

Ecole Nationale Polytechnique  
Département : GENIE MINIER

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

# PROJET DE FIN D'ETUDE

en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état  
en GENIE MINIER

## THEME

### EVALUATION DES PARAMETRES PETROPHYSIQUES

### AU NIVEAU DU TAGI

### DANS LE BASSIN DE BERKINE

Volume II (Annexe)  
Volume II (Annexe)

Proposé par :

M<sup>r</sup> : A.DJADOUN

Etudié par :

KARA SAMY

Dirigé par :

M<sup>me</sup> : N.BOUMBAR  
M<sup>r</sup> : A.DJADOUN

Promotion 1997/1998

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
المكتبة — BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

# ANNEXE I

## METHODES DE DIAGRAPHIES

**Introduction :**

On désigne par *diagraphie* (du grec *dia*, “à travers”, et *graphien*, “dessiner”) ou, plus couramment, par le terme américain *log* (qui signifie bûche, rouleau...) tout enregistrement continu des variations (paramètres), en fonction de la profondeur, d’une caractéristique donnée des formations traversées par un sondage (Encyclopaedia Universalis France S.A, 1995).

Parmi les paramètres on distingue : la *résistivité*, la *radioactivité* et la *vitesse des ondes sonores*...etc. Ces paramètres sont enregistrés à l’aide d’un outil appelé *sonde*.

Suivant le paramètre enregistré, on distingue plusieurs diagraphies : les *diagraphies de résistivité, nucléaires et acoustiques*.

Les progrès technologiques ont permis l’obtention de plusieurs types de sondes qui enregistre les mêmes paramètres mais avec des avantages (précision, facilité d’utilisation, caractéristiques ...) différents.

Ce chapitre présente les différentes méthodes de diagraphies et les sondes les plus utilisées actuellement.

## 1. Les diagraphies Nucléaires :

Les diagraphies radioactives sont utilisées en prospection pétrolière, elles consistent à mesurer la radioactivité naturelle ou provoquée (différée) des formations traversées par le forage.

Il existe plusieurs sortes de diagraphies radioactives, celles mesurant la radioactivité naturelle des formations et celles qui mesurent la radioactivité provoquée.

### 1.1 Notion sur la radioactivité :

On appelle radioactivité naturelle la transformation spontanée d'un noyau atomique au cours de laquelle ce dernier émet un rayonnement. On distingue trois sortes de rayons, désignés par les lettres grecques  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ .

Les rayons alpha ( $\alpha$ )  ${}^A_Z X \longrightarrow \alpha + {}^{A-4}_{Z-2} X$

Les rayons bêta ( $\beta$ )  ${}_Z X \longrightarrow {}_{Z+1} X + \beta^-$  ou  ${}_Z X \longrightarrow {}_{Z-1} X + \beta^+$

Les rayons gamma ( $\gamma$ ) :

L'émission gamma correspond dans un noyau à la transition d'un état quantique à un autre, avec émission d'un photon ayant généralement une énergie supérieure à 0.1 MeV.

Les rayons gamma sont plus pénétrants que les rayons  $\alpha$  et les rayons  $\beta$  et jouent un rôle prépondérant dans la mesure de la radioactivité naturelle.

Le schéma (fig-I.2) montre les différentes diagraphies nucléaires.

Dans les roches sédimentaires, seuls pratiquement trois éléments contribuent à cette radioactivité. Ces éléments (fig. I.3) sont:

- Le Potassium  $K^{40}_{19}$  qui émet  $1\beta$ ,  $1\gamma$
- Le Thorium  $Th^{232}_{90}$  et sa famille émettent  $6\alpha$ ,  $4\beta$  et plusieurs rayonnements  $\gamma$
- L'Uranium  $U^{238}_{92}$  et sa famille émettent  $8\alpha$ ,  $6\beta$  et plusieurs rayonnements  $\gamma$

Les diagraphies radioactives les plus utilisées sont celles des rayons gamma standard, neutronique et de densité.

### 1.2 Diagraphie de rayon gamma naturel :

Les diagraphies de rayons gamma naturels mesurent le rayonnement gamma des éléments contenus dans les formations qui entourent le forage. Suivant la méthode d'enregistrement de ce rayonnement plusieurs types sont distingués.

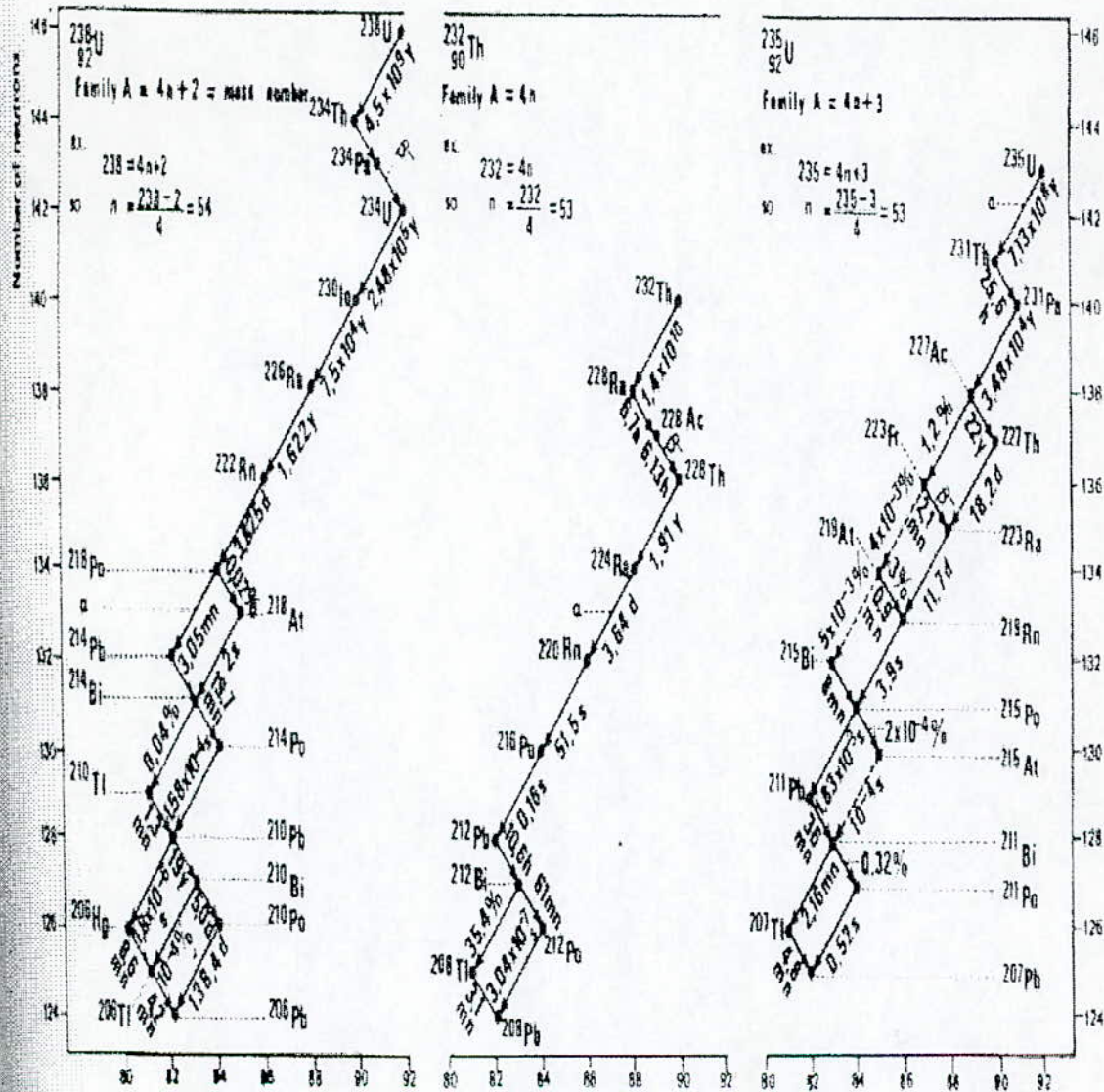


DIAGRAPHIES DIFFERÉES

	PRINCIPE	NOM DE L'OUTIL SCHLUMBERGER
<p><b>RADIOACTIVITE NATURELLE</b></p>	<p>Radioactivité naturelle <math>\gamma</math> totale</p>	<p>GR</p>
	<p>Spéctrométrie du rayonnement <math>\gamma</math> naturel</p>	<p>NGT</p>
<p><b>RADIOACTIVITE INDUITE PAR BOMBARDEMENT DE NEUTRONS</b></p>		
<p>ATOME</p>	<p>Spéctrométrie du rayonnement <math>\gamma</math> d'activation</p> <p><math>H^1 + n \rightarrow H^2 + \gamma</math></p>	<p>IGT</p>
<p>ATOME</p>	<p>Spéctrométrie du rayonnement <math>\gamma</math> de désintégration radioactive</p> <p><math>^{235}U + n \rightarrow ^{236}U \rightarrow ^{234}Th + 2n + \gamma</math></p> <p>etc.</p>	<p>IGT</p>
<p>epithermiques</p>	<p>Densité des neutrons épithermiques</p> <p>Longueur parcourue par les neutrons avant d'avoir atteint le niveau d'énergie épithermique</p>	<p>N - Neutrons épithermiques SNP</p>
<p>thermiques</p>	<p>Densité des neutrons thermiques</p> <p>Longueur parcourue par les neutrons avant d'avoir atteint le niveau d'énergie thermique</p>	<p>N - Neutrons thermiques CNT-A</p>
<p>thermiques</p>	<p>Temps de survie des neutrons thermiques</p> <p>Densité des neutrons thermiques dans un matériau - mesurée par l'intensité du rayonnement <math>\gamma</math> d'activation</p>	<p>IGT</p>
	<p>Rapideur de <math>\gamma</math> d'absorption des neutrons thermiques</p> <p>Mesure globale de la radioactivité <math>\gamma</math> induite</p>	<p>N - Gamma GNT</p>
	<p>Spéctrométrie du rayonnement <math>\gamma</math> d'absorption des neutrons thermiques</p>	<p>IGT</p>
<p><b>RADIOACTIVITE PAR DIFFUSION COMPTON D'UN RAYONNEMENT <math>\gamma</math> EMIS</b></p>		
<p>ELECTRON</p>	<p>Intensité du rayonnement <math>\gamma</math> diffusé par effet Compton</p>	<p>FDC</p>
<p><b>ABSORPTION DE RAYONS <math>\gamma</math> - EFFET PHOTO ELECTRIQUE</b></p>		
<p>ELECTRONS basse énergie</p>	<p>Absorption de rayons <math>\gamma</math> de basse énergie</p> <p>Section efficace photoélectrique</p> <p>(1) Combine la diffusion Compton et l'absorption des rayons <math>\gamma</math></p>	<p>LOT<sup>(1)</sup></p>

(Derra, 1985)

Figure I.2 : Schemas des différentes principes des diagraphies Nucléaires.



(charte Schlumberger, 1989)

Figure I.3 : LES FAMILLES RADIOACTIVES ET LE SCHEMA DE LEURS DESINTEGRATIONS

### 1.2.1 Diagraphies de rayons gamma naturel standard ( GR )

#### 1.2.1.1. Principe

Un capteur permet de détecter indifféremment tous les rayons gamma en provenance du terrain.

L'énergie de ces rayonnements diminue rapidement avec la distance parcourue.

On mesure donc le niveau global de radioactivité qui provient d'un anneau de formation qui ne dépasse pas les 15 à 20 cm autour du puits. Ce niveau est fonction de la densité de la formation, de la boue de forage et de l'existence d'un tubage. Il est difficile donc de faire une interprétation quantitative du diagramme obtenu (fig.I.4).

#### 1.2.1.2 Outils de mesure :

Plusieurs outils ont été développés pour la mesure du rayonnement  $\gamma$  : compteur Geiger, chambre à ionisation, compteur à scintillation, ce dernier étant préférable pour son rendement (50 à 60%), sa dimension (10 cm) est la meilleure définition verticale des couches qu'il permet d'obtenir.

La réponse de l'outil est influencée par différents facteurs (vitesse d'enregistrement, condition du trou et de l'épaisseur du banc). Pour cela les abaques fournis par les unités de services permettent de corriger les mesures des effets qui peuvent être induits par ces facteurs.

#### 1.2.1.3. Application du GR standard (NGT)

La diagraphie de rayon gamma naturel standard sert à :

- Déterminer la lithologie, (argile, sels, minéraux lourds radioactifs)
- Estimer le pourcentage d'argile.
- A établir des corrélations entre les sondages et détecter les discordances.
- Identifier des niveaux argileux

### 1.2.2 Spectrométrie des rayonnements $\gamma$ naturels (NGS)

#### 1.2.2.1 Principe :

Le rayonnement gamma émis par les formations est dû à la désintégration des trois éléments les plus radioactifs (potassium, uranium et thorium) L'examen du spectre du rayonnement d'énergie  $\gamma$  de ces éléments (fig. I.5) fait apparaître que certains rayons  $\gamma$  sont caractérisés par leur énergie. Ainsi le potassium  $K^{40}_{19}$  se caractérise par un photon  $\gamma$  d'énergie égale à 1.46 MeV ( $Ar^{40}$ ). Le thorium  $Th^{232}_{90}$  par un photon  $\gamma$  d'énergie égale à 2.62 MeV ( $Ti^{208}$ ) et l'uranium  $U^{238}_{92}$  par un photon d'énergie égale à 1.76 MeV ( $Bi^{214}$ ).



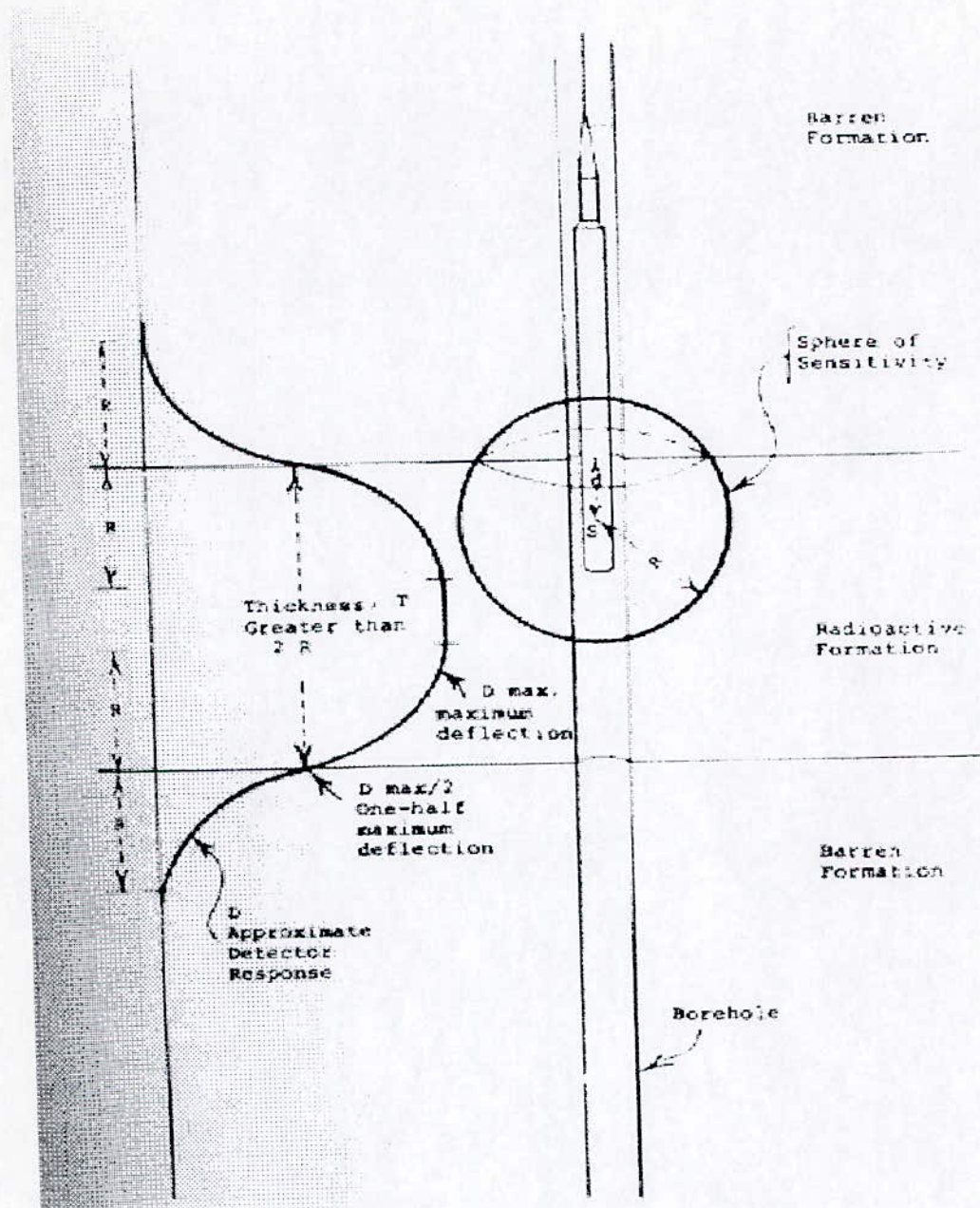
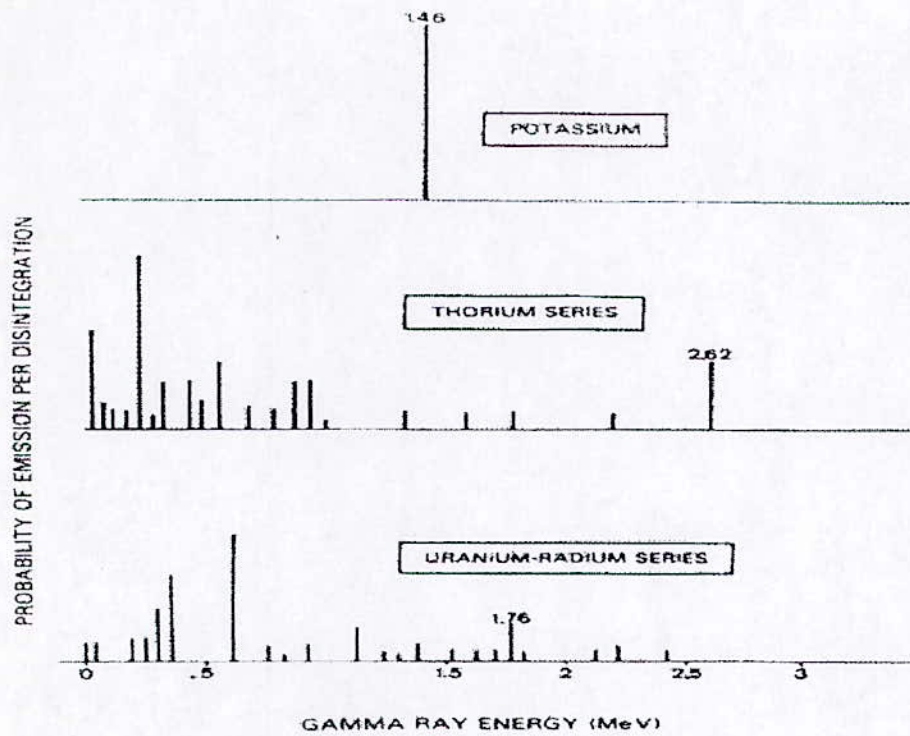
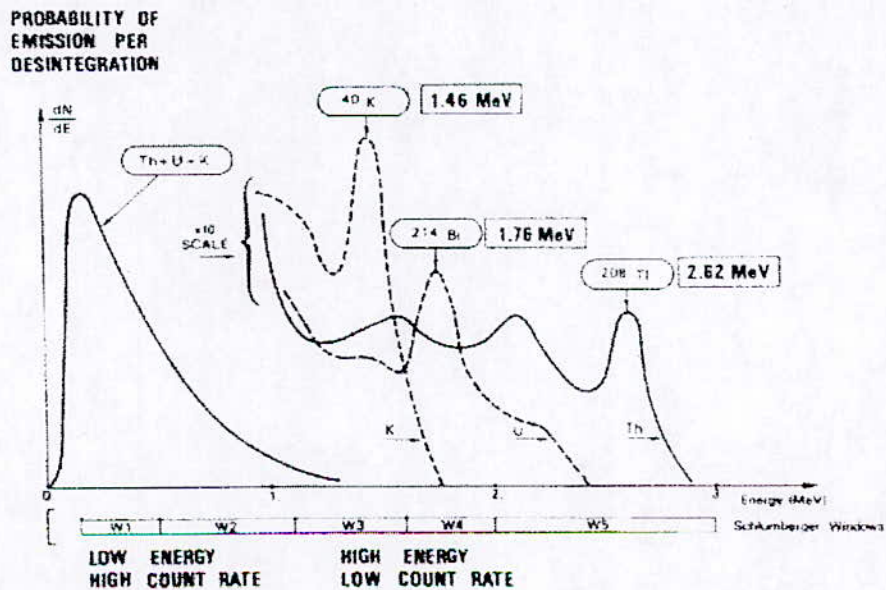


