

Sédimentologie et stratigraphie séquentielle

GEOSIGMOID GROUP TEAM



PLAN



Partie 1:

- **Types d'Unités Stratigraphiques Séquentielles**
 - Introduction à la sédimentologie
 - Séquences stratigraphiques
 - Para-séquence
 - System-Tracts

- **Les différentes Surfaces**
 - Identification des séquences sismiques
 - Analyse des faciès sismiques

Partie 2:

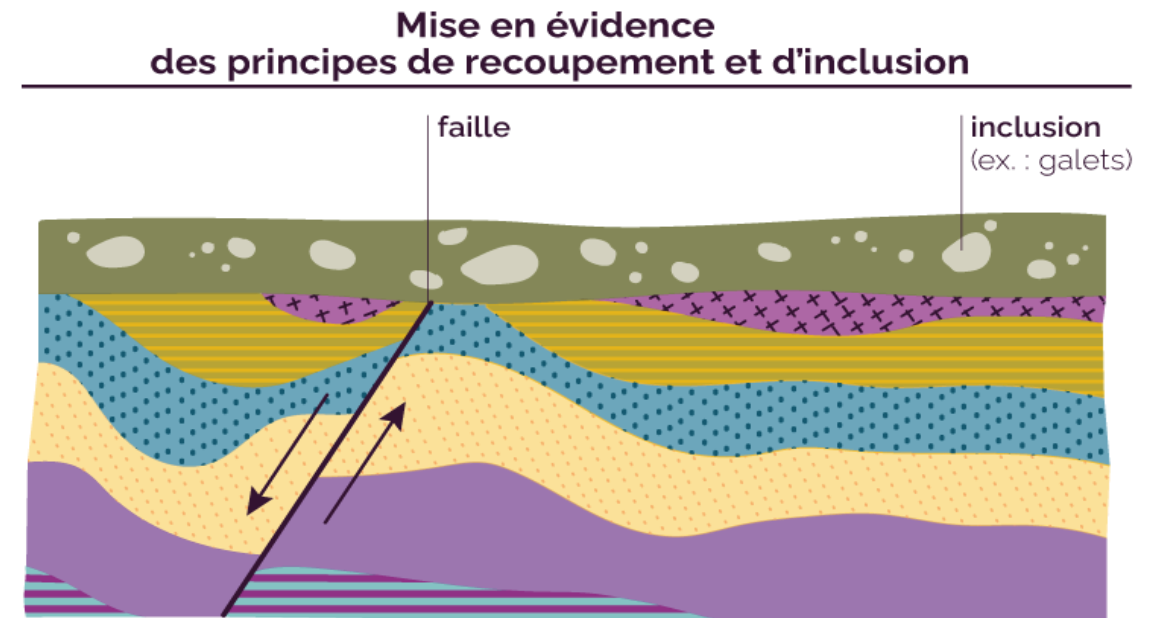
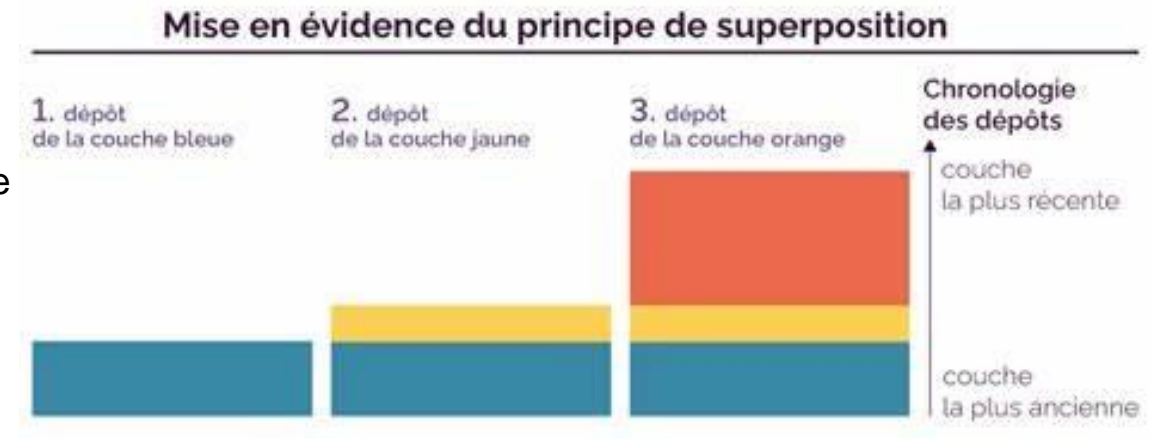
- **Échelles d'exploration et de production**

Types d'Unités Stratigraphiques Séquentielles

Introduction à la Sédimentologie: le cycle sédimentaire

Les principes stratigraphiques et la datation relative des formations géologiques :

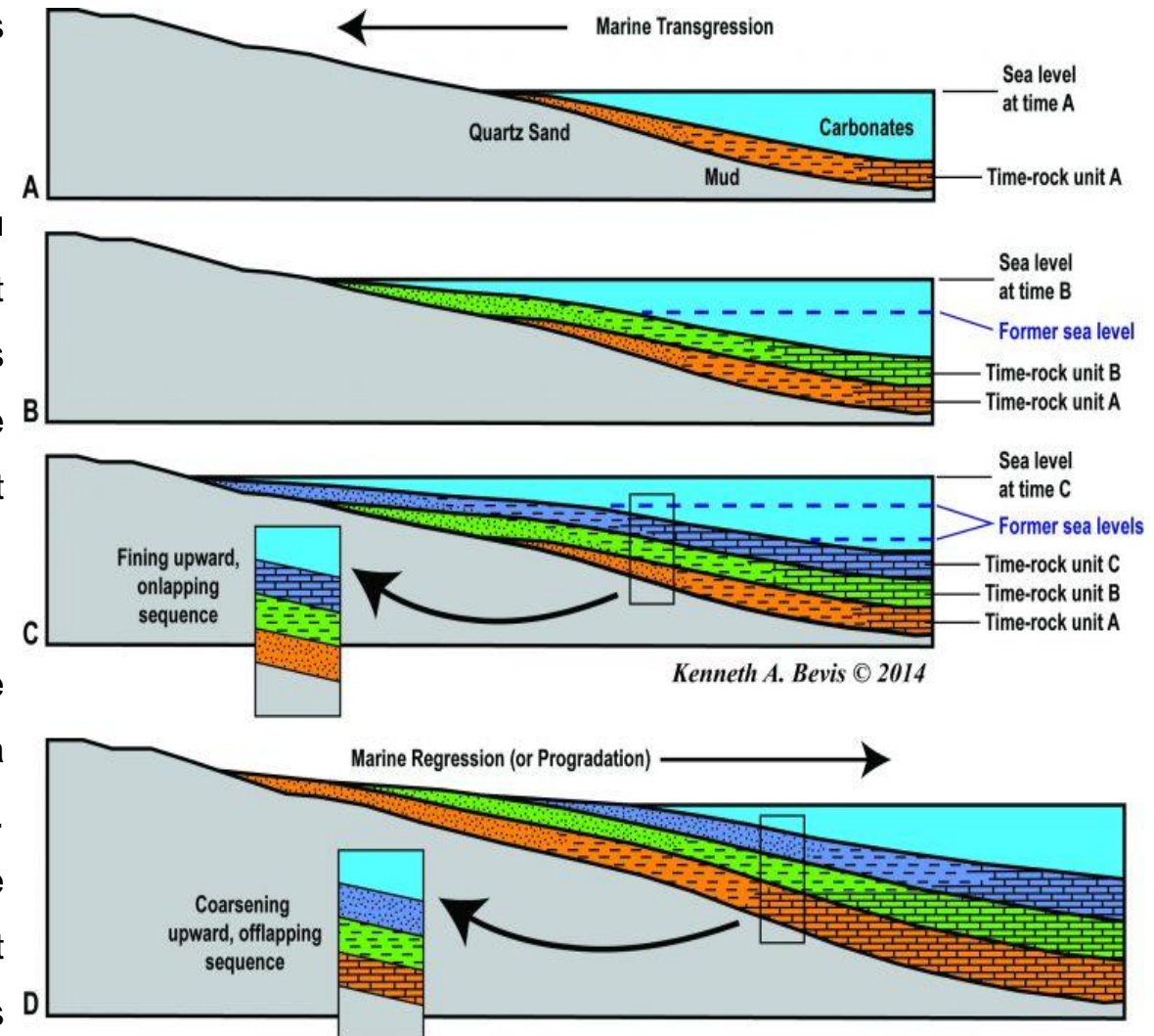
- Principe de superposition : une couche est plus récente que celle qu'elle recouvre et plus ancienne que celle qui la recouvre
- Principe de continuité
- Principe de recoupement : Les couches sédimentaires sont plus anciennes que les failles ou les roches qui les recoupent.
- Principe d'inclusion : roche inclus dans une autre couche sont toujours plus anciens que leur contenant (le contenu est plus ancien que le contenant).
- Principe d'identité paléontologique: cette datation relative est basée un principe stratigraphique.



Introduction à la Sédimentologie: le cycle sédimentaire

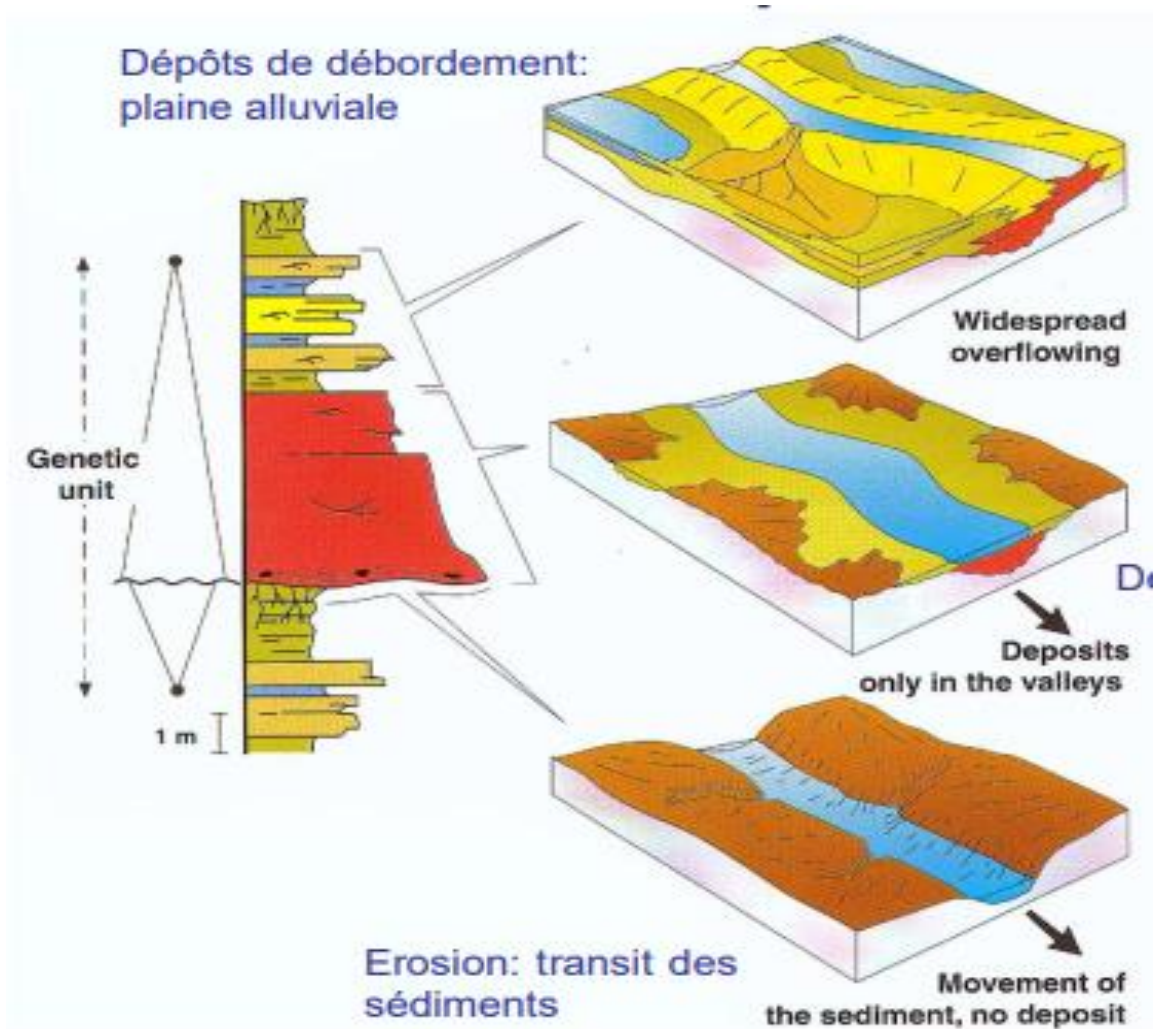
Le cycle sédimentaire comprend trois phases : transgression, sédimentation et régression, ces phases sont marquées par les discordances ou par les discontinuités sédimentaires.

