamellibranches et ammonites.
 Présence de nodules phosphatés au sein de certains niveaux.

Calcilutite biodétritique (entroques, lamellibranches) soumis au remaniement par les vagues de tempêtes (HCS). Interlits argileux toujours présents.
 Base des tempestites représentées par des niveaux calcarénitiques à concentration d'entroques et de grands lamellibranches (rares).
 Bioturbation diffuse des bancs.

Offshore inférieur / Offshore supérieur distal
 Offshore supérieur proxima à médian

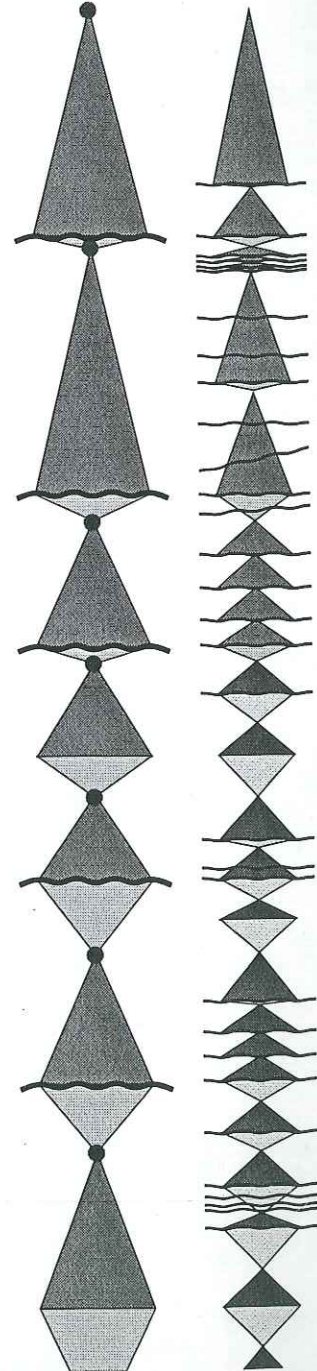
Offshore supérieur proximal

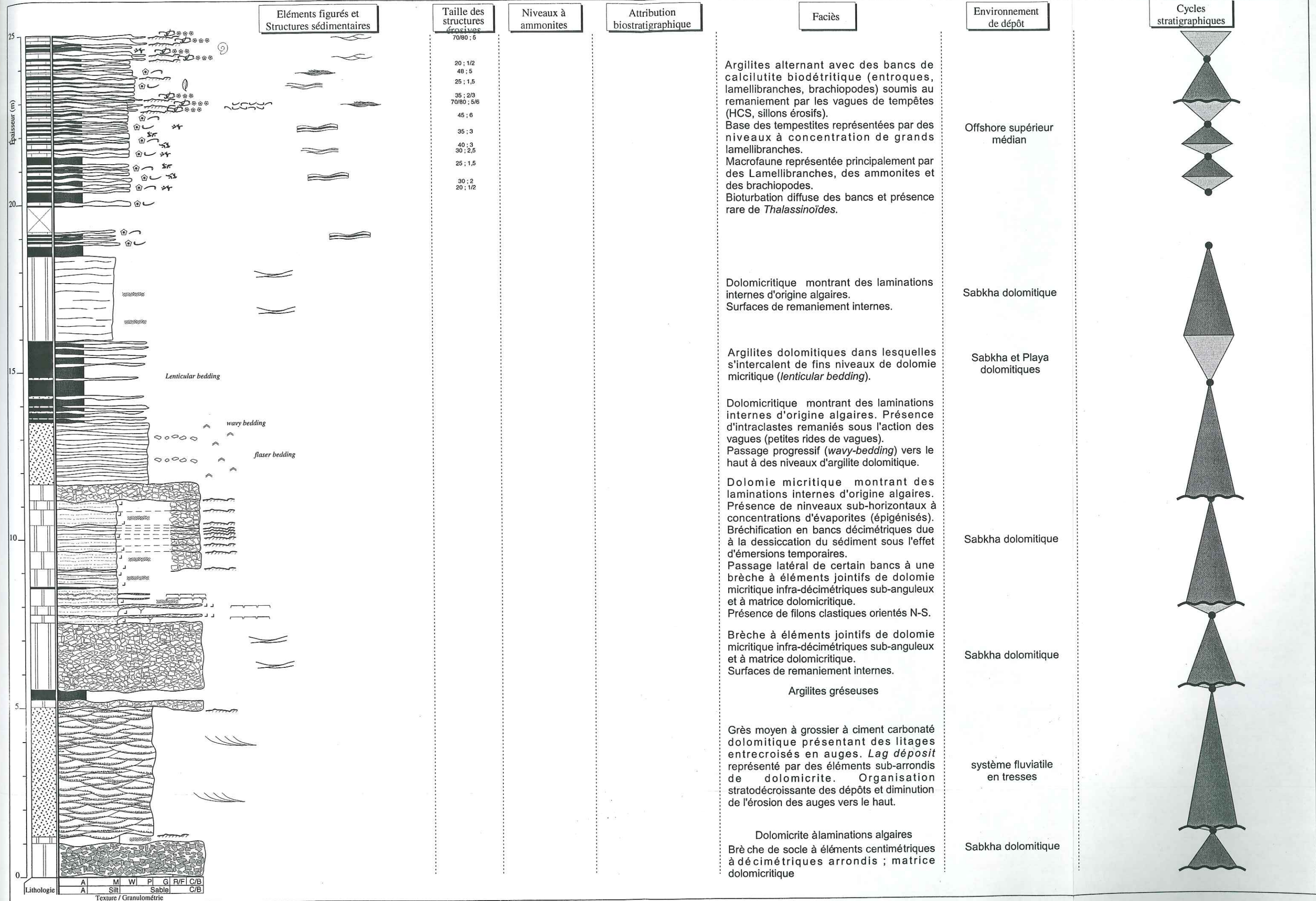
Shoreface inférieur

Offshore supérieur proximal

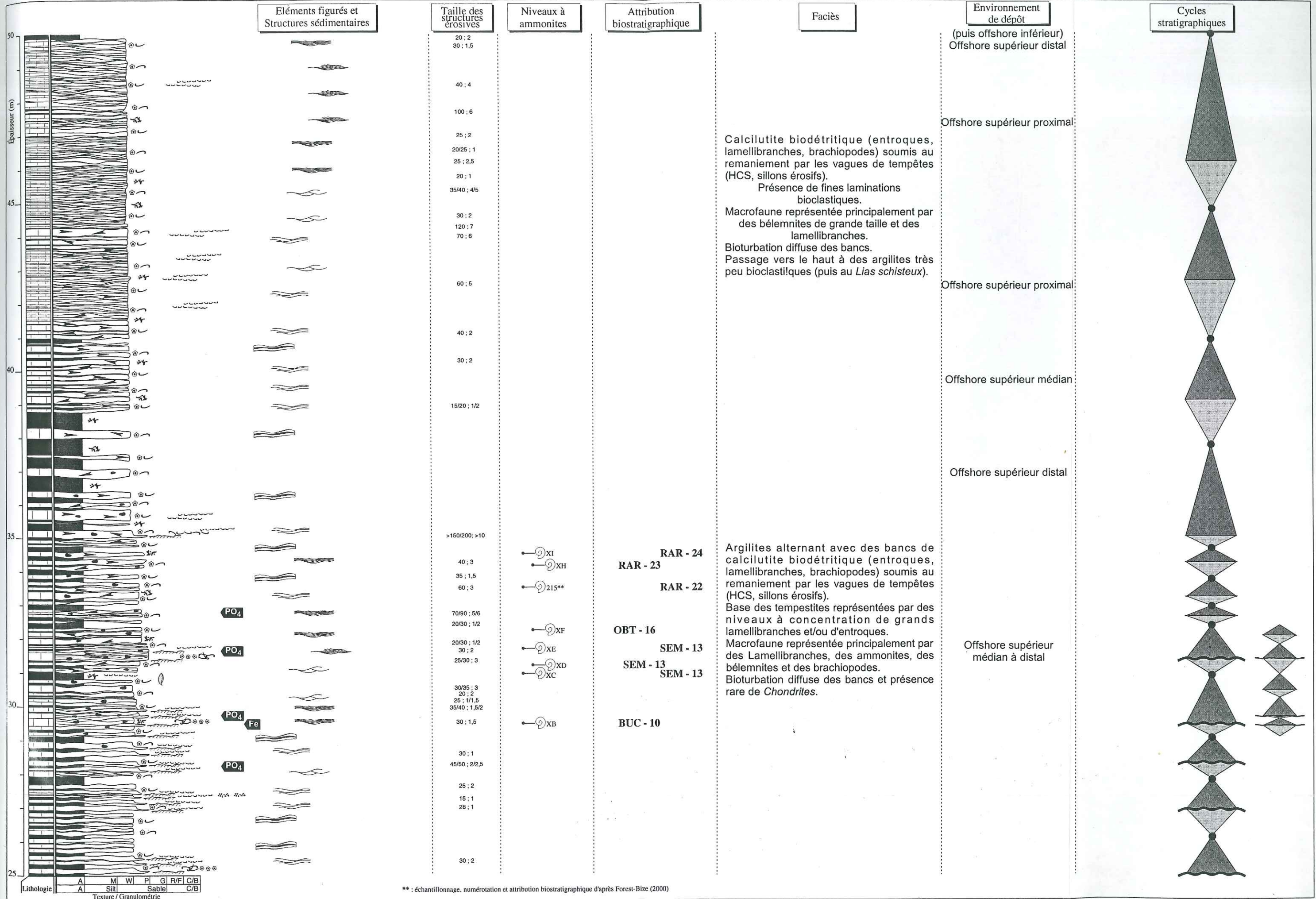
Offshore supérieur proximal à médian

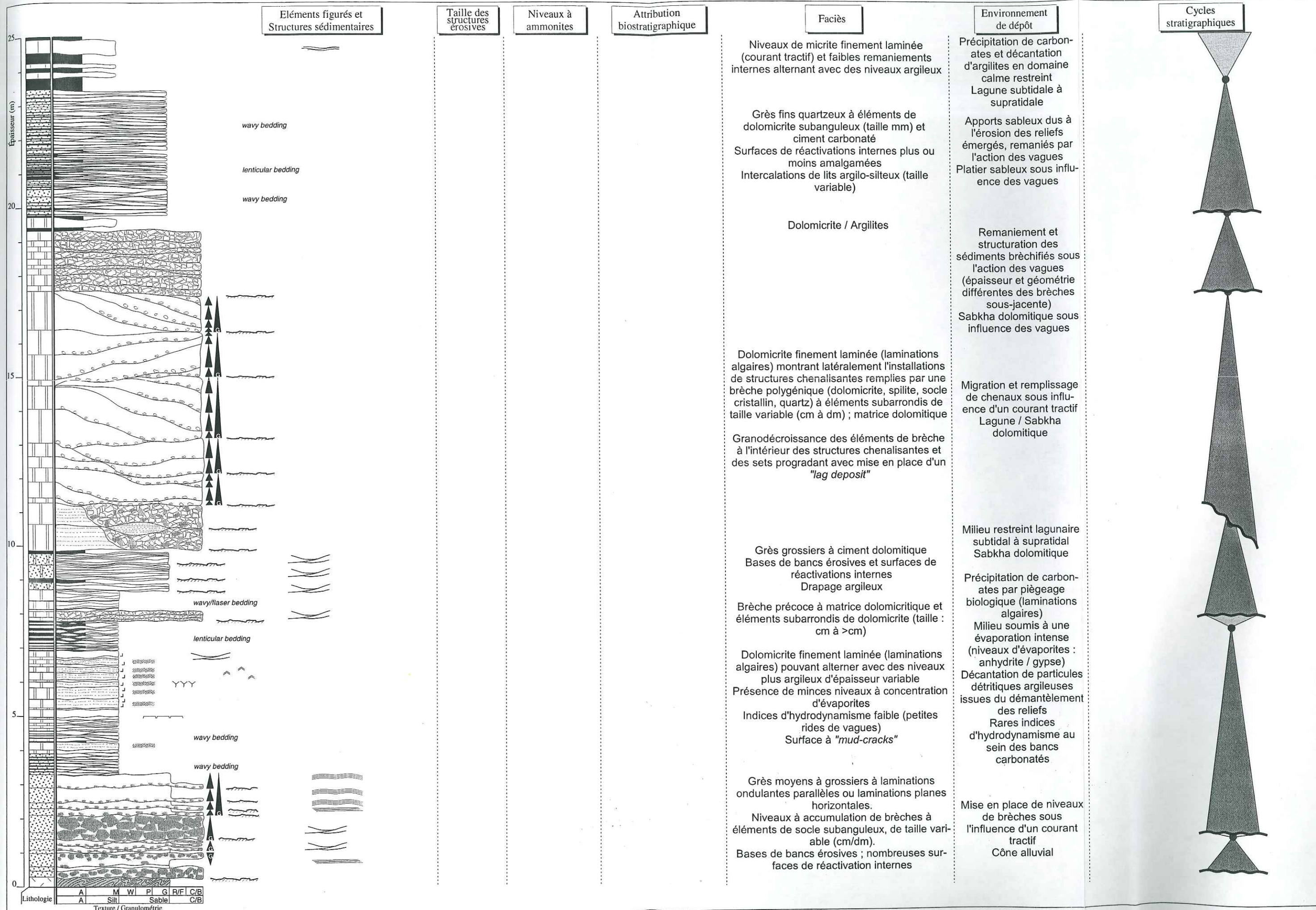
Offshore supérieur proximal





Lithologie A M W Pl G R/F C/B
A Silt Sable C/B
Texture / Granulométrie





Eléments figurés et Structures sédimentaires

Taille des structures érosives

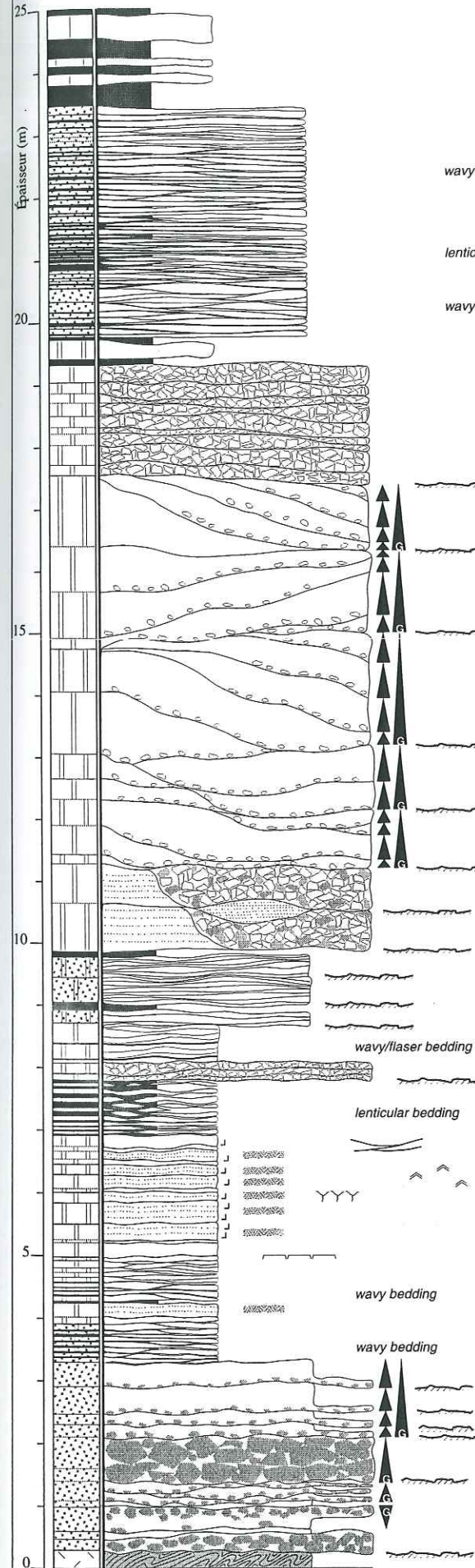
Niveaux à ammonites

Attribution biostratigraphique

Faciès

Environnement de dépôt

Cycles stratigraphiques



Niveaux de micrite finement laminée (courant tractif) et faibles remaniements internes alternant avec des niveaux argileux

Grès fins quartzeux à éléments de dolomicrite subanguleux (taille mm) et ciment carbonaté
Surfaces de réactivations internes plus ou moins amalgamées
Intercalations de lits argilo-silteux (taille variable)

Dolomicrite / Argilites

Dolomicrite finement laminée (laminations algaires) montrant latéralement l'installations de structures chenalisantes remplies par une brèche polygénique (dolomicrite, spilite, socle cristallin, quartz) à éléments subarrondis de taille variable (cm à dm) ; matrice dolomitique

Granodécroissance des éléments de brèche à l'intérieur des structures chenalisantes et des sets progradant avec mise en place d'un "lag deposit"

Grès grossiers à ciment dolomitique
Bases de bancs érosives et surfaces de réactivations internes
Drapage argileux

