Formation Evaluation:
Logs and cores

Methods

- Mud logging
- Coring
- Wireline Logging
- Testing
- Sampling

تقييم التكوينات : وتشمل

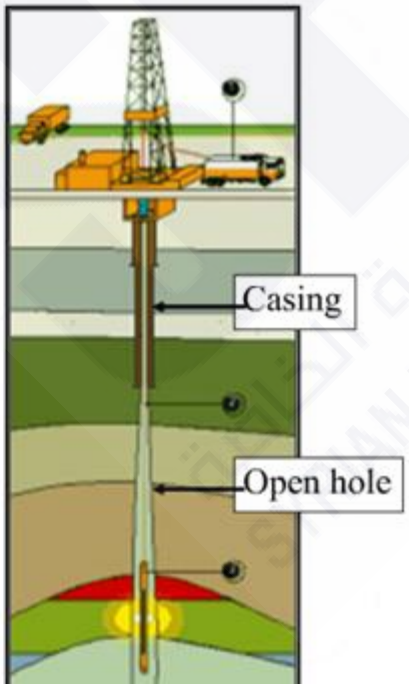
تسجيلات القياس و العينات

التقنات المستخدمة في تقييم التكوينات:

- قياسات سوائل الحفر
- العينات الصخرية (اللباب الصخري)
- القياسات الجيوفيزيائية البئرية
- اختبارات الطبقة

INTRODUCTION - WHAT IS LOGGING?

- In situ meas. (vs. depth) of
  - Rock properties
  - Fluid properties
- When
  - Openhole (before casing)
    - While drilling (LWD / MWD)
    - After drilling (wireline)
  - Cased hole
- Interpretation for
  - Geological properties
  - Petrophysical properties
  - Production properties



Logs

Borehole geophysics
Logging tools:

Gamma-Ray
Resistivity
Sonic
Neutron
Image Logs
RFT
NMR

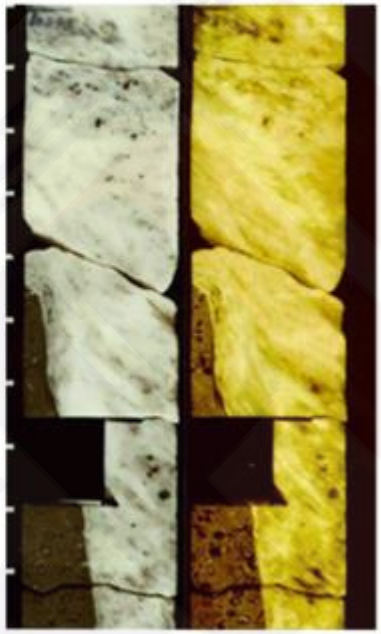
Cores

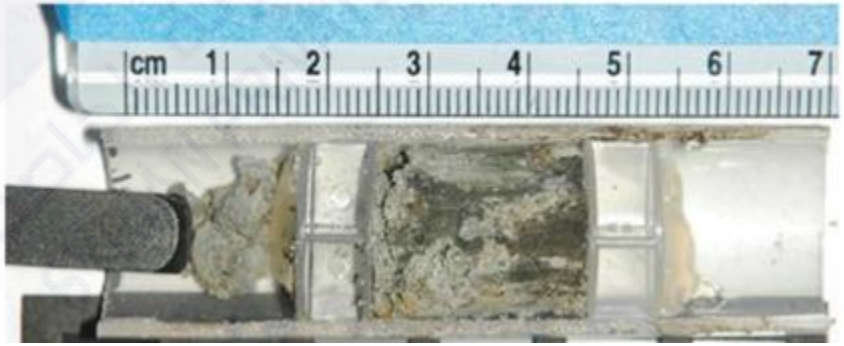
Why coring ?
Types of core and fluid samples