- La régression marine est le retrait de la mer par abaissement du niveau marin (cause climatique) ou par surrection du continent (cause tectonique). La régression se traduit au niveau des formations sédimentaires par une séquence verticale qualifiée de régressive, c'est une séquence négative caractérisée par le dépôt de sédiments continentaux sur des sédiments marins.
- La transgression est une progression de la mer qui envahit une aire continentale. Elle résulte soit d'une ascension du niveau de la mer eustatique soit d'un affaissement du continent subsidence. Ces phénomènes peuvent s'ajouter ou se compenser. Sur le terrain, dans une succession de couches, une transgression est mise en évidence par le dépôt de couches marines sur les couches continentales.



Introduction à la Sédimentologie: la stratigraphie séquentielle

- La stratigraphie séquentielle est fondée sur la répétition dans l'enregistrement sédimentaire de séquence de dépôt qui résultent des variations du niveau marin relatif.
- Une séquence de dépôt est composé d'une succession plus ou moins concordante de strate génétiquement liées, limitées à la base et au sommet par des surfaces de discordance.
- Une séquence est limitée par une surface de discordance qui est liée soit à une érosion ou bien un non dépôt qui se matérialise par un hiatus (Mitchum et al., 1977).
- La stratigraphie séquentielle ou allostratigraphie est une méthode d'étude de la stratigraphie se basant sur la reconnaissance des séquences de dépôts géologiques (régressions et transgressions marines) et des cortèges sédimentaires observés par stratigraphie sismique, corrélée par des levées de terrain et des forages.



la stratigraphie séquentielle: para-séquences & system-track

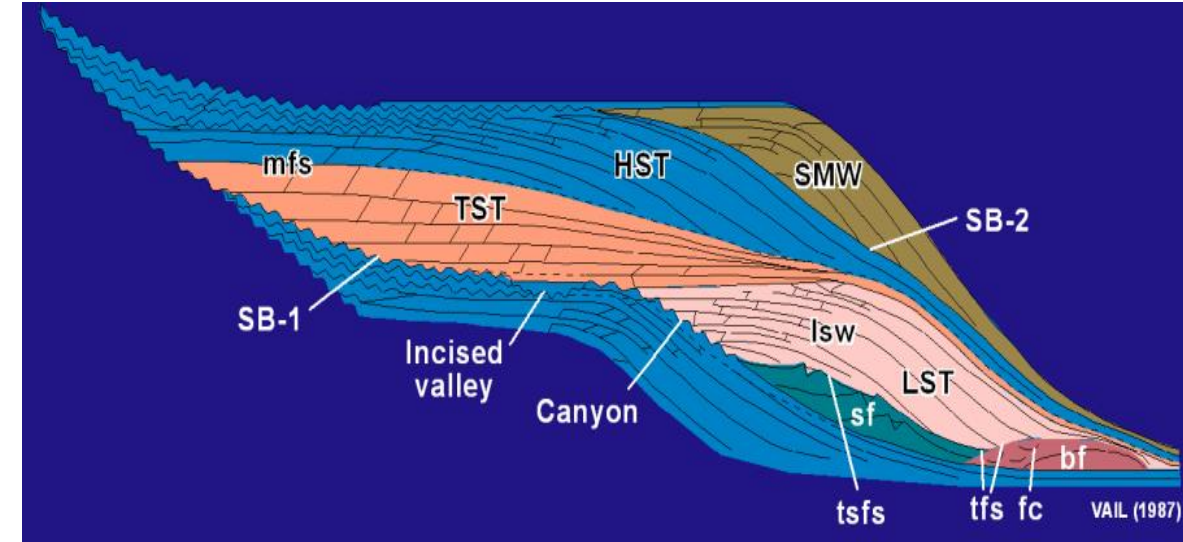
Deux types de discordances peuvent être reconnues :

- Une discordance de type 1 : résulte d'une exondation totale de la plaine côtière sur la plateforme.
- Une discordance de type 2 : L'exondation est partielle et l'érosion est moins importante.
- Une séquence de type 1 est limitée à la base par une discordance de type 1.
- Une séquence de type 2 est limitée à la base par une discordance de type 2.
- Un système de dépôt est un assemblage tridimensionnel de lithofaciès (Ficher et al., 1967). Le terme cortège sédimentaire est utilisé pour désigner trois subdivisions dans une même séquence de dépôt:

Les cortèges de:

Bas niveau + transgressif + Haut niveau = Séquence de type 1

Bordure de plateforme + transgressif + Haut niveau = Séquence de type 2



SB – sequence boundary

LST – lowstand systems tract

TST – transgressive systems tract

HST – highstand systems tract

SMW – shelf-margin wedge

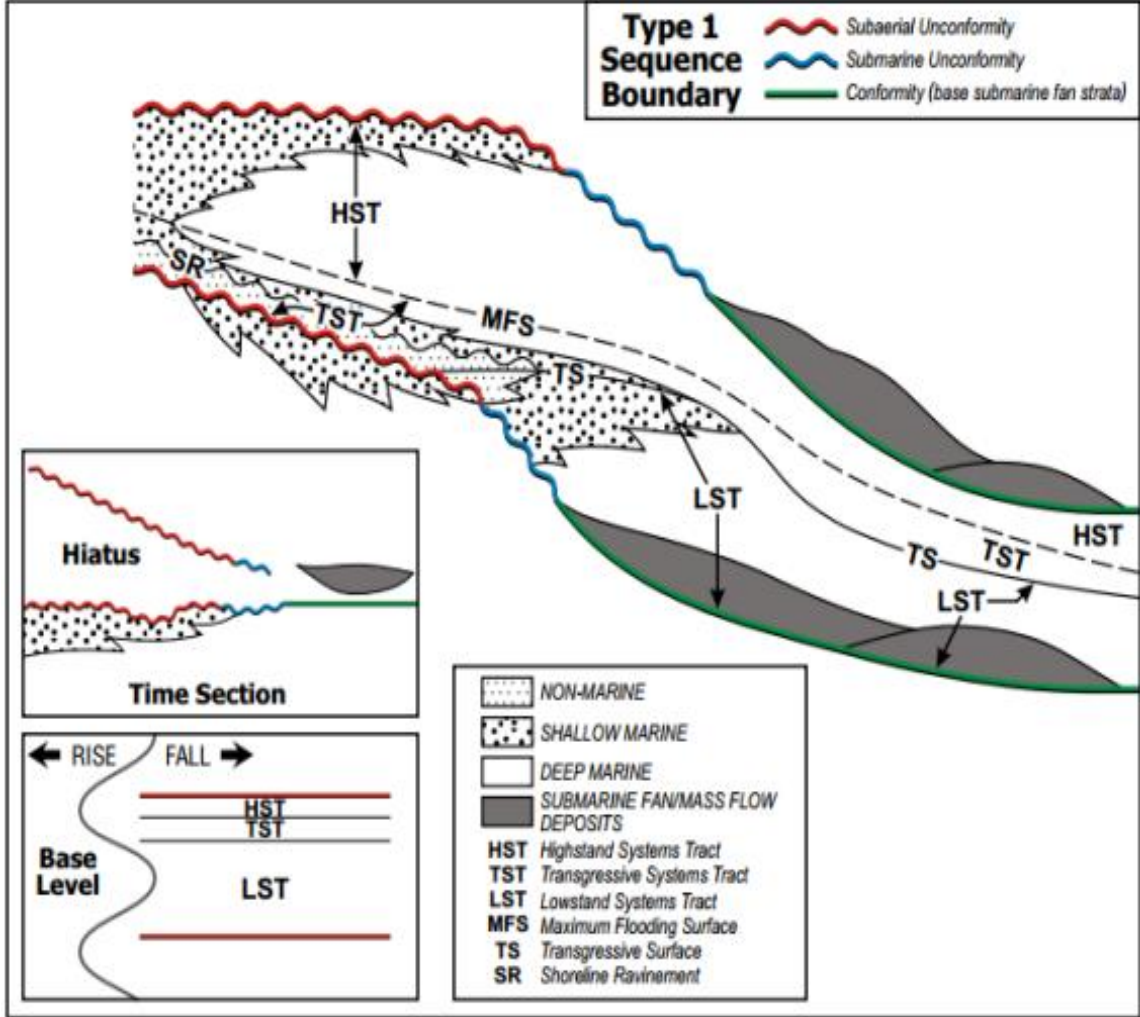
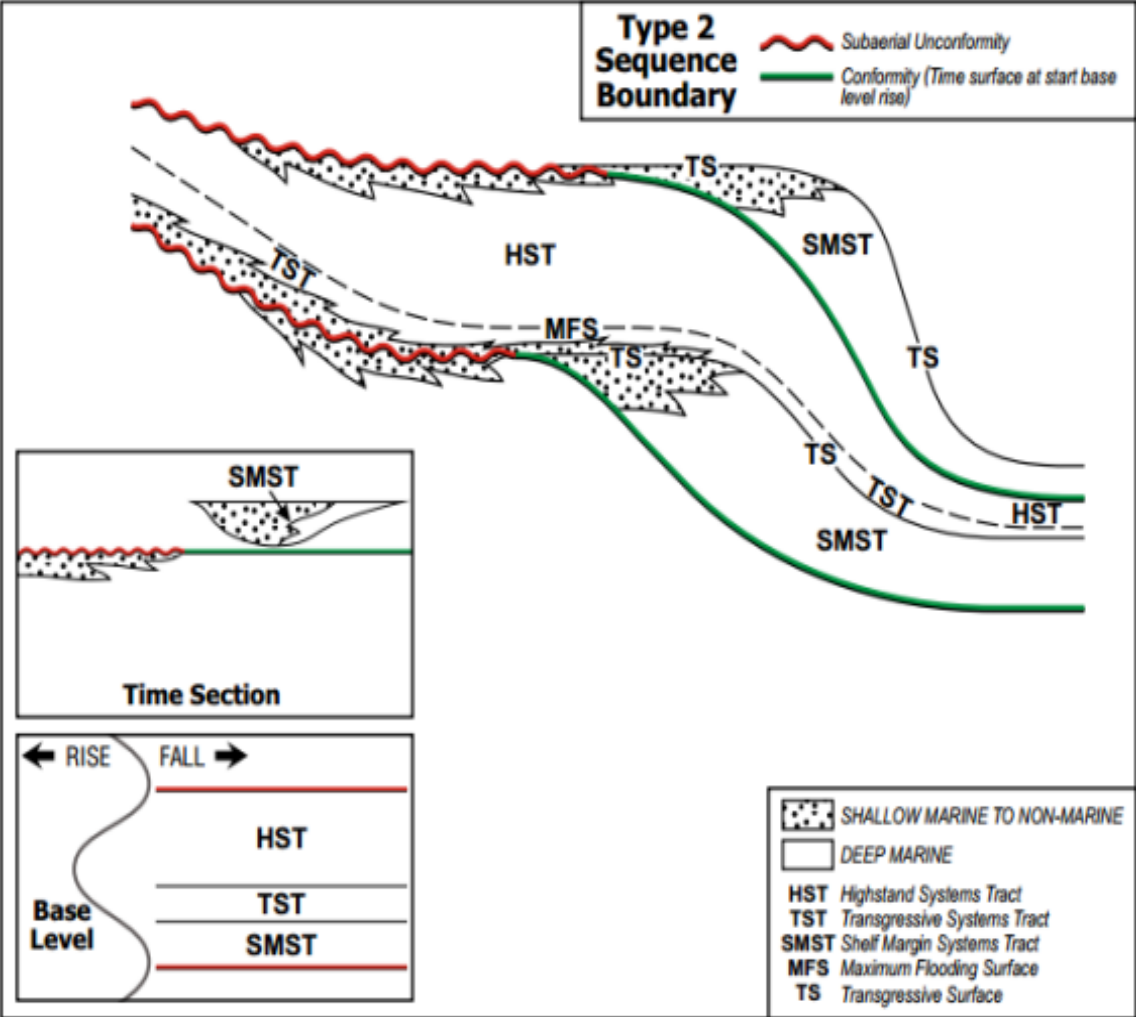
Mfs – maximum flooding surface