Brèche précoce à matrice dolomitique et éléments subarrondis de dolomicrite (taille : cm à >cm)

Dolomicrite finement laminée (laminations algaires) pouvant alterner avec des niveaux plus argileux d'épaisseur variable
Présence de minces niveaux à concentration d'évaporites
Indices d'hydrodynamisme faible (petites rides de vagues)
Surface à "mud-cracks"

Grès moyens à grossiers à laminations ondulantes parallèles ou laminations planes horizontales.
Niveaux à accumulation de brèches à éléments de socle subanguleux, de taille variable (cm/dm).
Bases de bancs érosives ; nombreuses surfaces de réactivation internes

Précipitation de carbonates et décantation d'argilites en domaine calme restreint
Lagune subtidale à supratidale

Apports sableux dus à l'érosion des reliefs émergés, remaniés par l'action des vagues
Platier sableux sous influence des vagues

Remaniement et structuration des sédiments bréchifiés sous l'action des vagues (épaisseur et géométrie différentes des brèches sous-jacente)
Sabkha dolomitique sous influence des vagues

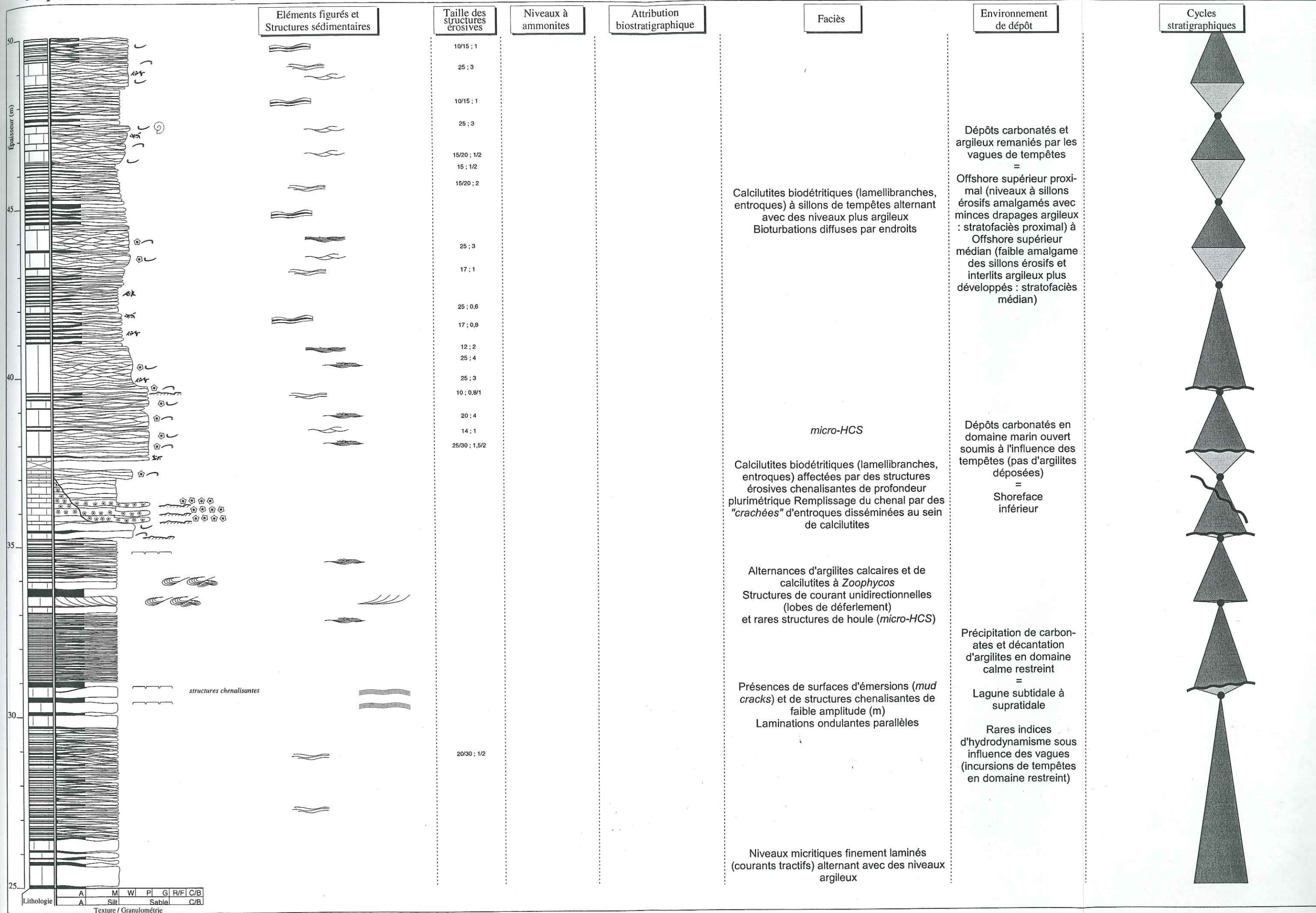
Migration et remplissage de chenaux sous influence d'un courant tractif
Lagune / Sabkha dolomitique

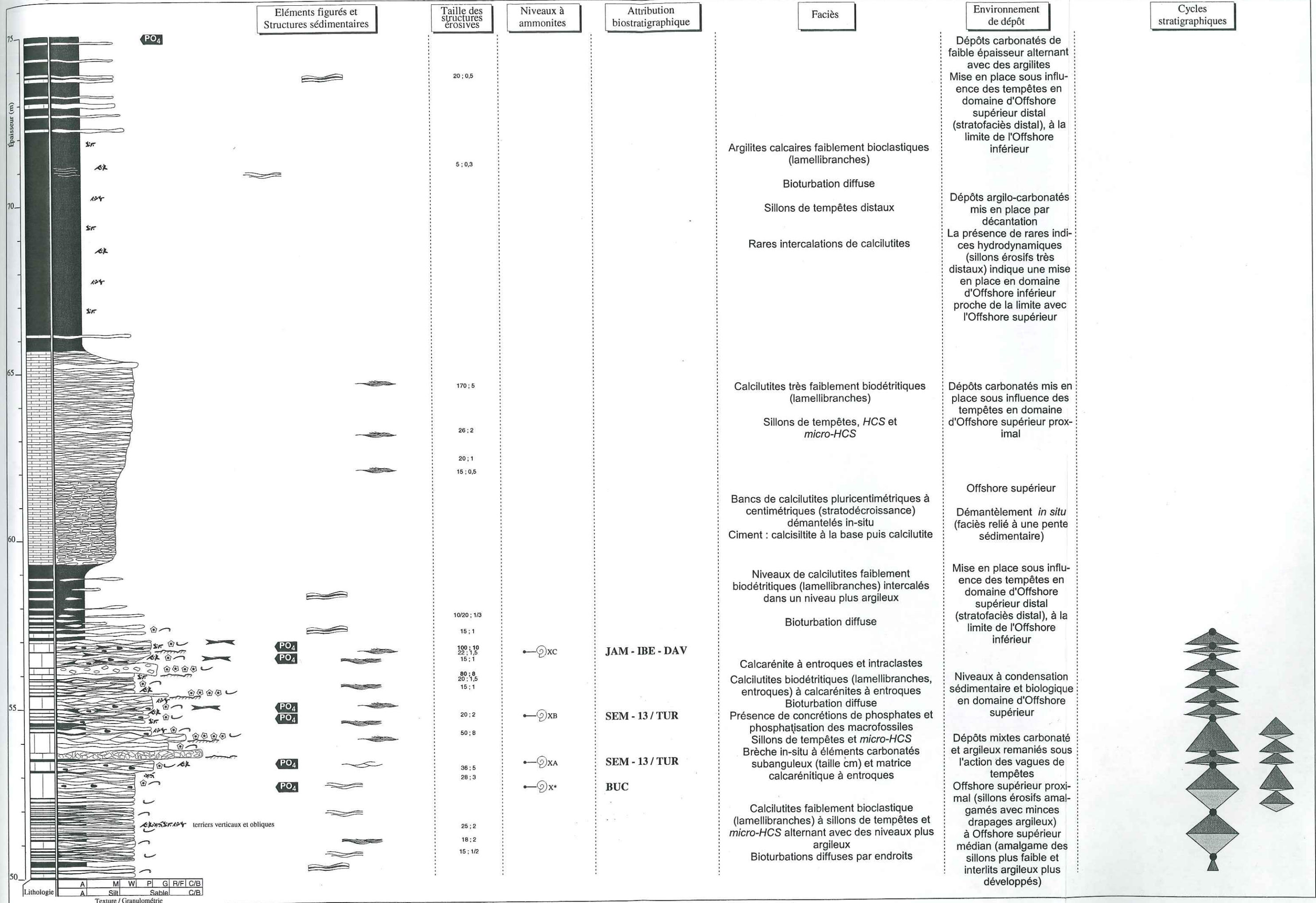
Milieu restreint lagunaire subtidal à supratidal
Sabkha dolomitique

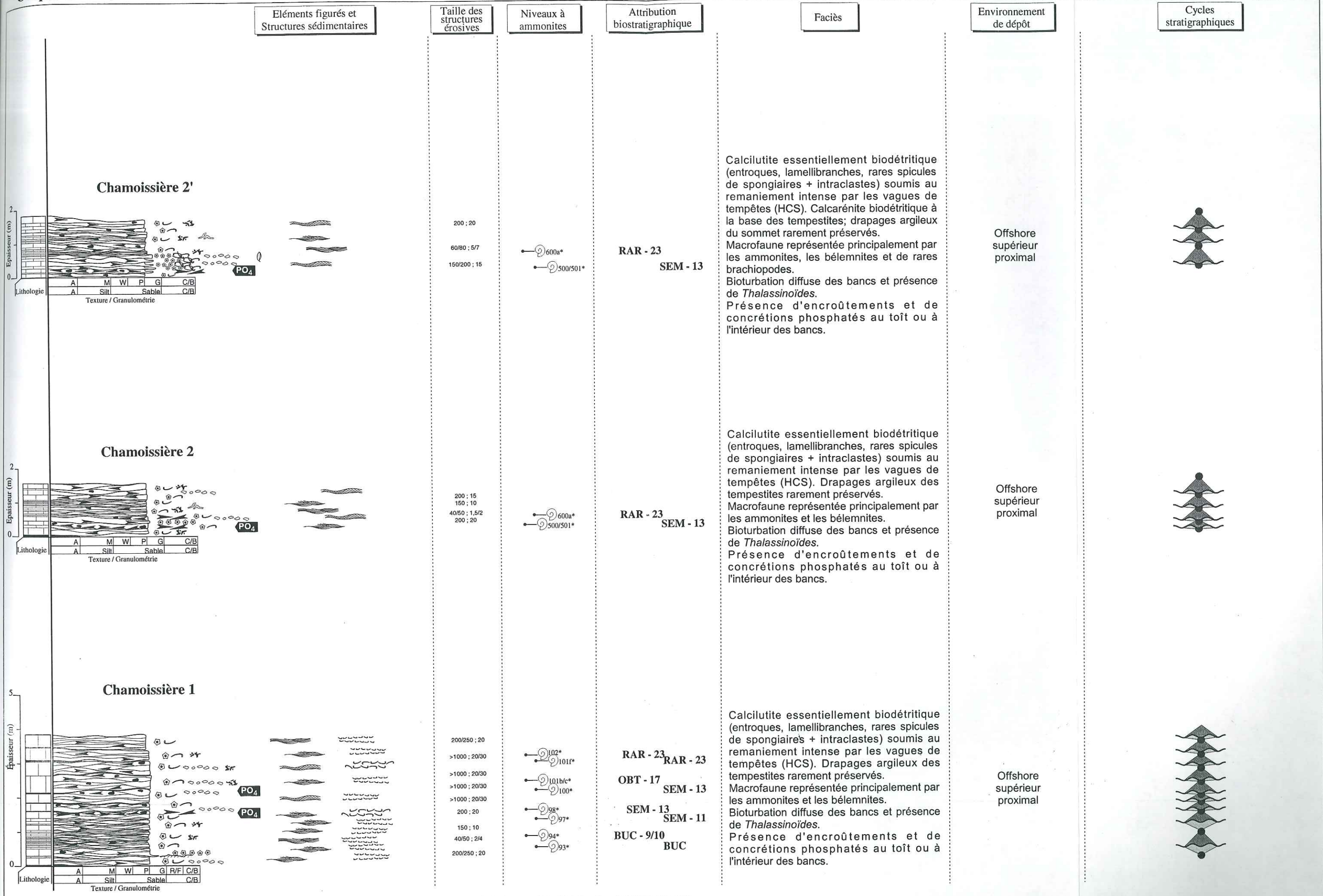
Précipitation de carbonates par piègeage biologique (laminations algaires)
Milieu soumis à une évaporation intense (niveaux d'évaporites : anhydrite / gypse)
Décantation de particules détritiques argileuses issues du démantèlement des reliefs
Rares indices d'hydrodynamisme au sein des bancs carbonatés

Mise en place de niveaux de brèches sous l'influence d'un courant tractif
Cône alluvial

