

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا للعلوم والبحر وتهيئة الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Département Formation Préparatoire en Science de la Mer (F.P.S.M)

Cours

Géologie Marine

FERNANE Lounes

Enseignant chercheur- MCB

0556417434

lounes.fernane@enssmal.edu.dz

Année Universitaire 2024-2025

Avant-propos

Ce polycopié de cours est proposé aux étudiants de deuxième année du premier cycle Formation Préparatoire en Science de la Mer (2^{ème} F.P.S.M) de l'école nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral (ENSSMAL). Le cours présenté dans ce document aborde les quatre principaux chapitres de la matière (Module) Géologie Marine à savoir :

- A. Chapitre I : Introduction à la géologie Marine : dans ce chapitre on aborde l'histoire de la géologie marine (bref synthèse sur l'origine de géologie marine) c'est quoi la géologie marine, le but (objectifs) de la géologie marine, le rôle du géologue marins, la différence entre la géologie marine et l'océanographie, comprendre l'origine des océans et des Mers.*
- B. Chapitre II : Notion de géomorphologie marine et littoral, dans lequel on traite l'aspect morphologique des zones côtières on définit les différents types de côtes selon sa morphologie et aussi on fait une description de la morphologie sous-marines.*
- C. Chapitre III : Description morphologique de la marge Algérienne, dans ce chapitre on définit la morphologie de la marge Algérienne d'Est en Ouest, l'accent est mis aussi sur le rôle de la tectonique compressive dans le modelage de la marge Algérienne.*
- D. Chapitre IV : Mécanismes de l'érosion côtière, dans lequel on traite beaucoup plus le rôle de la mer (vagues) dans le modelage des zones côtières et aussi détaillé les mécanismes de l'érosion côtières.*

Chapitre 1 : Introduction à la géologie marine

❖ Définition

La géologie marine est l'étude des processus et des caractéristiques géologiques qui se produisent dans l'océan et le long du plancher océanique. Elle comprend l'exploration et l'analyse de la formation et de la composition du plancher océanique, la distribution des sédiments, l'évolution du plancher océanique et des continents.

La géologie marine est la discipline qui vise à décrire et à expliquer la formation des marges continentales et leur évolution dans le temps et l'espace.

La géologie marine est la science qui étudie la formation et l'évolution des reliefs côtiers (plages, dunes, falaises).

Elle comprend plusieurs domaines parmi lesquels les principaux sont la **minéralogie** (étude des minéraux), la **paléontologie** (étude des fossiles), la **sédimentologie** (étude des dépôts sédimentaires), la **pétrologie** (étude des roches), la **géomorphologie** (étude des formes du relief), la géochimie (étude de la chimie des roches), la **tectonique** (étude des déformations de l'écorce).

❖ Pourquoi la géologie marine est-elle importante ?

Car elle fournit des informations cruciales sur les processus géologiques qui façonnent notre planète et influencent le climat. Voici quelques raisons pour lesquelles les géologues marins s'intéressent à la géologie marine :

- 1) **Comprendre l'histoire de la Terre** : Les géologues marins étudient les sédiments et les roches des fonds marins afin de reconstituer l'histoire de la Terre. L'analyse de ces matériaux leur permet de mieux comprendre l'évolution des continents, le mouvement des plaques tectoniques et la formation de la croûte terrestre.
- 2) **Les fonds marins recèlent de nombreuses ressources** : notamment le pétrole, le gaz, les minéraux et les métaux. Les géologues jouent un rôle essentiel dans l'identification et l'évaluation de ces ressources, qui peuvent être utilisées pour alimenter l'économie et soutenir notre mode de vie moderne.
- 3) **Prévoir les risques naturels** : Les géologues marins étudient le comportement de la croûte terrestre, notamment les tremblements de terre et les tsunamis, afin d'aider à prévoir les catastrophes naturelles et à s'y préparer ; ces informations sont essentielles pour protéger les communautés et les infrastructures côtières.

- 4) **Protéger l'environnement** : Les géologues marins s'intéressent également à l'impact des activités humaines sur l'environnement marin. En étudiant les fonds marins et leurs écosystèmes, ils peuvent nous aider à mieux protéger l'océan et ses ressources dans leur ensemble. Les géologues marins jouent un rôle crucial dans la compréhension et la gestion des ressources de notre planète et dans la protection de notre environnement.

Philip Kuenen (1958) disait « Pas de géologie sans la géologie marine ». La plupart des roches sédimentaires qu'on retrouve sur terre ont été déposées dans des environnements marins.

❖ **Quel est le champ d'application de la géologie marine ?**

Voici quelques exemples du champ d'application de la géologie marine :

1. **Etude de la morphologie des fonds marins** : Les géologues marins étudient la forme et les caractéristiques des fonds marins, tels que les montagnes sous-marines, les fosses et les crêtes. Ces recherches peuvent nous aider à comprendre l'activité tectonique et l'histoire de la croûte terrestre.
2. **Sédimentologie** : les fonds marins sont recouverts de couches de sédiments, que les géologues marins étudient pour comprendre les environnements océaniques passés et présents. Ils utilisent des techniques telles que le carottage pour analyser les couches sédimentaires et comprendre l'évolution des conditions océaniques au fil du temps.
3. **Ressources minérales et énergétiques** : Les fonds marins sont une source potentielle de minéraux et de ressources énergétiques telles que le pétrole et le gaz. Les géologues marins étudient et identifient les zones susceptibles de contenir ces ressources et d'évaluer la faisabilité de leur extraction.
4. **Processus côtiers** : Les géologues marins étudient les interactions entre l'océan et la terre, notamment l'érosion côtière, le transport des sédiments et les ondes de tempête. Ces recherches sont importantes pour la protection des communautés et des infrastructures côtières.
5. **Changement climatique** : l'océan joue un rôle crucial dans la régulation du climat de la Terre, et les géologues marins étudient l'interaction entre l'océan et l'atmosphère pour comprendre comment les changements dans un système peuvent affecter l'autre dans son ensemble.

❖ **Quelle est la différence entre la géologie marine et l'océanographie ?**

La géologie marine et l'océanographie sont deux domaines d'étude liés mais distincts. Bien que ces deux disciplines s'intéressent à l'océan, elles ont des domaines d'intérêt et de recherche différents.

La **géologie marine** est l'étude des processus géologiques et des caractéristiques des fonds marins, la sédimentation, la formation de la croûte océanique, la tectonique, les ressources minérales et les processus côtiers. L'accent est mis sur la compréhension de l'histoire géologique de l'océan et de son impact sur la croûte terrestre.

L'océanographie, quant à elle, est l'étude des aspects physiques, chimiques et biologiques de l'océan ; elle implique l'exploration et l'analyse des courants océaniques, les vagues, les marées, la salinité, la température et la vie marine. Les océanographes étudient la circulation océanique, le climat et les écosystèmes marins.

Marges continentales

❖ **Définition**

Une **marge continentale**, qu'elle soit **passive** ou **active**, représente la bordure immergée d'un continent qui assure la transition vers le domaine océanique adjacent, marquée par un amincissement crustal progressif de la croûte continentale vers l'océan. Elle peut à ce titre être considérée comme la zone intermédiaire entre deux domaines crustaux d'âge, de nature, et d'épaisseurs différents.

Elles peuvent aussi bien représenter des limites de plaques (marges actives) ou le passage progressif intra-plaque entre les domaines continentaux et océaniques (marges passives).

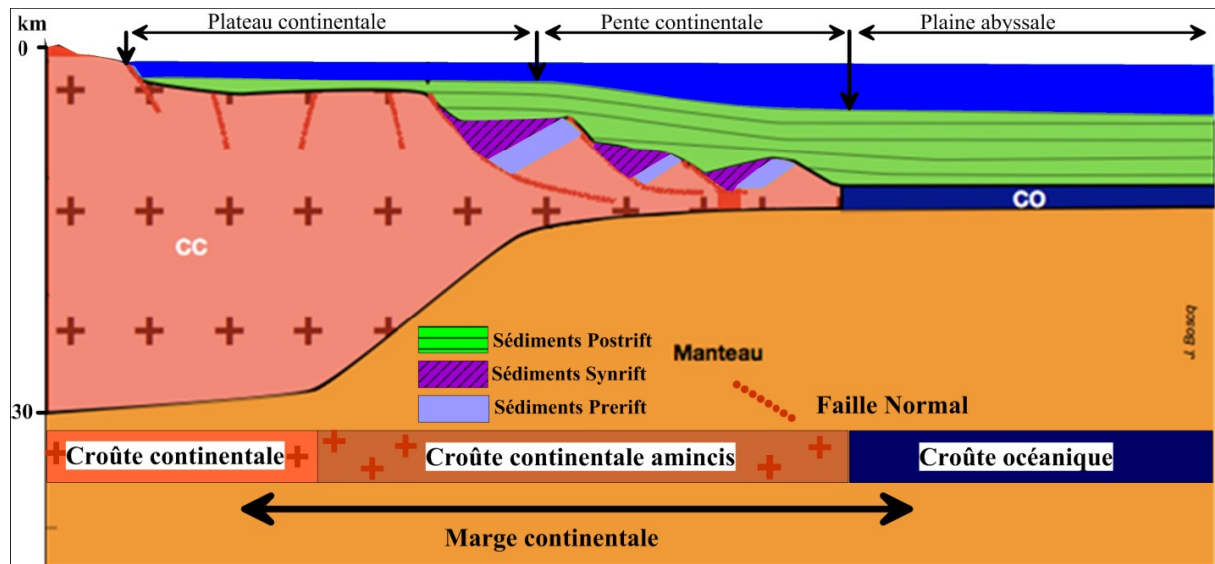


Figure 1: Coupe schématique de la morphologie d'une marge continentale passive (Bourque, 2006)

❖ **Quelle est la différence entre une marge passive et active du point de vue morphologique ?**

1. Les marges passives:

Dites aussi stables ou conservatives, puisque tout le matériel sédimentaire amené du continent par les fleuves reste sur place.

