Seismic stratigraphy

Lecture7

Dr. Riad Taifour

Seismic stratigraphy

- **الستراتغرافيا السيزمية** هي طريقة جيولوجية للتفسير الستراتغرافي السيزمي، حيث يمكن من خلالها استخراج المعلومات الستراتغرافية من البيانات السيزمية.
- الخطوة الأولى في التفسير الستراتغرافي السيزمي للأحواض هي تحديد الوحدات المرتبطة منشئياً والتي تسمى المتتالية الرسوبية.

يمكن تقسيم مجالات استخدام الستراتغرافيا السيزمية إلى الآتي:

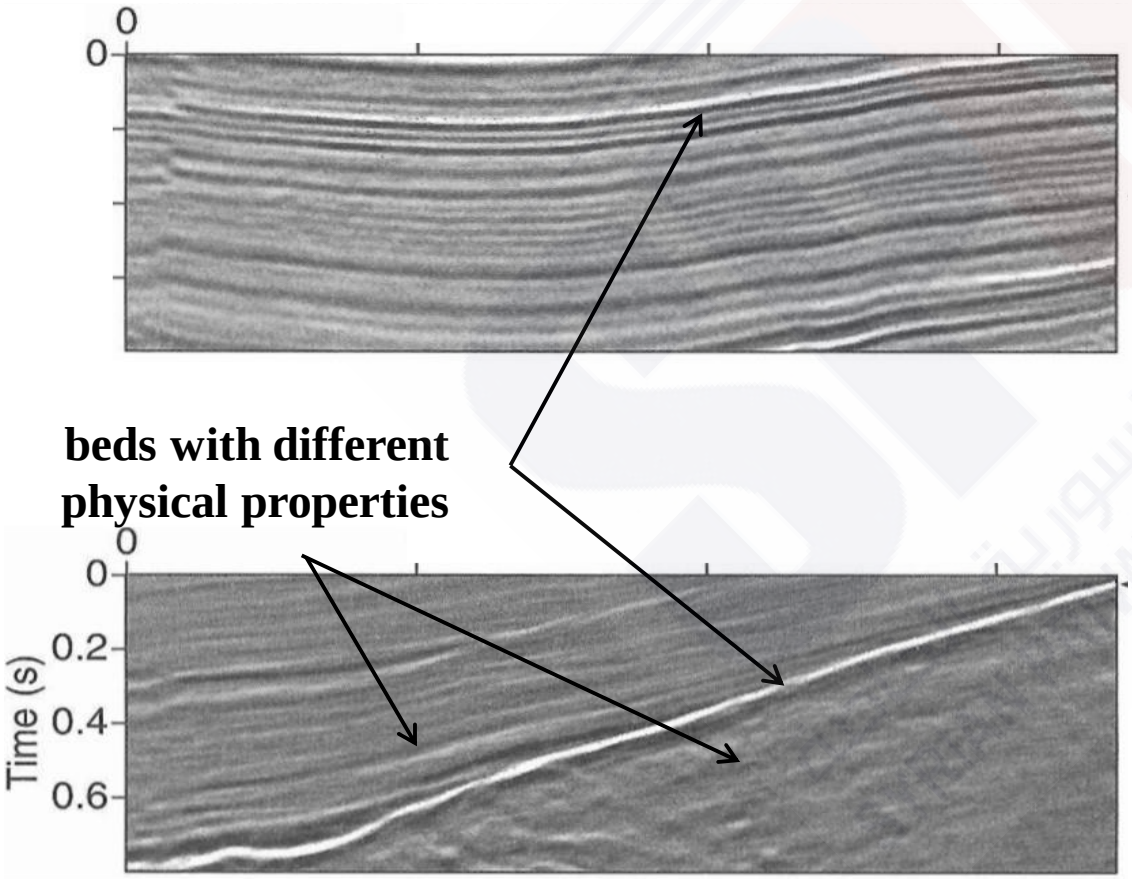
- سترتغرافيا المتتاليات السيزمية: وهي تهتم بفصل الوحدات الرسوبية زمنياً وذلك استناداً على حالات عدم التوافقunconformities .
- تحليل السحنات السيزمية: وهي تهتم بتحديد البيئات الرسوبية.
- الكشف المباشر عن المواد الهيدروكربونية: باستخدام مؤشرات البحث المباشر عن المواد الهيدروكربونية (DHI) للكشف عن المواد الهيدروكربونية، خصوصا الغاز.

Seismic sequence stratigraphy

- **عدم التوافق:** هو عبارة عن سطح مطمور ناتج عن الحت أو الانقطاع في الترسيب، والذي يسبب فجوة زمنية في التسجيل الجيولوجي (Dunbar and Rodgers 1957)

- تحصل الانعكاسات الناتجة عن سطوح عدم التوافق بسبب أن هذه السطوح تفصل طبقات متباينة في خصائصها الفيزيائية، الليتولوجية، ولذلك تكون لها ممانعة صوتية مختلفة.
- الانعكاسات الناتجة عن سطوح عدم التوافق تُظهر فجوات في السجل الترسيبي.

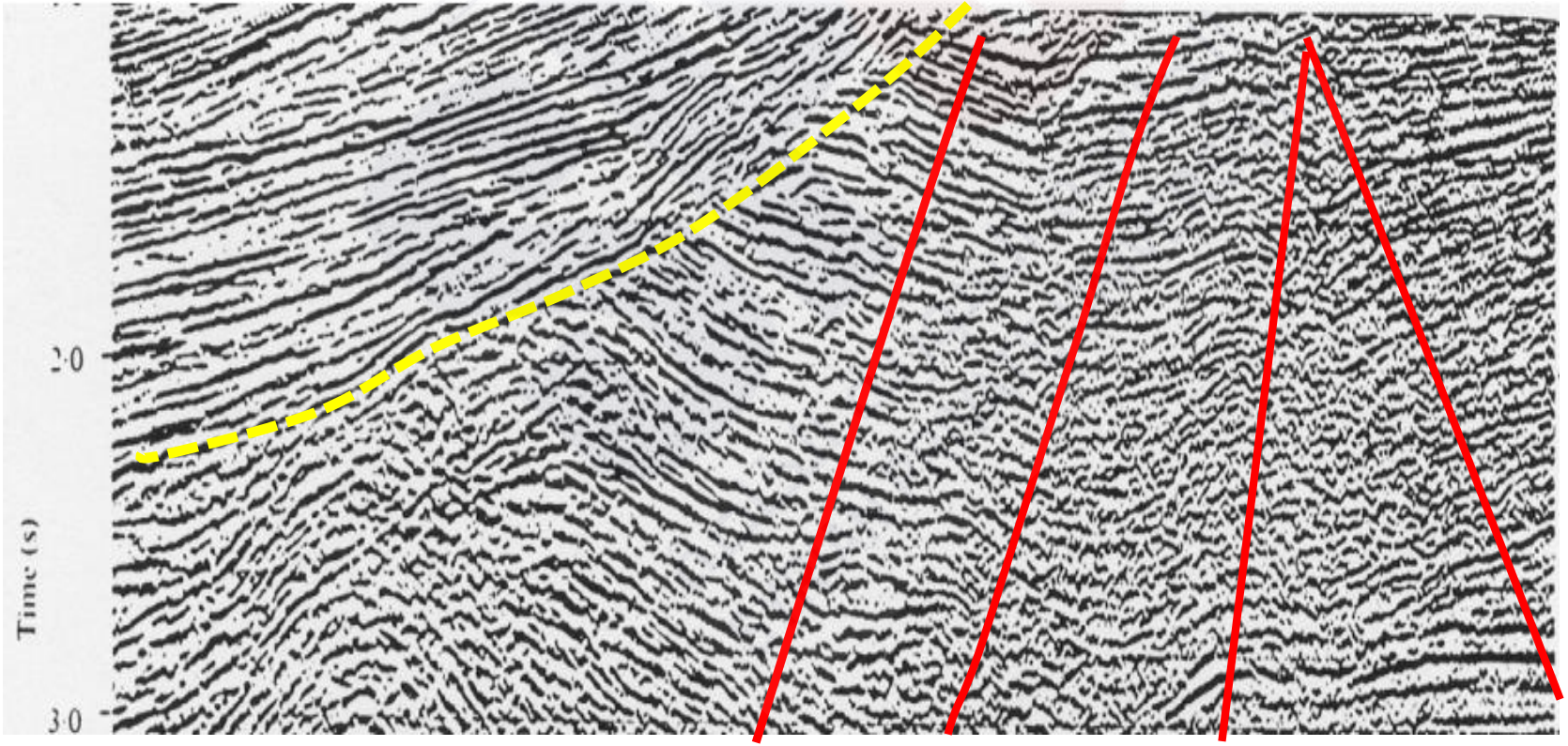
عدم التوافق Unconformity



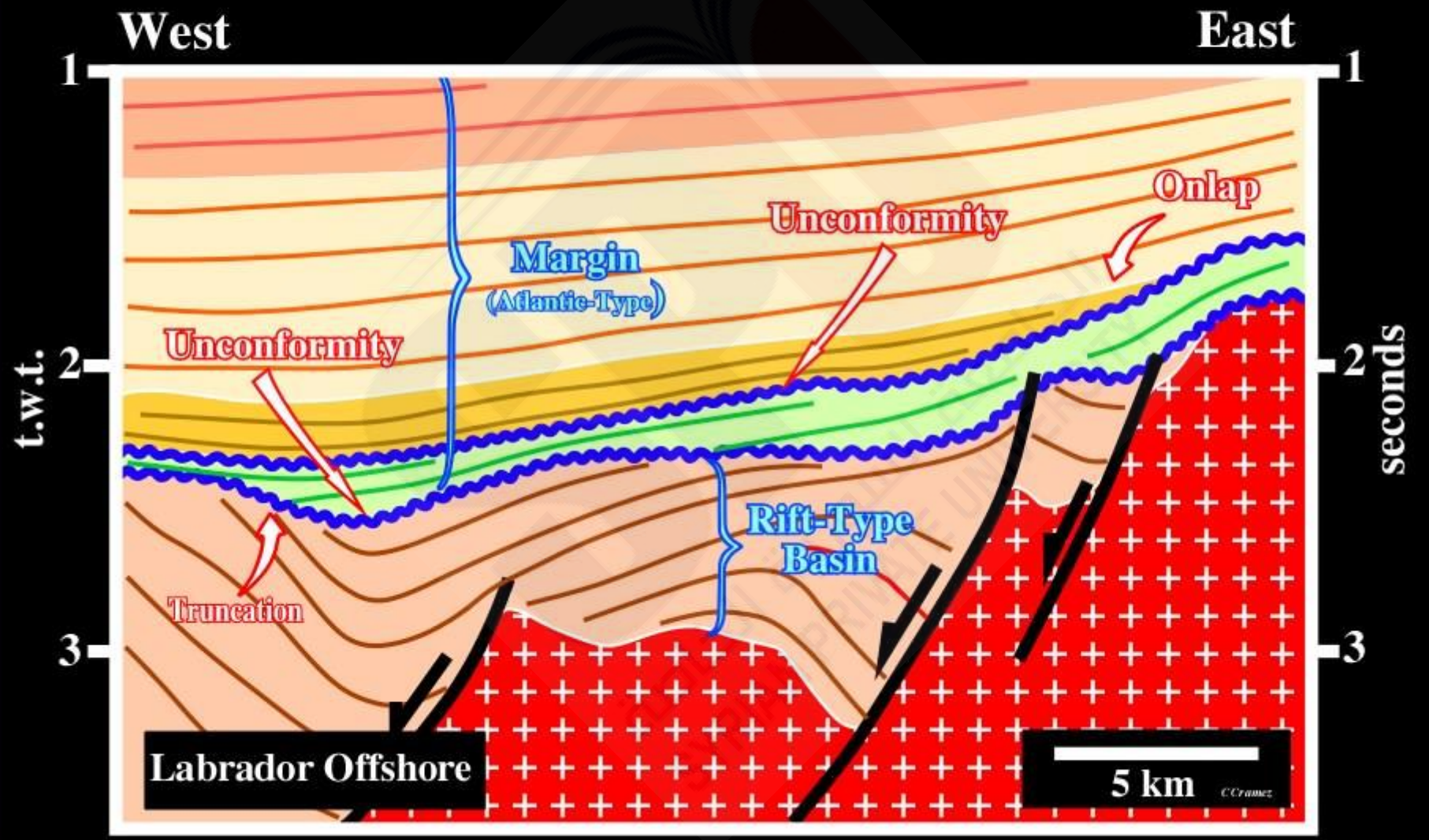
الشكل ( ) يبين كيف تظهر الانعكاسات الموافقة لسطوح عدم التوافق على المقاطع السيزمية. حيث نلاحظ الظهور الواضح والمميز لهذه الانعكاسات التي تظهر سطح عدم توافق بين طبقات مختلفة بممانعتها الصوتية.

