الجلسة الحادية عشرة

تحليل ستراتيغرافي لحوض الترسيب

التحليل الستراتيغرافي

STRATIGRAPHIC ANALYSIS

Allen & Allen (2005)

***FROMM: Oilfield Glossary* Schlumberger**

An analysis of the history, composition, relative ages and distribution of strata, and the interpretation of strata to elucidate Earth history. The comparison, or correlation, of separated strata can include study of their lithology, fossil content, and relative or absolute age, or lithostratigraphy, biostratigraphy, and chronostratigraphy.

التحليل الستراتيغرافي

تحليل لتاريخ وتركيب الطبقات وعمر ها النسبي، وتوزعها، وتفسير ها بهدف توضيح تاريخ الأرض. يمكن أن تشمل المقارنة أو الربط، بين الطبقات كلا على حدة الليتولوجيا (علم صفات الصخور)، والمحتوى المستحاثي، والعمر النسبي أو المطلق، (ليتوستر تيغرافيا (علم الطبقية الصخري) والكرونوستر تيغرافيا (علم الطبقية الزمني)

يمكن تحديد التاريخ النسبي أو التاريخ المطلق لطبقات صخور الحوض باستخدام تقنيات محددة مناسبة لمجالات زمنية من تاريخ الحوض تشير إلى:

1. زمن بدء تشكل الحوض (عمر أقدم الصخور التي تقع على قاع الحوض)،
2. زمن توقف الترسيب (عمر أحدث الطبقات التي تم حفظها)،
3. زمن الحوادث الفاصلة بينهما.

طرائق التأريخ المطلق (الرقمي)

	الطريقة	أساس الطريقة	المجال الزمني بالسنة	ملاحظات
تأريخ بحساب عدد السنين	السجلات التاريخية	تتطلب حفظاً للسجلات الموثقة.	حتى-5000	يعتمد تطبيقها على نوع وتفاصيل هذه السجلات.
	تأريخ حلقات النمو	عد مباشر لحلقات نمو الأشجار السنوية بدأ من الوقت الراهن.	حتى -500	تقتصر على المناطق التي ينمو فيها أشجار في الماضي.
	تأريخ بالطبقات الفصلية	إحصاء الطبقات الرسوبية البحيرية الفصلية اعتباراً من الوقت الراهن أو مقارنة زمرة رسوبية مع طريقة تأريخ مستمرة.	حتى-1000	عرضة لخطأ نتيجة مقارنة غير صحيحة لزمرتين منفصلتين.
تأريخ إشعاعي	الكربون المشع	تفكك اشعاعي للكربون 14المتشكل نتيجة الإشعاع الكوني إلى نتروجين 14 في الأنسجة العضوية والكربونات.	-200 10000	عرضة للخطأ نتيجة التلوث خاصة في الرسوبيات القديمة وفي كربونات قواقع الرخويات والمارل والترب.

تأريخ إشعاعي	سلسلة اليورانيوم	تأريخ الترافرتين والكربونات المرجانية والقوقعية وكربونات الكهوف.	
	$^{234}U/^{238}U$		إلى ما دون 600000 سنة
	$^{231}Pa/^{235}U$		-10000 12000سنة
	U/He		أقل من 10000 سنة
	$^{226}Ra/^{230}Th$		أقل من 10000 سنة

عرضة لخطأ نتيجة عدم توفر نظام كيميائي مغلق خاصة في تأريخ القواقع والعظام

تأريخ إشعاعي	بوتاسيوم-أرغون	تفكك إشعاعي للبوتاسيوم 40- إلى أرغون 40 أثناء تبلور الصخور النارية	10000- 100000 سنة	قابلية للتطبيق في الصخور النارية والغلوكونيت، يتطلب فلزات حاوية على البوتاسيوم كالفلدسبات والميكا والزجاج. عرضة للخطأ نتيجة وجود فائض أو نقص في الأرغون أو التلوث.
	آثار الإنشطار	تعتمد على تراكم مستمر للآثار (نطاقات مجهدة)		قابلية للتطبيق في الصخور النارية بما في ذلك الرماد البركاني. يتطلب وجود فلزات زركون، سفين، أباتيت، زجاج. عرضة للخطأ نتيجة عدم معرفة جيدة لآثار الانشطار أو بسبب زوالها.
	تألق حراري TL	تعتمد عل قياس كمية الضوء المتحرر عند تسخين العينات ومقارنته بذاك الذي يتحرر بعد تشعيعه بجرعة إشعاعية معروفة	400- 10000 سنة	

تأريخ إشعاعي	رنين العزم الألكتروني ESR	تعتمد على قياس إزاحة الإلكترونات نتيجة إشعاعات ألفا وبيتا وغاما وذلك في الفلدسبات وكوارتز الرسوبيات والكربونات في الترب.	10000-400 سنة	
	أشعة كونية	تعتمد على قياس كمية النظائر القادمة من ارتطام الأشعة الكونية بسطوح حرة من الصدع.	نظائر السيليسيوم 32 (300 سنة) الكالسيوم 41 (130000 سنة) الكلور 36 (308000 سنة) الألمنيوم (730000 سنة) البيريليوم 10 (1500000سنة) المانغنيز 53 (3700000 سنة).	
تأريخ نسبي	هناك العديد من طرق التأريخ النسبي منها التأريخ بالحموض الأمينية، والأشنيات، وإماهة الأوبسيديان، وتطور الترب، وتجوية الصخور، وتغير الأشكال الأرضية، ومعدل تعمق الجداول، والسترتيغرافيا، والمغنطيسية القديمة، يتباين مجال تأريخها النسبي تبايناً كبيراً.			

ومن المفاهيم الأساسية المتعلقة بذلك والذي قد يكون مؤشراً مميزاً لوضع الحوض

معدل تراكم الرسوبات

نسبة ثخانة الطبقات المترسبة ما بين سويتي ترسيب تم تأريخهما

الفترة الزمنية الفاصلة بين هذين التاريخين

- ففي **مقياس زمني طويل** يكون معدل تراكم رسوبات حوض تصدع (انهدام) أكبر من نظيره في هامش منفعل.
- وفي **مقياس زمني أقصر**، قد تعكس التغيرات في معدل تراكم الرسوبات المستوى النسبي لسطح البحر.

التأريخ النسبي

يمكّن من مقارنة التشكيلات الرسوبية ومقارنتها وربطها وهناك العديد من طرائق التأريخ النسبي يتباين مجال تأريخها النسبي تبايناً كبيراً، أشهرها

1. المستحاثات
2. التأريخ بالحموض الأمينية،
3. الأشنيات،
4. إماهة الأوبسيديان،
5. تطور الترب،
6. تجوية الصخور،
7. تغير الأشكال الأرضية،
8. معدل تعمق الجداول،
9. السترتيغرافيا،
10. المغنطيسية القديمة،

التأريخ النسبي بالمستحاثات

يمكّن من مقارنة التشكيلات الرسوبية ومقارنتها وربطها ولكن

1. كثير من طبقات الحوض الرسوبية لاتحوي مستحاثات أحيانا.
2. المجالات الزمنية التي عاشت خلالها الأجناس طويلة عموماً، كما أنه لا يمكن تحديد بداياتها و نهاياتها بدقة كافية من خلالها.

التحليل الترسيبي

SEDIMENTOLOGICAL ANALYSIS

Allen & Allen (2005)

يؤثر وضع الحوض على طبيعة وتوزع الرسوبات في متتالية رسوبية

فالتحليل الترسيبي

يتناول ثلاثة جوانب دراسية رئيسة

1. دراسات حول منشأ الرسوبات.
2. دراسات سحنات الرسوبات والبيئات القديمة السائدة أثناء ترسبها.
3. دراسات تغيراتها مع تطور الحوض عبر الزمن.

1. دراسات منشأ الرسوبات عنصر مفتاحي في تحليل الحوض، فهي تقدم معلومات عن الوضع التكتوني.

- فالأحواض المرتبطة بالأقواس كأحواض مقدمة القوس وأحواض مؤخرة القوس تميل إلى احتواء مواد بركانية مستمدة من القوس البركانية.
- بينما تحوي أحواض التصدع (الانهدام) في القشرة القارية مواداً مستمدة من المناطق الكراتونية المحيطة وتحوي عادة كسارات ذات منشأ ناري إندساسي أو استحالي.
- أما الأحواض الملحقة بمقدمة اليابسة تحوي نسبة عالية من صخور رسوبية معادة الدعك نتيجة نهوض المنطقة وتكشفها ومن ثم حتها كجزء من عملية بناء الجبال.

- يمكن أن يستخدم تغير تركيب الكسارات الصخرية عبر الزمن كمؤشر على شدة التعرية في منطقة المصدر، ومن ثم استقراء سجل تاريخ نهوض و تكشف الحزام المولد للجبال.

- وحالما يتم تأسيس الإطار الستريغرافي لمتتالية الحوض يمكن تقسيمها إلى زمر طبقية متمايزة ترسب كل منها خلال فترة محددة من تاريخ الحوض.

- يقدم توزع السحنات ضمن زمرة طبقية ما صورة لتوزع البيئات القديمة خلال فترة ترسبها.

- ثم يمكن تأسيس الجغرافيا القديمة.

والوضع التكتوني للحوض عامل رئيس يتحكم بتغيرات توزع السحنات وأنماط الجغرافيا القديمة عبر الزمن.

يمكن توقع أن تبدي أنماط أحواض مختلفة النشأة أنماط ترسيب مختلفة:

☜ إذ يمكن توقع أن يحوي حوض تصدعي (انهدامي) أو حوض انزلاق مضربي سحناتٍ خشنة كالمراوح اللحقية و الدلتاوات المروحية عند هوامشها.

☜ وستحوي أحوض مؤخرة القوس غطاء من الرسوبات البركانية الحطامية عند أحد هوامشها.

☜ وسيغلب على متتالية هامش منفعّل سحنات حطامية بحرية ضحلة أو كربوناتية.

☜ وتضم الأحواض الملحقة بمقدمة اليابسة وأحواض مقدمة القوس عادة سحنات مياه عميقة في الجزء السفلي لمتتالية الحوض تتضحل إلى بحرية ضحلة أو إلى رسوبات قارية.

☜ وعلى النقيض، تبدي أحواض التصدع (الانهدام) أو أحواض مؤخرة القوس عادة تغيراً تقدمياً من رسوبات قارية تشكلت في مرحلة مبكرة من التصدع، يعقبها سحنات بحرية ضحلة وأحياناً سحنات بحرية عميقة.

☜ تعكس الجغرافيا القديمة المتغيرة ضمن الحوض التطور التكتوني لكل من الحوض والمنطقة المحيطة به.

التحليل الجيوتاريخي

GEOHISTORY ANALYSIS

Allen & Allen (2005)

التحليل الجيوتاريخي هو الدراسة الكمية لتاريخ الانخساف والترسيب في حوضٍ ما (Allen & Allen 2005).

يؤدي **تراكم** رسوبات **متتالية** ما إلى **تراص** مكونات **جزءها السفلي**، وبذلك **تتناقص ثخانة كل طبقة** من طبقاتها مع الزمن.

يتباين تأثير التراص باختلاف **الليثولوجيا** على نحو معتبر، بحيث يتناقص حجم الرسوبات الغنية **بالغضار** بنسبة قد تصل إلى 80 % مع الزمن.

بينما يفقد الحجر **الرملي** مابين 10 إلى 20% من **مساميته** نتيجة التراص.

☜ ويمكن حساب تاريخ الانخساف في حوض عبر ما يسمى إلغاء تراص متتالية رسوبية عبر سلسلة من المراحل وبالأخذ بالاعتبار توزع الأعماق القديمة التي حدث عندها الترسيب، والتي تقدر عبر الدراسات السحنية والمستحاثية.

☜ كما يمكن أيضاً الحصول على معلومات إضافية عن تاريخ الطمر من تحليل إثر الإنشطار *fission-track* ودراسات إنعكاس الفيترينيت *vitrinite reflectance* اللتان مرتا معنا سابقاً في التحليل الجيوحراري

☜ ما يقدم أيضاً قياساً للتاريخ الحراري للطبقات.

☜ فالتحليل الجيوتاريخي هام في التنقيب عن الهيدروكربونات نظراً لكونه يقدم معلومات عن تغيرات المسامية والنفوذية عبر الزمن، وكذلك عن التاريخ الحراري في أي جزء من المتتالية و هو ما يعتبر عاملاً حاسما في توليد النفط والغاز.

الجلسة الثانية عشرة

السجل الترسيبي

SEDIMENTARY RECORD

يزودنا علم الرسوبات بأدوات لتفسير الصخور بلغة وتعابير العمليات والبيئة.

وينظر إلى هذه البيئات الرسوبية عبر الزمن الجيولوجي عبر سياق المبادئ الستراتيغرافية والتقنيات التحليلية.

كما يزودنا التحليل الرسوبي والستراتيغرافي للصخور باستخدام مواد متكشفة على السطح، وبحفر ومسح ما تحت السطح بوسائل إعادة بناء تاريخ الأرض بالقدر الذي تسمح به المعطيات

الستراتيغرافيا

تدرس الستراتيغرافيا (علم الطبقية) أي صخور متطبقة ولكن في المقام الأول مع

الصخور الرسوبية

1. وتكوينها
2. وأصلها
3. وعلاقاتها العمرية
4. وامتدادها الجغرافي. إضافة إلى

صخور نارية متمثلة بتتابعات تدفقات الحمم البركانية أو طبقات الرماد والتي بالتالي ينطبق عليها بمبادئ الستريتيغرافيا.

وصخور متحولة متطبقة.

تل شيحان طبقات الرماد

العلاقات الستراتيغرافية الشاقولية

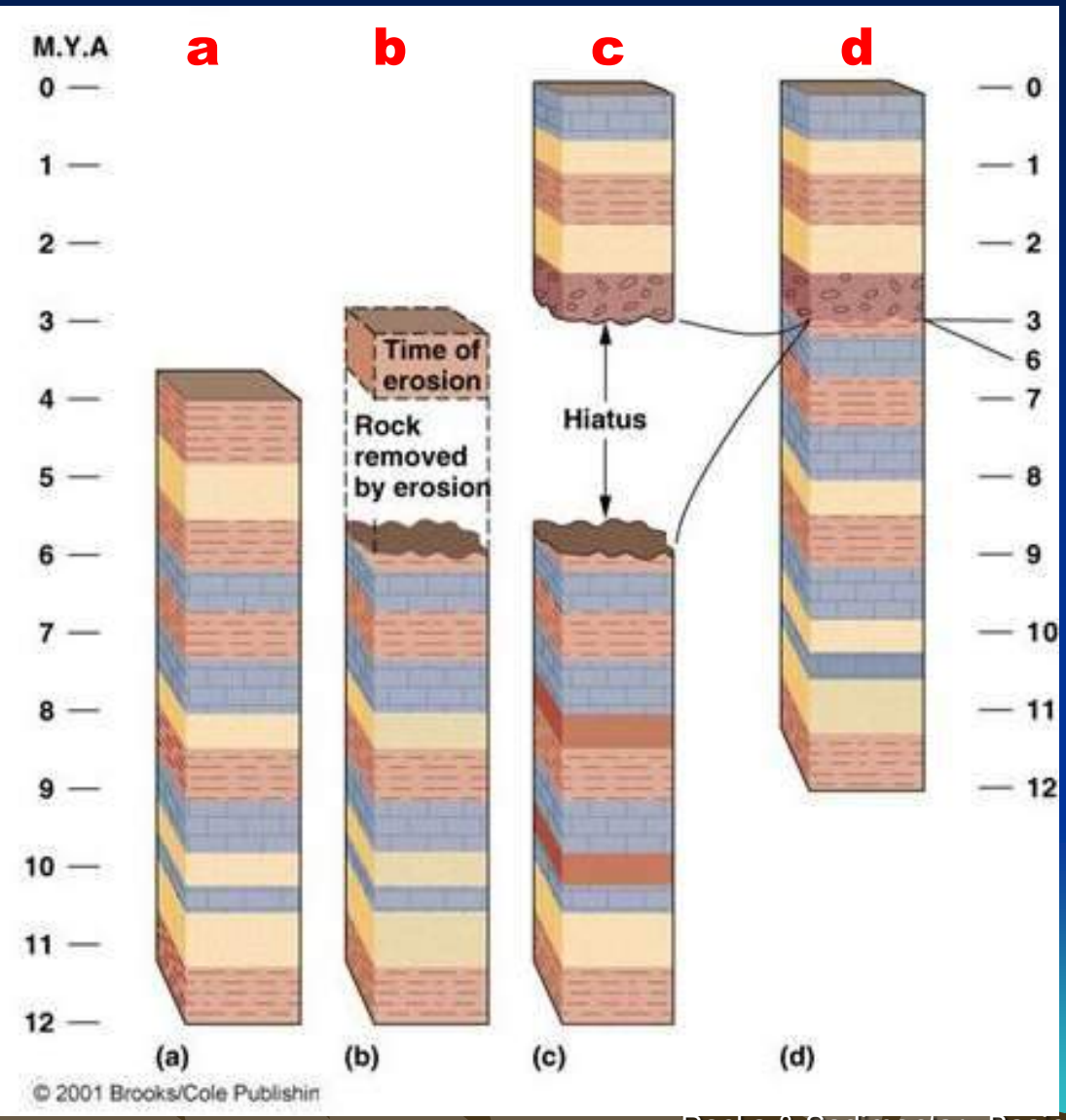
1. تفصل سطوح التطبق الطبقات الصخرية عن بعضها البعض، أو تتدرج الطبقة شاقولياً من نوع صخري إلى آخر
2. تتباين الصخور فوق تحت سطح التطبق إما بالتركيب أو بالنسيج أو باللون أو بمزيج منها.
3. يدل سطح التطبق على:

- سرعة تغير الترسب
- أو ربما فترة عدم ترسيب

عدم التوافق

يمثل عدم التوافق في متتاليات طبقية فترات زمنية امتدت بضعة ملايين إلى عشرات الملايين من السنين لم توقف فيها الترسب و ربما صحبه تعرية تدعى هذه الفترات الزمنية غير الممثلة في سجل صخري غير كامل ثغرات ***hiatus*** .

منشأ عدم التوافق



a) ترسيب استمر ملايين السنين.

b) تعرية أزالت رسوبات بضعة ملايين من السنين.

c) ثغرة ستراتيغرافية وعمود طبقي فعلي.