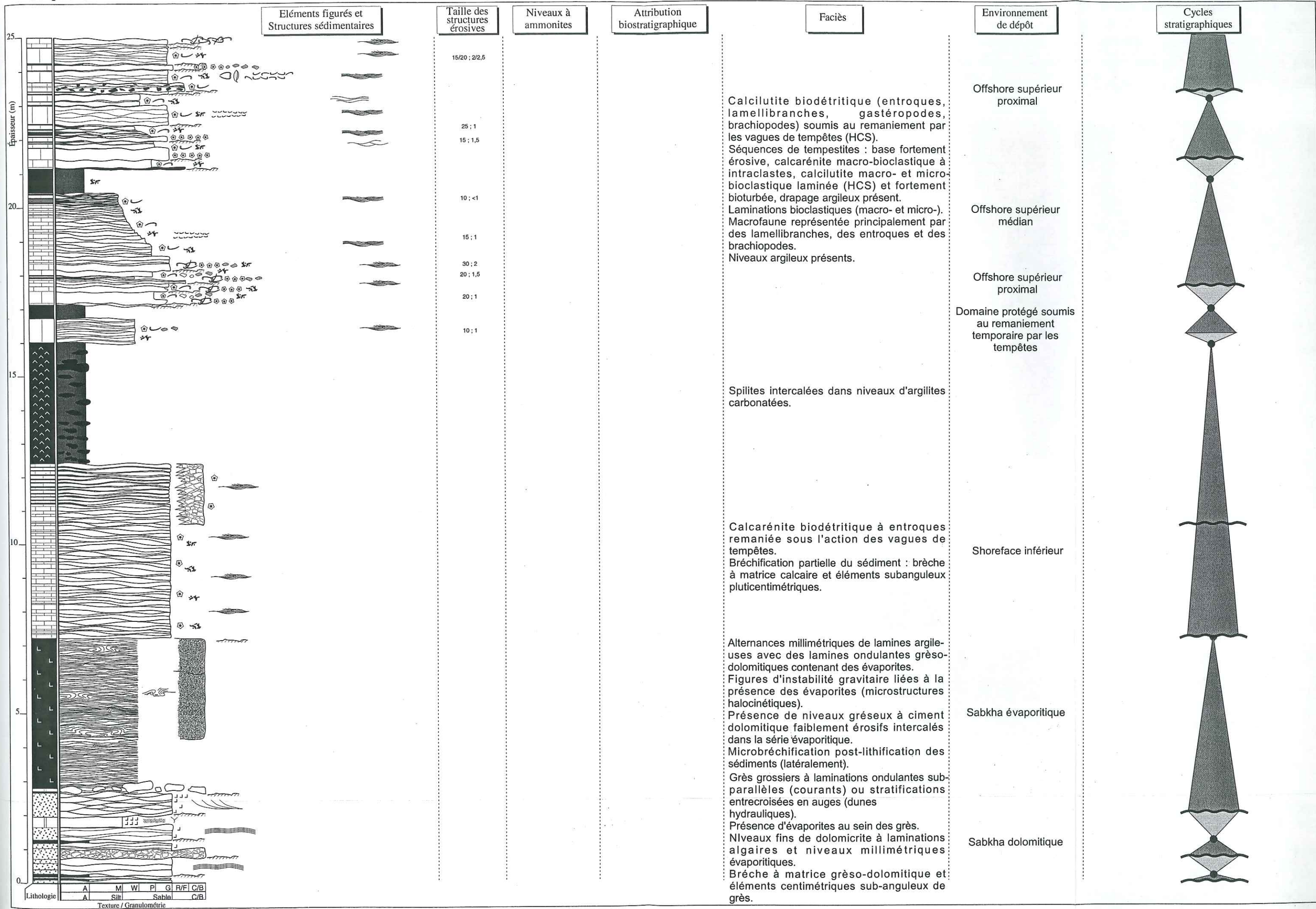


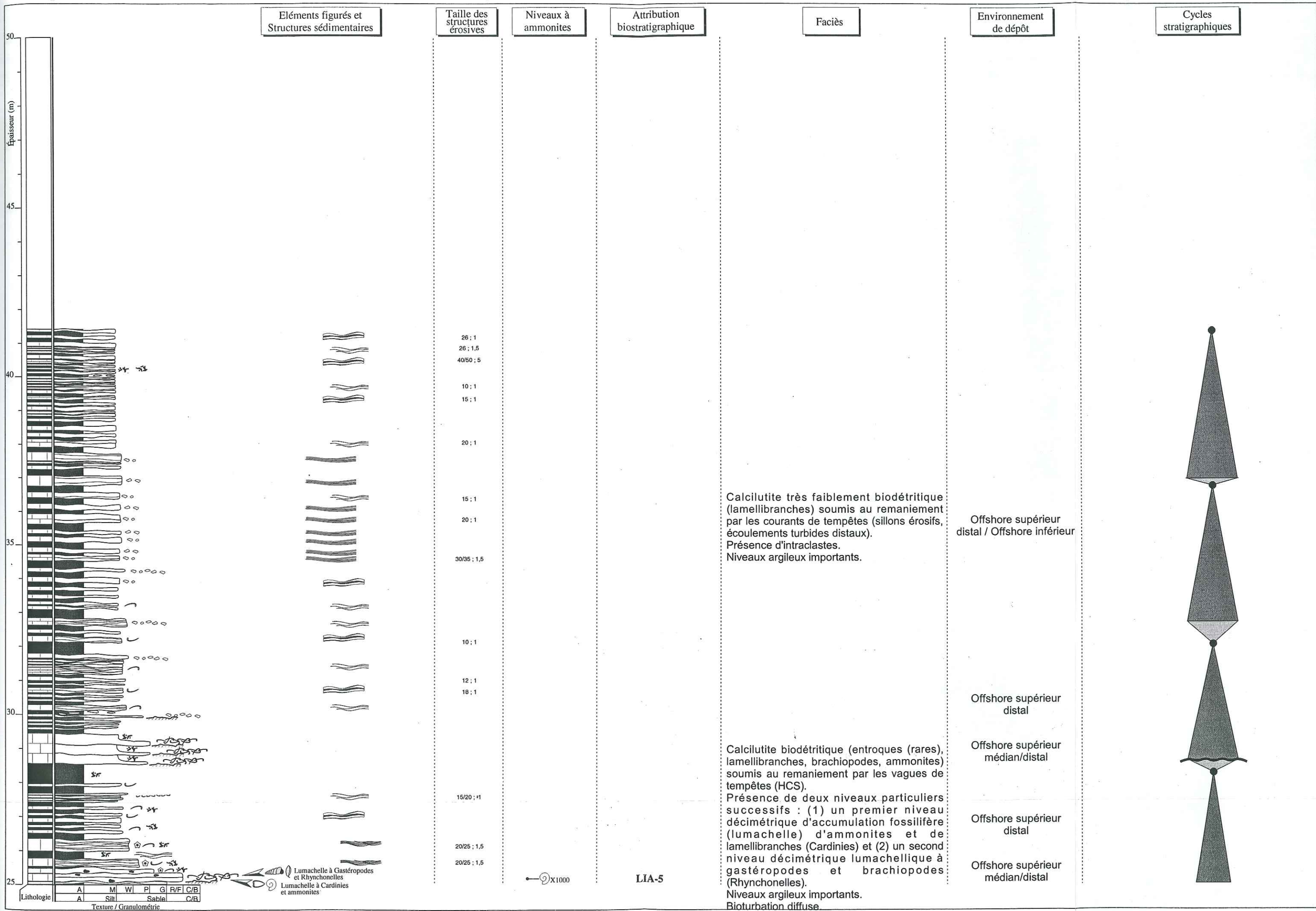


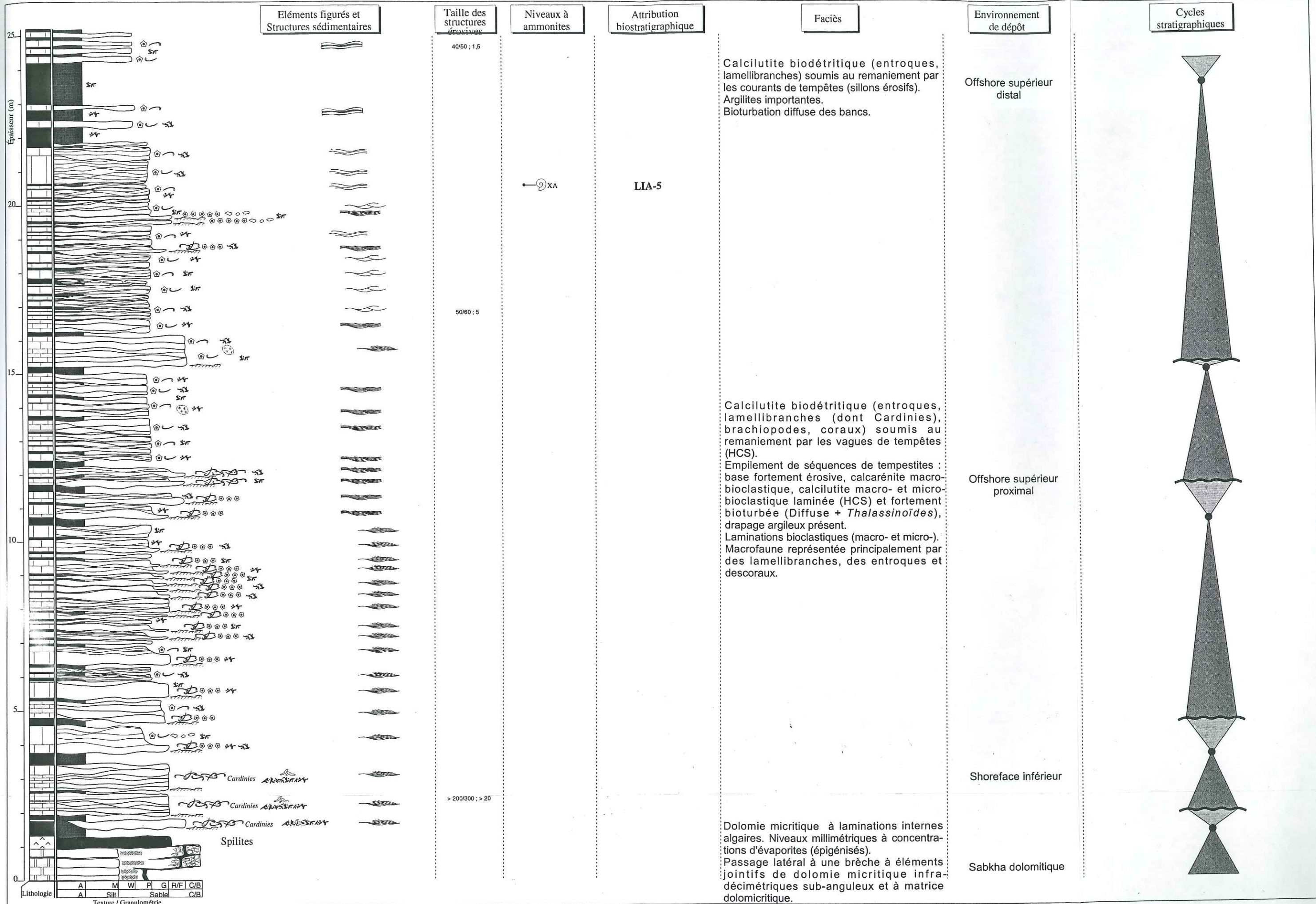


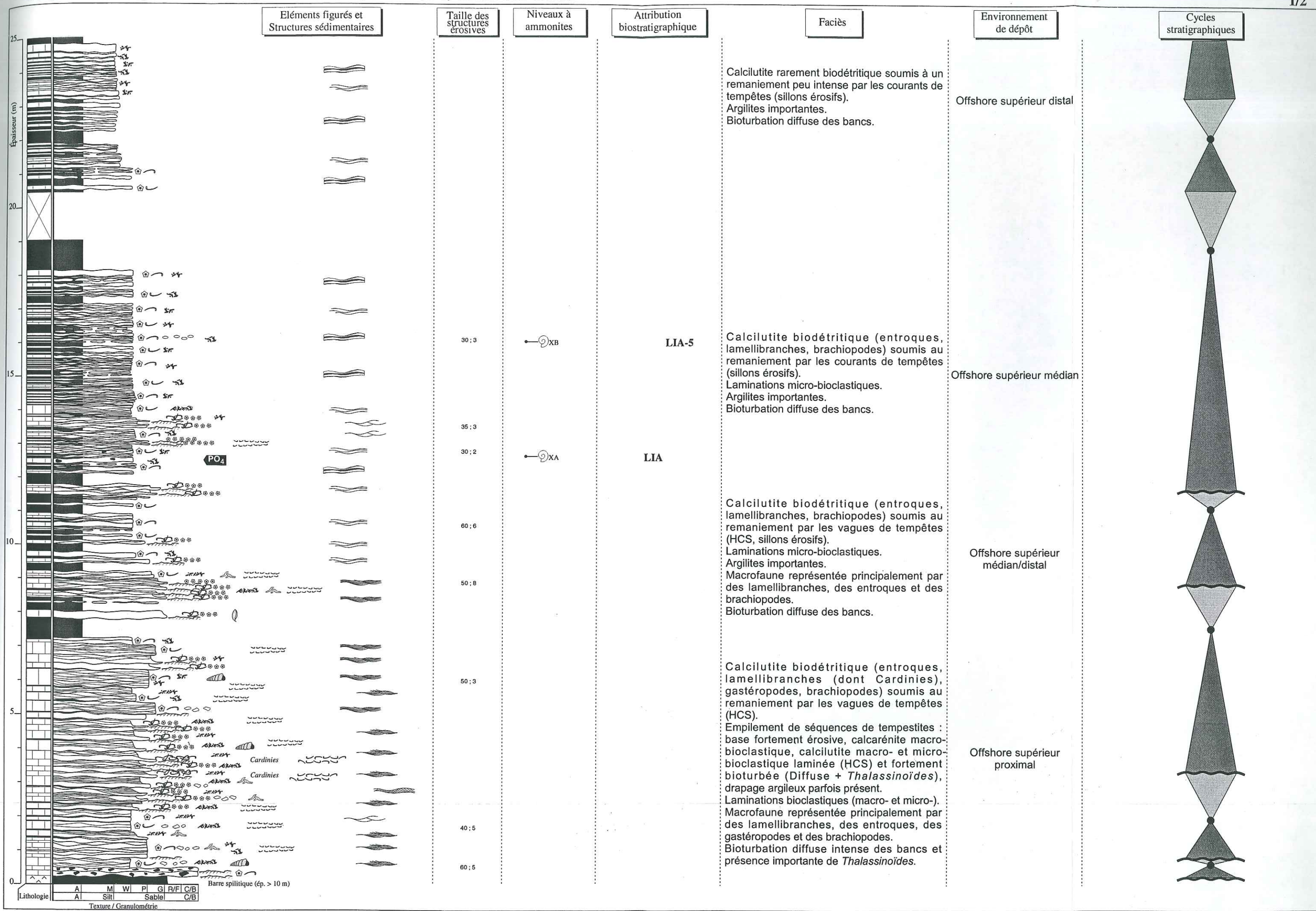


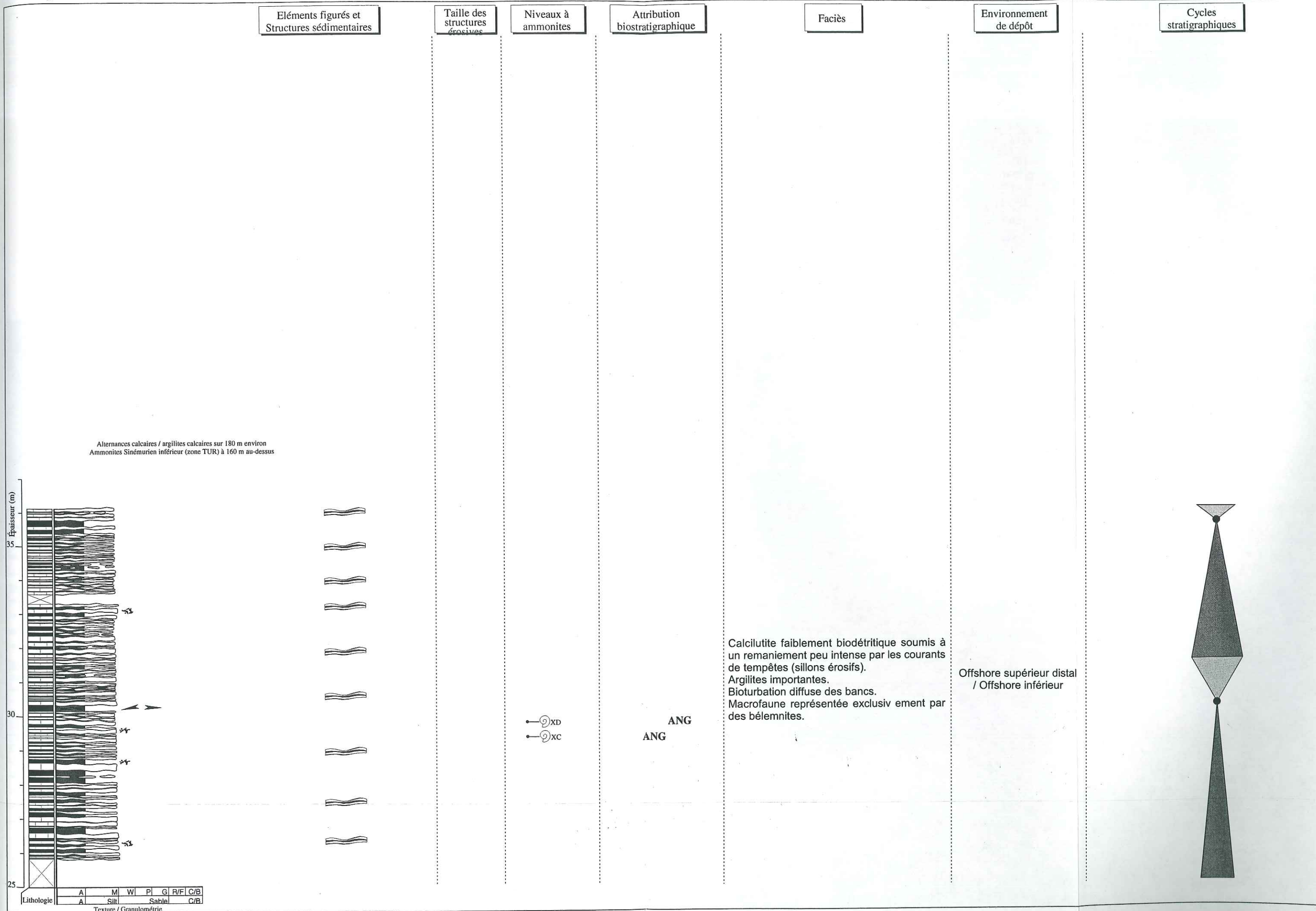
* : échantillonnage, numérotation des bancs et attribution biostratigraphique d'après s Coma et al., 1997