An example of unconformity

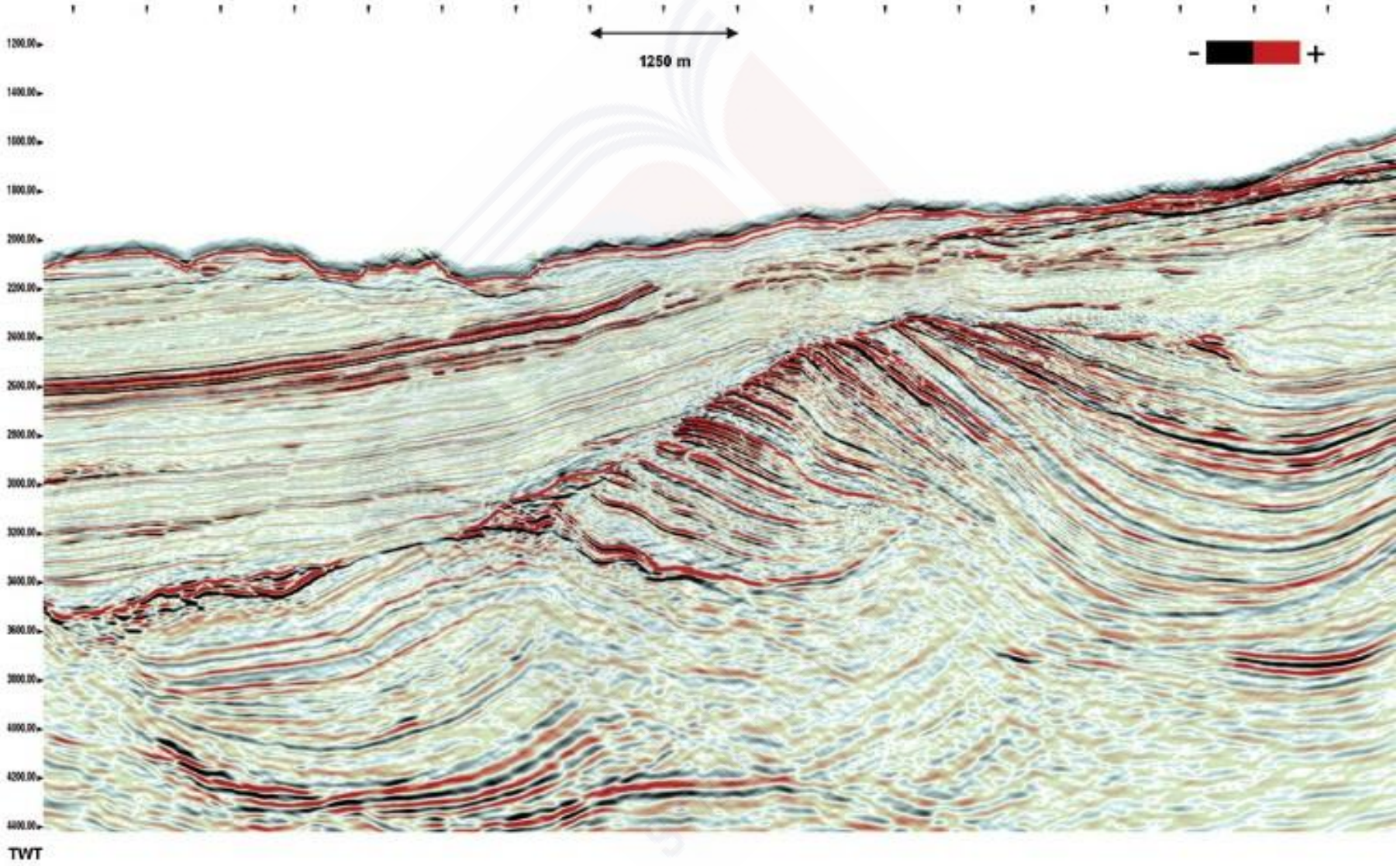
ويجب الاخذ بالحسبان انه قد لا يشكل سطح لطبقة واحدة فقط وانما لعدة طبقات وذلك بحسب درجة حته للطبقات ويحدد أيضاً بمساعدة الابار المخترقة المنزلة على البيانات السيزمية (الشكل)

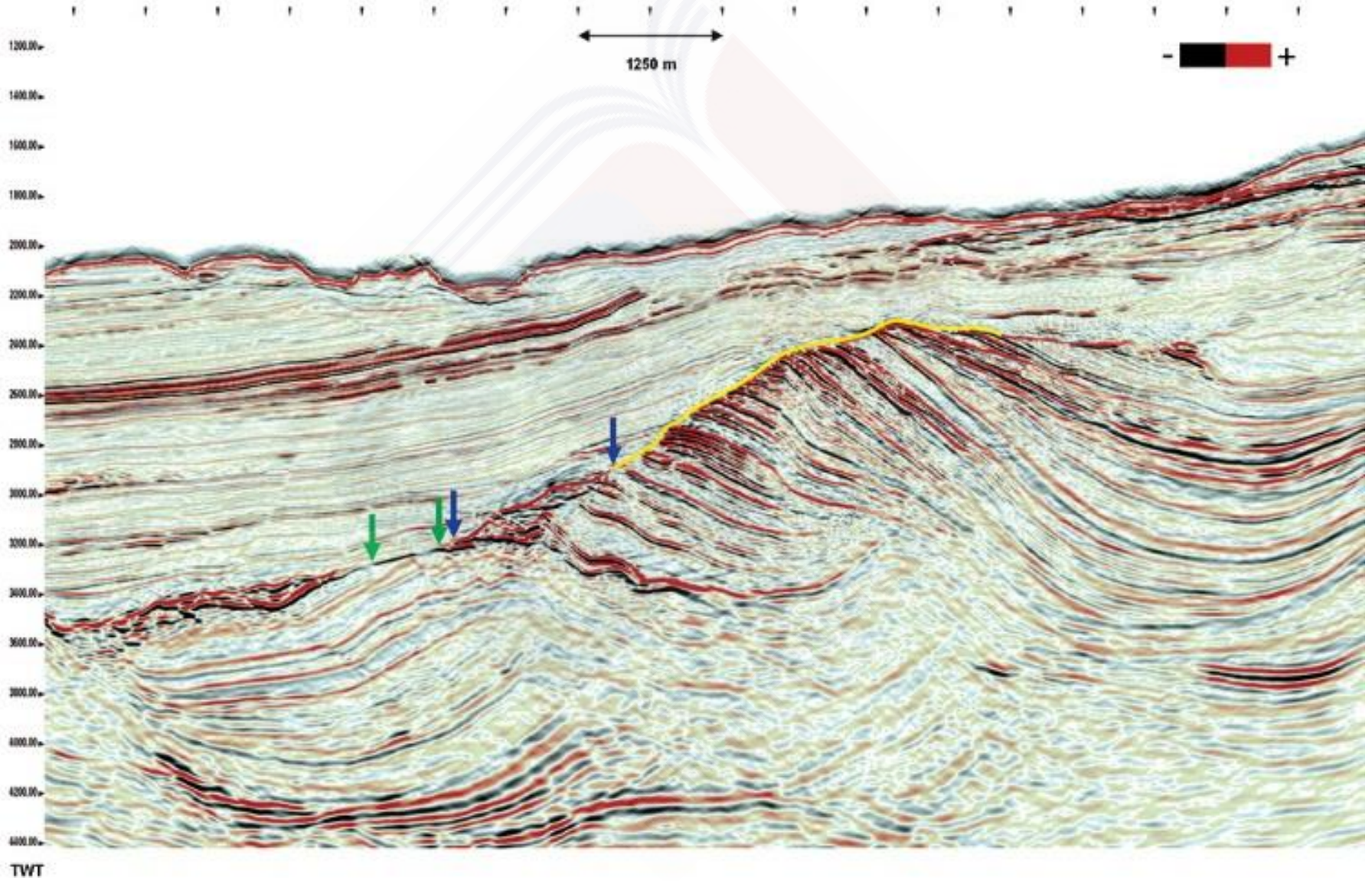


Unconformities



Courtesy of Eastcan


1250 m
-
+
1200.00
1400.00
1600.00
1800.00
2000.00
2200.00
2400.00
2600.00
2800.00
3000.00
3200.00
3400.00
3600.00
3800.00
4000.00
4200.00
4400.00
TWT


1250 m
-
+
1200.00
1400.00
1600.00
1800.00
2000.00
2200.00
2400.00
2600.00
2800.00
3000.00
3200.00
3400.00
3600.00
3800.00
4000.00
4200.00
4400.00
TWT

Seismic sequence stratigraphy

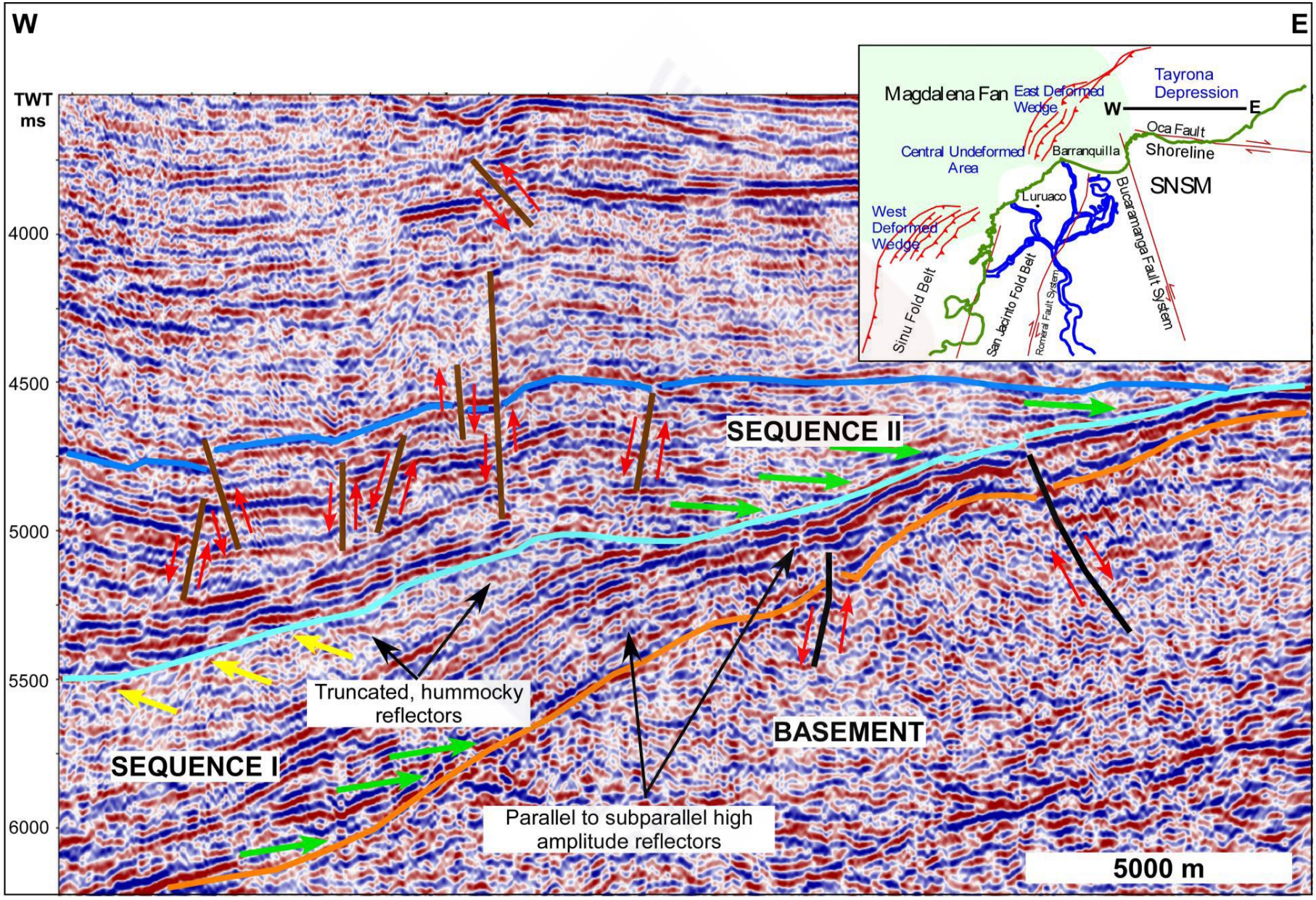
المتتالية الستراتغرافية : هي مجموعة من الطبقات المرتبطة منشئياً ومحددة من الاعلى والاسفل بسطحي عدم توافق.

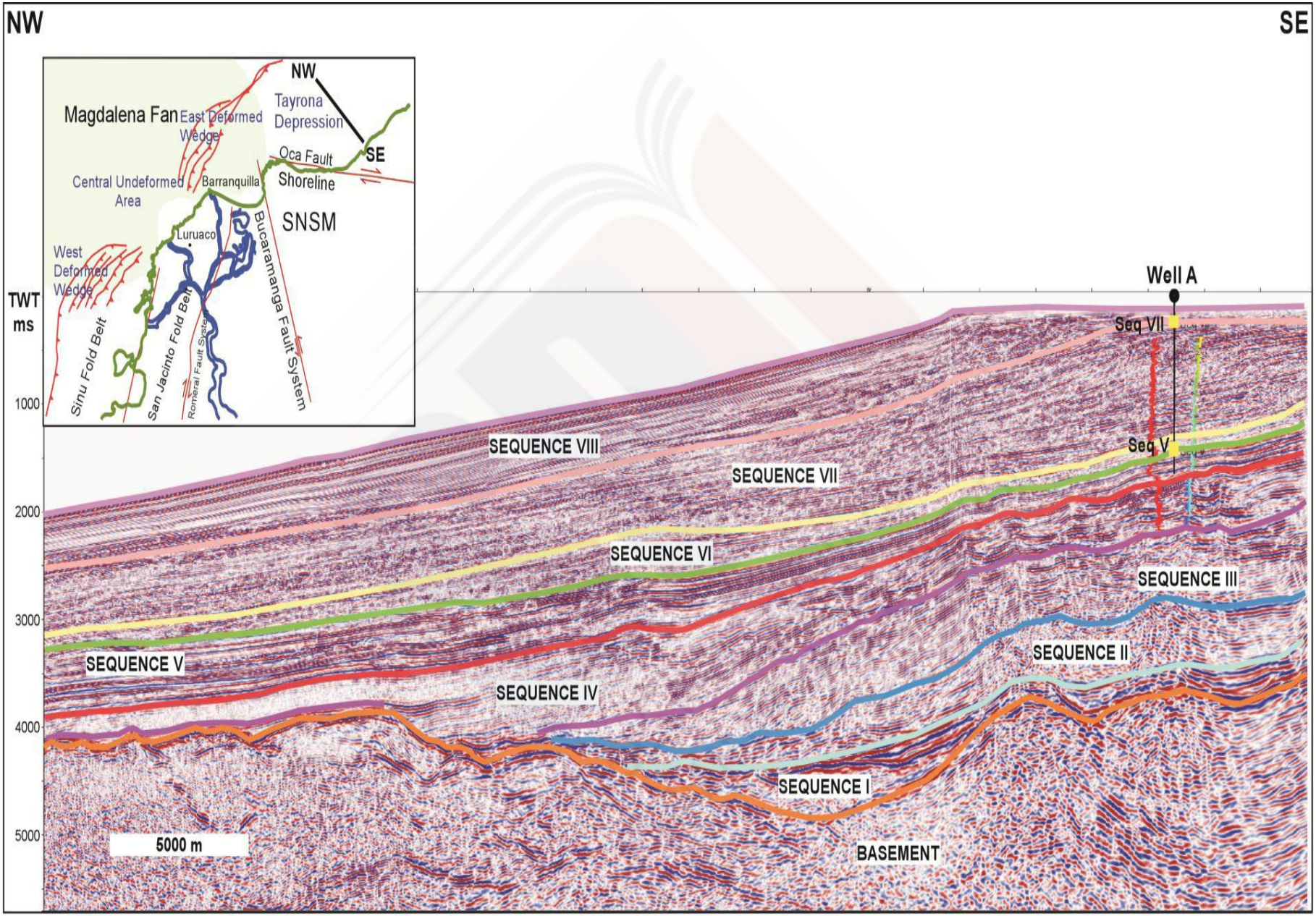
تكون المتتالية الستراتغرافية مؤلفة من عدد من نطاقات الأنظمة التي تصف الرسوبات المتوضعة خلال مراحل مختلفة من التجاوز والانسحاب البحري، وهذه النطاقات هي :