Lsw – lowstand wedge

Sf – slope fan

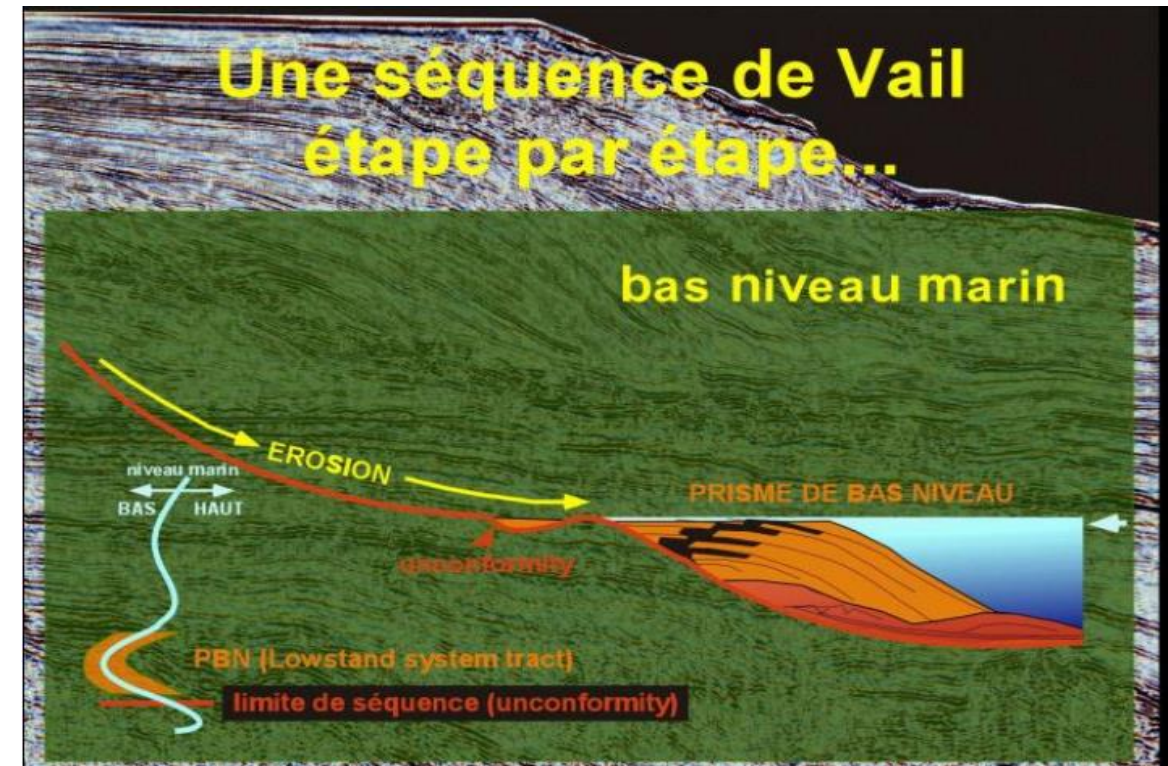
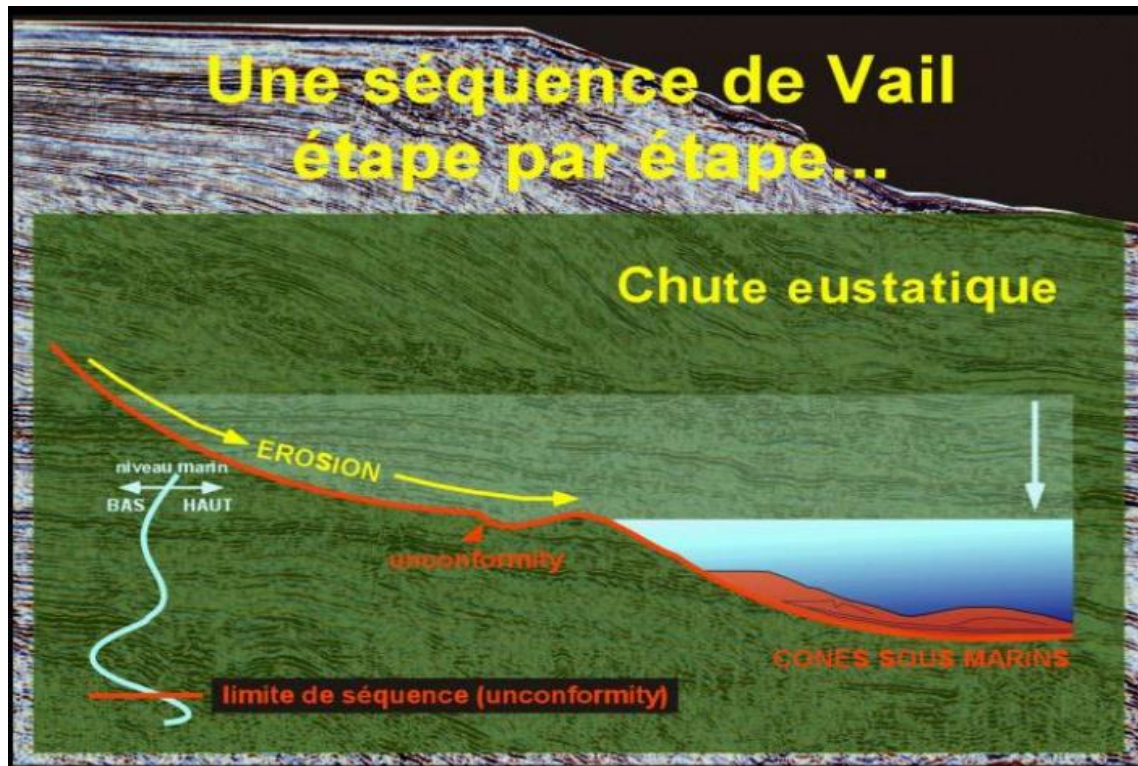
Bf – basin-floor fan

la stratigraphie séquentielle: para-séquences & system-track



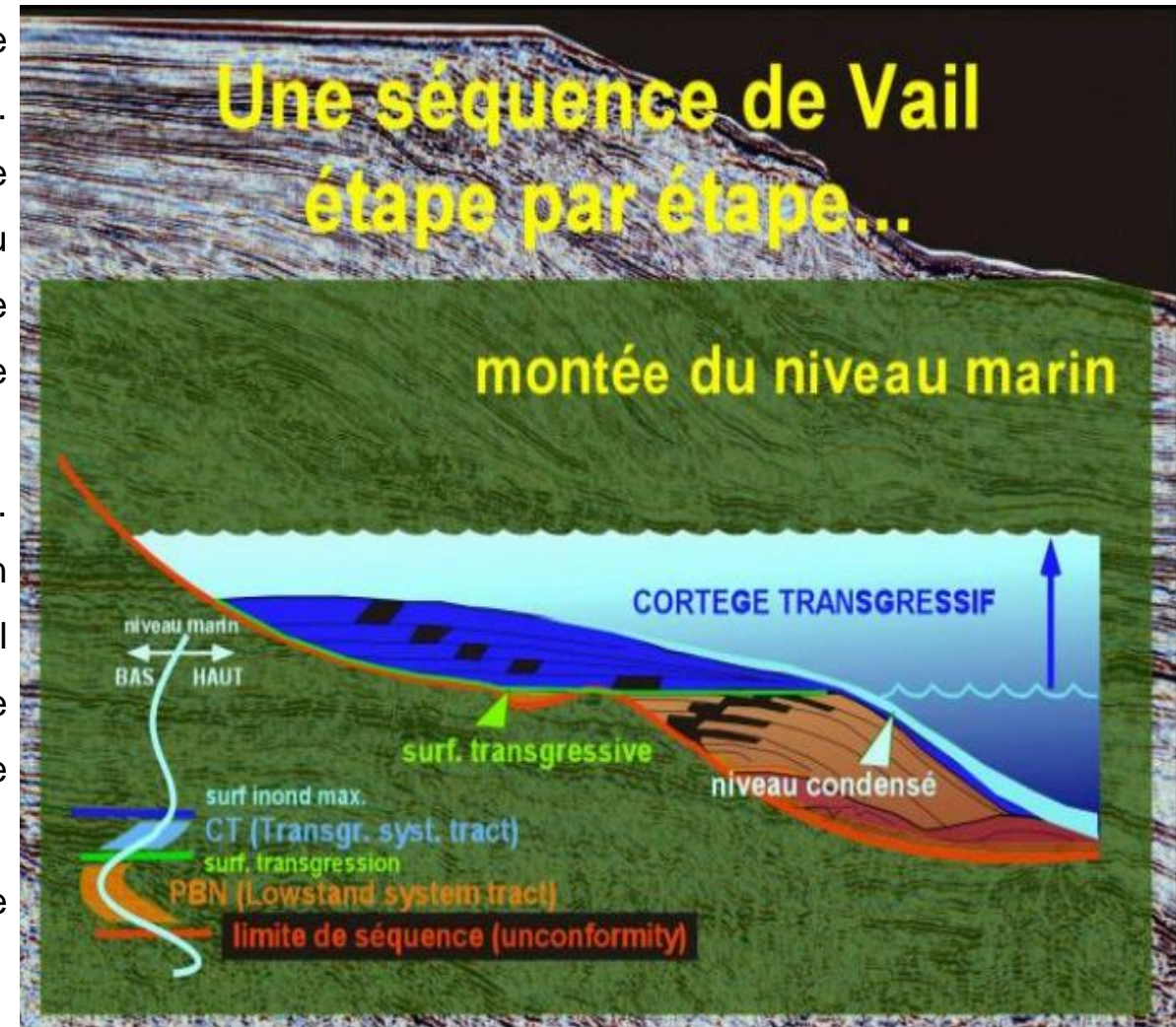
la stratigraphie séquentielle: para-séquences & system-track

- **Le cortège de bas niveau marin:** Il correspond au cortège de base pour une séquence de type 1. Si le cortège de bas niveau se dépose sur une surface de forte pente, et si la chute du niveau de la mer est suffisamment forte pour que le littoral se déplace au-delà de la bordure de la plateforme, le cortège peut être divisé en deux membres distincts mais non contemporains: un cône sous marin de bassin et un prisme de bas niveau.