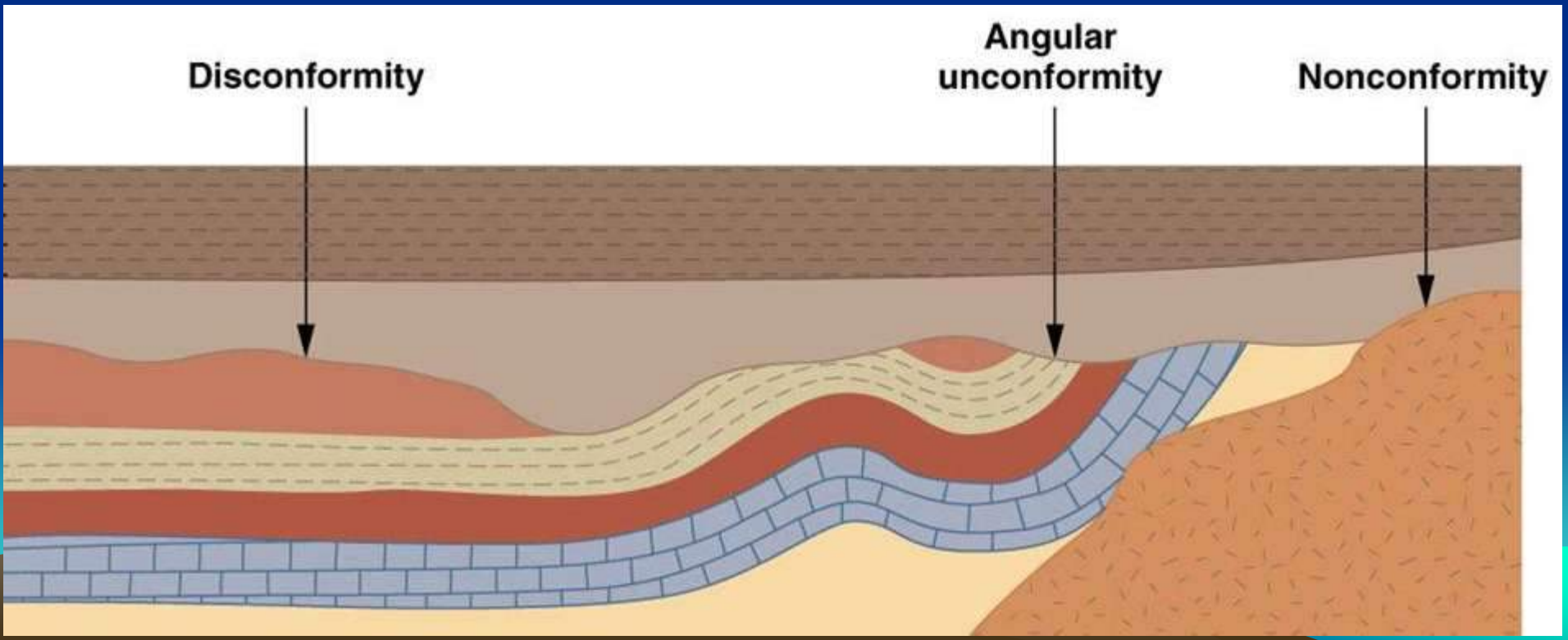
d) عمود طبقي مع عدم التوافق.

أنماط عدم التوافق

a) لاتوافق *disconformiy* سطح يفصل طبقات أحدث عن طبقات أقدم لكنهما متوازيتان (توقف ترسيب، أو حت، صعب الكشف—مستحاثات)

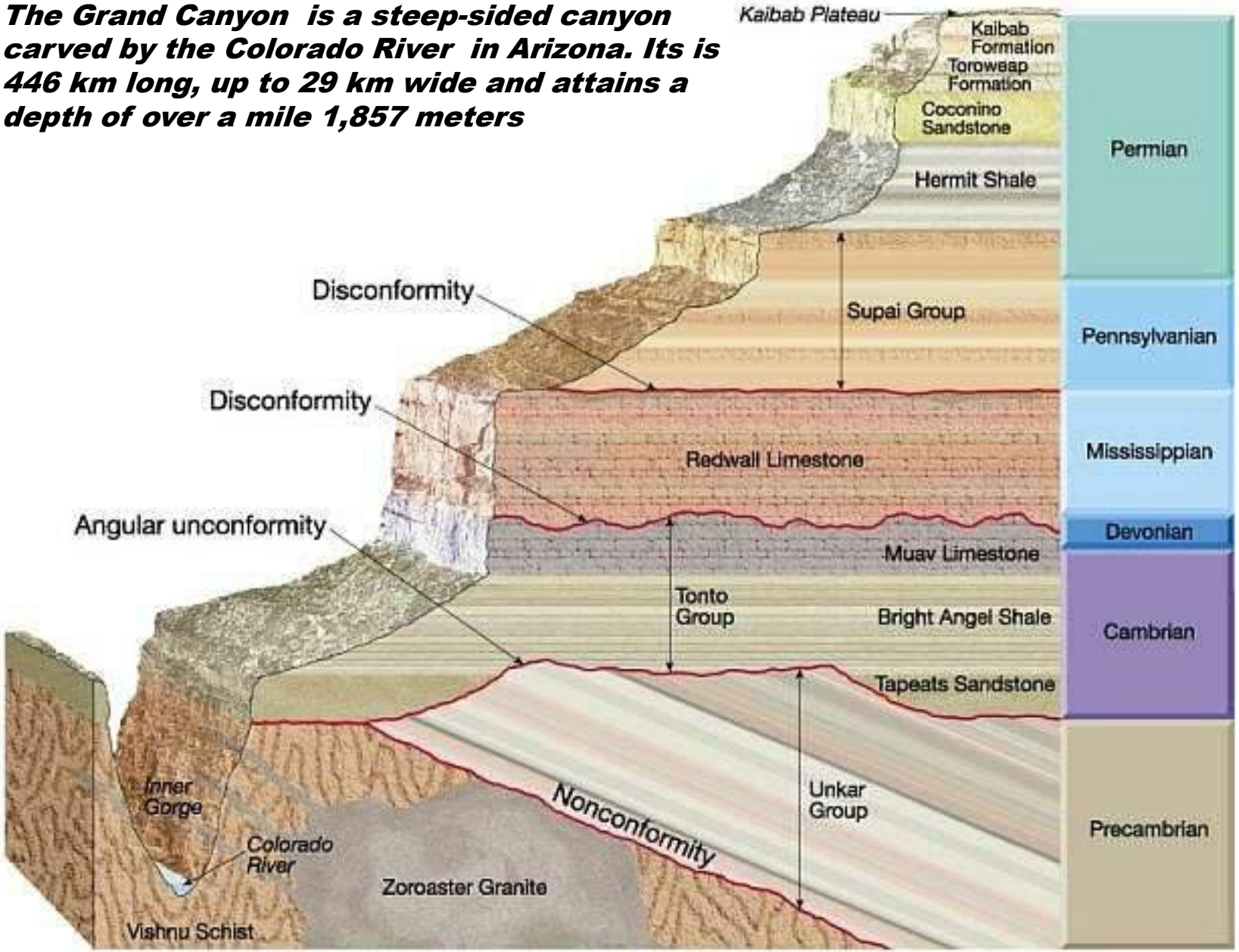
b) لاتماثل *nonconformity* سطح حتي يقطع صخور استحالية أو نارية يعلوه صخور رسوبية (نهوض، انحسار، تجوية، تعرية، غمر، ترسيب)

c) عدم توافق زاوي *angular unconformity* سطح حتي يعلوه طبقات طبقات مائلة أو مطوية

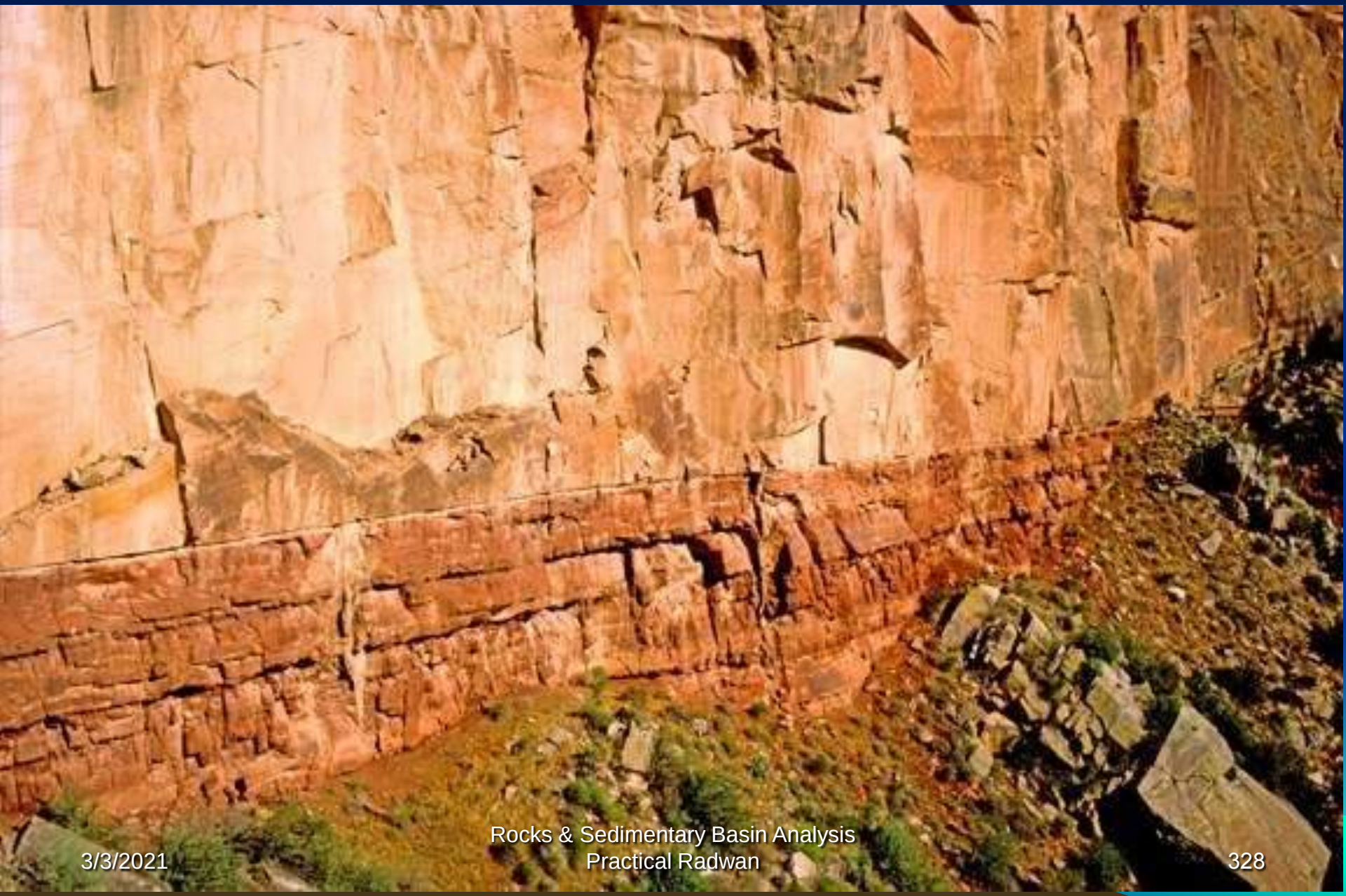


أنماط عدم التوافق

The Grand Canyon is a steep-sided canyon carved by the Colorado River in Arizona. Its is 446 km long, up to 29 km wide and attains a depth of over a mile 1,857 meters



Coconino Sandstone and . لاتوافق disconformiy فوق سطح حتي في الصخور السفلى thinner bedded Hermit Shale, Grand Canyon, Arizona

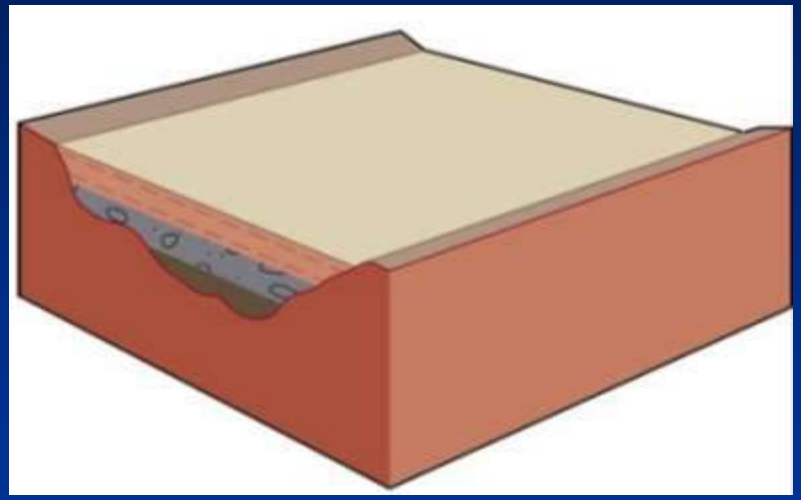


Telheiro Beach, Portugal angular unconformity عدم توافق زاوي،

Grand Canyon, Arizona ،nonconformity لاتماثل

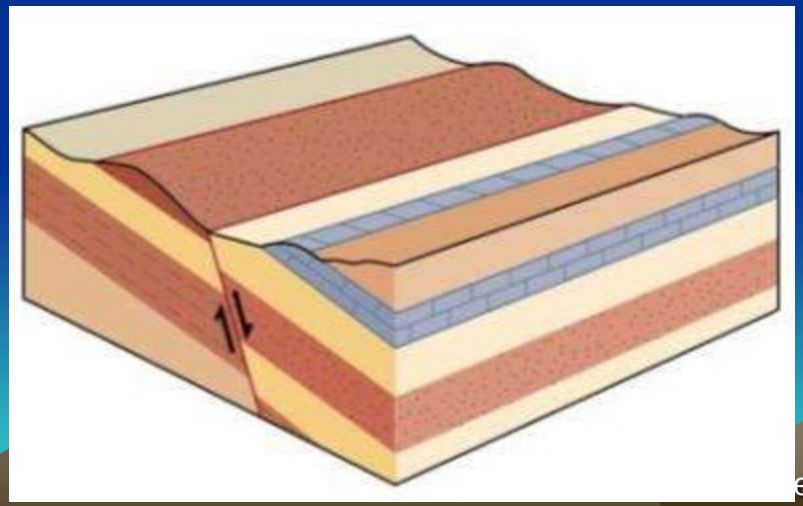
العلاقات الجانبية

اقترح نيكولاس ستينو في عام 1669 مبدأ الاستمرارية الجانبية ، بمعنى أن طبقات الرواسب تمتد إلى الخارج في جميع الاتجاهات حتى تنتهي،

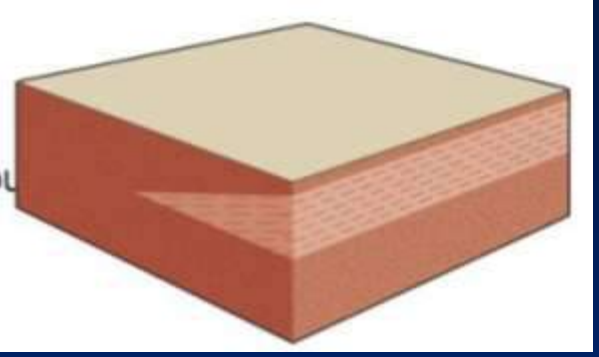


قد يكون انتهاؤها مفاجئاً بسبب

❖تآكلها بالتعرية عند حافة حوض الترسيب

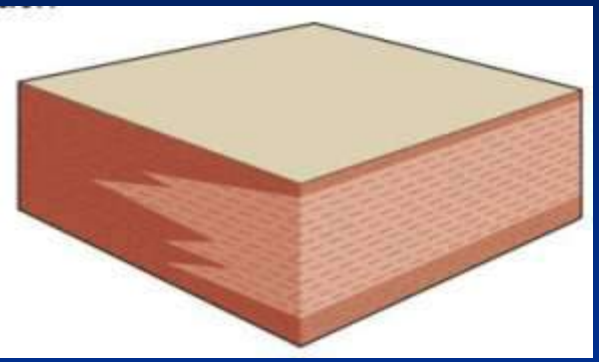


❖بترها بالصدوع

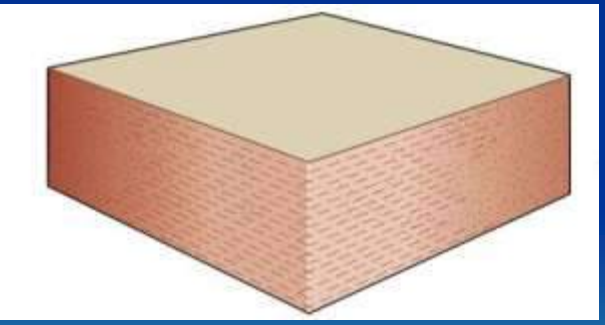


أو قد يكون تدريجياً

تترقق الوحدة الصخرية تدريجياً حتى الاختفاء ***pinch out***



أو قد تنفصم الوحدة الصخرية إلى وحدات أرق تترقق حتى الاختفاء ***Intertonging***



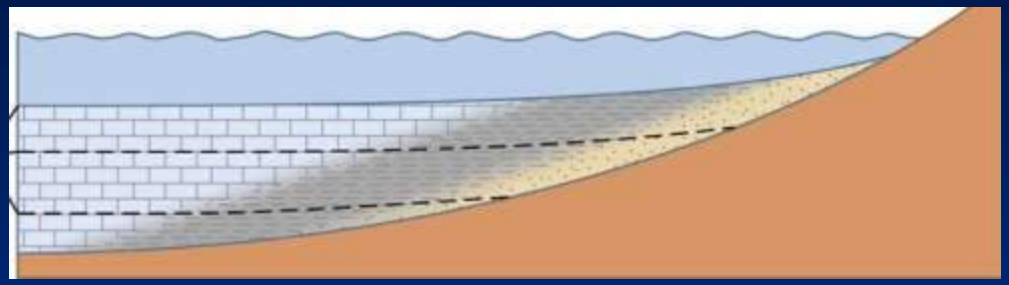
يتغير تركيب ونسيج الوحدة الصخرية ***lateral gradation*** ليغدو في النهاية صخراً آخراً

السحنة الرسوبية Sedimentary Facies

يشير كل من *Intertonging* و *lateral gradation* إلى توضع متزمان في بيئات متجاورة.

السحنة الرسوبية هي جسم من الرسوبات ذو صفات فيزيائية وكيميائية وبيولوجية مميزة إلى جانب رسوبات أخرى توضعت في بيئات مختلفة.

Marine Transgression التجاوز البحري



يحدث التجاوز البحري عند ارتفاع سطح البحر بالنسبة لليابسة،

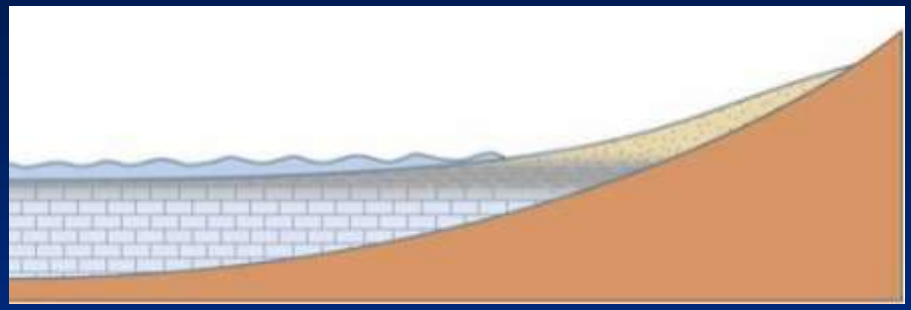
- ويهاجر خلاله خط الشاطئ نحو اليابسة،
- كما تهاجر البيئات الموازية لخط الشاطئ نحو اليابسة مع تزايد غمر البحر مناطق أكثر من اليابسة.