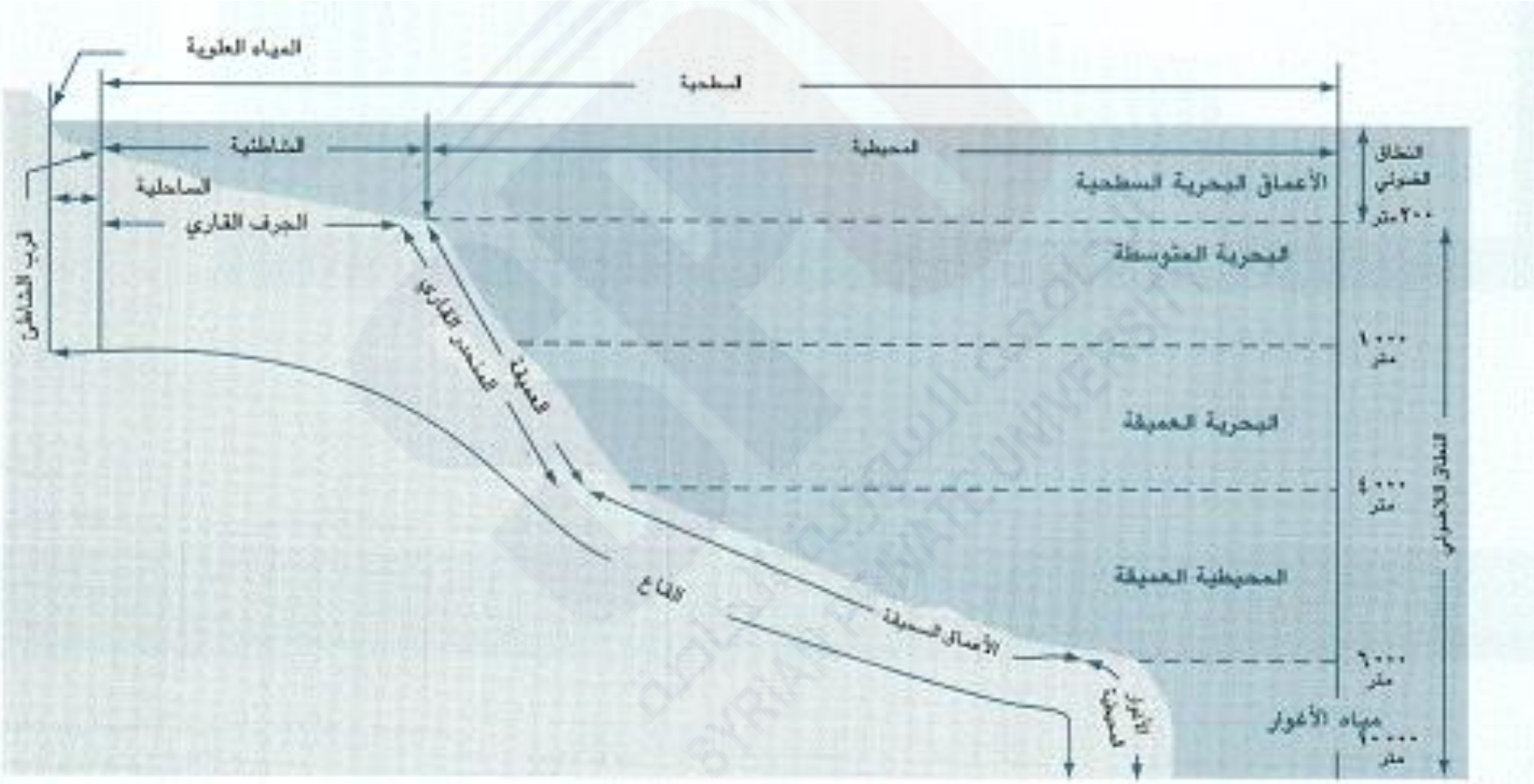
نطاق نظام الانخفاض (LST=Low stand System Tract):

نطاق نظام التجاوز (TST=Transgressive Systems Tract):

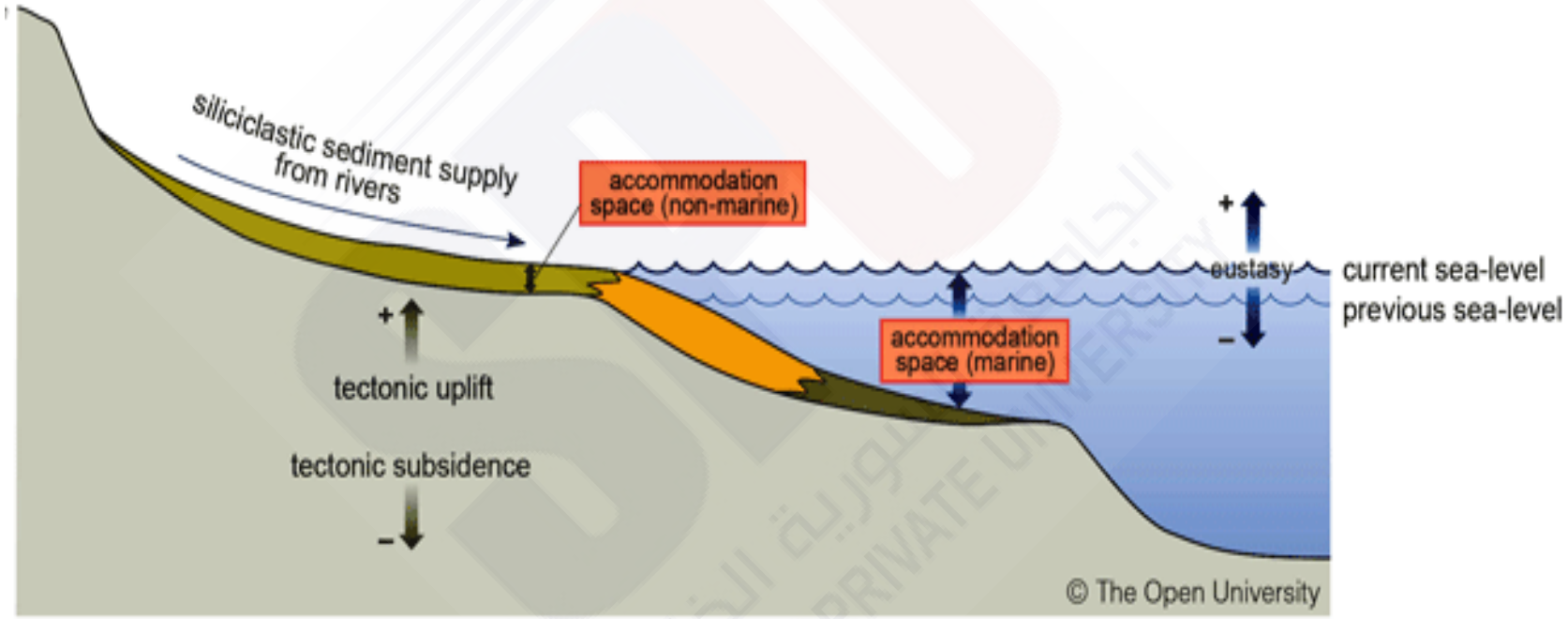
نطاق النظام المرتفع (HST=Highstand Systems Tract):


W
E
TWT
ms
4000
4500
5000
5500
6000
SEQUENCE II
SEQUENCE I
BASEMENT
Truncated, hummocky
reflectors
Parallel to subparallel high
amplitude reflectors
5000 m
Magdalena Fan
East Deformed
Wedge
Tayrona
Depression
W
E
Oca Fault
Central Undeformed
Area
Barranquilla
Shoreline
SNSM
Luruaco
West
Deformed
Wedge
Bucaramanga Fault System
Sinu Fold Belt
San Jacinto Fold Belt
Romeral Fault System


NW
SE
NW
Magdalena Fan
East Deformed Wedge
Tayrona Depression
Oca Fault
SE
Central Undeformed Area
Barranquilla
Shoreline
SNSM
Luruaco
Bucaramanga Fault System
West Deformed Wedge
Sinu Fold Belt
San Jacinto Fold Belt
Romeral Fault System
TWT ms
1000
2000
3000
4000
5000
Well A
Seq VII
Seq V
SEQUENCE VIII
SEQUENCE VII
SEQUENCE VI
SEQUENCE V
SEQUENCE IV
SEQUENCE III
SEQUENCE II
SEQUENCE I
BASEMENT
5000 m


المياه العلوية
السطحية
المحيطية
القاري
الساحلية
الجرف القاري
قرب الشاطئ
المنحدر القاري
الانحدار
الأعماق البحرية السطحية
البحرية المتوسطة
البحرية العميقة
المحيطية العميقة
الأعماق السحيقة
مياه الأغوار
النطاق الضوئي
٢٠٠ متر
١٠٠٠ متر
٤٠٠٠ متر
٦٠٠٠ متر
٢٠٠٠٠ متر
النطاق اللاضوئي

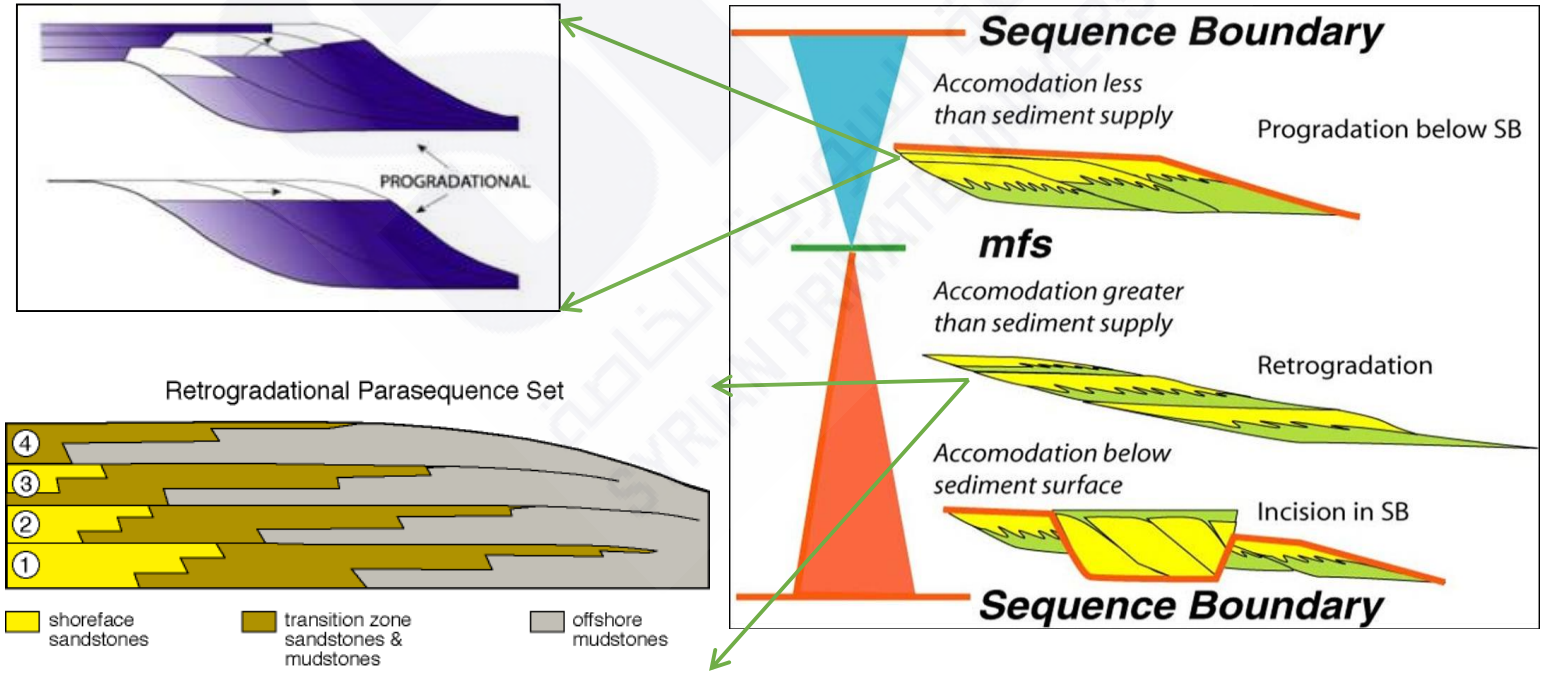
الحيز الشاغر للترسيب Accomodation Space :



يعرف الحيز الشاغر للترسيب (Accommodation) بانه الفراغ الملائم لتراكم الرسوبيات وهذا يزداد بازدياد عمليات هبوط قاعدة الحوض الترسيبي وبارتفاع مستوي سطح البحر.