Dans la majorité des cas, celles-ci sont marquées par un plateau continental large de 70 à 80 km en moyenne, mais pouvant dépasser plusieurs centaines de kilomètres (>350 km au large de l'Argentine). Le plateau est situé à une profondeur inférieure à 180 m. Au delà, la marge est caractérisée par une rupture de pente localisée souvent entre 180 et 200 m de profondeur à partir de laquelle débute la pente (ou talus) continentale, de pendage moyen de 3 à 5°.

La pente continentale se termine par le glacis, le long duquel le pendage s'adoucit, à une profondeur moyenne de 3000 à 4000 m. Les profondeurs les plus élevées sont atteintes dans les plaines abyssales pratiquement horizontales, au delà de 4000 m de profondeur situées à l'aplomb de la croûte océanique.

2. Les marges actives

Les marges actives, limitées entre deux plaques convergentes enregistrent des déformations liées à la subduction et par conséquent présentent une morphologie plus complexe que celle des marges passives. À terre, elles sont caractérisées par la présence d'un arc volcanique, et celle d'un bassin avant-arc alimenté par l'érosion des reliefs terrestres.

Le bassin avant-arc n'est pas seulement présent à terre, mais également en mer. En mer, la marge présente un plateau continental de largeur variable (Etroit), menant à la pente continentale.

La profondeur de la rupture de pente du plateau peut être équivalente à celle sur une marge passive (120-180 m), mais également plus profonde, en fonction du contexte tectonique régional. La pente continentale aboutit à la fosse de subduction dont la profondeur peut atteindre ~11 000 m dans le cas des la fosse des Mariannes.

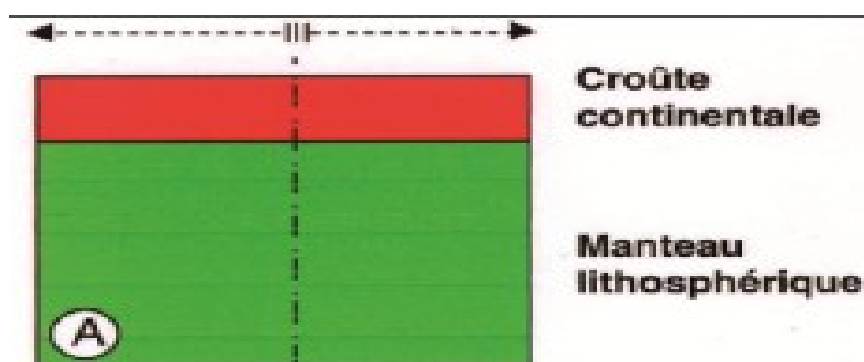
Cependant dans la littérature il existe aussi d'autres type de marges, tel que: les **marges transformantes** comme la marge du Côte-d'Ivoire Ghana ,des **marges obliques** comme la marge du Golfe d'Aden , des **marges de bassin Arrière-arc** comme la marge de la Mer du Japon.

❖ La formation des marges continentales passives

Les marges continentales passives résultent de la dislocation d'une masse continentale soumise à des forces extensives (**le rifting**), par amincissement lithosphérique, suivi de la rupture continentale (**le breakup**) et de l'accrétion océanique à l'axe du rift. Le moteur de cette extension trouve son origine dans la **dynamique des plaques tectoniques**, et les **courants de convection asthénosphériques**.

Succinctement, les trois principaux stades d'évolution d'un rift jusqu'à la formation des marges passives en extension sont :

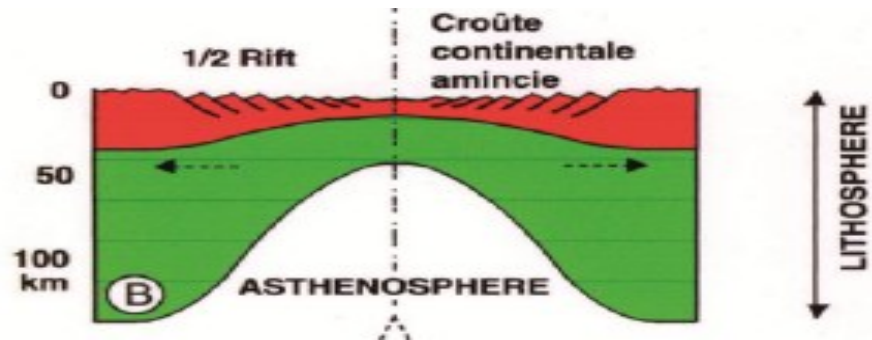
1. La lithosphère d'épaisseur normale est soumise à des contraintes extensives



Les Flèches indiquent le Mvt des forces extensives

2. L'amincissement de la lithosphère associé à la remontée et éventuellement la fusion partielle du manteau lithosphérique et de l'asthénosphère. L'extension est

accommodée par des failles normales délimitant des blocs basculés dans la partie fragile.



3. Une fois le rifting atteint la rupture lithosphérique, une croûte océanique est accrétée au niveau de l'axe du rift, et deux marges conjuguées se forment.

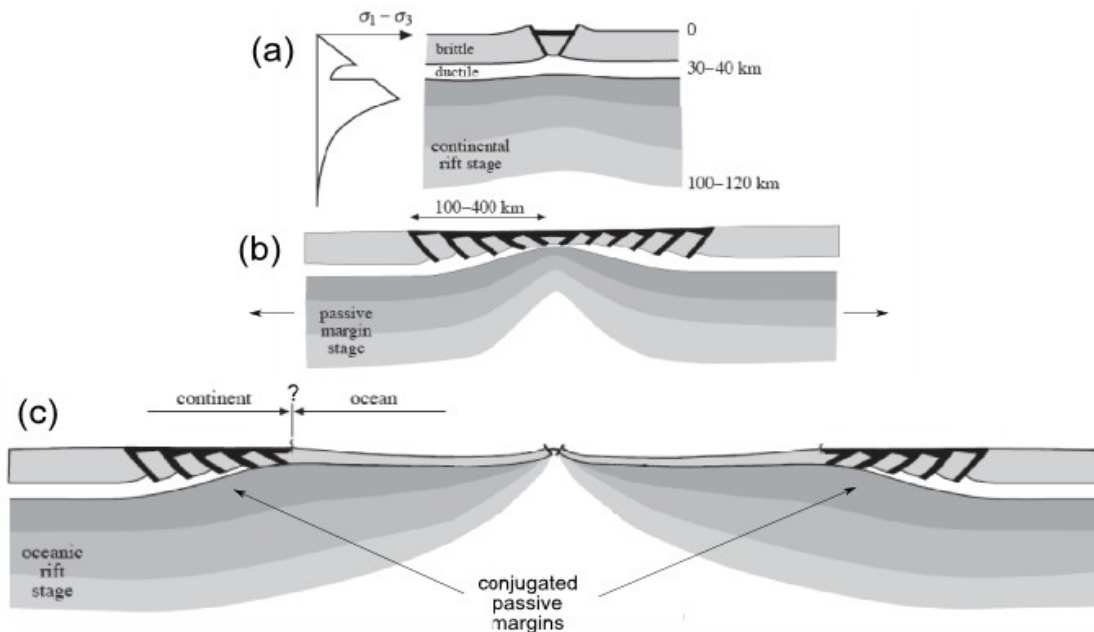
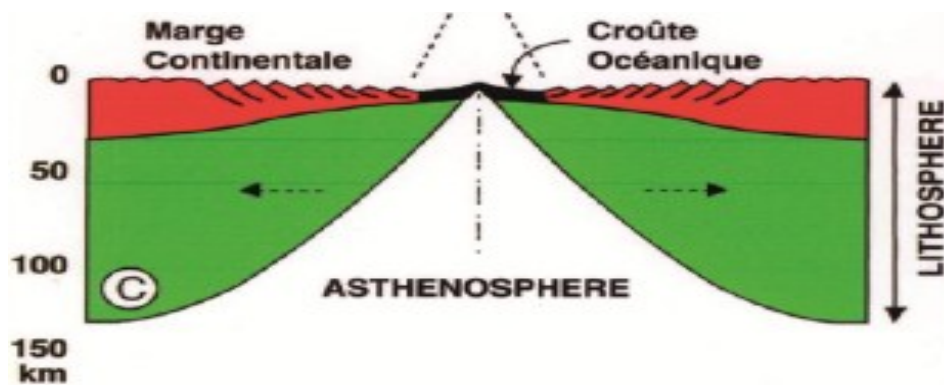