تنتج سحنة ترسيب في كل بيئة توضع متجاورة جانبياً

خلال التجاوز ستتراكب سحنات بعيدة عن الشاطئ فوق سحنات قريبة من الشاطئ.

يوصف جسم من صخر رسوبي له نفس الصفات أو نفس السحنات ترسب تدريجياً في أزمنة مختلفة بأنه ***time transgressive*** (تجاوزي زمنياً) أي أن عمره يتباين من مكان لآخر.

Marine regression الانحسار البحري



يهبط سطح البحر خلال الانحسار البحري بالنسبة لليابسة،

- ❖ ويهاجر خلاله خط الشاطئ باتجاه البحر
- ❖ تهاجر البيئات الموازية لخط الشاطئ باتجاه البحر .

الانحسار البحري هو عكس التجاوز البحري

ينتج متتالية شاقولية بحيث تغطي السحنة أحدث باتجاه اليابسة سحنات بعيدة عن الشاطئ فوق سحنات قريبة من الشاطئ.

أسباب التجاوز والانحسار البحري

نهوض القارت يسبب انحسار

التجمد الواسع يسبب انحسار

تباعد وسط بحري يسبب
توسع منظومة المتون وسط المحيطية
إزاحة مياه البحر لفوق القارات

تناقص معدلات تباعد وسط بحري يسبب
ازدياد حجم أحواض الأوقيانوسات
وبالتالي يسبب انحسار

المستحاثات

المستحاثات هي بقايا أو آثار متعضيات قبل تاريخية (عظام، هياطل، أسنان، انطباعات)

أكثر شيوعا في الصخور الرسوبية وبعض التراكمات في المواد الحطامية وخاصة الرماد

مفيدة للغاية في تقدير العمر النسبي للطبقات وفي التحقق من بيئات التوضع

تقدم المستحاثات بعض الأدلة على التطور وكثير من المستحاثات هي لمتعضيات انقرضت الآن

تحفظ عادة بالطمر بالرسوبات ونادراً بالرماد أو بالجليد أو التحنيط

تريلوبيت

www.ilciuici.com
IL CIUICÌ
Copyright © Il Ciuicì - Gruppo Didattico Naturalistico
Fotografia by Nicola Geneletti

دیناصور

Ichthyosaur (marine reptile) discovered in Jurassic Holzmaden shale near Stuttgart

أمونيت

أمونيت

أمونيت

بومبي

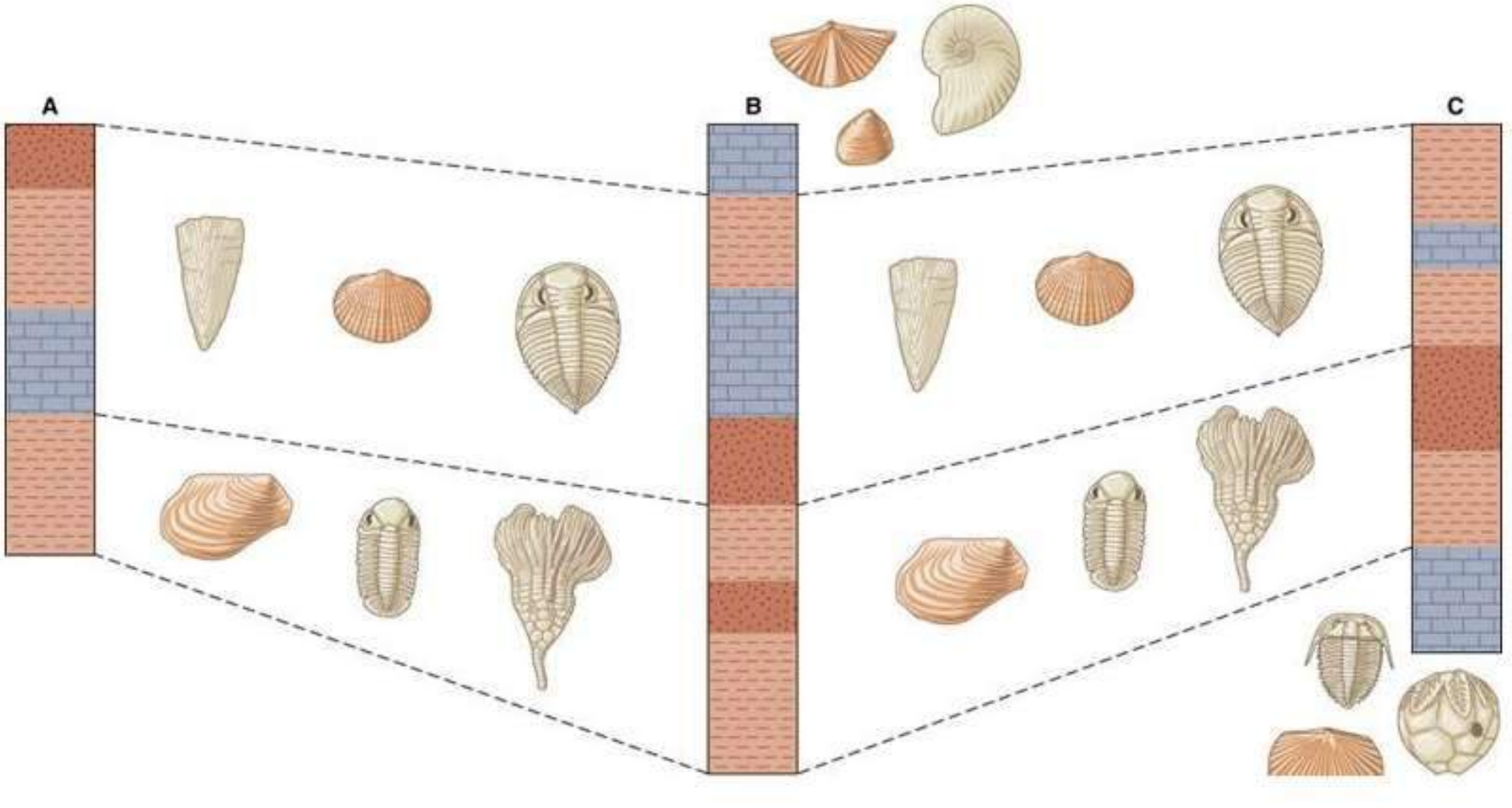
ماموث صوفي، سيبيريا

جذوع أشجار متحجرة

مستحاثة نوكيا

مستحاثة نوكيا

تستخدم المستحاثات لمقارنة وربط صخور متتاليات محددة



مصطلحات مستخدمة للتعامل مع

مع الصخور : *وحدة ليتوستراتيغرافية* محتوى صخري
وحدة بيوستراتيغرافية محتوى مستحاثي

مع الزمن: وحدة ستراتيغرافية-زمنية – صخور من عمر محدد
وحدة زمنية – تعود إلى الزمن لا إلى الصخور

وحدات ليتوستراتيغرافية

تستند على نمط الصخور دون أخذ زمن التشكل بالاعتبار
العنصر الليتوستراتيغرافي الأساسي هو التشكيلة

التشكيلة وحدة صخرية قابلة للمسح ذات حدود عليا وسفلى واضحة
قد تتكون من نوع صخري واحد
أو من عدد من الأنماط الصخرية
قد تقسم إلى فروع *memebrs* وطبقات *Beds*
وتجمع في مجموعات *groups* ومجموعات كبرى *supergroups*

وحدات بيوستراتيغرافية

جسم من طبقات يمكن تمييزها فقط اعتمادا على محتواها المستحاثي

لا تتطابق حدودها بالضرورة مع حدود الوحدت الليتوستراتيغرافية

البيوزون الوحدة البيوستراتيغرافية الرئيسة

وحدة ستراتيغرافية-زمنية

تدعى أيضاً وحدات كرونوستراتيغرافية

توضعت خلال فترة زمنية محددة من التاريخ الجيولوجي

المنظومة الوحدة الستراتيغرافية-الزمنية الرئيسة

وحدات زمنية

مخصصة ببساطة لأجزاء محددة من التاريخ الجيولوجي

دور Period أكثر التقسيمات استخداما

دور ان أو أكثر Era حقب

حقبان أو أكثر Eon دهر

يقسم الدور period إلى عصر Epoch

يقسم العصر Epoch إلى طابق Stage

وحدة كرونوستراتيغرافية		وحدة كرونولوجية		
Eonthem	أيونثيم	Eon	دهر	بريكمبري وفانيرزوي
Erathem	إيراثيم	Era	حقب	حقب أول ثاني ثالث رابع
System	منظومة	Period	دور	ترياسي جوراسي كريتاسي
Serie	زمرة	Epoch	عصر	أبسيا ن ألبيان، ووو
لأسماء المنظومات والأدوار أصول متنوّعة:				
موقع في الزمان	أول	ثاني	ثالث	رابع
مرجع ليتولوجي	كربوني	ترياسي	كريتاسي	
مرجع باليونتولوجي	نومولیتي(باليوجين)			
مرجع إثني	أوردوفيشي	سيلوري		
مرجع جغرافي	كمبري	برمي	ديفوني	جوراسي
أصل يوناني	باليوجين	نيوجين		

Eon	Era	period	Epoch	Age	time
Eonothem	Erathem	System	Series	Stage	Lithology
دهر	حقب	دور	عصر	طابق	

الترابط (المضاهاة)

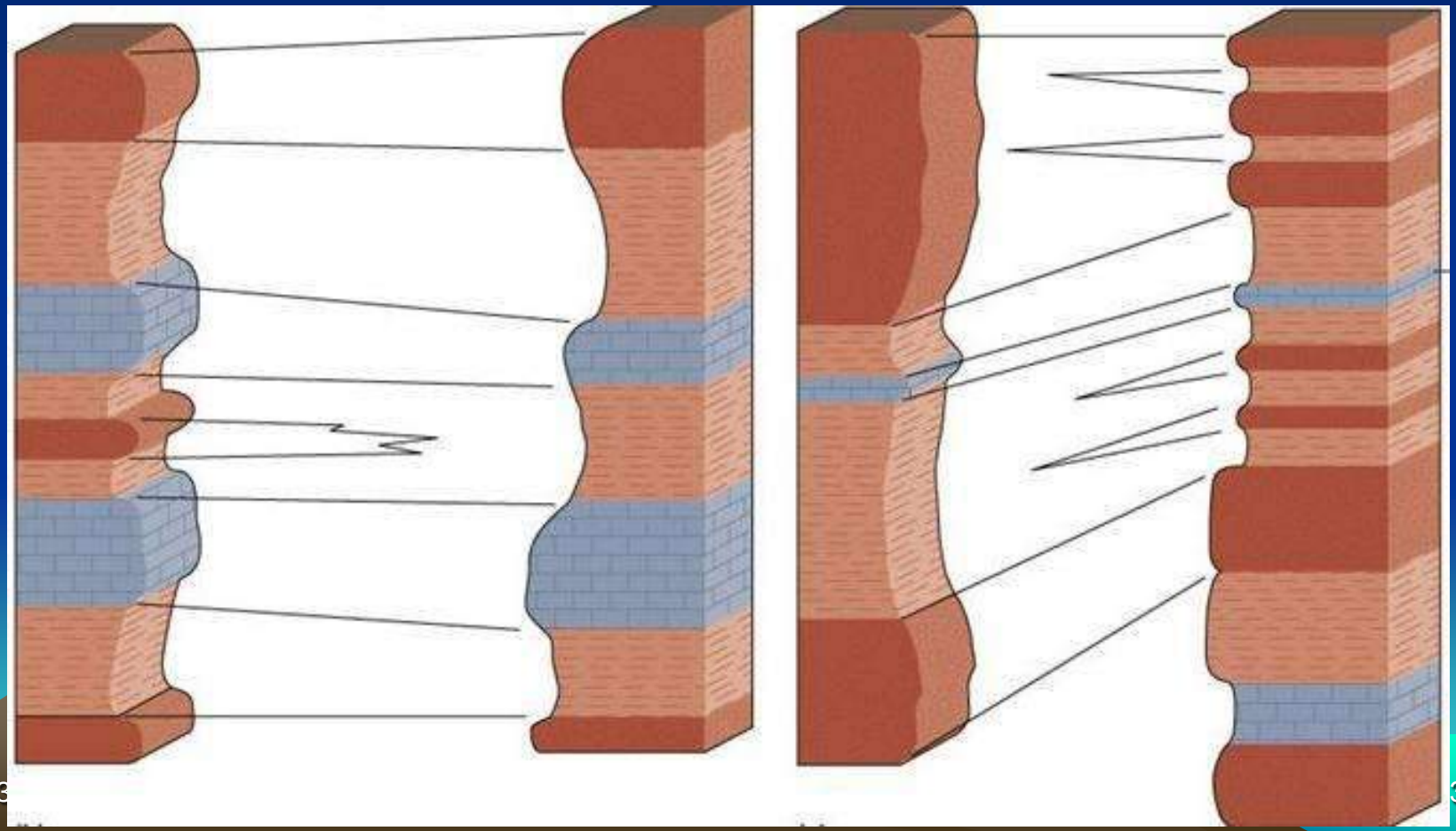
عملية مطابقة صخور منطقتين مختلفتين

مقارنة ليتوستراتيغرافية: مطابقة نفس الوحدات الصخرية دون أخذ العمر بالاعتبار

مقارنة ستراتيغرافية-زمنية: تعبير عن المكافئ الزمني للأحداث

مقارنة ليتوستراتيغرافية

بناء على التركيب الصخري
الموقع في المتتالية
وجود سويات دالة



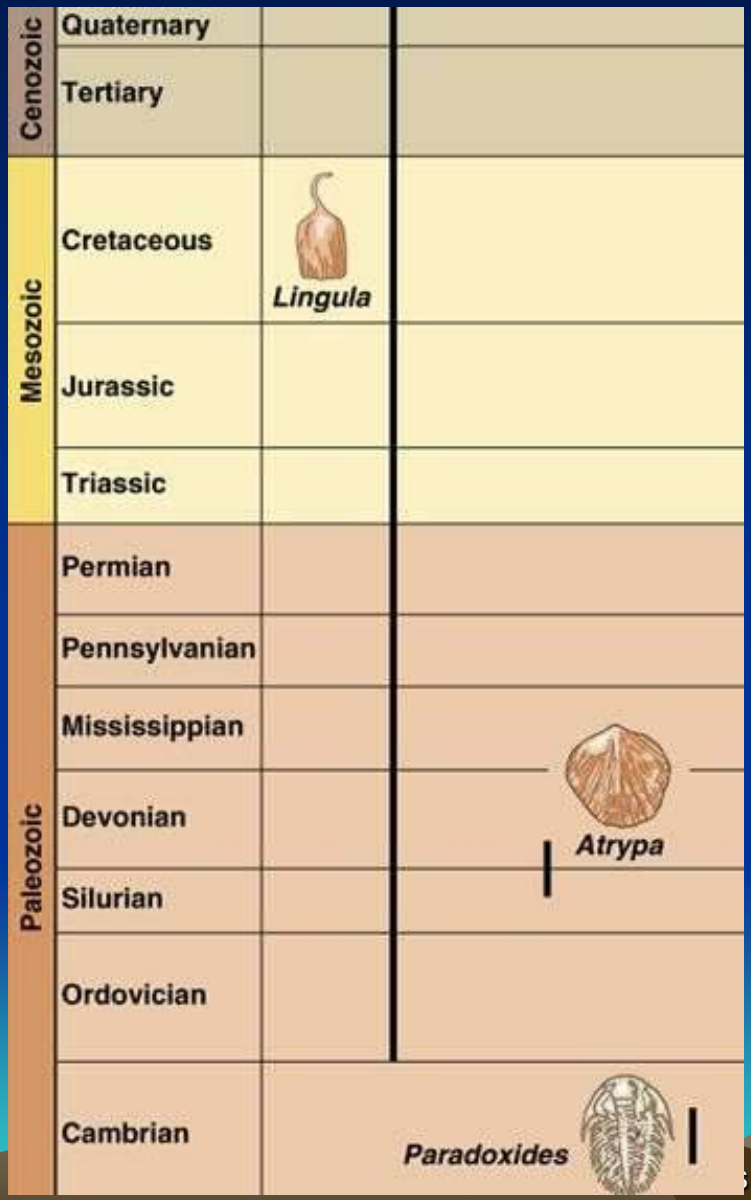
المكافئ الزمني

لايمكن الاعتماد على المقارنة الليتوستراتيغرافية لعرض المكافئ الزمني لكون معظم الوحدات الصخرية ذات الامتداد الإقليمي هي تجاوزية زمنياً

مثال يمكن مقارنة الحجر الكلسي الحبيبي لتشكيلة باب عين البيضا مع الحجر الكلسي الحبيبي لتشكيلة باب عبد اللّه، لكن الأولى من عمر الألبيان والثانية من عمر السينومانيان.

أفضل طريقة فاعلية لعرض المكافئ الزمني هي المقارنة الستراتيغرافية-الزمنية باستخدام البيوزون.