Figure I.4 : SCHEMA DE PRINCIPE ET REPENCE DU GAMMA RAY STANDARD (NGT)



**Figure I.5 : SPECTROMETRIES DES ELEMENTS RADIOACTIVES**



**Figure I.6 : COURBES DES REPENCES DES ELEMENTS K, Th, U**

### 1.2.2.2. Outil de mesure (NGS) :

La sonde NGS est munie d'un détecteur constitué par un cristal d'iodure de sodium activé au thallium. Il est couplé optiquement à un photomultiplicateur puis un amplificateur et un analyseur multi-canal (multi-fenêtre) complète le dispositif. Grâce à cet analyseur on peut mesurer le pourcentage de chaque élément radioactif (fig. I.6).

Le NGS peut mesurer la radioactivité due au thorium et au potassium seulement (CGR), ce qui permet d'éliminer l'effet des sels d'uranium.

Le spectromètre de rayon gamma est utilisé pour:

- La détermination de la lithologie
- L'étude minéralogique
- L'étude du milieu de dépôt
- L'évaluation de la quantité et du type d'argile.

## 1.3. Diagraphies de rayon gamma différé :

La radioactivité existe naturellement dans les roches, mais elle peut être aussi provoquée par un bombardement des atomes des éléments de la formation à l'aide d'une source spéciale qui provoque une émission de particules. Les diagraphies utilisant ce principe sont les diagraphies de neutron et de densité.

### 1.3.1 Diagraphie de densité (FDC, LDL)

#### 1.3.1.1 Principe :

La formation est soumise à un rayonnement  $\gamma$  émis par une source spéciale ( $\text{Co}^{60}$  ou  $\text{Cs}^{137}$ ). Les photons incidents entrent en collision avec la matière, et trois types d'interaction peuvent se produire, suivant l'énergie du photon incident.

- *Production de paires* (électron + positron) si l'énergie du rayon gamma incident est supérieure à 1.02 MeV ;
- Diffusion par *effet Compton*, qui se produit dans la totalité du spectre gamma et qui est utilisée dans la diagraphie de densité. L'importance de la diffusion *Compton* est liée au nombre d'électrons par unité de volume lui-même relié à la densité de la matière ;
- *Absorption photoélectrique* qui se produit pour les rayons gamma de faible énergie. Cette absorption dépend de l'énergie de liaison noyau-électron, elle-même liée au nombre atomique Z du noyau. Cette absorption est la base d'une autre diagraphie, le litholog.

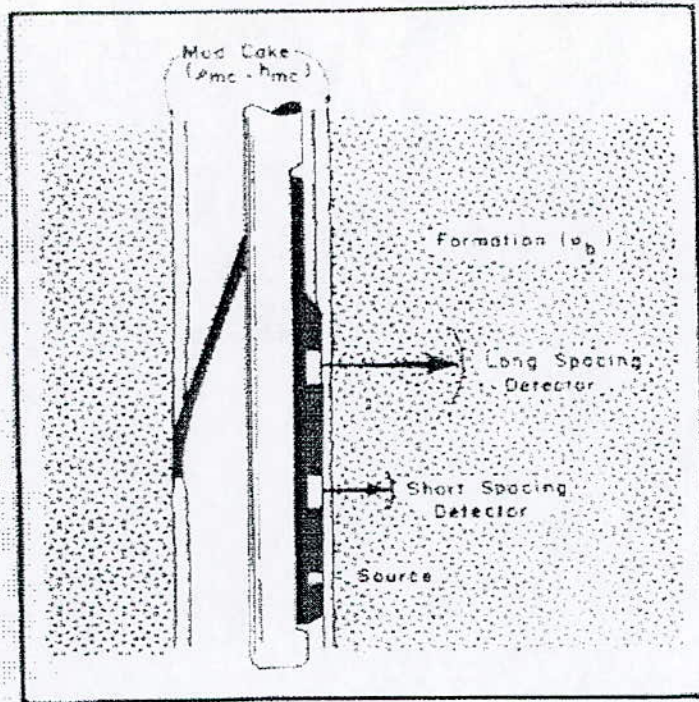


Figure I.7 : SCHEMA DE LA SONDE FDC

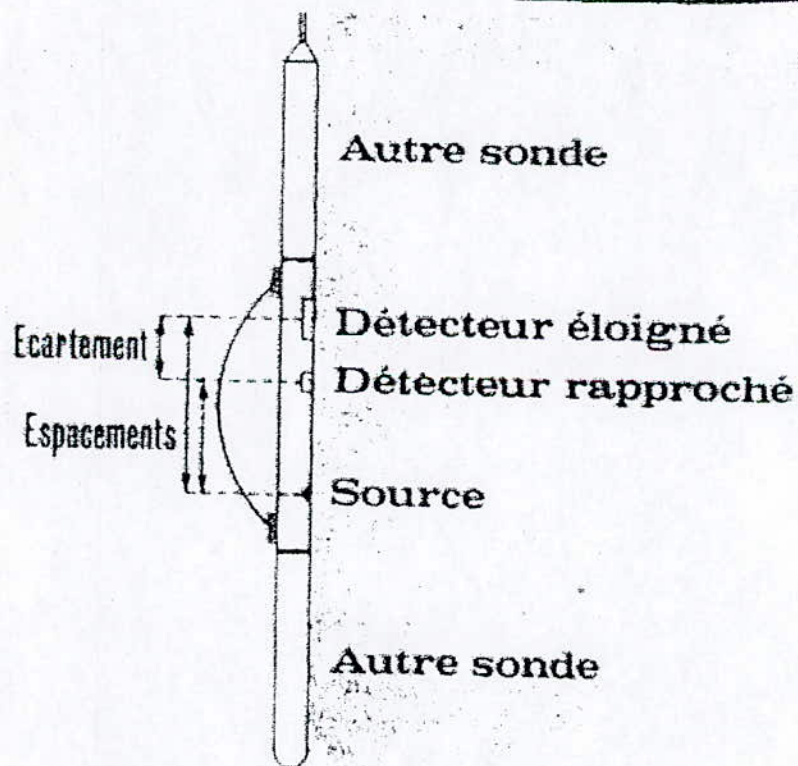


Figure I.8 : SCHEMA DE LA SONDE CNL

Suivant le type d'interaction, on peut avoir plusieurs types de diagraphies, et chacune est basée sur l'un des phénomènes produits.

### 1.3.1.2. Les outils de densité

Les outils les plus utilisés sont *le FDC le LDL* :

**A- Le FDC** : (formation density compensated) (fig.I.7).

Le principe de mesure de cet outil est basé sur l'effet Compton. A chaque collision le rayonnement  $\gamma$  perd une fraction de son énergie et continue son trajet avec une énergie moindre. Le nombre de rayons gamma atteignant le détecteur après la collision est une fonction de la densité des formations  $\rho_b$ .

La réponse de l'outil est fonction de la porosité de la formation, de la lithologie définie par  $\rho_{ma}$  (densité de la matrice) et de la nature des fluides présents dans les pores  $\rho_f$ .

$$\rho_b = (1-\phi) \rho_{ma} + \phi \rho_f$$

$\rho_b$  densité globale lue sur le diagramme

$\rho_{ma}$  densité des grains de la roche matricielle ;

$\rho_f$  densité du fluide interstitiel, généralement du filtrat de boue.

Le FDC est utilisé pour :

- Déterminer la porosité de densité  $\phi_D$
- Déterminer la lithologie
- Détecter le gaz dans les zones envahies.

**B- Le LDL** (litho density log)

Cette sonde correspond à une version développée de la sonde FDC. Elle mesure la densité des formations et l'indice d'absorption photoélectrique (pef) qui est lié au nombre atomique moyen des noyaux des atomes de la formation.

$$P_e = (Z_{eff})^{3.6} / 10$$

$Z_{eff}$  : est le nombre atomique effectif défini comme étant la moyenne du nombre atomique de tous les atomes du milieu considéré.

Cette mesure permet la détermination directe de la lithologie, l'identification de certains minéraux lourds et la détection des zones fracturées.

### 1.3.2. Diagraphie de neutrons :

#### 1.3.2.1. Principe

Des neutrons rapides (de haute énergie) sont émis soit par des sources radioactives spéciales, soit par des accélérateurs de particules.

Dans les deux cas, les neutrons rapides sont ralentis par collision avec les noyaux des atomes dont les plus efficaces sont les noyaux d'hydrogène.

Les neutrons lents (thermique) ainsi formés sont alors "capturés" par les atomes avec émission de rayons gamma de capture.

Comme la quantité d'hydrogène est proportionnelle à la porosité de la formation, il existe donc une relation directe entre la porosité de la formation est le nombre de compte du détecteur ( Count Per Second, cps ) :

$$\text{Cps} = f ( 1 / \Phi )$$

#### 1.3.2.2. Outil de mesure :CNL ( *Compensated Neutron Log* ) (figure - I.8- )

Cet outil comporte un émetteur (source de neutrons) et deux détecteurs. Ces derniers sont développés pour la mesure de la porosité.

Il est basé sur la mesure de la vitesse de décroissement du nombre de neutrons thermiques en fonction de la distance par rapport à la source.

La base de la mesure est le rapport des deux "CPS" des deux détecteurs. Les appareils de traitement convertissent ce rapport en porosité. Cette dernière est enregistrée avec une échelle linéaire sur le log CNL.

La réponse de l'outil est influencée par plusieurs facteurs tels que la vitesse d'enregistrement et le trou de sonde.

Cet outil sert à :

- La mesure de la porosité  $\phi_N$ .
- Différencier des zones à gaz de celles d'huile ou aquifère.
- Définir la lithologie et la porosité neutron densité  $\phi_{ND}$  avec la combinaison d'autres outils tel que le LDL.
- Etablir des corrélations entre sondages.

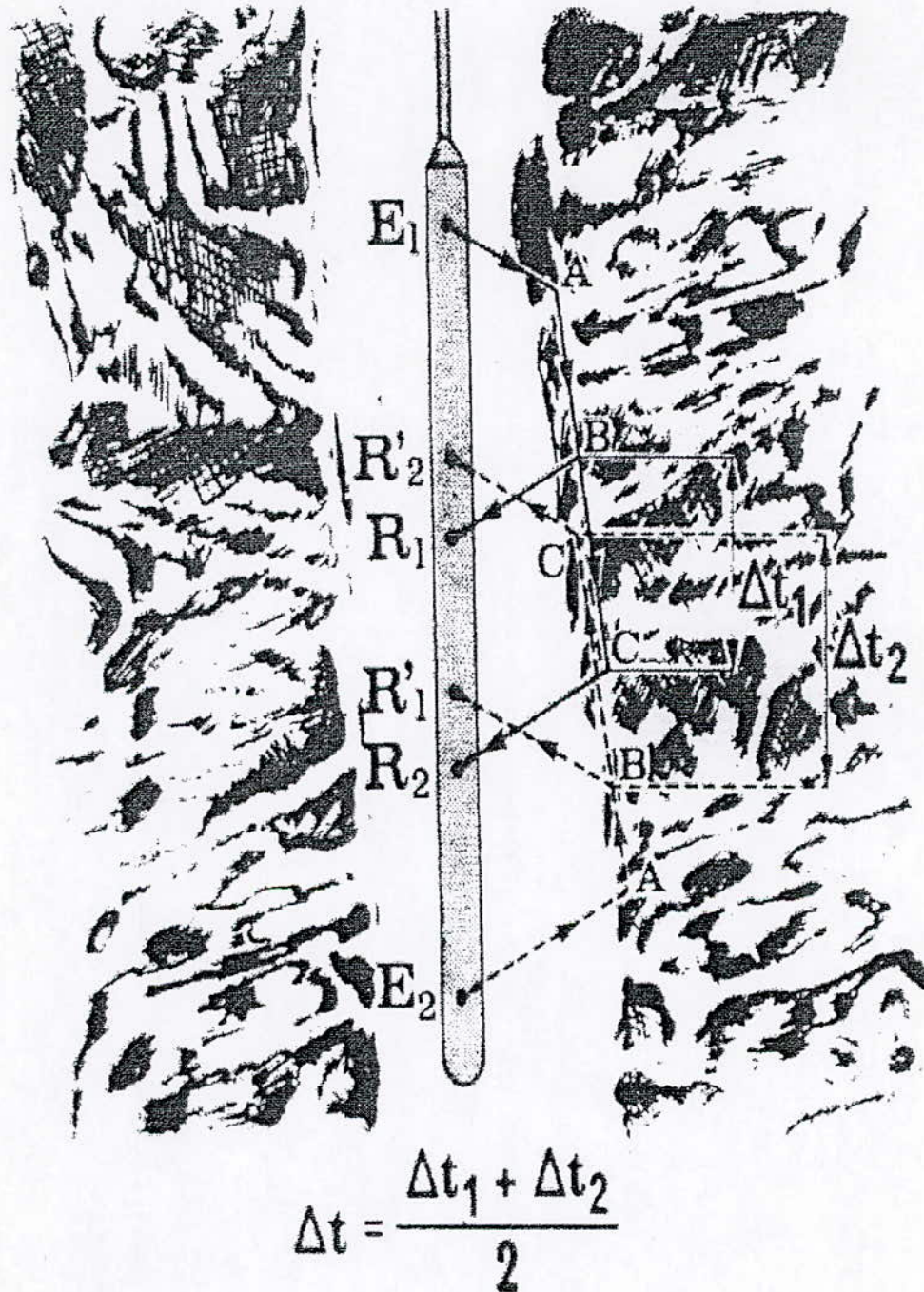


Figure I.9: SCHEMA DE LA SONDE BHC

## 2. Diagraphie sonique :

### 2.1 Principe :

Cette diagraphie enregistre le temps de parcours des ondes sonores dans les formations traversées par le sondage.

Le principe de l'outil est d'utiliser deux récepteurs afin de déduire une différence de temps  $\Delta T$  correspondant au parcours de l'onde réfractée entre les deux récepteurs ( fig. I.9).

Le premier récepteur enregistre un temps d'arrivée plus faible par rapport au second.

La différence des deux temps de premières arrivées aux deux récepteurs correspondra au temps de parcours des mêmes ondes dans la formation.

Whillie (1956) a proposé une relation empirique, basée sur de nombreux essais au laboratoire sur des *formations propres*. Cette relation permet de passer directement de la différence de temps ( $\Delta T$ ) de la formation à la porosité de la formation.

$$\Delta T_{lu} = \Delta T_f \phi_s + \Delta T_{ma} (1 - \phi_s)$$

c'est à dire  $\phi_s = (\Delta T_{lu} - \Delta T_{ma}) / (\Delta T_f - \Delta T_{ma})$

L'outil le plus récent utilisé dans ces diagraphies est la **sonde BHC** :

### 2.2 La sonde BHC (*Bore Hole Compensated*)

La sonde BHC (fig. I.9) est composée de deux émetteurs ( $E_1, E_2$ ), l'un situé en haut, l'autre en bas, et de quatre récepteurs couplés deux par deux avec chaque émetteur.

Les influences des caves et de l'inclinaison de l'axe de la sonde par rapport à celui du forage sont éliminées en faisant la moyenne des deux lectures.

On envoie le signal alternativement par l'émetteur  $E_1$  et  $E_2$  puis on enregistre alternativement les réponses par les couples  $R_1R'_1$  et  $R_2R'_2$ . On établit la moyenne de ces mesures.

