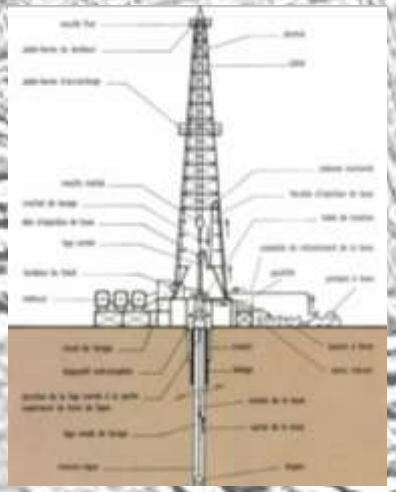
MÉTHODES D'ÉTUDE DES SÉRIES SÉDIMENTAIRES

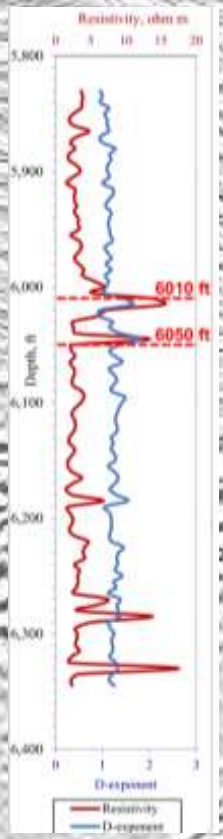
Méthodes indirectes



Forage

Diagraphies

Sismique

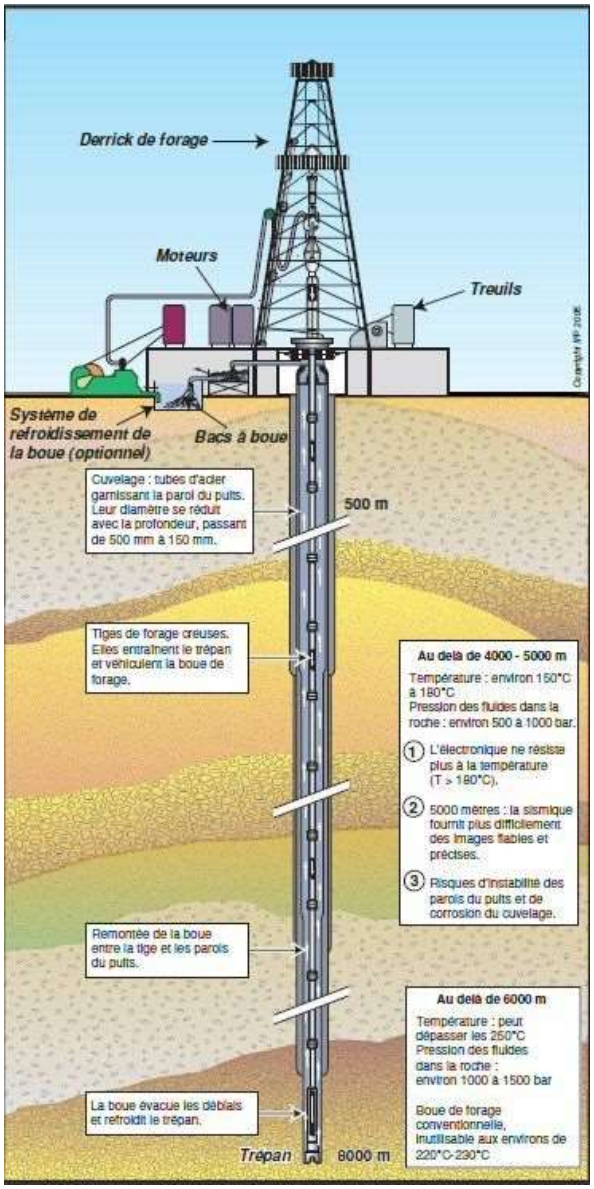


Dr. MAZOUZ El Hadi

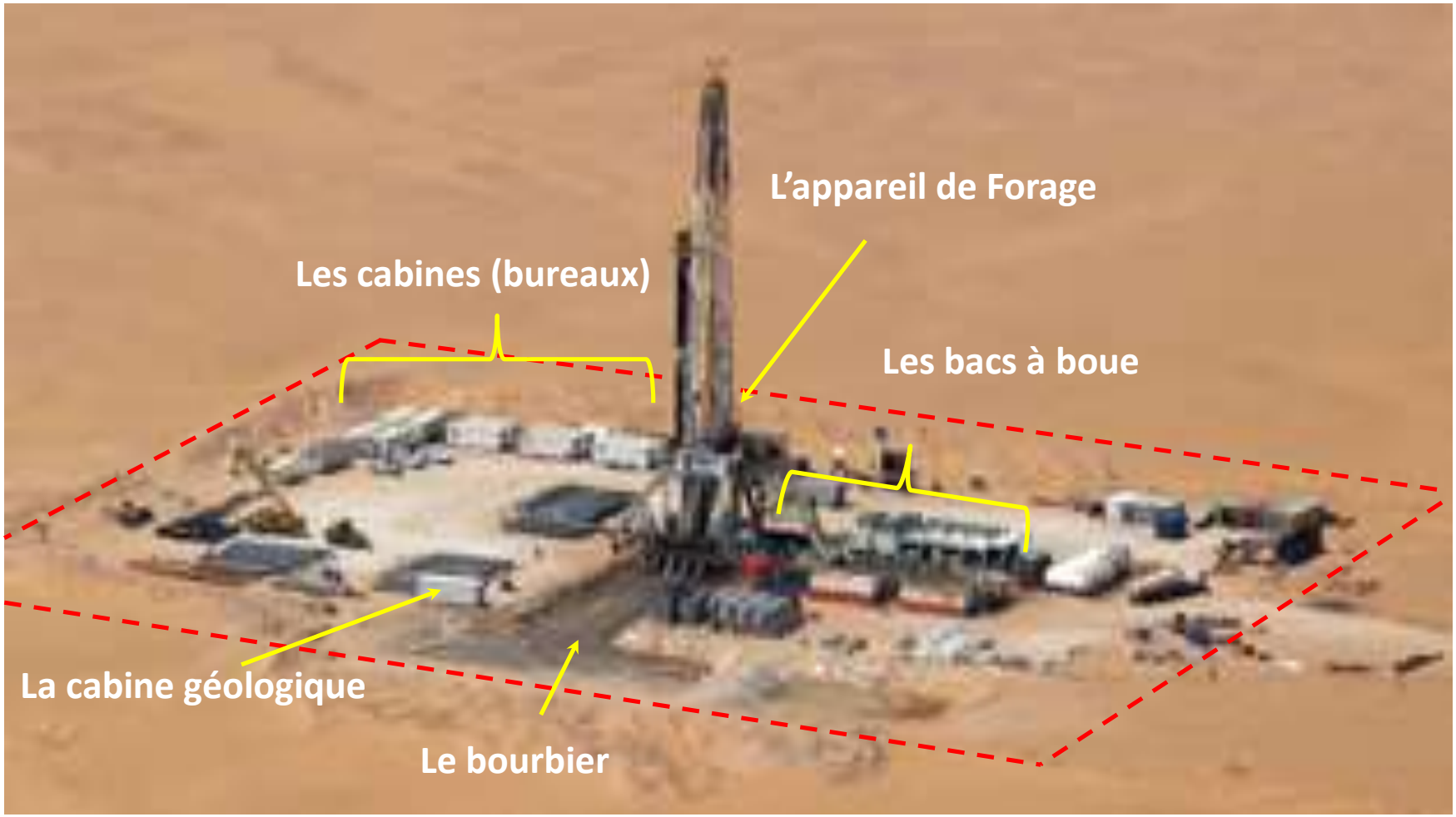
emazouz@univ-oeb.dz

1. Le Forage

- Un **forage** est l'ensemble des techniques permettant de creuser un puits jusqu'à des profondeurs parfois très élevées. (Larousse)
- Synonyme de **sondage**, surtout en parlant de pétrole, de gaz naturel et d'eau. (Larousse)
- En forant, des débris de roches arrachés par l'outil de forage remontent en surface par le fluide de forage (généralement boue de forage), ce sont **les déblais de forage**.



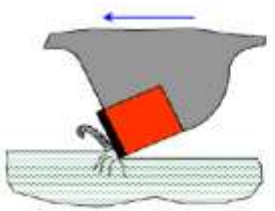
Le Rig

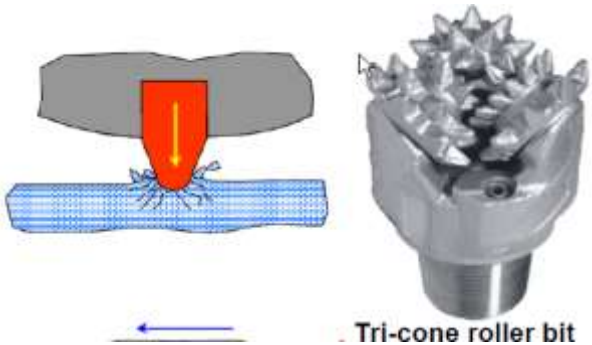

L'appareil de Forage
Les cabines (bureaux)
Les bacs à boue
La cabine géologique
Le bourbier

a. Les déblais de forage (Cuttings)

Ce sont les particules des formations détruites par les outils de forage et évacuées ultérieurement à l'aide du fluide de forage. Les déblais de forage seront étudiés lors des diagraphies instantanées ou par la suite au laboratoire.

Déblais de forage





b. La carotte (core)

Le carottage est une opération qui consiste, dans un terrain à prospecter, à détacher de la masse un cylindre vertical, dit **carotte**, de roche ou de terrain, avec un outil creux adapté à l'extrémité d'une sonde, afin d'étudier la composition et la structure de ce terrain.