البيوزون



بالنسبة للمتعضيات المنقرضة المهم فيها: زمن منشئها وزمن انقراضها

يحدد المجال الجيولوجي (الزمن الكلي لوجود مجموعة مستحاثية، أو نوع أو جنس) نمطاً من أنماط البيوزون

وأكثر المستحاثات فائدة في ذلك هي المستحاثات الدالة ***guide fossil*** يجب أن تكون

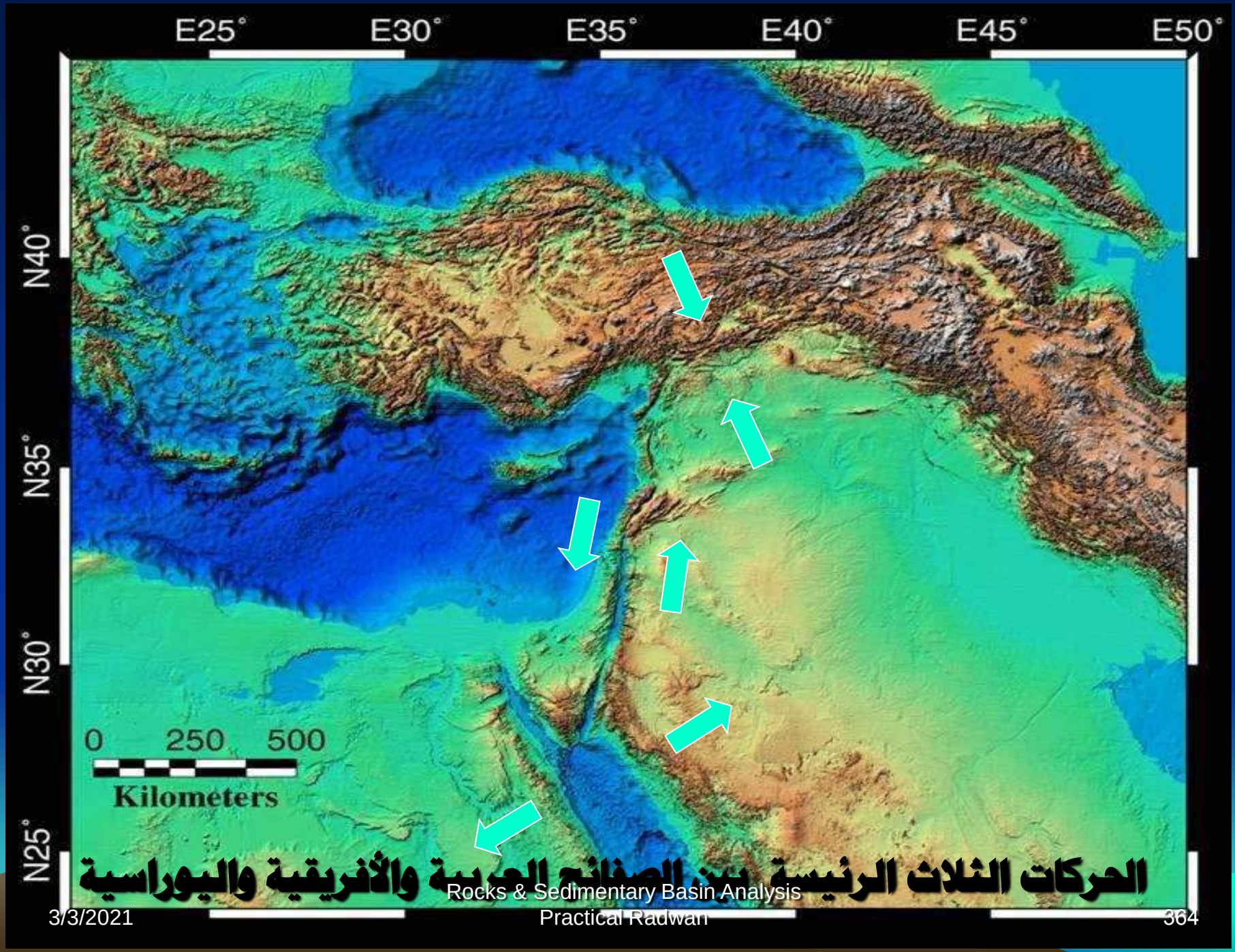
سهلة التمييز و واسعة الانتشار وذات مجال جيولوجي قصير

June 2004

SAMSUNG
12:45
Google
ChatON
Camera
Samsung Apps
Play Store
Phone
Contacts
Messaging
Internet
Apps

الجلسة الثالثة عشرة

الصفيحة العربية وأحواض الترسيب والأحواض النفطية



الحركات الثلاث الرئيسة بين الصفائح العربية والأفريقية واليوراسية

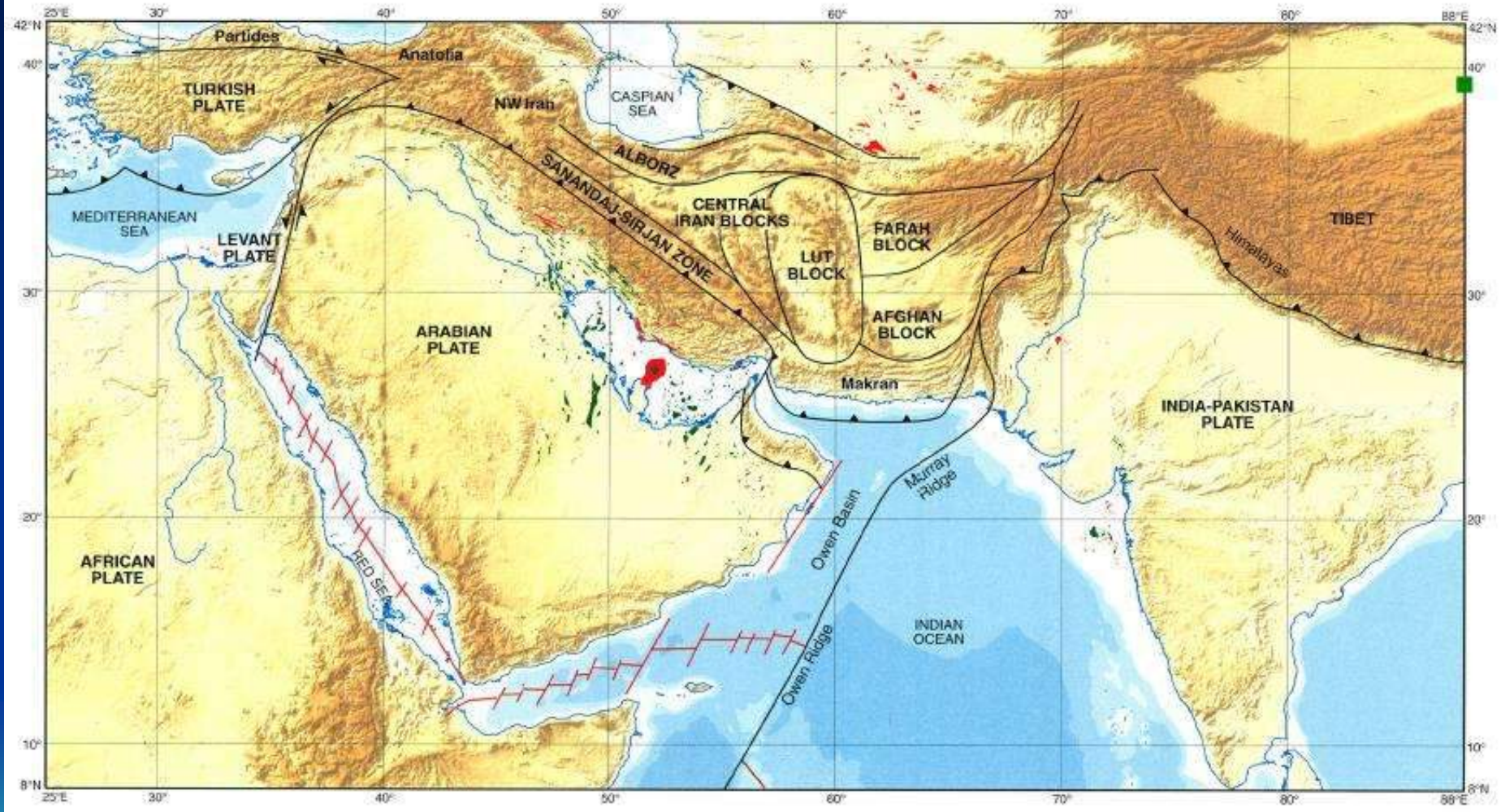
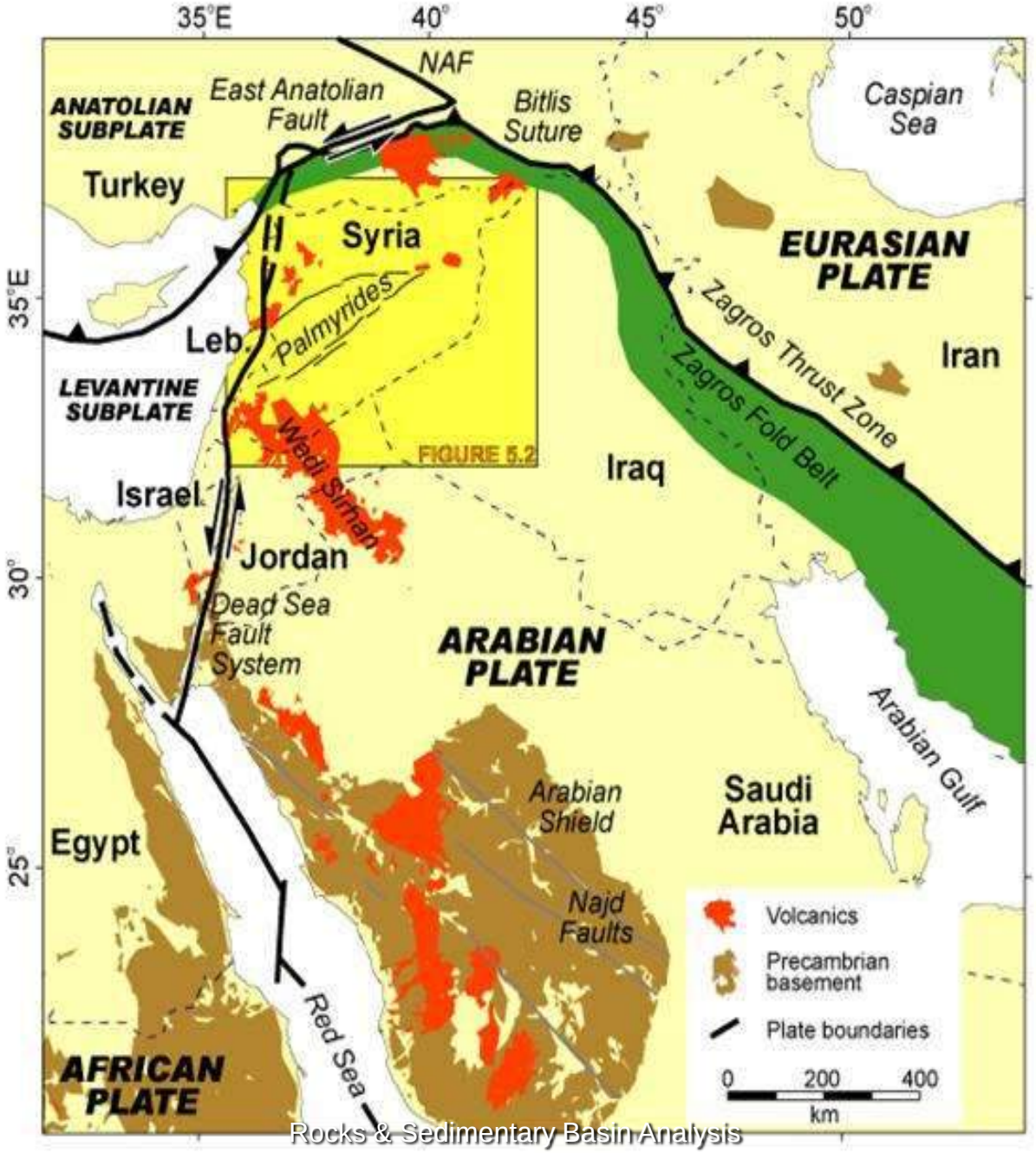


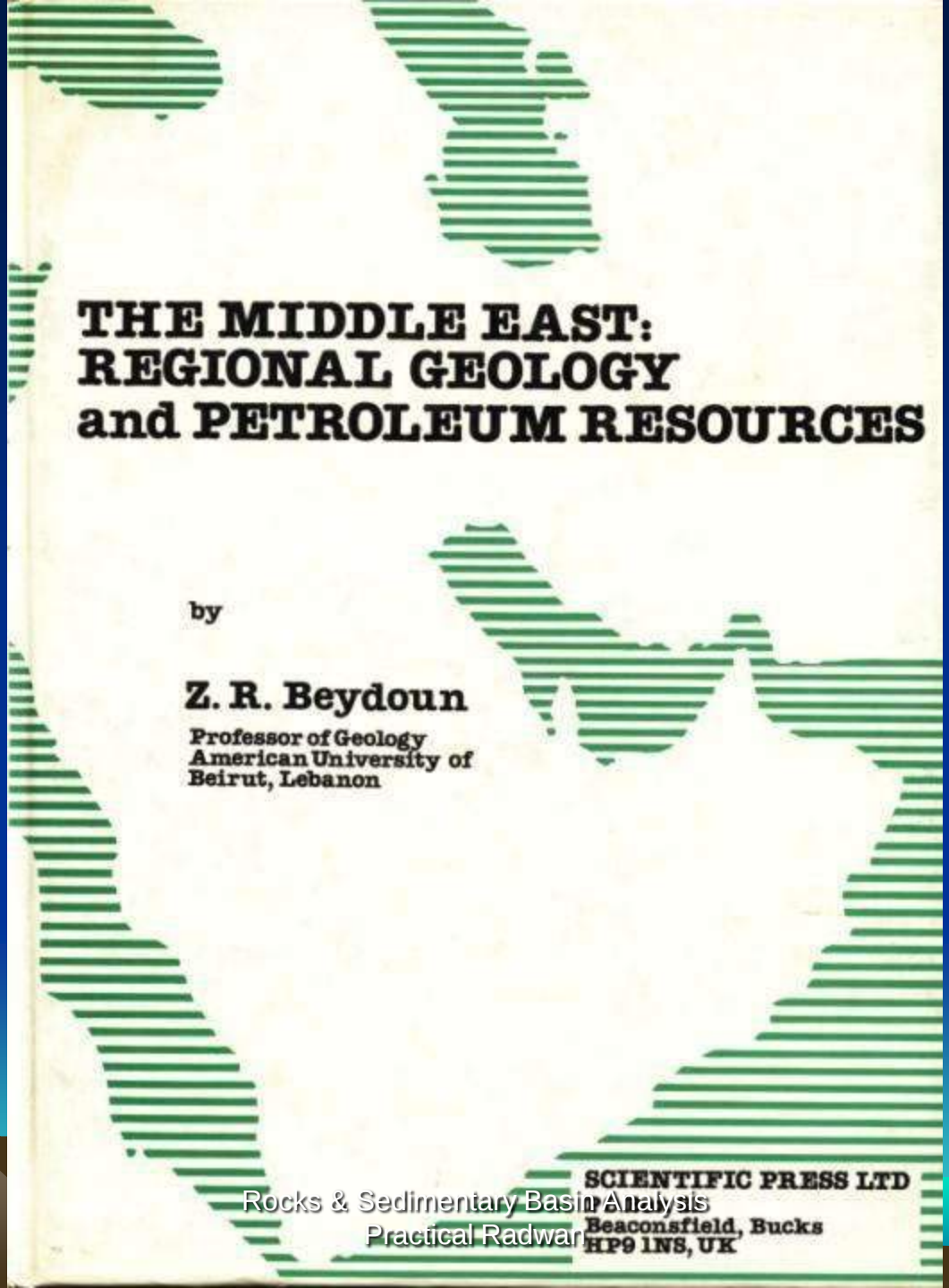
Figure 3.1: Tectonic setting of the Arabian Plate. For more detail see Enclosure 1.

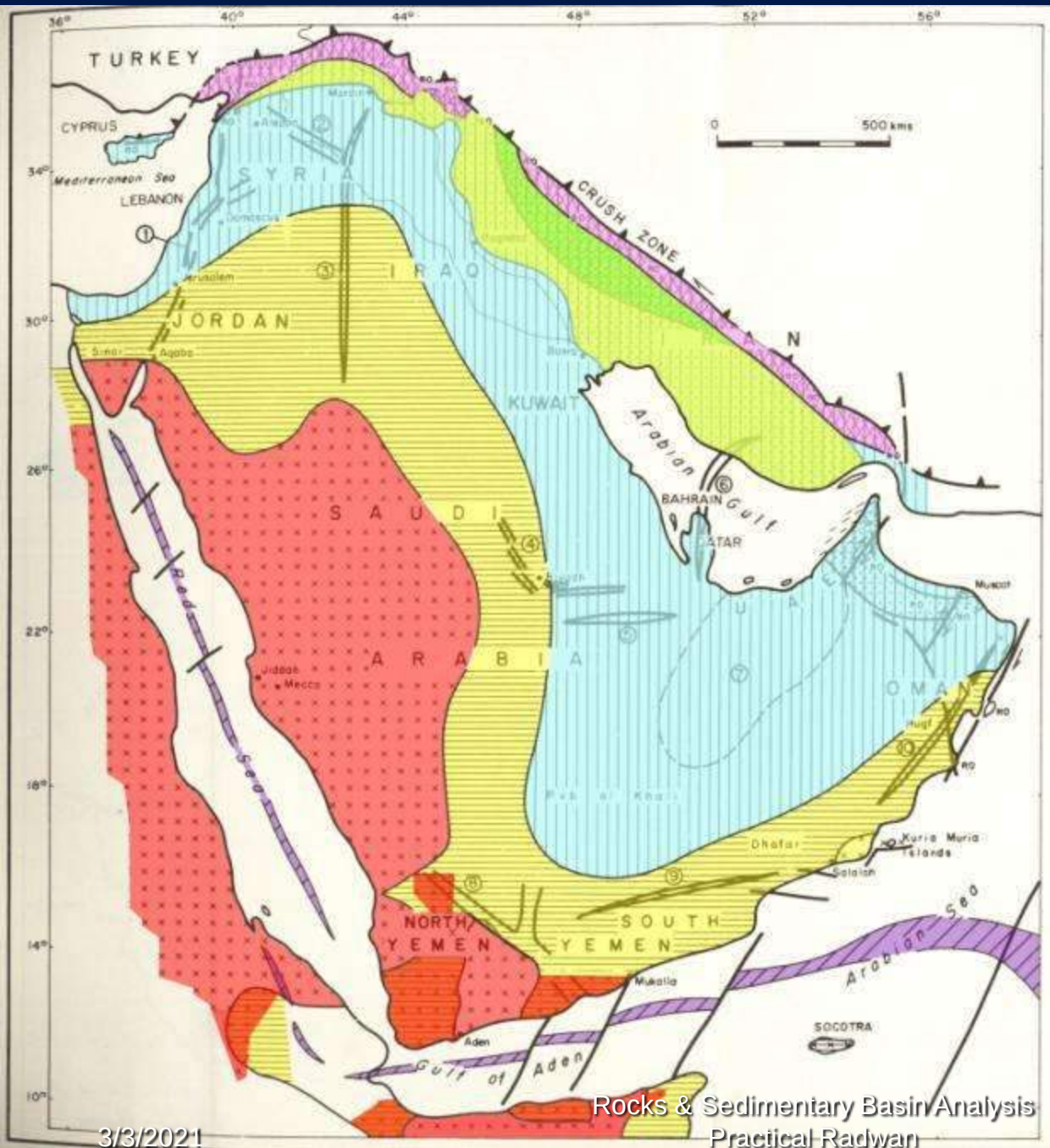
București
Bulgaria
Black Sea
Istanbul
Ankara
Athens
Turkey
Tbilisi
Caspian Sea
Yerevan
Uzbekistan
Turkmenistan
Ashgabat
Nicosia
Beirut
Syria
Dimashq
Amman
Jerusalem
Israel
Jordan
Cairo
Tehrān
Baghdad
Iraq
Iran
Afghanistan
Kuwait
Al Kuwayt
Egypt
Persian Gulf
Al Jubayl
Buraydah
Manāma
Al Hofuf
Al Madinah
Ar Riyad
Abu Dhabi
Masqat
Saudi Arabia
United Arab Emirates
Taif
Oman
Arabian Sea
Red Sea
Abha
Jizan
Khartoum
Sudan
Eritrea
Sana'a
Yemen
Djibouti
Gulf of Aden
©2007 Google
US Dept of State Geographer
© 2009 GeoEye