Seismic data

اللباب الصخري

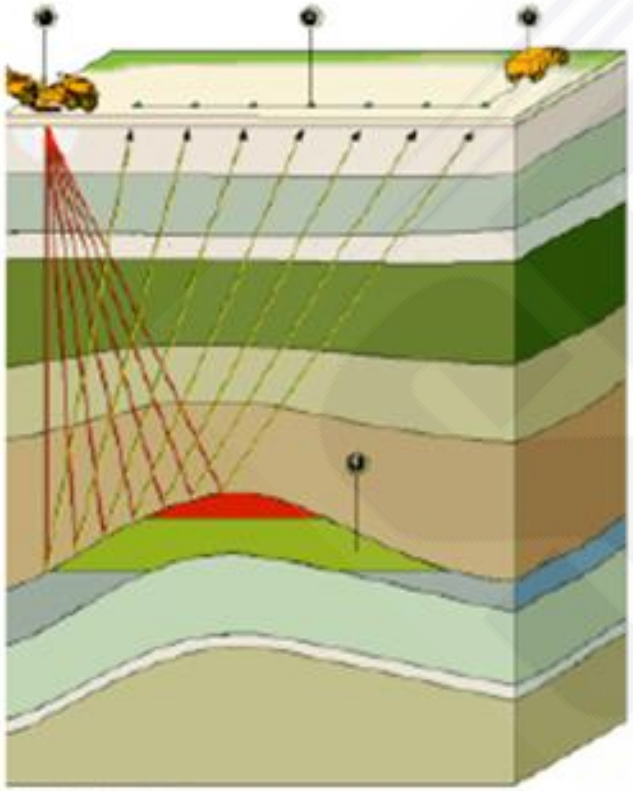
Coring - Conventional

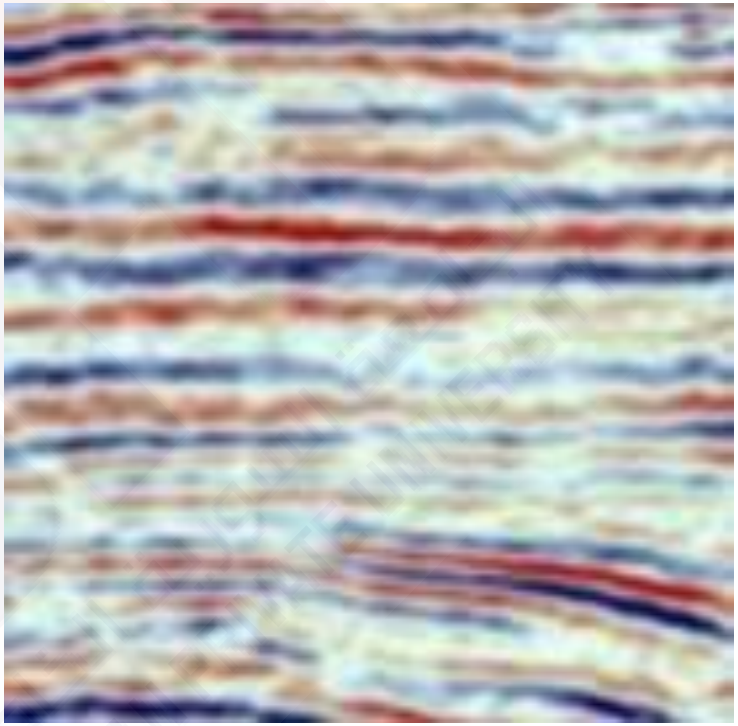




Geophysical Correlation

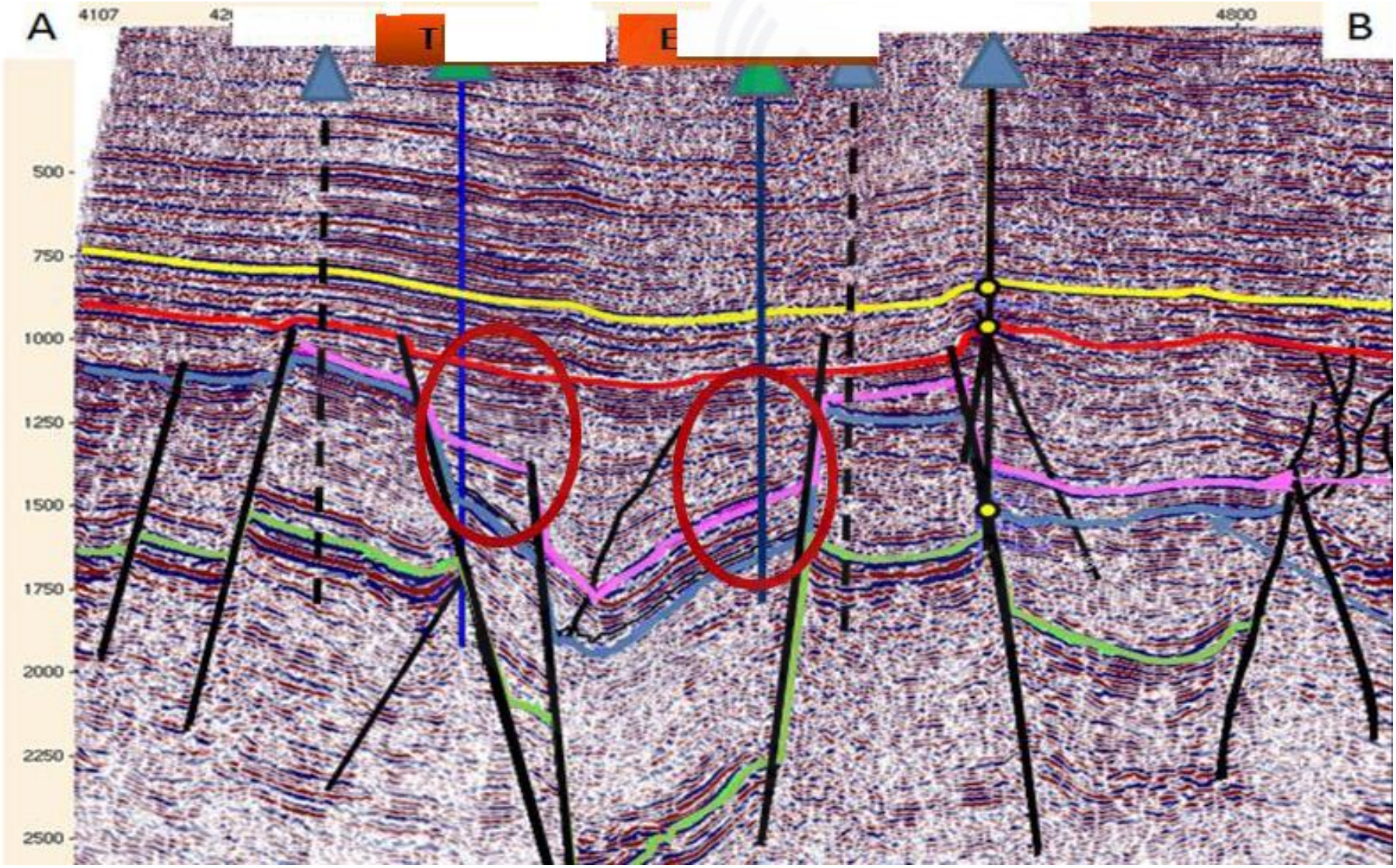
Seismic





مثال : مقطع سيزمي يوضح العواكس السيزمية للتركيب الجيولوجية

مثال : مقطع سيزمي يوضح الفوالق ومناطق الأمل ضمن البنية الجيولوجية في المنطقة



يمكن **تقسيم إجراءات تقييم التكوينات** إلى ثلاث مراحل :