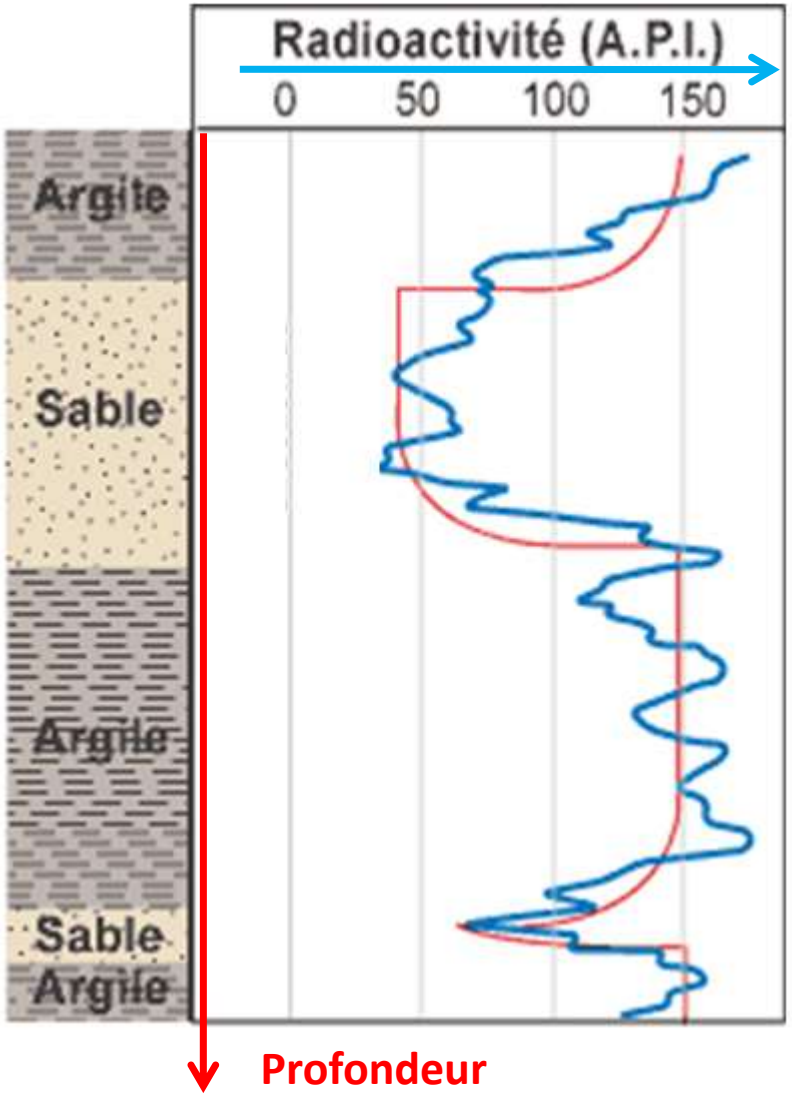

HW01068
#36

c. Slices & Ships from cores

2. Diagraphies

- **Une diagraphie** est un enregistrement continu des variations **d'un paramètre** en fonction **d'un autre paramètre** (Généralement c'est la profondeur).

- L'enregistrement se fait dans les formations traversées par un forage .



2. Diagraphies

- On distingue:

a. Diagraphies instantanées:

Mudlogging

Pendant le forage

b. Diagraphies différées:

Wireline logging **ou** ***Well logging***

Après le forage

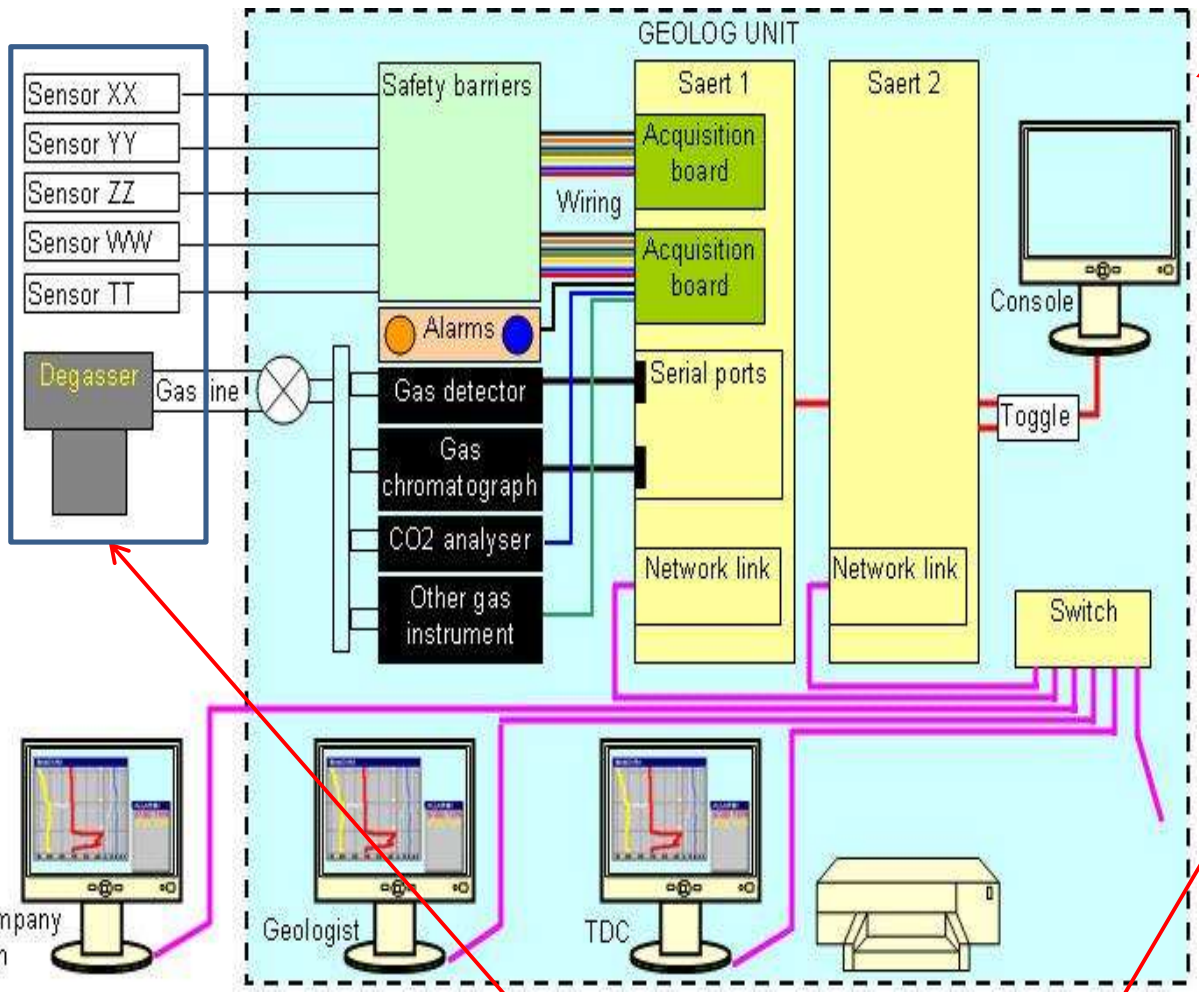
a. Diagraphies instantanées

- Ce sont des enregistrements <u>en continu</u> dans un forage (au cours de l'opération) de différents paramètres très utiles pour connaitre la formation pénétrée.
- Les paramètres, principalement contrôlés par les géologues sont:
  - ❖L'avancement de l'outil (**ROP)**,
  - ❖Les gaz de la formation,
  - ❖La calcimétrie, … etc.

En continu …

- Ces informations avec la description lithologique des déblais de forage sont regroupés dans un document appelé « Masterlog ».

a. Diagraphies instantanées

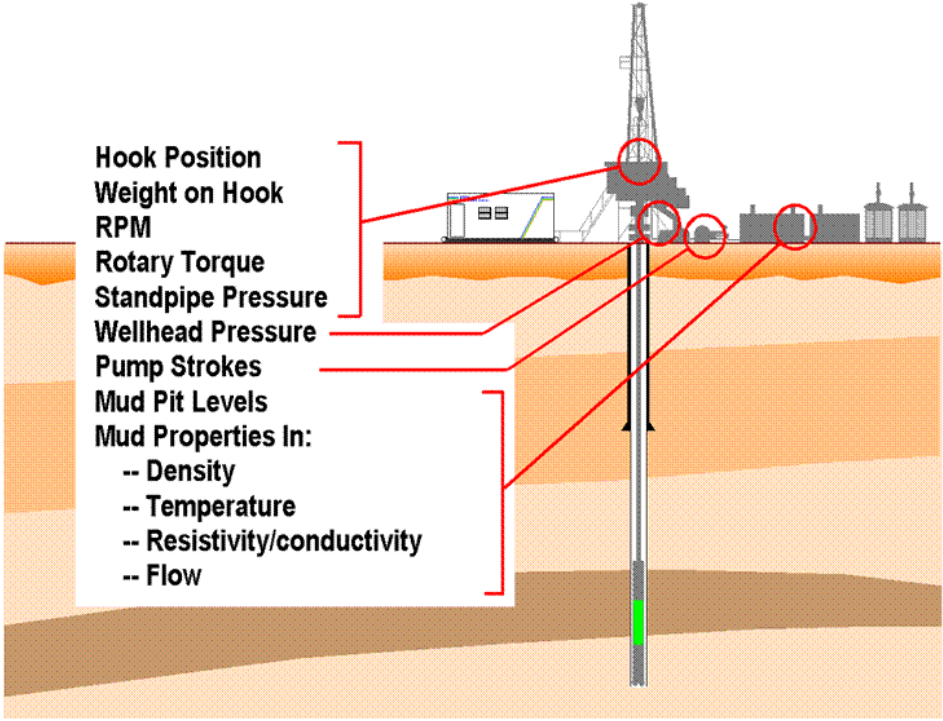


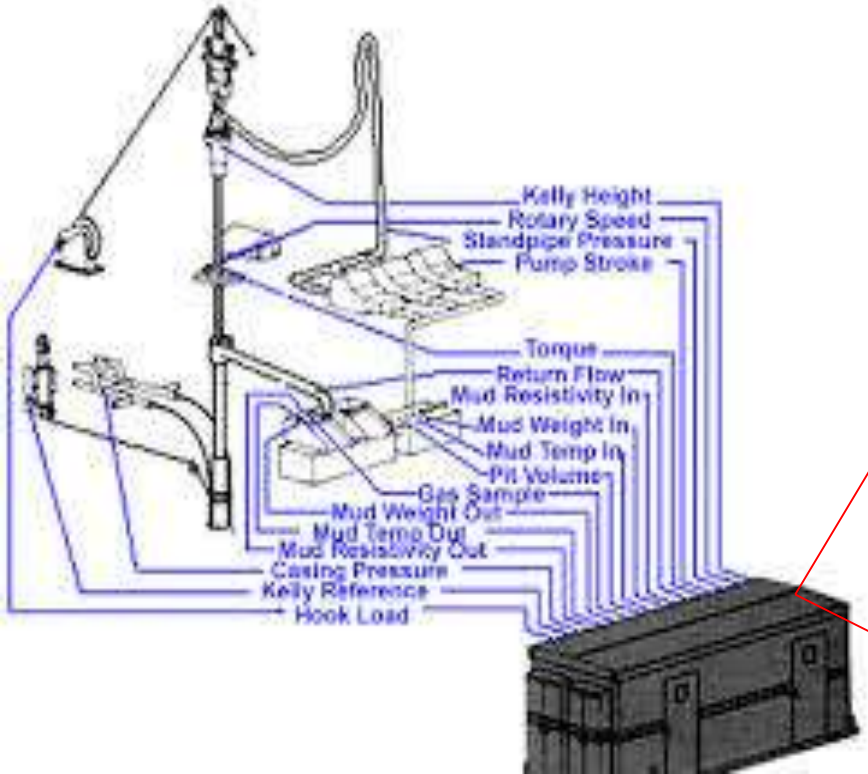
Unité Mudlogging (Cabine Géologique)