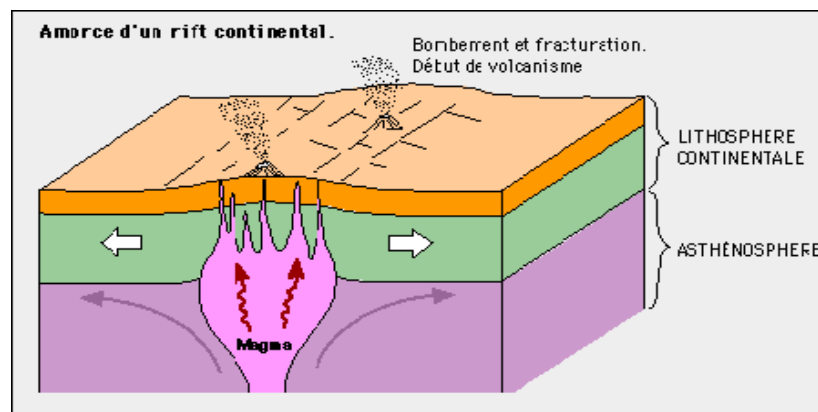
Figure2: Modèle d'évolution d'un rift jusqu'à la formation de deux marges passives conjuguées et l'océanisation. [Brun, 1999]. (a) Stratification de la lithosphère en 4 couches

représentant les niveaux fragiles et ductiles de la croûte et du manteau. (b) Stade du rifting : formation de blocs basculés délimités par des failles normales. (c) Stade d'océanisation : formation d'une nouvelle croûte océanique à la dorsale.

❖ **La formation d'un océan** : en général la formation d'un océan est rattachée à celle d'une marge continentale.

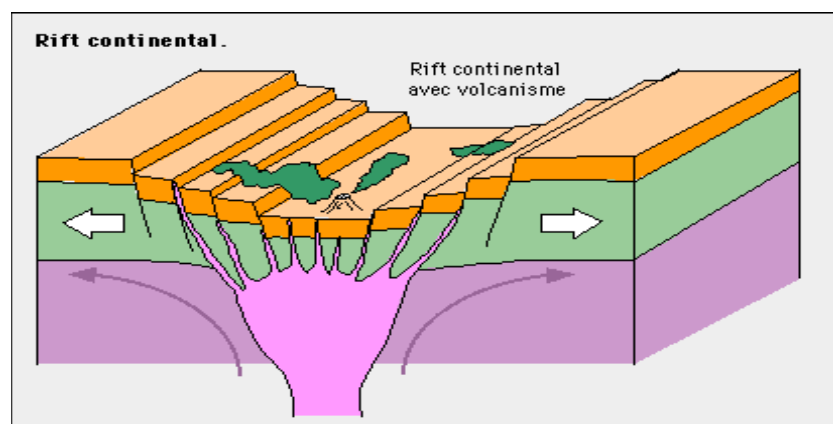
En général la formation d'un océan se déroule en quatre étapes:

1) L'accumulation de chaleur sous une plaque continentale cause une dilatation de la matière qui conduit à un bombement de la lithosphère. Il s'ensuit des forces de tension qui fracturent la lithosphère et amorcent le mouvement de divergence. Le magma viendra s'infiltrer dans les fissures, ce qui causera par endroits du volcanisme continental.



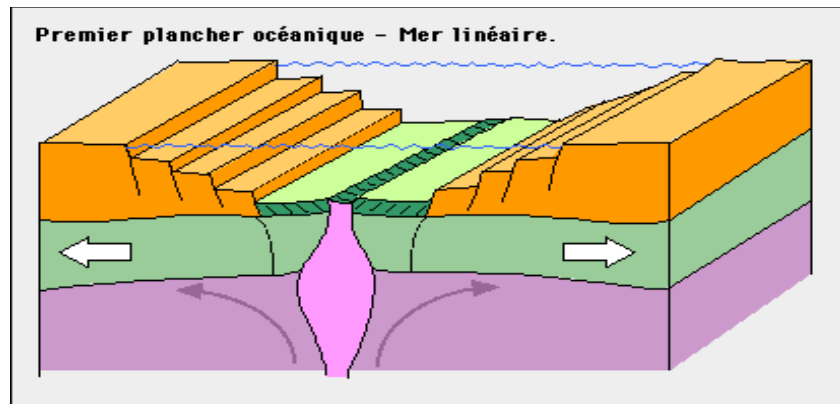
2) La poursuite des tensions produit un étirement de la lithosphère; il y aura alors effondrement en escalier, ce qui produit une vallée appelée un rift continental.

Il y aura des volcans et des épanchements de laves le long des fractures.

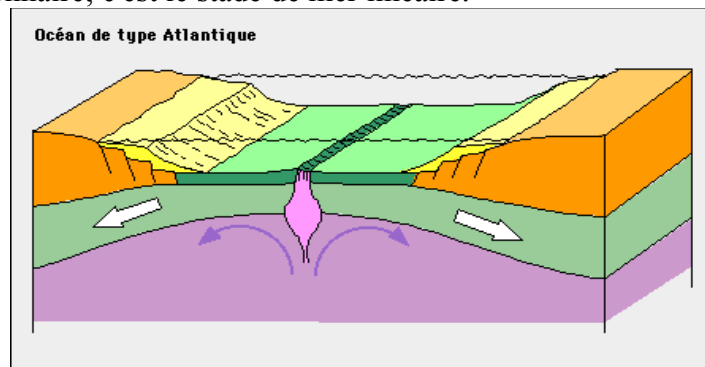


3) Avec la poursuite de l'étirement, le rift s'enfonce sous le niveau de la mer et les eaux marines envahissent la vallée. Deux morceaux de lithosphère continentale se séparent

et s'éloignent progressivement l'un de l'autre. Le volcanisme [sous-marin](#) forme un premier [plancher](#) océanique [basaltique](#) (croûte océanique) de part et d'autre d'une dorsale embryonnaire; c'est le stade de mer linéaire.



- 4) Avec la poursuite de l'étirement, le rift s'enfonce sous le niveau de la mer et les eaux marines envahissent la vallée. Deux morceaux de lithosphère continentale se séparent et s'éloignent progressivement l'un de l'autre. Le volcanisme [sous-marin](#) forme un premier [plancher](#) océanique [basaltique](#) (croûte océanique) de part et d'autre d'une dorsale embryonnaire; c'est le stade de mer linéaire.



❖ Architecture sédimentaire d'une marge passive

La séquence sédimentaire est généralement subdivisée en trois catégories (nomenclature classique Prosser (1993)):

1. Les **sédiments prérifts (antérift)**: dépôt avant toute déformation liée au rifting. Tout comme la C.C., ils sont faillés et basculés durant la phase de rifting.
2. Les **sédiments synrifts** : dépôt au cours du rifting, pendant l'activité tectonique d'extension. Forment des éventails sédimentaires au pied de la faille bordière.
3. Les **sédiments postrifts** : premiers sédiments à se déposer sur la C.O. Ils recouvrent la marge, en lissant la topographie. Ils sont subhorizontaux sans aucun épaissement ou convergence de réflecteurs.

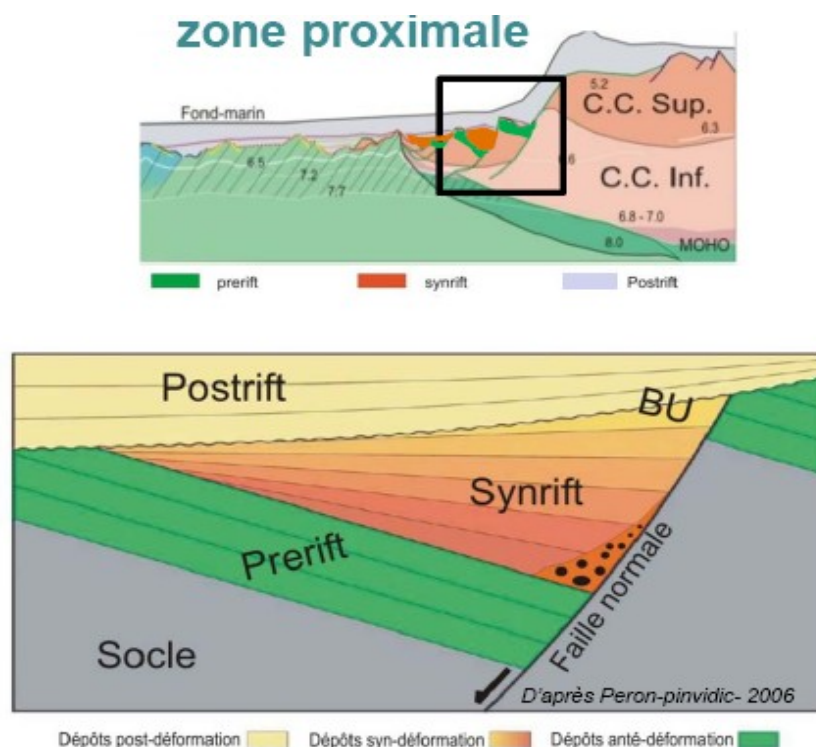


Figure 3 : coupe schématique montrant la géométrie des sédiments déposés sur une marge passive (d'après Boillot, 1990).