-المرحلة الأولى : ما قبل الحفر
-المرحلة الثانية : أثناء الحفر
-المرحلة الثالثة : بعد الحفر

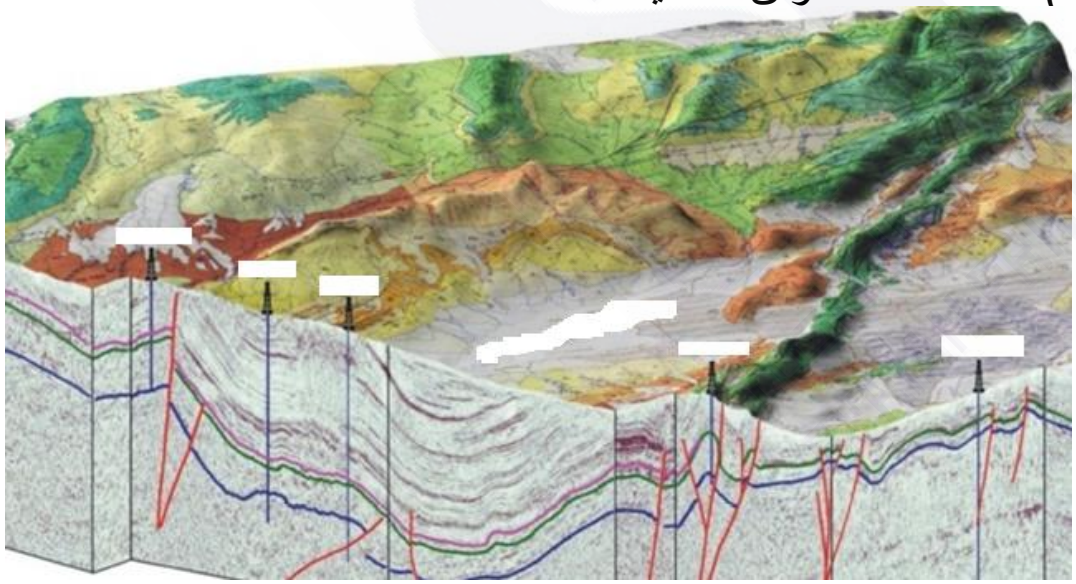
في المرحلة الاولى ما قبل الحفر

تنفذ عملية الاستكشاف الجيوفيزيائي السطحي بالطرق الجيوفيزيائية المتنوعة (جاذبية ، مغناطيسية ، سيزمية ، جيوكهربائية ، ....)
لتحديد البنيات الجيولوجية التي من الممكن أن تكون مكمن الجوفي أو على شكل مصيدة نفطية