Seismic sequence stratigraphy

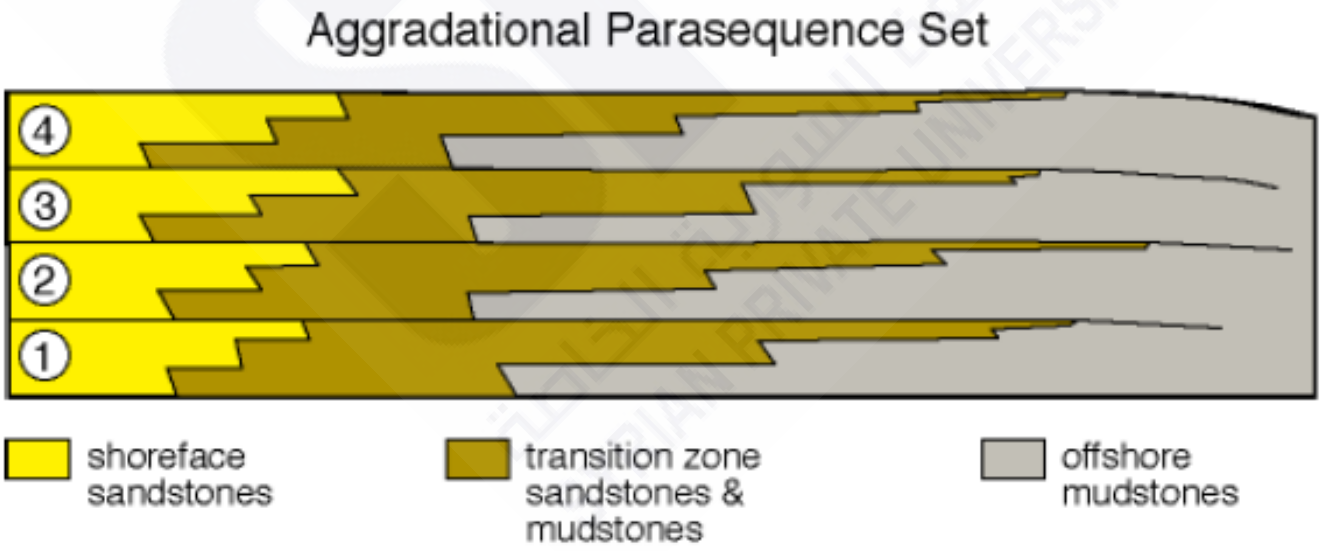
يؤثر الحيز الشاغر للترسيب وطبيعة علاقته بمصدر الرسوبيات في شكل توضع السحنات الرسوبية في المتتالية الستراتغرافية. على سبيل المثال اذا كان الحيز الشاغر للترسيب اقل من نسبة التزود بالرسوبيات تأخذ الرسوبيات الشكل الانسحابي (Progradational) كما يظهر في الشكل، اما في حال كان العكس فان الرسوبيات تأخذ الشكل Retrogradation



Seismic sequence stratigraphy

اما في حال التساوي فيحدث التراكم الشاقولي للرسوبيات أي حالة Aggratiadonal

Sedimentation = accommodation



Seismic sequence stratigraphy

نطاق نظام الانخفاض Low stand System Tract (LST) :

يصف الرسوبيات المتوضعة في مراحل تكون فيها مستوي المياه منخفضة ، حيث يحدث في البداية انحسار لمياه البحر نتيجة أن معدل تزايد حجم الحيز الشاغر للترسيب أبطأ من معدل تراكم الرسوبات. وبالتالي تنشط عمليات الحت ويتشكل على اثر ذلك سطح حتي يمثل سطح عدم توافق اي يتحدد الحد السفلي للمتتالية الستراتغرافية وتبدا وفق هذا النظام المياه بالتجاوز تدريجيا عبر السطح الحتي ولكنها عموما تبقى دون مستوي الجرف القاري (continental shelf) وتقتصر على الاجزاء المنخفضة من الحوض .

والرسوبات هنا تكون رسوبات انسحابية (خشنة نحو الأعلى، متتاليات سالبة).

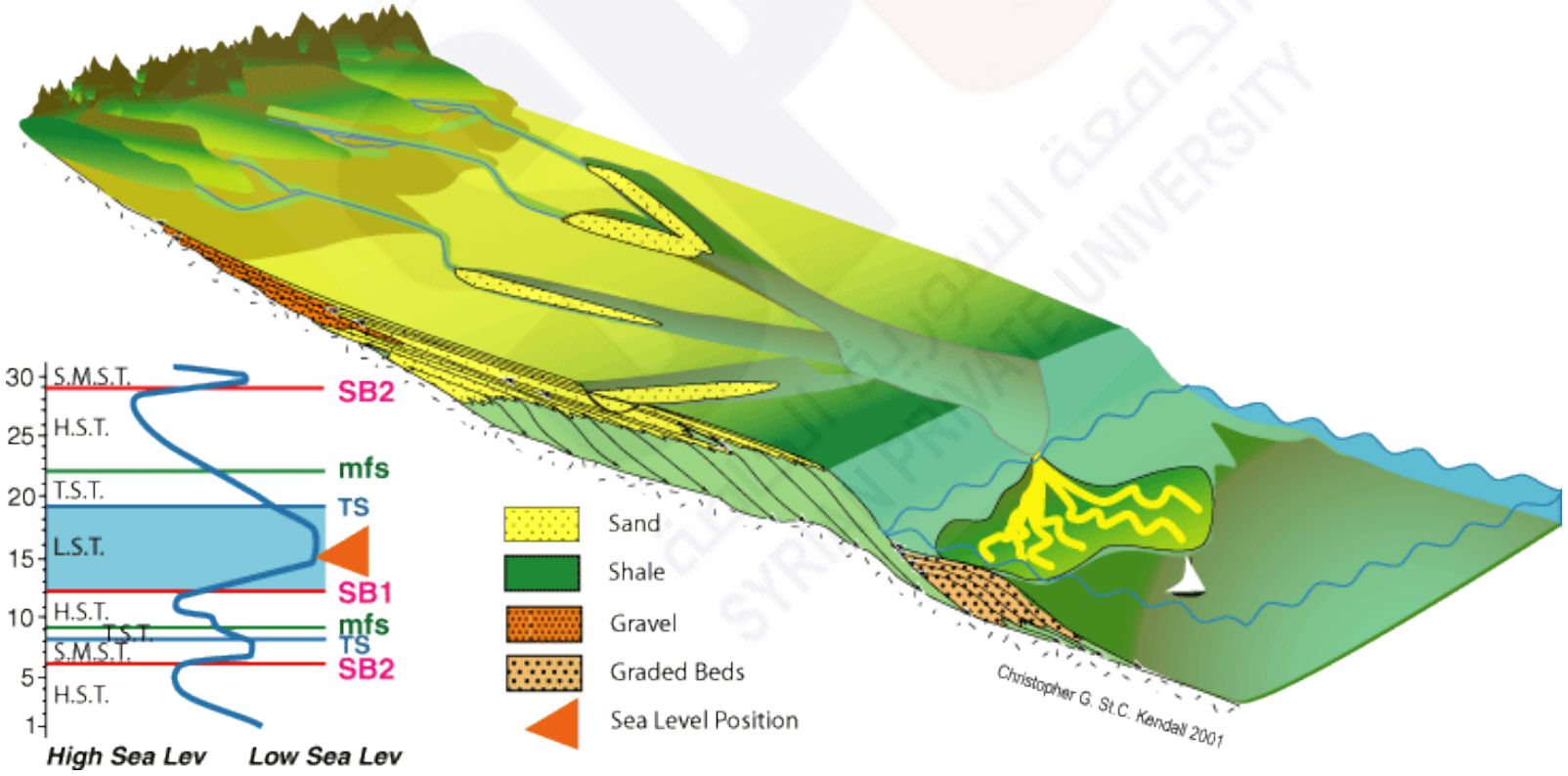
مع الإشارة إلى أن تمثيل المتتالية الستراتغرافية يقترن دائما مع منحني تغيرات مستوي سطح البحر وفق الاختصارات التالية:

Seismic sequence stratigraphy

سطح الفيضان الاعظمي (mfs: maximum flooding surface)،

سطح التجاوز البحري (TS: Transgressive surface)

حدود المتتالية (SB: sequence boundary)



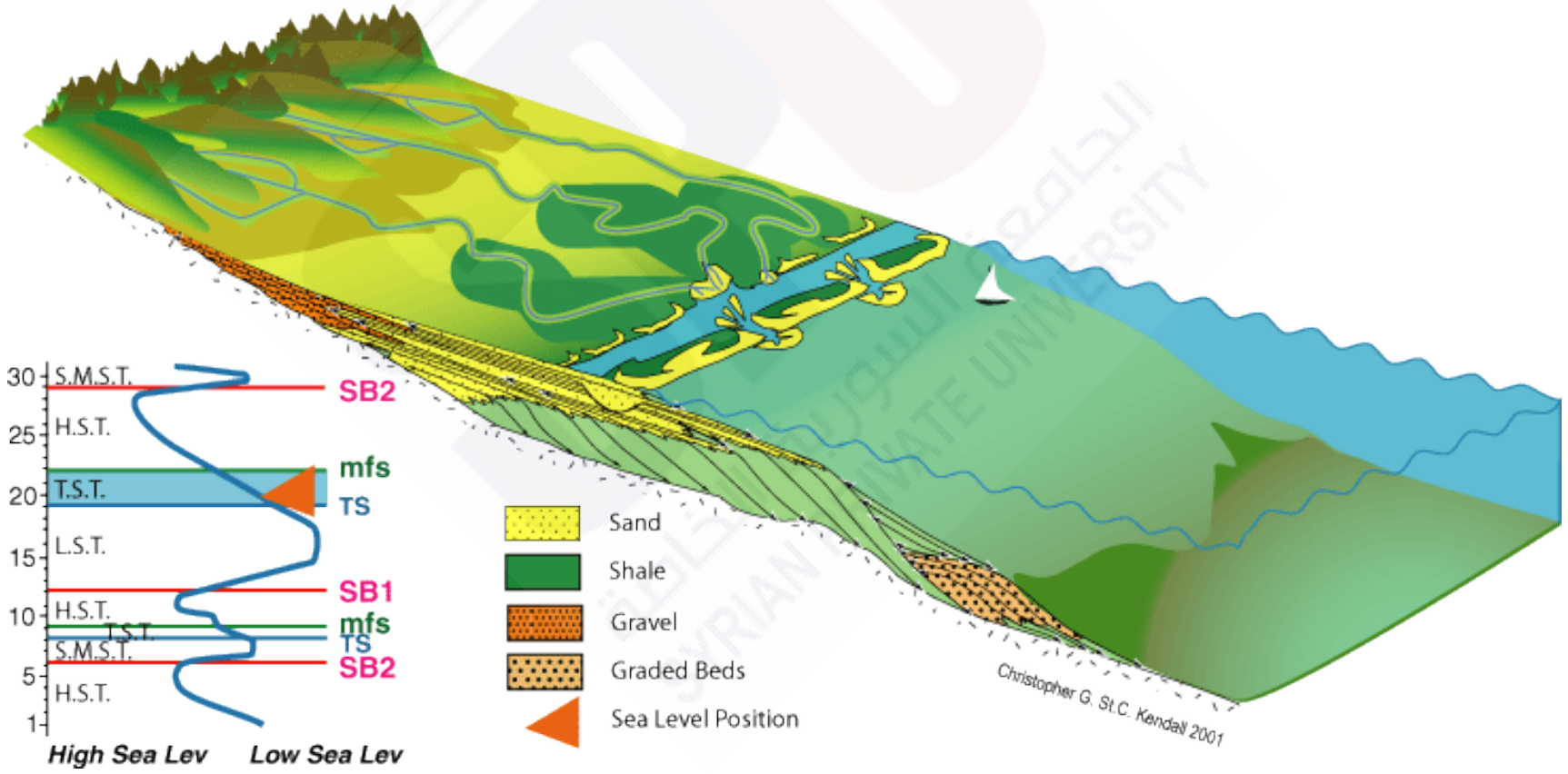
Seismic sequence stratigraphy

نطاق نظام التجاوز Transgressive Systems Tract(TST) :

يبدأ فيه التجاوز عبر الجرف القاري ويحدث تراكم لمزيد من الرسوبيات، وتصف الرسوبيات هنا بنعومة باتجاه الأعلى (متتالية موجبة) وتستمر المتتالية (الرسوبات) بالاستكمال إلى أن يصبح معدل تشكل حيز الترسيب مساوياً إلى كمية الرسوبات، بعدها تبدأ الرسوبات بالتحول إلى نمط الرسوبات الانسحابية (متتالية سالبة)، يُسمى الحد الفاصل بين هذه النطاقات ونطاقات التوضع التالية بسطح التجاوز الأعظمي (MFS) (لاحظ منحني تغيرات سطح البحر) .

Seismic sequence stratigraphy

نطاق نظام التجاوز Transgressive Systems Tract(TST) :



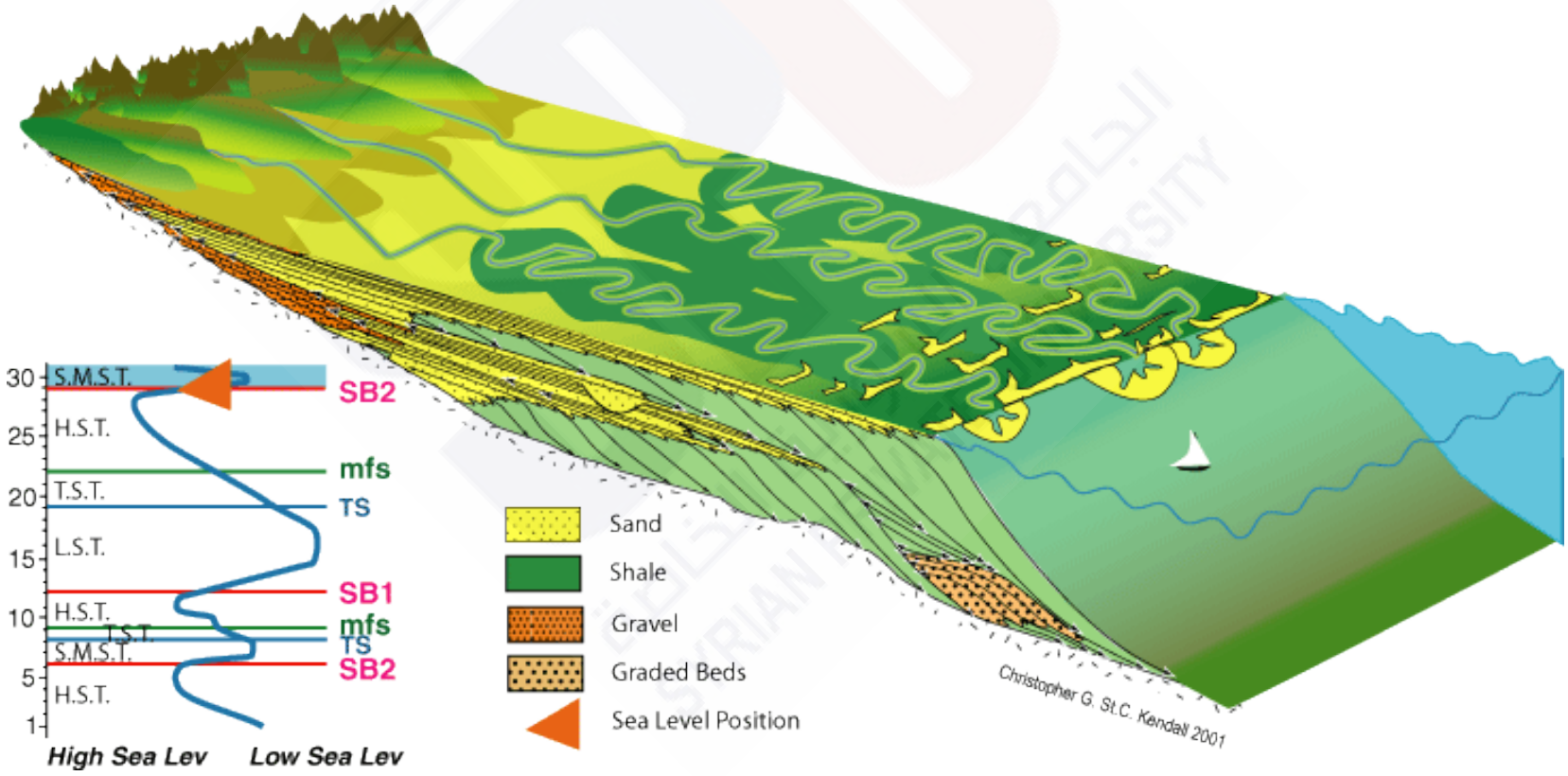
Seismic sequence stratigraphy

نطاق النظام المرتفع :Highstand Systems Tract (HST):

بعد استكمال سطح التجاوز الأعظمي اجتياح المنطقة (تحديدا الجرف القاري) واستمراره بالارتفاع حتى يحدد سطح الفيضان الأعظمي (MFS) بعدها يبدا مستوي المياه بالانخفاض تدريجيا ويصبح معدل تشكل حيز الترسيب أقل من كمية الرسوبات وبالتالي تتشكل متتالية سالبة، وباستمرار انحسار المياه عن المنطقة تتكشف من جديد وتتعرض للحت بالتالي يتشكل سطح عدم توافق جديد أي حد علوي للمتتالية (ملاحظة: قد لا تتعرض المنطقة للانحسار الكلي وانما توقف للترسيب لفترة طويلة مما يؤدي الى تشكل سطح عدم توافق) وهذا يؤدي الى بداية لتشكل متتالية جديدة.