Chapitre 2 : Notion de Géomorphologie Littoral et Sous-marine

❖ Introduction

La **géomorphologie** est une science qui a pour objet la description et l'explication et l'analyse des formes du relief terrestre, qu'il soit continental, littoral, sous-marin. Il s'agit de comprendre comment les formes du relief sont nées et comment elles ont évolué au cours du temps, et quels sont les processus responsables de la formation du relief (Morphogenèse)

En général en compte trois groupes de facteurs principaux responsable de la morphogenèse :

- 1) **Facteurs Endogènes (Internes)** : Participent à la formation des reliefs sous l'effet de la tectonique (plissements, volcanisme, failles, ...) Facteurs agissant à long terme.
- 2) **Facteurs Exogènes (Externes)** : Attaquent le relief et le façonnent: sous l'effet du climat (l'eau, la glace, le vent, les variations de température,... érosion) Facteurs agissant à moyen terme.
- 3) **Facteurs Anthropogènes (Humains)** : Destruction de formes naturelles (Exploitation des Mines et des carrières,...) et création de nouvelles formes. Facteurs agissant à court terme.

❖ Géomorphologie Littoral et Sous-marine

La géomorphologie littorale est une branche de la géomorphologie qui étudie la [dynamique érosive et accumulative des côtes](#).

La géomorphologie sous-marine est une branche de géomorphologie qui traite l'évolution des reliefs sous-marins, leurs formes, origines, et leurs développements ainsi que les changements qu'ils subissent.

I. **LES FORMES LITTORALES** (Morphologie Littoral)

Les formes littorales sont façonnées totalement ou en partie par la mer. L'analyse des paysages côtiers fait ressortir quelques traits caractéristiques des littoraux:

1) **Les formes d'ablation (ou d'érosion)**

Ces côtes reculent de façon continue sous l'action des vagues, qui enlèvent du matériel au versant continental. La mer taille les falaises et décape les versants en pente douce et donne naissance à des plates formes d'abrasion.

En effet, ces côtes doivent l'essentiel de leur originalité à la roche qui les constitue (structure géologique), il faut tenir compte de la lithologie (nature de la roche), de la stratigraphie (disposition des roches les unes par rapport aux autres) et de la tectonique.

On définit les côtes rocheuses et les côtes à falaises. La distinction entre les côtes rocheuses et les côtes à falaises est subtile : toutes les côtes à falaises sont des côtes rocheuses mais l'inverse n'est pas vrai.



2) **Les formes d'accumulation**

Ce sont des formes construites, faites de matériaux dont l'originalité est qu'ils sont libres les uns par rapport aux autres : le vent comme la mer peuvent les transporter en les façonnant. La manière dont ces matériaux sont déposés explique la grande variété des types de forme.

On distingue, les littoraux meubles (constituées de sédiments relativement grossiers) et les littoraux vaseux (plutôt formés de sédiments fins).

2.1 Les littoraux meubles (Sableux)

Constitués par les dunes littorales et les plages, représentent soit 20 % des littoraux.

Cependant on a plusieurs type de plages:

- Longue et rectiligne adossée
- En poche incrustée dans les anses
- En fond de baie tracé curviligne avec concavité vers la mer
- En flèche enracinée à la cote et allongée librement sous forme de longue
- En tombolo accumulation transversale en saillie vers le large

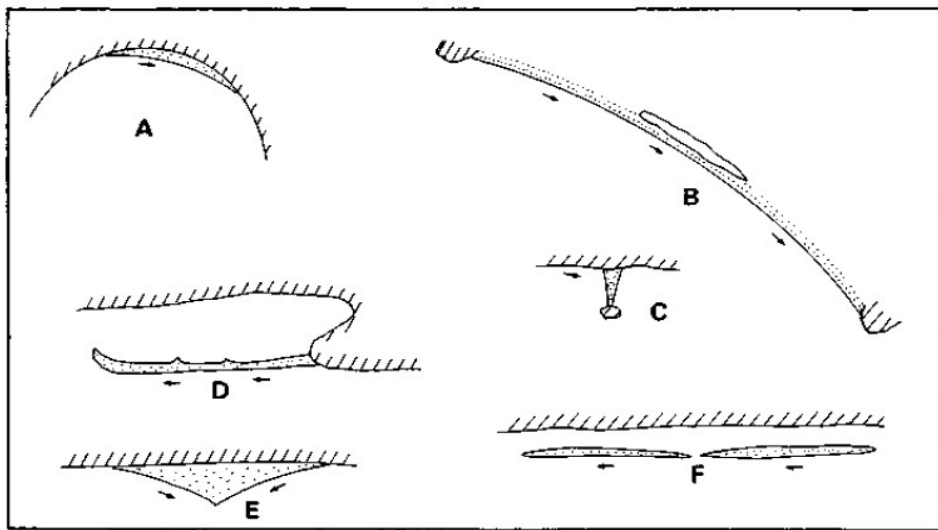


Figure 4 : Les différents types de plages (A : plage de fond de baie. B : plage ouverte. C : tombolo. D : flèche. E : saillant triangulaire. F : île-barrière).

2.2 Les littoraux vaseux

Correspondent aux cotes basses à fort potentiel hydrique avec des processus sédimentaires abondant et des interactions plus ou moins fortes entre les facteurs marins et les facteurs continentaux. On distingue les zones d'embouchure et les plans d'eaux côtiers.

a) Les zones d'embouchure:

Terminal des fleuves et rivières au contact terre-mer (zone fluviomarine), il existe deux types d'embouchure :

Les estuaires: Embouchure avec forte pénétration marine opposée au courant fluvial avec dominance du courant marin.

Les deltas: Embouchure avec courant de marées insignifiantes ou les facteurs fluviaux sont dominants.



b) **Les plans d'eau côtiers:**

Apparaissent dans les zones côtières plates et étendues où se mélangent les eaux salées et douces (saumâtres), on distingue :

Les lagunes: Plan d'eau saumâtre isolé de la mer par un cordon sableux et communication par endroit

Les marais maritimes: zone basse étendue sur une large surface influencée par la marée avec présence d'une végétation spécifique



2.3 **Les récifs coralliens**

Ce sont des formes d'accumulation dont l'origine est essentiellement biologique on les retrouve beaucoup plus dans les régions tropicales. De nos jours ils subissent des nuisances d'origine anthropique.



II. MORPHOLOGIE SOUS-MARINE

On distingue deux grands domaines, on y trouve souvent du domaine proximal au domaine distal :

Marge Continentale	Plateau continental	
	Pente continental	Canyons sous-marins
		Ravines
Glacis continental	Eventails turbiditiques	
Bassin Océanique	Fosse Océanique	
	Plaine abyssale	Diapirs
		Pockmarks
Dorsale Médio-Océanique	Monts sous-marins	

En dehors des variations tectoniques, la morphologie S/M est principalement contrôlée par les processus sédimentaires (érosion et dépôt) qui y ont lieu.

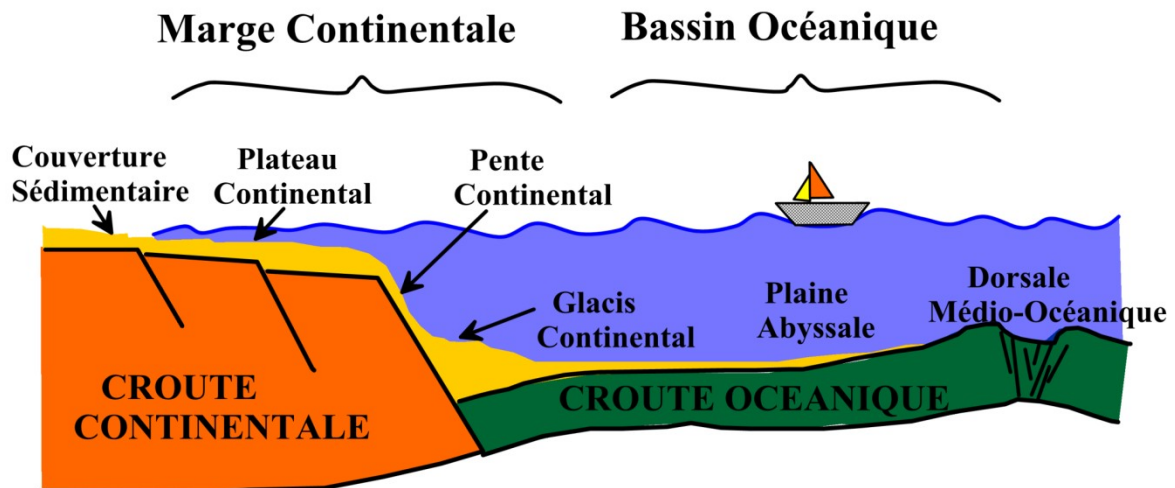


Figure 5 : Coupe schématique qui montre les deux domaines océaniques

1) Marge Continentale

1.1 Plateau continental : Appelé aussi **plate-forme continentale**, est le prolongement du continent sous la surface de l'océan, situé à une profondeur moyenne de 200 m, lieu d'accumulation de sédiments d'origine continentale (terrigène) ou biologique (organogène). Sa pente moyenne est très faible de 0° à 5° .