35°E
40°
45°
50°
NAF
East Anatolian Fault
Bitlis Suture
Caspian Sea
ANATOLIAN SUBPLATE
Turkey
Syria
EURASIAN PLATE
35°E
Palmyrides
Leb.
Zagros Thrust Zone
Zagros Fold Belt
Iran
LEVANTINE SUBPLATE
FIGURE 5.2
Wadi Sirhan
Iraq
Israel
Jordan
30°
Dead Sea Fault System
ARABIAN PLATE
Arabian Gulf
Arabian Shield
Saudi Arabia
Egypt
25°
Najd Faults
Red Sea
AFRICAN PLATE
Volcanics
Precambrian basement
Plate boundaries
0
200
400
km

الجلسة السادسة عشرة

الصفيحة العربية وأحواض الترسيب والأحواض النفطية


THE MIDDLE EAST:
REGIONAL GEOLOGY
and PETROLEUM RESOURCES
by
Z. R. Beydoun
Professor of Geology
American University of
Beirut, Lebanon
SCIENTIFIC PRESS LTD
Beaconsfield, Bucks
HP9 1NS, UK



LEGEND

- Arabo-Nubian Shield & with some Mezoic Cenozoic Cover of Stable Shelf
- Stable Shelf
- Stable Shelf
- Zone of Upper Cretaceous Marginal Flysch Troughs
- Zone of Neogene Marginal Troughs & Autochtonous Folding
- Zone of Thrusting & / Gravity Nappes
- Magnetic Zone)New Oceanic Crust)
- RO — Radiolarite/Ophiolite Complexes (U. Cretaceous Mainly)
- Principal Fault Zones

PRINCIPAL STRUCTURAL FEATURES

1. Levant Fracture System
2. Euphrates Graben
3. Hail - Ga'ara - Mardin Arch (Swell)
4. Central Arabian Graben and Trough System
5. Central Arabian Arch
6. Qatar - Fars Arch
7. Rub-al-Khali Basin
8. Jawf - Marib Graben
9. Hadhramaut Arch
10. Huqf - Ja'alan Axis

TECTONIC FRAMEWORK SKETCH MAP OF THE MIDDLE EAST

Adapted and modified from HENSON, 1951

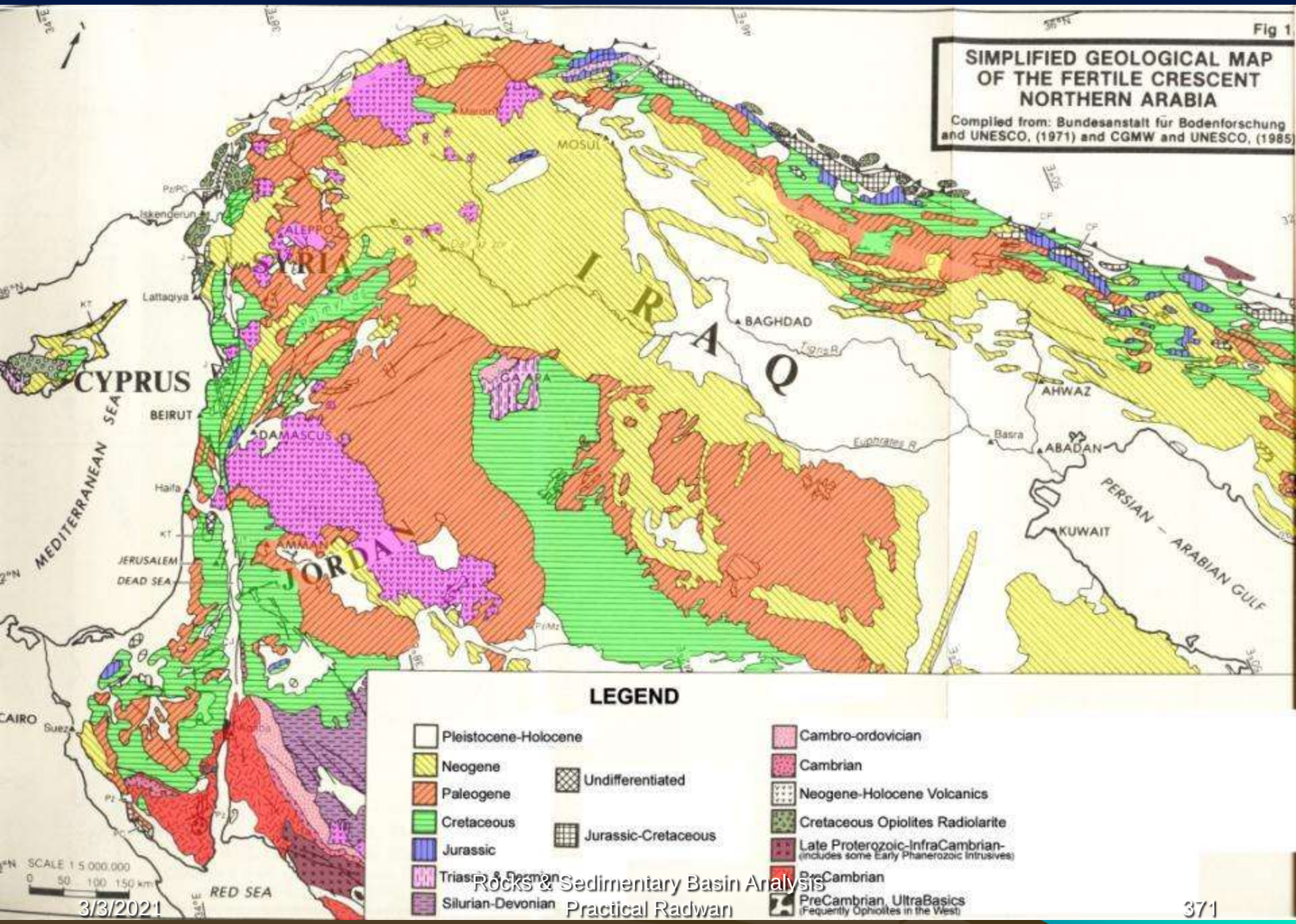
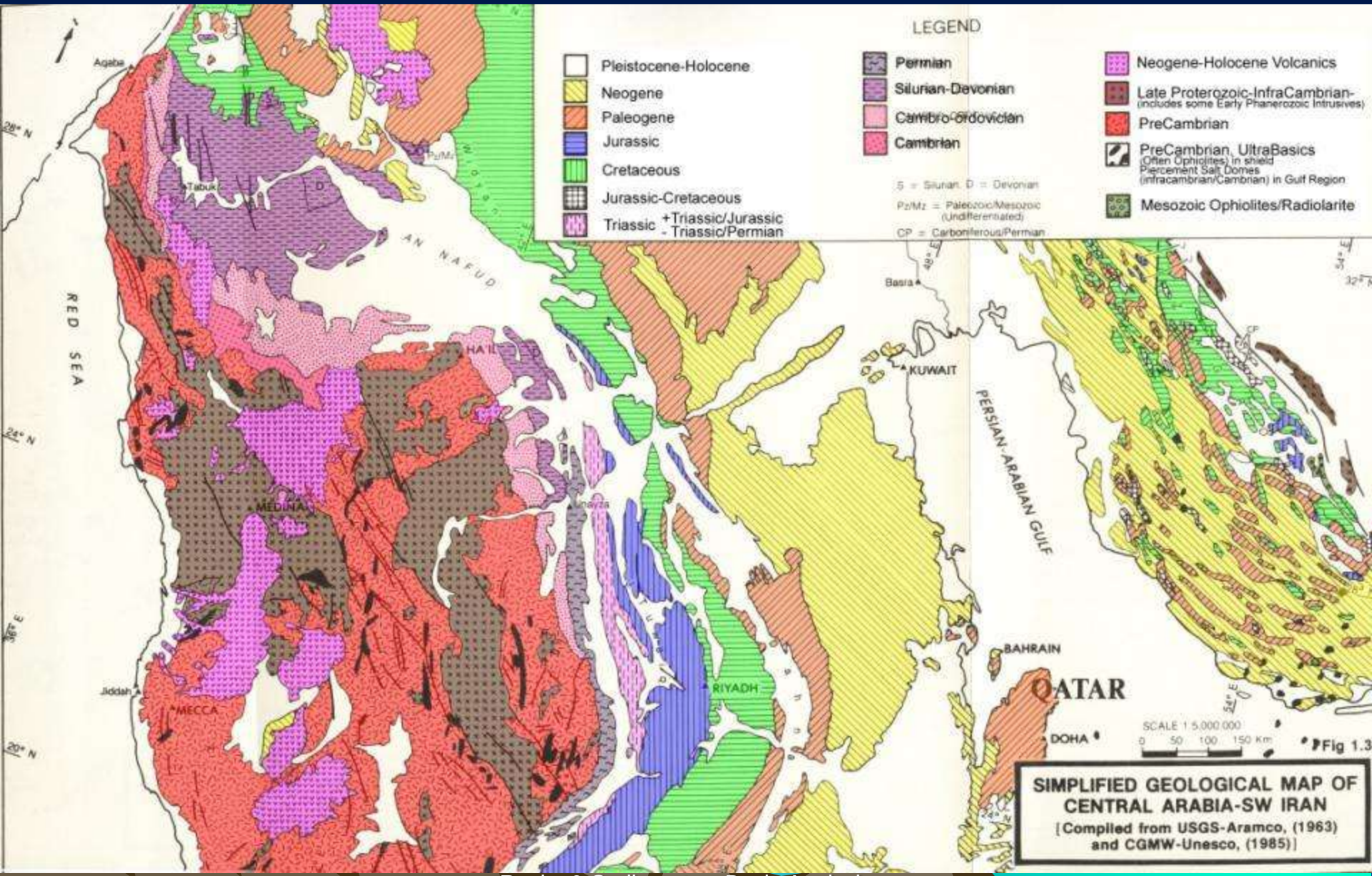
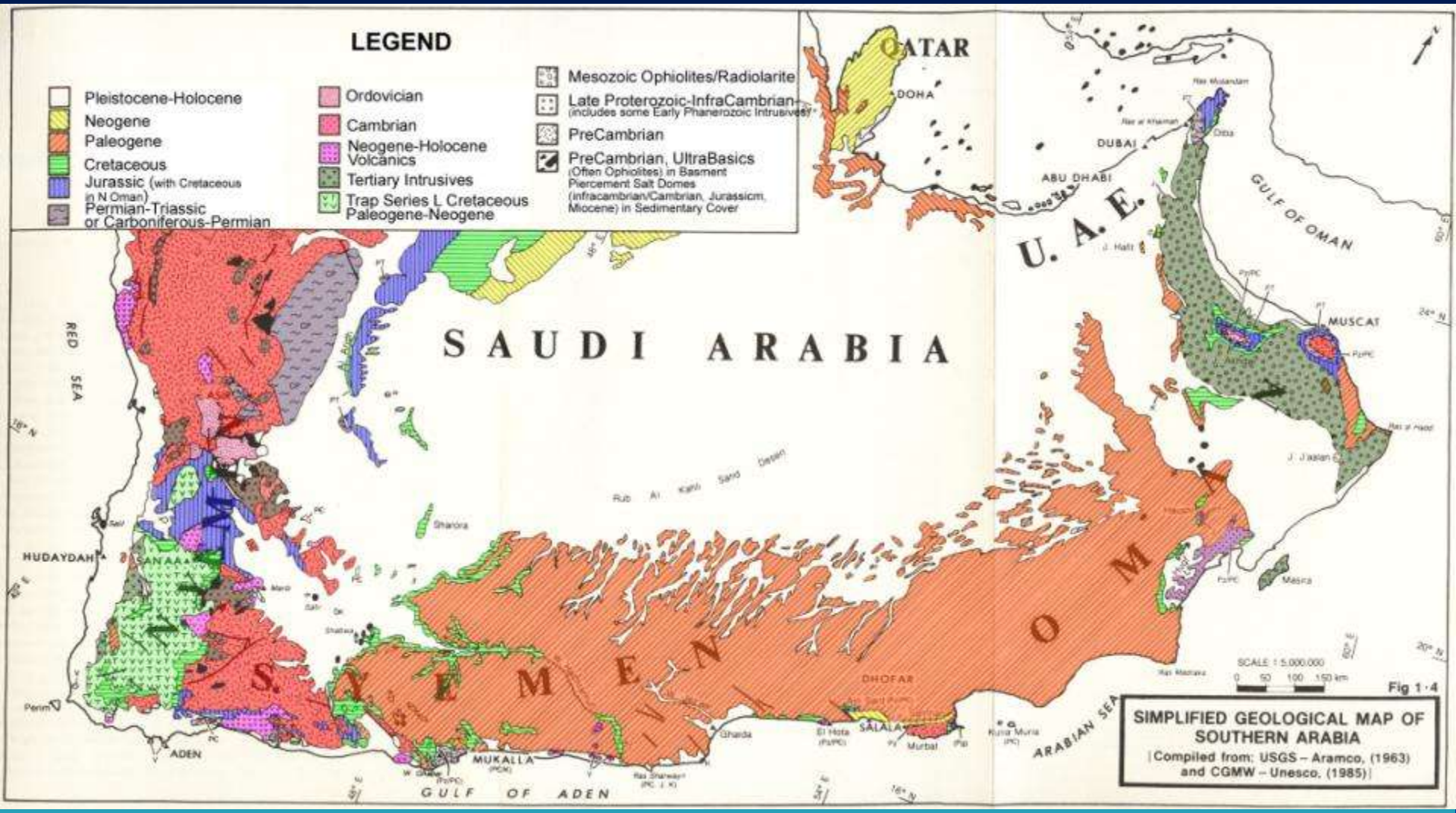
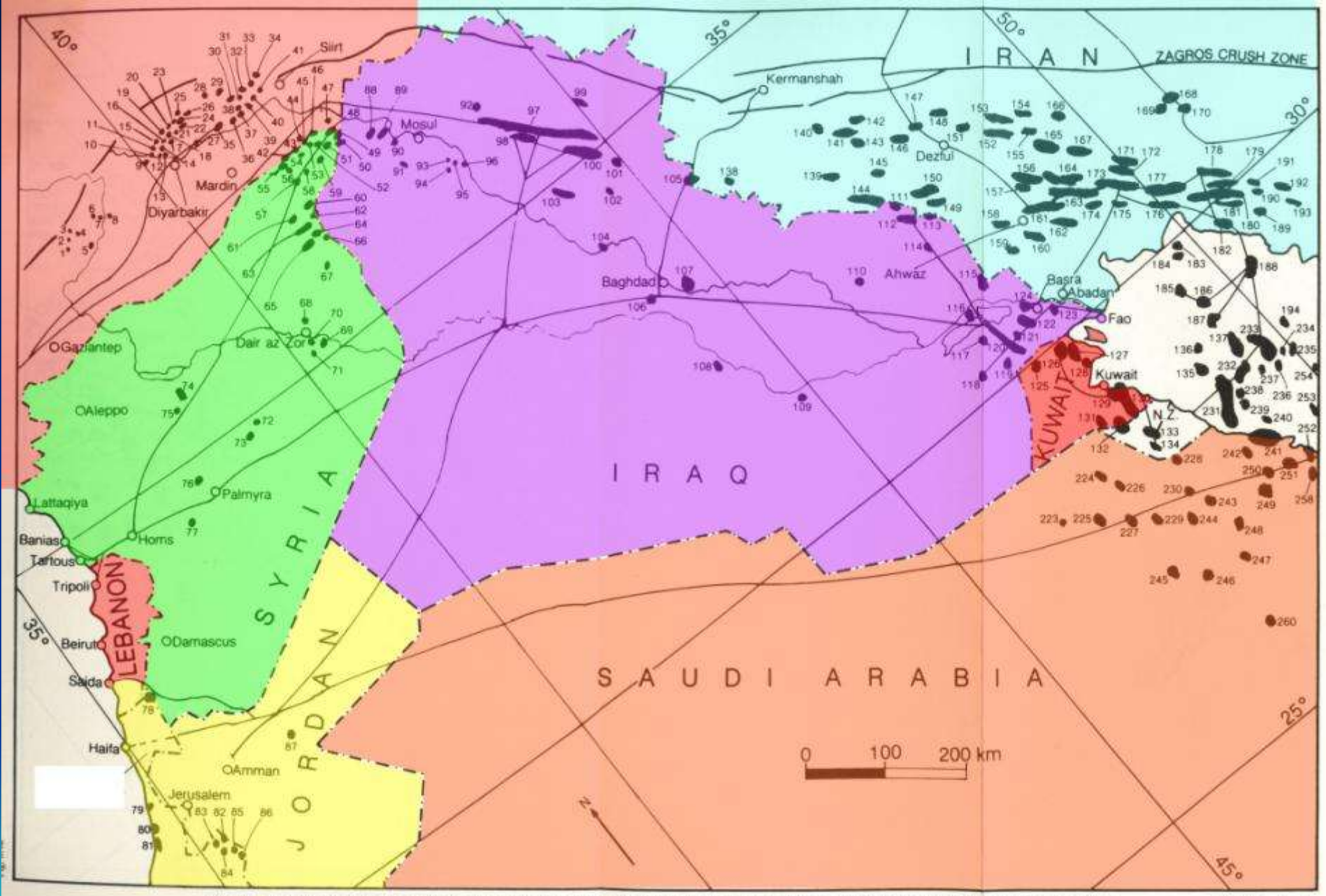


Fig 1
SIMPLIFIED GEOLOGICAL MAP OF THE FERTILE CRESCENT NORTHERN ARABIA
Compiled from: Bundesanstalt für Bodenforschung and UNESCO, (1971) and CGMW and UNESCO, (1985)
MOSUL
ALEPPO
SYRIA
IRAQ
BAGHDAD
Tigris R.
Euphrates R.
Lattaqiya
CYPRUS
BEIRUT
DAMASCUS
Haifa
JERUSALEM
DEAD SEA
JORDAN
AHWAZ
Basra
ABADAN
KUWAIT
PERSIAN - ARABIAN GULF
MEDITERRANEAN SEA
RED SEA
CAIRO
Suez
SCALE 1:5,000,000
0 50 100 150 km
LEGEND
Pleistocene-Holocene
Neogene
Paleogene
Cretaceous
Jurassic
Triassic & Permian
Silurian-Devonian
Undifferentiated
Jurassic-Cretaceous
Cambro-ordovician
Cambrian
Neogene-Holocene Volcanics
Cretaceous Opiolites Radiolarite
Late Proterozoic-InfraCambrian-
(includes some Early Phanerozoic Intrusives)
PreCambrian
PreCambrian, UltraBasics
(Fequently Ophiolites in the West)