Seismic sequence stratigraphy

نطاق النظام المرتفع Highstand Systems Tract (HST):



Seismic sequence stratigraphy

Terms of depositional environments:فترات البيئات الرسوبية

جرف – المسيطر الرمل **A sand –prone shelf** :(القريب = قريب من منطقة منبع الرسوبات)

المنحدر – المسيطر صخر طيني **A shale –prone slope** (البعيد= بعيد عن منبع الرسوبات ولذلك تكون الحبيبات ناعمة)

الليتولوجيا (الخصائص الصخرية) غالباً ما تكون من نمط محدد، وهي تتعلق بشكل أساسي بحجم الحبات الوسطي وبطاقة بيئة الترسيب.

الجرف Shelf ، غالباً يقتصر على الرسوبات حتى أعماق مياه تصل إلى 200 متر، وهنا يمكن أن نميز بين جرف داخلي وجرف خارجي.

Sands
sandstone
silt
shale
turbidities

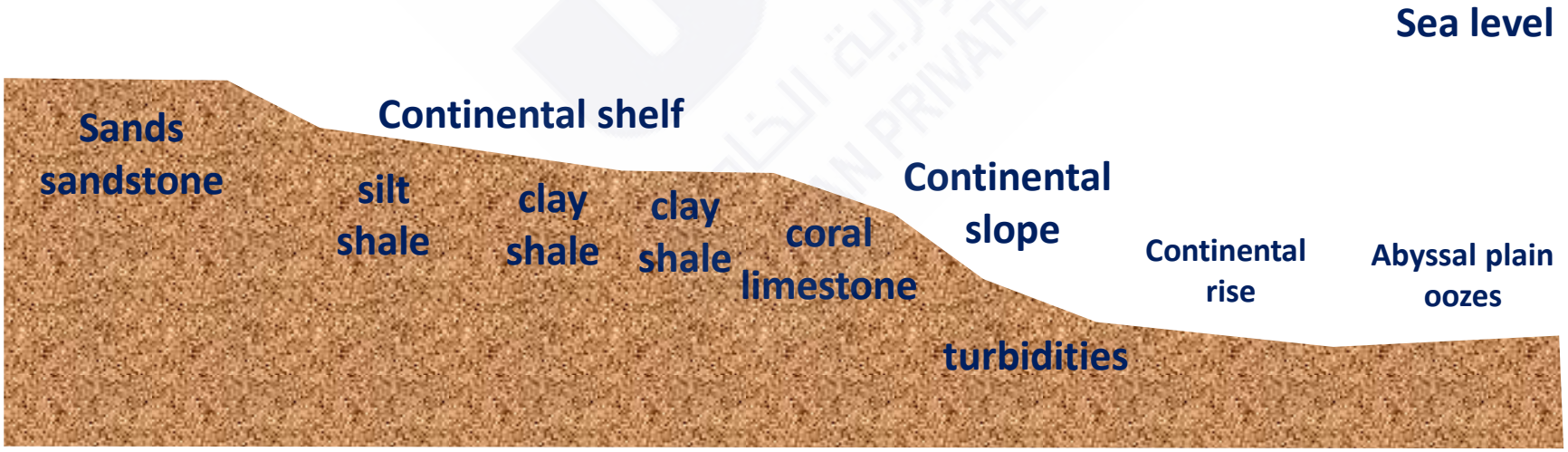
Seismic sequence stratigraphy

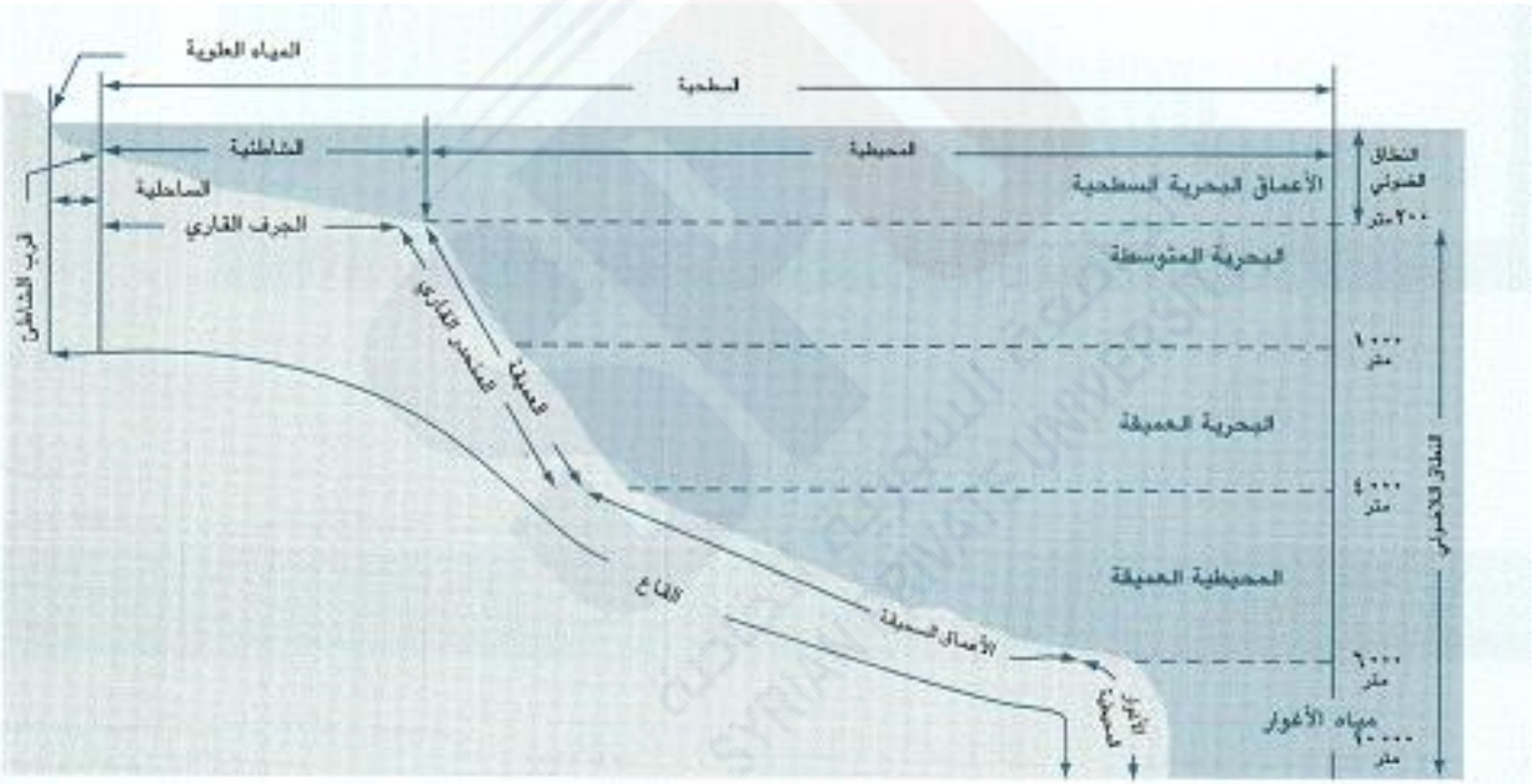
Terms of depositional environments:فترات البيئات الرسوبية

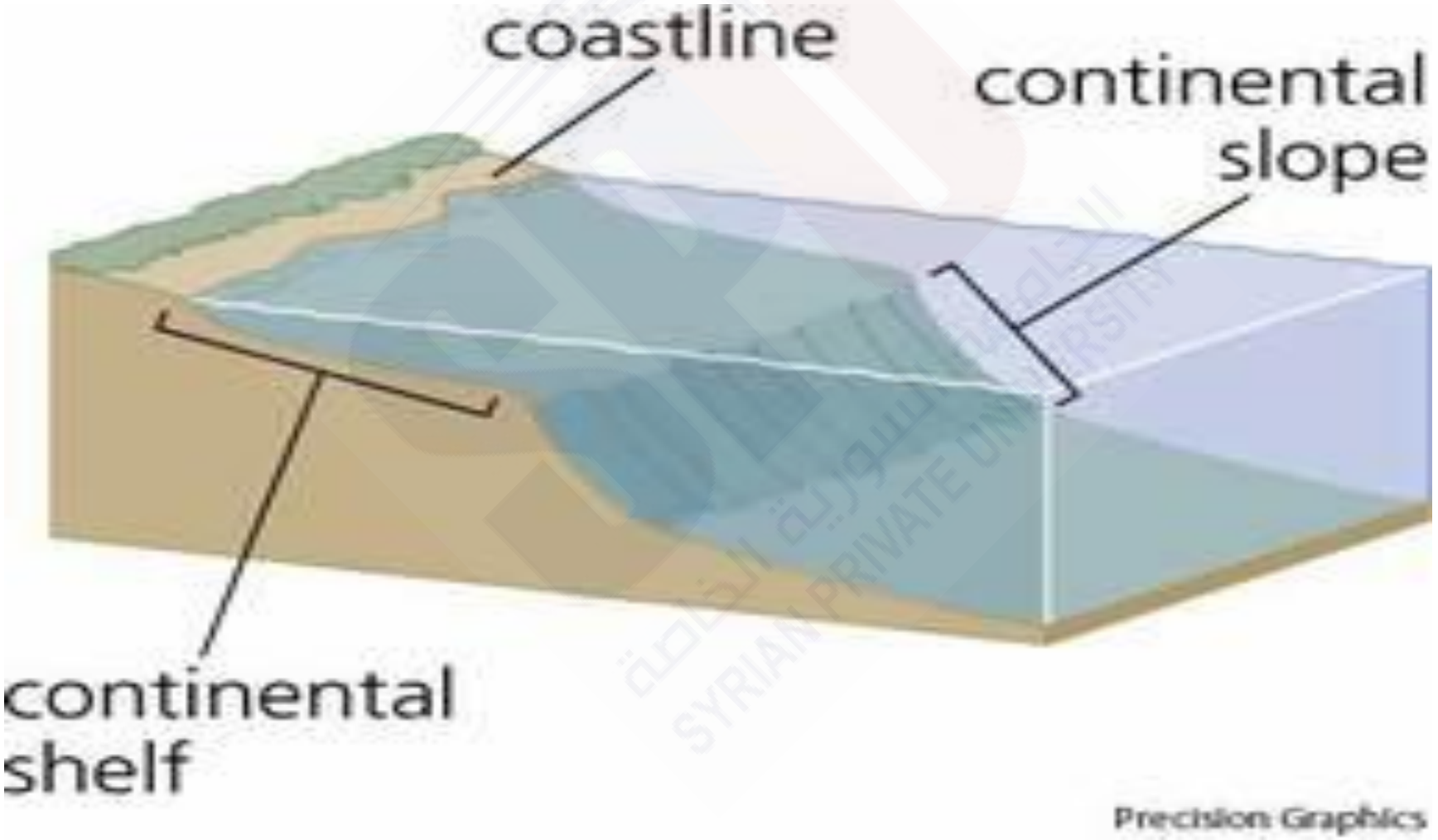
الجرف الداخلي Inner shelf: وهو يضم البيئة القارية (الساحلية) انتقالاً إلى البيئة البحرية.

الجرف الخارجي Outer shelf: وهو في المنطقة البحرية بشكل كامل ويتراوح عمقه من 50-200 متر.

في المجال أعمق من 200 متر يسيطر المنحدر القاري والسحيق.




المياه العلوية
السطحية
المحيطية
الشاطئية
الساحلية
الجرف القاري
قرب الشاطئ
المنحدر القاري
العميقة
الأعماق البحرية السطحية
النطاق العلوي ٢٠٠ متر
البحرية المتوسطة
١٠٠٠ متر
البحرية العميقة
٤٠٠٠ متر
المحيطية العميقة
٦٠٠٠ متر
مياه الأغوار
١٠٠٠٠ متر
النطاق اللاسحراي
القاع
الأعماق السحيقة
الأغوار السحيقة


coastline
continental slope
continental shelf
Precision Graphics

Seismic sequence stratigraphy

The relationship between unconformities and stratum:

العلاقة بين عدم التوافق والطبقات:

الحدود السفلية: وهي تشمل:

Onlap: فيها تتوضع الطبقات الحديثة تدريجياً فوق بعضها البعض ، ويكون توضع الطبقات الأفقية أو الشبه أفقية على سطح عدم التوافق المائل، أو تتوضع الطبقات المائلة على سطح عدم التوافق أشد ميلاً.

Downlap : تتوضع الطبقات المائلة على سطح عدم التوافق أفقي أو شبه أفقي.