1.2 Pente continentale : Appelé aussi talus continental, grand escarpement tourné vers le large et présente une forte déclivité (de 7° à 20°) et reliant le plateau continental à la plaine abyssale, c'est le lieu de transition des sédiments qui vient du plateau vers le large. On général les pentes sont entaillées par des canyons et des ravines ;

a) **Les canyons:** Ce sont des vallées encaissées qui incisent profondément les marges continentales depuis le plateau ou le sommet de la pente jusqu'au glacis où le relief s'adoucit rapidement (Shepard, 1981).

b) **Les ravines:** Ce sont des vallées sous-marines relativement rectilignes, caractérisées par de faibles largeurs et profondeurs (Piper et al., 1990 ; Field et al., 1999). Ce sont le siège de processus d'érosion.

1.3 Glacis continental: C'est une zone bombée située au pied du talus continental, il est formé de sédiments qui descendent avec des vitesses variables le long du talus continental. Il marque la transition entre la pente continentale et le bassin profond. Il est caractérisé par une morphologie de type dépôt connu sous le nom éventails turbiditiques et ou bien les deltas sous-marins profonds (Deep-Sea fans).

Les éventails turbiditiques: Résultats d'une accumulation sédimentaire, présentent un profil général de forme convexe.

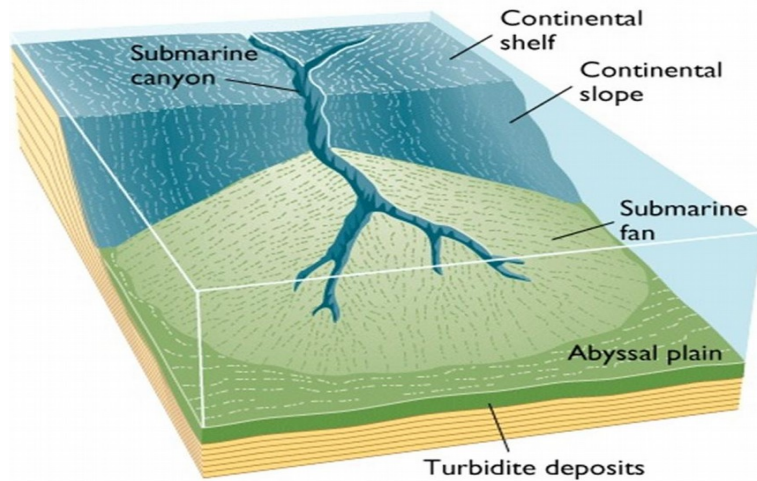


Figure 6 : Bloc 3D montrant la morphologie des éventails turbiditiques

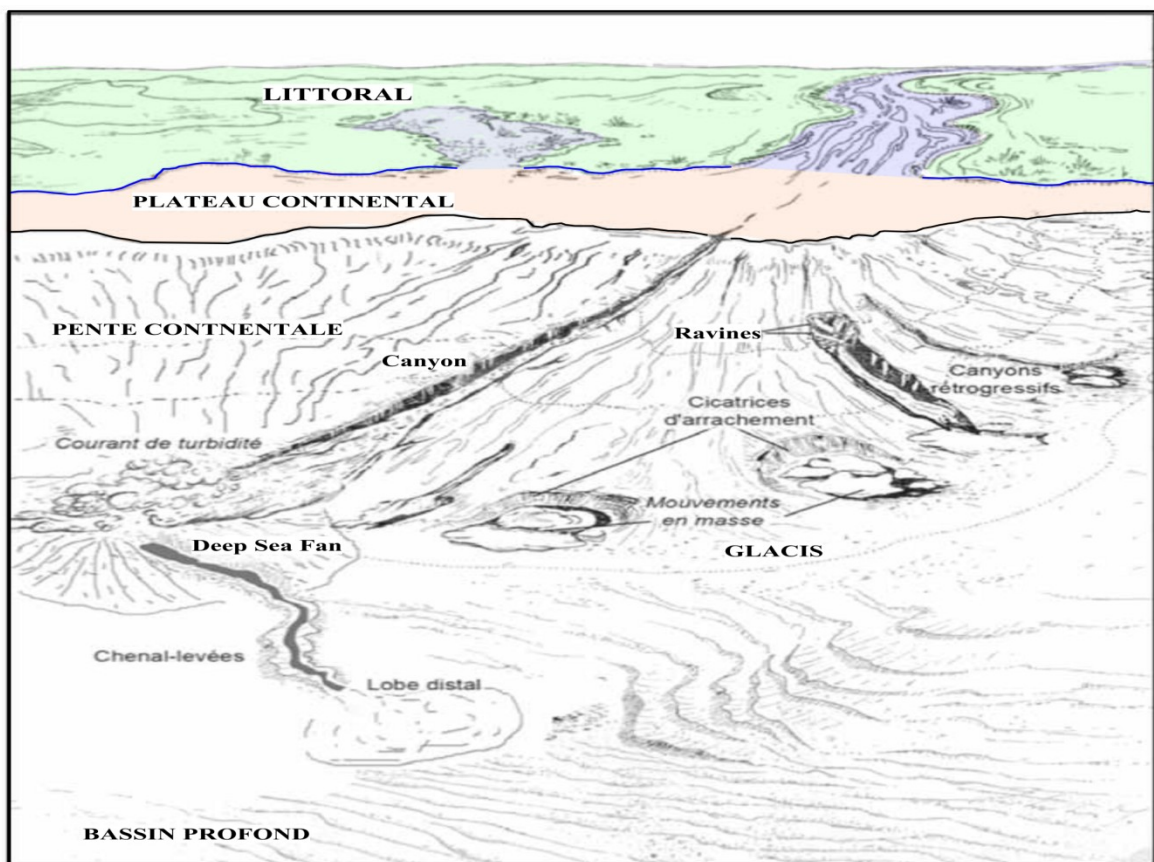


Figure 7 : Principaux domaines morphologiques d'une marge continentale

2) Bassin Océanique

2.1 **Fosse Océanique** : C'est une longue dépression sous-marine, profonde et longue, longeant des continents ou des archipels volcaniques, résultant de la subduction ou de la convergence engendrée par la collision ou l'expansion de plaques tectoniques.

2.2 Plaine abyssale : C'est une zone aplanie de grande profondeur, près des abysses au delà de 2500 m généralement et jusque 6000 m. En général, on trouve dans cette zone les diapirs et les pockmarks.

a) **Les diapirs :** La formation des diapirs sous-marins est liée au comportement des évaporites et plus particulièrement le sel. Ce dernier qui est un matériau ductile et déformable, va avoir tendance à s'étaler sous son poids et fluer sur sa base qui constitue une surface de décollement.

b) **Les pockmarks :** Ce sont des dépressions locales aux dimensions variables, elles s'étendent en surface sur un rayon de quelques dizaines à quelques centaines de mètres, et sont profondes de dizaines de mètres. Ces zones correspondent généralement à un léger changement de la topographie, formant un cratère avec une dépression centrale.

2.3 Dorsale Médio-Océanique : Relief très allongé, où se forme la croûte océanique. Les dorsales océaniques constituent des chaînes de montagnes sous-marines sur des longueurs pouvant atteindre plus de 60 000 km.

Chapitre 3 : Description de la marge continentale Algérienne

❖ Introduction

La marge continentale algérienne correspond à la partie centrale de la bordure sud de la méditerranée occidentale et occupe l'espace compris entre les marges tunisienne à l'Est et marocaine à l'ouest. Elle s'étend sur environ 1624 km d'Est en Ouest, depuis la longitude 8°,5'E jusqu'à 2°,2' à W son orientation est sensiblement Est-Ouest depuis la frontière Algéro-tunisienne, jusqu'au méridien de Ténès. Au-delà vers l'Ouest, elle devient NE-SO jusqu'à la frontière Algéro-marocaine

Unités morphologique	Mondiales	Algériennes	Conclusion
Largeur du plateau	78 km	7 km moy	Etroit
Pente du Plateau	0° à 2°	3° à 5°	Incliné
Profondeur de la rupture de pente	132 m	90 à 120 m	Moins Profond

Tableau 1 : Valeurs comparatives des caractéristiques morphométriques du plateau continental
Noté que : une **côte basse** correspond un **plateau large à faible déclivité relative**; et une

côte élevée correspond un **plateau réduit**, et une **marge continentale escarpée**.

L'étroitesse du plateau continental ne favorise pas une sédimentation importante. Ainsi, une grande quantité des apports terrigènes charriés par les oueds sont directement transférés vers la pente et la plaine sous forme de courant de turbidité.