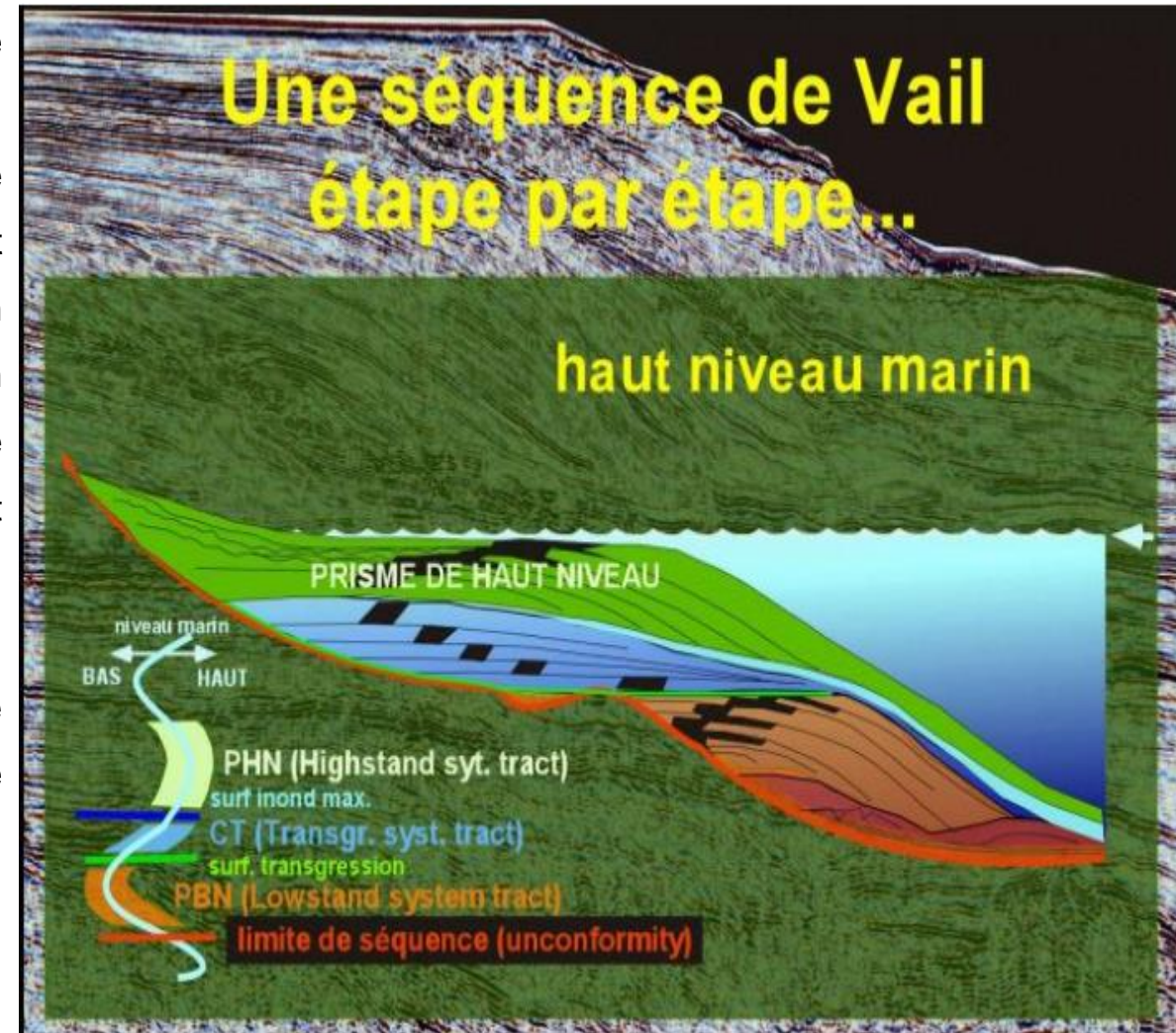
la stratigraphie séquentielle: para-séquences & system-track

- **Le cortège transgressif:** C'est le second cortège sédimentaire formant une séquence de type 1 ou une séquence de type 2. Il se compose d'une succession de paraséquences de retrogradation. Ce cortège débute par le premier événement transgressif (1^{ère} surface de transgression) , après le maximum de régression du cortège de bas niveau (Vail, 1987). Ces dépôts paraissent être largement développés plutôt sur des discordances de type 2 que des discordances de type 1 (Posamentier,).
- Ce cortège est limité à la base par une surface de transgression. Les paraséquences présentent une structure en onlap en direction du continent et une structure de downlap en direction du bassin. Il est limité au toit par la surface d'inondation maximale marquant le changement de régime eustatique: construction de paraséquence d'aggradation après les paraséquences de retrogradation.
- Le cortège transgressif se dépose durant une montée eustatique rapide.



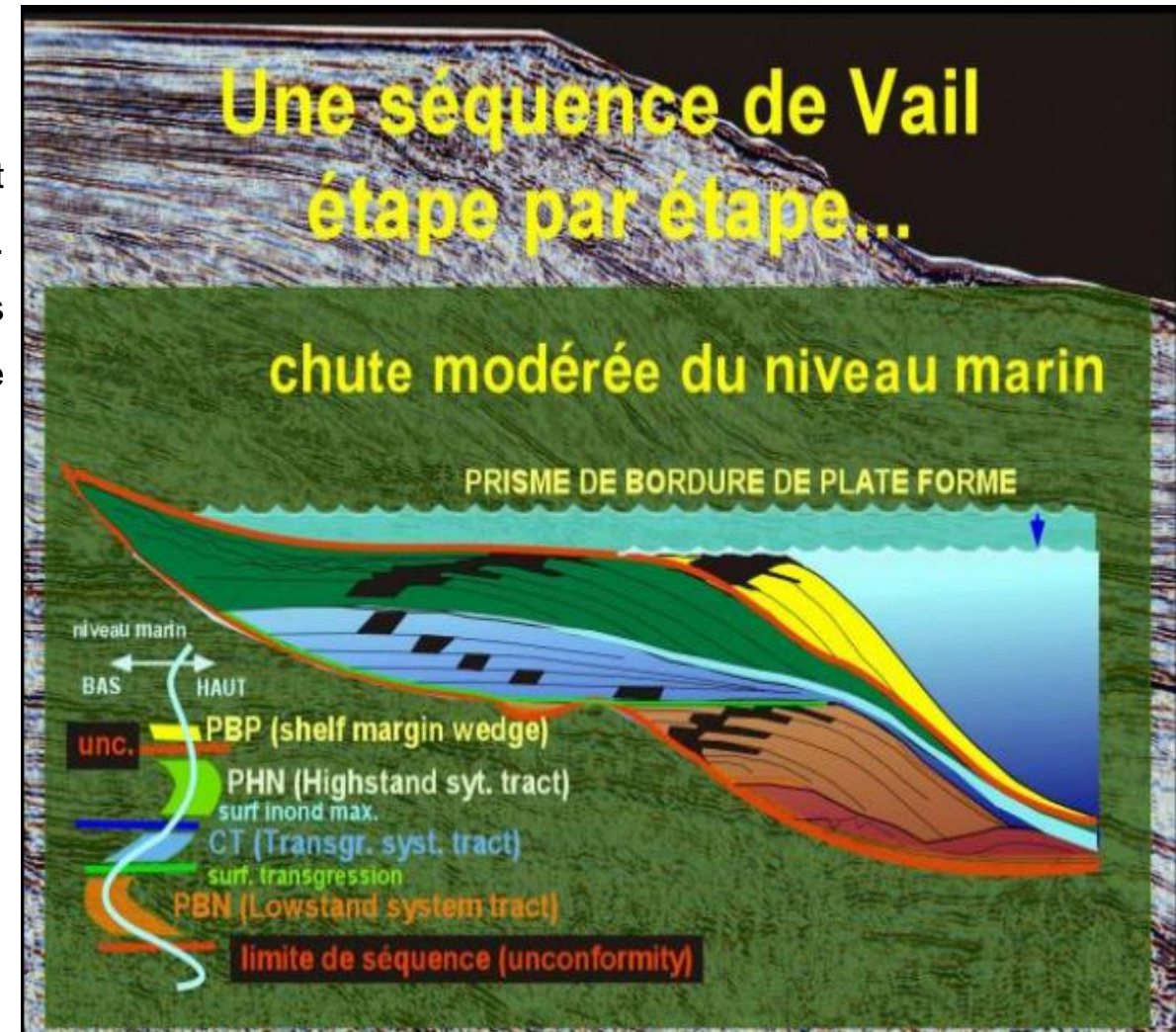
la stratigraphie séquentielle: para-séquences & system-track

- **Le cortège de haut niveau** Il forme le cortège sédimentaire le plus récent dans une séquence de type 1 ou une séquence de type 2.
- Il est caractérisé par des paraséquences d'aggradation ou de progradation. Cette transition est fortement dépendante de l'apport en sédiments. Les paraséquences présentent une structure en onlap en direction du continent et une structure en downlap en direction du bassin. Ce cortège est limité à la base par une surface en downlap (ou par des sections condensées) et il est limité au toit par une discordance de type 1 ou une discordance de type 2.
- Le cortège de haut niveau se dépose durant la partie terminale de la montée eustatique, durant une stabilité eustatique et le début de la chute eustatique.



la stratigraphie séquentielle: para-séquences & system-track

- **Le cortège de bordure de plate-forme** Il correspond au cortège de base pour une séquence de type 2.
- La chute du niveau marin ne dépassant pas la rupture de pente est à l'origine du piégeage des sédiments au niveau de la plate-forme. Elle est caractérisée par une ou plusieurs paraséquences faiblement aggradantes à progradantes. On général, il s'agit d'une section condensée.