### 2.3 Application du BHC

Les diagraphies soniques sont utilisées pour :

- La mesure de la porosité  $\phi_s$ .
- La mesure de la porosité secondaire dans les réservoirs carbonatés.
- La corrélation entre puits
- L'étude de la compaction
- La détermination de la nature du fluide, avec l'aide de d'autres dispositifs
- La détermination des paramètres d'élasticité
- La détermination de la porosité neutron sonique  $\phi_{NS}$  et la porosité densité sonique  $\phi_{DS}$ .





### 3. Les diagraphies électriques

Les diagraphies électriques sont des enregistrements des paramètres électriques : résistivité (conductivité) ou potentiel.

Les diagraphies de résistivité mesurent la résistivité, quant aux diagraphies du potentiel, elles mesurent le potentiel spontané.

#### 3.1. Les diagraphies de résistivité :

La résistivité est le premier paramètre qui a été mesuré. Elle varie entre 0.2 et 2000  $\Omega.m$  avec la porosité et la nature des fluides interstitiels. Par suite de l'invasion des couches par la boue de forage, la résistivité varie de l'intérieur du trou jusqu'à la zone vierge en passant par la zone lavée et la zone de transition (fig.I.10 ). Pour cela, plusieurs mesures sont réalisées, les unes influencées essentiellement par la zone vierge et les autres par la zone lavée.

La mesure de la résistivité de la formation sert à l'évaluation de la saturation. Elle peut être mesurée de différentes façons. Mais quel que soit l'outil utilisé, le principe fondamental de mesure reste le même : Un émetteur (électrode) envoie un signal (courant électrique ou champ électromagnétique). Un récepteur (électrode de mesure), situé à une certaine distance de la source (*espacement*) enregistre les réactions du terrain à ce signal.

Plus l'espacement est grand, plus l'investigation est profonde, mais plus la définition verticale diminue. Aussi doit-on jouer sur l'espacement pour obtenir la résistivité de la zone (lavée, transition, vierge) dont on souhaite la mesure.

C'est ainsi que selon l'espacement et donc la grandeur du rayon d'investigation on distinguera :

- Les macrodispositifs comprenant :

- La diagraphie électrique conventionnelle (ES) normale et latérale,
- La diagraphie d'induction (IL)
- Les latérologs (LL)
- Le spherically focused log (SFL)

Ils sont moins influencés par le trou. L'espacement est grand, donc l'investigation est grande. Ils donnent une lecture proche de la résistivité de la zone vierge  $R_t$ .

- Les microdispositifs :

- Le microlog (ML),
- Le microlatérolog (MLL),
- Le proximité-log (PL),

- Le micro-spherically focused log ( MSFL).

Les microdispositifs sont montés sur patins appliqués contre la paroi du trou. De ce fait, les lectures ne sont pratiquement pas affectées par le trou de sonde.

L'espacement étant faible, ils ont un rayon d'investigation très faible et de ce fait, ils lisent dans la zone lavée par le filtrat de boue. Ils donnent une lecture proche de la résistivité de la zone lavée  $R_{xo}$ .

La combinaison de ces différents dispositifs permet la mesure de la résistivité dans les différentes zones et du diamètre d'invasion.

### 3.1.2 Outils de diagraphie de résistivité les plus utilisés

Les diagraphies électriques les plus utilisées pour l'évaluation des paramètres pétrophysiques sont :

#### 3.1.2.1 Macrodispositifs focalisées :

Ces outils dont le principe repose sur la focalisation des courants d'émission sont de deux types :

- les latérologs
- les diagraphies à induction

#### A- Les latérologs :

On contraint le courant à pénétrer dans la formation suivant un fin pinceau de lignes de force parallèles en envoyant de part et d'autre un courant de focalisation à l'aide d'électrode de garde.

Il existe plusieurs types de latérologs:

- latérolog 3 (LL3)
- latérologs 7 (LL7)
- latérologs 8 (LL8)
- le double latérolog ( dual-latérolog DLL)

L'outil le plus récent utilisé pour l'évaluation des paramètres pétrophysiques est *le double latérolog (DLL)* :

La particularité de cet outil réside dans la mesure de deux résistivités, celle de la zone vierge et celle de la zone lavée. La sonde comprend une électrode centrale d'envoi de courant  $A_0$  et quatre paires d'électrodes  $M_1M_1'$ ,  $M_2M_2'$ ,  $A_1A_1'$ ,  $A_2A_2'$  placées symétriquement par rapport à  $A_0$  et respectivement court-circuitées entre elles

(fig.I.11)

Lorsqu'elle est employée pour une investigation courte (LLS), le retour du courant émis par  $A_1$  et  $A_1'$  se fait sur  $A_2$  et  $A_2'$ , ce qui limite la focalisation donc la profondeur d'investigation et donne  $R_i$ .

Lorsqu'elle est employée pour une grande investigation (LLd), le retour se fait en surface et donne  $R_s$ .

Les valeurs mesurées sont fonction de plusieurs paramètres :  $R_m$ ,  $D_h$ ,  $R_{x0}$ ,  $d_i$ ,  $R_s$ ,  $h$ ,  $R_t$ .

### B- Les outils à induction :

Les diagraphies à induction sont variées et basées sur le principe suivant:

On envoie dans une bobine émettrice (émetteur) un courant alternatif, le champ électromagnétique alternatif primaire qui en résulte, induit dans la formation un courant qui circule en anneaux coaxiaux à la sonde (courants de Foucault).

Ces courants, à leur tour, engendrent un champ électromagnétique secondaire mesuré dans une bobine réceptrice (récepteur). L'intensité des courants de Foucault de même que le champ électromagnétique secondaire sont fonction de la conductivité de la formation. (fig. I.12 -).

#### 3.1.2.2. Les micrologs focalisés

Les outils de micro résistivité sont utilisés pour mesurer la résistivité de la zone lavée ( $R_{x0}$ ) et délimiter les couches perméables.

Les réponses de ces outils contribuent aussi aux calculs des résistivités de la zone vierge  $R_t$  et permettent d'obtenir une indication sur la présence des différents fluides (saturation  $S_w$ ). Il existe plusieurs type de micrologs focalisés : micro-latérolog (MLL), log de proximité (PL) et l'outil à *micro focalisation sphérique* (micro-SFL).

L'outil micro-SFL est la sonde la plus utilisée, car elle peut être combinée au DLL et permet un gain de temps.

#### *\*diagraphie à micro focalisation sphérique:*( Micro Sphérique Focused log) :

Le dispositif est composé de quatre petites électrodes rectangulaires, disposées symétriquement de part et d'autre de l'électrode centrale  $A_0$  ( fig. I.13 - )

Un courant est émis de l'électrode centrale  $A_0$ . De  $A_1$ , un courant de focalisation est envoyé vers  $A_0$  de manière à satisfaire la relation:

$$VA_1 = VM_0 = VA_0 = Ve_1$$

Ce principe permet une focalisation sphérique du courant constant d'émission  $I_0$  qui est proportionnel à la conductivité de la couche balayée par la nappe du courant ( nappe sphérique).

Le micro-SFL est le plus utilisé car il peut être combiné avec d'autres outils tel que le DLL.

Cet outil possède un petit rayon d'investigation (2.5 cm entre récepteur et émetteur), ce qui permet le calcul de la résistivité de la zone envahie  $R_{x0}$ .

La mesure de chaque zone nécessite plusieurs outils, ce qui cause une grande perte de temps et d'argent. Un nouvel outil a été conçu réalisé (sonde AIT). Ce dernier permet des mesures de résistivité à différentes distances de la sonde dans la formation.

### 3.1.2.3. La sonde AIT ( Array Induction Tool ) :

C'est un outil d'imagerie qui voit la zone vierge à travers les irrégularités du trou de forage et le filtrat d'invasion.

Sa réponse correspond à la moyenne des résistivités lues dans plusieurs zones ou environnements de résistivité ( zone lavée, zone envahie, zone vierge).

Il peut fonctionner pour tous les types de fluides, y compris pour la boue à base d'huile. A l'aide de l'AIT, on peut avoir des images de l'invasion et des saturations, ce qui n'a jamais été observé avant l'introduction de cet outil.

### 3.1.3 Application des diagraphies à résistivité :

Les diagraphies de résistivité servent à :

- Mesurer la saturation
- Calculer la porosité à partir du facteur de formation dans les niveaux propres sans argile.

$$F = R_{x_0} / R_t = n / \Phi^m$$

- Calculer la résistivité de l'eau interstitielle
- Etablir des corrélations entre puits
- L'étude de la compaction
- Aux études sédimentologiques et lithologiques
- Déterminer l'épaisseur des bancs

## 3.2. Le potentiel spontané (PS)

En absence de tout courant ou de champ électromagnétique , il peut exister un potentiel naturel entre deux électrodes placées dans une formation.

### 3.2.1. Théorie et mesure de la polarisation spontanée :

Ce phénomène apparaît naturellement dans les sondages, au niveau des couches poreuses et perméables.

Il existe plusieurs sources de potentiel :

- Potentiel d'*électrofiltration*, du à la filtration du filtrat de la boue à travers un corps poreux.
- Potentiel de *membrane*, du à l'effet de membrane des argiles ou marnes.
- Potentiel de *diffusion* ( appelé parfois de jonction ), du aux différences de concentration des électrolytes en contact.

### 3.2.2. Mesure de la PS

La PS est obtenue par le jeu de deux électrodes, en plomb, l'une placée en surface dans un endroit mouillé (dans un bac à boue, fossé, trou dans le voisinage du camion, etc ), considéré comme une référence, et l'autre est descendue dans le sondage ( fig. I.14 ).

La courbe du potentiel est lue entre deux niveaux de référence limites :

- *ligne de base* : c'est le potentiel lu en face des argiles, ou il varie peu avec la profondeur.
- *ligne de sable propre\**( \*=formation gréseuse) : c'est le potentiel lu dans les conditions habituelles, il correspond au maximum d'une déflexion, qui se produit en face des sables.

Le potentiel mesuré est exprimé par la relation suivante :

$$PSS = -k \log R_{mfe} / R_{we} = -k \log R_{mf} / R_w$$

Avec k, constante dépendant de la température :

$$K = 61 + 0.133 T (°F)$$

Le diamètre du trou , la résistivité de la boue et l'épaisseur de la couche ont une grande influence sur la mesure de la PS. Pour cela, les compagnies de service proposent des abaques qui permettent de corriger les lectures de ces effets.

Ces potentiels créent des lignes de courant dans les terrains et dans la boue qui remplit le trou de sonde.

La répartition de ces courants et des potentiels qui en découlent, dépendent de la géométrie et de la résistivité de chaque zone.

### 3.2.3. Application de la PS

La diagraphie du potentiel spontané est utilisée dans :

- La délimitation des couches pour les corrélations.
- La détection des zones perméables
- La détection du changement de la salinité de l'eau de formation
- L'estimation du volume d'argile
- L'étude sédimentologique
- L'estimation de la résistivité de l'eau de formation.

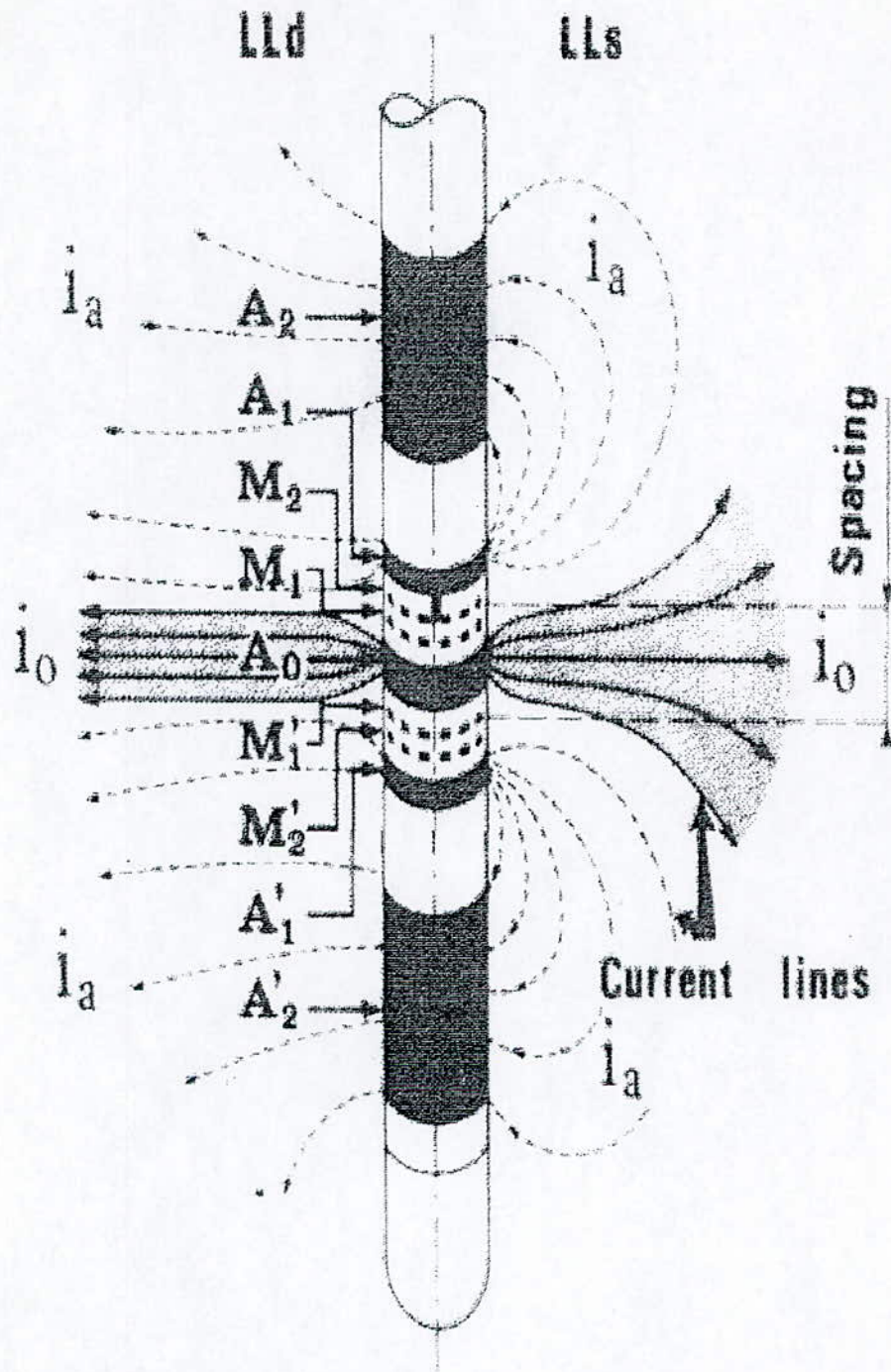


Figure I.11: SCHEMA DU DOUBLE LATEROLOG (DLL)

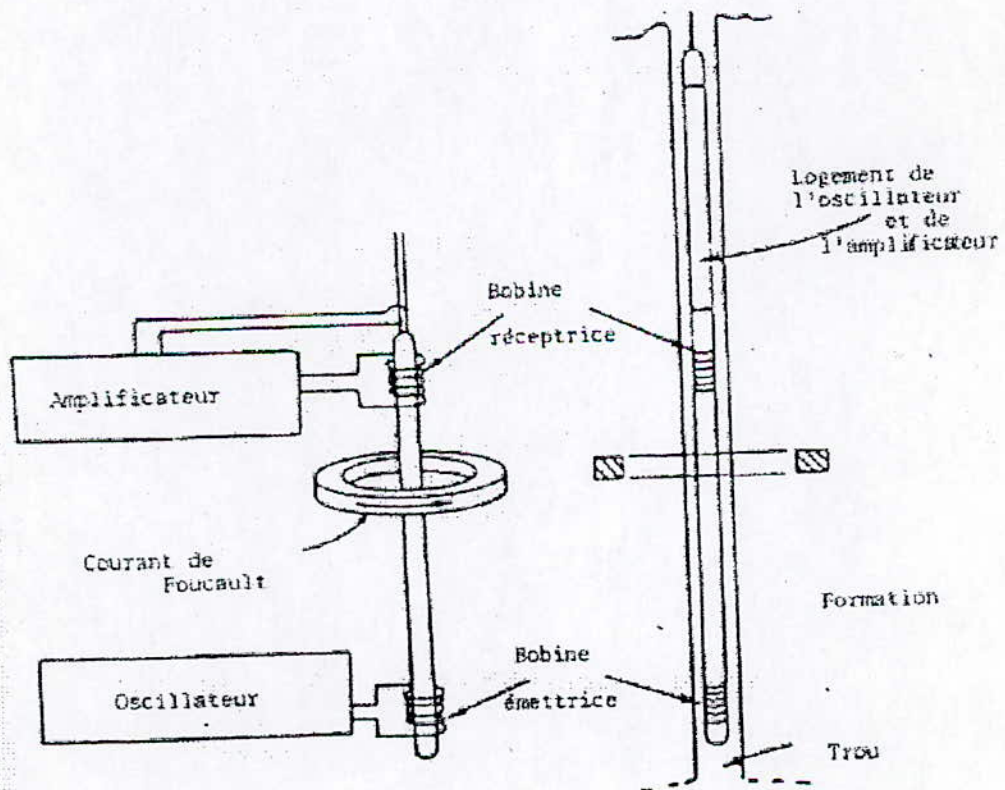
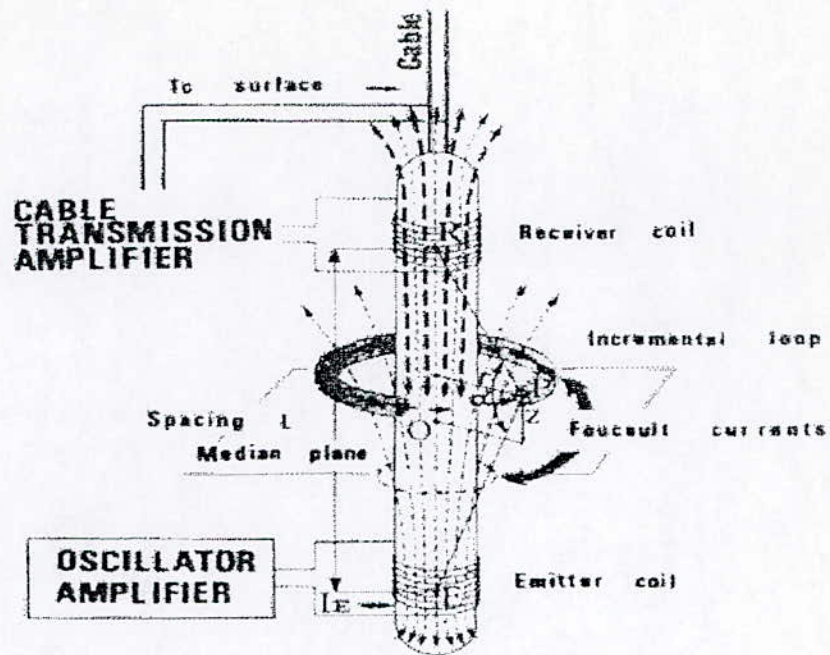