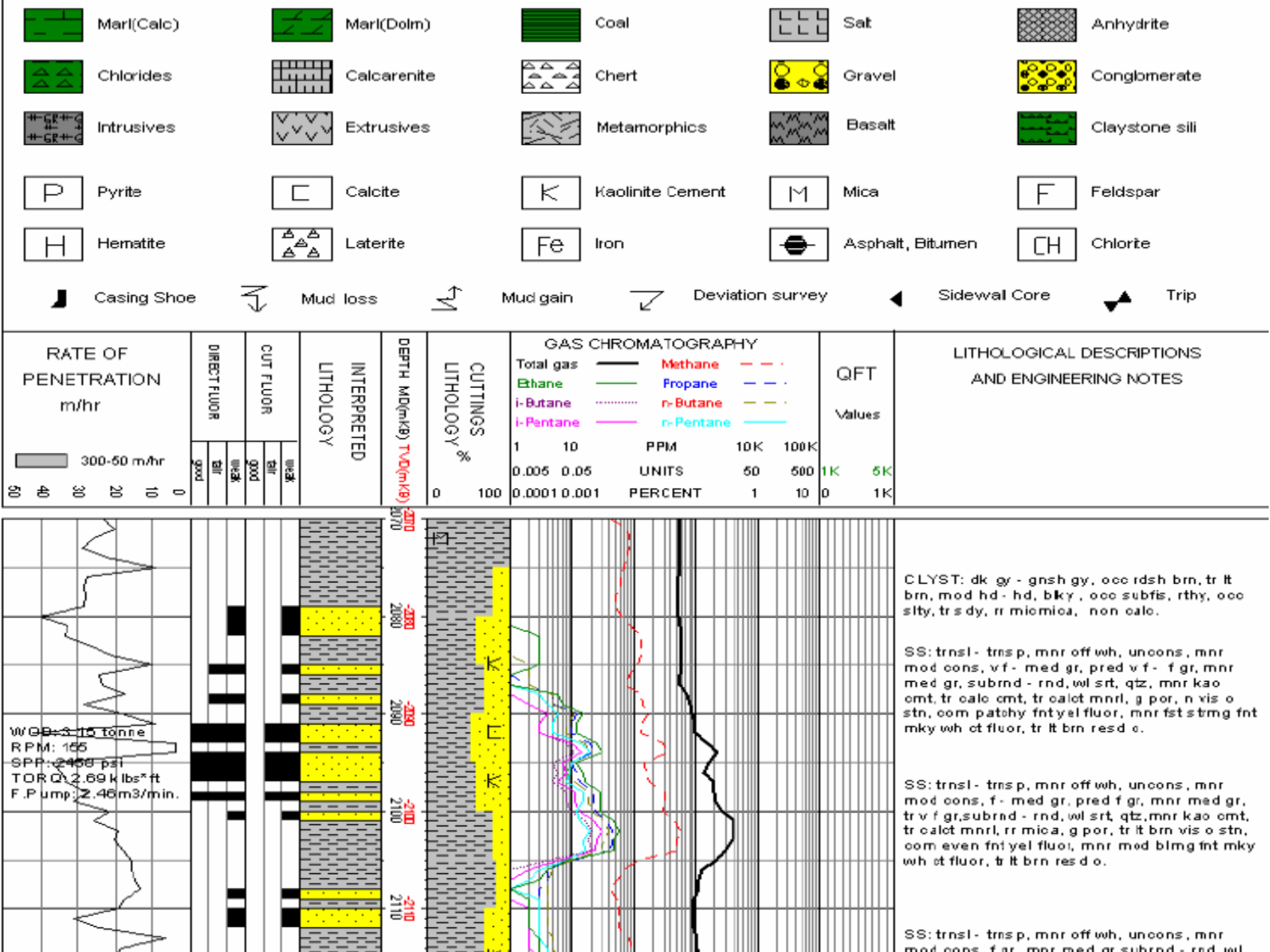
Appareil de Forage

a. Diagraphies instantanées

L'enregistrement est obtenu a travers une vingtaine de capteurs (*sensors*) distribués un peu partout sur le Rig.






Marl(Calc)
Marl(Dolm)
Coal
Salt
Anhydrite
Chlorides
Calcarenite
Chert
Gravel
Conglomerate
Intrusives
Extrusives
Metamorphics
Basalt
Claystone sili
Pyrite
Calcite
Kaolinite Cement
Mica
Feldspar
Hematite
Laterite
Iron
Asphalt, Bitumen
Chlorite
Casing Shoe
Mud loss
Mud gain
Deviation survey
Sidewal Core
Trip
RATE OF PENETRATION m/hr
300-50 m/hr
50 40 30 20 10 0
DIRECT FLUOR
good
fair
weak
CUT FLUOR
good
fair
weak
INTERPRETED LITHOLOGY
DEPTH MD(mKB) TVD(mKB)
CUTTINGS LITHOLOGY %
0 100
GAS CHROMATOGRAPHY
Total gas
Methane
Ethane
Propane
i-Butane
n-Butane
i-Pentane
n-Pentane
1 10 PPM 10K 100K
0.005 0.05 UNITS 50 500
0.0001 0.001 PERCENT 1 10
QFT
Values
1K 5K
0 1K
LITHOLOGICAL DESCRIPTIONS AND ENGINEERING NOTES
WOB: 3-15 tonne
RPM: 155
SPP: 2456 psi
TORQ: 2.69 k lbs* ft
F.Pump: 2.46m3/min.
2070
2080
2090
2100
2110
CLYST: dk gy - gnsh gy, occ rdsh brn, tr lt brn, mod hd - hd, blky, occ subfis, rthy, occ slty, tr s dy, rr micmica, non calc.
SS: trnsl - trns p, mnr off wh, uncons, mnr mod cons, v f - med gr, pred v f - f gr, mnr med gr, subrnd - rnd, wl srt, qtz, mnr kao cmt, tr calc cmt, tr calct mnrl, g por, n vis o stn, com patchy fnt yel fluor, mnr fst strmg fnt mky wh ct fluor, tr lt brn resd o.
SS: trnsl - trns p, mnr off wh, uncons, mnr mod cons, f - med gr, pred f gr, mnr med gr, tr v f gr, subrnd - rnd, wl srt, qtz, mnr kao cmt, tr calct mnrl, rr mica, g por, tr lt brn vis o stn, com even fnt yel fluor, mnr med blmg fnt mky wh ct fluor, tr lt brn resd o.
SS: trnsl - trns p, mnr off wh, uncons, mnr

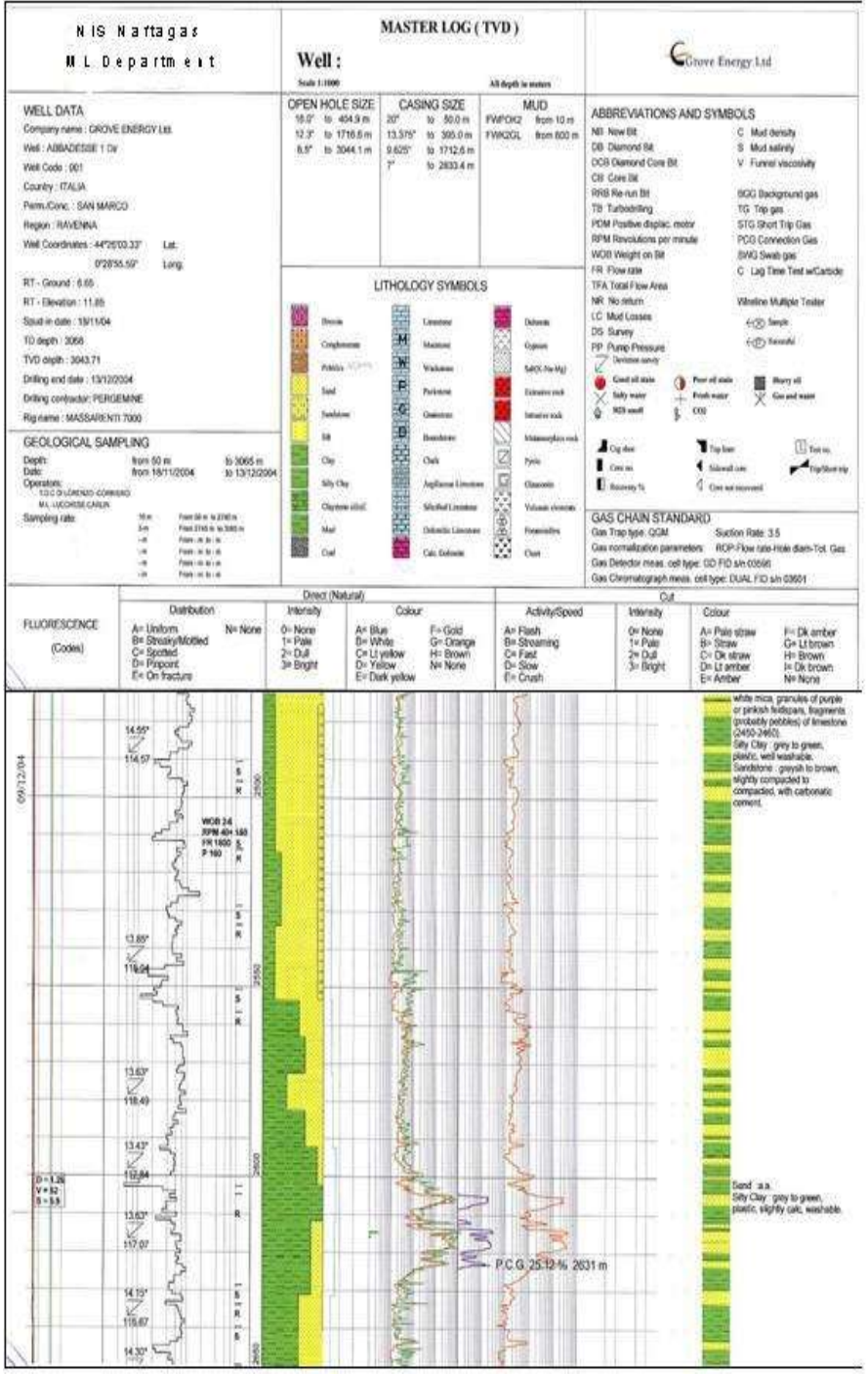
Diagraphies instantanées

A la base de ces enregistrement, plusieurs documents sont établis par l'équipe du Mudlogging

(Masterlog, Drillog, Mudlog, Daily reports, Final well reports, …etc)

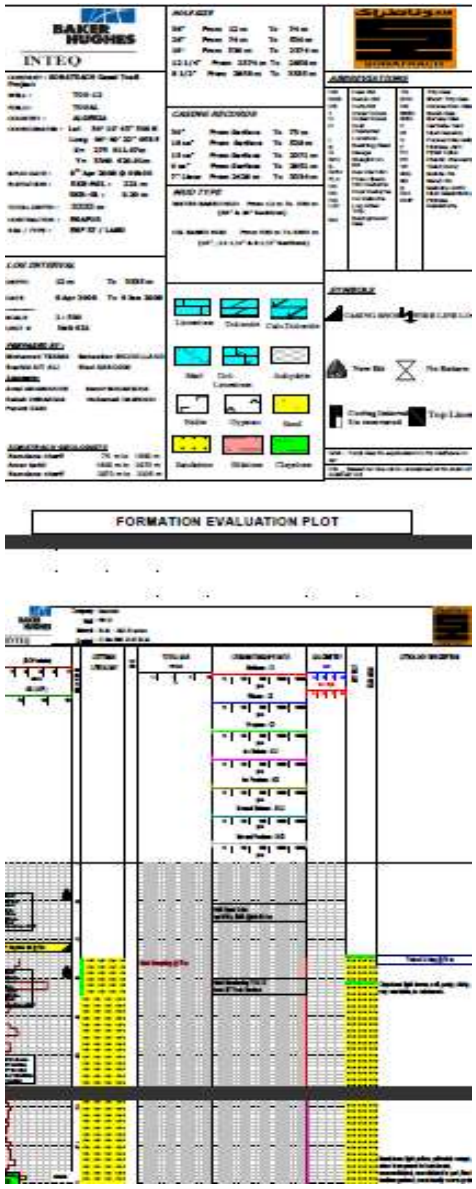
Le MASTERLOG:

Document de base pour le Géologue, Il englobe certaines informations enregistrées avec la description des déblais de forage et leur pourcentage.