ثم تبدأ مرحلة متقدمة من مراحل الاستكشاف وهي مرحلة الحفر (أبار عميقة ، أو ضحلة)

- تحديد أماكن مناسبة للحفر وفق احداثيات محددة

في هذه المرحلة دراسة الوضع البنيوي والليتولوجي في المنطقة (دراسة إقليمية أو محلية)



المرحلة الثانية :

مرحلة الحفر وتأتي بعد اتخاذ القرار **بحفر بئر** وفق إحداثيات محددة

في هذه المرحلة يتم التعرف على خصائص الطبقة وتنفذ الإجراءات التالية :

- مراقبة بارامترات الحفر drilling parameter
- مراقبة دورة سائل الحفر MuD
- وصف العينات الصخرية ووضع الحدود الطبقية وتقييم الغازات ومشاهدة النفط

1- بارامترات الحفرdrilling parameter : تعد بارامترات الحفر مؤشر جيد عن طبيعة الطبقة المحفورة حيث تعطي فكرة عن قساوة الطبقة وتركيبها الليتولوجي .... ومن أهم بارامترات الحفر هي:

-ROP سرعة الحفر أو

معدل الاختراق Rate of penetration

كلما زادت قيمة سرعة الحفر فهذا يعني أن الطبقة هشة ولينة

تتناقص سرعة الحفر ROP في الطبقات القاسية

البارامترات الأخرى أيضا :

WOB- Weight On Bit - الوزن على الدقاق (رأس الحفر)

RPm- Rotary per minute - دورة في الثانية لمواسير الحفر

S.P.P- Stand pipe pressure - ضغط أنبوب الضخ لسائل الحفر .

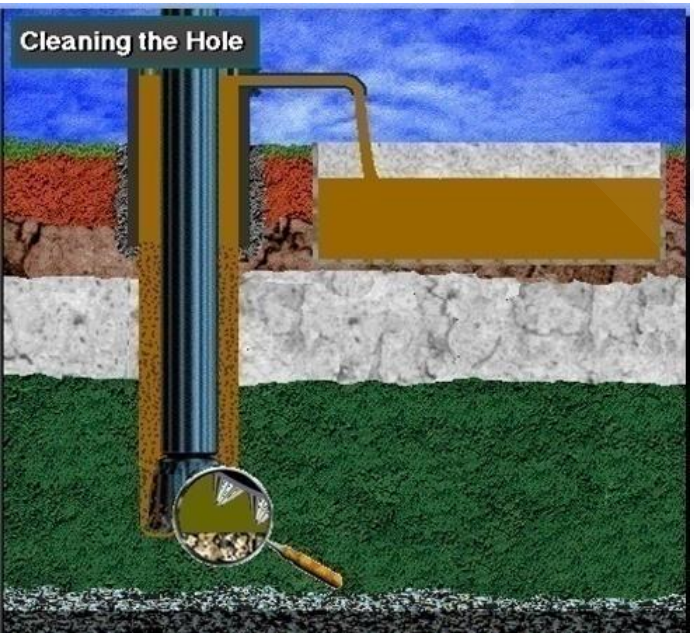
Torque مقاومة عزم الدوران – مقاومة الطبقة لدوران المواسير واحتكاكها بالطبقة .