Figure I.12: SCHEMA DU PRINCIPE DES OUTILS A INDUCTION



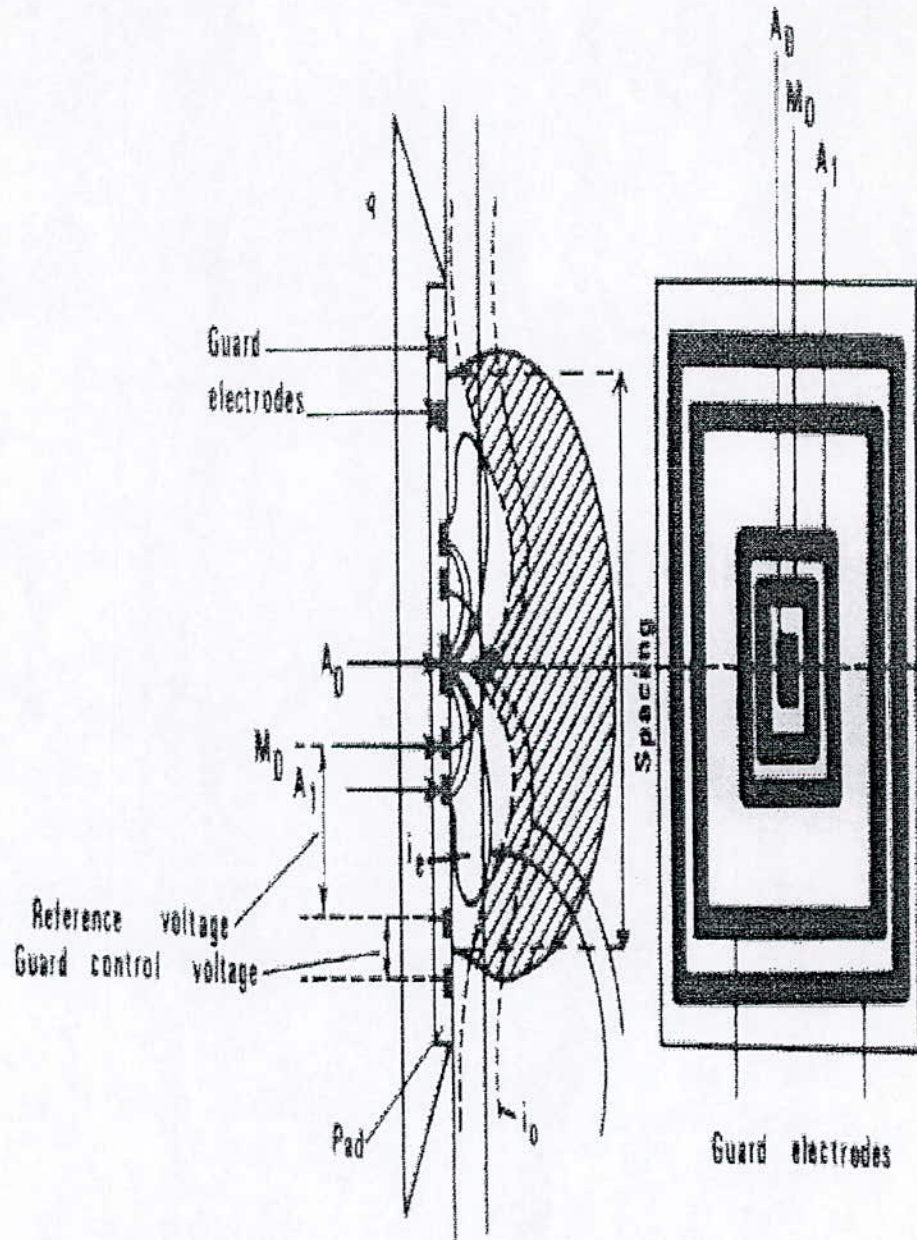


Figure I.13 : SCHEMA DE MSFL

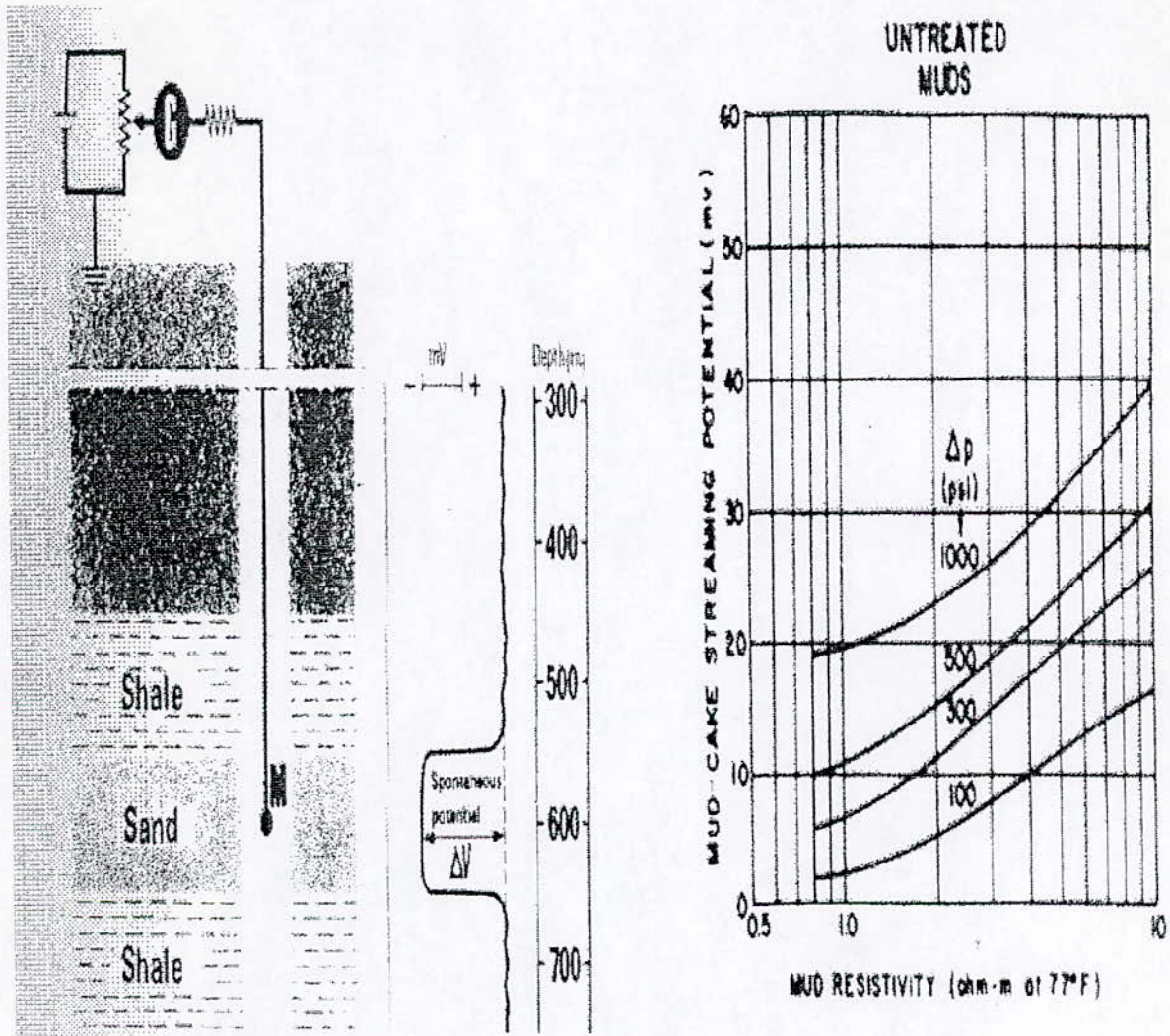


Figure 1.4: SCHEMA DE PRINCIPE DE LA PS

# **ANNEXE II**

**DETERMINATION DES  
PARAMETRES PETROPHYSIQUES**

Les techniques d'interprétation manuelle continuent à être utilisées avec les appareillages de mesure anciens. Avec les appareils modernes, des interprétations rapides ou simplifiées peuvent être faites sur le puits avec les méthodes du type " *Quick Louk* " ou " *CYBERLOOK* ". Au centre de calcul des programmes très performants fournissent des évaluations complètes et précises.

Dans notre étude, la détermination des paramètres est basée sur un travail manuel, en utilisant des abaques, des formules et des cross plot. Le travail automatique a été utilisé dans l'application des formules ou pour l'implantation des plots, du aux grands nombres de point de mesures ( les données ), grâce a des logiciels de calcul.

## 1.Rappels :

Les définitions ci dessous, sont celles rapportées par les diagraphistes.

### 1.1 Matrice :

La matrice rassemble les éléments solides constituant la roche ( grains et ciment ), à l'exception des argiles. Il existe trois types de matrice :

- La matrice simple : dont le grain et le ciment sont constitués d'un même minéral.
- La matrice complexe : les grains sont de différente composition minéralogique et/ou la nature du ciment est différente.
- La matrice propre : qui ne contient pas d'argile.

### 1.2 Les minéraux argileux :

Ce sont des phyllosilicates constitués de feuillets. On distingue les types suivants (tableaux II.1) :

Les principaux minéraux argileux présentent les structures suivantes (Encyclopaedia Universalis France S.A, 1995 ) :

- La kaolinite (figure II.1 ) : associe dans une feuille, une couche de tétraèdre à coeur de silicium et une couche d'octaèdres à cœur d'aluminium. le feuille est neutre. La formule chimique structurale est  $\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ .
- Les illites (figure II.1) : associent comme les mica, une couche octaédrique surtout alumineuse à deux couches tétraédriques surtout siliceuses. Mais les ion Al peuvent remplacer Si est des ions Mg et Fe peuvent remplacer Al. Les feuille n'est plus équilibré, et

Type	groupe	Sous groupe	Espèce
1:1	Serpentine, Kaolin ( $x \approx 0$ )	Serpentine (Tr) Kaolins (Di)	Chrysotile, antigorite, lizardite, berthierine, kaolinite, dickite, nacrite, halloysite.
	Talc, pyrophyllite ( $x \approx 0$ )	Talc (Tr) Pyrophyllite (Di)	
	Smectite ( $x \approx 0.2-0.6$ )	Tr Smectite Di Smectite	Saponite, hectorite, montmorillonite, beidellite, nontronite.
	Vermiculite ( $x \approx 0.6-0.9$ )	Tr Vermiculite Di Vermiculite	
	Illite ( $0.9 > x > 0.6$ )	Tr Illite Di Illite	
1:2	Mica ( $x \approx 2.0$ )	Tr Micas Di Micas	Biotite, Phlogopite, Lepidolite Muscovite, Paragonite
	brittle Micas	Di brittle Micas	Margarite
	Chlorite ( $x$ variable)	Tr, Tr Chlorites Di, Di Chlorites Di, Tr Chlorites Tr, Di Chlorite	Common, nom basé on Fe <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> Donbassite Sudoite, cookeite (Li)
1:3	Sépiolite, attapulgite ( $x$ variable)		Rubans varier

Tr = trioctaédrique et Di = dioctaédrique , x = unité de charge dans les formule

## CLASSIFICATION DES PHYLLOSILICATES DANS LES MINÉRAUX ARGILEAUX

**Tableau II.1 :**

Les argiles peuvent présenter les textures suivantes :

- Des argiles *laminées* : sous forme de dépôt en fines couches qui n'affectent ni la saturation, ni la perméabilité, ni la porosité utile.
- Des argiles *dispersées* : occupants partiellement les pores soit en les enduisants, soit en les adhérants ; la perméabilité, de ce fait, est considérablement diminuée.
- Des argiles *structurales* : sous forme de grains ou de nodules occupant ainsi la même place que les grains de la matrice ; leurs influences sur la perméabilité et la résistivité est similaire à celles des argiles dispersées, ceci à un degré moindre pour un même pourcentage.

### 1.3 Porosité

La porosité est la fraction du volume d'une roche non occupée par des éléments solides. Cette fraction peut être vide ou occupée par des fluides.

Il existe plusieurs types de porosité :

- **Porosité total** ( $\phi_T$ )

C'est le rapport du volume total des espaces vides qui existent entre les minéraux de la roche par rapport au volume total de la roche.

$$\phi_T = (V_T - V_s) / V_T$$

ou

$$\phi_T = V_P / V_T \cdot 100\%$$

telle que

$V_P$  : volume des espace vides

$V_S$  : volume occupé par des éléments solides

$V_T$  : volume total de la roche.

La porosité totale englobe :

- La porosité intragranulaire ou intracrystalline :

Elle correspond au volume des vides entre les particule, il s'agit de la *porosité primaire* ( $\phi_1$ ).

- La porosité effective ou utile ( $\phi_u$ ) :

Elle correspond au rapport du volume des pores qui sont reliés au volume total de l'échantillon.

- La porosité résiduelle : ( $\phi_{re}$ ) :

Elle est due aux seuls pores non reliés.

$$\phi_T = \phi_u + \phi_{re}.$$

- La porosité secondaire ( $\phi_s$ ):

Elle correspond au rapport du volume des vides, qui relie les pores et les vides causés par les fissures et les fractures, au volume total.

$$\phi_s = \phi_T - \phi_1$$

## 1.4 Fluides :

Les fluides constituent des corps non solides tout comme le gaz ou bien les liquides.

Les liquides sont représentés par leurs saturations, qui correspondent au rapport entre le volume d'un fluide donné et le volume du vide contenu dans une substance :

- saturation en hydrocarbure  $S_h$ ;
- saturation en eau dans la zone vierge  $S_w$ ;
- saturation irréductible  $S_{w\text{ irr}}$ .
- saturation en eau dans la zone lavée  $S_{w\text{ xo}}$ .

## 2. Détermination des paramètres pétrophysiques :

Les paramètres pétrophysiques peuvent être calculés directement à partir des données de logs de diagraphies en utilisant des abaques ou de formules appropriés ; ou bien indirectement, par le calcul d'autres paramètres.

### 2.1. Estimation du volume et des paramètres d'argile.

#### 2.1.1. Les paramètres d'argile

Les paramètres d'argile :  $(\phi_N)_{sh}$  ,  $R_{sh}$  ,  $(\rho_b)_{sh}$  ,  $(\Delta T)_{sh}$  sont nécessaires pour les corrections des porosités.

Ils sont estimés en choisissant des niveaux argileux, épais, moins cavés, situés dans les réservoirs ou les plus proches de ceux-ci

#### 2.1.2. Volume d'argile ( $V_{sh}$ )

De nombreuses méthodes ont été utilisées pour l'estimation du volume d'argile ( $V_{sh}$ ) en utilisant les données apportées par le GR ou le NGS après avoir été corrigées en utilisant l'abaque Por-7\* (,fig

II.26 Annexe II).

- *Méthode du Gamma Ray*

$$V_{sh} = 100\% (GR_{lu} - GR_{min}) / (GR_{max} - GR_{min})$$

Avec

$GR_{lu}$  : radioactivité du niveau analysé

$GR_{min}$  : radioactivité d'un niveau supposé le plus propre ( ou  $V_{sh}=0\%$ )

$GR_{max}$  : radioactivité d'un niveau supposé argileux ( ou  $V_{sh} = 100\%$ )

- *Méthode NGS*

Le volume d'argile est calculé par les formules suivantes

- A partir de la courbe thorium :

$$V_{sh} = 100\% (Th_{lu} - Th_{min}) / (Th_{max} - Th_{min})$$

- A partir de la courbe potassium :

$$V_{sh} = 100\% (K_{lu} - K_{min}) / (K_{max} - K_{min})$$

- A partir de la courbe uranium :

$$V_{sh} = 100\% (U_{lu} - U_{min}) / (U_{max} - U_{min})$$

- A partir de la courbe Th+k:

$$V_{sh} = 100\% (CGR_{lu} - CGR_{min}) / (CGR_{max} - CGR_{min})$$

- *Méthode du cross-plot Neutron-Densité*

Le cross plot neutron-densité permet l'estimation du volume d'argile  $V_{sh}$  et une approche de la distribution des argiles dans certaines conditions, telles que : les mauvaises conditions des parois du sondage et la présence d'hydrocarbures qui rendent impossible l'enregistrement de densité. Pour cela on apporte des corrections pour l'effet de gaz à partir de la densité des hydrocarbures, puis de la saturation. Pour cela on utilise l'abaque cp- 1c\* (fig II.3 , annexe III ).

Le volume d'argile est estimé par la valeur la plus petite trouvée.

## 2.2 Détermination des paramètres matriciels

### 2.2.1 Temps de parcours dans la matrice ( $\Delta T_{ma}$ )

Le paramètre  $\Delta T_{ma}$  est déterminé :



- soit à l'aide du cross-plot  $R_t = f(\Delta T)$  (plot  $S_w-15^*$ ) (fig II.28 annexe III) .

Après avoir porté les valeurs de la résistivité  $R_t$  en ordonnée et les valeurs du temps de parcours  $\Delta T$  en abscisse, on relie par une droite les points présentant des saturations importantes ( $S_w=100\%$ ).

L'intersection de cette droite  $S_w=100\%$  à caractère aquifère avec l'axe des abscisses donne la valeur du paramètre matriciel ( $\Delta T_{ma}$ ).

- soit à l'aide du MID PLOT. (cp-14\*).(fig II.2 annexe III).

### 2.2.2 Densité matricielle

- Le cross-plot  $R_t = f(\rho_{ma})$  ( $S_w-15^*$ ) (fig II.28 annexe III) .

permet de calculer la valeur de  $\rho_{ma}$  de la même façon que le paramètre matriciel  $\Delta T_{ma}$ .