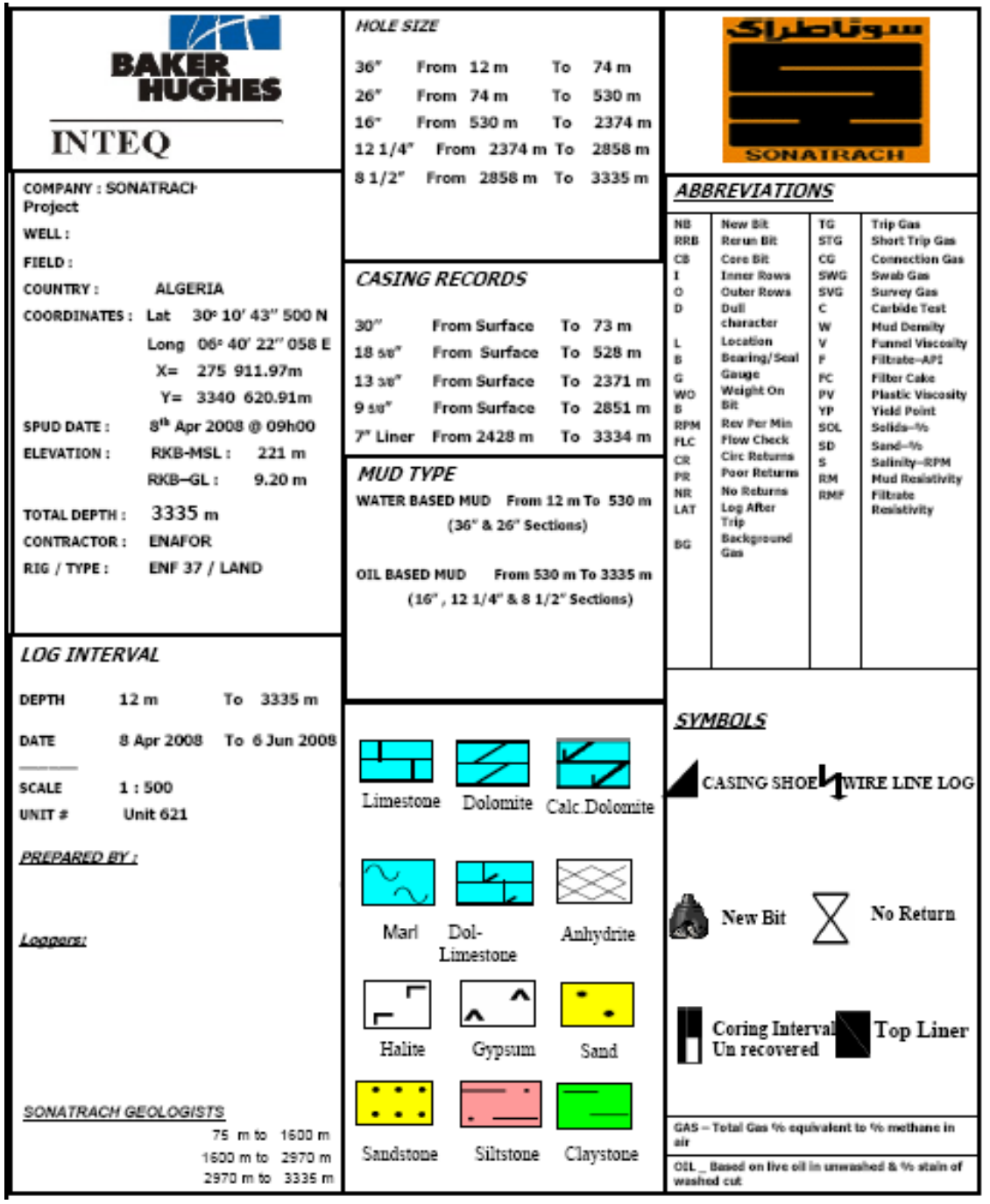


Le Masterlog

- Le Masterlog est composé de:
  - ❖L’êntete (*Header*)
  - ❖Les échelles (*Scales*)
  - ❖Les pistes (*Tracks*)



L'entete (*Header*) du Masterlog



BAKER HUGHES

INTEQ

COMPANY : SONATRACH
Project
WELL :
FIELD :
COUNTRY : ALGERIA
COORDINATES : Lat 30° 10' 43" 500 N
Long 06° 40' 22" 058 E
X= 275 911.97m
Y= 3340 620.91m
SPUD DATE : 8th Apr 2008 @ 09h00
ELEVATION : RKB-MSL : 221 m
RKB–GL : 9.20 m
TOTAL DEPTH : 3335 m
CONTRACTOR : ENAFOR
RIG / TYPE : ENF 37 / LAND

LOG INTERVAL

DEPTH 12 m To 3335 m
DATE 8 Apr 2008 To 6 Jun 2008
SCALE 1 : 500
UNIT # Unit 621

PREPARED BY :

Loggers:

SONATRACH GEOLOGISTS
75 m to 1600 m
1600 m to 2970 m
2970 m to 3335 m

HOLE SIZE

36"	From	12 m	To	74 m
26"	From	74 m	To	530 m
16"	From	530 m	To	2374 m
12 1/4"	From	2374 m	To	2858 m
8 1/2"	From	2858 m	To	3335 m

CASING RECORDS

30"	From Surface	To	73 m
18 5/8"	From Surface	To	528 m
13 3/8"	From Surface	To	2371 m
9 5/8"	From Surface	To	2851 m
7" Liner	From 2428 m	To	3334 m

MUD TYPE

WATER BASED MUD From 12 m To 530 m
(36" & 26" Sections)

OIL BASED MUD From 530 m To 3335 m
(16" , 12 1/4" & 8 1/2" Sections)

Limestone
Dolomite
Calc.Dolomite
Marl
Dol-Limestone
Anhydrite
Halite
Gypsum
Sand
Sandstone
Siltstone
Claystone

SONATRACH

ABBREVIATIONS

NB	New Bit	TG	Trip Gas
RRB	Rerun Bit	STG	Short Trip Gas
CB	Core Bit	CG	Connection Gas
I	Inner Rows	SWG	Swab Gas
O	Outer Rows	SVG	Survey Gas
D	Dull character	C	Carbide Test
L	Location	W	Mud Density
B	Bearing/Seal	V	Funnel Viscosity
G	Gauge	F	Filtrate–API
WOB	Weight On Bit	FC	Filter Cake
RPM	Rev Per Min	PV	Plastic Viscosity
FLC	Flow Check	YP	Yield Point
CR	Circ Returns	SOL	Solids–%
PR	Poor Returns	SD	Sand–%
NR	No Returns	S	Salinity–RPM
LAT	Log After Trip	RM	Mud Resistivity
BG	Background Gas	RMF	Filtrate Resistivity

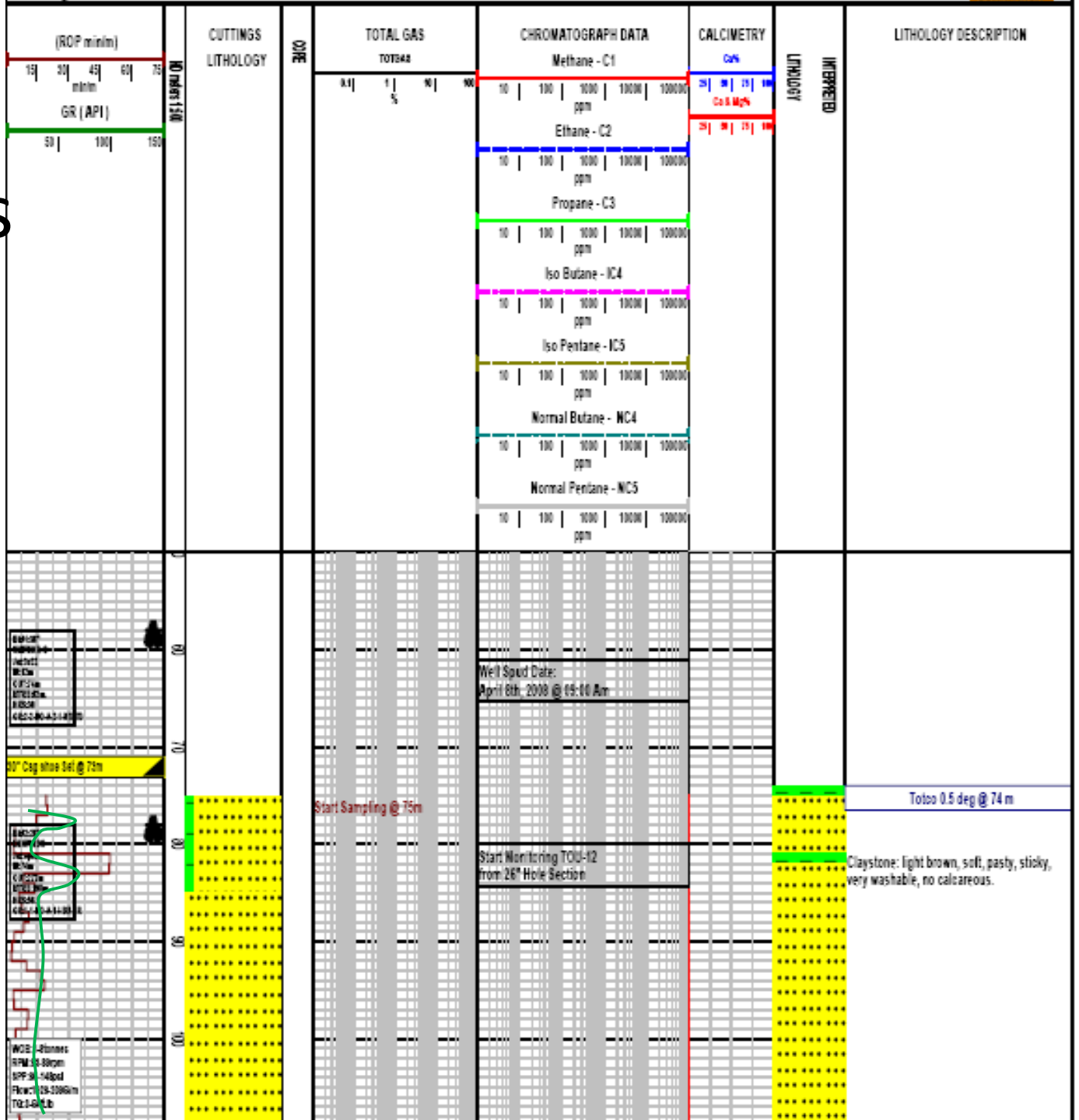
SYMBOLS

CASING SHOE
WIRE LINE LOG
New Bit
No Return
Coring Interval Un recovered
Top Liner