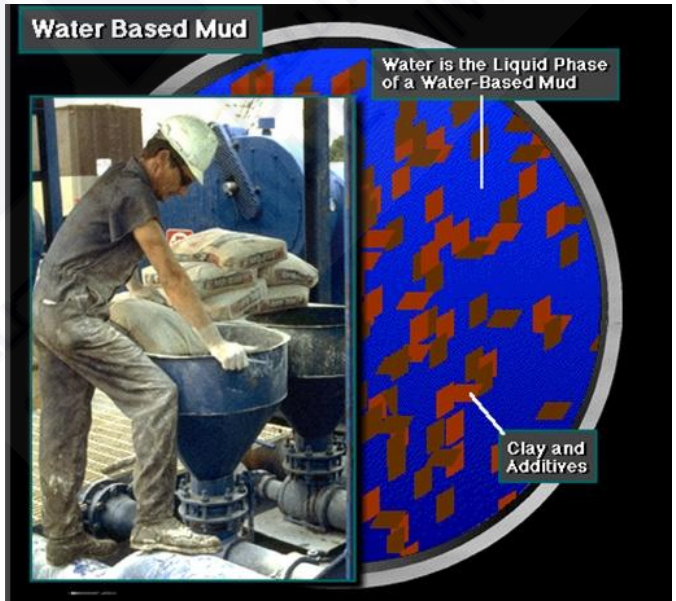
- دورة سائل الحفر MuD: **سائل** الحفر هو عبارة عن مركبات كيميائية مخلوطة ، له كثافة ولزوجة محددة وخصائص تناسب نوعية الطبقات المحفورة

وتعتبر قياسات سوائل الحفر "Mud Logging" واحدة من أهم التقنيات المستخدمة لتقييم التركيب الصخري أثناء الحفر ، وتعتبر المعلومات التي يتم الحصول عليها أثناء الحفر هامة جدا لاتخاذ القرار في طبيعة التقنيات للمراحل اللاحقة

تقدم معطيات "Mud Logging" تصور أولى وتقسيم مبدأي للطبقات من الناحية الليتولوجية والخزينة بالإضافة إلى معلومات عن شروط الحفر

يتم ضخ سائل الحفر من خزانات السوائل عن طريق مضخات خاصة ومنها عبر أنبوب إلى مواسير الحفر ومن ثم إلى الدقاق رأس الحفر في أسفل البئر، ومن ثم عبر الفراغ الحلقي بين جدار البئر ومواسير الحفر ويعود إلى السطح ويمر بمراحل تصفية وتنقية ومن ثم يعود إلى نفس الخزانات التي تم الضخ منها وهكذا بشكل دورة مستمرة .....





تتم أثناء عملية الحفر مراقبة كمية ومعدل سائل الحفر ويعتبر:

معدل سائل الحفر الداخل إلى البئر = معدل سائل الحفر الخارج + تعبئة الطبقة المحفورة

- أي **نقص في معدل سائل الحفر العائد إلى خزانات الضخ يعتبر تهريب لسائل الحفر (أي فقدان جزء من سائل الحفر) MuD Losses وهذا يعكس تشقق ووجود فجوات في الطبقة المخترقة بالحفر**

وهو يعد مؤشراً جيداً في حالة الخزانات المشققة

-وفي حال **زيادة كمية سائل الحفر الراجع من البئر يعتبر (زيادة أو ربح) MuD Gain وهذا يعتبر مؤشر خطير عن الطبقة حيث يمكن أن يعكس صعود الغازات المتجمعة في الطبقة وبالتالي يمكن أن يتسبب في انفجار البئر وحدوث أضرار بشرية (على طاقم الحفر) ومادية ايضاً .**

معالجة المشكلة : تعالج هذه المشكلة أثناء الحفر من خلال زيادة وزن سائل الحفر أو إغلاق البئر.

ما هي مهام سائل الحفر

تقع على عاتق سائل الحفر مهام كثيرة يمكن تصنيفها في ثلاثة أنواع :

- مهام تتعلق بتقنية الحفر - مهام تتعلق بالقياسات البئرية - مهام مكمنية وانتاجية

1- **مهام تتعلق بتقنية الحفر:** وهي متعددة

- نقل نتاج الحفر من قاع البئر إلى السطح وترسيبها كلياً في حفرة التجميع
- حمل نتاج الحفر معلقاً ولأطول مدة أثناء توقف دورة الجريان لمنع تراكمها فوق رأس الحفر والتسبب باستعصاء

- تبريد رأس الحفر وتشحيمه
- إكساء جدران البئر بطبقة كتيمة ورقيقة من الطين تسمى الكعكة (MUD CAKE)
تساهم في صمود جدران البئر وتخفف من ضياع سائل الحفر مقابل الطبقات النفوذة