LEGEND
Pleistocene-Holocene
Neogene
Paleogene
Jurassic
Cretaceous
Jurassic-Cretaceous
Triassic +Triassic/Jurassic -Triassic/Permian
Permian
Silurian-Devonian
Cambro-Ordovician
Cambrian
S = Silurian, D = Devonian
Pz/Mz = Paleozoic/Mesozoic (Undifferentiated)
CP = Carboniferous/Permian
Neogene-Holocene Volcanics
Late Proterozoic-InfraCambrian- (includes some Early Phanerozoic Intrusives)
PreCambrian
PreCambrian, UltraBasics (Often Ophiolites) in shield Piercement Salt Domes (infracambrian/Cambrian) in Gulf Region
Mesozoic Ophiolites/Radiolarite
Aqaba
Tabuk
AN NAFUD
RED SEA
HA'IL
MEDINA
Jiddah
MECCA
RIYADH
Basra
KUWAIT
PERSIAN-ARABIAN GULF
BAHRAIN
QATAR
DOHA
SCALE 1:5,000,000
0 50 100 150 Km
Fig 1.3
SIMPLIFIED GEOLOGICAL MAP OF CENTRAL ARABIA-SW IRAN
[Compiled from USGS-Aramco, (1963) and CGMW-Unesco, (1985)]


LEGEND
Pleistocene-Holocene
Neogene
Paleogene
Cretaceous
Jurassic (with Cretaceous in N Oman)
Permian-Triassic or Carboniferous-Permian
Ordovician
Cambrian
Neogene-Holocene Volcanics
Tertiary Intrusives
Trap Series L Cretaceous Paleogene-Neogene
Mesozoic Ophiolites/Radiolarite
Late Proterozoic-InfraCambrian (includes some Early Phanerozoic Intrusives)
PreCambrian
PreCambrian, UltraBasics (Often Ophiolites) in Basment Piercement Salt Domes (infracambrian/Cambrian, Jurassicm, Miocene) in Sedimentary Cover
QATAR
DOHA
DUBAI
ABU DHABI
U. A. E.
GULF OF OMAN
SAUDI ARABIA
RED SEA
MUSCAT
HUDAYDAH
SANAA
YEMEN
OMAN
DHOFAR
SALALA
ADEN
MUKALLA
GULF OF ADEN
ARABIAN SEA
SCALE 1:5,000,000
0 50 100 150 km
Fig 1·4
SIMPLIFIED GEOLOGICAL MAP OF SOUTHERN ARABIA
(Compiled from: USGS – Aramco, (1963) and CGMW – Unesco, (1985))



MIDDLE EAST PRODUCING OIL FIELDS AND OTHER UNDEVELOPED HYDROCARBON DISCOVERIES
(NORTH WESTERN PART)

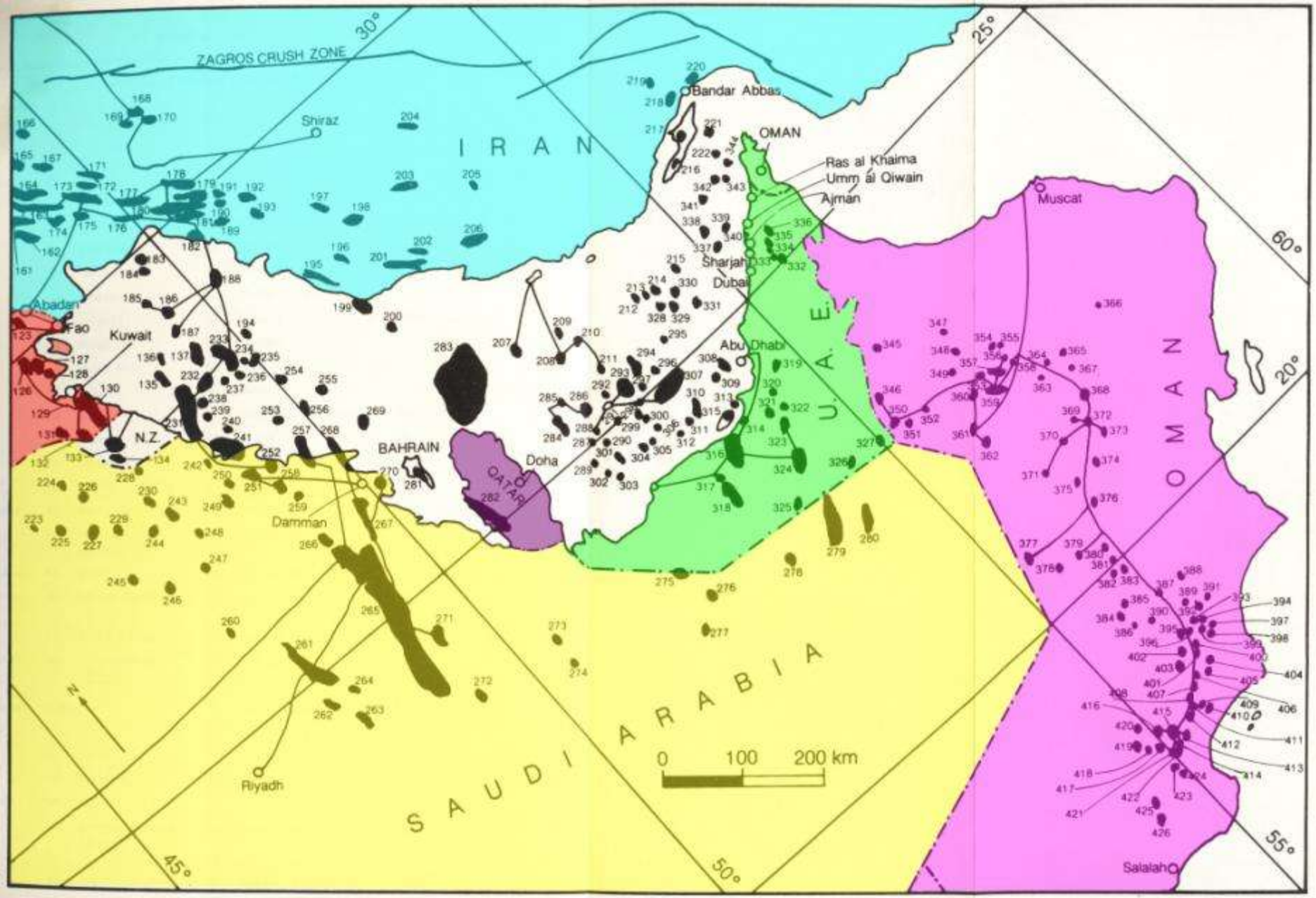
FIGURE 6·4a

Field/discovery with name reference number in Table 6-5

Main pipeline systems

(No claim is made to complete coverage)

SOURCES: Various, but principally Petroconsultants S.A. maps on different scales & AAPG Bulletin Annual Reviews.



MIDDLE EAST PRODUCING OIL FIELDS AND OTHER UNDEVELOPED HYDROCARBON DISCOVERIES
(SOUTH EASTERN PART)

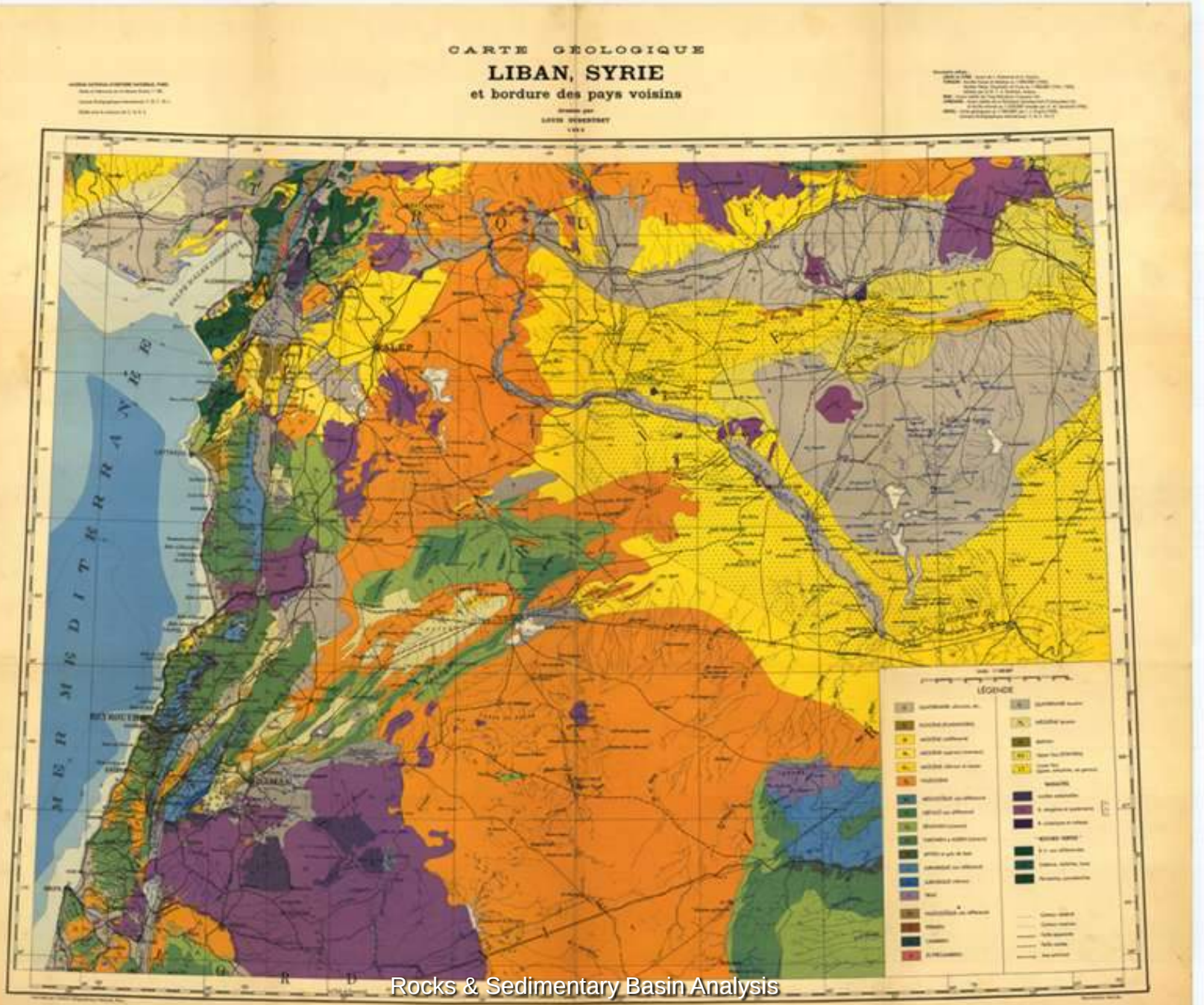
FIGURE 6-4b

Field/discovery with name reference number in Table 6-5

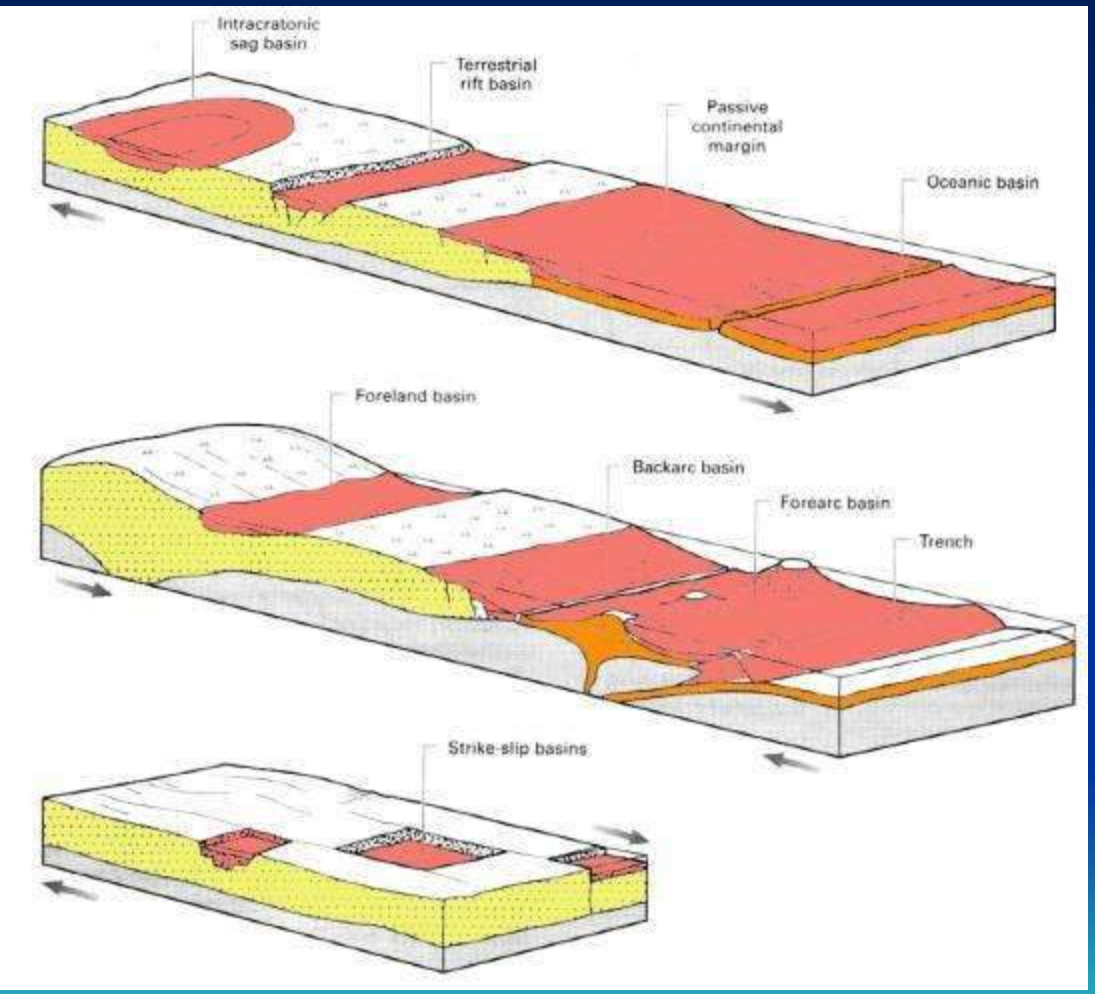
Main pipeline systems

(No claim is made to complete coverage)

SOURCES: Various, but principally Petroconsultants S.A. maps on different scales & AAPG Bulletin Annual Reviews.

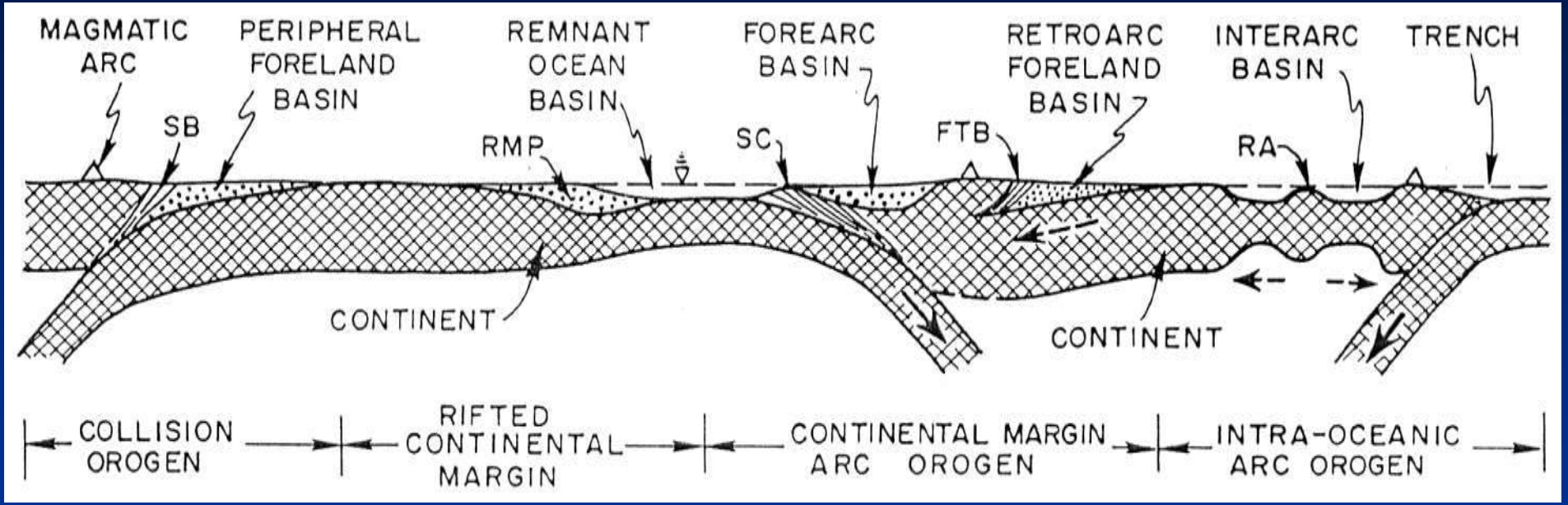

CARTE GEOLOGIQUE
LIBAN, SYRIE
et bordure des pays voisins
MER MEDITERRANEE
ALEP
LÉGENDE

أحواض الترسيب



- طبوغرافيا/ عمق/ جيولوجيا
  - مواقع تراكم رسوبات ثخينة
  - آلاف الأمتار
  - عبر ملايين السنين

تكتونيك الصفائح وأنماط أحواض الترسيب



Suture Belt	SB	حزام درز
Rifted Margin Prism	RMP	موشور هامش انهدامي
Subduction Complex	SC	معقد انغراز
Fold and Thrust Belt	FTB	حزام طي وتراكب
Remnant Arch	RA	قوس متبقي

آليات تشكل الطبوغرافيا القشرية

1. الاستجابة التوازنية:
   - توازن تركيبي (مط)
   - توازن حراري (تسخين/تبريد)
   - توازن تحميل القشرة (تكتونيك/رسوبات)