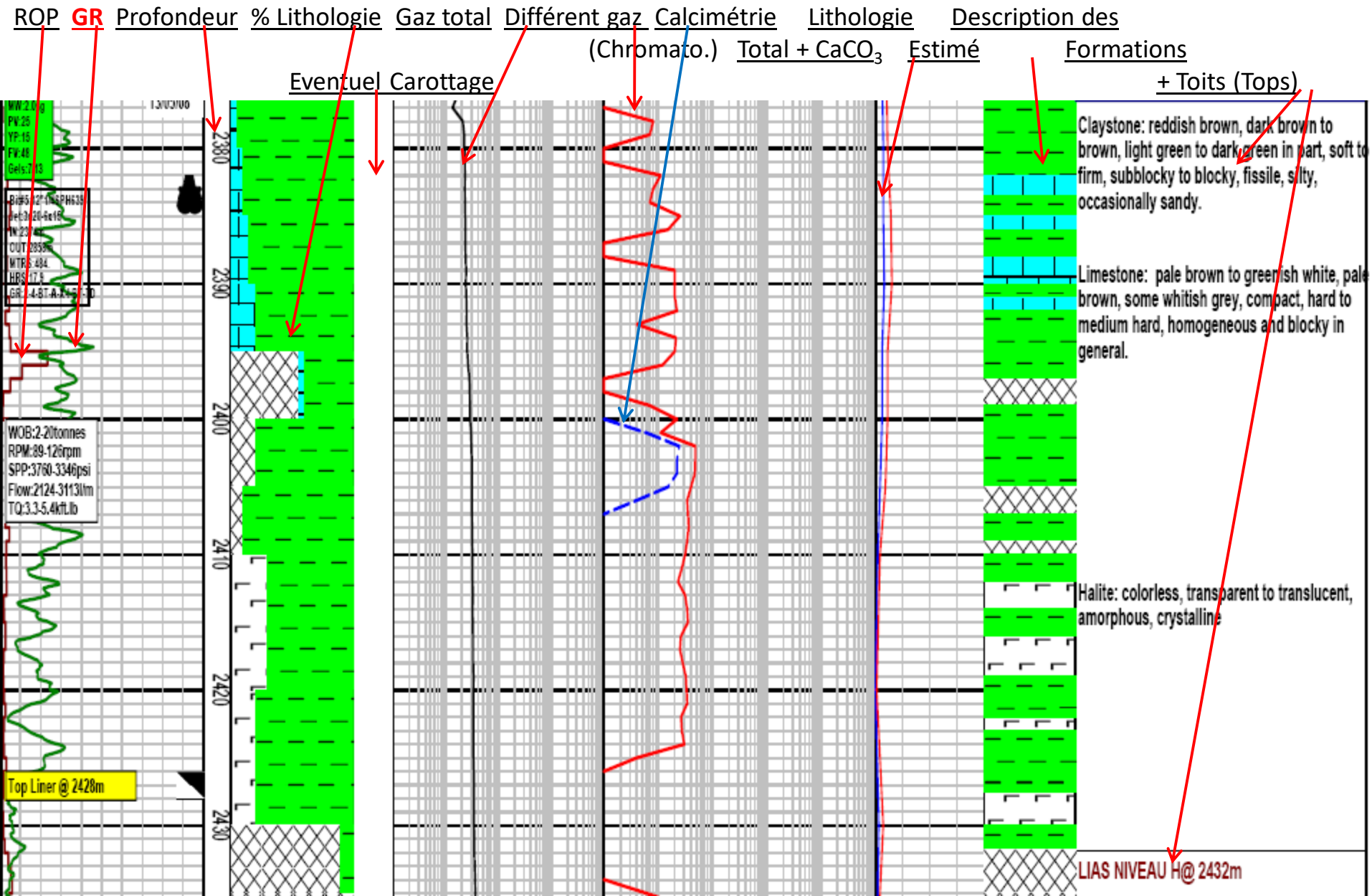
GAS – Total Gas % equivalent to % methane in air