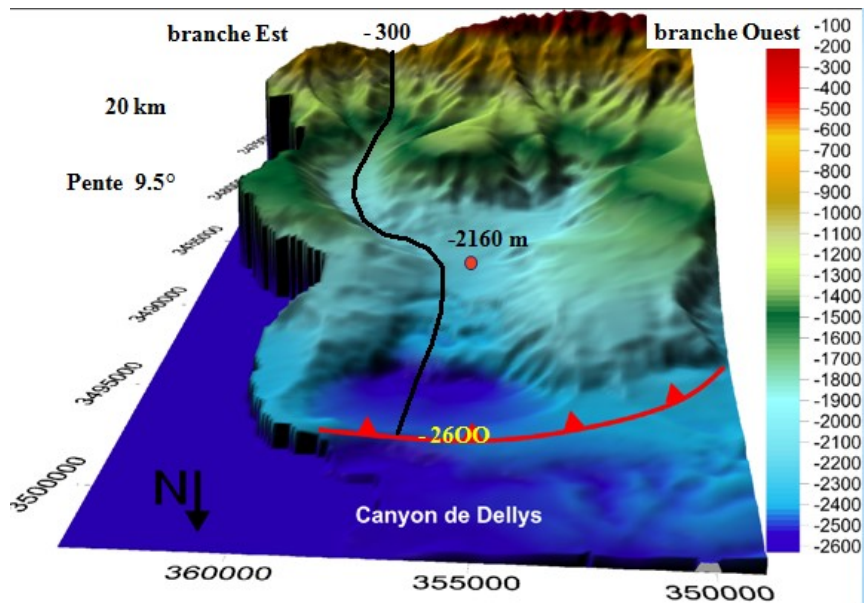
- 2) **Domaine du talus continental** : La pente continentale est abrupte, présente une forte déclivité (de 7° à 20°) ; les isobathes de 1000 et 2000 m sont rapidement atteintes à 5,5 et 10 km par rapport à la côte, le talus est caractérisé par une morphologie riche et complexe et entaillé par des canyons bien développés (Ex : Canyon de Dellys, El Marsa), et par des ravines étroites de différentes tailles.

3) **Morphologie de la pente continentale de la région centre:**

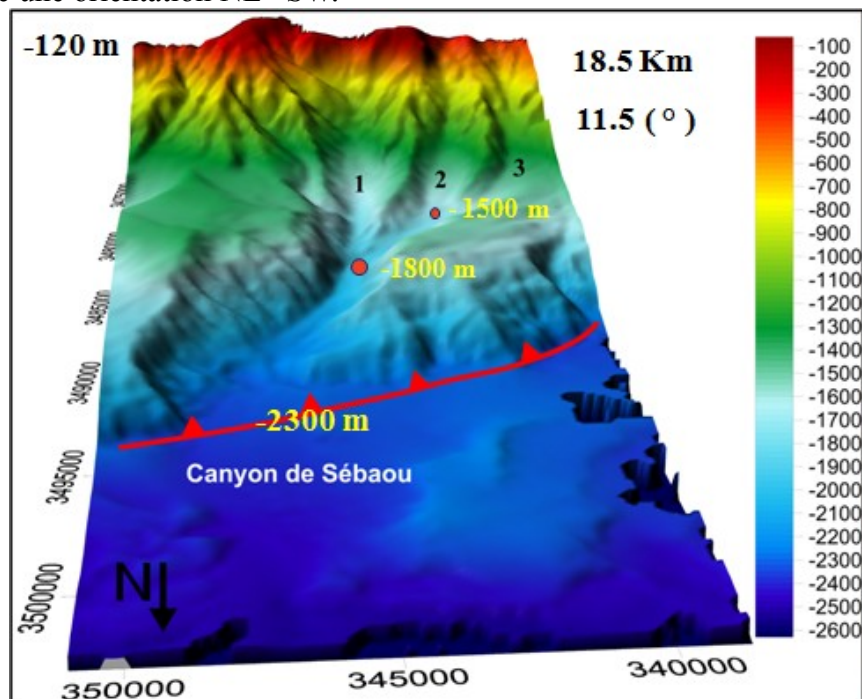
L'analyse morphologique, de la carte bathymétrique haute résolution (25 m), de la pente continentale de la marge Algéroise mis en évidence la présence de différents éléments morphologiques :

- 3.1 **Les canyons**: 04 grand canyons ont été mis en évidence, ils sont d'Est en Ouest: le Canyon de Dellys, le Canyon de Sébaou, le Canyon d'Isser, le Complexe de Zemmouri appelé aussi canyon d'Alger

- a) **Le canyon de Dellys** : Les têtes de ce canyon se situent à 05 km par rapport à la côte avec une forme rectiligne et une direction N-S. Ce canyon moins sinueux et sans méandres, est formé de deux (02) branches principales, une branche Est et une branche Ouest. La longueur totale du canyon de Dellys est de 20 Km, avec une pente moyenne de 9.5°. Les flancs du canyon ont des pentes pouvant atteindre les 40°.

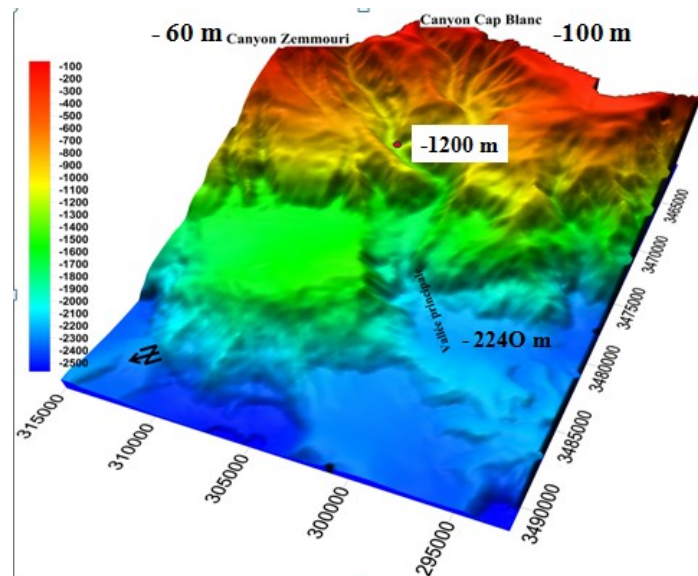


- b) **Le canyon de Sébaou** : La tête de ce canyon se situe à 02 km par rapport à la côte, les branches 2 et 3 se rejoignent en un point de jonction à -1500 m pour former une vallée commune de 01 km de largeur et de 03 km de longueur. Un second point de jonction apparait entre la branche 1 et les deux précédentes à une profondeur de -1810 m. morphologie rectiligne avec une orientation NE –SW.



- c) **Le complexe de Zemmouri** : connue aussi sous le nom du canyon d'Alger, subdivisé en deux branches principales : canyon de Zemmouri avec sa tête qui se situe à une profondeur de 60m et le canyon du cap Blanc avec une

tête qui se situe à 100 m de profondeur. L'analyse du profil en long du complexe de Zemmouri a mis en évidence l'influence de la tectonique sur la concavité du canyon (Fernane, 2014).



d) **Le canyon d'Isser** : la tête du canyon se situe à 5.5 km par rapport à la cote, un caractère rectiligne. Son orientation générale est NNE-SSW.

Nom	Longueur (km)	Pente moy (°)	Pente max (°)	Distance tête-rivage (km)	Dénivelé max canyon (m)	Profondeur à la tête (m)	Profondeur terminale (m)
Canyon de Dellys	20	9.5	30	5	325	-300	-2600
Canyon de Sébaou	18.5	11.5	40	2	400	-120	-2300
Canyon d'Isser	17	15	45	6	150	-100	-2400
Canyon de Zemmouri	09	12	28.5	4	300	-60	-1200
Canyon de Cap Blanc	14	10.5	27.5	3,5	330	-80	-1200