## 2.3 Estimation et correction des porosités :

### 2.3.1 Détermination des porosités

- **Détermination de la porosité densité ( $\phi_D$ )**

L'outil LDL est très sensible aux caves, à la rugosité des parois du trou de sondage et à la présence de certains minéraux lourds.

La porosité dérivée de cet outil peut être donnée soit par l'abaque  $\text{por-5}^*$  ( fig II.12 annexe III ), soit par la formule suivante :

$$\phi_D = (\rho_{ma} - \rho_b) / (\rho_{ma} - \rho_f)$$

$\rho_{ma}$  : densité apparente de la matrice.

$\rho_b$  : densité lue sur log du niveau étudié.

$\rho_f$  : densité du fluide de forage.

- **Détermination de la porosité Neutron ( $\phi_N$ )**

L'outil CNL donne directement un enregistrement de la porosité sur une échelle linéaire. Cette échelle est calibrée pour une matrice calcaire. Pour cela des corrections doivent être faites sur les lectures pour une matrice gréseuse (avoir les données sur l'échelle des grès). Ces corrections varient entre 3.6 à 4.4%. Pour la correction de  $\Phi_N$  on utilise l'abaque  $\text{por-13b}^*$  ( fig II.30 annexe III ), soit par approximation en ajoutant 4% (rf. WEC 1979).

- **Détermination de la porosité Sonique ( $\phi_S$ )**

La porosité de l'outil BHC peut être donnée soit par l'abaque por-3 (fig II.13 annexe III), soit ar la formule suivante :

$$\phi_S = (\Delta T_{lu} - \Delta T_{ma}) / (\Delta T_f - \Delta T_{ma})$$

ou  $\Delta T_{lu}$  : temps de parcours lu sur le log en face du niveau étudié

$\Delta T_f$  : temps de parcours dans le fluide.

$\Delta T_{ma}$  : temps de parcours apparent de la matrice.

- **Détermination de la porosité par le cross-plot ( $\phi_N - \rho$ )**

L'utilisation de ce plot est recommandée dans le cas où les minéraux analysés présentent des volumes d'argile ( $V_{sh}$ ) assez élevés et une matrice variable et complexe.

Les différentes étapes suivies lors de l'utilisation de ce plot sont les suivantes (fig II.3 annexe III)

- On porte sur le plot le point argile C ( point clay) dont les coordonnées sont [  $(\phi_N)_{sh}$ ,  $(\rho_b)_{sh}$  ]
- Le point L correspond à la lecture du niveau étudié dont les coordonnées sont [  $\phi_N$ ,  $\rho_b$  ].
- L'intersection de la droite CL avec la courbe des grès donne  $\phi_{ND}$  non corrigé d'effet d'argile.
- On dessine des droites parallèles a OC et a la courbe des grès passant par le point L.
- L'intersection de la droite qui passe par L et parallèle a la droite OC avec la courbe des grès donne  $(\phi_{ND})_{cor}$ .
- L'intersection de la droite qui passe par L et parallèle a la courbe des grès avec la courbe des grès donne  $(V_{sh})_{ND}$

### 2.3.2 Correction des porosités :

Les porosités totales sont constituées de la porosité matricielle et de la porosité de l'argile ; par conséquent les lectures sont affectées par la présence de la fraction argileuse. On doit les corriger pour cet effet en utilisant les formules suivantes :

$$\phi_{DC} = \phi_{D\ lue} - \phi_{D\ sh} \cdot V_{sh}$$

$$\phi_{NC} = \phi_{D\ lue} - \phi_{N\ sh} \cdot V_{sh}$$

$$\phi_{SC} = \phi_{D\ lue} - \phi_{S\ sh} \cdot V_{sh}$$

avec :

$$\phi_{S sh} = (\Delta T_{sh} - \Delta T_{ma}) / (\Delta T_f - \Delta T_{ma})$$

$$\phi_{D sh} = (\rho_{ma} - \rho_{b sh}) / (\rho_{ma} - \rho_f)$$

$\phi_{N sh}$  est déterminé directement sur log + 4%.

$\Delta T_{sh}$ ,  $\rho_{sh}$  et  $\phi_{N sh}$  correspond a un banc argileux choisi épais et non cavé, dans le réservoir ou près du réservoir.

## 2.4 Détermination du facteur de formation

Ce facteur est donnée par la relation empirique suivante :

$$F = (a) / \phi_u^m$$

Avec

a : coefficient, dépend de la matrice de la roche

m : facteur de cimentation variant avec le degré de la consolidation de la roche.

$\phi_u$  : porosité utile.

Le choix de la valeur du facteur de cimentation est basé sur la lithologie et le type de ciment des formations interprétées.

$F = 0.62 / \phi^{2.15}$  pour les grès moyennement consolidé ( formule de Humble)

$F = 1/\phi^2$  pour les formation quartzitiques ( dures, compactes)

En plus de ces relations, la méthode de picket ( $\log R_t - \log \phi$ ) est utilisée pour l'estimation du facteur de cimentation (m).

## 2.5 Estimation de la température de la formation

L'abaque Gen-6\* ( fig II.1 annexe III ) permet de tracer le gradient de température à une profondeur donnée. Cette estimation est nécessaire pour le calcul de  $R_w$ .

## 2.6 Estimation de la résistivité :

La résistivité est l'opposition d'une substance au passage du courant électrique. Les résistivités sont données en [ohm.m] [ $\Omega$ .m]. on distingue plusieurs résistivité :

- $R_w$  : Résistivité de l'eau de formation

- $R_m$  : Résistivité de la boue
- $R_{mc}$  : Résistivité du mud-cake (gâteau de boue)
- $R_{mf}$  : Résistivité du filtrat de boue
- $R_t$  : Résistivité de la formation dans la zone vierge
- $R_i$  : Résistivité de la formation dans la zone intermédiaire (transition)
- $R_{xo}$  : Résistivité de la formation dans la zone lavée
- $R_{sh}$  : Résistivité des argiles

### 2.6.1 Détermination de la résistivité de l'eau de formation :

La connaissance de la résistivité de l'eau de formation est indispensable pour le calcul de la saturation en eau ( $S_w$ ).

Cette résistivité a été estimée :

- **à partir de la salinité de l'eau de formation** récupérée durant les tests, en tenant compte de sa variation en fonction de la température des formations. L'abaque Gen-9\* (fig II.4 annexe III) est utilisé pour le calcul de la résistivité
- **à partir de la PS** : la méthode est la suivante
  - *pour un réservoir non argileux*, la déflexion de la PS est la suivante :

$$\text{Avec} \quad \begin{aligned} \text{PSS} &= -Kc \log ( R_{mfe} / R_{we} ) \\ Kc &= 61 + 0.133 T (^\circ \text{F}). \end{aligned}$$

Le cheminement normal pour évaluer  $R_w$  à partir d'une valeur de la PS est le suivant :

- i. évaluer le facteur de correction  $f$  à partir de l'épaisseur de la couche est le rapport  $R_i / R_m$ .
- ii. corriger la PS en PSS :  $\text{PSS} = \text{PS} \cdot f$
- iii. convertir  $R_{mf}$  en  $R_{mfe}$  :

si la valeur de  $R_{mf}$ , à la température de la formation, est telle que

$$R_{mf} \geq 0.13 \Omega.m \Rightarrow R_{mfe} = R_{mf}.$$

Si la valeur de  $R_{mf} < 0.13 \Omega.m$ , on doit corriger  $R_{mf}$  en  $R_{mfe}$ , à l'aide de l'abaque SP-2, connaissant la température de la formation.

- iv. Calculer le rapport ( $R_{mfe} / R_{we}$ ),
- v. Déduire la valeur de  $R_{we}$  (elle peut être déduite directement de  $E_{pss}$  par l'abaque SP-1\* (figure II.5 annexe III)).

vi. Evaluer  $R_w$  à partir de  $R_{we}$  à partir de l'abaque SP-2\* (fig II.6 annexe III).

- Pour un réservoir argileux, les déflexions de la PS seront fonction du pourcentage d'argile  $V_{sh}$ .

La correction de la PS en PSS sera donnée par

$$PSS / PS = \alpha$$

Avec  $\alpha = 1 - V_{sh}$ ,  $\alpha$  étant le coefficient de réduction de La PS.

L'utilisation de la formule  $PSS = -Kc \log ( R_{mfe} / R_{we} )$  ou l'abaque SP-1\* (fig II.25 annexe III )

nous permet d'avoir  $R_{we}$  qui sera transformée en  $R_w$  par l'abaque SP-2\* (fig II.6 annexe III).

- Pour un réservoir aquifère, à saturation en eau de formation  $S_w = 100\%$  et à partir de la relation  $R_o = F \cdot R_w$ ,

$$D'ou R_w = R_o / F$$

Avec  $F$  : le facteur de formation.

$R_o$  : la résistivité profonde ( $R_o = R_{LLd}$ )

- à partir du plot résistivité-porosité ( $\log R_t - \log \phi_D$ )

la représentation de la variation de la résistivité  $R_t$  en fonction de la porosité  $\phi$  permet d'estimer  $R_w$ .

elle consiste à utiliser la relation d'Archie :

$$R_t = F R_w / S_w^2$$

On pose  $R_w / S_w^2 = R_{wa}$  et  $F = 1 / \phi^m$

Et on a

$$R_t = R_{wa} / \phi^m$$

En passant au logarithme, on obtient :

$$\log R_t = -m \log \phi + \log R_{wa} .$$

Les points à saturation en  $S_w = 100\%$ , s'alignent sur une droite de pente  $m$ . l'intersection de cette droite avec la droite  $\log \phi = 0$ , correspond au point  $\log R_{wa} = \log R_w$ .

### 2.6.2. Détermination de la résistivité du filtrat de boue $R_{mf}$ .

la détermination de  $R_{mf}$  peut se faire avec deux méthodes :

- *méthode directe* :

à l'aide du résistivimètre, on mesure la résistivité sur un échantillon de boue, et au même temps on prélève la température de la boue.  $R_{mf}$  est reliée à la résistivité de la boue ( à une certaine température ) par la formule suivante :

$$R_{mf} = Km \cdot R_m \cdot 1.07$$

Telle que :

$K_m$  : varie suivant la boue utilisée, entre [0.35,0.847].

$R_m$  : résistivité de la boue a la même température de la formation.

Pour une boue à prédominance NaCl  $R_{mf} = 0.75 R_m$  .

- Détermination de  $R_{mf}$  à partir des diagraphies :

Elle s'établit a partir de la relation d'Archie :

$$R_{xo} = F \cdot R_{mf} / S_{xo}^2$$

d'ou

$$R_{mf} = R_{xo} \cdot S_{xo}^2 / F$$

### 2.6.3 Détermination de la résistivité de la zone vierge ( $R_t$ ):

$R_t$  est le paramètre de base pour la détermination de la saturation en eau dans les hydrocarbures.

La détermination de  $R_t$  dépend de l'outil utilisé :

- Si les mesures de résistivité on été effectuées à l'aide d'une sonde AIT,  $R_t$  est donnée directement sur log. Cette sonde permet aussi l'obtention de la résistivité de la zone lavée  $R_{xo}$  ainsi que la résistivité de la zone de transition  $R_i$
- Si les mesures on été effectuées à l'aide d'une combinaison de trois outils de différentes profondeurs d'investigation, on peut calculer  $R_t$ ,  $R_{xo}$ , et le diamètre d'invasion. Cela après correction des données prélevées sur log à l'aide d'abaques appropriées :
  - Abaque  $R_{int-9}$  dans le cas du DLL-MSFL ( fig II.7 annexe III )
  - Abaque  $R_{int-2c}$  dans le cas du DIL-SFL ( fig II.8 annexe III )
  - Abaque  $R_{cor-2b}$  pour la correction des effets du mud cake et du trou dans le cas du DLL ( fig II.9 annexe III )
  - Abaque  $R_{xo-3}$  pour la correction des effets du trou dans le cas du MSFL (fig II.10 annexe III ).
  - Abaque  $R_{cor-1}$  pour la correction des effets du trou pour le SFL (fig II.11 annexe III).

On utilise les abaques :

- $R_{int-9}$  dans le cas du DLL-MSFL.
- $R_{int-2c}$  dans le cas du DIL-SFL

qui nous permettrons la détermination directe de  $R_t$ ,  $R_{xo}$ ,  $R_i$  et  $d_i$  .

Ces dernières paramètres permettrons d'avoir saturation en eau de la zone vierge et de la zone lavée ( $S_w$ ,  $S_{xo}$ ), ainsi que la saturation en hydrocarbure dans la zone vierge  $S_h$  et la saturation en hydrocarbures mobiles  $S_{hm}$ .

Le choix des outils de résistivité s'effectue en fonction des valeurs de la porosité, de la résistivité de l'eau de formation ( $R_w$ ) et de la résistivité du filtrat de boue ( $R_{mf}$ ).

La figure (II.29 annexe III) délimite les domaines où les outils d'induction sont préférables aux latérologs

## 2.7 Détermination des saturations

La relation d'Archie qui relie  $F$  à la porosité  $\phi$  et la saturation  $S_w$  s'exprime par :

$$(S_w)^n = F \cdot R_w / R_T$$

Avec

$$F = a / \phi^m$$

Selon la relation d'Archie  $a$ ,  $n$  et  $m$  varie en fonction, d'une part, de la taille et de la distribution des grains, et, d'autre part, de la complexité des formations compactes.

Nous prendrons comme référence les valeurs de Humble, c'est-à-dire

- $a = 0.62$  et  $m = 2.15$ , pour les sables non consolidés.
- $a = 0.81$  et  $m = 2$ , pour les formations gréseuses ou carbonatées de faible porosité
- $a = 1$  et  $m = 2$  pour les carbonates à porosité moyenne .
- pour les calcaires à faible porosité, Shell a trouvé pour  $m$  une relation qui dépend de la porosité suivante :  $m = 1.87 - (0.019/\phi)$  ( Bedjaoui.c,1997).
- $m$  est compris entre  $[1.3, 1.4]$  pour les formations compactes fracturées.

Les paramètres  $m$  et  $n$  peuvent être déterminés à partir des mesures faites au laboratoire sur des échantillons de roche.

### 2.7.2 Détermination de la saturation en eau de formation ( $S_w$ )

La valeur de  $S_w$  est assez variable : à titre d'exemple, la présence d'argile dans les réservoirs réduit la résistivité  $R_t$  dans une formation à hydrocarbures, d'où une surestimation de la saturation en eau ( $S_w$ ).

Dans le cas des formations propres, la formule d'Archie est appliquée pour le calcul de  $S_w$  .

$$\begin{aligned} (S_w)^n &= F \cdot R_w / R_t \quad \text{pour une zone vierge} \\ (S_{xo})^n &= F \cdot R_{mf} / R_{xo} \quad \text{pour une zone lavée} \end{aligned}$$

où  $n$  est la mouillabilité de l'eau

pour  $n = 2$  et  $F = 0.62 / \phi^{2.15}$ , l'abaque  $Sw-1^*$  ( fig II.14 annexe III) traduit la relation d'Archie et permet d'avoir la saturation en eau  $S_w$ , sans le calcul du facteur de formation  $F$ .

Dans le cas des formations argileuses, on utilise la relation de Simandoux modifiée (R.Desbrandes 1982 ).

$$1/R_t = (V_{sh} / R_{sh}) S_w + (\phi^m S_w^n) / a (1-V_{sh}) R_w$$

Avec  $n=2$  mouillabilité de l'eau

En remplaçant  $m$ ,  $a$  et  $n$  par leur valeurs,  $S_w$  est calculée par la simple résolution d'une équation du second degré.

La nature des argiles influe sur le calcul de la saturation. Ceci dû à la disposition des cristaux argileux. Pour cela on trouve plusieurs formules pour le calcul de la saturation suivant la nature d'argile.

- *Argiles laminées :*

$$\frac{1}{R_t} = \frac{V_{sh}}{R_{sh}} + \frac{1 - V_{sh}}{R_{sd}}$$

- $V_{sh}$  : volume d'argile
- $R_{sh}$  : résistivité de l'argile laminée
- $R_{sd}$  : résistivité de la formation propre.

La relation d'Archie permet de lier  $R_{sd}$  aux paramètres  $F_{sd}$ ,  $R_w$  et  $S_w$

$$R_{sd} = F_{sd} \cdot \frac{R_w}{(S_w)^n} \quad \text{avec} \quad F_{sd} = \frac{a}{(\Phi_{sd})^m}$$

d'où

$$\frac{1}{R_t} = \frac{V_{sh}}{R_{sd}} + (1-V_{sh}) \frac{(\Phi_{sd})^m (S_w)^n}{a R_w}$$

- *Argiles dispersées*

On utilise l'équation de Witte :



$$S_w = \frac{\left[ \frac{a R_w}{(\Phi_{im})^2 R_t} + \rho \frac{(R_{shd} - R_w)^{1/2}}{2 \cdot R_{shd}} \right] - \rho \frac{(R_{shd} + R_w)}{2 \cdot R_{shd}}}{1 - \rho}$$

- $\rho$  : densité
- $\Phi_{im}$  : fraction de la porosité intermatricielle occupé par les argiles dispersées
- $R_{shd}$  : résistivité des argiles dispersées.

- *Argiles totales :*

La relation de Simandoux modifiée est :

$$\frac{1}{R_t} = \frac{V_{sh} S_w}{R_{sd}} + \frac{\Phi^m S_w^2}{a (1 - V_{sh}) R_w}$$

La formule d'Indonésie est la suivante :

$$\frac{1}{(R_t)^{1/2}} = \left( \frac{V_{sh}}{(R_{sh})^{1/2}} + \frac{\Phi^{m/2}}{(a)^{1/2} R_w} \right) S_w^{n/2}$$

Ces formules, remarquons-le, s'appliquent à la zone vierge ; pour la zone lavées, nous procéderont par analogie en remplaçant les paramètres de la zone vierge par ceux de la zone lavée.

### 2.7.3 Détermination de la saturation en hydrocarbures :

la saturation en hydrocarbures  $S_h$  est le rapport entre le volume occupé par les hydrocarbures et le volume des pores.

La fraction d'hydrocarbures, qui ne peut pas être extraite, représente la saturation en hydrocarbures résiduels  $S_{hr}$ .

La différence entre la saturation en hydrocarbures et celle en hydrocarbures résiduels s'intitule la saturation en hydrocarbures mobiles  $S_{hm}$ .