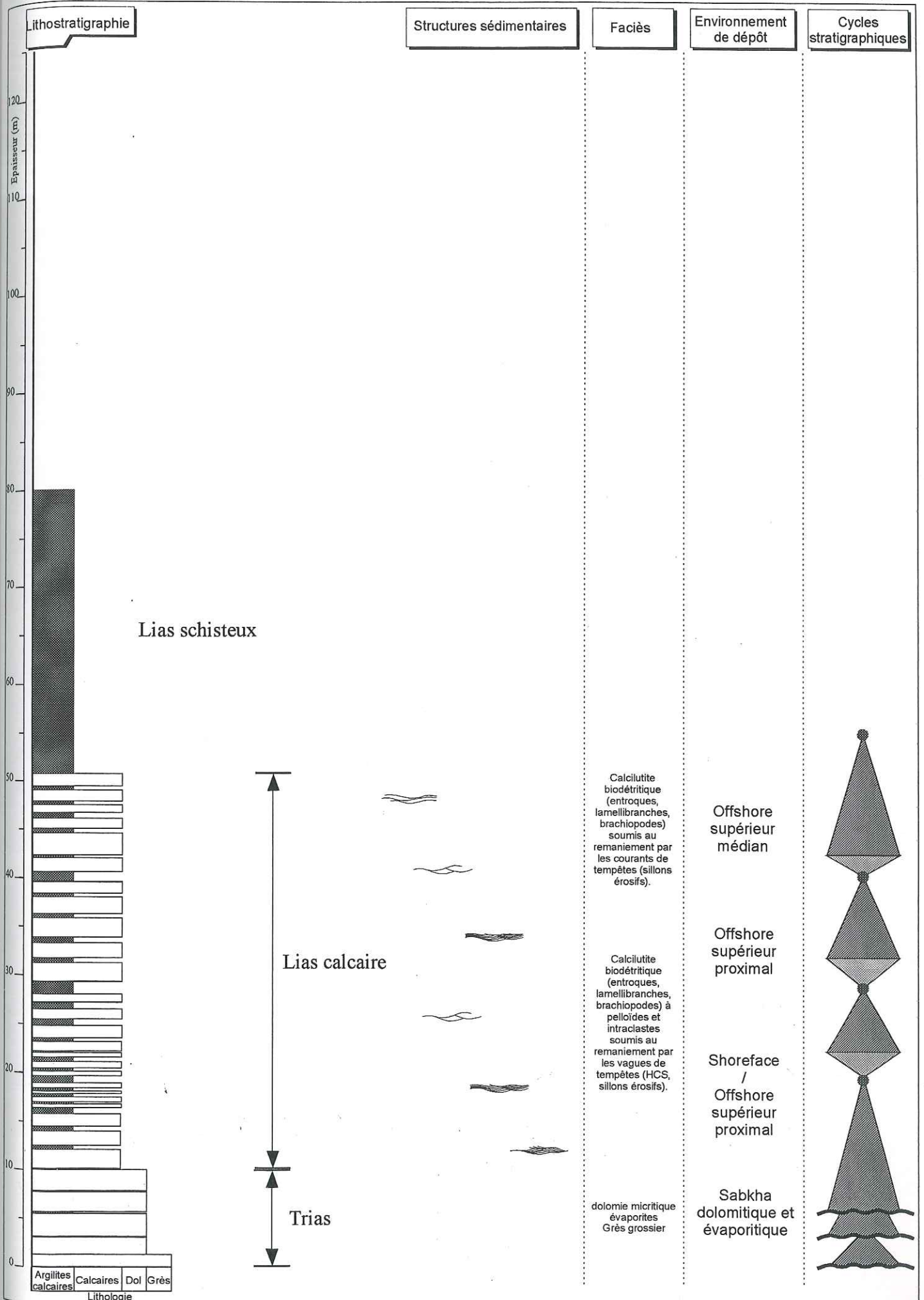










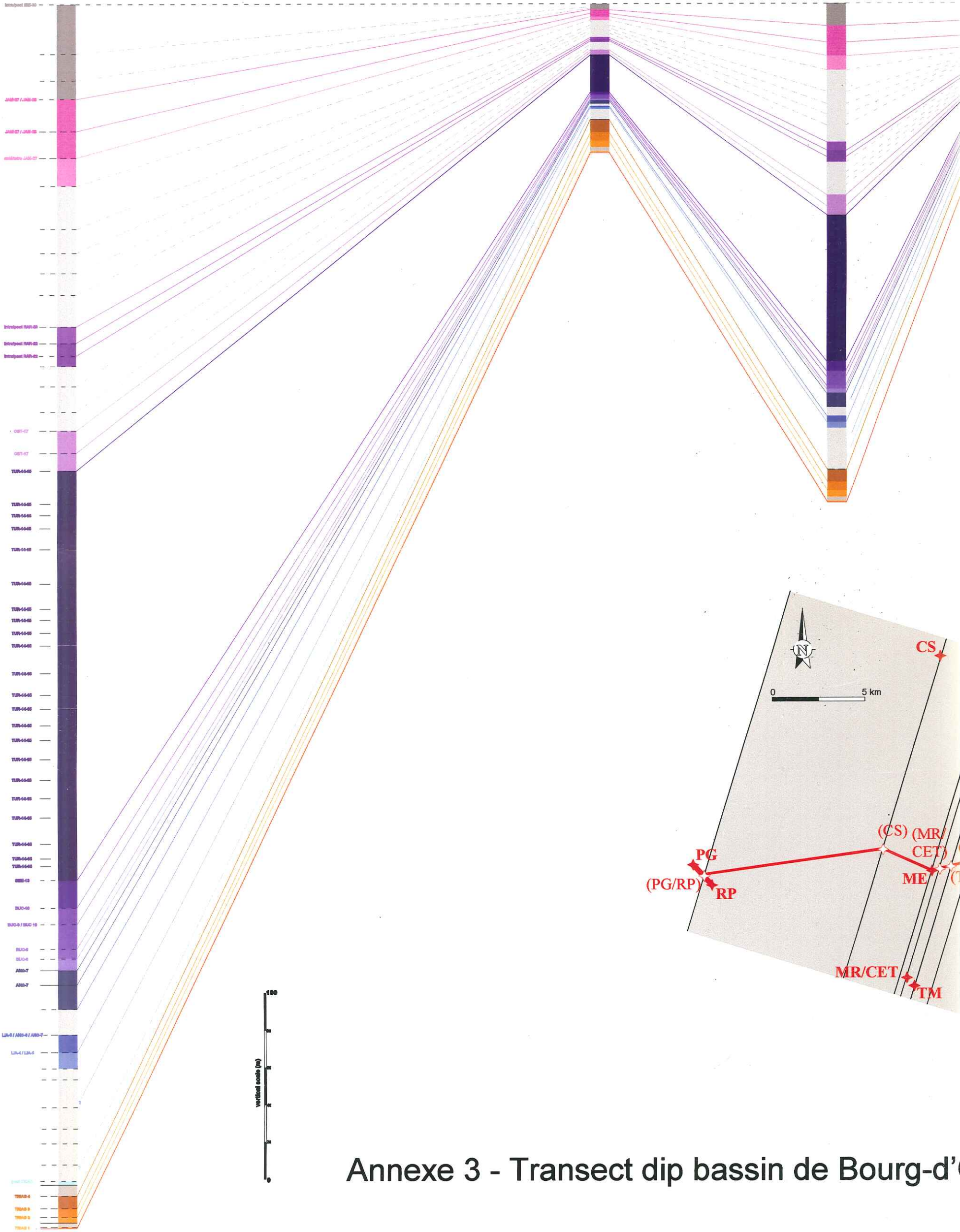


ANNEXE 3

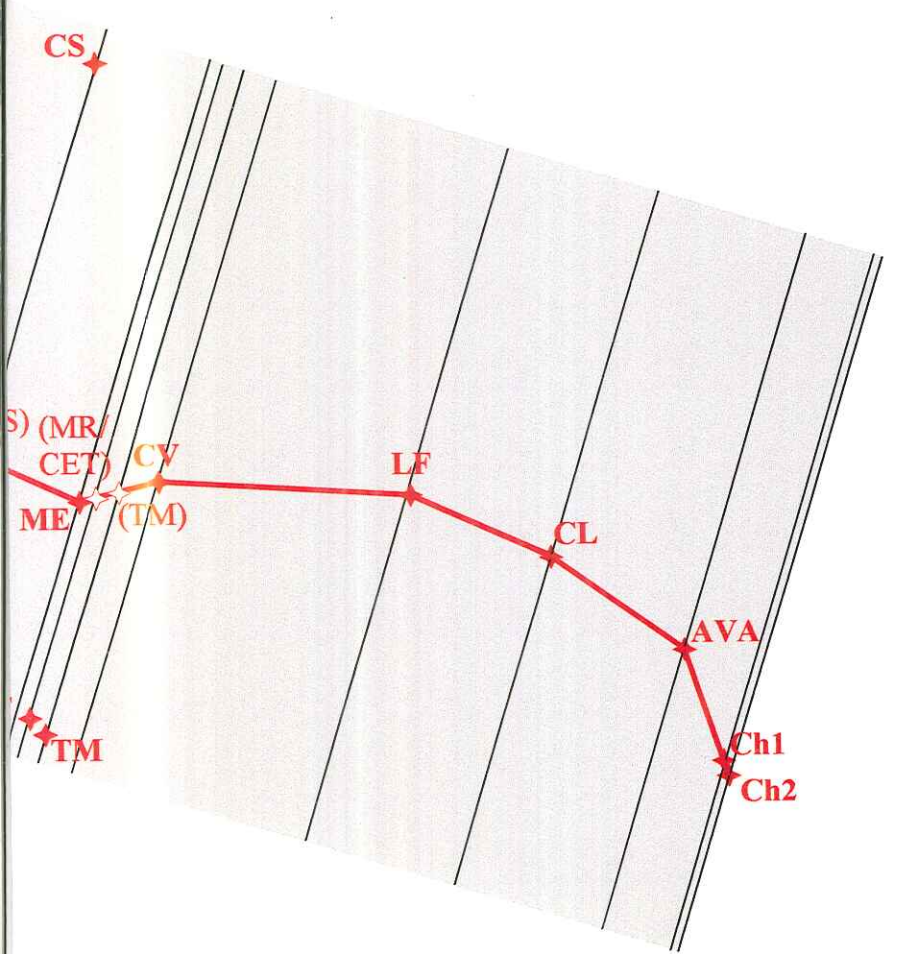
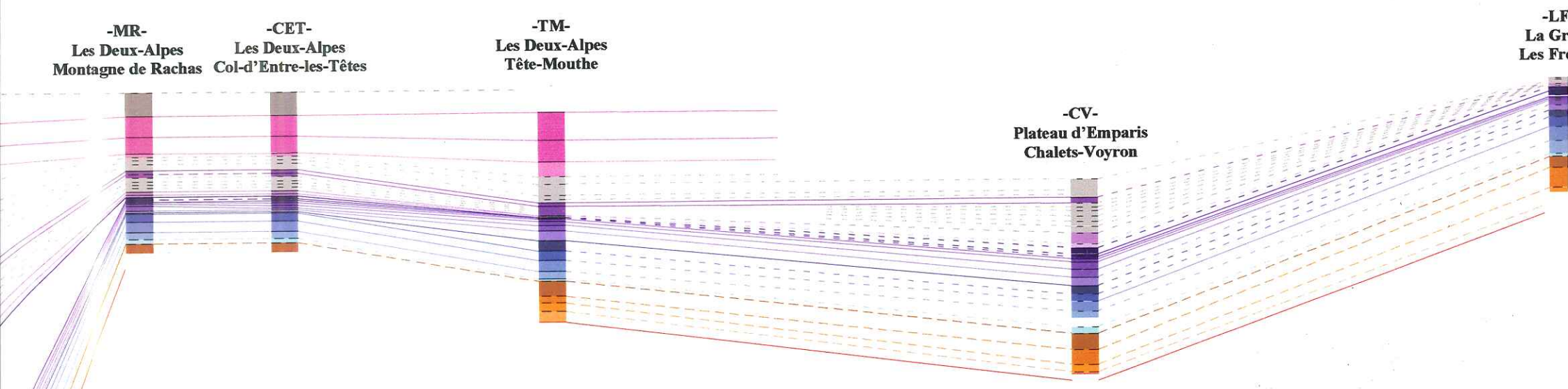
-PG/RP-
 Bourg-d'Oisans
 Pré-Gentil / Les Roches du Pontet

-CS-
 Mizoën Ouest
 La Crête du Sauvage

-LC-
 Mizoën Est
 Les Clots



Annexe 3 - Transect dip bassin de Bourg-d'



Pré-Gentil Roches-du-Pontet	Montagne de Rachas	Col d'Entre-les-Têtes
PGRP 60	MR 21	CET 10 ● SEM-10 ● SEM-12
PGRP 59		● SEM-12
PGRP 58	MR 20 ● IBE-30 ● IBE-29 ● JAM-28	CET 9 ● BUC-10/SEM-11 ● BUC-10
PGRP 57	MR 19 ● JAM-27 / JAM-28	● BUC-10
PGRP 56		CET 8 ● BUC-9 / BUC-10 ● BUC-9
PGRP 55	MR 18 ● JAM-27 / JAM-28	CET 7 ● BUC-8
PGRP 54	● JAM-27	
PGRP 52	MR 17 ● JAM-27	CET 6 ● BUC-9
PGRP 51		● ANG-7
PGRP 50	MR 16	● ANG-7
PGRP 49	MR 15	CET 4 ● LIA-5 / ANG-6 / ANG-7
PGRP 48		CET 3 ● LIA-4 / LIA-5
PGRP 47	MR 14	CET 2 ● LIA-4
PGRP 46	● RAR	CET 1 ● pas TRIAS 1
PGRP 45	MR 13 ● intralpest RAR-22	
PGRP 44	MR 12 ● intralpest RAR-22	
PGRP 43	● RAR-22	
PGRP 42	MR 11	
PGRP 41	MR 10	
PGRP 40	MR 9	
PGRP 39	MR 8	
PGRP 38	MR 7 ● OBT-17	
PGRP 37	● OBT-17	
PGRP 36	MR 6 ● OBT-17	
PGRP 35	● OBT-17	
PGRP 34	MR 5 ● TUR-15	
PGRP 33	MR 4 ● TUR-14	
PGRP 32	MR 3 ● BUC-10	
PGRP 31	MR 2 ● BUC-10 ● BUC-9 / BUC-10	
PGRP 30	● BUC-9	
PGRP 29	MR 1 ● ● BUC-8	
PGRP 28		
PGRP 27		
PGRP 26		
PGRP 25		
PGRP 24		
PGRP 23		
PGRP 22		
PGRP 21		
PGRP 20		
PGRP 19		
PGRP 18		
PGRP 17		
PGRP 16		
PGRP 15		
PGRP 14		
PGRP 13		
PGRP 12		
PGRP 11		
PGRP 10		
PGRP 9		
PGRP 8		
PGRP 7		
PGRP 6		
PGRP 5		
PGRP 4		
PGRP 3		
PGRP 2		
PGRP 1		
PGRP 0		
PGRP -1		
PGRP -2		
PGRP -3		
PGRP -4		
PGRP -5		
PGRP -6		

ÉCHELLE DE FIABILITÉ DES COR

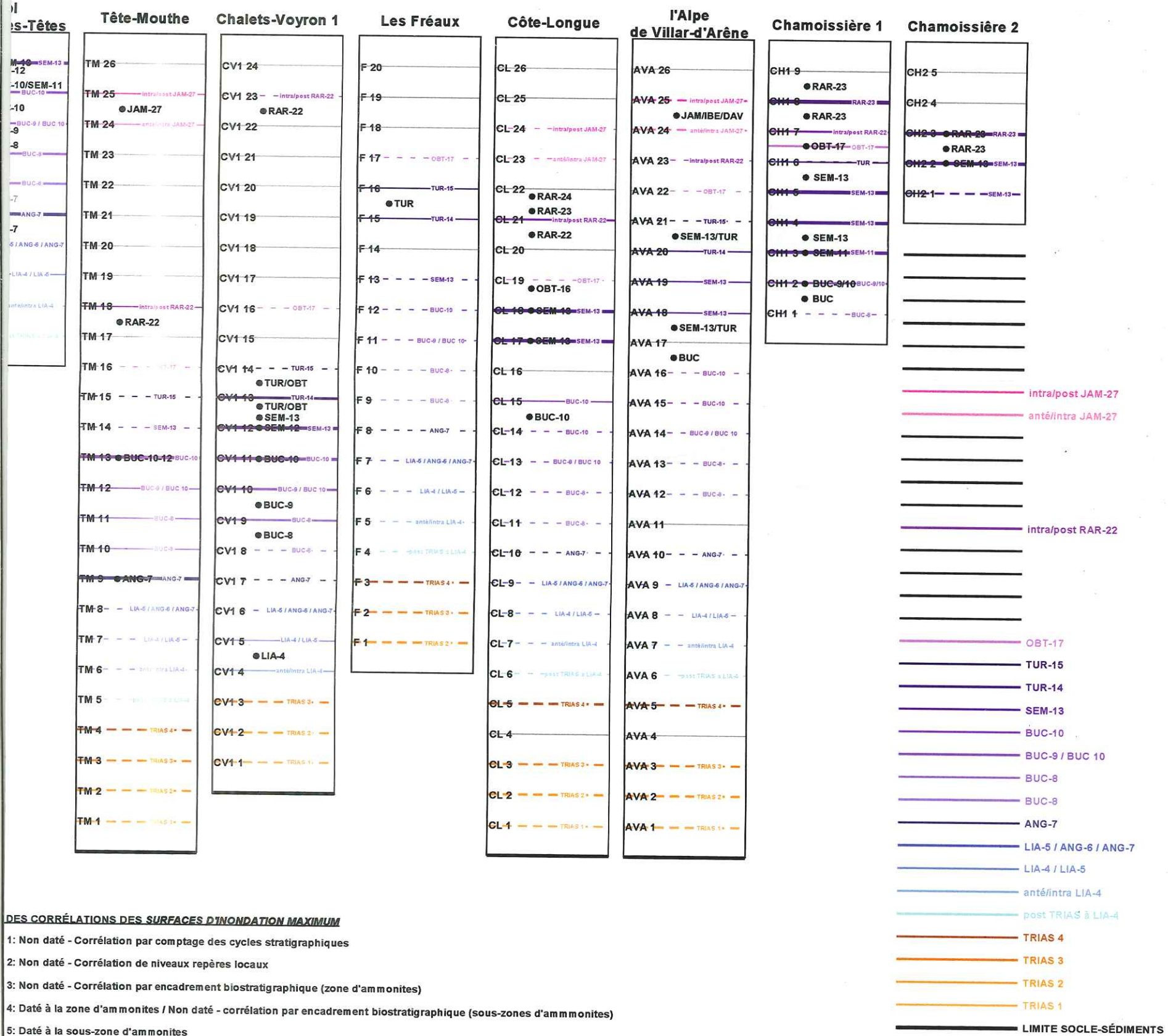
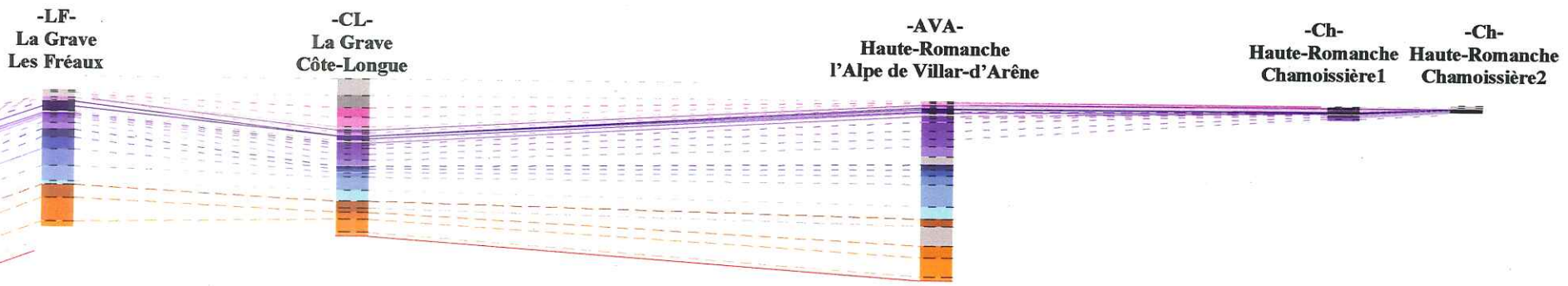
----- 1: Non da