OIL _ Based on live oil in unwashed & % stain of washed cut

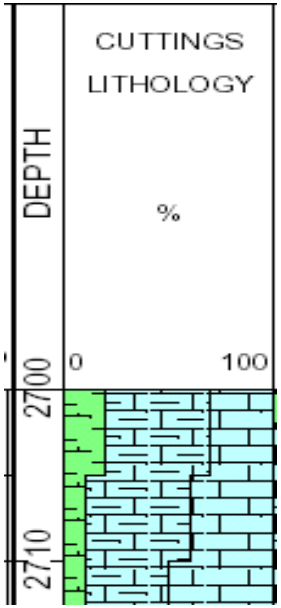
Les échelles (*Scales*) du Masterlog

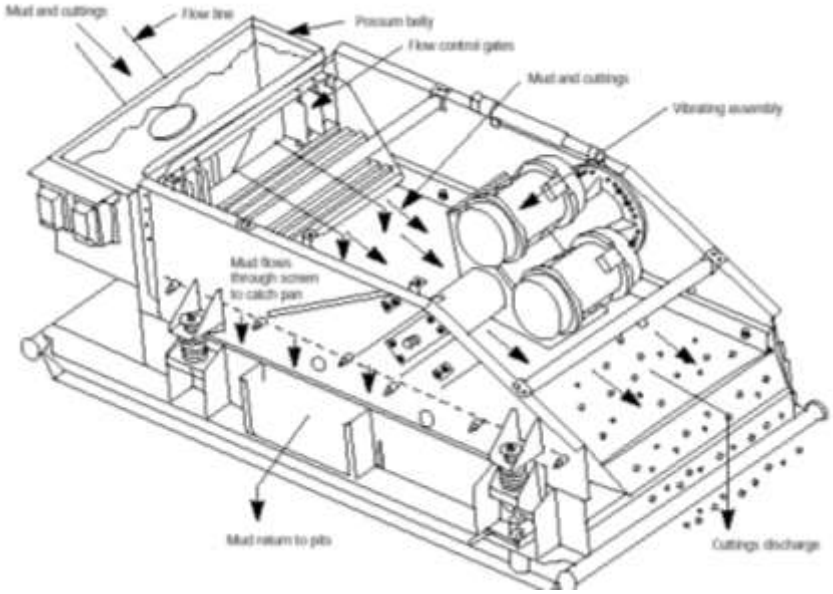


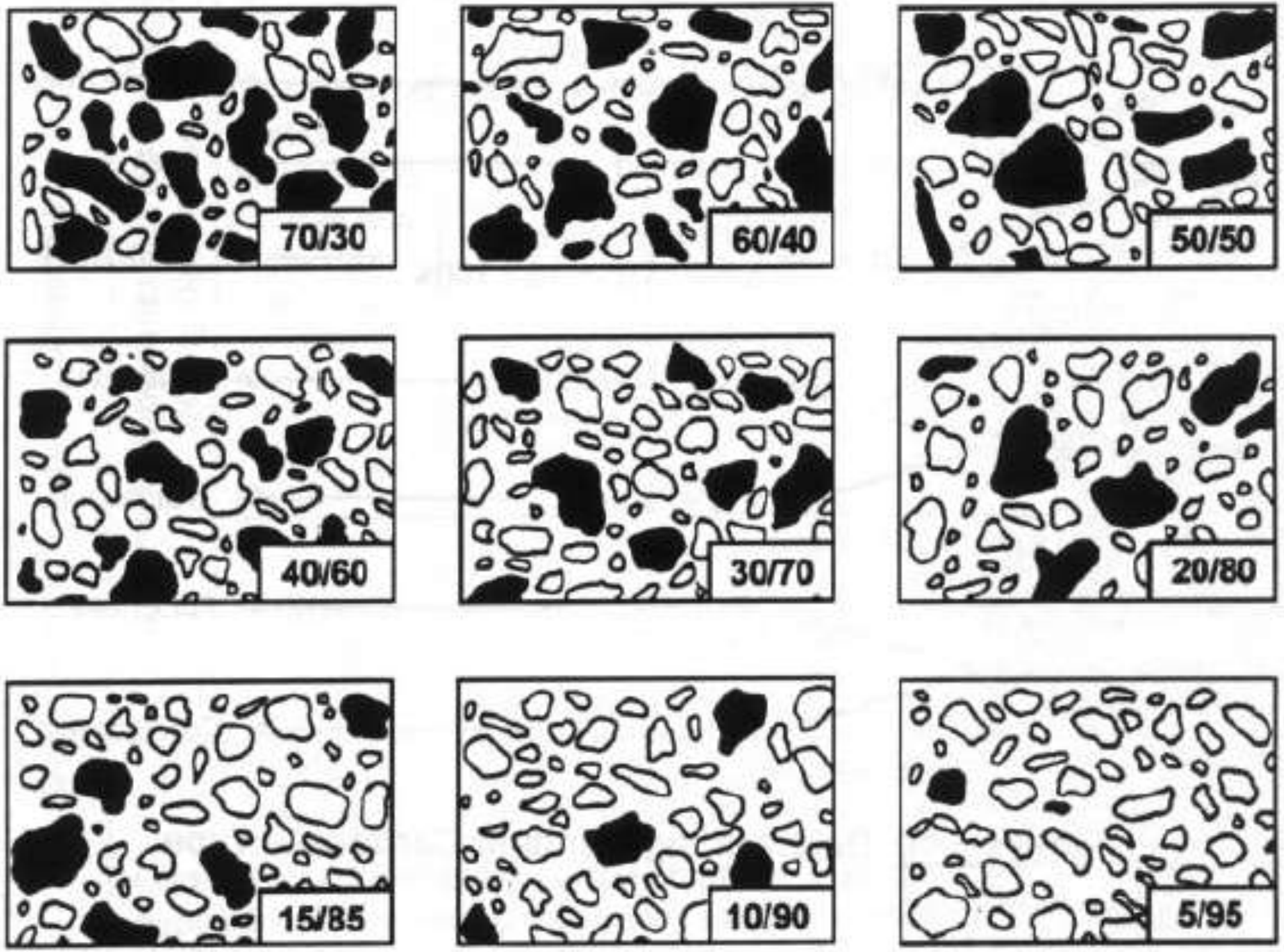
Les pistes (*Tracks*) du Masterlog



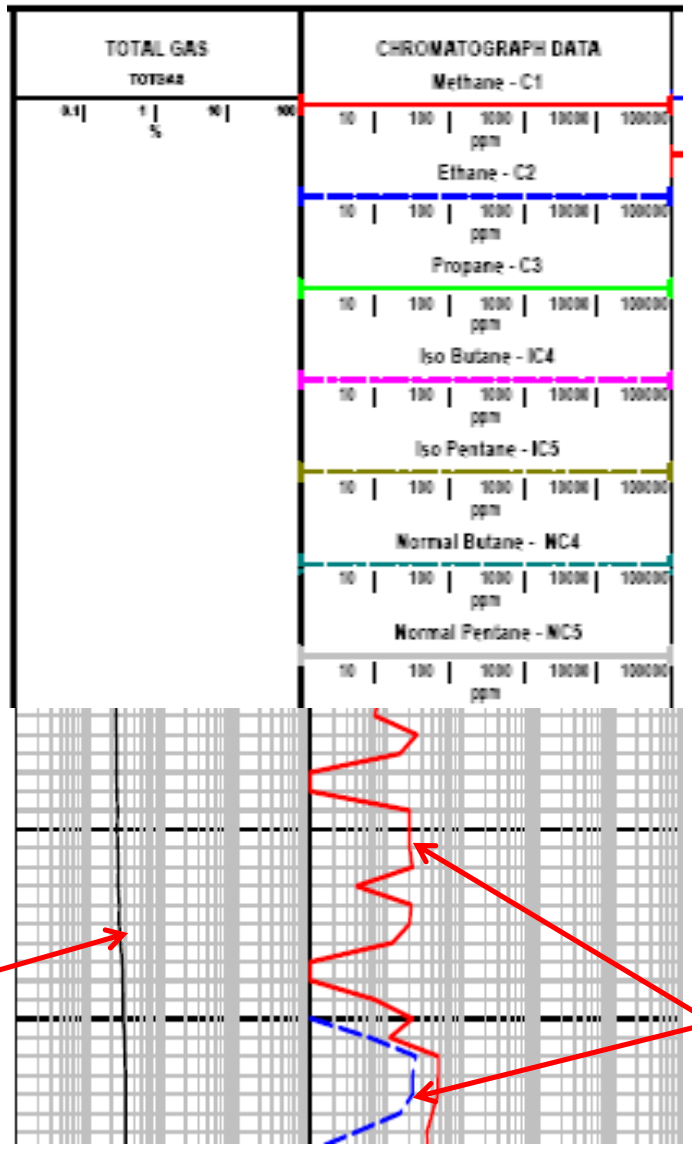
% de Lithologie






70/30
60/40
50/50
40/60
30/70
20/80
15/85
10/90
5/95

Gaz total/ Chromatographie

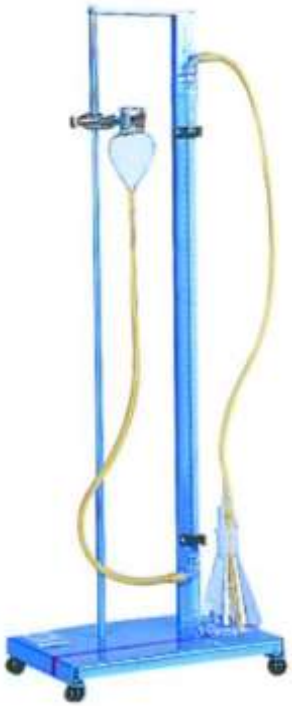


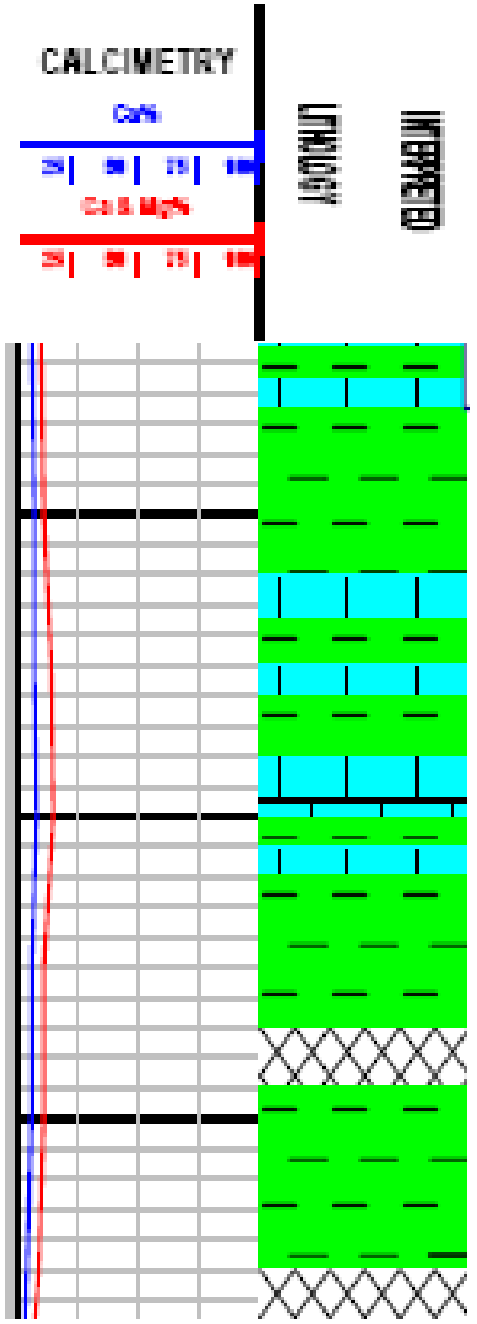
Alkanes

1	CH_4	methane
2	CH_3CH_3	ethane
3	$CH_3CH_2CH_3$	propane
4	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	butane
5	C_5H_{12}	pentane
6	C_6H_{14}	hexane
7	C_7H_{16}	heptane
8	C_8H_{18}	octane
9	C_9H_{20}	nonane
10	$C_{10}H_{22}$	decane

Calcimétrie

- % Ca
- % total (Ca & Mg)





Description des cuttings

Type de roche,

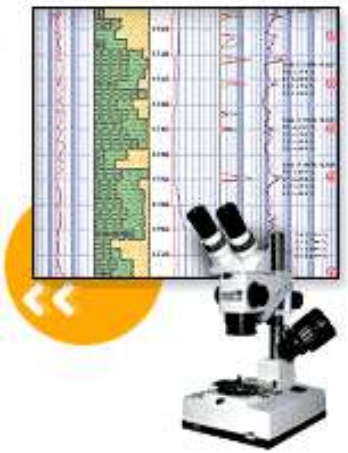
Couleur,

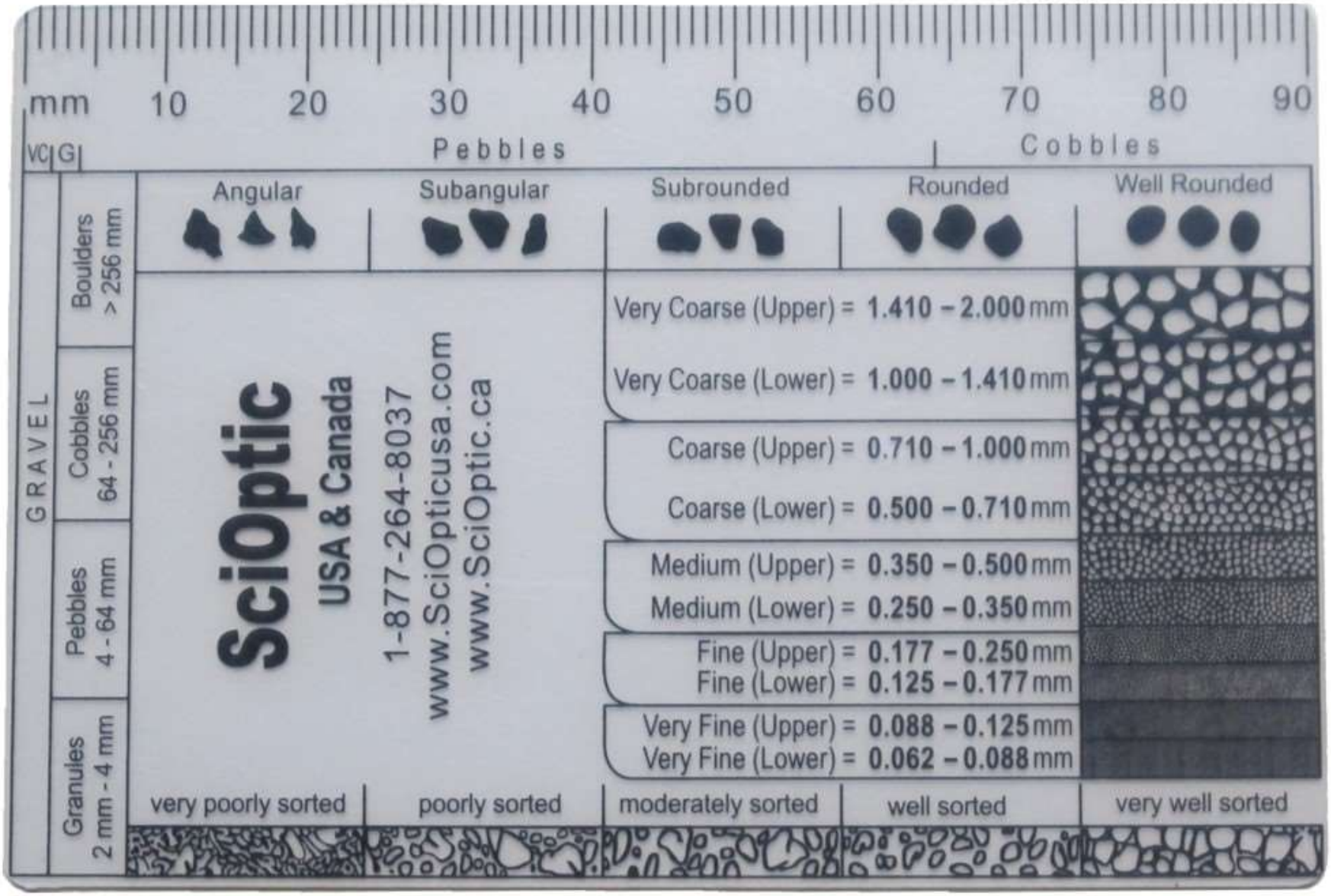
Taille des grains,

Dureté,

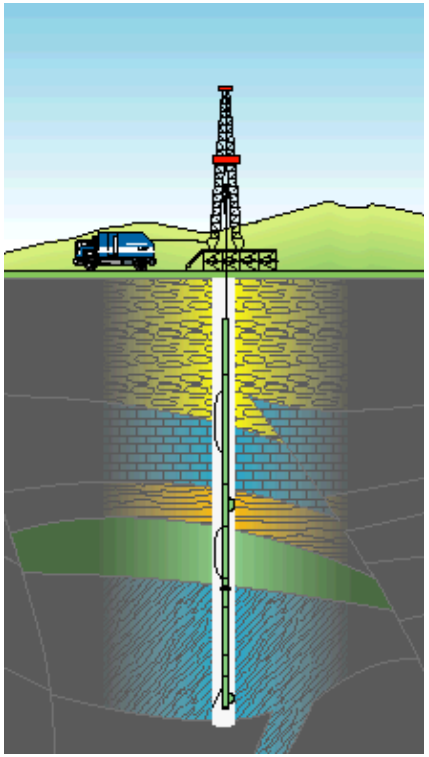
Forme,

Classement des grains, …. Etc.