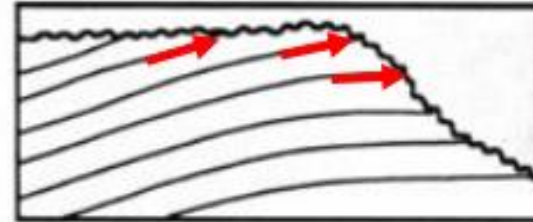
Les différentes Surfaces

Les séquences sismiques

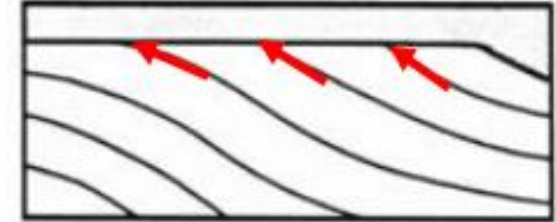
- L'identification des séquence sismique est basée sur l'analyse de la terminaison des réflecteurs :

4 grands types de terminaisons :

LIMITE SUPERIEURE



1. Erosional truncation
(Troncature érosionnelle)

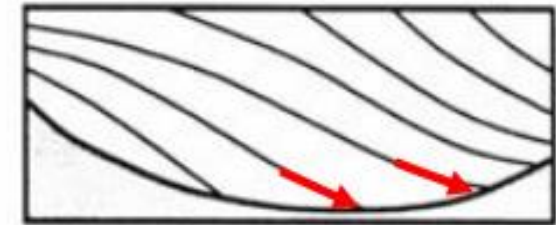


2. Toplap
(biseau sommital)

LIMITE INFERIEURE



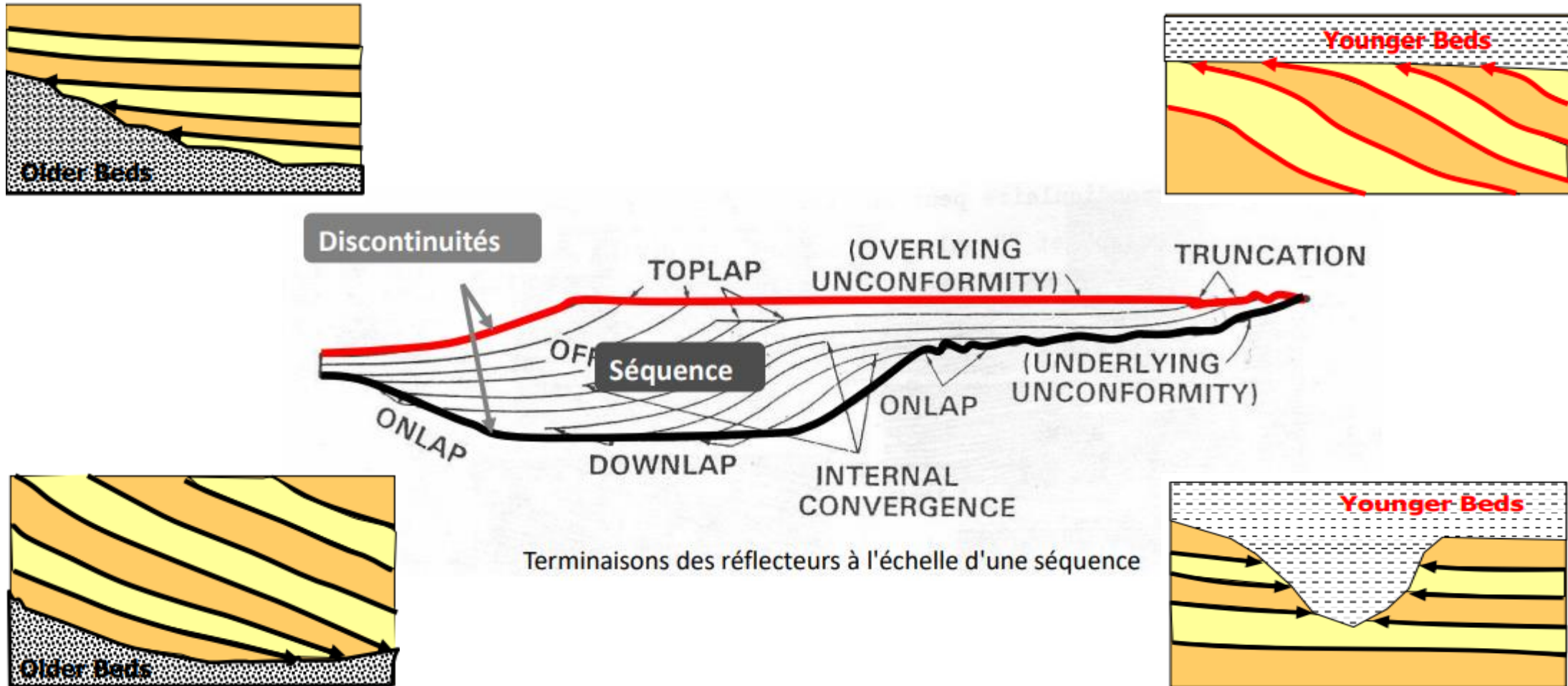
1. Onlap
(biseau d'aggradation)



2. Downlap
(biseau de progradation)

Les séquences sismiques

Une séquence sismique est une unité stratigraphique composée d'une suite relativement conforme de strates génétiquement liées. Elle est limitée à la base et au sommet par des discontinuités sismiques.

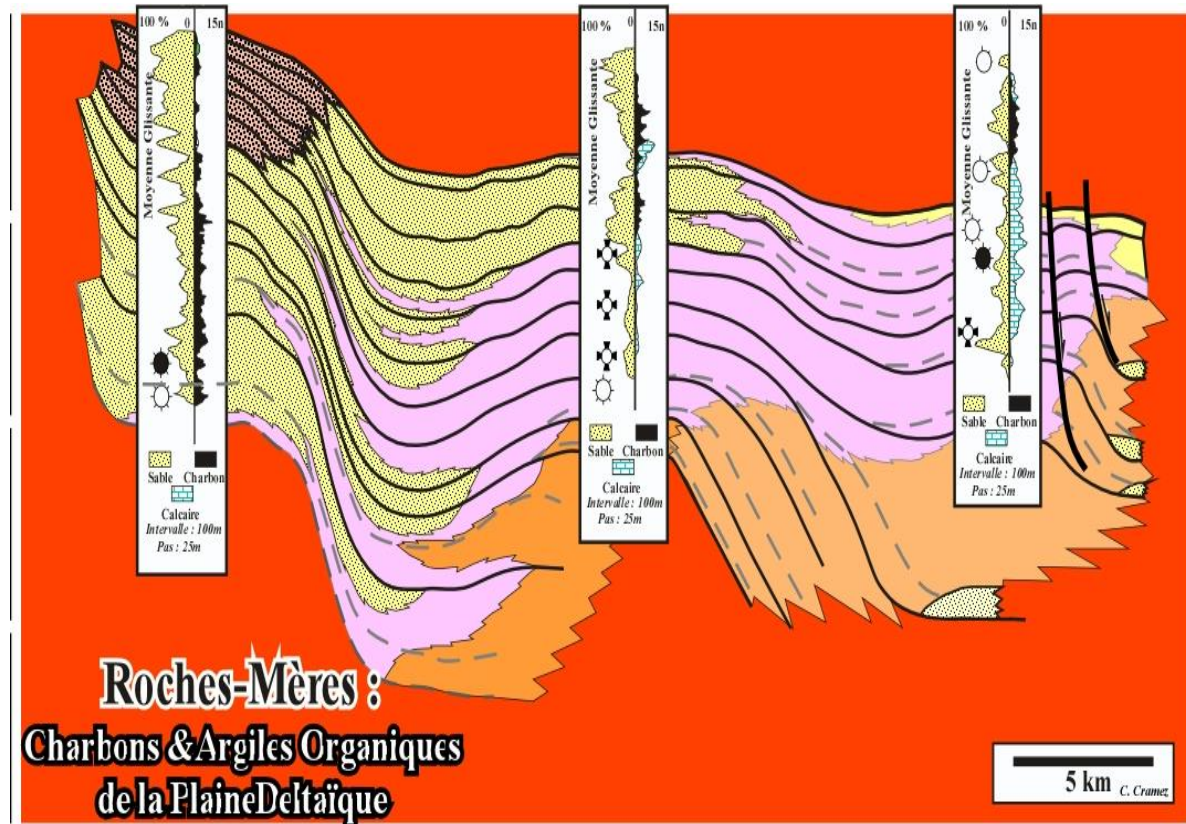


Les faciès sismiques

- L'analyse des faciès sismiques consiste en l'étude de tous les paramètres et surtout des configurations des réflexions internes qui caractérisent une séquence sismique. Elle a pour but l'interprétation des configurations des réflexions en termes de:
 - Lithologie
 - Énergie de dépôt

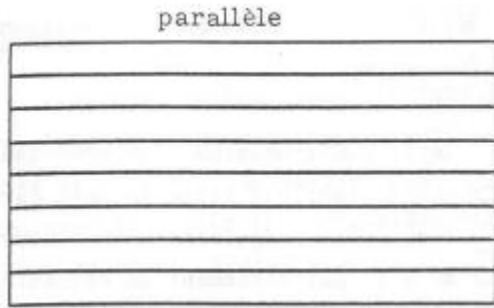
Les paramètres analysés sont : L'amplitude : forte à faible

- La fréquence : haute à basse.
- La continuité : bonne, moyenne, passable, médiocre, discontinue..
- Configuration interne des unités de faciès.

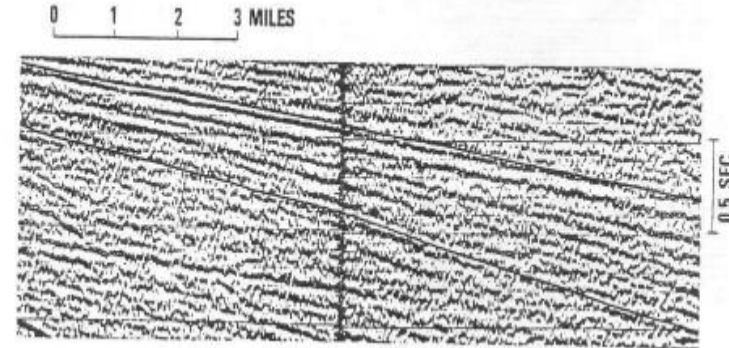
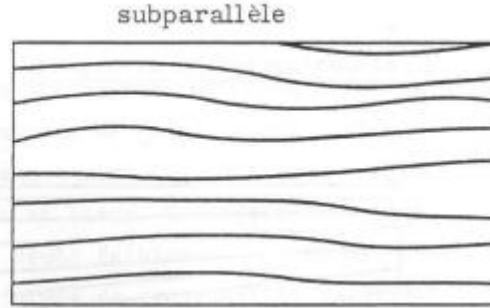


Les faciés sismiques: configuration interne

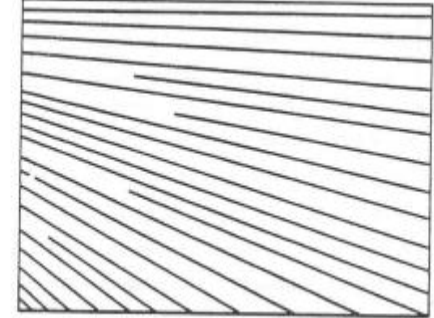
- Configuration interne des unités de faciès.