----- 2: Non da

----- 3: Non da

----- 4: Daté à

----- 5: Daté à



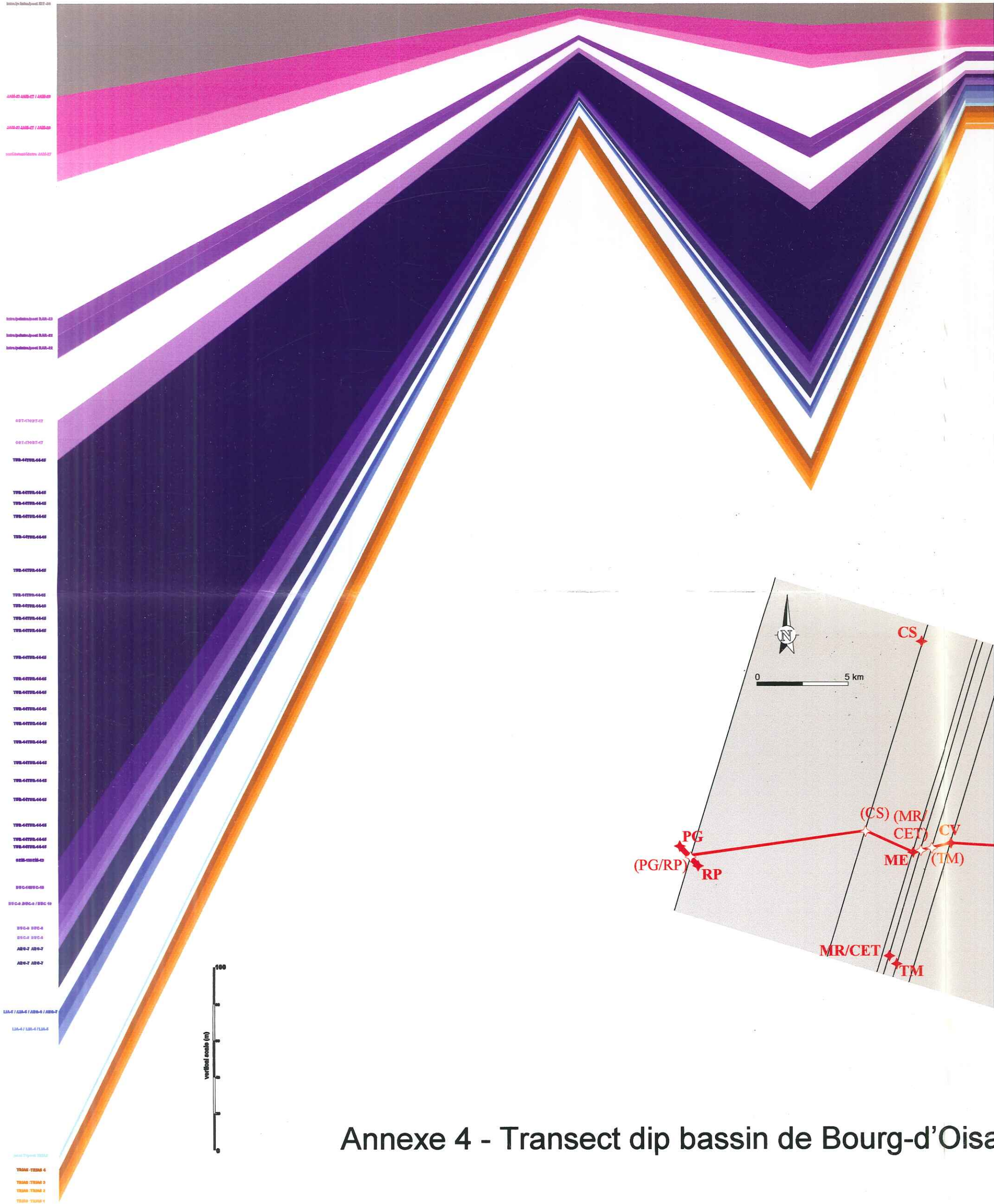
ANNEXE 4

-PG/RP-
Bourg-d'Oisans
Pré-Gentil / Les Roches du Pontet

-CS-
Mizoën Ouest
La Crête du Sauvage

-LC-
Mizoën Est
Les Clots

-MR-
Les Deux-Alpes
Montagne de Ra



Annexe 4 - Transect dip bassin de Bourg-d'Oisans

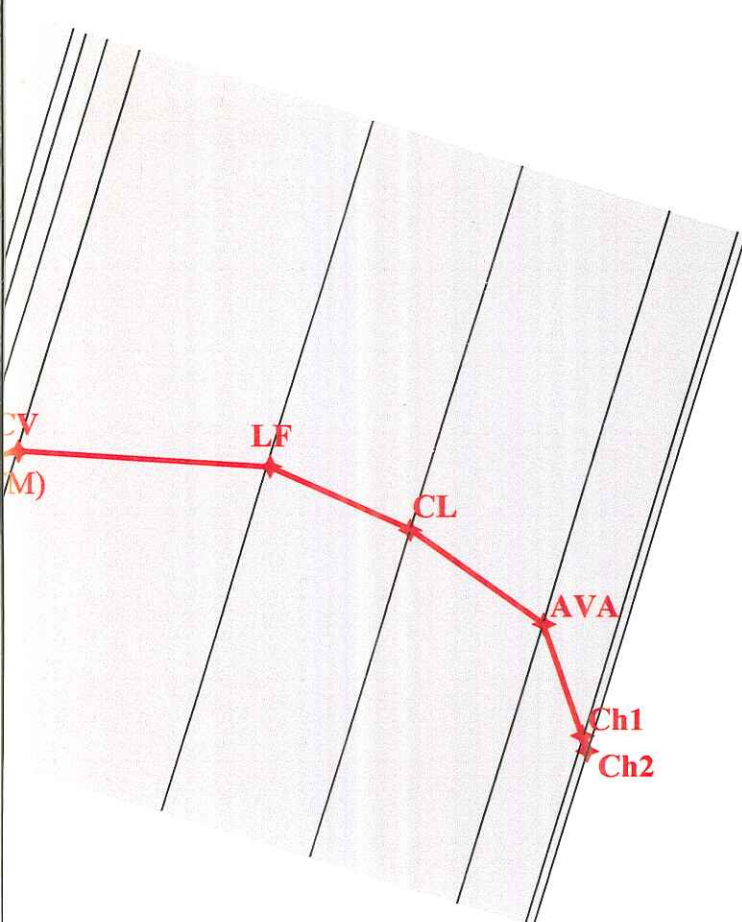
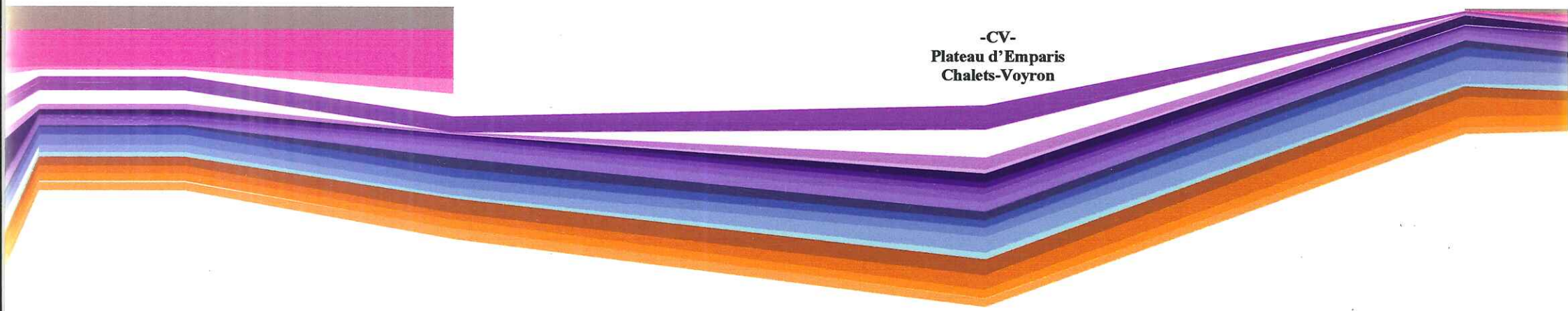
-MR-
s Deux-Alpes
agne de Rachas

-CET-
Les Deux-Alpes
Col-d'Entre-les-Têtes

-TM-
Les Deux-Alpes
Tête-Mouthe

-LF-
La Grave
Les Fréaux

-CV-
Plateau d'Emparis
Chalets-Voyron



**Pré-Gentil
Roches-du-Pontet**

PGRP 60	
PGRP 59	
PGRP 58	
PGRP 57	intra/post IBE-22
PGRP 56	
PGRP 55	
PGRP 54	
PGRP 53	JAM-27 / JAM-28
PGRP 52	anté/intra JAM-27
PGRP 51	
PGRP 50	
PGRP 49	
PGRP 48	
PGRP 47	
PGRP 46	intra/post RAR-22
PGRP 45	intra/post RAR-22
PGRP 44	
PGRP 43	
PGRP 42	
PGRP 41	
PGRP 40	
PGRP 39	OBT-17
PGRP 38	TUR-14-15
PGRP 37	TUR-14-15
PGRP 36	TUR-14-15
PGRP 35	TUR-14-15
PGRP 34	TUR-14-15
PGRP 33	TUR-14-15
PGRP 32	TUR-14-15
PGRP 31	TUR-14-15
PGRP 30	TUR-14-15
PGRP 29	TUR-14-15
PGRP 28	TUR-14-15
PGRP 27	TUR-14-15
PGRP 26	TUR-14-15
PGRP 25	TUR-14-15
PGRP 24	TUR-14-15
PGRP 23	TUR-14-15
PGRP 22	TUR-14-15
PGRP 21	TUR-14-15
PGRP 20	TUR-14-15
PGRP 19	TUR-14-15
PGRP 18	TUR-14-15
PGRP 17	TUR-14-15
PGRP 16	SEM-13
PGRP 15	BUC-10
PGRP 14	BUC-9 / BUC-10
PGRP 13	BUC-9
PGRP 12	BUC-9
PGRP 11	ANG-7
PGRP 10	ANG-7
PGRP 9	
PGRP 8	LIA-5 / ANG-6 / ANG-7
PGRP 7	LIA-4 / LIA-5
PGRP 6	
PGRP 5	
PGRP 4	
PGRP 3	
PGRP 2	
PGRP 1	
PGRP 0	post TRIAS
PGRP -1	
PGRP -2	TRIAS 4
PGRP -3	TRIAS 3
PGRP -4	TRIAS 2
PGRP -5	
PGRP -6	TRIAS 1

**Montagne de
Rachas**

MR 21	
MR 20	IBE-30 IBE-29 JAM-28
MR 19	JAM-27 / JAM-28
MR 18	JAM-27 / JAM-28
MR 17	JAM-27
MR 16	
MR 15	
MR 14	
MR 13	RAR
MR 12	intra/post RAR-22
MR 11	RAR-22
MR 10	
MR 9	
MR 8	
MR 7	OBT-17
MR 6	OBT-17
MR 5	TUR-15
MR 4	TUR-14
MR 3	BUC-10
MR 2	BUC-10 / BUC-9
MR 1	BUC-9

**Col
d'Entre-les-Têtes**

GET 10	SEM-10 / SEM-13
GET 9	SEM-12
GET 8	BUC-10 / SEM-11
GET 7	BUC-9 / BUC-10
GET 6	BUC-9
GET 5	ANG-7
GET 4	ANG-7
GET 3	LIA-4 / LIA-5
GET 2	LIA-4
GET 1	post TRIAS 4

Tête-Mouthe

TM 26	
TM 25	intra/post JAM-27
TM 24	JAM-27
TM 23	anté/intra JAM-27
TM 22	
TM 21	
TM 20	
TM 19	
TM 18	intra/post RAR-22
TM 17	RAR-22
TM 16	OBT-17
TM 15	TUR-15
TM 14	SEM-13
TM 13	BUC-10 / BUC-9
TM 12	BUC-9 / BUC-10
TM 11	BUC-9
TM 10	BUC-9
TM 9	ANG-7
TM 8	LIA-5 / ANG-6 / ANG-7
TM 7	LIA-4 / LIA-5
TM 6	anté/intra LIA-4
TM 5	post TRIAS 4
TM 4	TRIAS 4
TM 3	TRIAS 3
TM 2	TRIAS 2
TM 1	TRIAS 1

Chalets-Voyron 1

CV1 24	
CV1 23	intra/post RAR-22
CV1 22	RAR-22
CV1 21	
CV1 20	
CV1 19	
CV1 18	
CV1 17	
CV1 16	OBT-17
CV1 15	
CV1 14	TUR-15
CV1 13	TUR/OBT
CV1 12	TUR-14
CV1 11	TUR/OBT
CV1 10	SEM-13
CV1 9	SEM-12
CV1 8	BUC-10
CV1 7	BUC-9
CV1 6	BUC-9 / BUC-10
CV1 5	BUC-9
CV1 4	BUC-8
CV1 3	BUC-8
CV1 2	BUC-8
CV1 1	BUC-8

ÉCHELLE DE FIABILITÉ DES CORRÉLATIONS DES SURFACES D'INONDATION MAXIMUM

----- 1: Non daté - Corrélation par comptage des cycles stratigraphiques

----- 2: Non daté - Corrélation de niveaux repères locaux

----- 3: Non daté - Corrélation par encadrement biostratigraphique (zone d'...