Concordance (التوافق): الرسوبات المتوضعة تأخذ نفس شكل السطوح الفاصلة والوحدات المتوضعة في الأدنى (او توازي الطبقات مع حدود المتتالية الرسوبية أو السيزمية)

Seismic sequence stratigraphy

The relationship between unconformities and stratum:

Seismic sequence stratigraphy

The relationship between unconformities and stratum:

العلاقة بين عدم التوافق والطبقات:

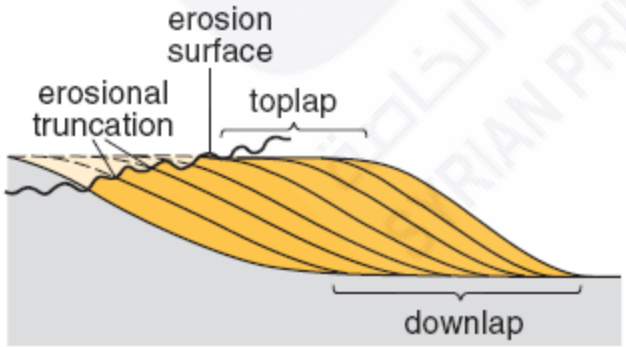
الحدود العلوية: وتشمل:

Toplap: عندما تحد الأطراف أو النهايات الجانبية لطبقات المتتالية الرسوبية عند حدودها العلوية بسطح عدم توافق ، ناتج عن انقطاع ترسيبي أو ربما ناتج عن حت بسيط، على كل حال، يشير Toplapعلى المقاطع السيزمية على انقطاع في عمليات الترسيب.

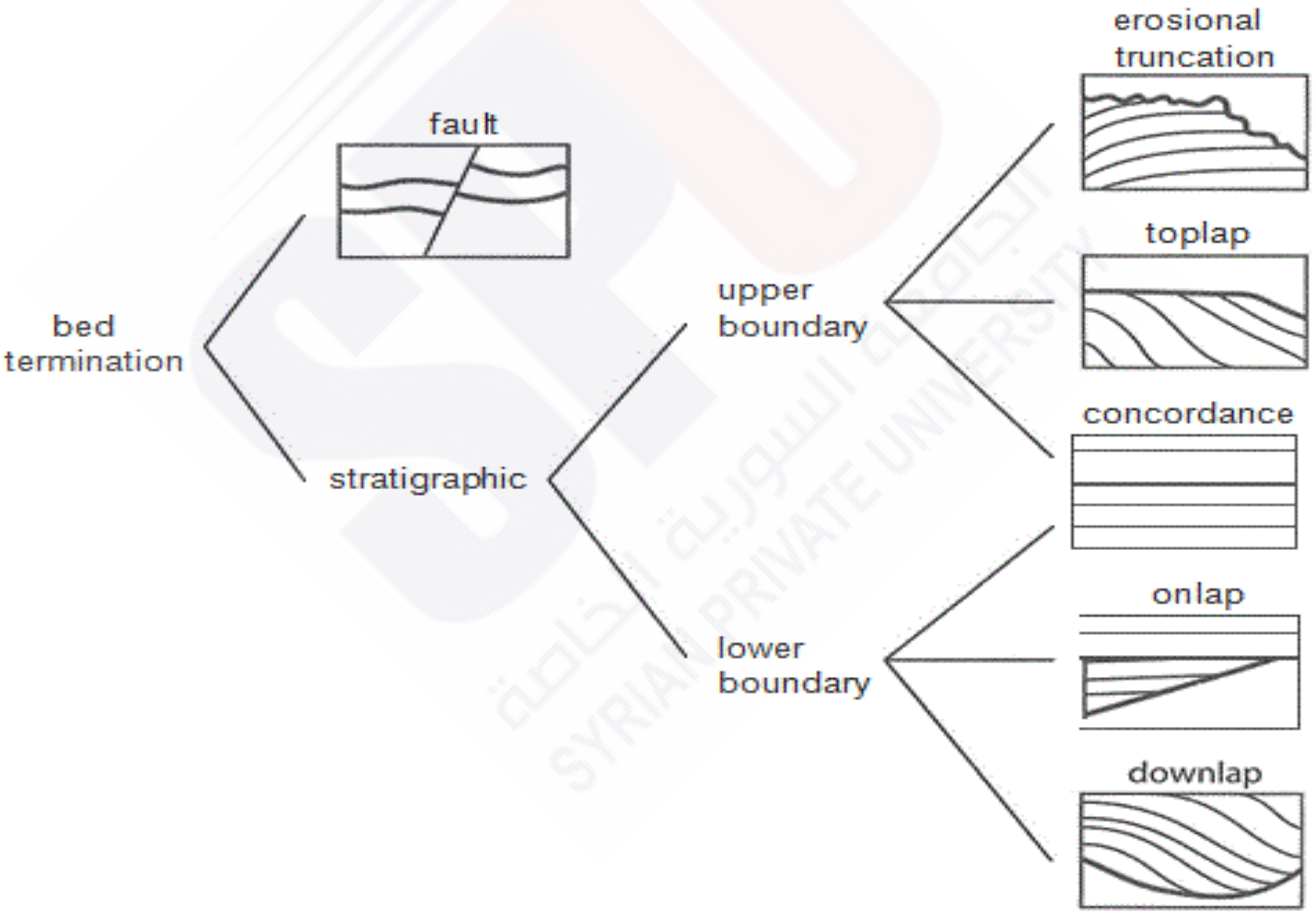
Erosional truncation (السطح الحتي): وهو يحصل بعد ترسيب الطبقات وإعادة إزالتها لاحقاً على طول سطح عدم التوافق ،وهو يمثل حد الطبقات الناتجة عن عمليات الحت .

Seismic sequence stratigraphy

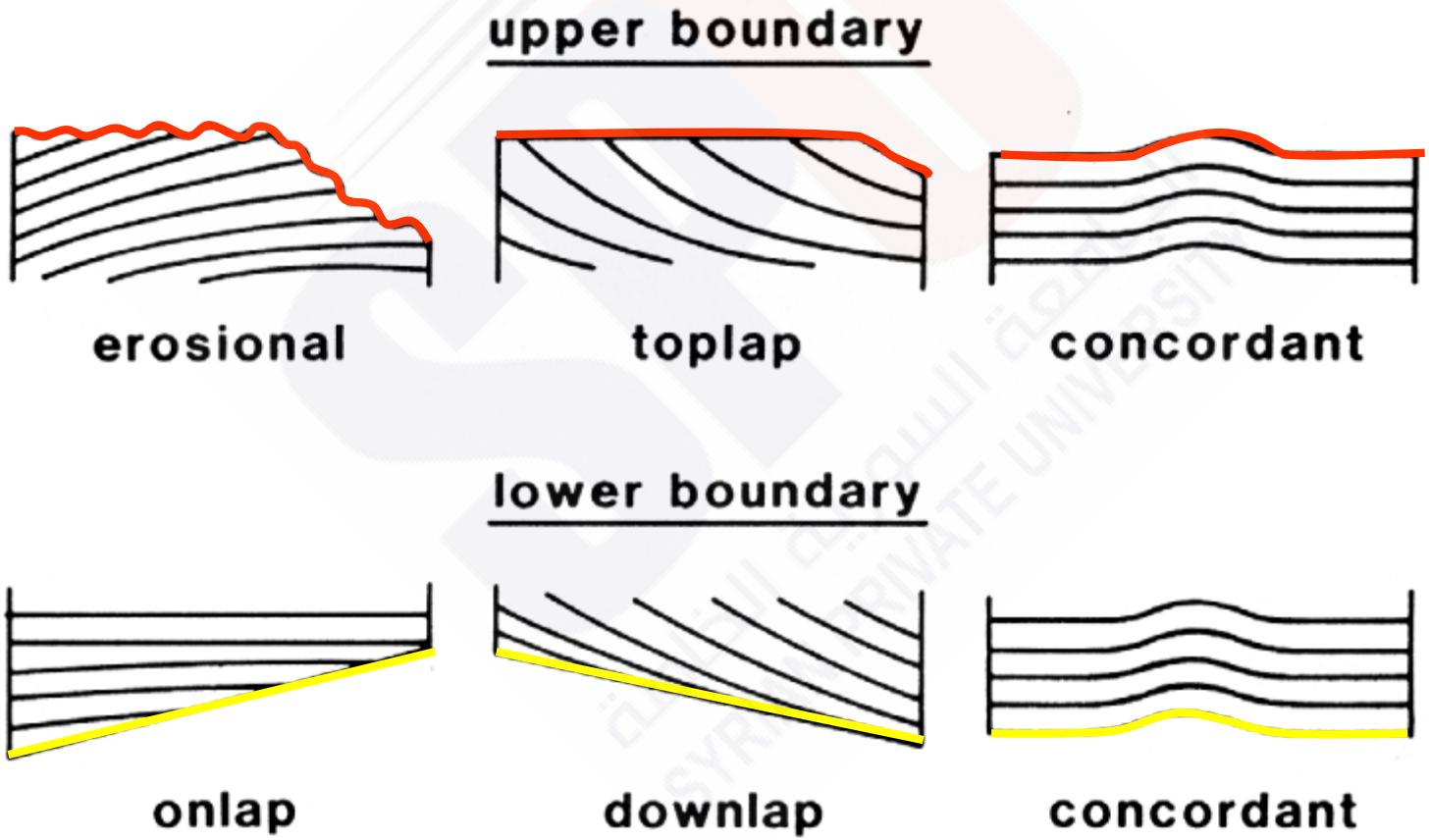
The relationship between unconformities and stratum:



Seismic sequence stratigraphy

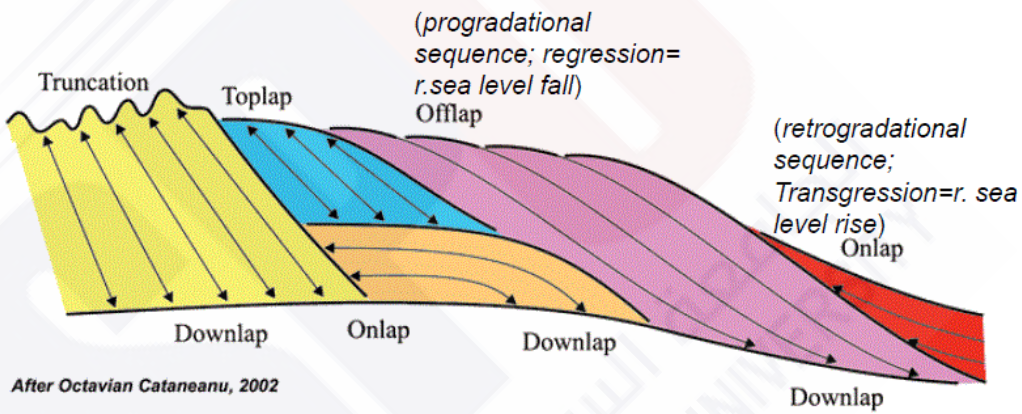


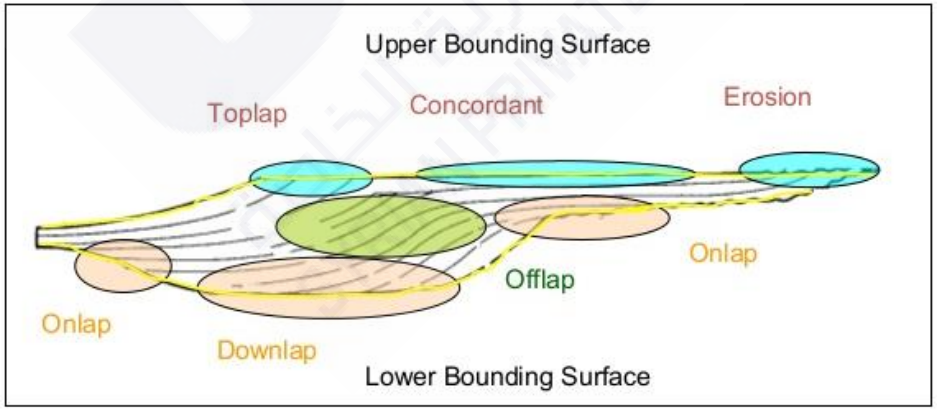
The relation between unconformities and stratum