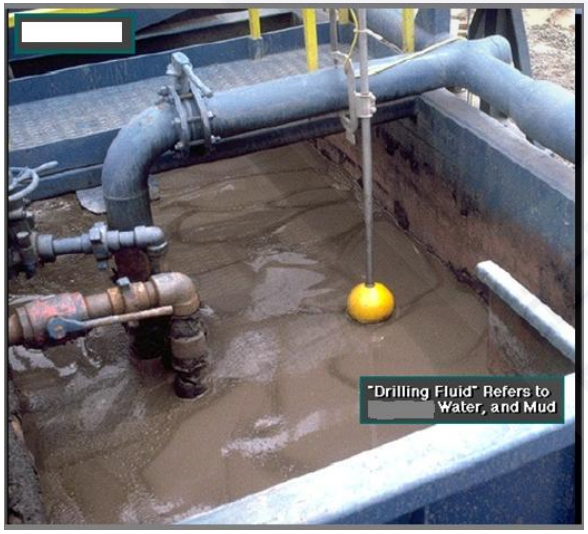
- ضمان بقاء الغاز والنفط والماء داخل الطبقات لتحاشي حدوث الانفجارات بسبب تسرب النفط والغاز إلى السطح وذلك عن طريق الضغط الساكن لعمود سائل الحفر مما يدفع براشح الحفر باتجاه الصخر داحراً أمامه مائع الطبقة .

2- مهام تتعلق بالقياسات البئرية :

- يلعب دور الوسيط في نقل الطاقة بين السابرة وطبقات الأرض فهو ينقل التيار الكهربائي من من المساري المعدنية إلى الطبقات الصخرية و بالعكس ، كما ينقل الطاقة السيزمية من المنبع السيزمي في السابرة إلى الطبقات وبالعكس وهو ضروري لتنفيذ القياسات الصوتية SONIC LOG
-هو ضروري أيضا لإجراء القياسات الجيوحرارية
- تمر من خلاله الإشعاعات الطبيعية والاصطناعية

3 – مهام مكمنية وإنتاجية :

- يعتبر سائل الحفر الغضاري أكثر الأنواع ملائمة لعملية الحفر حيث تنحل جزيئات الغضار وتترسب لتملأ المسامات والشقوق وتخفض بذلك من نفوذية الصخر بالقرب من جدار البئر
- دخول سائل الحفر إذا كان ماء على الطبقات الخازنة ويؤدي انتفاخ الغضار في الطبقة الخازنة مما ينقص من نفوذيتها ويفضل مهندس الحفر اختيار سوائل حفر غضارية ذات تركيز ملحي مرتفع
كي لا تتسبب في انتفاخ الغضار وانسداد مسامات الطبقة وأحياناً يستعاض عنها بسوائل حفر زيتية عند الضرورة .



المعاينة البصرية للفتات الصخري

تظهر اللطخات النفطية على هذه العينة
(شواهد على وجود للهيدروكربون)

Mud Logging

Formation evaluation and well log correlation

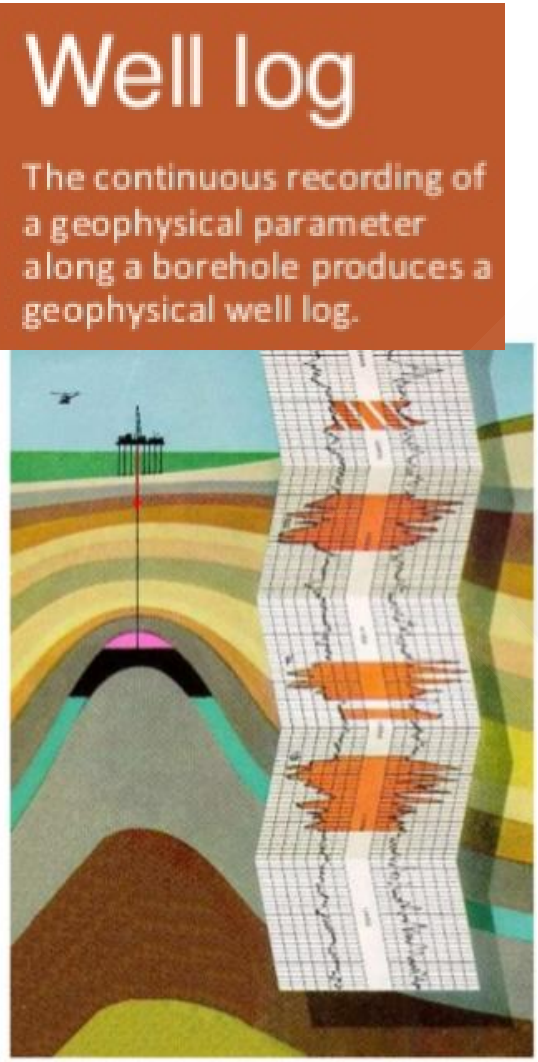
-التسجيلا ت التي تجرى على سائل الحفر والمعاينة للفتات الصخري
يمكن أن تقدم :