----- 4: Daté à la zone d'ammonites / Non daté - corrélation par encadrement

----- 5: Daté à la sous-zone d'ammonites

Disans - Intervalles-temps

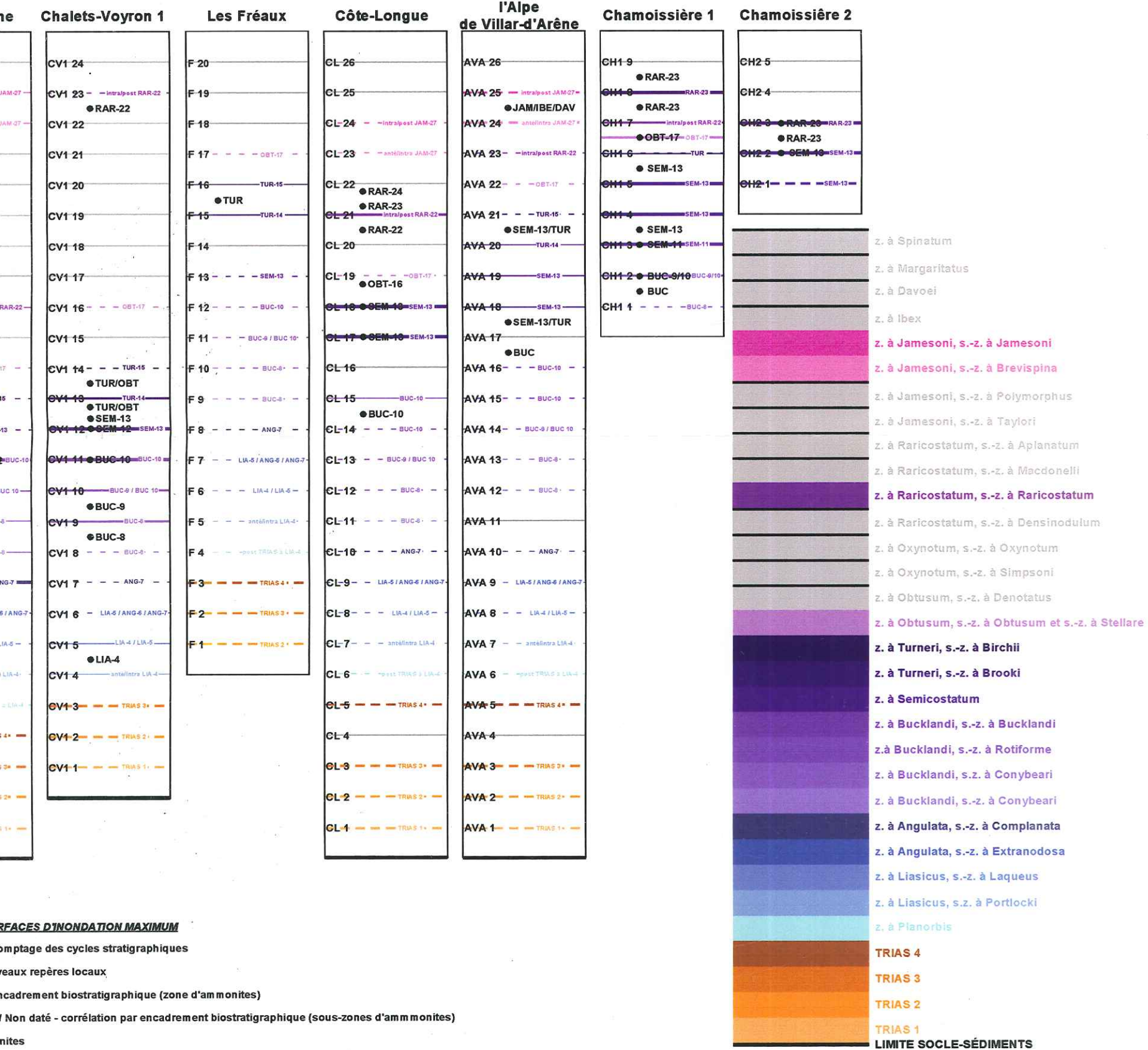
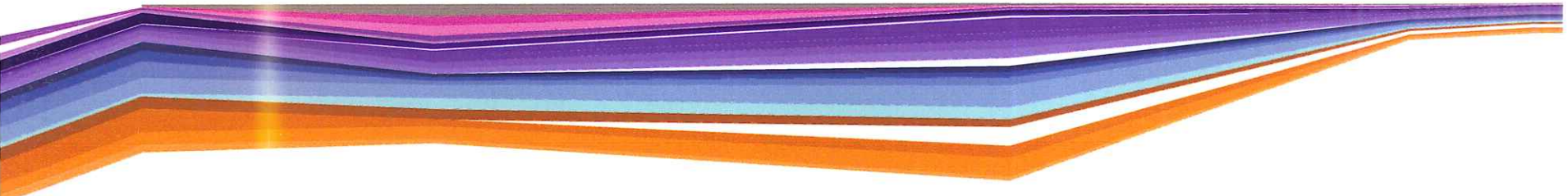
-LF-
La Grave
Les Fréaux

-CL-
La Grave
Côte-Longue

-AVA-
Haute-Romanche
l'Alpe de Villar-d'Arène

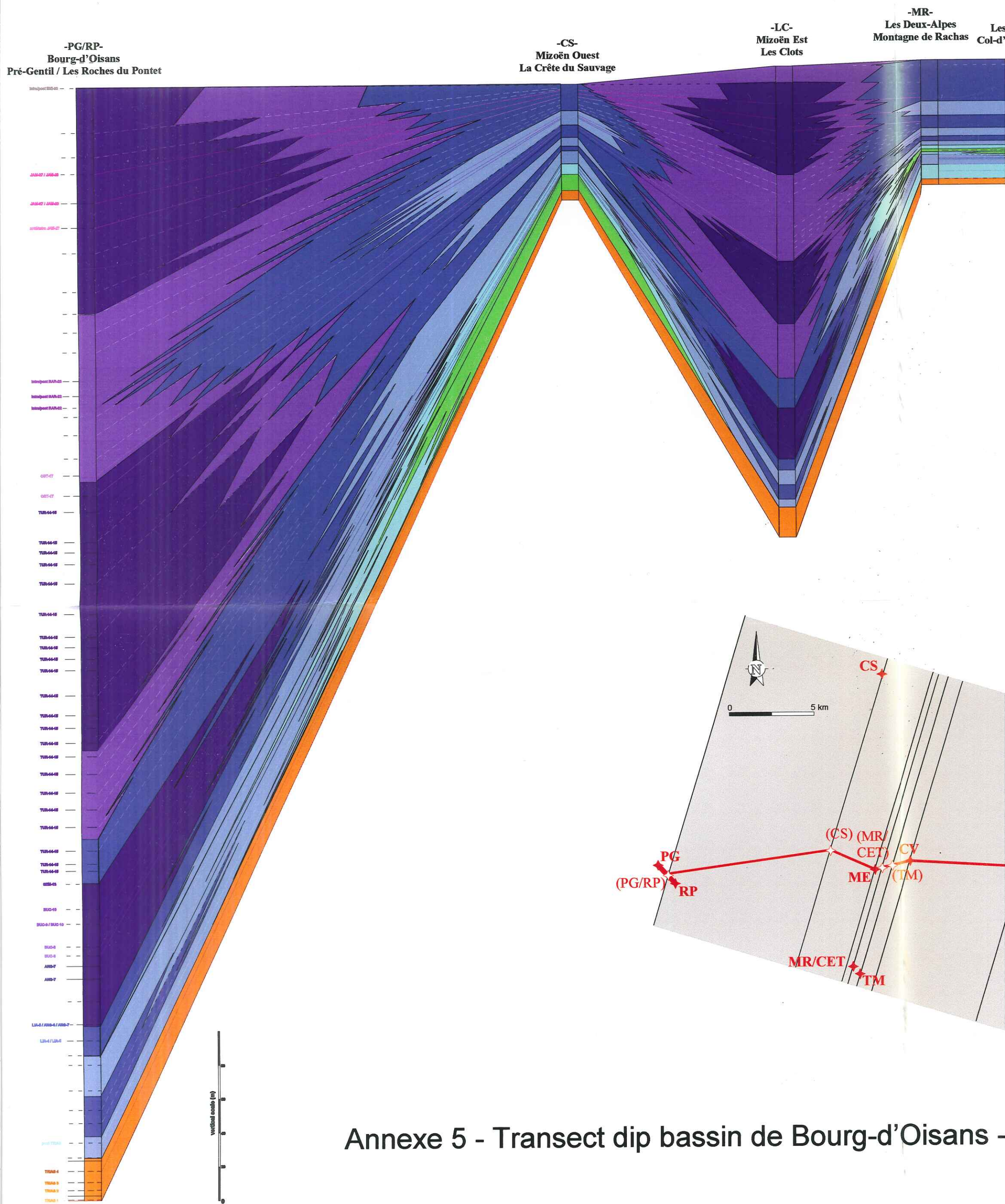
-Ch-
Haute-Romanche
Chamoissière1

-Ch-
Haute-Romanche
Chamoissière2

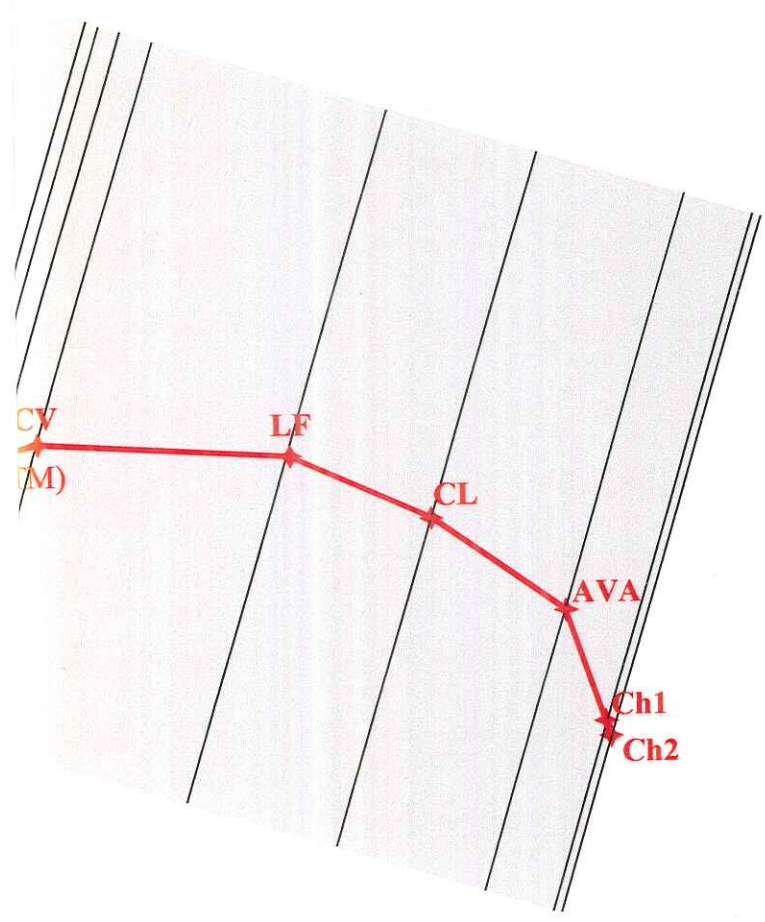
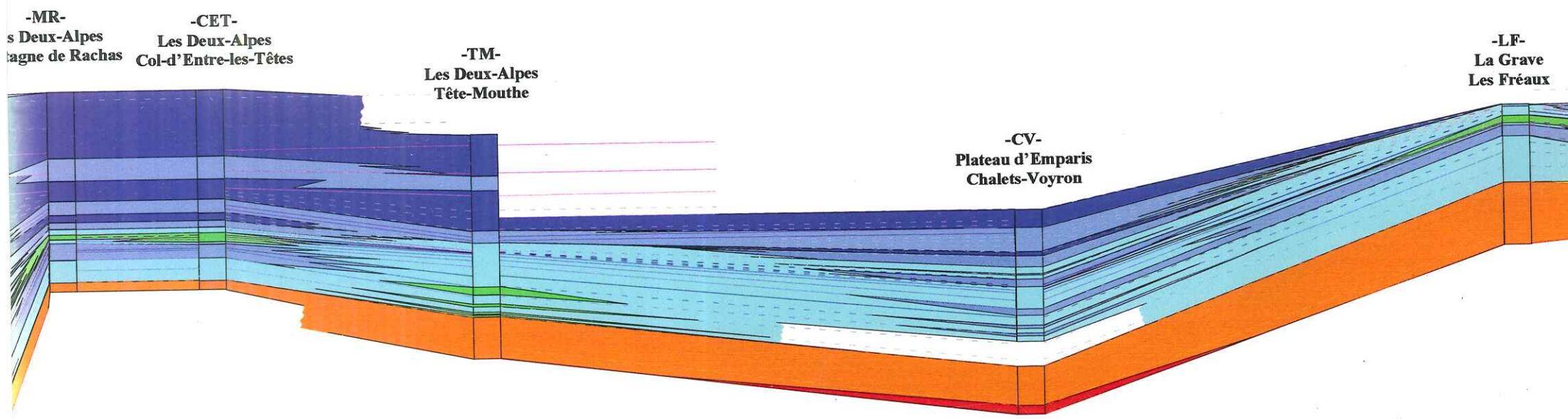


FRACAS D'INONDATION MAXIMUM
 comptage des cycles stratigraphiques
 repères locaux
 encadrement biostratigraphique (zone d'ammonites)
 Non daté - corrélation par encadrement biostratigraphique (sous-zones d'ammonites)
 ammonites

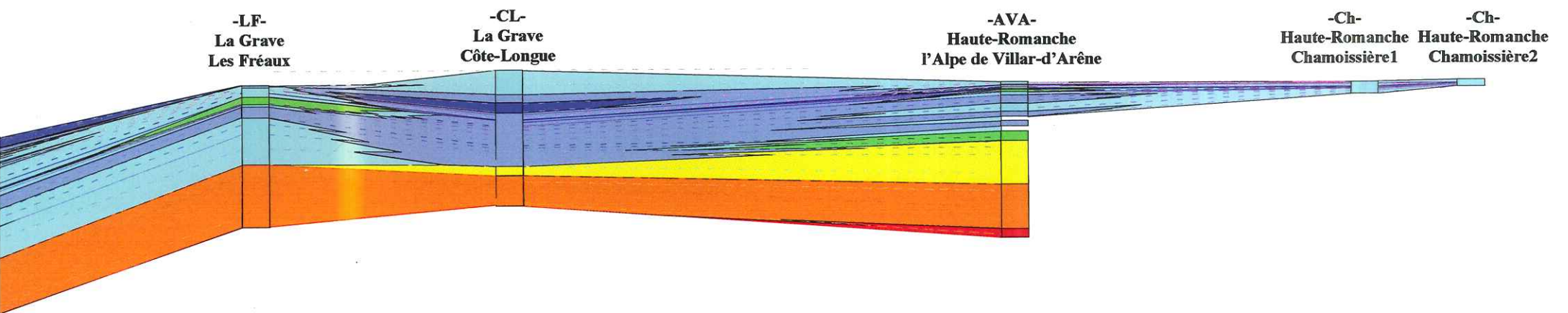
ANNEXE 5



Annexe 5 - Transect dip bassin de Bourg-d'Oisans -



Oisans - Répartition spatiale des environnements de dépôt



Légende couleur des environnements de dépôt

- Continental détritique - Cône alluvial et système fluviale en tresses**
- Sabkha dolomitique et évaporitique**
- Domaine marin protégé supratidal à subtidal supérieur**
- Domaine marin ouvert - Shoreface**
- Domaine marin ouvert - Offshore supérieur proximal**
- Domaine marin ouvert - Offshore supérieur médian**
- Domaine marin ouvert - Offshore supérieur distal**
- Domaine marin ouvert - Transition Offshore supérieur / Offshore inférieur**
- Domaine marin ouvert - Offshore inférieur (carbonates présents)**
- Domaine marin ouvert - Offshore inférieur (carbonates absents)**

ANNEXE 6

Détermination des états de contraintes

Notions d'état de contraintes

Un volume de roche quelconque se déforme sous l'action d'un état de contraintes correspondant à l'ensemble des contraintes résolues ou appliquées en un point. Il se représente par un ellipsoïde des contraintes dont les axes définissent trois contraintes différentes (Blès & Feuga, 1981 ; Nicolas, 1988) :

- σ_3 : contrainte minimale compressive,
- σ_2 : contrainte intermédiaire compressive,
- σ_1 : contrainte maximale compressive.

avec $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$

L'état de déformation d'un objet s'exprime donc par un ellipsoïde de déformation dont les trois axes X, Y et Z, perpendiculaires entre eux, correspondent aux directions principales de déformation (Arthaud & Mattauer, 1969 ; Blès, 1981 ; Nicolas, 1988), avec :

- X : direction d'allongement,
- Y : direction intermédiaire,
- Z : direction de raccourcissement.

Les modalités de la rupture

La contrainte maximale compressive σ_1 est décomposée sur un plan de faille suivant σ_n (contrainte normale) et τ_n (contrainte cisailante) (Fig. A6.1).

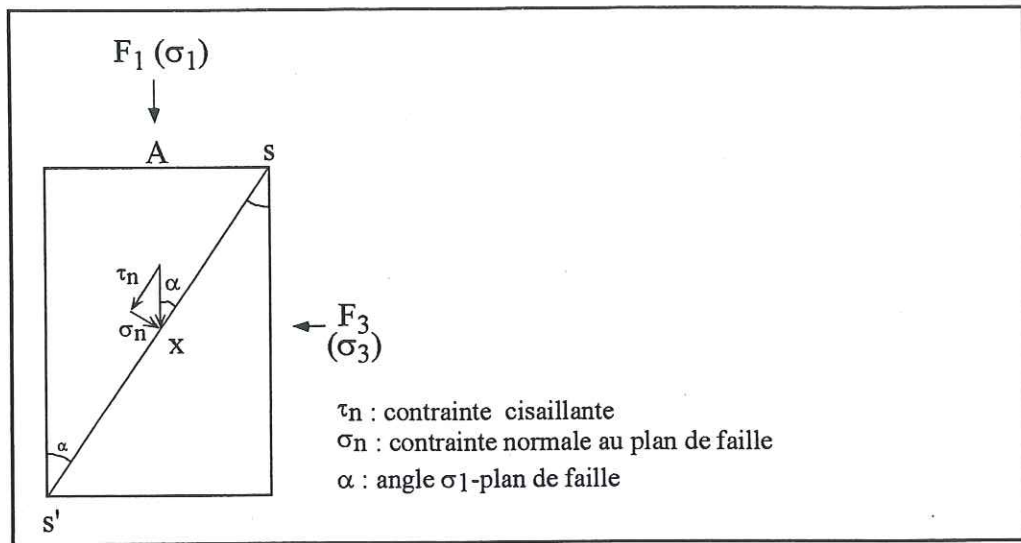


Fig. A6.1 - Décomposition dans le plan perpendiculaire à s_2 de la force (F_1) et des contraintes en un point X d'une surface SS' quelconque (d'après Nicolas, 1984 - modifié).