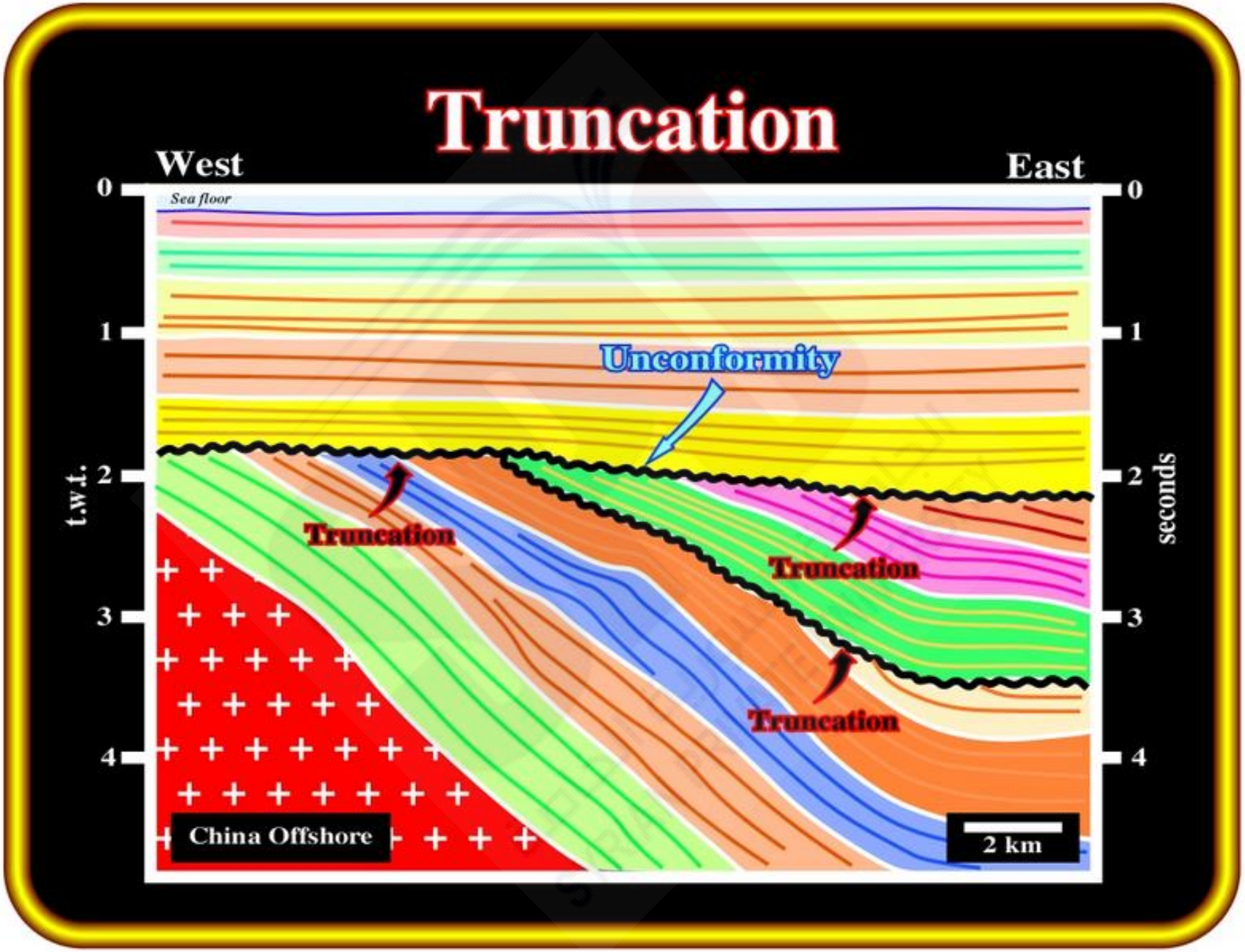


Seismic sequence stratigraphy

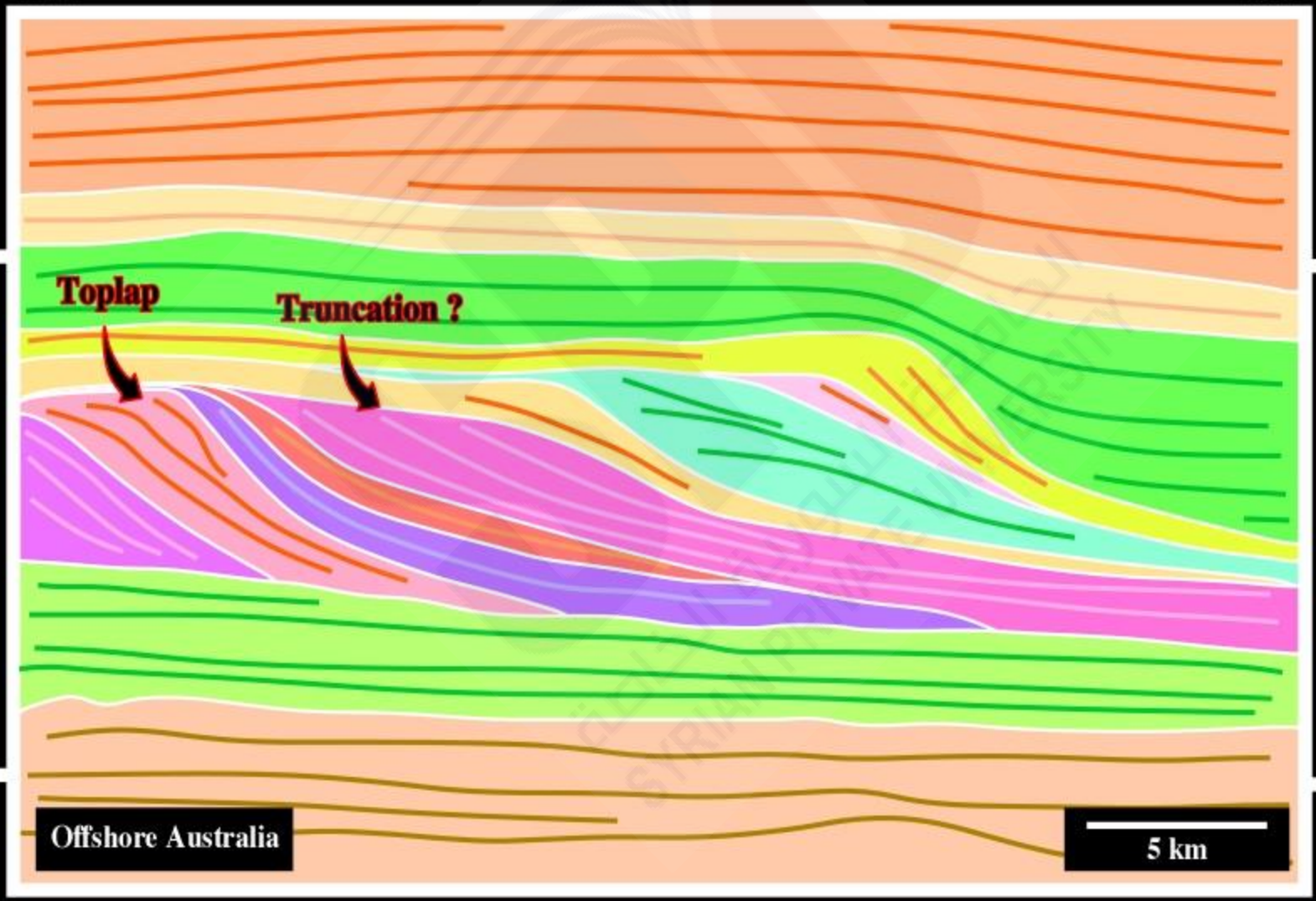
Basic Concepts related to seismic sequence stratigraphy



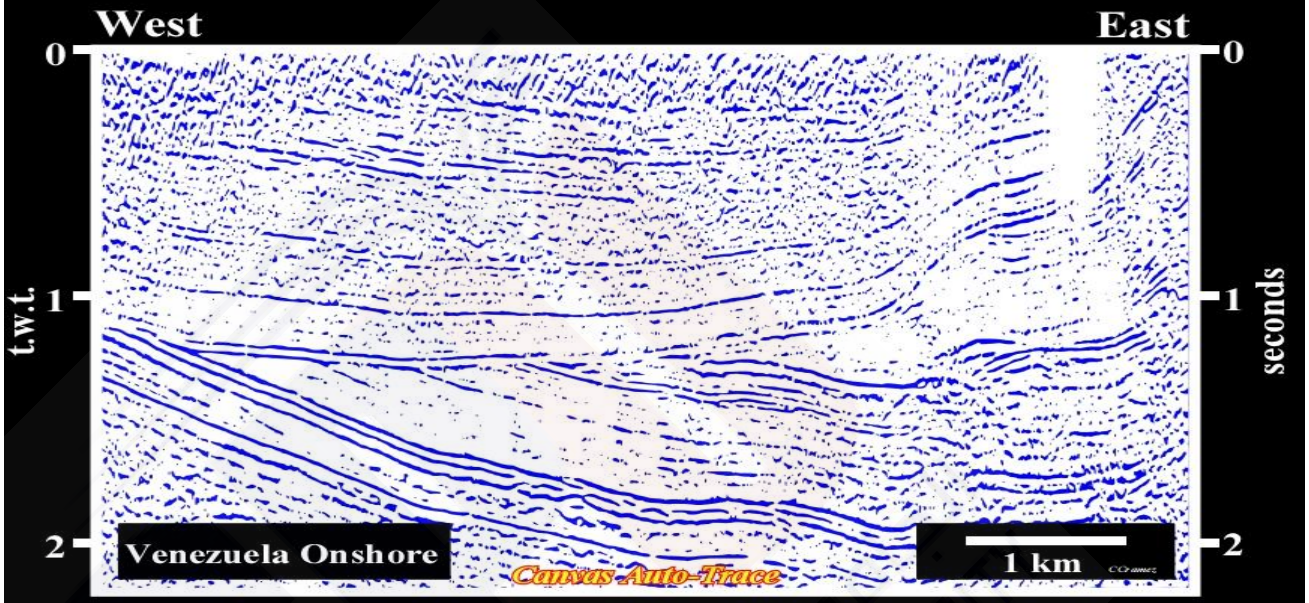



Truncation
West
East
Sea floor
Unconformity
Truncation
Truncation
Truncation
China Offshore
2 km
t.w.t.
seconds
0
1
2
3
4