Donc :

$$S_{hm} = S_h - S_{hr}$$

Or

$$S_h = 1 - S_w \quad \text{et} \quad S_{hr} = 1 - S_{x0}$$

On obtient :

$$S_{hm} = S_{x0} - S_w .$$

### 2.7.5 La saturation irréductible $S_{irr}$ :

la saturation irréductible est le rapport entre le volume occupé par l'eau immobile (intragranulaire ou intracristalline) et le volume totale des vides. Elle est spécifique pour une région.

### 2.7.6 Le choix des relations pour le calcul de $S_w$ .

La comparaison des résultats de saturations en eau données à partir des différentes méthodes appliquées aux formations argileuses permet de retenir la méthode la plus plausible.

Le graphique  $V_{sh} - S_w$  ( fig II.15 annexe III ) permet de retenir les relations adaptées au réservoir étudié.

Sur le graphique, la saturation est portée en abscisse et le  $V_{sh}$  en ordonnée.

Si les points sont compris à l'intérieur du triangle délimité par la droite  $S_w=100\%$  et la diagonale (  $V_{sh}=0\%$  ,  $V_{sh}=100\%$  ) la méthode est adoptée.

Dans le cas où les points se situent hors du triangle, la relation appliquée n'est plus adéquate.

## 2.8 Estimation de la perméabilité

la perméabilité correspond à l'aptitude des roches à laisser circuler les fluides contenus dans ces pores ; elle est notée K et exprimée en Darcy. La perméabilité calculée est la perméabilité horizontale qui est plus importante que la perméabilité verticale. Elle est fonction de la porosité utile et de la saturation en eau irréductible  $S_{irr}$  .

La valeur de K a été estimée à partir de la formule (Wyllie et Rose,1950) :

$$K^{1/2} = 250 \phi^3 / S_{wir}$$

Avec K : perméabilité (md)

$\phi$  : porosité utile

$S_{wir}$  : saturation en eau irréductible ( elle est calculée à partir du plot  $\phi-S_w$  de la charte Schlumberger )

La perméabilité peut être estimée, aussi par l'abaque K-3\* ( fig II.16 annexe III ), qui représente le graphique de la formule précédente.

### 3. Détermination de la minéralogie et la lithologie des formations :

Les études minéralogiques et lithologiques sont nécessaires pour une évaluation pétrophysiques. Ces études indiquent des anomalies présents dans la formation.

#### 3.1 Acquisition des données ( découpage ) :

Les enregistrements sont apportés sous forme de log avec toutes les données disponibles, citons : les coordonnées, l'échelle, 'section repeat ', données de boue et les calibrations a la fin du log (fig II.32 annexe III).

Avant chaque prise de données, il faut vérifier le calibrage de l'outil par les calibrations et l'enregistrement par la section repeat. Après avoir effectué le contrôle des logs, on procède à la prise des données en respectant l'échelle donnée.

La lecture des enregistrements peut se faire de deux manières :

##### 3.1.1. Le découpage manuel :

Le découpage (lecture) s'effectue directement sur log. Où pour chaque pic on prend le maximum, le minimum et le milieu. Pour une meilleure représentation des logs, on prend les lectures chaque 0.2 m.

##### 3.1.2. Le découpage automatique :

Le découpage automatique s'effectue à l'aide d'une machine, qui transformera les graphes des logs en données. Avec un certain intervalle injecté à la machine au début.

Le découpage nous a permis d'avoir des données, qui vont être utilisées pour les différents plots ainsi que pour le calcul des paramètres pétrophysiques.

##### 3.2.3. Les plots :

Les plots sont des abaques sur lesquels on projette des points de coordonnées X,Y. ces coordonnées représentent les différentes données présent à partir des log.

Il existe plusieurs types de plot qui varie suivant les paramètres utilisés.

Les diagraphies de densité ( FDC et le LDL ), sonique (CNL) et le sonique (BHC) permettent la détermination de la minéralogie et la lithologie.

**3.2.3.1 Détermination de la lithologie**

pour la détermination de la lithologie, plusieurs abaques sont proposés, selon les paramètres enregistrés.

Il existe plusieurs, parmi c'est plot on trouve :

- Le cross plot densité-neutron : abaque CP-1c\* (fig II.3 annexe III)
- Le cross plot neutron-sonique : abaque CP-2c\* (fig II.17 annexe III)
- Le cross plot densité-sonique : abaque CP-7\* (fig II.18 annexe III)
- Le cross plot Pe-densité : abaque CP-17\* (fig II.24 annexe III)

**3.2.3.2. Détermination de la minéralogie.**

Plusieurs plots sont conçus par les sociétés de services pour la détermination de la minéralogie de la formation. On trouve :

- Le M-N plot :

Se plot est très utile pour la détermination de la minéralogie de la formation. On calcule les coordonnées des points M et N par les relation suivantes :

$$M = (\Delta T_f - \Delta T_{lu}) / (\rho_{b lu} - \rho_f) \cdot 0.01$$

$$N = (\phi_{N f} - \phi_{N lu}) / (\rho_{b lu} - \rho_f)$$

On plot sur l'abaque cp-8\* (fig II.19 annexe III) . Et on détermine les différents minéraux composants la formation. Ce plot est très important car il ne dépend pas de la porosité ( la porosité estimée ).

- Le MID plot ( fig II.2 annexe III):

Le MID plot utilise la densité apparente de la matrice  $\rho_{maa}$ , calculée à partir de l'abaque cp-14 ( fig II.20 annexe III ), et le temps de parcourt des vitesses des ondes sonores  $\Delta T_{maa}$  calculé à partir du même plot.

Ce plot permet la détermination de la minéralogie constituant la matrice de la formation.

- Le Cross plot section volumitrique de capture ( $U_{maa}$ ) et la densité apparente de la matrice ( $\rho_{maa}$ ) :

On plot sur l'abaque CP-21\* ( fig II.21 annexe III ) les points de coordonnées ( $U_{maa}$ ) et ( $\rho_{maa}$ ) et en déduit la minéralogie de la matrice avec le pourcentage de chaque élément ainsi que l'influence des

sels, des minéraux lourds et des gaz. La section volumétrique de capture est calculée à partir de l'abaque cp-20\* (fig II.22 annexe III)

- Le cross plot section de capture photoélectrique Pe et le pourcentage de potassium K.

On plot sur l'abaque cp-18 ( fig II.23.a annexe III ) les points de coordonnées Pe, K. on déduit les minéraux argileux existants.

- Le cross plot Pe et le rapport Th/K :

On calcule le rapport Th/K puis on plot les points de coordonnées Pe, Th/K sur l'abaque cp-18 (fig II.23.b annexe III ), on déduit en suite les minéraux argileux composant la formation.

- Le cross plot Th ,K

On plot sur un abaque\* ( fig II.27 annexe III ) les points de coordonnées Th , K. Ce plot est très intéressant, car il permet de déterminer la minéralogie ainsi que les intercalation.

Ainsi on peut varier les différents paramètres, et suivant les caractéristiques des différents minéraux ( tab II.1) on peut déterminer la lithologie et la minéralogie de la matrice constituant la formation traversée par le sondage.

**ANNEXE III**

**ABAQUES SCHLUMBERGER**

### CORRECTION DU GAMMA-RAY DES EFFETS DU TROU

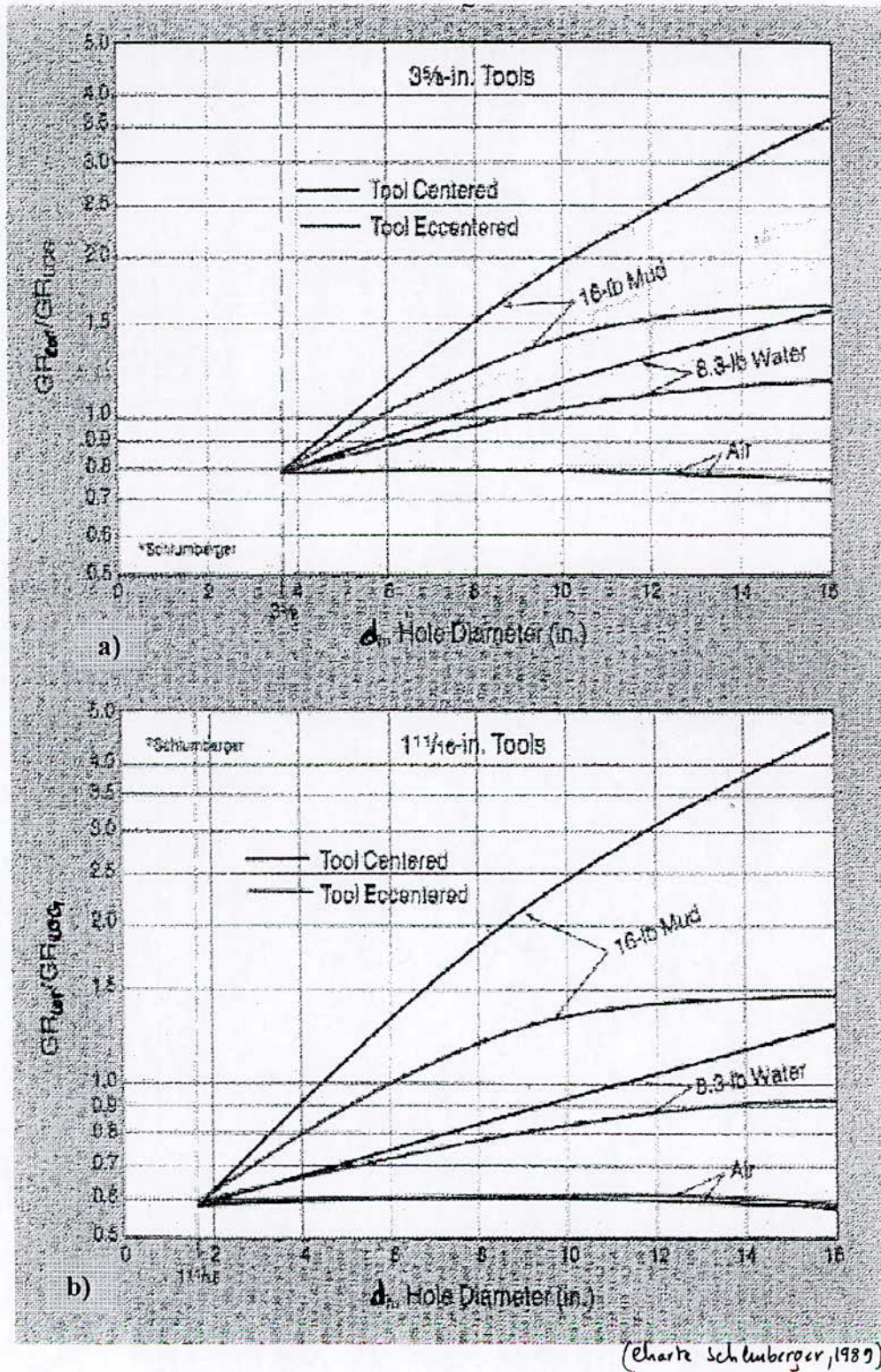
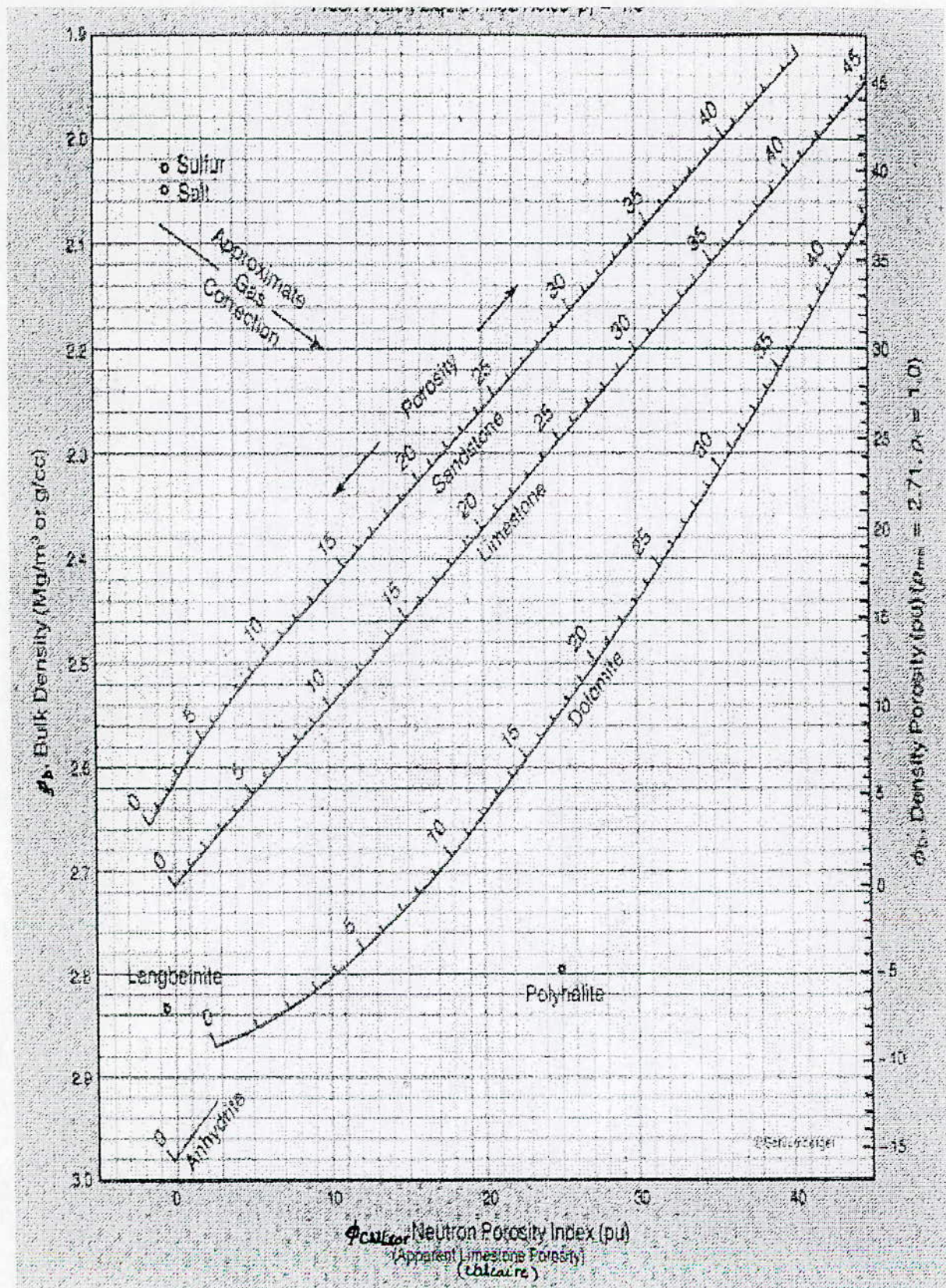


Figure II-26-

## DETERMINATION DE LA POROSITE EST LA LITHOLOGIE PAR LDL-CNL

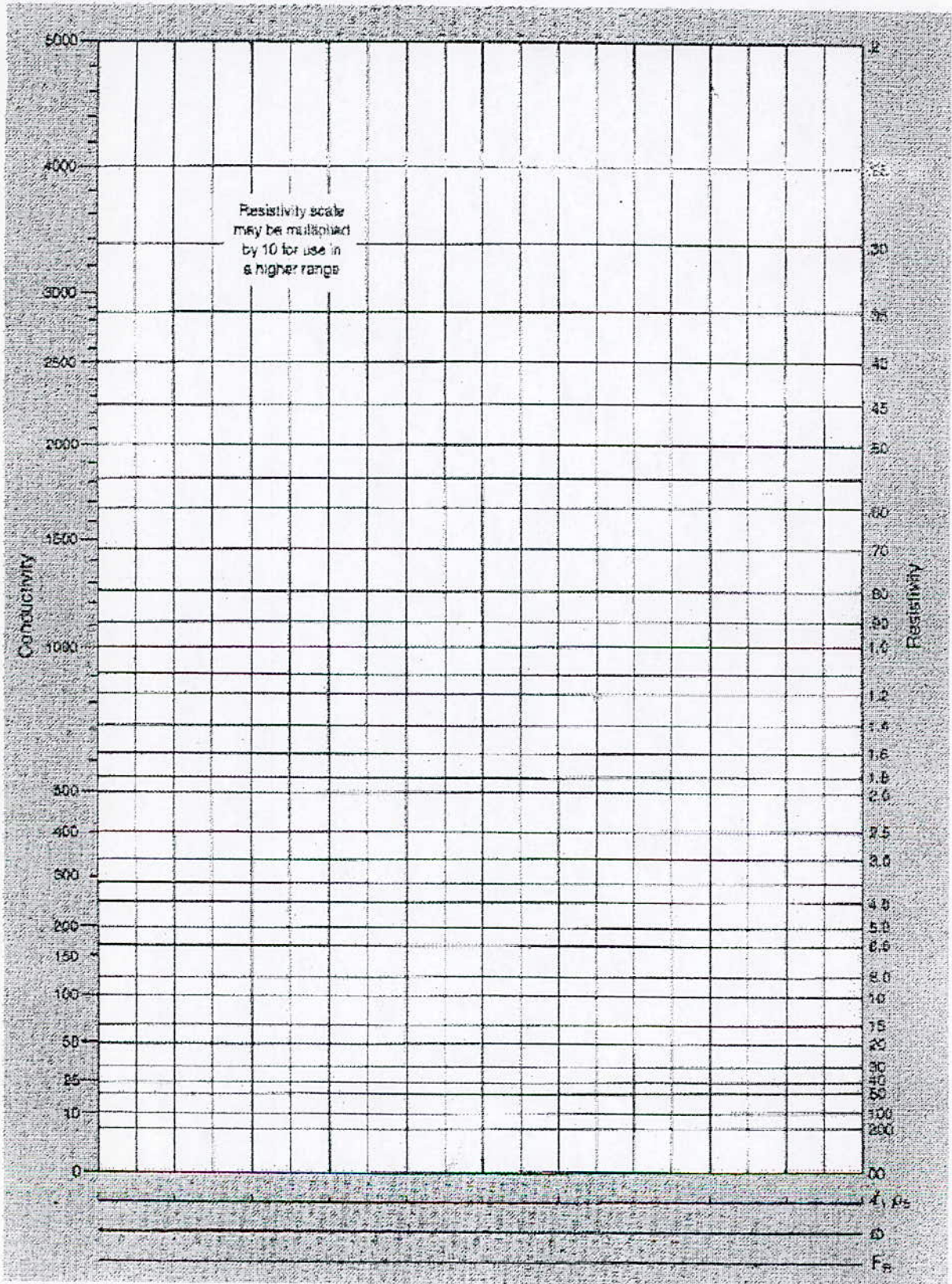


(Charte Schlumberger, 1973)