Tout état de contraintes peut être représenté sur un diagramme de Mohr (Fig. A6.2) par le cercle admettant pour diamètre la valeur de $\sigma_1 - \sigma_3$. La rupture est exprimée par le plan de fracture représenté par le point A sur le cercle de Mohr et définit par les valeurs de σ_n et de τ_n . Pour qu'il y ait activation du plan de faille, il faut que τ_n soit le plus grand possible et σ_n le plus petit possible. En effet, le point A se situe sur la courbe de néorupture du cercle de Mohr, alors que le point B, correspondant à la valeur la plus grande de σ_n , se situe dans le domaine de stabilité.

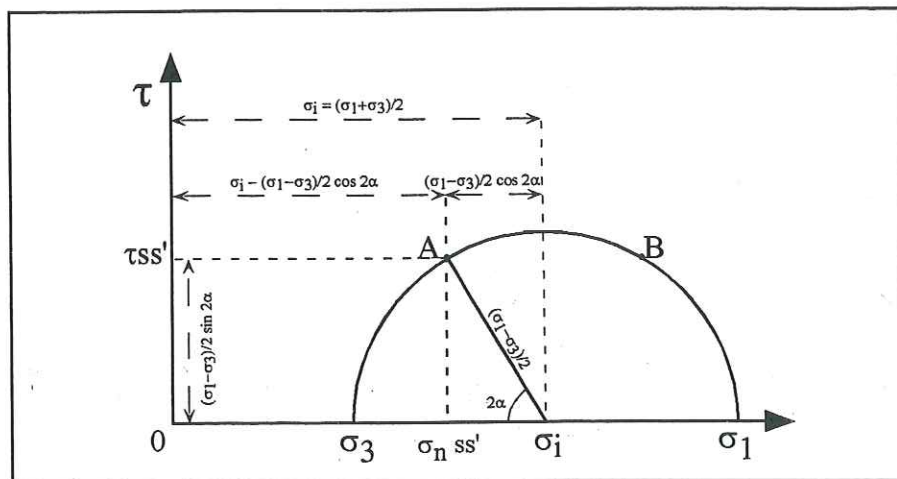


Fig. A6.2 - représentation des contraintes sur diagramme de Mohr (d'après Nicolas, 1984 - modifié)

Un point situé sur le cercle de Mohr exprime donc les conditions physiques de la déformation, c'est-à-dire le point de rupture.

Les essais de rupture prenant en compte différentes valeurs de σ_1 et σ_3 définissent l'enveloppe de Mohr (ou courbe intrinsèque) qui définit les domaines de stabilité et d'instabilité d'un échantillon (Fig. A6.3).

Dans certaines conditions proches de la surface, lorsque les pressions de confinement sont faibles, la courbe intrinsèque est une droite définie par le critère de rupture de Mohr-Coulomb (Fig. A6.3) :

$$\tau = CO + \sigma_n (\tan \phi)$$

τ : contrainte cisillante

σ_n : contrainte compressive

ϕ : angle de frottement interne (angle complémentaire de 2α)

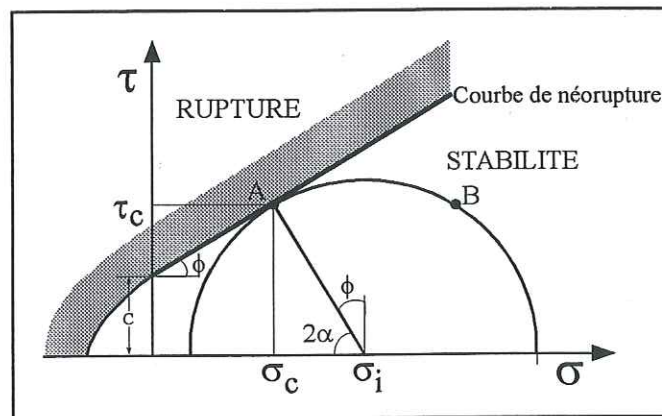


Fig. A6.3 - Conditions critiques pour la rupture dans le diagramme de Mohr (d'après Nicolas, 1984 - modifié), la courbe sépare un champ de rupture d'une zone de non déformation ou domaine de stabilité, le trait gras souligne le domaine d'application du critère de néorupture de Mohr-Coulomb.

Relation état de contraintes - failles

La géométrie des failles étant étroitement liée au régime des contraintes, la strie portée par le plan de faille est assimilée à la contrainte tangentielle τ résolue sur ce plan [Anderson, 1951 ; Wallace, 1951].

Bott (*in* Etchecopar, 1984) montre l'existence d'une relation directe entre tenseur de contraintes et orientation de la strie (Fig. A6.4). La strie dépend de quatre paramètres qui sont les angles d'Euler (Ψ , θ , ϕ) et le rapport R avec :

$$R = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3) ; 0 \leq R \leq 1$$

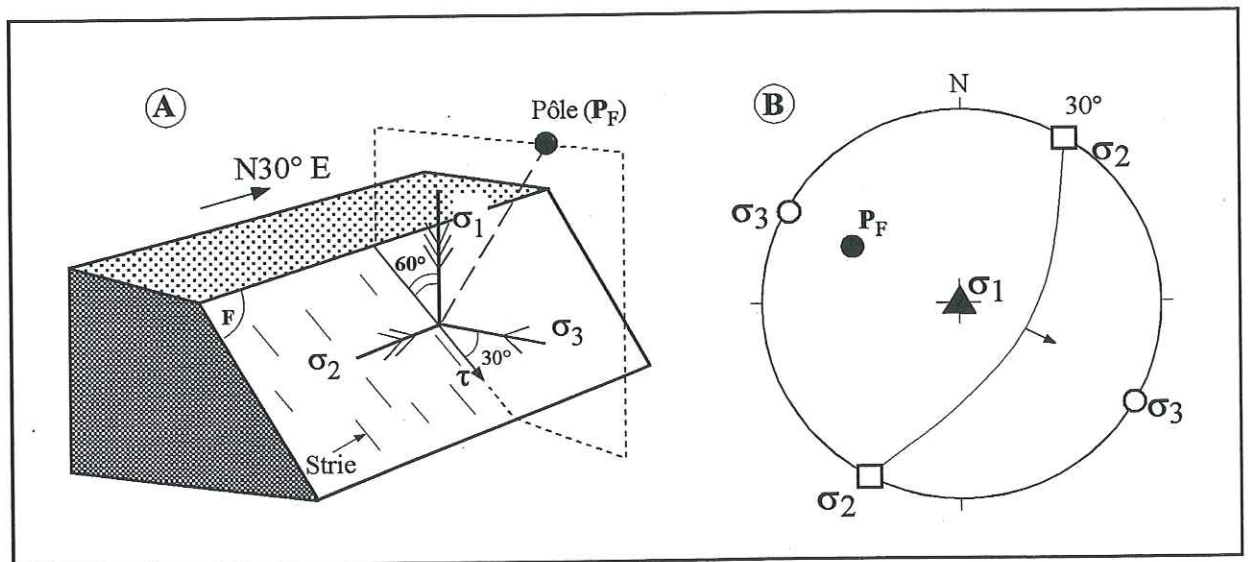


Fig. A6.4 - Relation entre tenseur de contraintes et orientation de la strie (d'après Bott, *in* Etchecopar, 1984 - modifié). (A) - Situation des contraintes optimales par rapport au plan de faille (F). (B) - Projection sur diagramme de Schmidt (demi-sphère inférieure) du plan de faille (F) et des axes de contraintes optimales (s_1 , s_2 , s_3). P_F : pôle du plan de faille.

La valeur de R permet de déterminer la forme de l'ellipsoïde des contraintes. À un état de contraintes correspond un régime de déformation précis. Trois régimes tectoniques principaux représentés par trois tenseurs de contraintes différents sont définis (Fig. A6.5) :

- tenseur compressif : σ_1 horizontal et σ_3 vertical,
- tenseur distensif : σ_1 vertical et σ_3 horizontal,
- tenseur décrochant : σ_1 et σ_3 horizontaux.

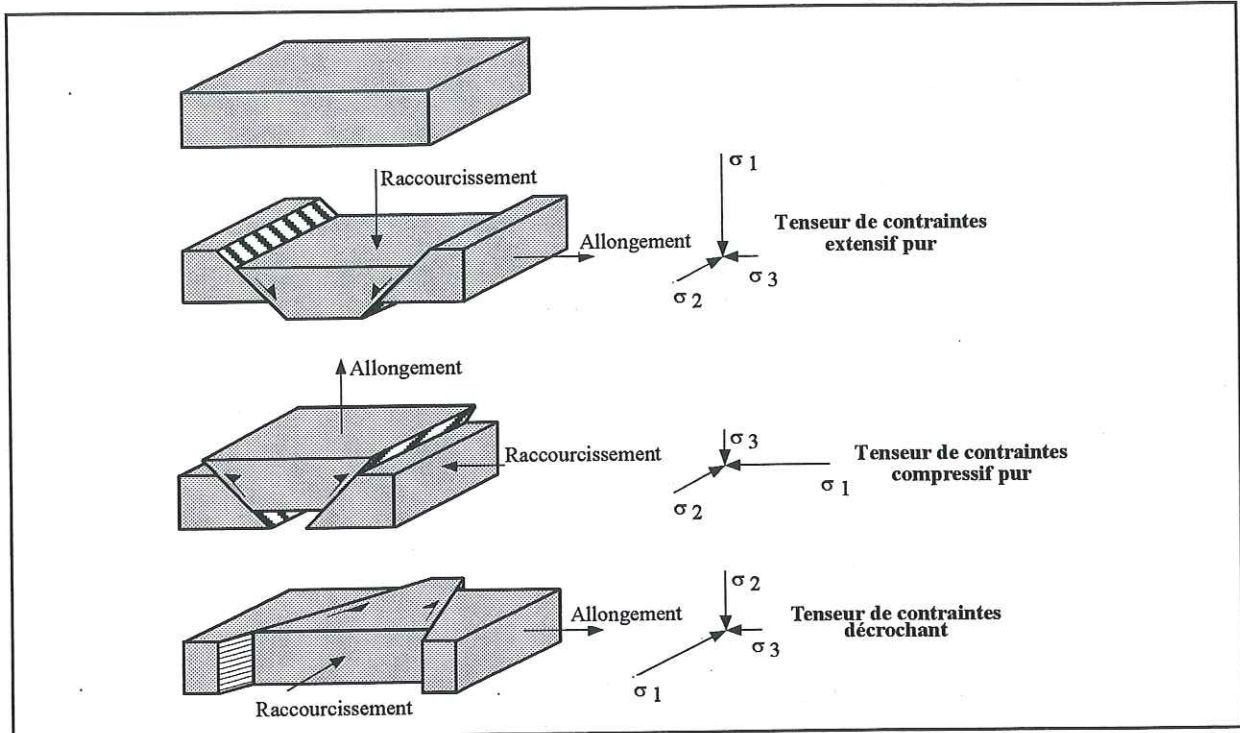


Fig. A6.5 - Les trois régimes de déformation principales et les tenseurs de contraintes correspondants : 1 - déformation extensive, 2 - Déformation compressive, 3 - Déformation décrochante (d'après Blés et Feuga, 1981 - modifié).

Plusieurs auteurs ont proposé une classification des états de contraintes, combinant différentes orientations des contraintes σ_1 , σ_2 et σ_3 avec différentes valeurs du rapport R (Guiraud, 1989 ; Ritz, 1991).

Sept états de contraintes principaux sont distingués (Fig. A6.6).

- 1 - État de contraintes compressif pur : $R=0,5$; $\sigma_v=\sigma_3$ et $\sigma_h=\sigma_1$. Les failles ont une direction perpendiculaire à la contrainte horizontale σ_1 .
- 2 - État de contraintes distensif pur : $R=0,5$; $\sigma_v=\sigma_1$ et $\sigma_h=\sigma_3$. Les failles sont orientées perpendiculairement à la contrainte horizontale σ_3 .
- 3 - État de contraintes décrochant pur : $R=0,5$; $\sigma_v=\sigma_2$ et σ_1 et σ_3 sont horizontales. Les failles correspondent à des décrochements conjugués dont les dièdres aigus et obtus admettent respectivement pour bissectrices les contraintes σ_1 et σ_3 .

4 - État de contraintes compressif radial : $R=1$; $\sigma_2=\sigma_3$. La déformation est dite constrictive, elle est caractérisée par des failles inverses organisées en zone autour de la contrainte uniaxiale verticale σ_3 .

5 - État de contraintes extensif radial : $R=0$; $\sigma_2=\sigma_3$. La contrainte principale σ_1 verticale correspond à un axe de révolution ; les failles normales sont disposées en zone autour de σ_1 .

6 - État de contraintes décrochant extensif : $R=1$; $\sigma_1=\sigma_2$. La déformation est transtensive ou décrochante extensive, elle associe décrochements et failles normales.

7 - État de contraintes décrochant compressif : $R=0$; $\sigma_v=\sigma_2=\sigma_3$. La déformation transpressive associe failles inverses dont l'azimut fait un angle de 90° avec σ_1 , décrochements inverses et décrochements.

σ_w \ R	R = 0 $\sigma_2 = \sigma_3$	R = 0,5 $\sigma_2 = \sigma_1 + \sigma_3/2$	R = 1 $\sigma_2 = \sigma_1$
$\sigma_w = \sigma_3$	<p>① Dérochant compressif</p>	<p>② Compressif pur</p>	<p>③ Compressif radial</p>
$\sigma_w = \sigma_1$	<p>④ Extensif radial</p>	<p>⑤ Extensif pur</p>	<p>⑥ Dérochant extensif</p>
$\sigma_w = \sigma_2$	<p>⑦ Dérochant compressif</p>	<p>⑧ Dérochant pur</p>	<p>⑨ Dérochant extensif</p>

Figure A6.6 - Classification des différents états de contraintes et géométrie de blocs faillés caractérisant les différents régimes de déformations associées (Guiraud et al., 1990 - modifié).

Ritz (1991) propose une classification comparable mais avec un champ plus large de valeurs de R (Fig. A6.7). La représentation symbolique du régime de contraintes sous forme de pastilles sera employée ici.

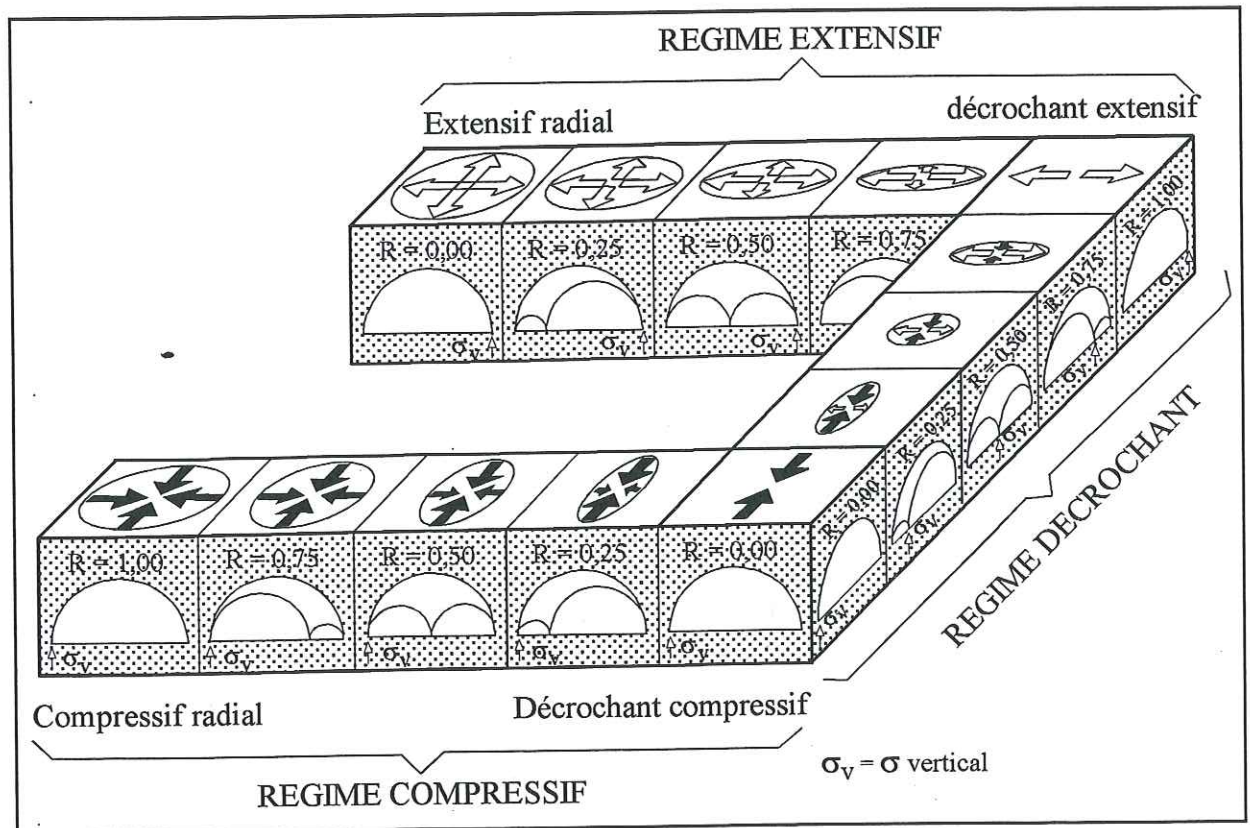


Fig. A6.7 - Classification des différents types de tenseurs de contraintes et représentation symbolique sous forme de pastilles (d'après Ritz, 1991 - modifié).