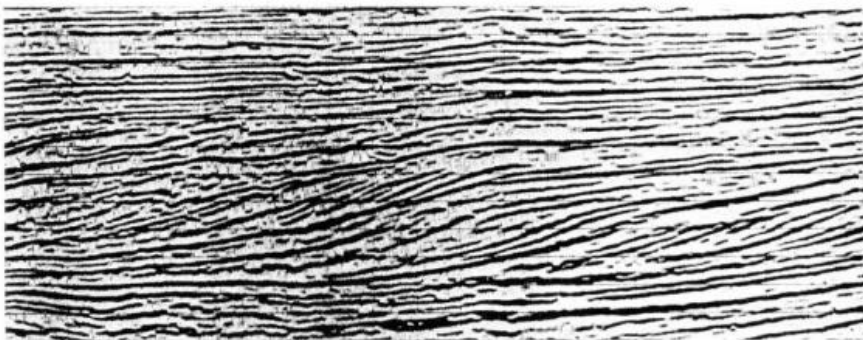
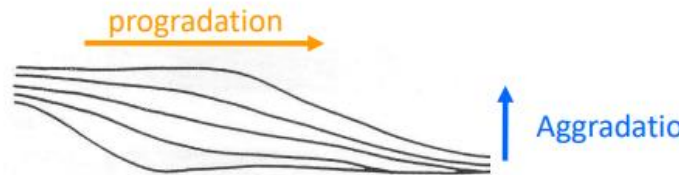
Configuration parallèle



Configuration divergente

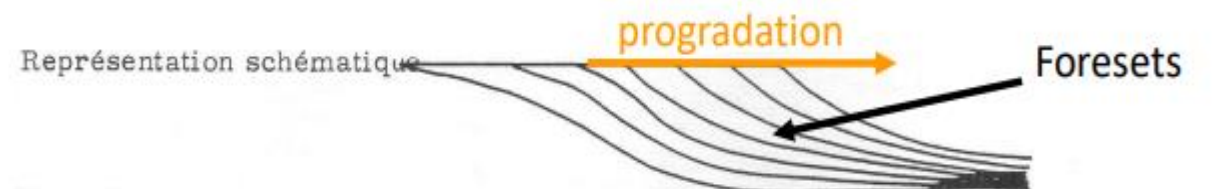


Représentation schématique :

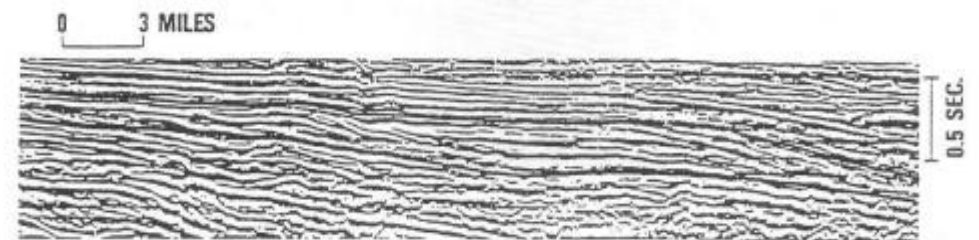


Configuration sigmoïde

Représentation schématique



Exemple

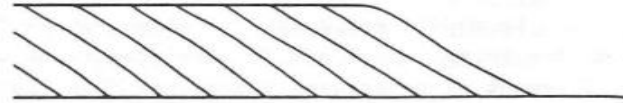


Configuration oblique

Les faciés sismiques: configuration interne

- Configuration interne des unités de faciès.

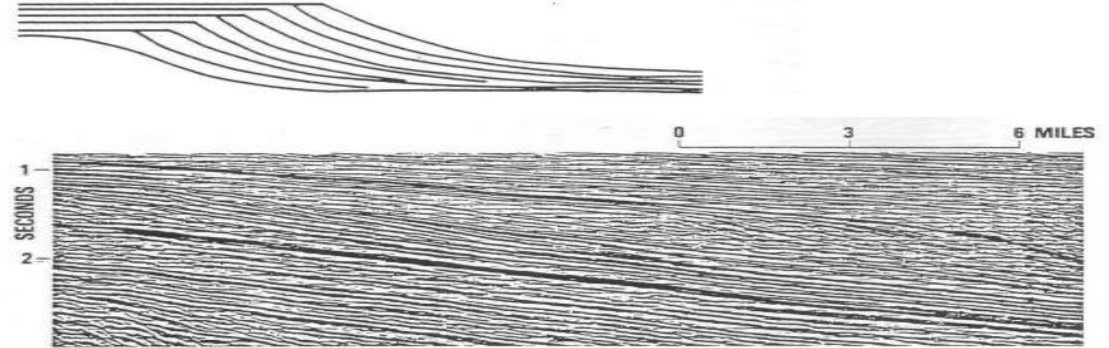
Représentation schématique :



Exemple

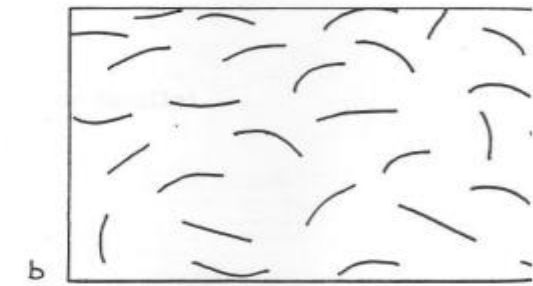
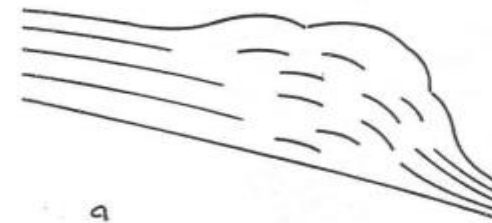


Configuration oblique

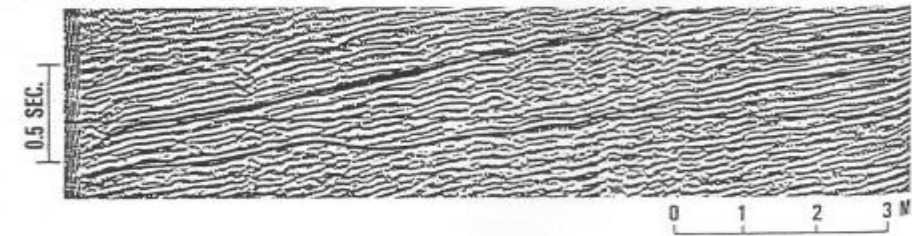


Configuration complexe sigmoïde-oblique

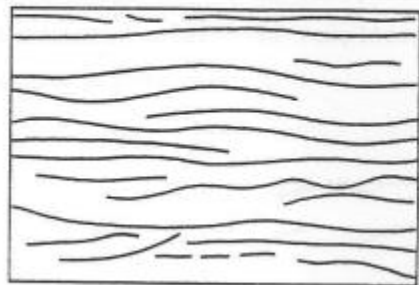
Représentation schématique :



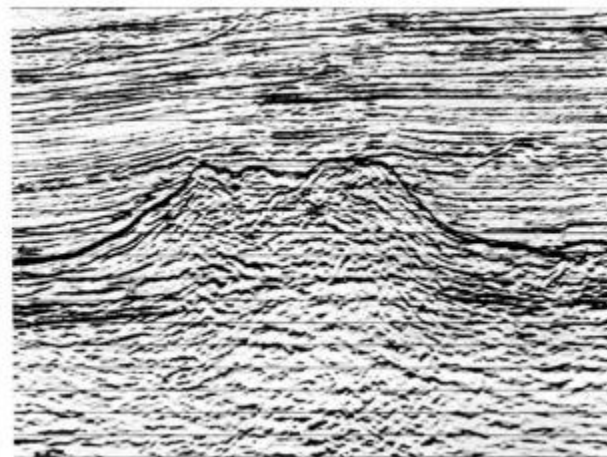
Exemples :



Configuration chaotique



1 second TWT

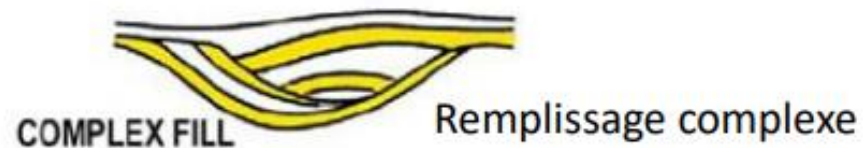


1km

Configuration en bosse et creux

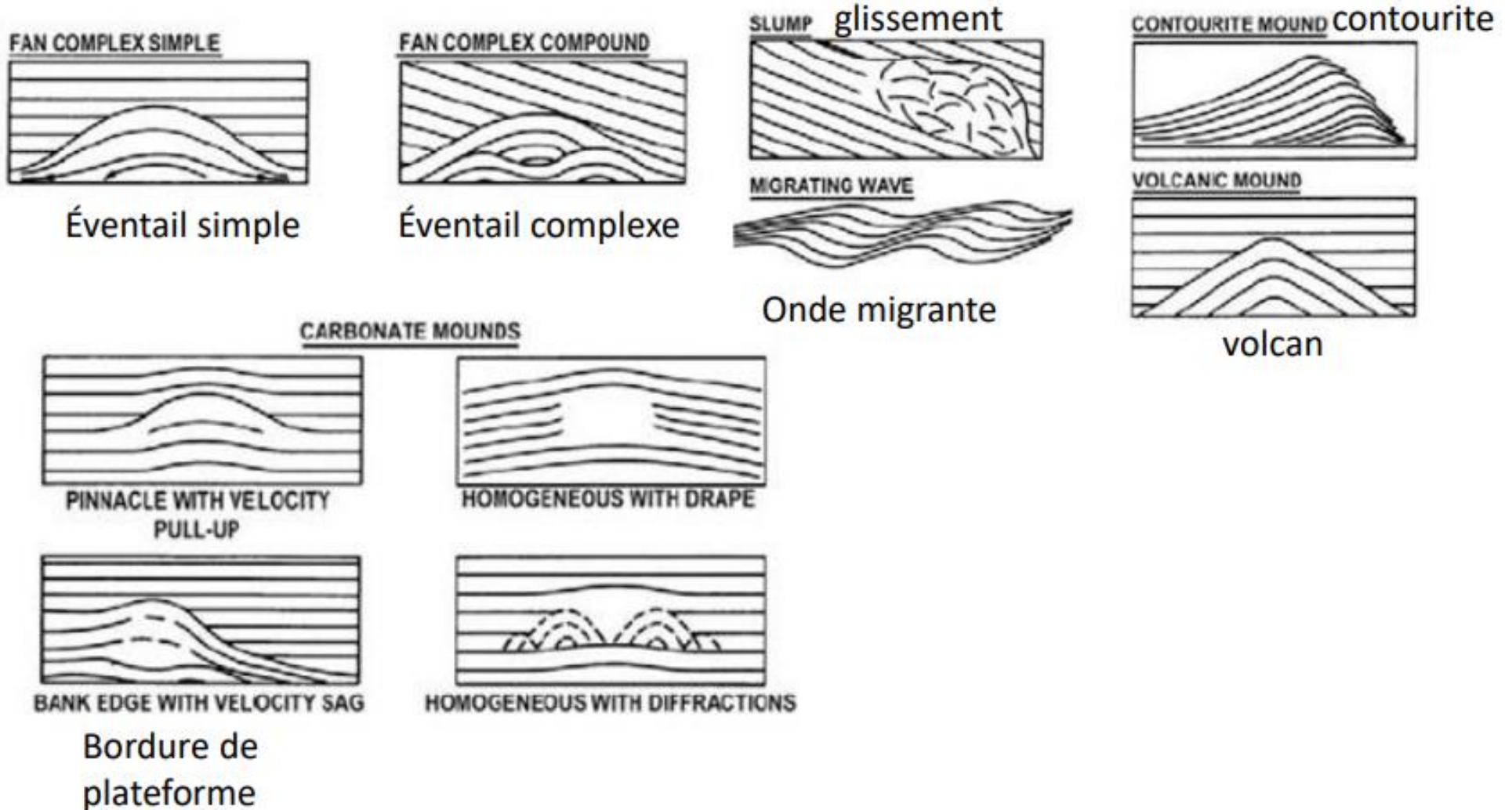
Les faciés sismiques: les forms externes