Tableau 2 : caractéristiques morphométriques des canyons

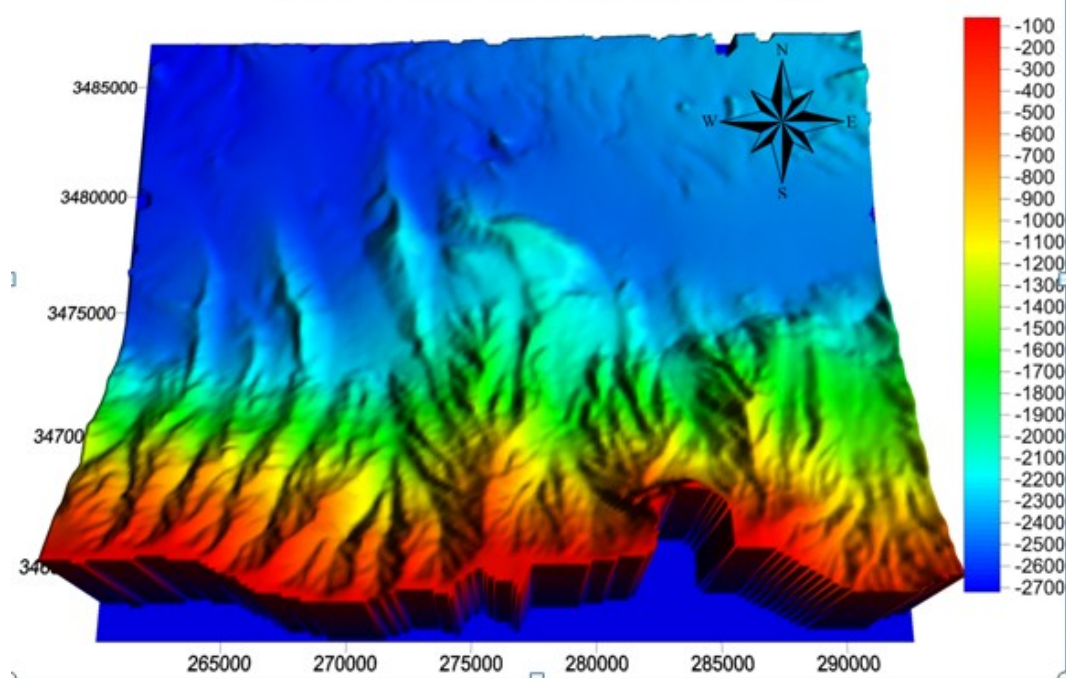
3.2 Les ravines et vallées : En plus des grands canyons qui creusent profondément la pente continentale, des ravines de morphologies extrêmement différentes, se localisant à différents niveaux du talus continental.

Ce sont des vallées sous-marines relativement rectilignes, caractérisées par de faibles largeurs et profondeurs (Piper et al., 1990 ; Field et al., 1999). Ces vallées, localisées essentiellement sur le rebord du plateau ou sur la pente, sont caractérisées par des pentes abruptes et sont le siège de processus d'érosion.

Mc Grégor et al., (1982), expliquent la formation et l'évolution des ravines en vallées sous-marines sous l'effet de la gravité

- ❖ Formation des rides d'extensions en bas de pente ;
- ❖ Glissement initiale sur le pied de la pente ;
- ❖ Glissement régressif sur la pente ;
- ❖ Connexion avec le plateau continental et formation d'une grande vallée sous-marine.

Image 3D montrant un réseau de ravines sur la pente continentale de la baie d'Alger



3.3 Activité des canyons et des ravines : Un canyon est considéré comme actif ou inactif selon qu'il y transite régulièrement ou non des courants gravitaires (courant de turbidité) chargés en sédiments. Cette activité dépend ; de la localisation de la tête du canyon qui se trouve plus ou moins proche d'une

source sédimentaire, et des variations des apports sédimentaires au cours du temps (régime hydrologique).

La carte des réflectivités, indique l'activité des canyons et des grandes ravines, par les teintes de niveau de gris, plus le niveau de gris est élevé (gris foncé) plus l'activité est importante et inversement lorsque les teintes tendent vers le blanc, ceci indique une activité faible voire nulle, le Canyon de Sébaou est le plus actif, car il est caractérisé par des tons plus sombres en terme d'imagerie ; ce qui indique la présence d'un faciès grossier (galets, graviers) sur le fond du canyon.

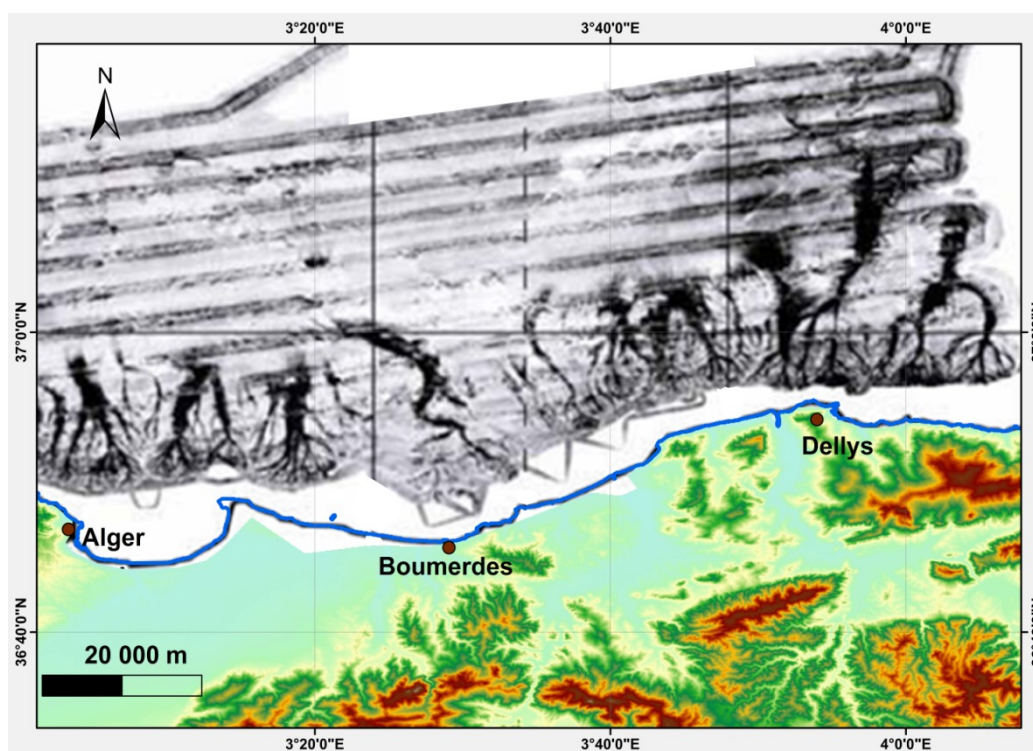
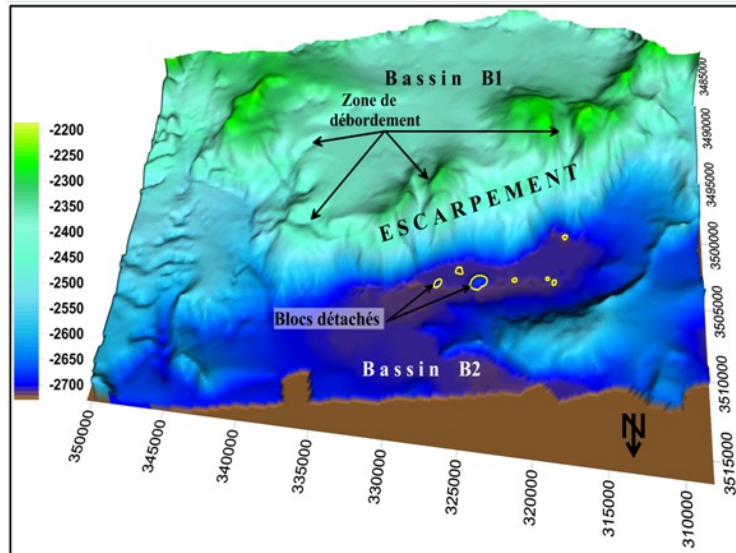


Figure 9 : Carte de réflectivité, le caractère sombre indique un fond rugueux et une activité relativement récente du canyon

3.4 Les Escarpements : Plusieurs escarpements ont été mis en évidence, mais le plus important est celui qui se localise au large de la baie de Zemmouri qui délimite deux bassin B1 et B2. Il se localise à une distance de 35 Km de la côte, et à une profondeur de -2300 m, son orientation est NE – SW. Cet escarpement surplombe le bassin B2 sur une hauteur de 350-450 m, avec des valeurs de pente moyenne comprises entre 7 et 16 degrés, il est marqué par de nombreuses traces de glissements.



3.5 Les diapirs : La formation des diapirs sous-marins est liée au comportement des évaporites et plus particulièrement le sel. Ce dernier qui est un matériau ductile et déformable, va avoir tendance à s'étaler sous son poids et fluer sur sa base qui constitue une surface de décollement. Sous l'effet, de la tectonique compressive (phase Plio-Quaternaire), et la charges de couches sus-jacentes, les dépôts messéniens vont subir des contraintes qui vont les faire remonter vers la surface. De nombreux diapirs sont visibles dans le bassin profond de la marge algéroise.