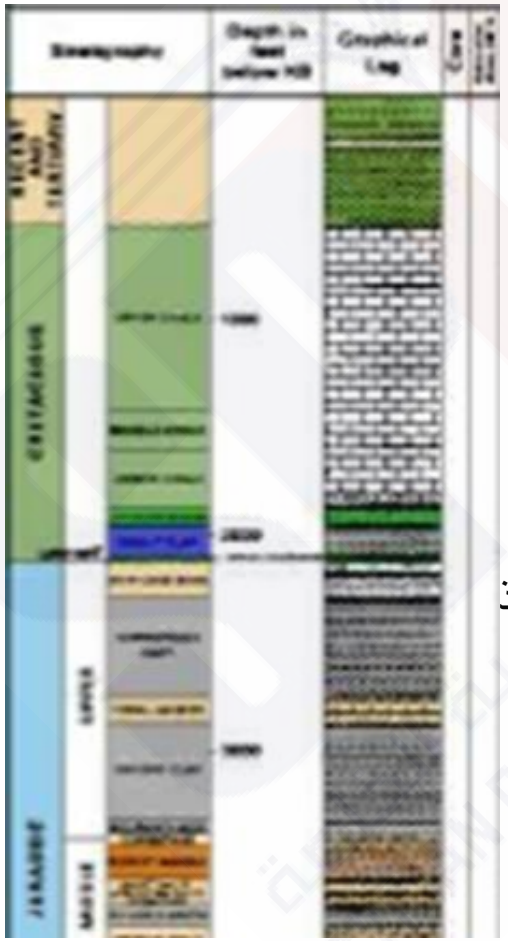
- تقيم للتكوينات الصخرية وخصائص كل قطاع

وضع الحدود الطبقية بين التشكيلات

-التحليل البصري للفتات الصخري
يمكن أن يعطي صورة أولية عن المقطع الليتوستراتيغرافي للطبقات التي اخترقت بالحفر

بعد وصول الحفر إلى العمق المطلوب يتم تنفيذ القياسات البئرية والتي تتضمن إجراء القياسات البئرية التقليدية والحديثة .



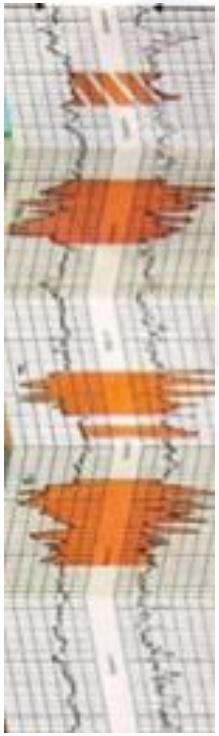


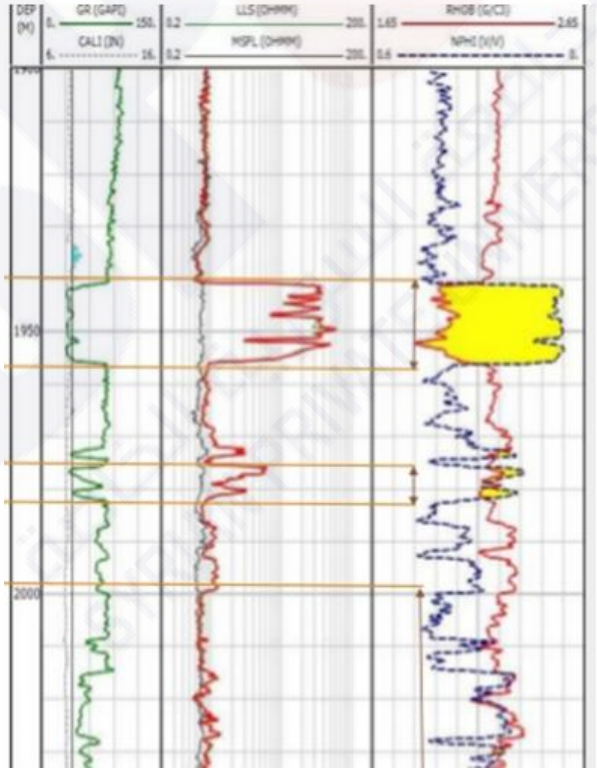
-المرحلة الثالثة : ما بعد الحفر **After drilling (wireline)**

ما بعد الحفر والوصول إلى العمق النهائي للبئر يتم تنفيذ القياسات البئرية well logging والتي تتضمن إجراء معظم القياسات البئرية التقليدية والحديثة وذلك حسب التكلفة المرصودة للبئر .