- Principales formes externes des unités de faciés sismique



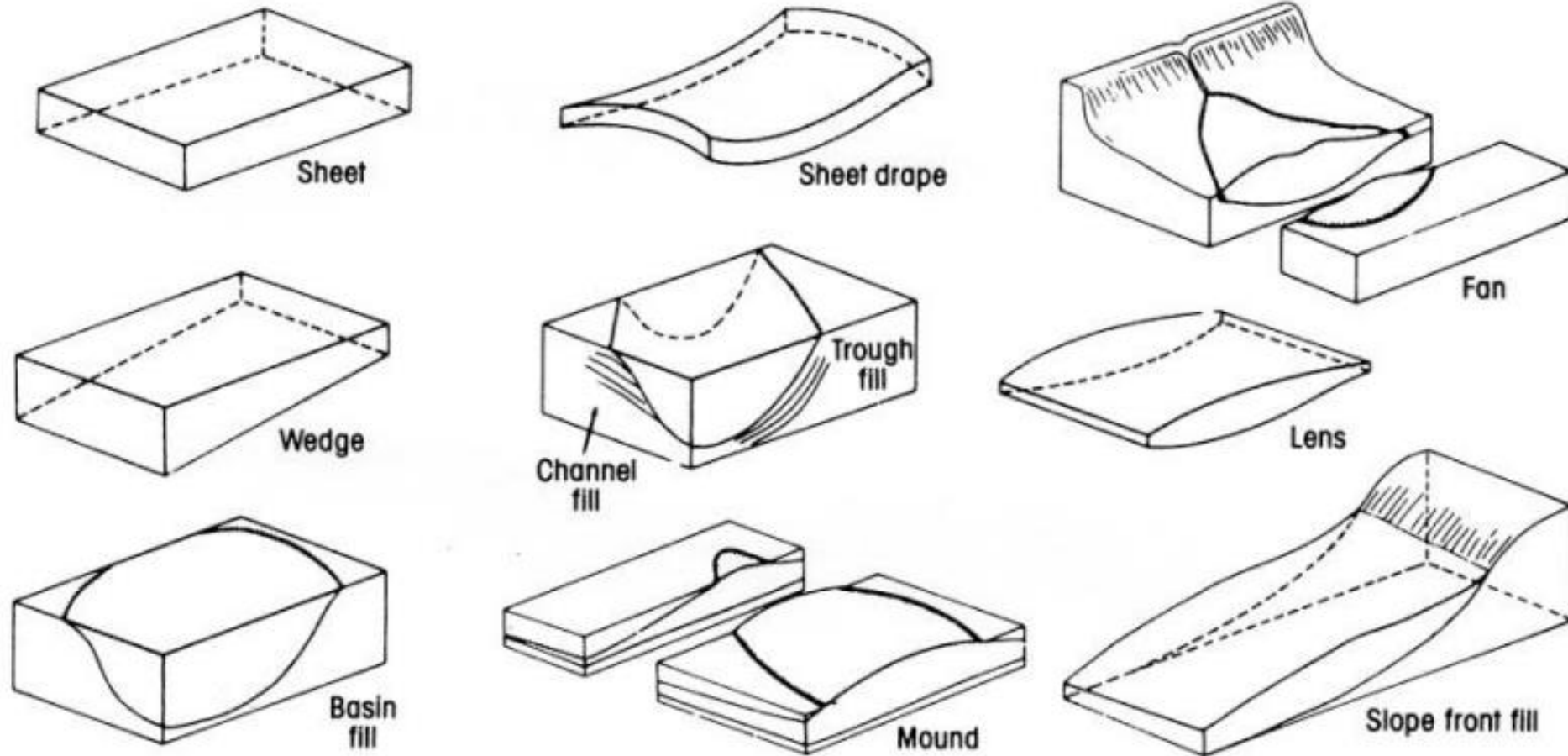
Les faciés sismiques: les forms externes

- Principales formes externes des unités de faciès sismique



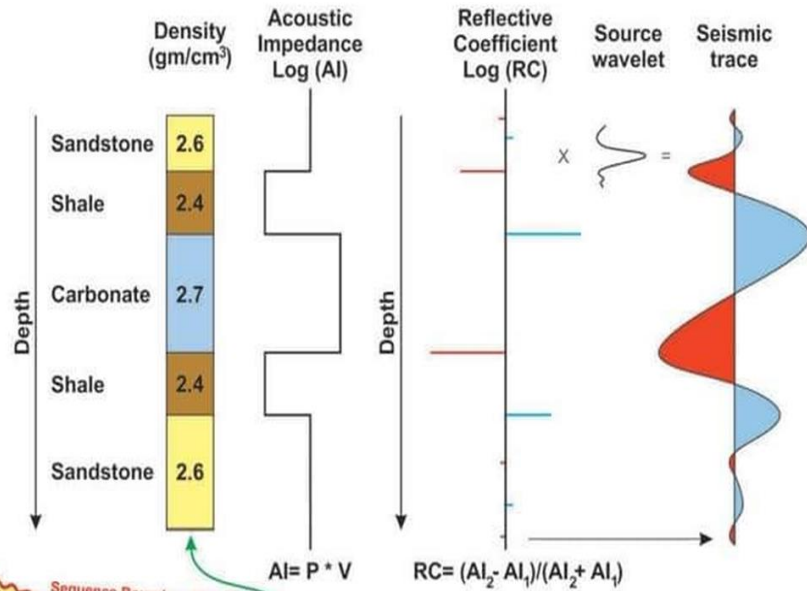
Les faciés sismiques: milieu de depot

Les modèles de réflexion interne donnent des informations sur les environnements de dépôt.



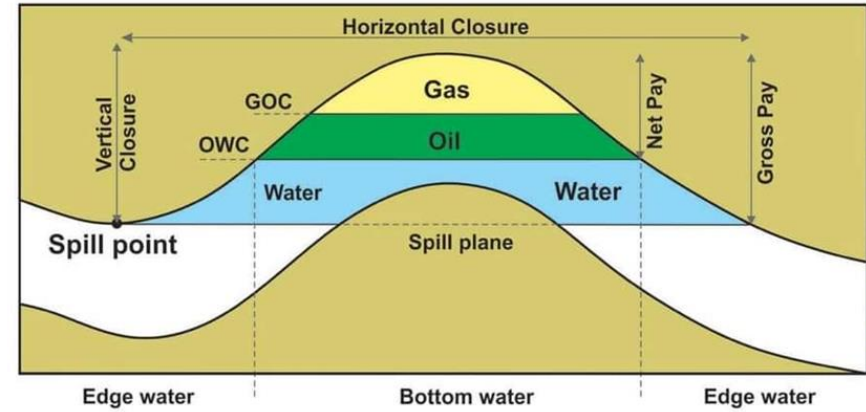
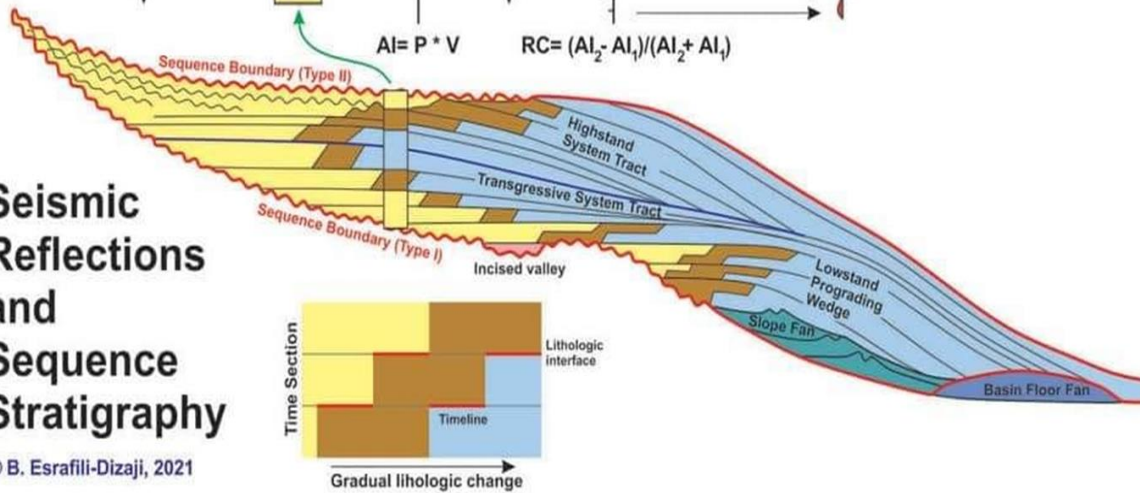
Échelles d'exploration et de production