FIGURE -II-3-

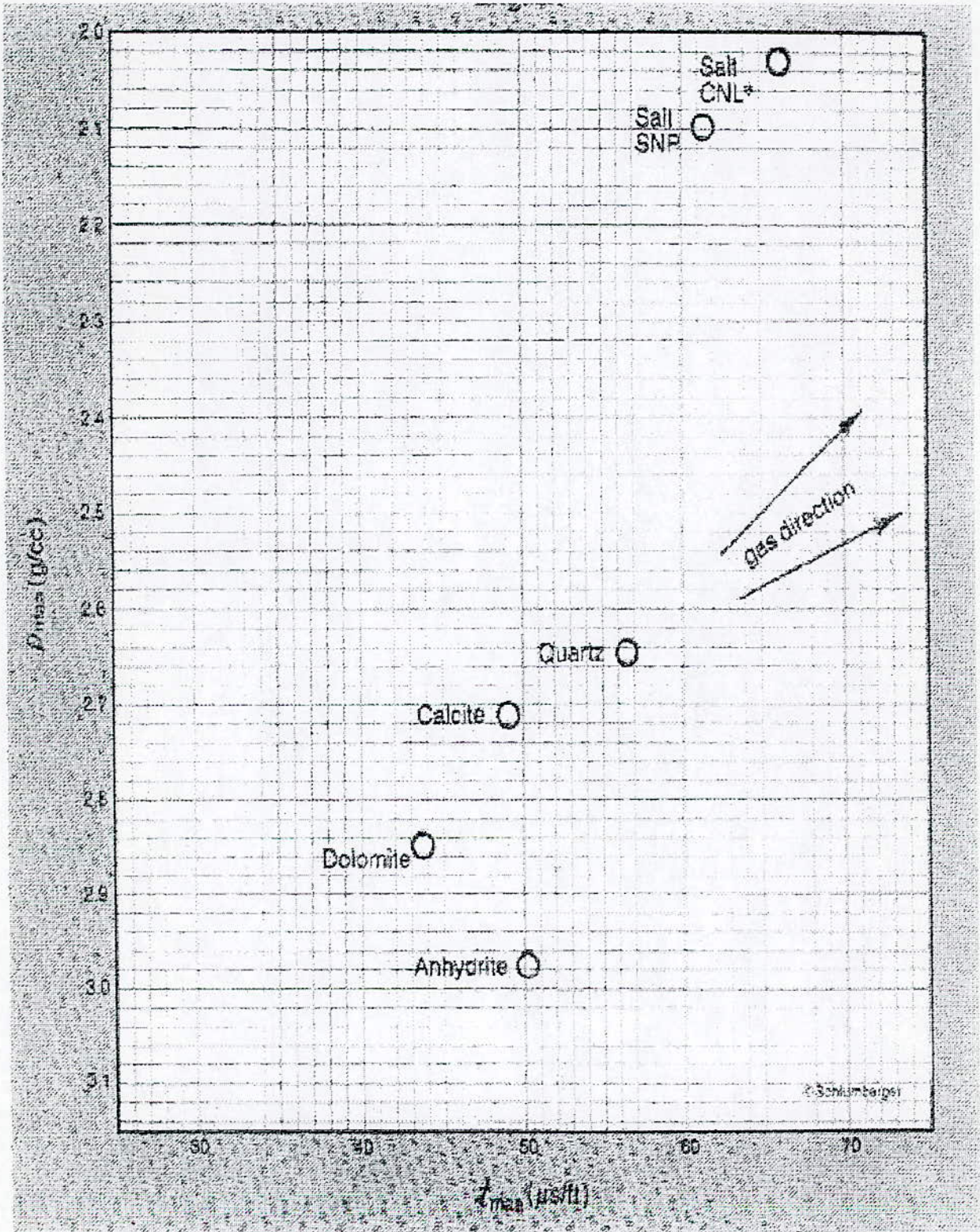


## DETERMINATION DU TEMPS DE PARCOURS DE LA MATRICE $\Delta T_{ma}$ ET DE LA DENSITE DE LA MATRICE $\rho_{ma}$



(Charte Schlumberger, 1989)

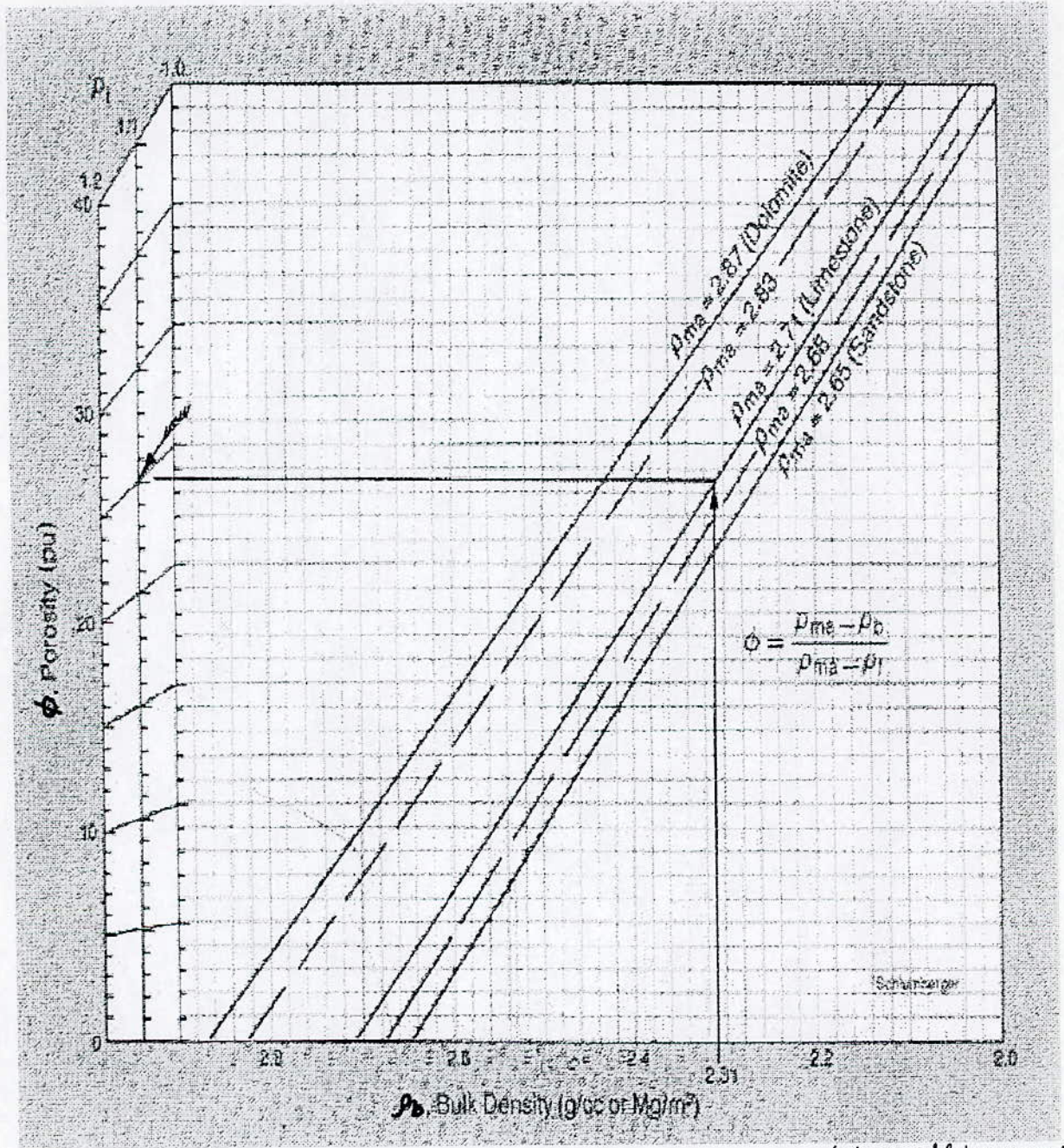
### IDENTIFICATION DE LA MATRICE ( MID PLOT ) $\rho_{maa}$ & $\Delta T_{maa}$



(Charte Schlumberger 1939)

Figure II.2 -

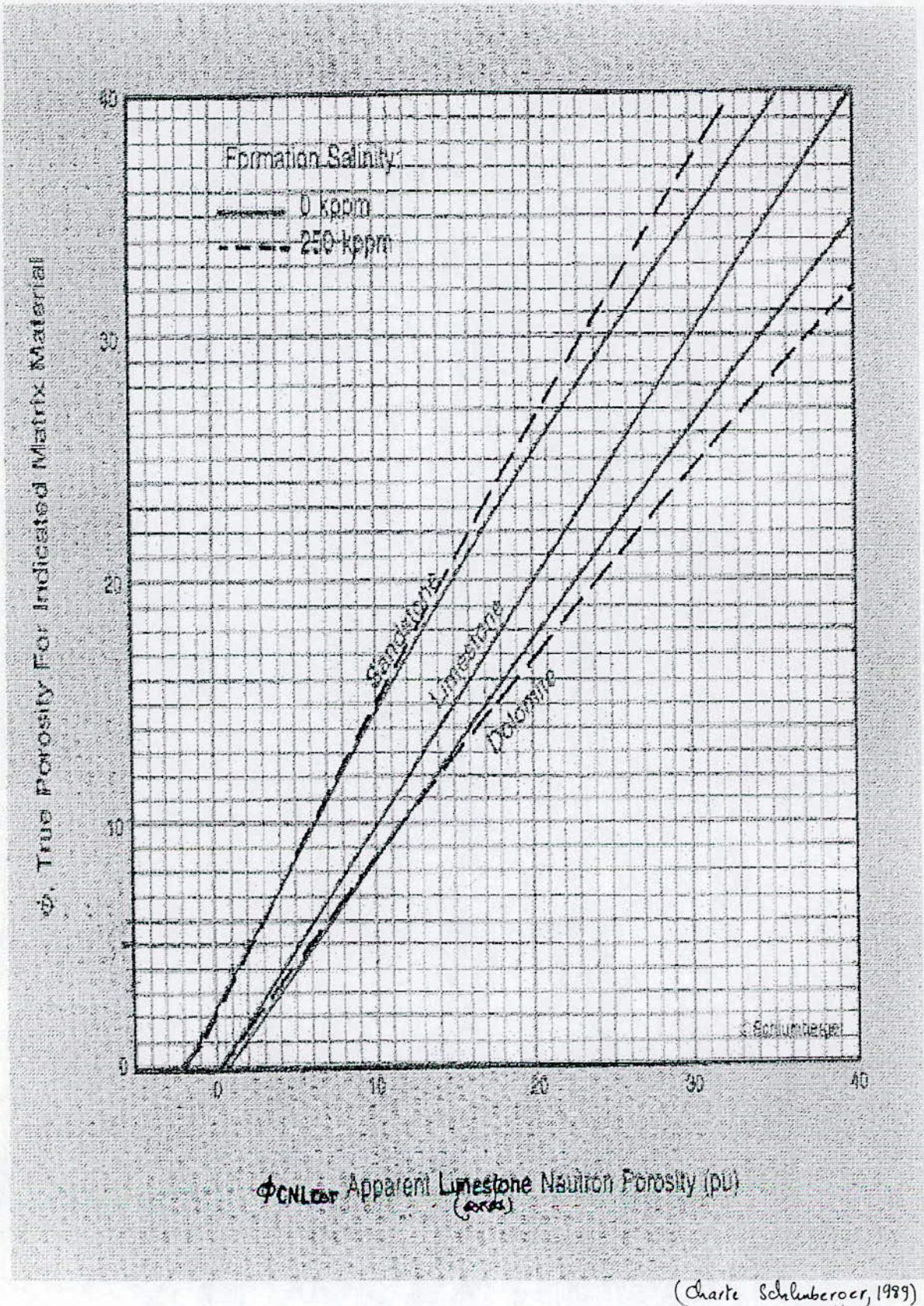
### DETERMINATION DE LA POROSITE $\Phi$ D PAR LITHO-DENSITE-LOG LDL



(Charte Schlumberger, 1989)