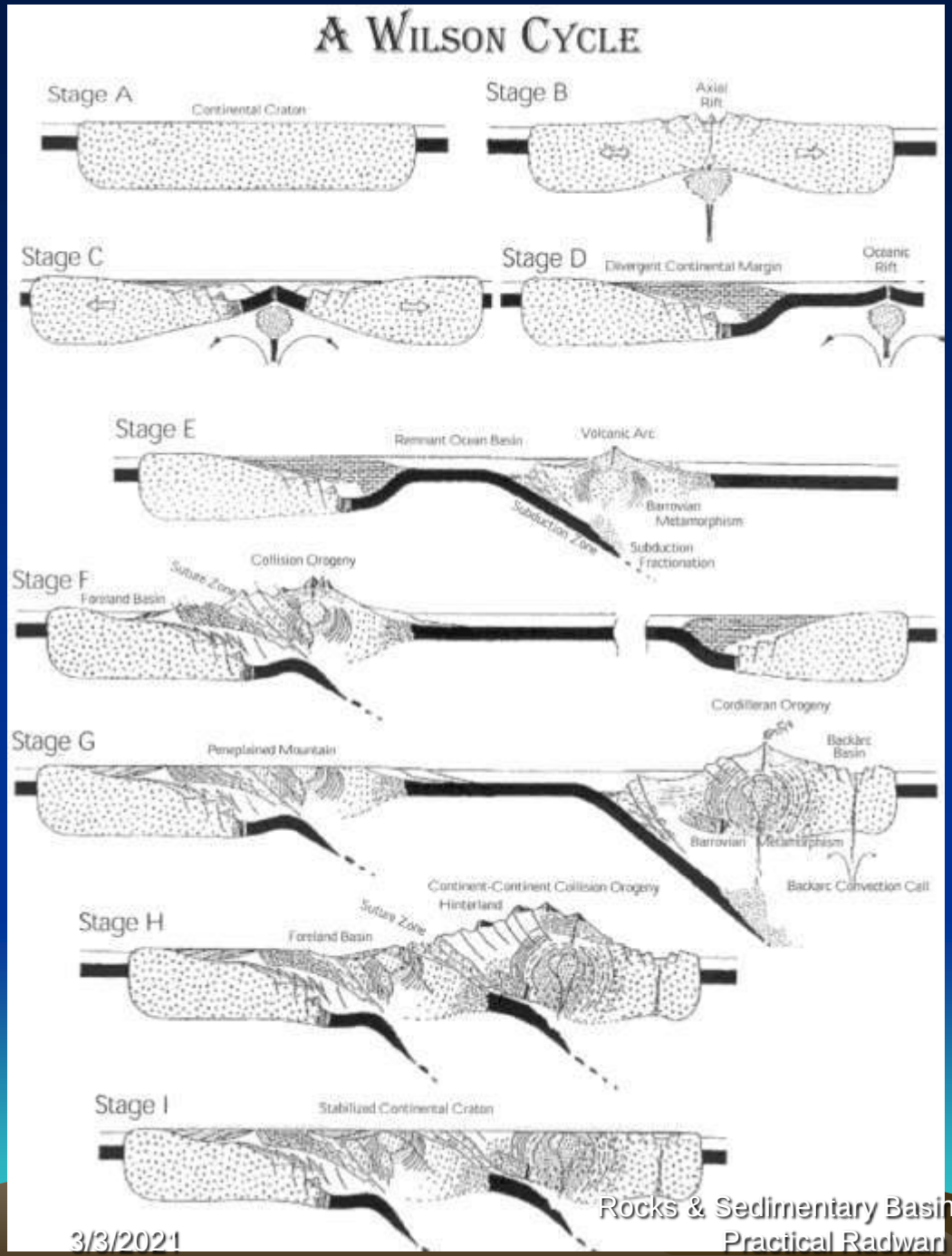
2. العمليات التكتونية والميكانيكية
   - غير معوضة توازنياً

عمليات تكتونية / ميكانيكية

لا تعويضية (انخساف تشوّه ميكانيكي)

- **مناطق فوالق تحويل (شد وانزلاق جانبي): انخساف** 10- 100 **سم** / 1000**سنة**.
- **مناطق تقارب: نهوض** 30- 200 **سم وصولاً إلى** 800 **سم** / 1000**سنة**.

الأنظمة التكتونية ومعدلات انخساف الأحواض	
النظام التكتوني	**معدل الانخساف التقريبي**
كراتون	0ا **متر/ مليون سنة**
حوض كراتوني	0ا – 50 **متر/ مليون سنة**
منطقة انهدام نشيط	100 – 200 **متر/ مليون سنة**
هامش قاري متباعد	150– 200**متر/ مليون سنة**
حوض فورلاند (مرحلة مبكرة)	200 – 250**متر/ مليون سنة**

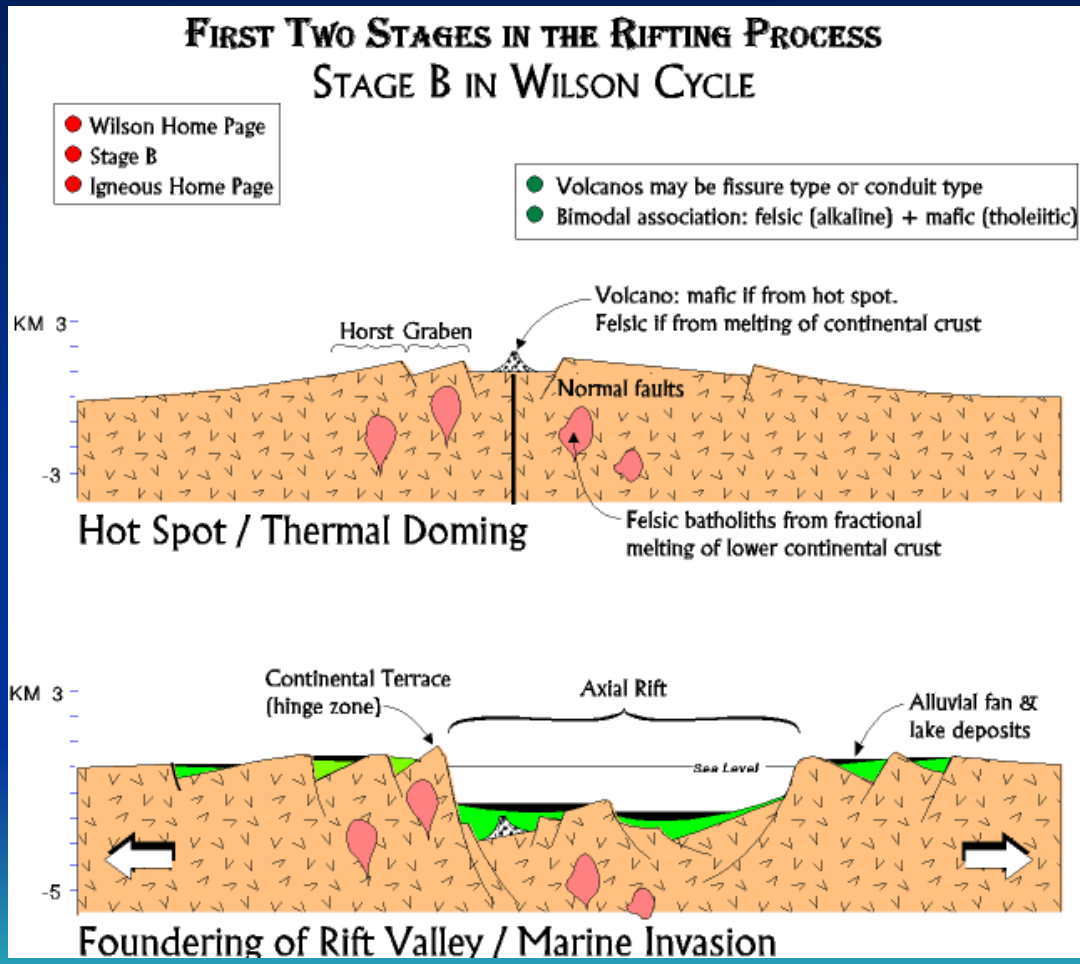


دورة ويلسون

- انفتاح وإغلاق أحواض أوقيانوسية و
- وتشكيل قشرة قارية

Rifted (Divergent) Plate Margins

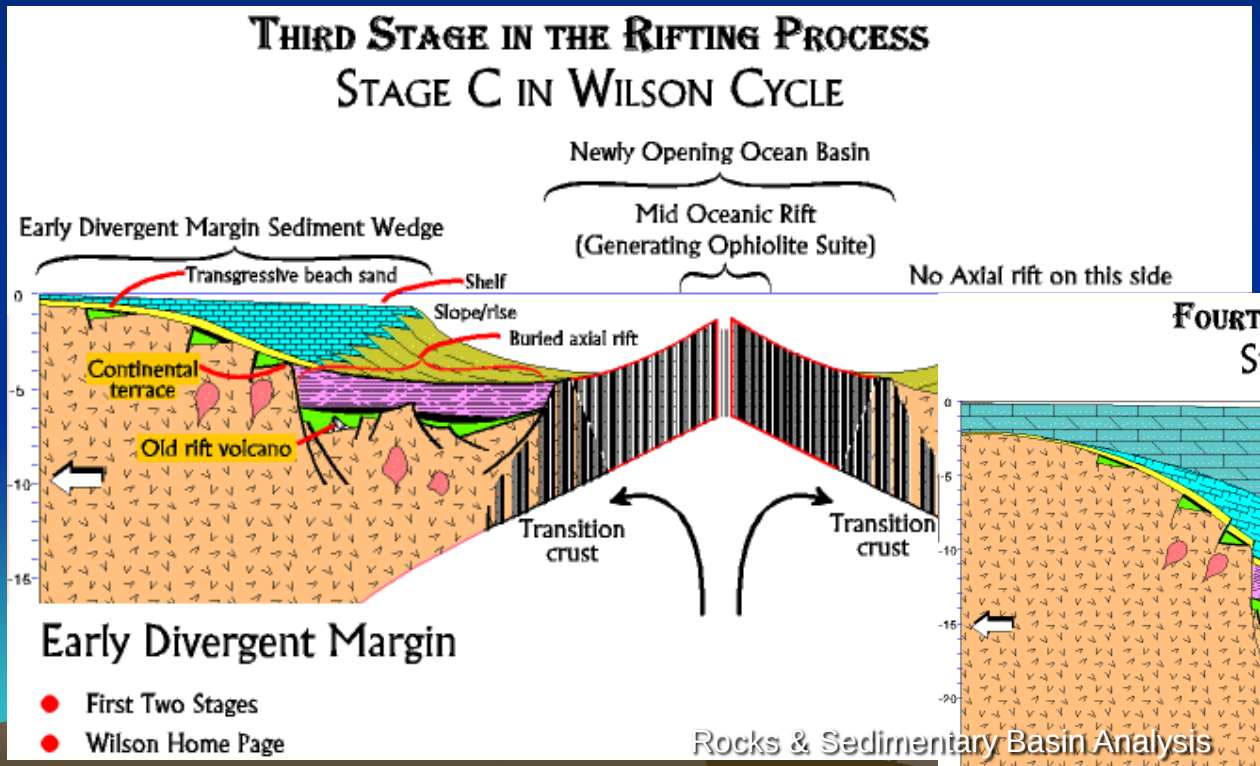
- Rift Basins:
  - Thermal Uplift, Crustal thinning and Extensional (graben) Basins
  - Modern Basin and Range (USA);
- Proto-oceanic troughs
  - Modern Red Sea
  - Proterozoic Keweenawan Rift - Mid-Continent, USA

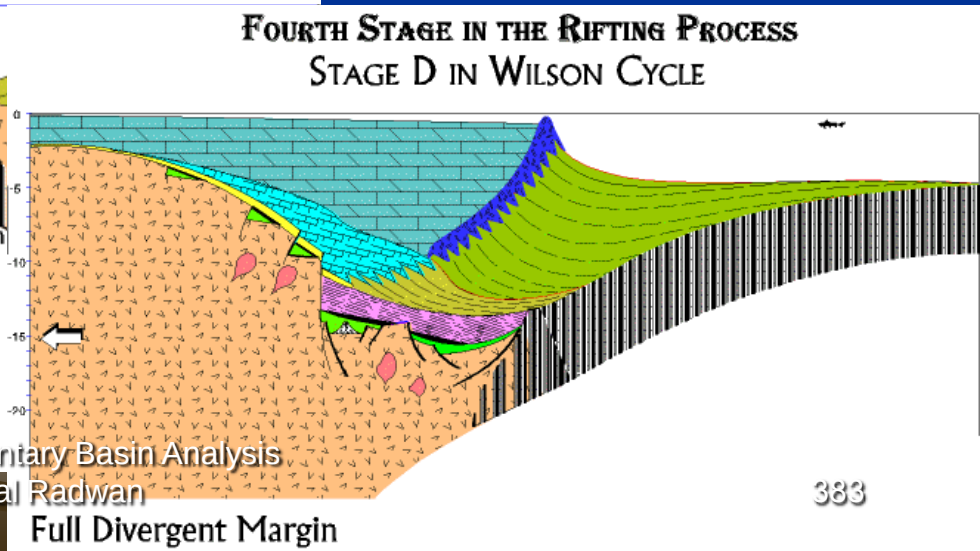


Passive Continental Margins Basins

- Thermal and Isostatic (sediment loading) Subsidence

North American Paleozoic-Cenozoic Atlantic Coast –

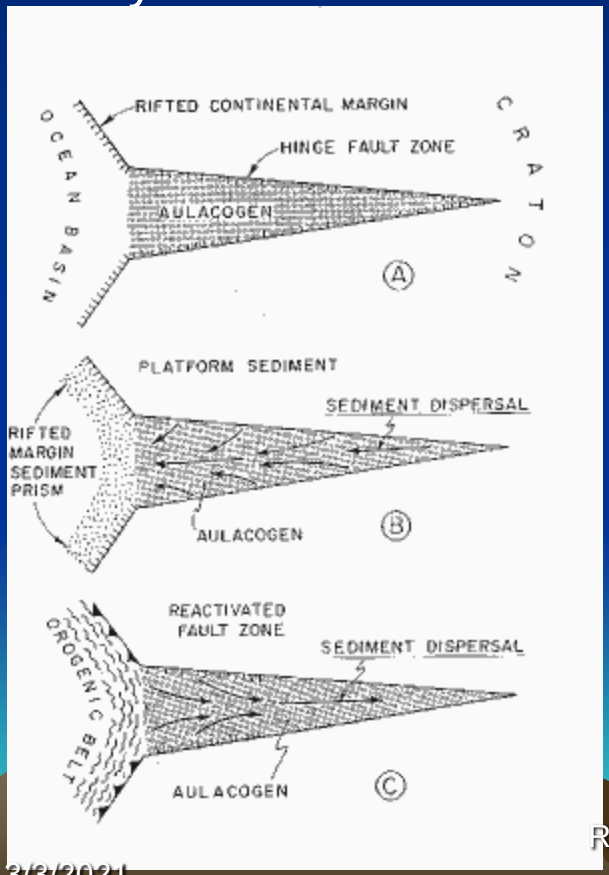


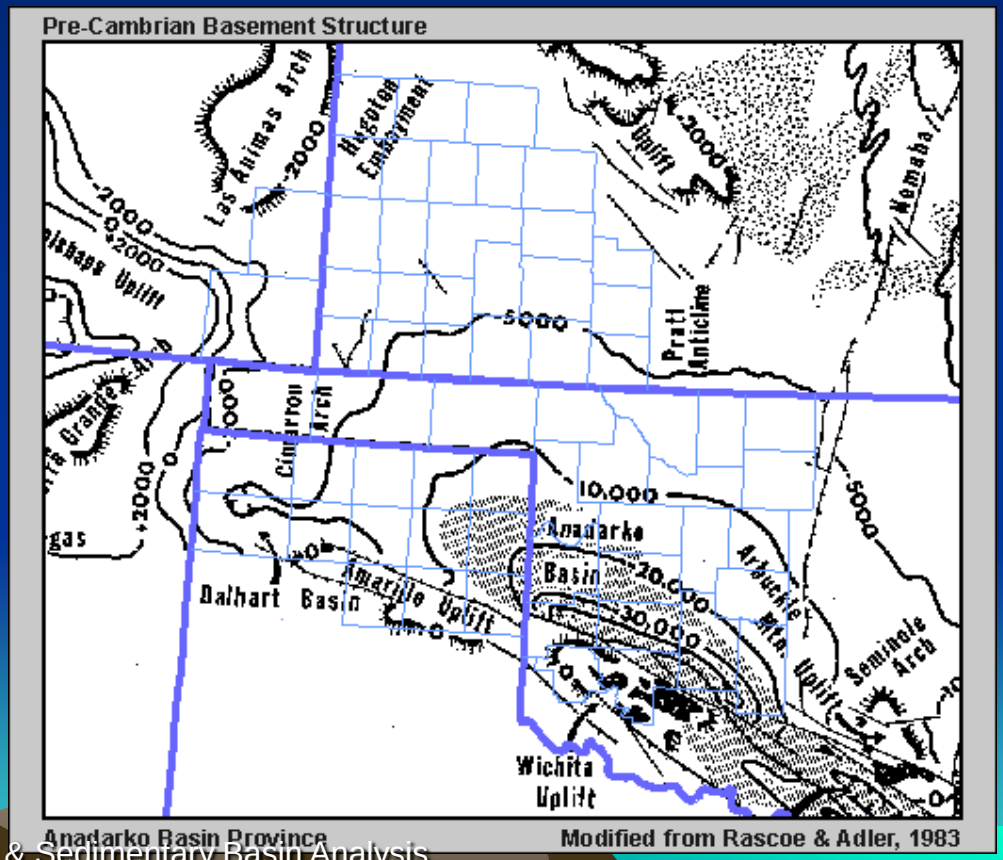


Failed Continental Rifts

- Aulacogens Thermal/Isostatic Subsidence

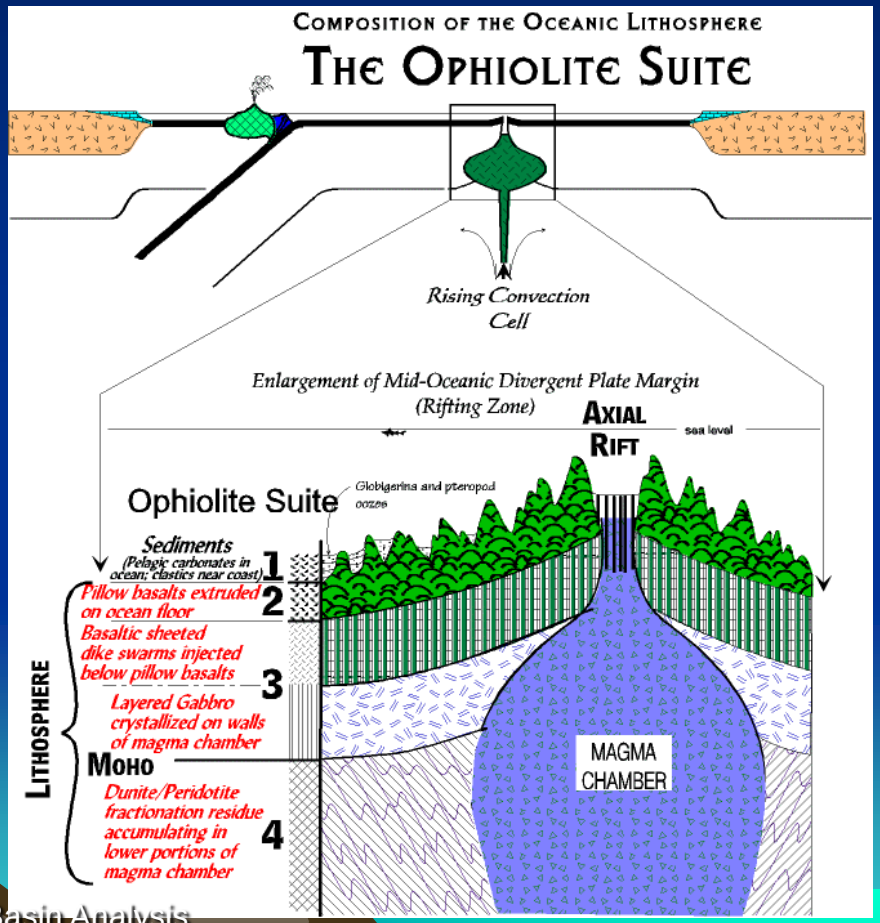
Paleozoic Anadarko Basin, Texas/Oklahoma; Mississippi – Embayment