Échelles d'exploration et de production

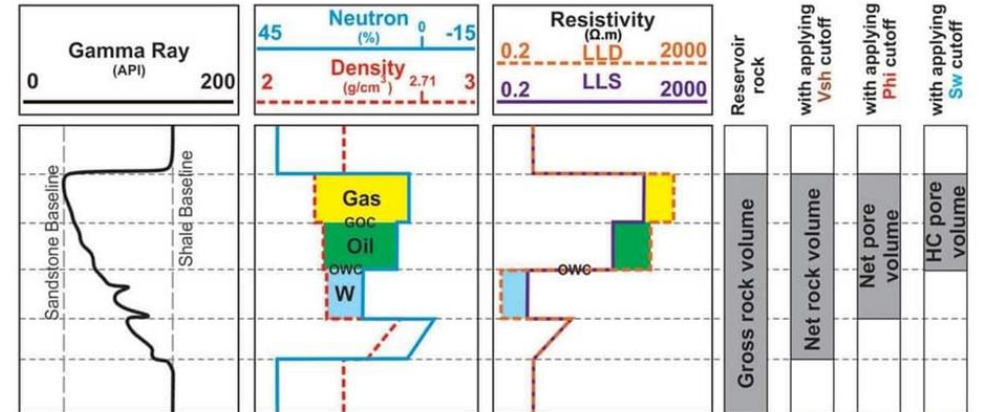


Seismic Reflections and Sequence Stratigraphy

© B. Esrafil-Dizaji, 2021



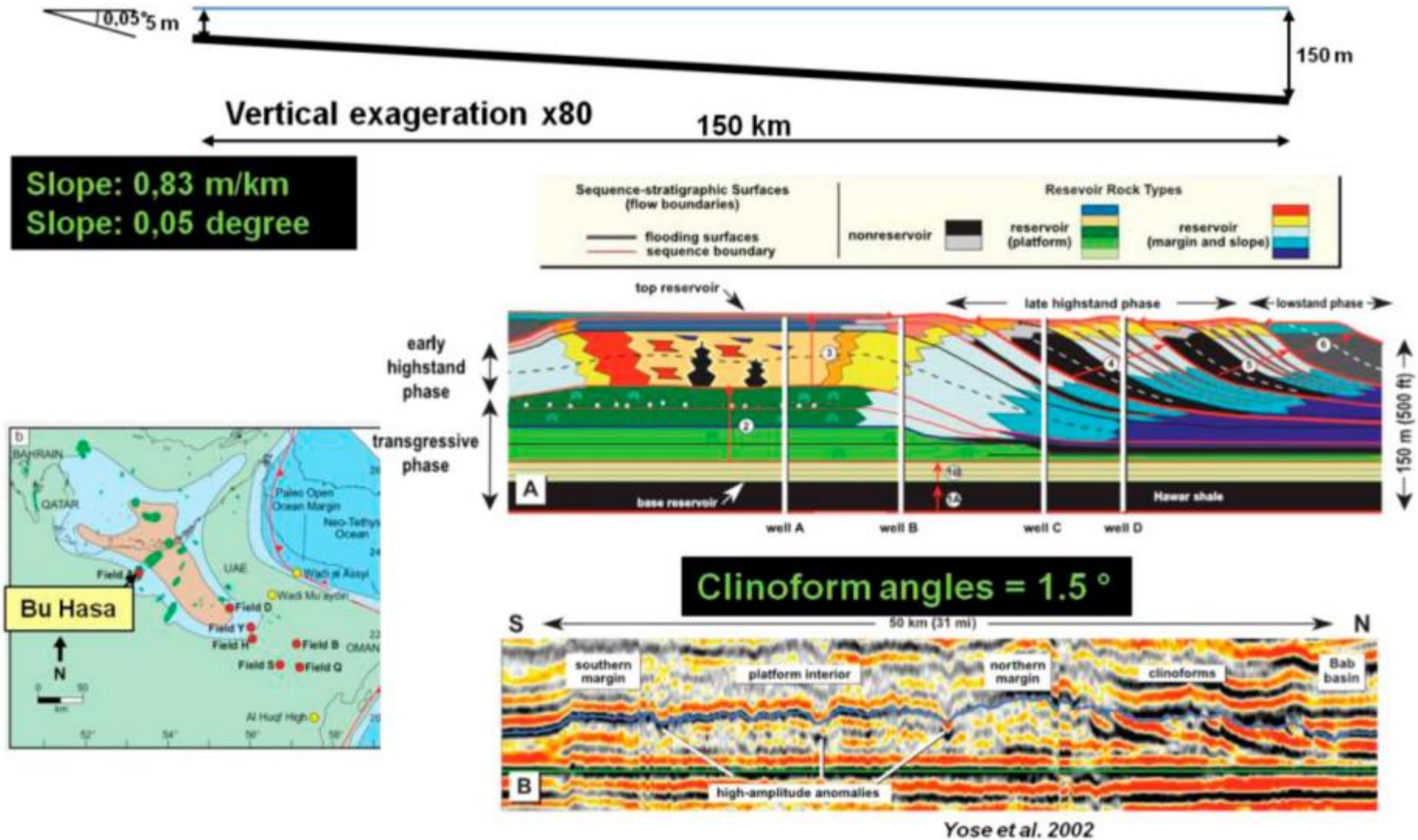
© B. Esrafil-Dizaji, 2021



GRV = Gross rock volume (Gross interval)
 NRV = Net rock volume (Gross sandstone)
 NPV = Net pore volume (Gross pay)
 HCPV = HC pore volume (Net pay)
 FVF = Formation volume factor
 HIIP = HC initially in place

$$HIIP = \frac{GRV * N:G * Phi * (1-S_w)}{FVF}$$

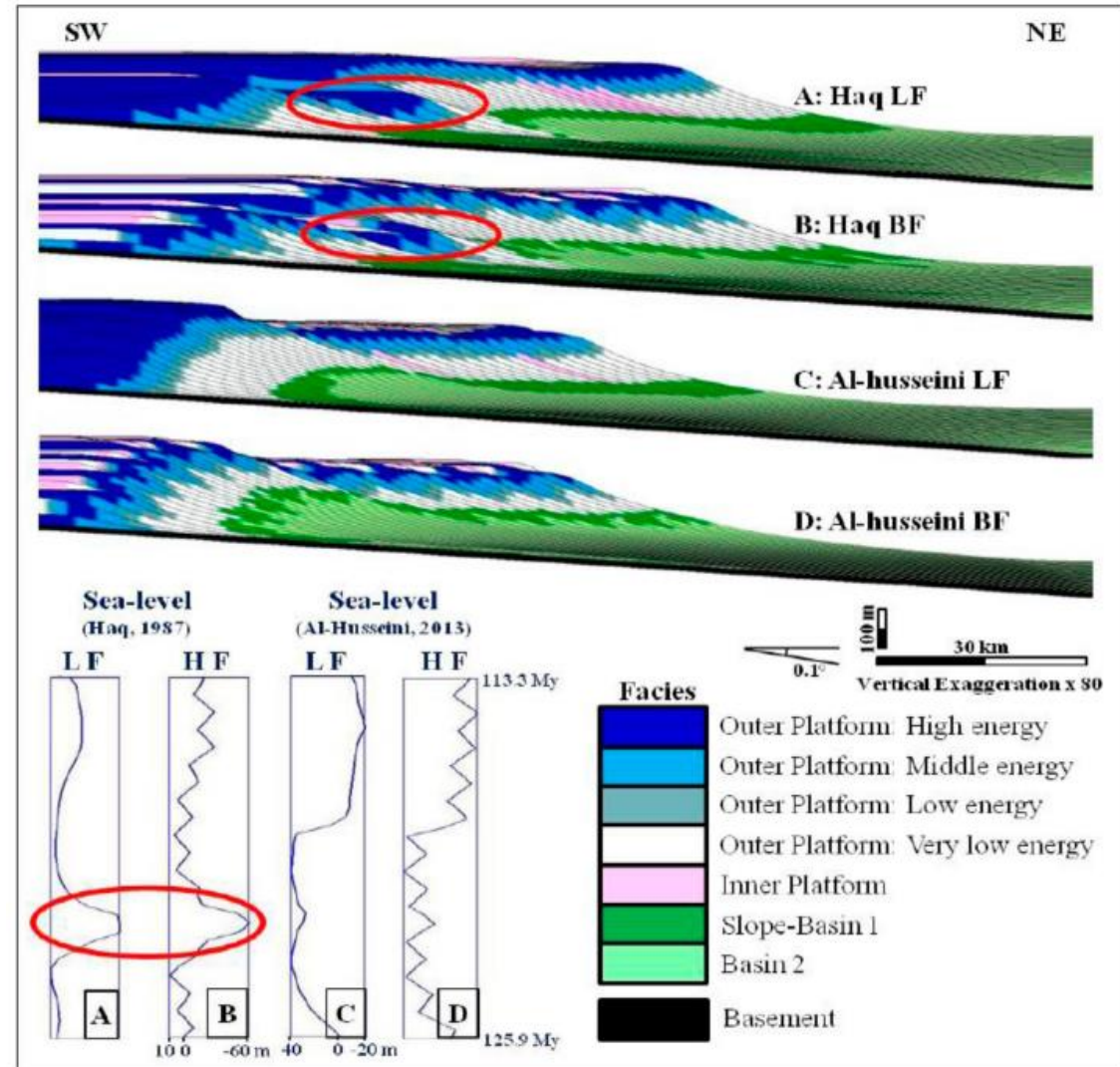
Échelles d'exploration et de production



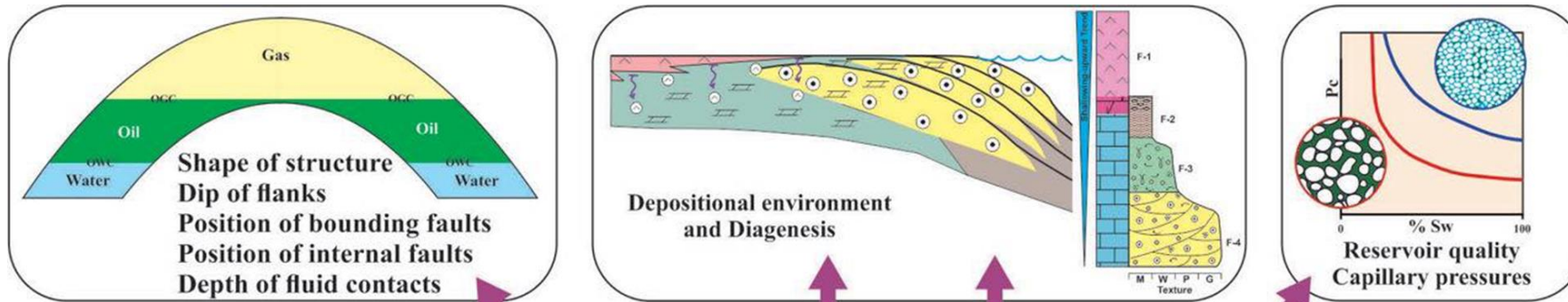
Modélisation appliquée à des séquences stratigraphiques

Échelles d'exploration et de production

L'objectif principal est de prédire les systèmes sédimentaires et stratigraphiques carbonatés présentant un potentiel important de pièges stratigraphiques à hydrocarbures. Contrairement à l'interprétation stratigraphique classique des sismo-séquences des systèmes carbonatés, cette méthode permet la réalisation d'architectures stratigraphiques carbonatées avec de subtiles variations géométriques et des changements de faciès pas nécessairement détectés par sismique et obtenus par corrélation stratigraphique de puits (Borgomano et al., 2008).



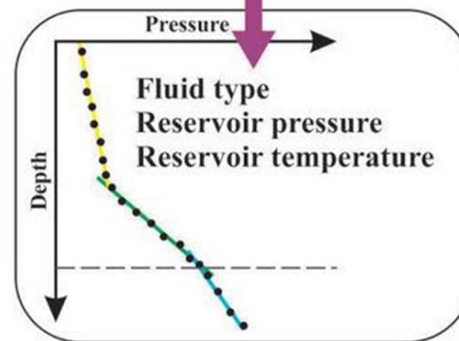
Échelles d'exploration et de production



$$HIIP = \frac{GRV * N : G * \phi * (1 - S_w)}{FVF}$$

HIIP: Hydrocarbons Initially In Place,
GRV: Gross Rock Volume,
N:G: Net to Gross,
Ø: Porosity,
Sw: water Saturation,
FVF: Formation Volume Factor

© B.Esrafil-Dizaji, 2021



Thank You