mm 10 20 30 40 50 60 70 80 90
VC G
Pebbles
Cobbles
GRAVEL
Boulders > 256 mm
Cobbles 64 - 256 mm
Pebbles 4 - 64 mm
Granules 2 mm - 4 mm
Angular
Subangular
Subrounded
Rounded
Well Rounded
SciOptic
USA & Canada
1-877-264-8037
www.SciOpticusa.com
www.SciOptic.ca
Very Coarse (Upper) = 1.410 – 2.000 mm
Very Coarse (Lower) = 1.000 – 1.410 mm
Coarse (Upper) = 0.710 – 1.000 mm
Coarse (Lower) = 0.500 – 0.710 mm
Medium (Upper) = 0.350 – 0.500 mm
Medium (Lower) = 0.250 – 0.350 mm
Fine (Upper) = 0.177 – 0.250 mm
Fine (Lower) = 0.125 – 0.177 mm
Very Fine (Upper) = 0.088 – 0.125 mm
Very Fine (Lower) = 0.062 – 0.088 mm
very poorly sorted
poorly sorted
moderately sorted
well sorted
very well sorted

b. Diagraphies différées



Enregistrement en continu dans un forage (après l'opération) de paramètres physiques.

Ces paramètres sont principalement:

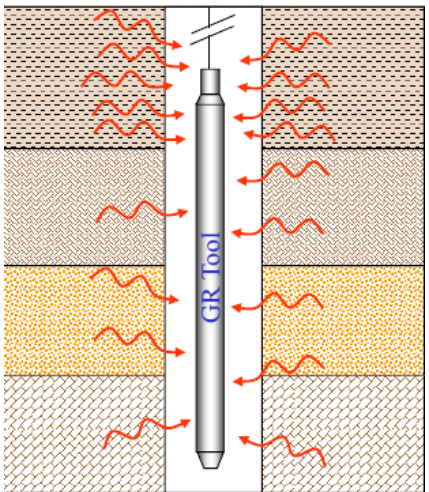
- La résistivité électrique,
- La polarisation spontanée,
- La radioactivité naturelle,
- La radioactivité induite,
- La vitesse du son,
- La température,
- Le diamètre du forage…etc.

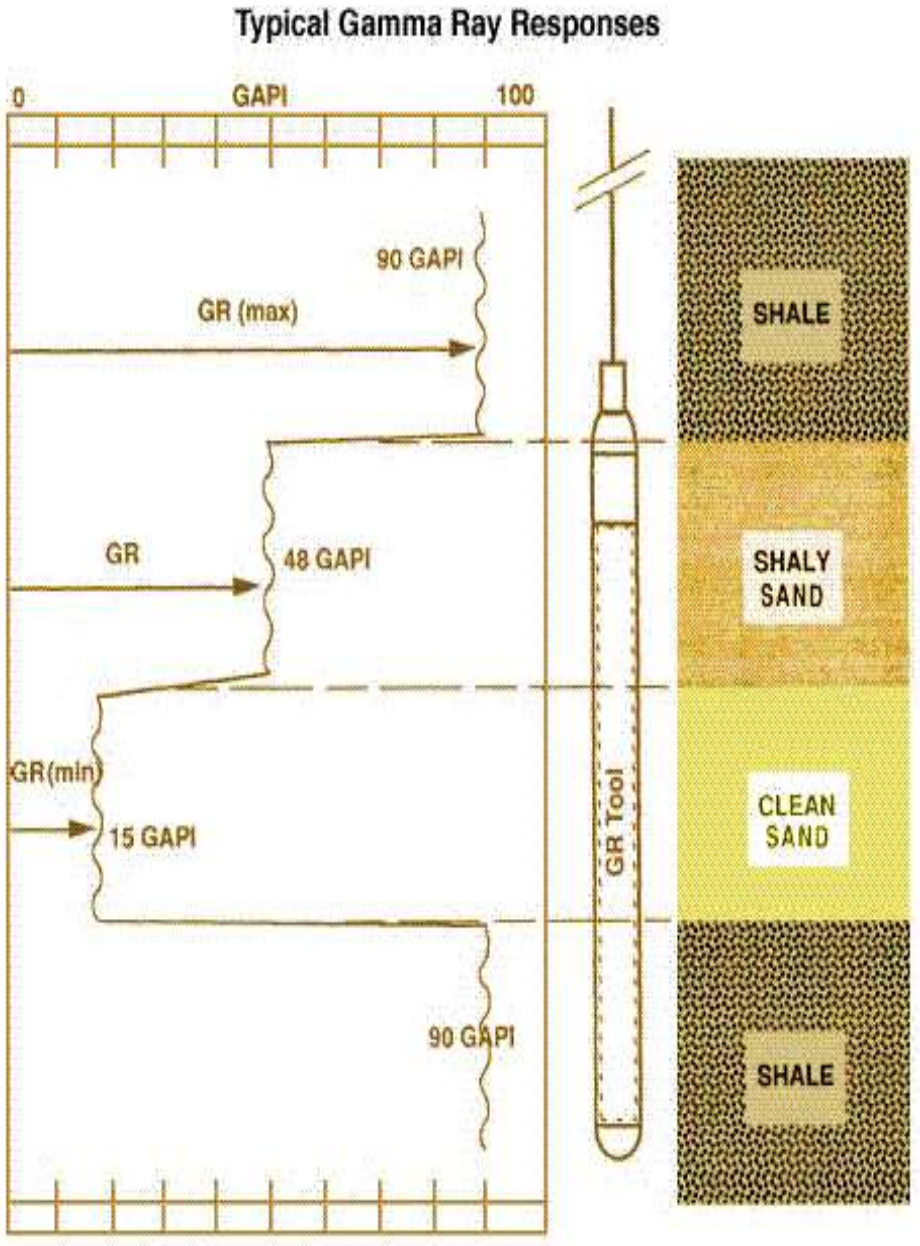
b. Diagraphies différées

L'interprétation des diagraphies permet des hypothèses sur la nature et la structure des roches, et sur leur contenu.

Elle est un précieux instrument pour les corrélations entre sondages.

En français l'action «logging» et le résultat «log» sont désignés par le même mot « Diagraphie ».





Le Quick look (Log Composite)

Source (modifiée): Swapnil Pal

Argile

Réservoir à Gaz

- GR ↓
- Rt ↑
- Rhob/NPHI : Grande Sep.

Argile

Réservoir à Huile

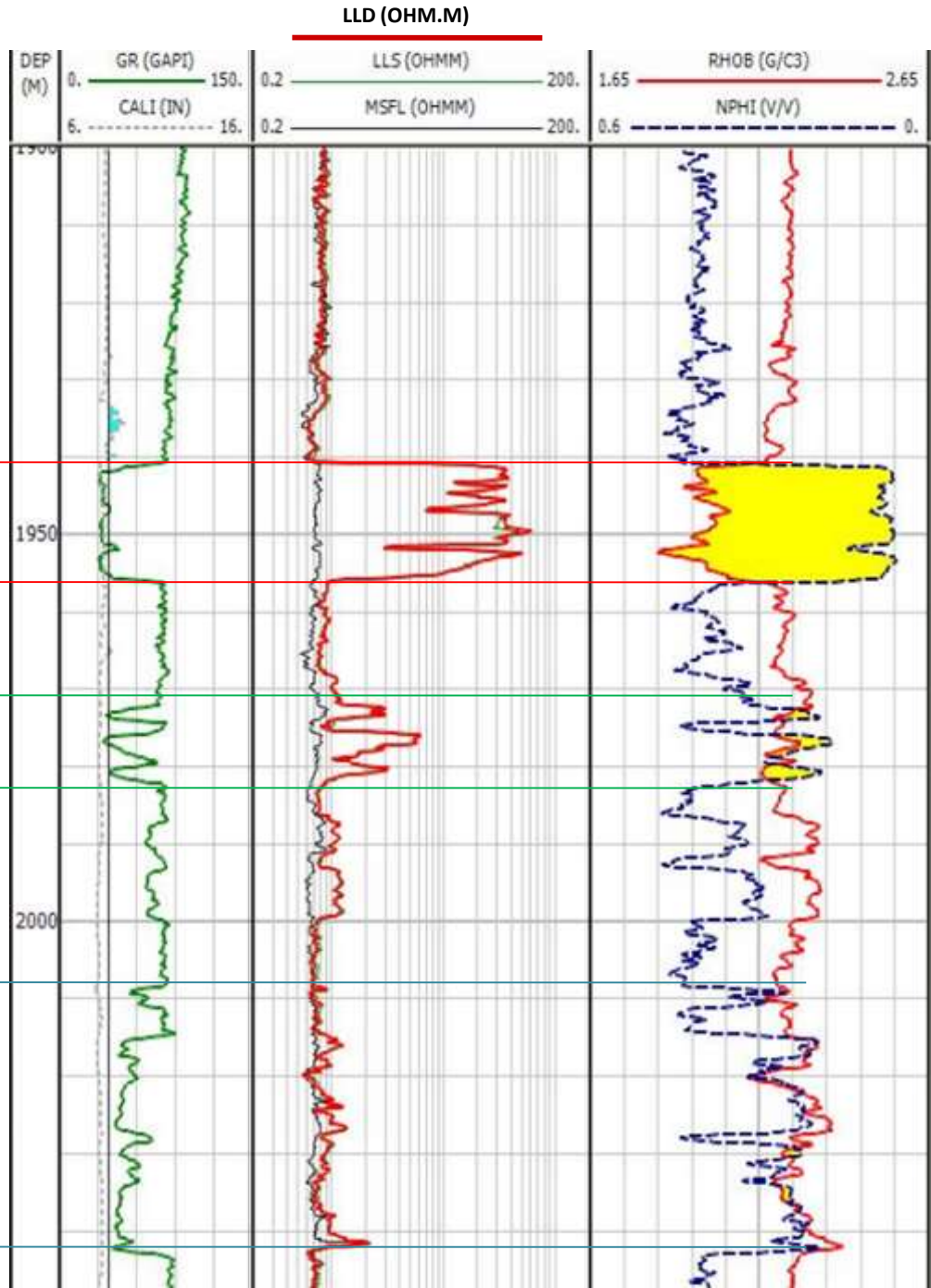
- GR ↓
- Rt moy.↑
- Rhob/NPHI : Moy. Sep.