Reconstitution des états de paléocontraintes

Les mesures effectuées au niveau d'un affleurement correspondent à (1) la direction du plan de microfaille, (2) son pendage avec le secteur angulaire du plongement du plan, (3) le pitch de la strie avec le secteur angulaire de plongement du pitch et (4) le mouvement de la faille.

La méthode automatique de calcul des paléocontraintes (Etchecopar *et al.*, 1981 ; Etchecopar, 1984), fondée sur le principe de Bott (1959), permet la subdivision de la

population initiale (N) de stries en différents ensembles de stries (N_1, N_2, \dots) correspondant à des tenseurs de paléocontraintes (T_1, T_2, \dots) différents.

Les résultats obtenus pour chaque station de mesure sont les suivant.

- Nombre de données prises en compte = N%.
- Caractéristiques du tenseur moyen calculé :

σ_1, σ_2 et σ_3 (azimut et pendage) ;

$$R = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3). (0 \leq R \leq 1)$$

- Histogramme des écarts angulaires entre stries mesurées et stries calculées ; l'axe des abscisses correspond aux écarts entre stries mesurées et contraintes tangentielles mesurées, l'axe des ordonnées correspond au nombre de mesures.

L'allure de l'histogramme permet de déterminer la validité de la solution calculée. Pour être fiable, l'histogramme de fréquences doit présenter un pic important pour de faibles écarts angulaires.

Le nombre de pics est généralement en relation avec le nombre de tenseurs séparés.

- L'écart moyen renseigne sur la vraisemblance de la solution calculée, il doit être inférieur à 10 degrés.
- La représentation sur cercle de Mohr indique la fiabilité mécanique de la solution ; celle-ci doit présenter des valeurs de τ/σ_n fortes.
- La représentation sur diagramme de Schmidt (demi-sphère inférieure) permet la visualisation des axes du tenseur de contraintes calculé.

Application au secteur de Bourg-d'Oisans

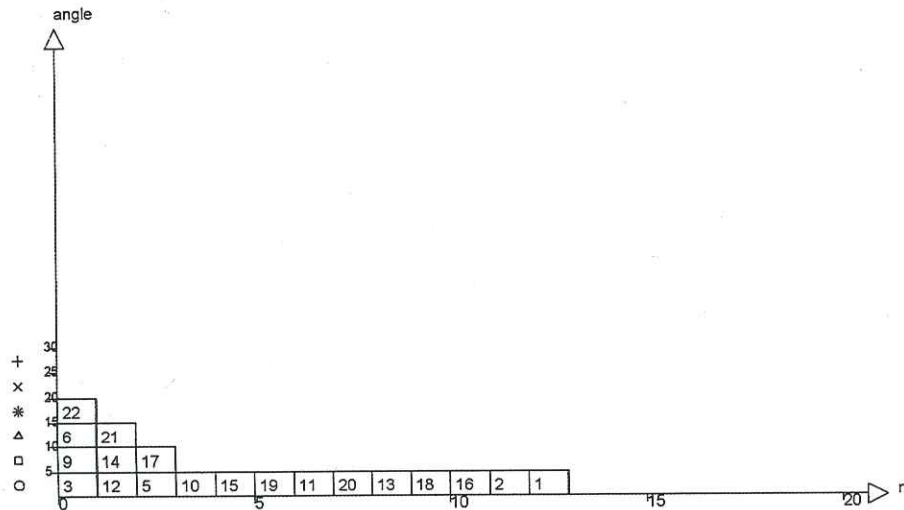
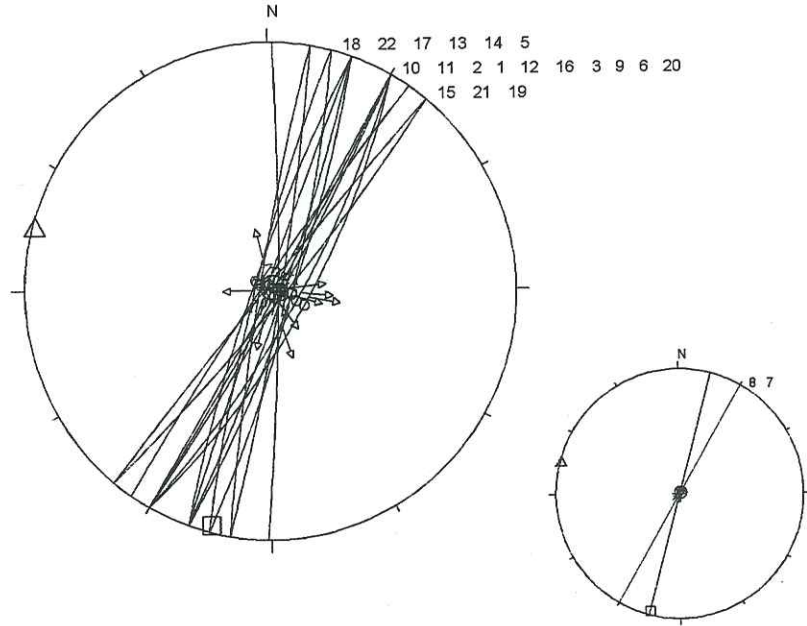
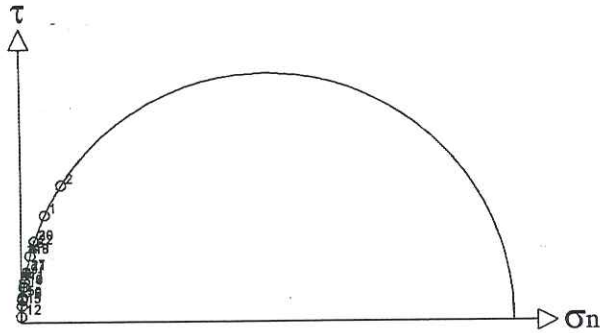
Trois sites ont été traités par la méthode décrite ci-dessus. Deux sont situés le long de la faille d'Ornon, le troisième correspond à des mesures réalisées sur la faille des Clots qui limite à l'Est le demi-graben de Mizoën.

Ces trois sites caractérisent des processus de déformation évolués (déformation focalisée). Ils montrent une direction principale de la contrainte minimale compressive σ_3 orientée N090°E à N110°E. Toutefois, ces résultats sont à considérer avec précaution, les rapports R étant égaux ou proches de 0. Ce phénomène est certainement à mettre en relation avec les contraintes compressives alpines qui se sont surimposées ultérieurement aux déformations téthysiennes.

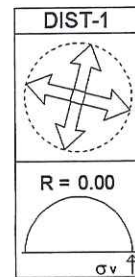
Les résultats des traitements microtectoniques sont présentés sur les figures suivantes.

Station La Chalp de Chantelouve

○ $\sigma_1=39.2$ 88.2 □ $\sigma_2=194.7$ 1.6 △ $\sigma_3=284.7$ 0.7 R=.00



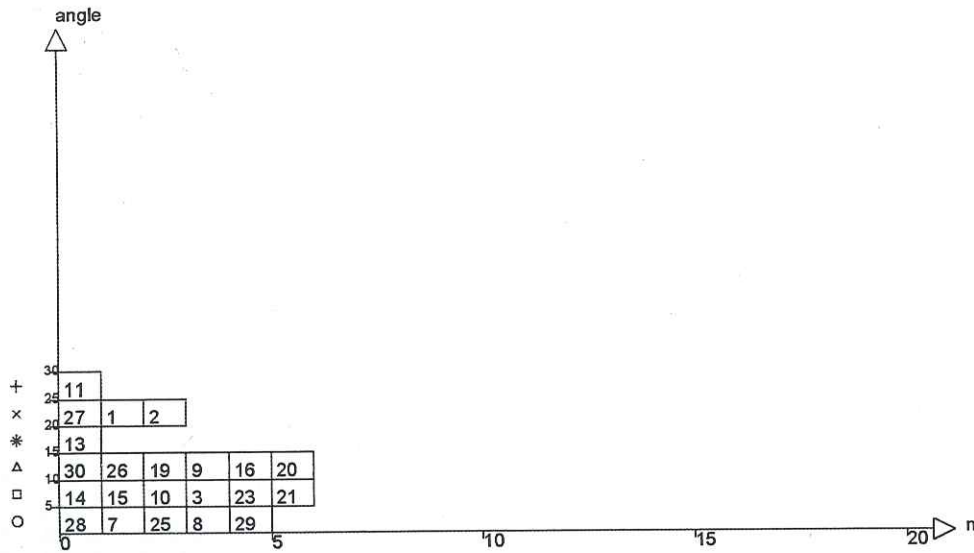
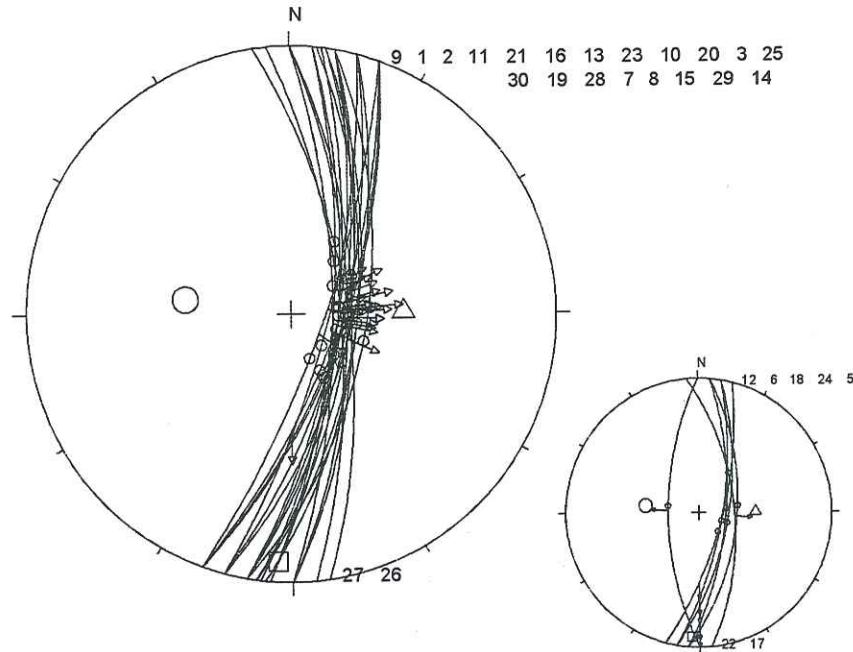
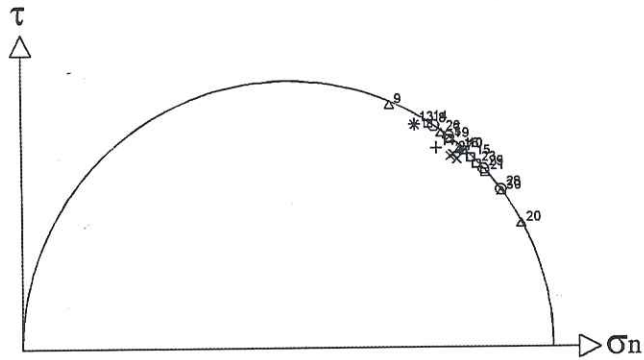
Tenseur de contraintes distensif radial



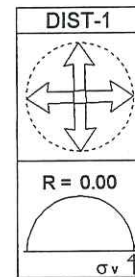
19 mes

Station Col d'Ornon 1

○ $\sigma_1=278.0$ 46.0 □ $\sigma_2=183.3$ 4.5 △ $\sigma_3=89.0$ 44.0 R=.00

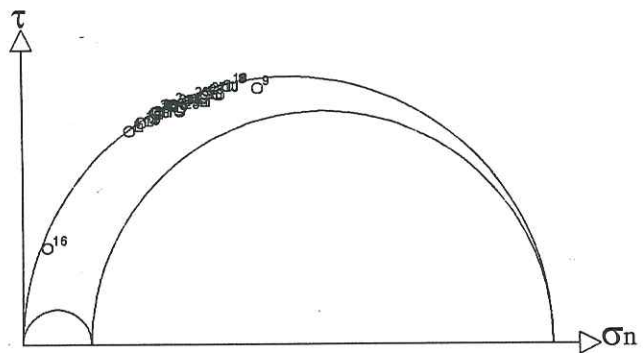


Tenseur de contraintes distensif radial

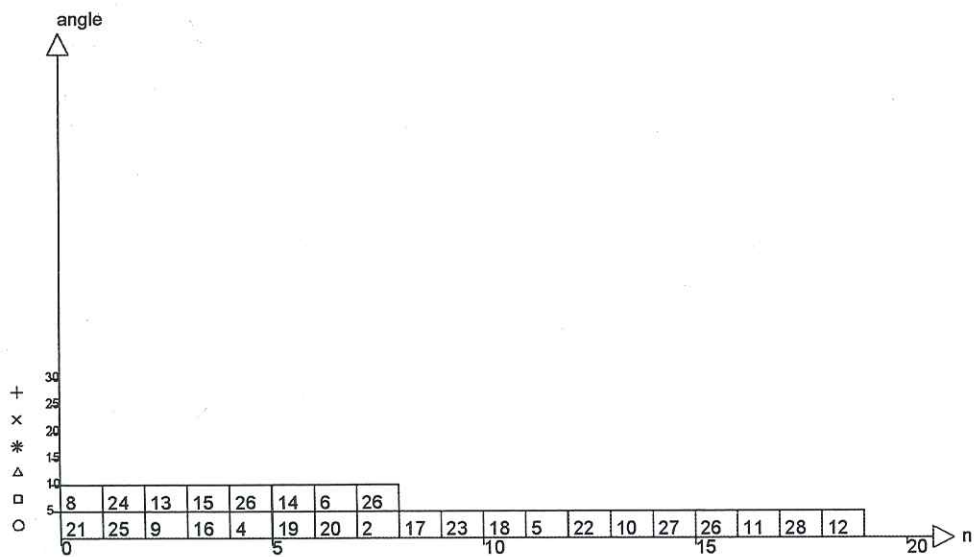
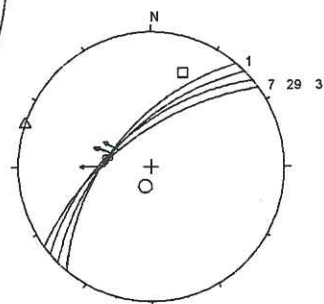
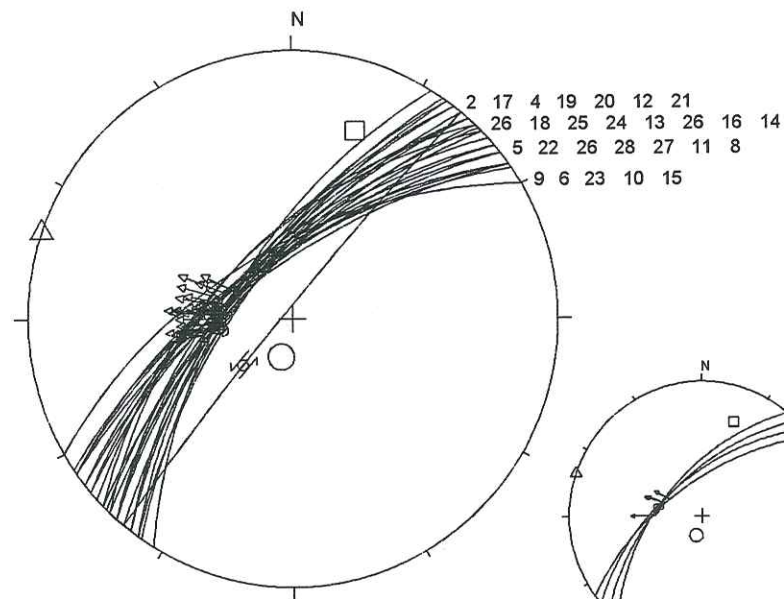


20

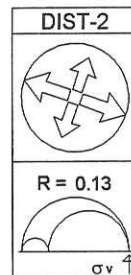
Station des Clots 1



$\bigcirc \sigma_1=197.0 \ 73.0$
 $\square \sigma_2= 19.0 \ 17.0$
 $\triangle \sigma_3=289.0 \cdot 0.0$
 $R= .13$



Tenseur de contraintes distensif radial



27