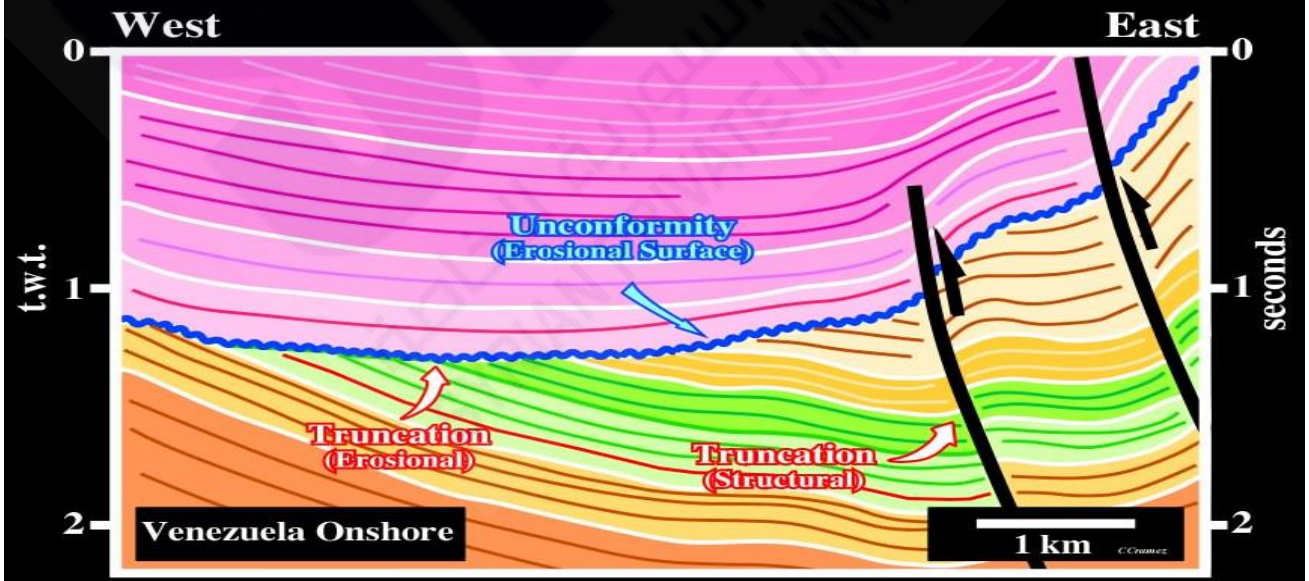
Toplap & Truncation



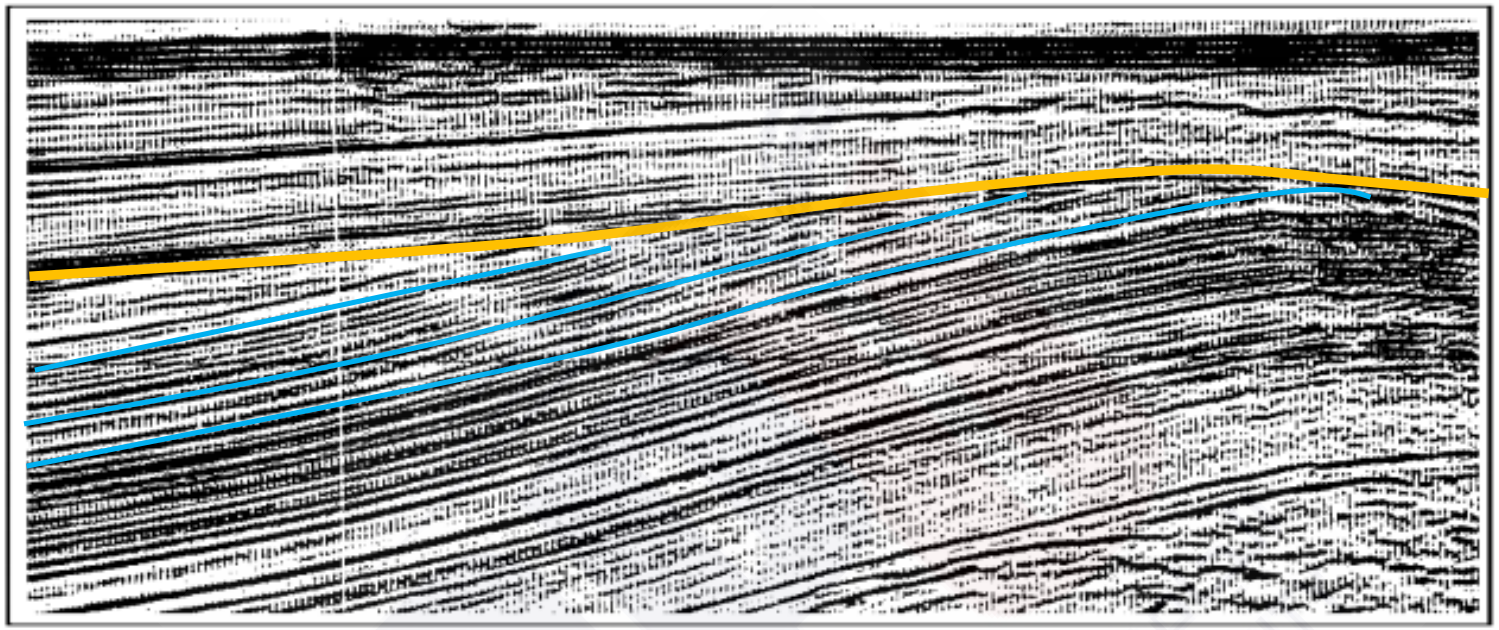
Truncation



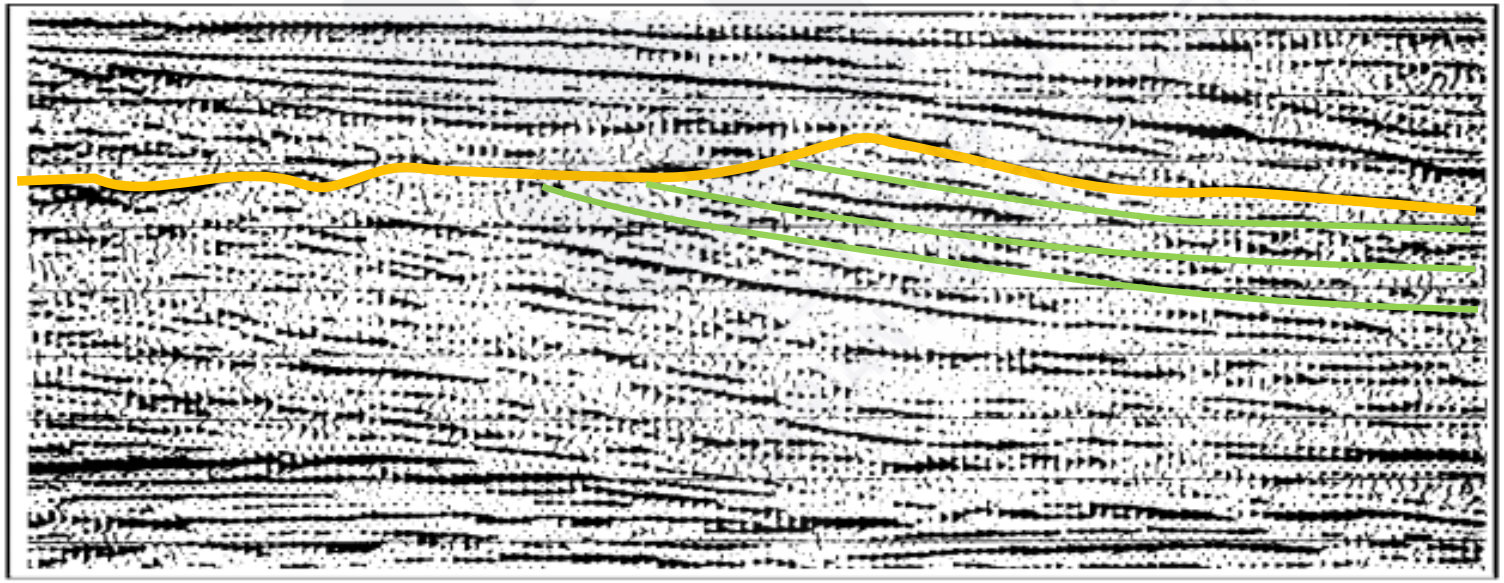
Truncation



Courtesy of Maraven

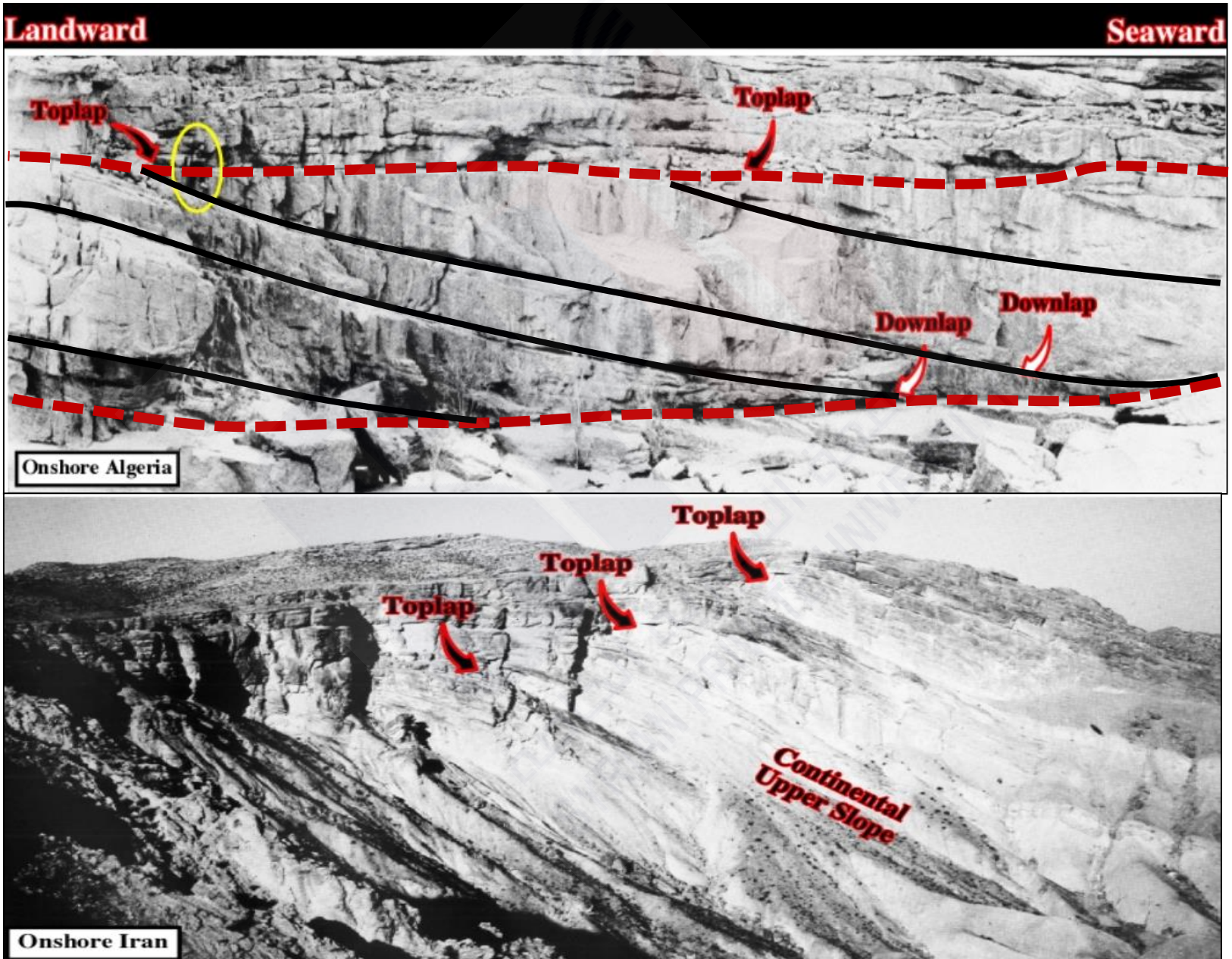


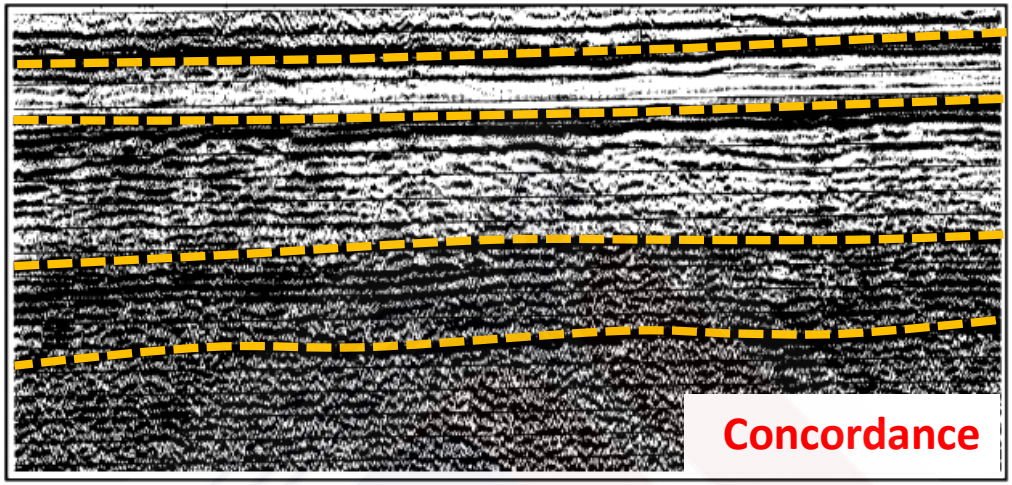
Erosional truncation



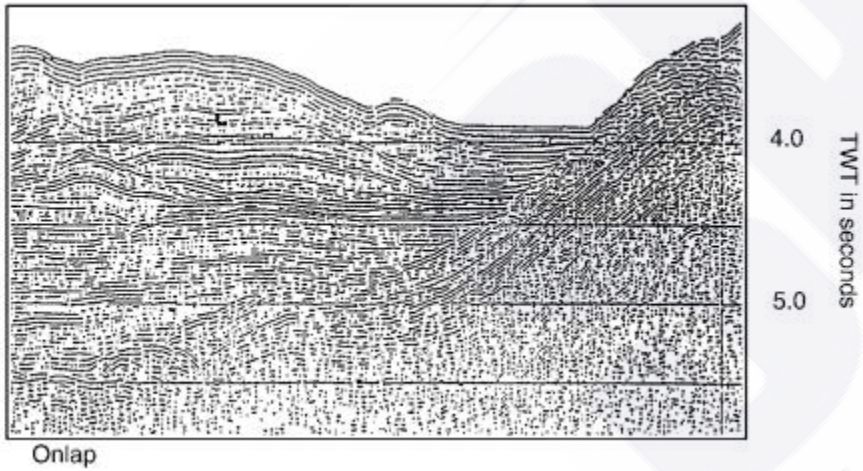
Top lap

Toplap and Downlap

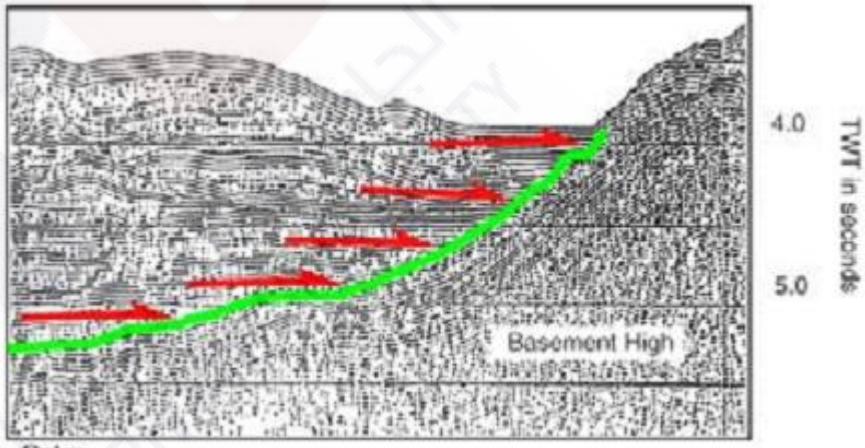




Concordance with subtle indications for sediment bypass



Onlap



Onlap

➢ Steps for mapping a seismic sequence are:

The objective of seismic sequence analysis is to identify depositional sequences and system tracts on seismic sections by interpreting the location of their boundaries. Boundaries are manifested as discontinuities in seismic sections and are located mainly by finding reflection terminations.

Procedure:

Follow the steps listed below to perform a sequence analysis of a seismic section :

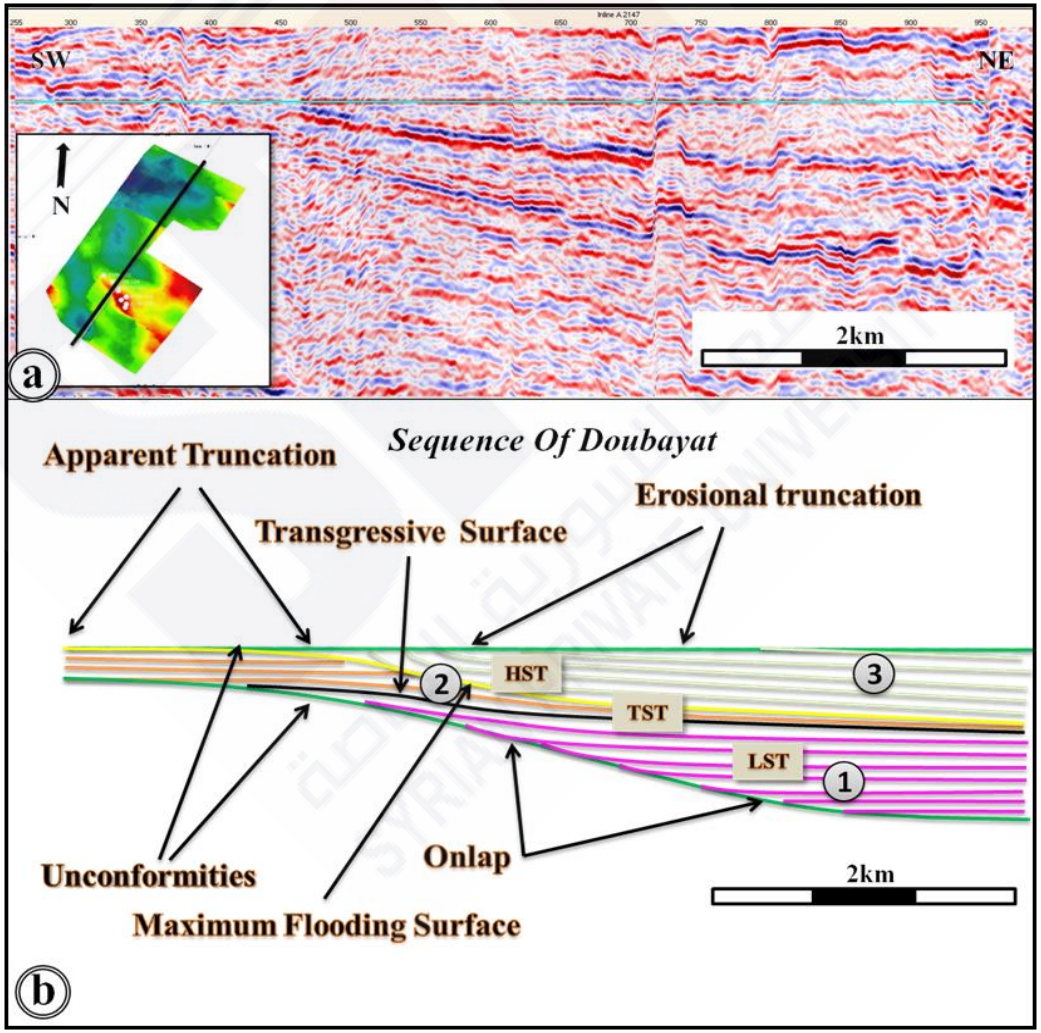
➢ Steps for mapping a seismic sequence are:

1. Look for places where two reflectors converge. Where reflectors converge, there will be terminations.
2. Mark the reflection terminations with arrows.
3. Draw in the discontinuity surface between the onlapping and downlapping reflections above, and the truncating and toplapping reflectors above. If the discontinuity surface becomes conformable, trace its position across the section by reflection correlation.
4. Continue the process described in steps 1, 2, and 3 for all the seismic lines in the grid.

➢ Steps for mapping a seismic sequence are:

1. Close all seismic grid loops by checking the loop ties for each discontinuity or its correlative equivalent.
2. Categorize each discontinuity.
   a. **If** it is characterized by regional onlap above and truncation below **then** it is probably a sequence boundary
   b. **If** it is characterized by regional downlap **then** it is most likely a downlap surface

Sequence Stratigraphy



شكراً لإصغائكم