من القياسات التقليدية التي تنفذ : قياسات المقاومية الكهربائية ، قياسات أشعة غاما ، القياس الصوتي ، القياس الكثافي ، القياس النيتروني ، وقياس قطر البئر والكمون الذاتي ...

أما القياسات الحديثة : قياسات FMI للشقوق وقياسات الرنين المغناطيسي NMR للنفاذية ..... الخ.

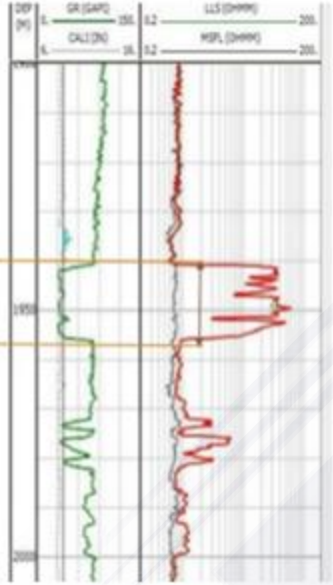




Qualitative Interpretation

Identification of oil or gas bearing zone

Low gamma ray
+
High Resistivity value



Qualitative Interpretation

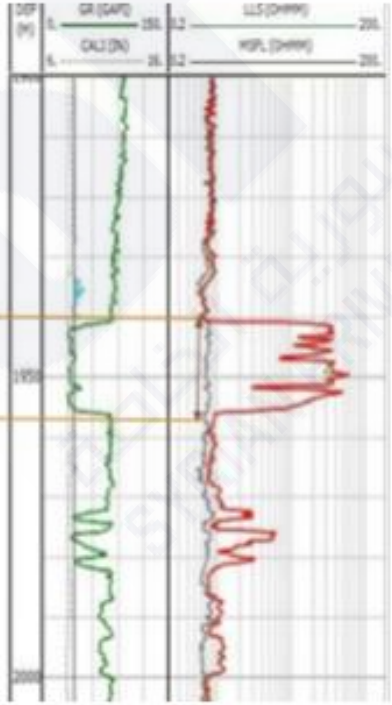
Identification of Reservoir or Non-reservoir

Low gamma ray
(Reservoir rock)

Qualitative Interpretation

Identification of hydrocarbon or water bearing zone

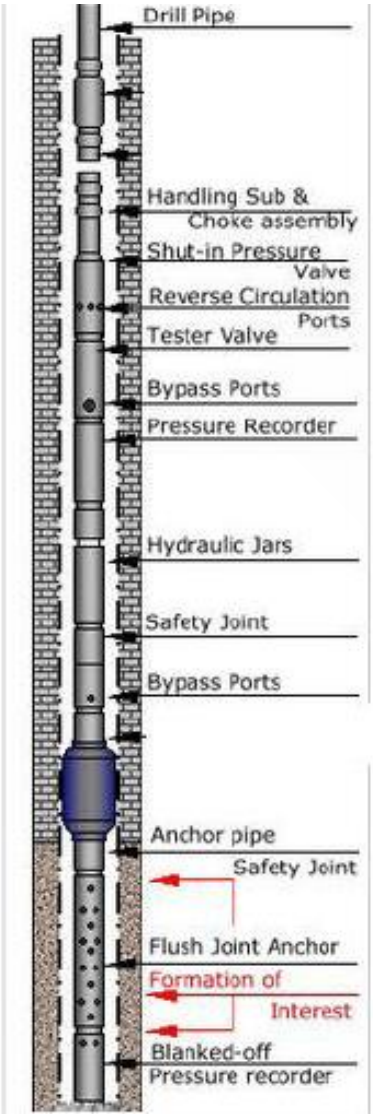
Low gamma ray
+
High Resistivity value



التفسير الكيفي
لبعض التسجيلات الجيوفيزيائية البئرية

المرحلة الأخيرة : مرحلة الإنتاج

ويتم في في هذه المرحلة إنزال السوابر الخاصة باختيار الطبقة الخازنة واختبار إنتاجية البئر مثل قياسات :



Formation Testers

(Repeated Formation Tester, RFT

DST Drill Stem Tests)

يهدف هذا الاختبار إلى قياس الضغط وأخذ عينات من مائع الطبقة ويعد هذا الاختبار جزءاً من برنامج جمع المعطيات المرتبط بتطوير الحقل وإنتاجه

تعتبر RFT أداة فاحص لضغط الطبقة وسميت بفاحص التشكيل المتكرر

Drill-Stem Test tool