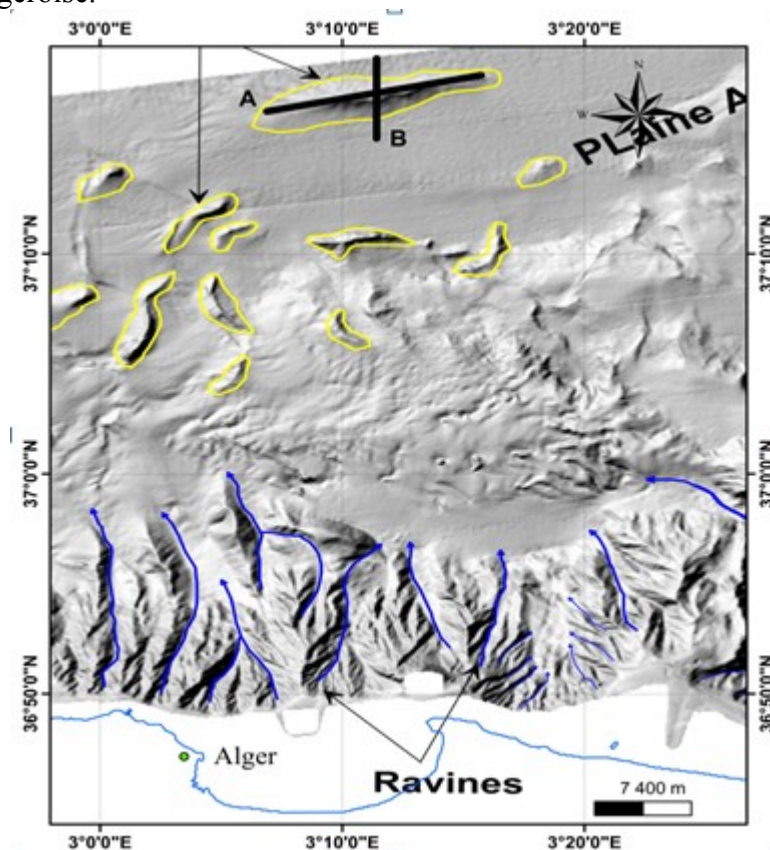


Figure 10 : Carte bathymétrique ombrée montrant la localisation des diapirs, en bleu : ravines, en jaune : les diapirs

Chapitre 4 : Les Mécanismes de l'Erosion Côtière

Introduction

L'**érosion Côtière** est un phénomène naturel qui dégrade et transforme le Littoral, qui est causé par des agents externe (Autre que la tectonique). La mer et le vent déplacent les sédiments et participent ainsi à sculpter nos côtes.

De nos jours 70% des plages de sable au monde subissent une érosion intense à cause du réchauffement climatique.

Les principaux facteurs qui interviennent dans l'érosion côtière sont:

Facteurs Marins : Par l'action Mécanique, l'action Chimique et l'action Biologique.

Facteurs Subaériens : Le Climat, la Tectonique et la lithologie.

Facteurs Anthropique : Pollution Marine, Extraction du Sable et Ouvrage de Protection.

1) FACTEURS MARINS

1.1 **Action Mécanique**: C'est le phénomène le plus actif dans l'érosion marine, l'énergie de la houle se manifeste sous différentes manières:

a) **Les Chocs**: C'est une énergie qui est due aux vagues qui agissent soit par:

- i. **Mitrailage**: les vagues vont intervenir les sables et les galets.
- ii. **La Pression**: la pression de l'eau contre la paroi peut atteindre plusieurs tonne/m², la pression de l'air aussi intervienne.
- iii. **La succion**: lorsque les vagues se retirent d'un obstacle, elles arrachent avec elles les éléments de la paroi.

- iv. **La vibration:** si la falaise est en déséquilibre donc le choc va arracher une bonne partie de celle-ci (indice des vides est important).
- b) **Bombardement par les galets:** Ce phénomène touche beaucoup plus les falaises et les ouvrages maritime, il facilite la destruction des couches superficielles et par la suite la pénétration de l'eau de mer à travers le béton.
- c) **Action de jet de rive:** les mouvements alternatifs des vagues déferlant à la cote entraîne avec lui les sédiments et les déplacent sur des larges distances.

1.2 **Action Chimique et physico-chimique :** Leur action est prolongée par les embruns, l'eau de mer agit par hydrolyse, hydratation, haloclastie

- a. **Action des Embruns:** Ce sont la pluie fine qui se forme lorsque les vagues se brisent, la répétition de l'humidification plusieurs fois par jour accentue l'altération de la roche.
- b. **Hydratation:** La présence du sel dissous notamment le NaCl à une action corrosive et destructive.
- c. **Hydrolyse:** Les minéraux riches en fer se détruisent rapidement comme les Amphiboles et les Biotite tant dis que les Feldspath Potassique résiste mieux. L'altérabilité de ces minéraux et l'enlèvement des produits résiduels par les vagues crée de nombreuses cavités d'où une rapide désagrégation donc formation du sable.
- d. **Haloclastie:** Les embruns déposent du sel dans les cavités et entre les grains de la roche, or le sel se cristallise en absorbant l'eau et augmente de volume ainsi le cristal va se dilater et exercer une très forte pression sur les grains voisins, il en découle une désagrégation de la roche par desquamation.

1.3 **Action Biologique:** La *bioérosion* revêt des aspects divers : rongement, perforation, broutage, dislocation.

- a) **Les organismes perforants:** Il s'agit des mollusques lithophages qui creusent des cavités dans les roches, la somme de toutes ces cavités provoquera la destruction de la roche.
- b) **Par dislocation:** Les cyanophycées jouent un rôle considérable dans la dissolution des calcaires littoraux. La photosynthèse produit du CO₂ la nuit et de l'O₂ le jour, ce qui modifié

profondément les conditions physico-chimiques du milieu, le CO₂ contribue à la dissolution rapide du calcaire, ce qui favorise la formation des lapiez qui fragilise la roche.

- c) **Les organismes brouteurs:** Les tortues et les éléphants de mer vont broutées les herbiers marins qui jouent un rôle d'un ralentisseur, ce qui favorise l'érosion.

2) FACTEURS SUBAÉRIENS

2.1 Climat:

- a) **Les pluies:** Le lavage des roches par les eaux de pluies apporte à la mer toutes les particules et les grains détachés de la falaise que les vagues ne peuvent pas atteindre, l'érosion des cotes peut alors être très importante.
- b) **Les eaux d'écoulement et d'infiltration:** Lorsque les roches sont perméables par leur porosité naturelle ou leur fissuration. Dans le cas d'une falaise calcaire, il se constitue un réseau de cavités dit Karstique avec souvent existence d'une grotte. Dans le cas d'une falaise argileuse, les eaux provoquent des coulées de solifluxion avec souvent des rides d'extension assez profonde.
- c) **Le gel et le dégel:** Connue aussi sous le nom de gélifraction ou de cryoclastie, c'est un processus qui intervient dans les régions polaires.

2.2 **La tectonique:** Sous l'effet des mouvements tectoniques la falaise a tendance à se fracturer, avec l'intervention de autres mécanismes les fissures vont augmenter ce qui fragilise la falaise.

2.3 **La lithologie:** la mer attaque les roches les plus tendres et laisse en saillie les roches les plus dures sous forme de cap. Cependant la dureté de la roche n'est pas suffisante il faut considérer la résistance à l'érosion et donc le pendage des couches, quand les couches tendent vers la mer l'érosion est facilitée.

3) Facteurs Anthropique

3.1 Pollution Marine : Augmentation de l'acidité des mers et des océans ce qui accentue l'érosion des cotes calcaires, et aussi la destruction des herbiers marins tel la Posidonie qui joue un rôle important dans le ralentissement des vagues.

3.2 Extraction des sables : Que se soit le sable de la plage et ceux du lit d'oued, ceci va engendrer une crise sédimentaire au niveau du site exploité et donc diminution du stock sédimentaire ce qui amplifie l'érosion marine.

3.3 Ouvrages de protection : Les ouvrages longitudinaux tels que les épis et les digues portuaires jouent un rôle d'obstacle aux sédiments déplacés par la dérive littorale qui sont censés alimenter les zones adjacentes, ce qui un déséquilibre budgétaire, une érosion accrue d'un et accumulation importante de l'autre coté.

Références bibliographiques

Domzig, Anne. "Déformation Active Et Récente, Et Structuration Tectono-sédimentaire De La Marge Sous-marine Algérienne." Université de Bretagne occidentale-Brest, 2006.

El-Robrini, Maâmar. "Evolution Morphostructurale De La Marge Algérienne Occidentale (Méditerranée Occidentale): Influence De La Néotectonique Et De La Sédimentation." Paris 4, 1986.

Leprêtre, Angélique. "Contraintes Par Imagerie Sismique Pénétrante Sur L'évolution D'une Marge Cénozoïque Réactivée En Compression (Cas De La Marge Algérienne, Secteur De Tipaza)." Brest, 2012.

MARINE GEOLOGY Exploring the New Frontiers of the Ocean, Revised Edition Copyright © 2003, 1996 by Jon Erickson.

Matougui, Rachid. "Etude Des Mouvements Gravitaires Sur La Marge Algérienne, Exemple De La Marge Continentale Du Dahra Occidental." Alger, 2008.

Maurice Gennesseaux, Jean Mascle. La naissance et le développement de la géologie marine à Villefranche-sur-Mer : des années 1950 au milieu des années 1980. Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie, Comité français d'Histoire de la Géologie, 2012, 3ème série (tome 26, 10), pp.193-233. hal-01065713.

McGregor, Bonnie, William L Stubblefield, William BF Ryan, and David C Twichell. "Wilmington Submarine Canyon: A Marine Fluvial-Like System." *Geology* 10, no. 1 (1982): 27-30.

Ottmann, François. "Introduction à la géologie marine et littorale." (1965).