Argile

Réservoir à Eau

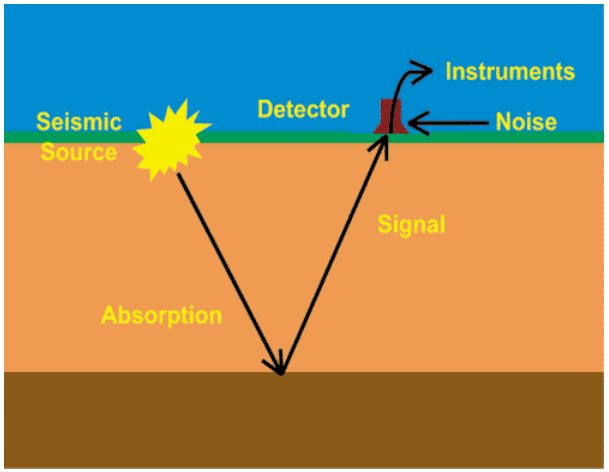
- GR ↓
- Rt ↓
- Rhob/NPHI : Petite Sep.

Argile



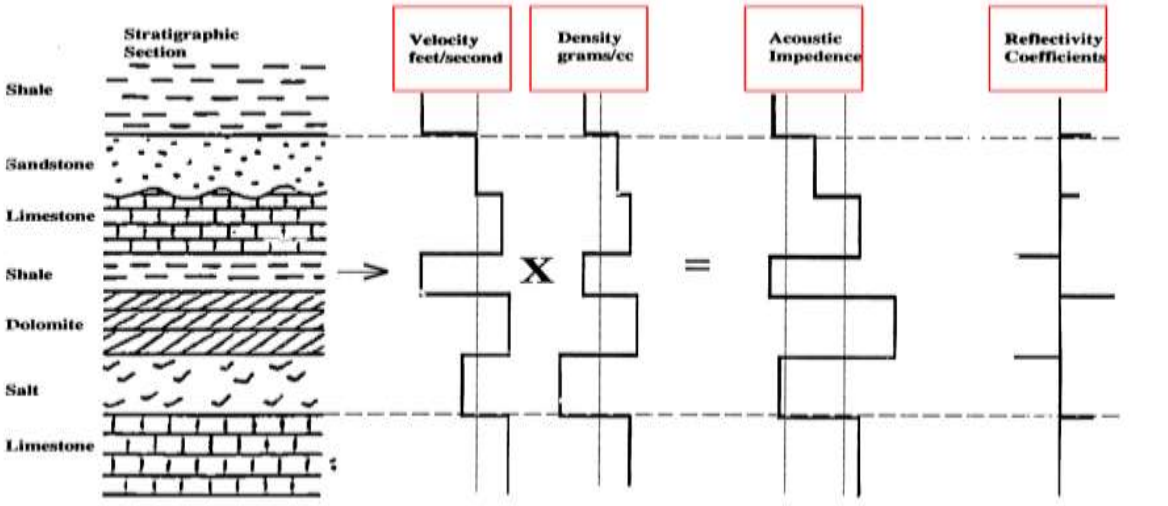
3. La sismique (de réflexion)

- C'est un procédé de prospection géophysique fondé sur la propriété qu'ont les ondes sonores provoquées par une explosion au voisinage de la surface du sol de se réfléchir partiellement sur la surface de contact de deux couches sédimentaires de nature différente.

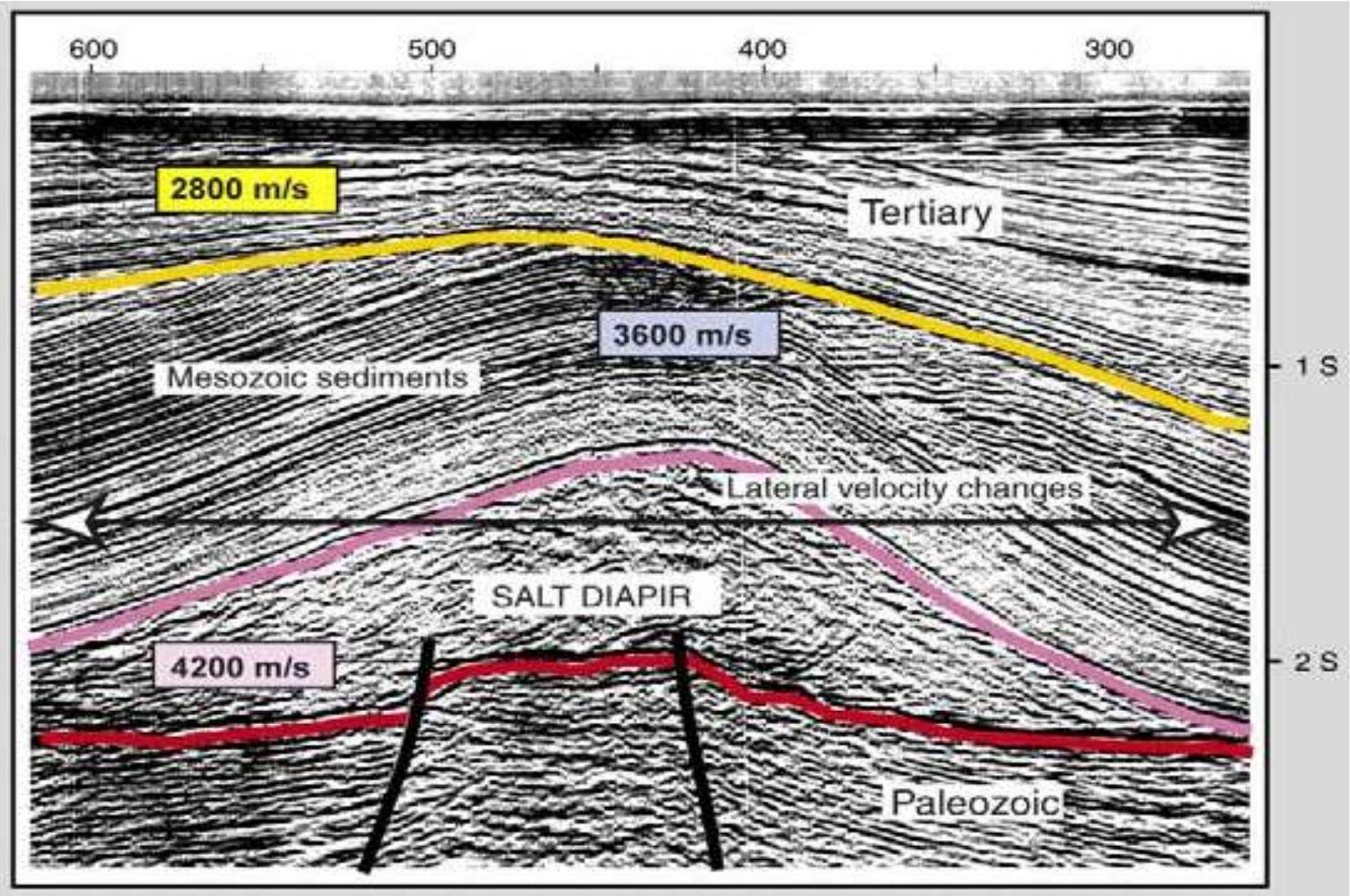


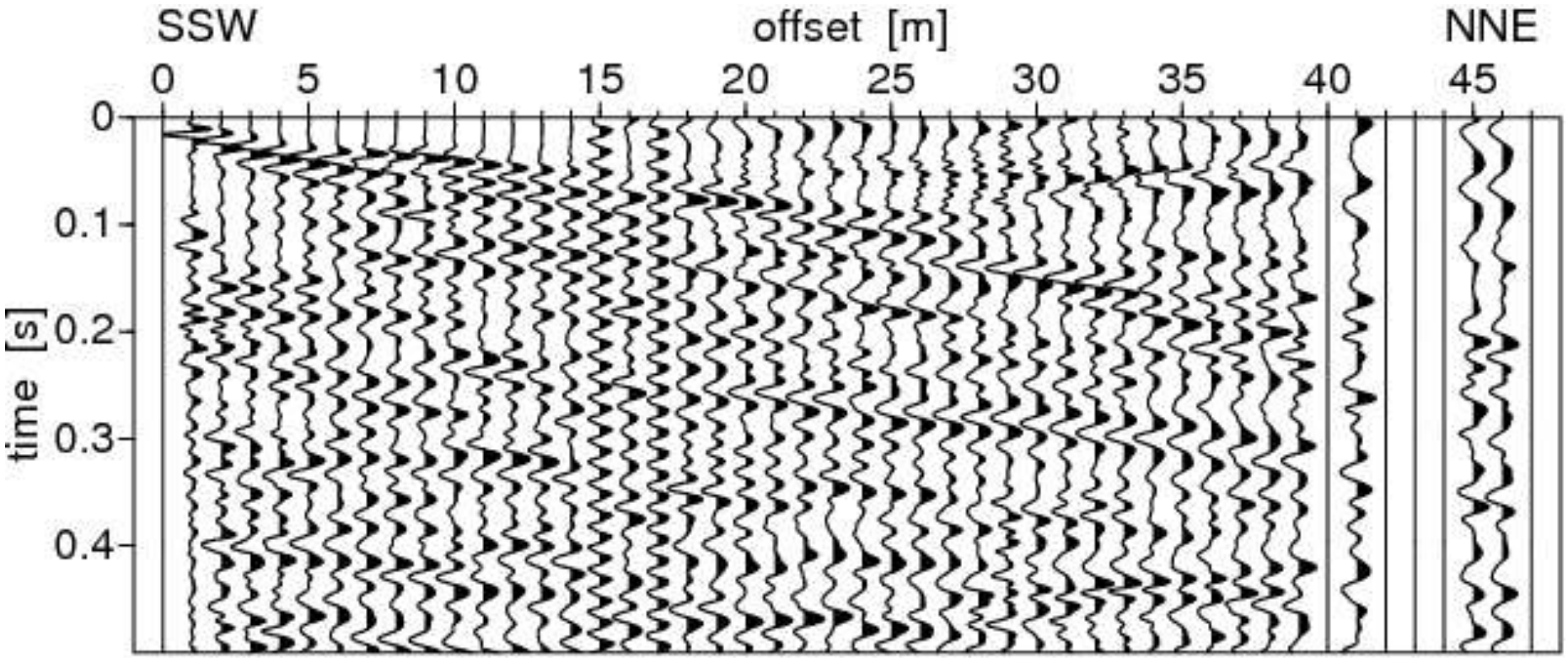
- Une couche est caractérise par :
  - une vitesse (v),
  - une densité (ρ),
  - leur produit l'impédance acoustique (v.ρ),
  - le coefficient de réflexion :

$R = (v_2\rho_2 + v_1.\rho_1)/(v_2\rho_2 + v_1.\rho_1)$ de signe + ou -



Le résultat final est la section sismique, interprétable par le géologue.




SSW
offset [m]
NNE
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
0
0.1
0.2
0.3
0.4
time [s]

شكرا على إنصاتكم

Merci pour votre attention