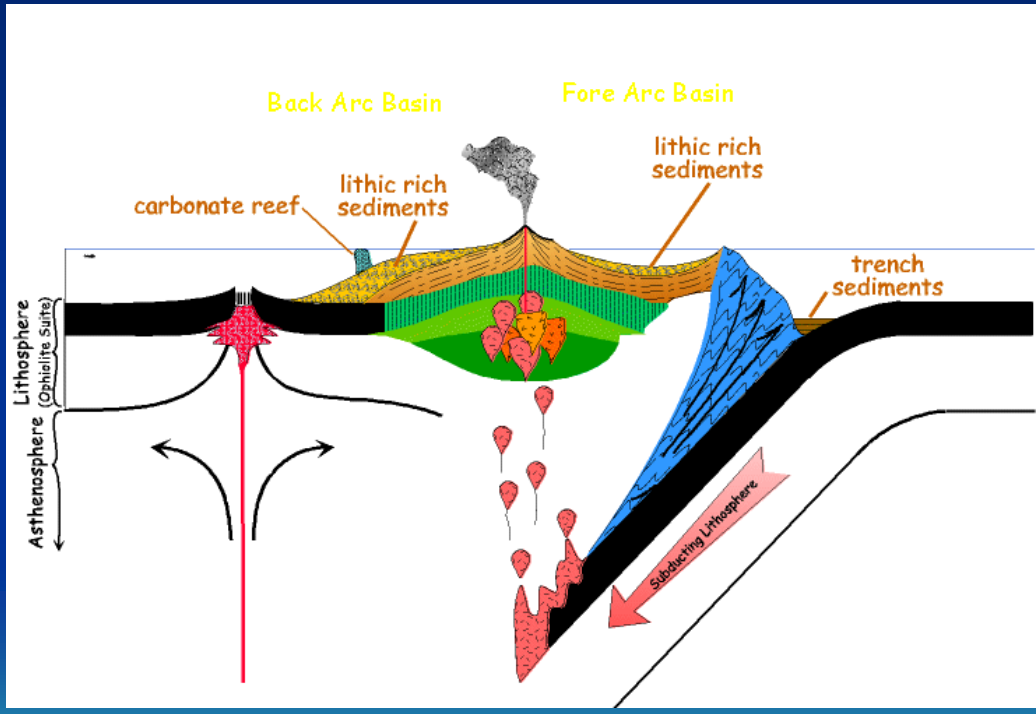
Oceanic Basins

- Compositional topography/ thermal subsidence
- Ophiolite –
- Pelagic Sedimentation –
- Preserved as structural – anomalies, obducted slabs



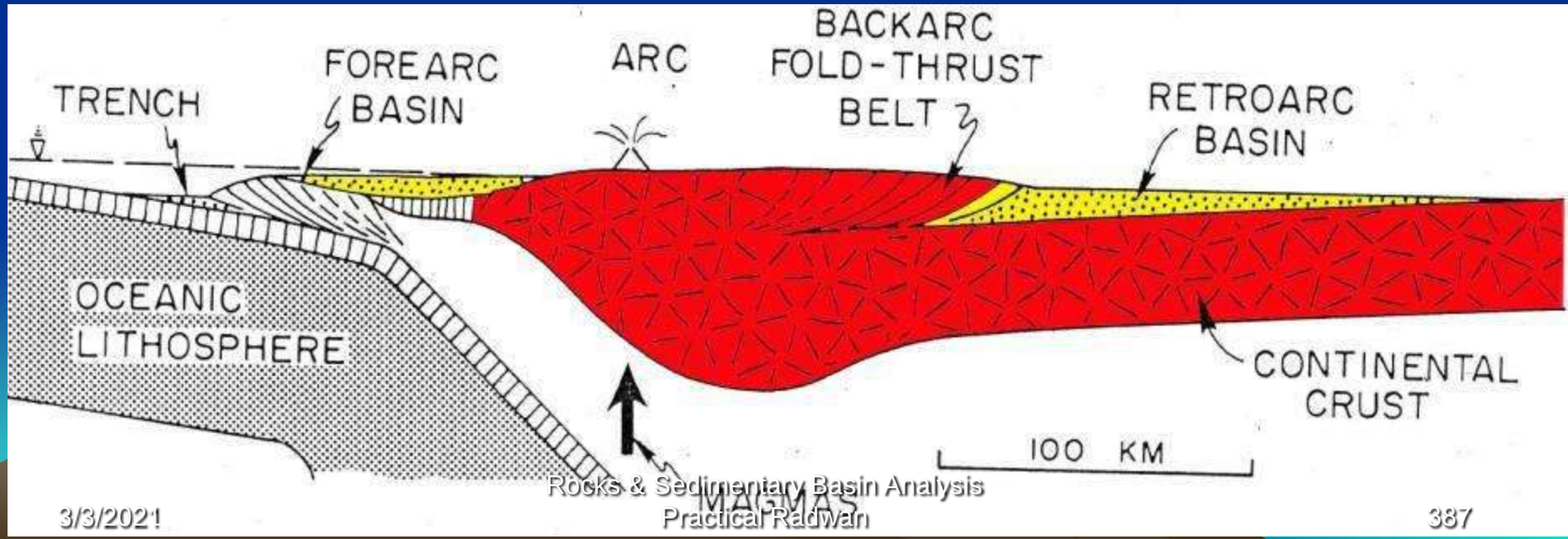
Convergent Plate Margins
Forearc, Backarc, Retroarc Basins

- Ocean/Ocean Collision Orogens
  - Mechanical Subsidence –
  - Trenches; very deep (>10K), narrow troughs. Sediment fill dependant on setting –
    - Modern Mariana Islands; Paleozoic Antler Orogenic Belt???, Nevada
  - Backarc basins: Subduction faster than compression--> Extensional basins –
    - Izu-bonin arc-trench system, west pacific



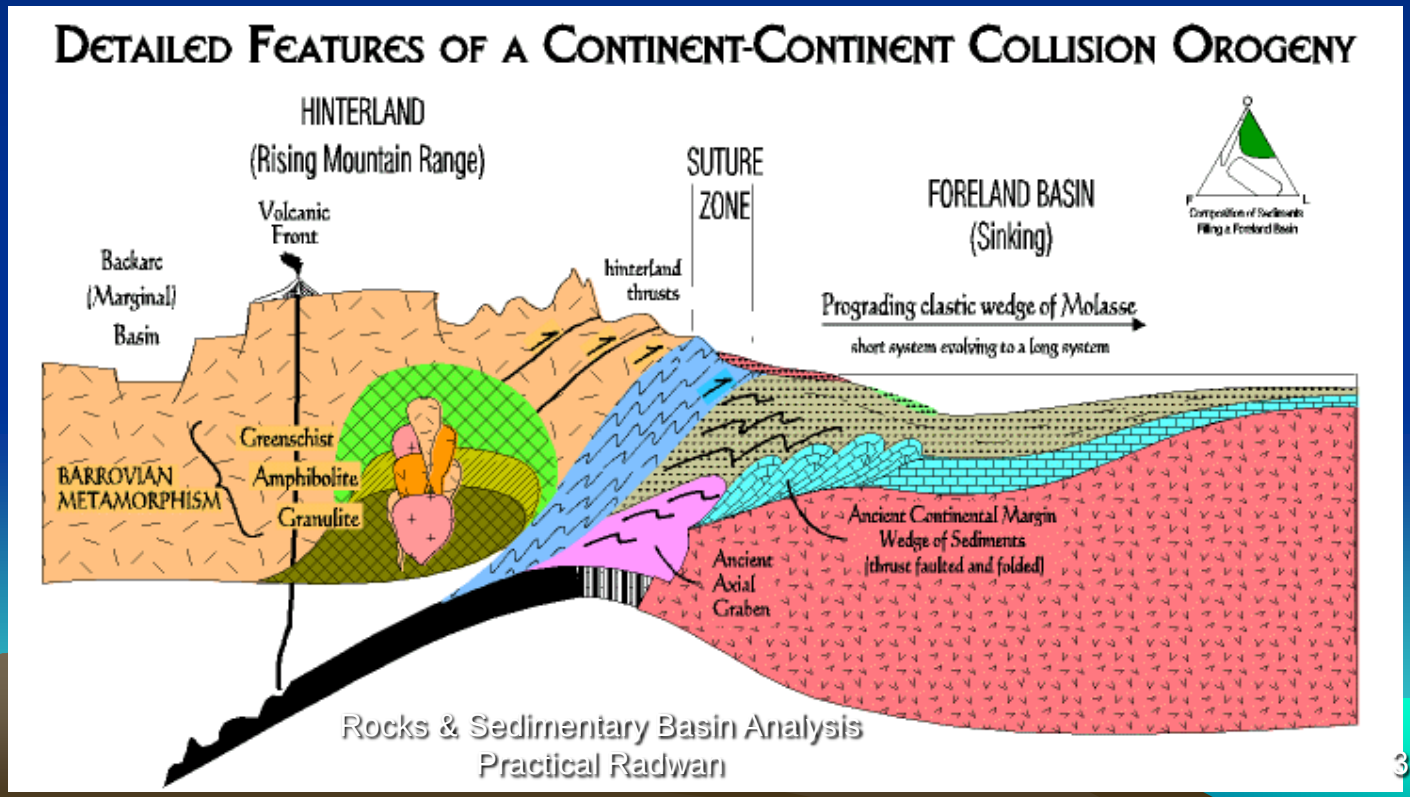
Convergent Plate Margins
Forearc, Backarc, Retroarc Basins

- Ocean/Continent Collision Orogens
  - Forearc basins – Great Valley Sequence, Mesozoic California; Neogene Puget Trough, Oregon/Washington
  - Retroarc foreland basins; mechanical subsidence/sediment loading: Rocky Mountain Western interior



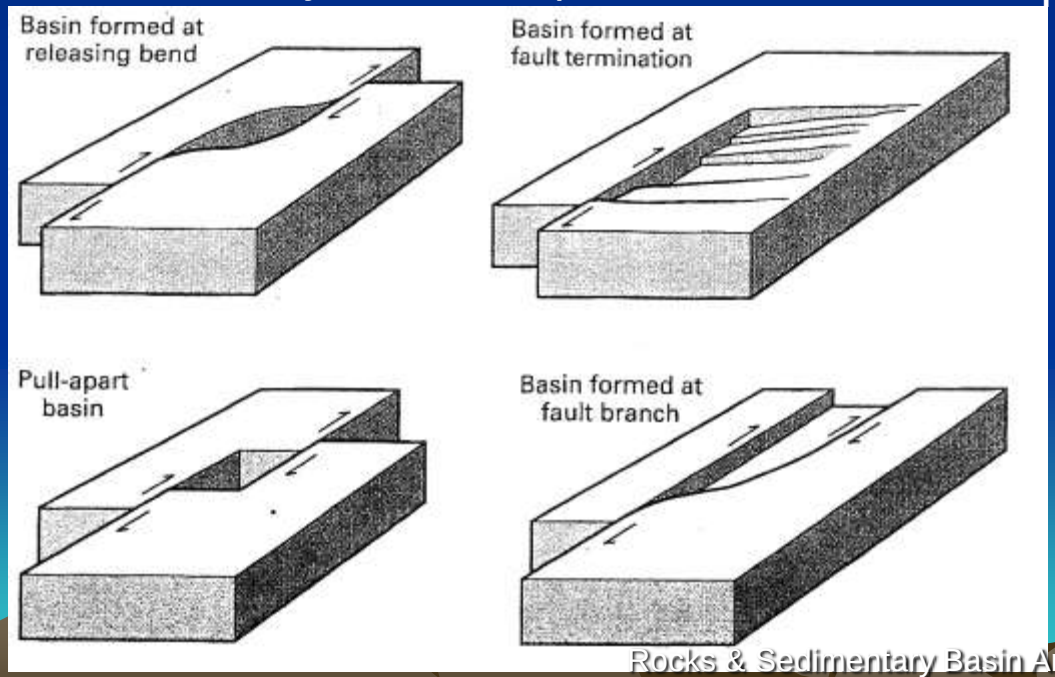
Convergent Plate Margins
Forearc, Backarc, Retroarc Basins

- Continent/Continent Collision (Suture) Orogens
  - Peripheral foreland basins; tectonic/sediment loading – "Molasse" deposits of the Catskill (Devonian) Deltas, Himalayan Neogene Siwalik Hills

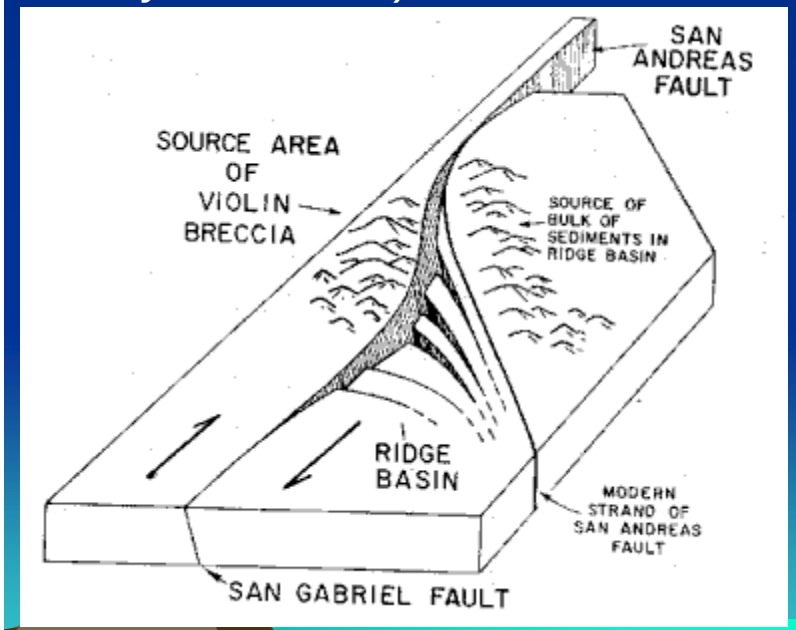


Transcurrent Plate Margins

- Transtensional Basins:
  - Mechanical and Thermal – Subsidence/Uplift
  - Salton Trough (Neogene; So CA, San Andreas Fault system, USA)



- Transpressional Basins:
  - Mechanical – Subsidence/Uplift
  - Ridge Basin (Neogene; So CA, San Andreas Fault system, USA)



Intra-Plate (Intracratonic) Basin Settings

- Intra-plate (Sag) Basins: Thermal/Isostatic/?? ??/Subsidence

Paleozoic Michigan – Basin; Illinois Basin

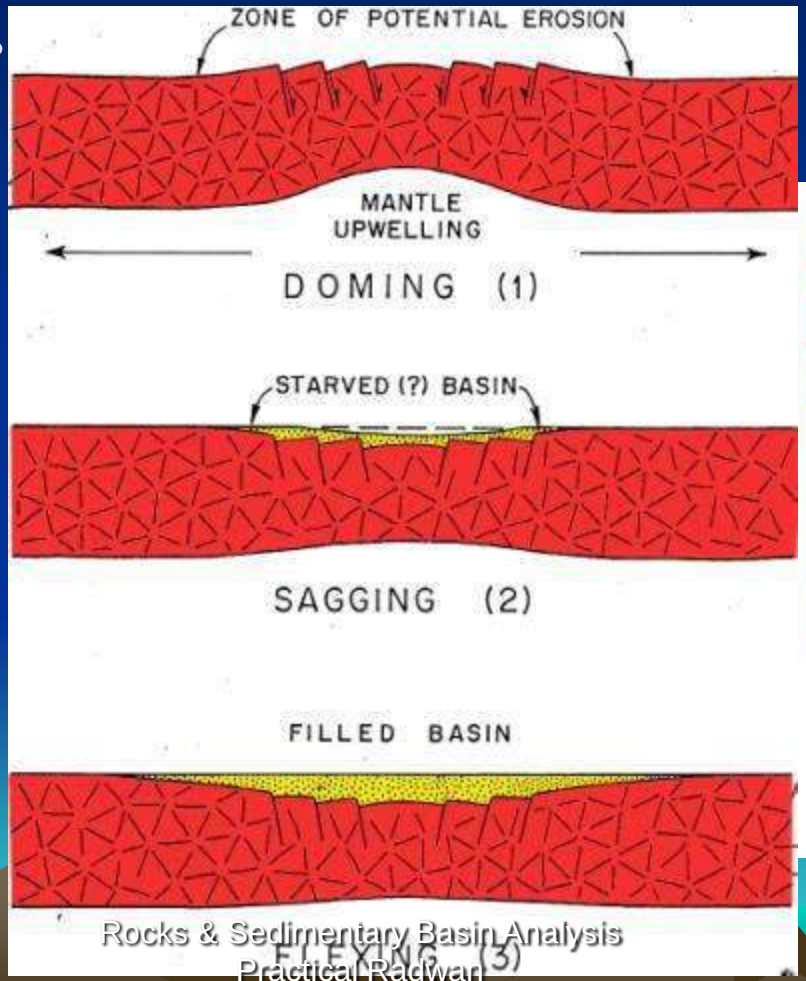


Plate Tectonic Setting for Basin Formation

- Predictive Insight
  - Size and Shape of basin deposits, including the nature of the floor and flanks of the basin
  - Type of Sedimentary infill
    - Rate of Subsidence/Infill
    - Depositional Systems
    - Provenance
    - Texture/Mineralogy maturity of strata
  - Contemporaneous Structure and Syndepositional deformation
  - Heat Flow, Subsidence History and Diagenesis

Interrelationship Between Tectonics - Paleoclimates - and Eustacy

- Anorogenic Areas------>
  - Climate and Eustacy Dominate
- Orogenic Areas--------->
  - Sedimentation responds to Tectonism