Figure I.12-

## CORRECTION DE LA POROSITE NEUTRON SUR L'ECHELLE DES GRES



### DETERMINATION DE LA POROSITE PAR LE SONIQUE (BHC)

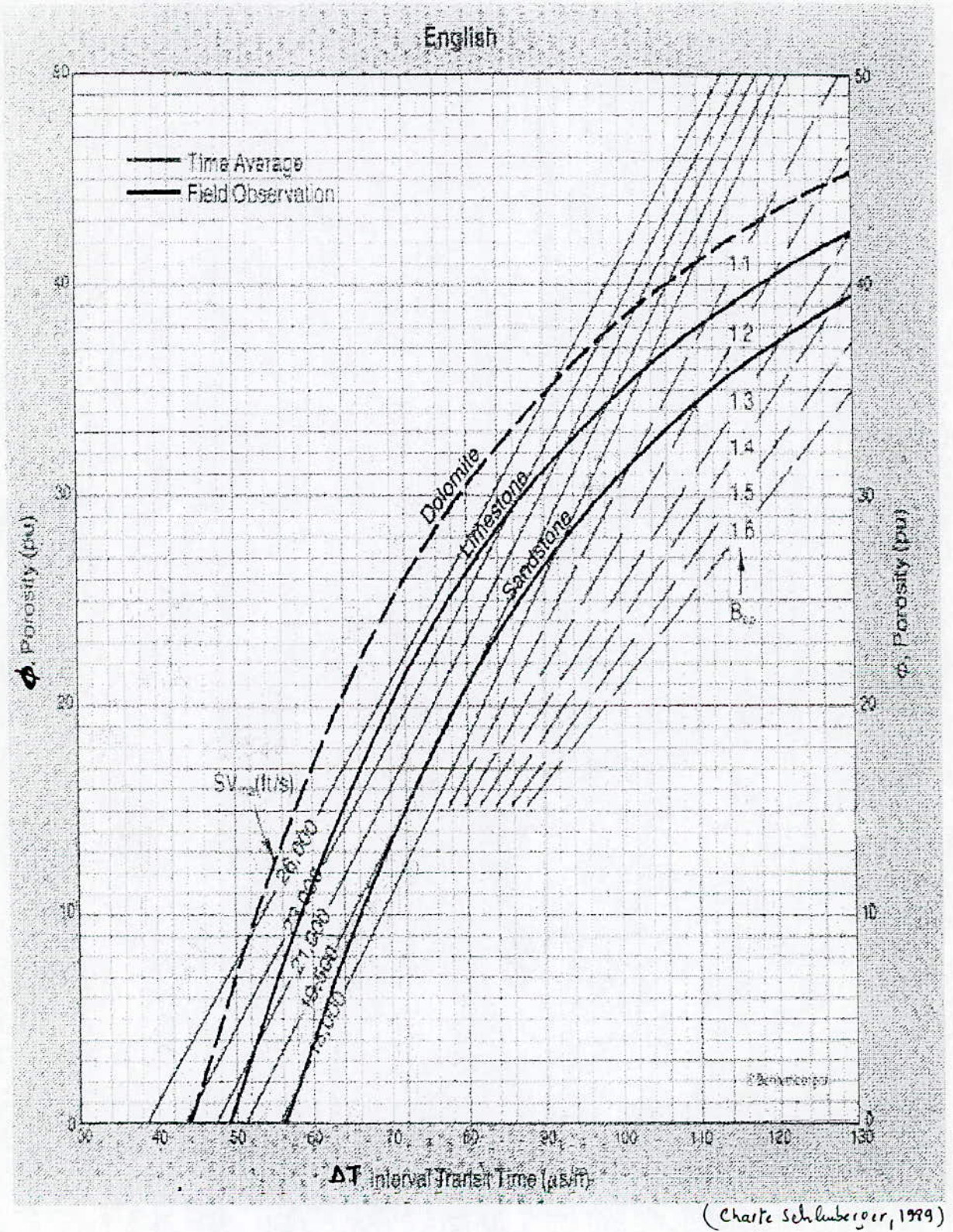


Figure II-13-

ESTIMATION DE LA TEMPERATURE DE FORMATION

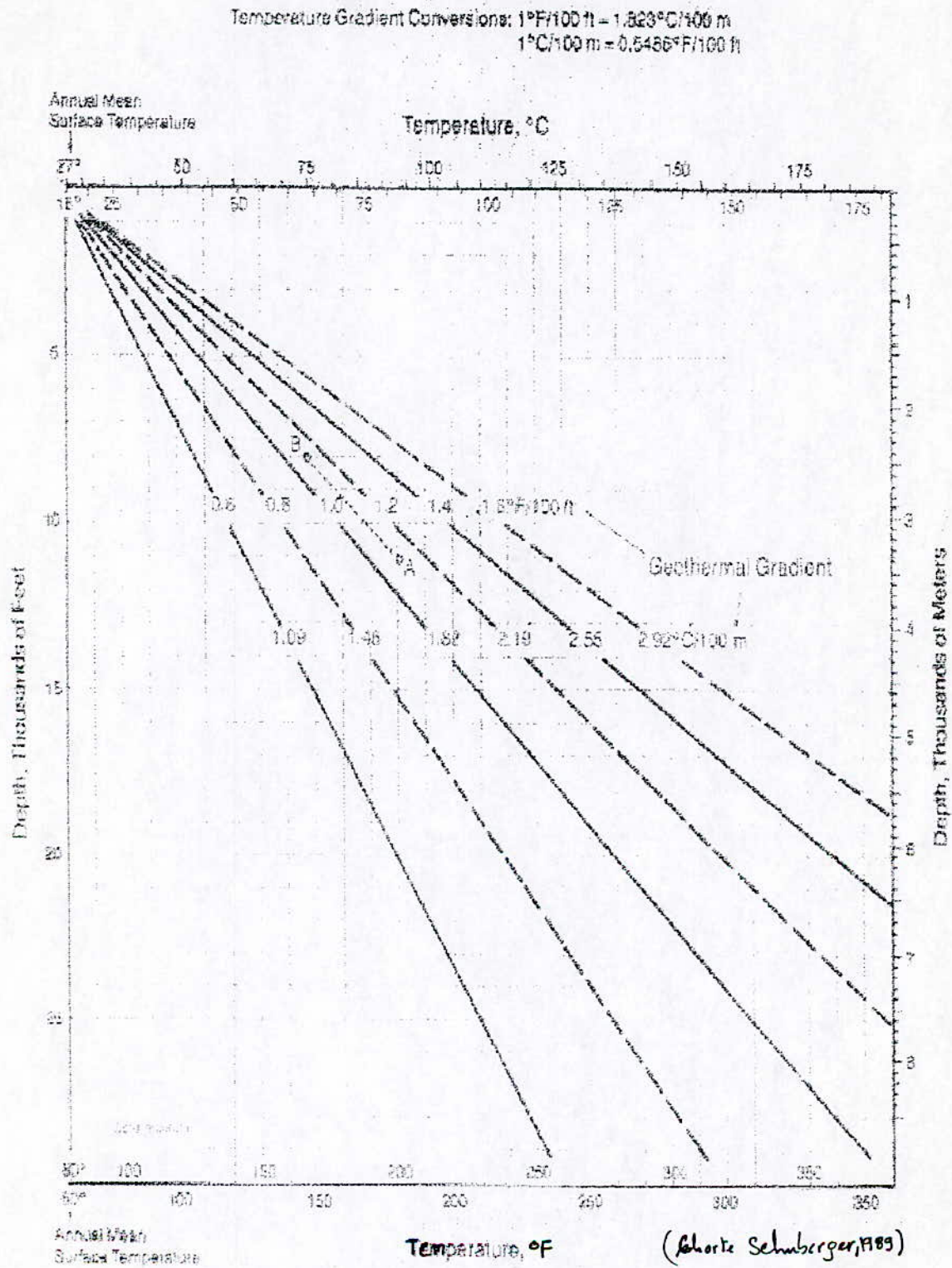
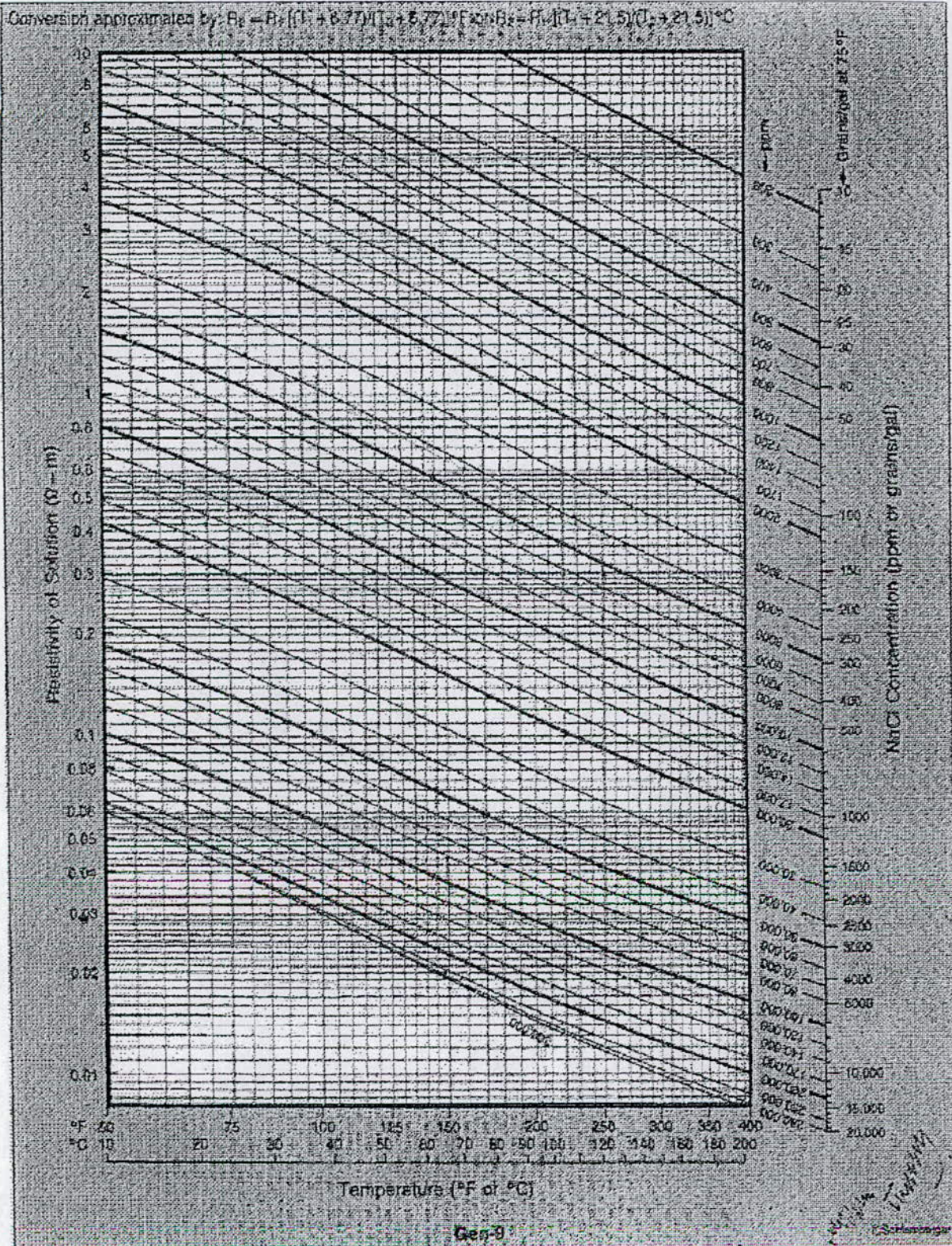


Figure III.1

### DETERMINATION DE LA RESISTIVITE DE L'EAU DE FORMATION ( $R_w$ )



(charte Schlumberger, 1979)

Figure I4-

## DETERMINATION DE R<sub>weq</sub> par Essp ( formation propre )

This chart and nomogram calculate the equivalent formation water resistivity, R<sub>weq</sub>, from the static spontaneous potential, E<sub>ssp</sub>, measurement in clean formations.

Enter the nomogram with E<sub>ssp</sub> in mV, passing through the reservoir temperature in °F or °C to define the R<sub>weq</sub>/R<sub>mf</sub> ratio. From this value, pass through the R<sub>mf</sub> value to define R<sub>weq</sub>.

For predominantly NaCl fluids determine R<sub>mf</sub> as follows:

- a. If R<sub>mf</sub> in 75°F (24°C) is greater than 0.1 Ω-m, correct R<sub>mf</sub> to formation temperature using Chart 9, and use R<sub>mf</sub> = 0.85 R<sub>mf</sub>.
- b. If R<sub>mf</sub> at 75°F (24°C) is less than 0.1 Ω-m, use Chart SP-2 to derive a value of R<sub>mf</sub> at formation temperature.

EXAMPLE: SSP is 100 mV at 250°F

$$R_{mf} = 0.70 \Omega\text{-m @ } 100^\circ\text{F or } 0.33 \Omega\text{-m @ } 250^\circ\text{F}$$

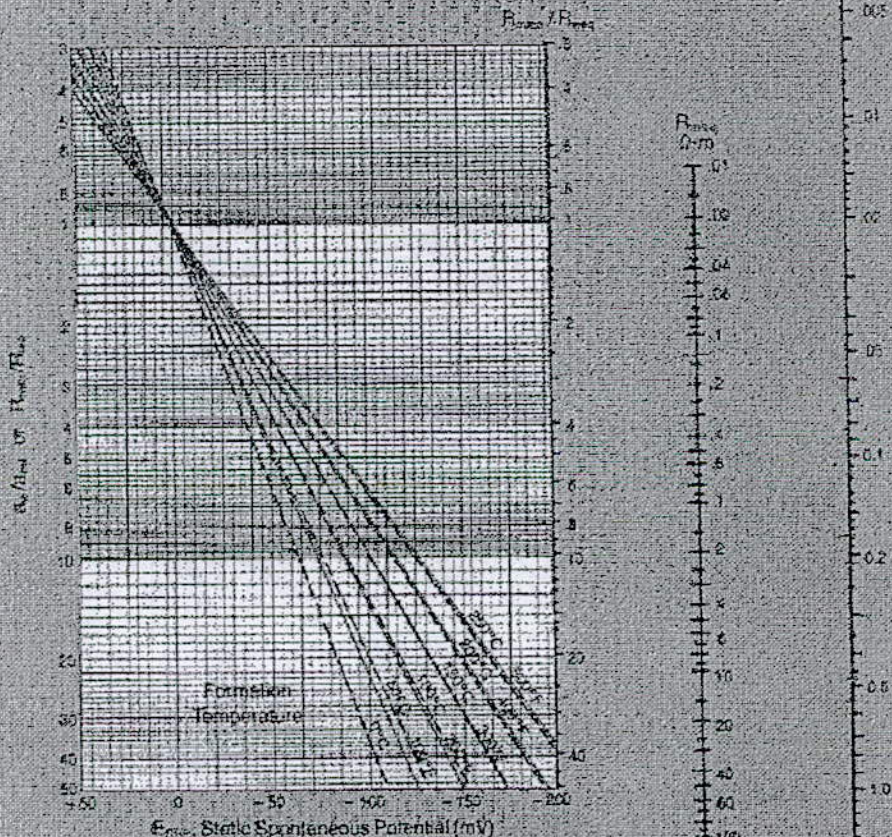
$$\text{Therefore, } R_{mf} = 0.85 \times 0.33 = 0.28 \Omega\text{-m @ } 250^\circ\text{F}$$

$$R_{weq} = 0.025 \Omega\text{-m @ } 250^\circ\text{F}$$

$$R_{weq} = -K_1 \log \frac{R_{mf} T_{mf}}{R_{weq} T_{weq}}$$

$$K_1 = 61 + 0.133 T_{weq}$$

$$X_1 = 85 + 0.24 T_{weq}$$

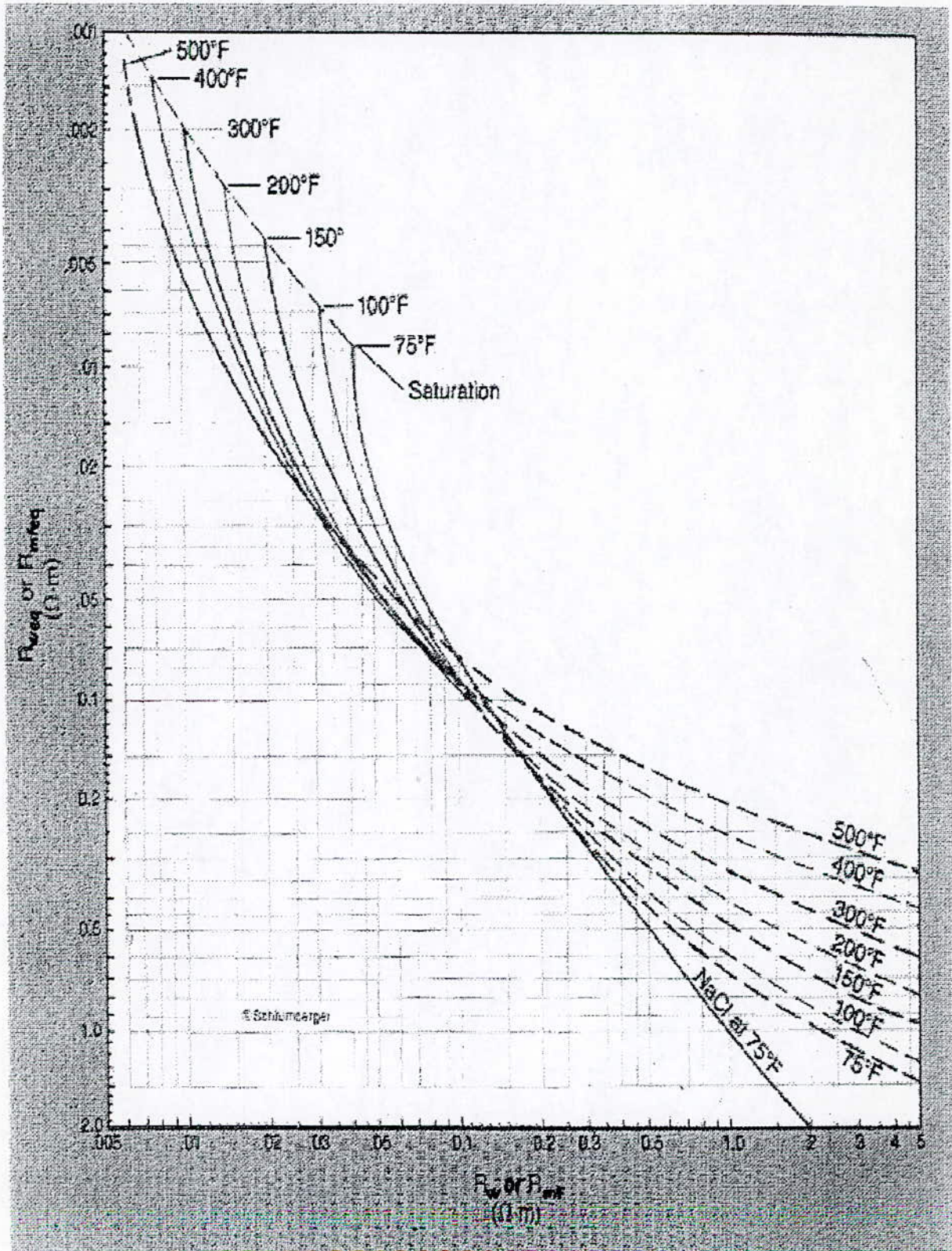


(Chart Schlumberger, 1939)

Figure U.5-



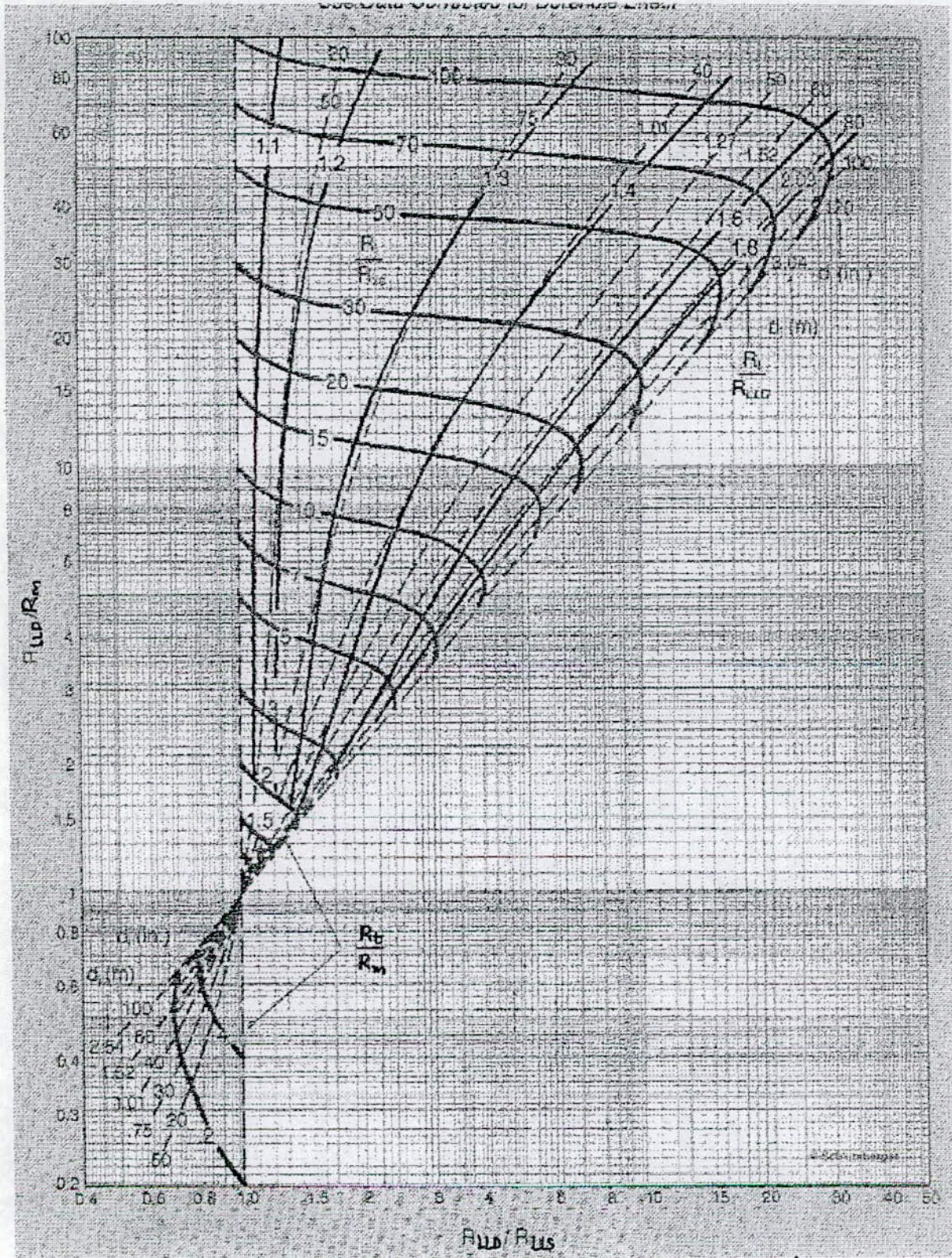
CONVERSION DE  $R_{weq}$  a  $R_w$  et  $R_{mf}$  a  $R_{mfeq}$   
 PAR LA TEMPERATURE DE FORMATION



(Charte Schlumberger, 1999)

Figure III-6-

DETERMINATION DE LA RESISTIVITE DE LA ZONE LVEE ET  
LE ZONE VIERGE PAR DLL et MSFL ( $R_t$ ,  $R_{x0}$ )



(charte Schlumberger, 1979)

Figure II-7-



**CORRECTION DU DOUBLE LATEROLOG ( DLL)  
Des effets du trou de forage**

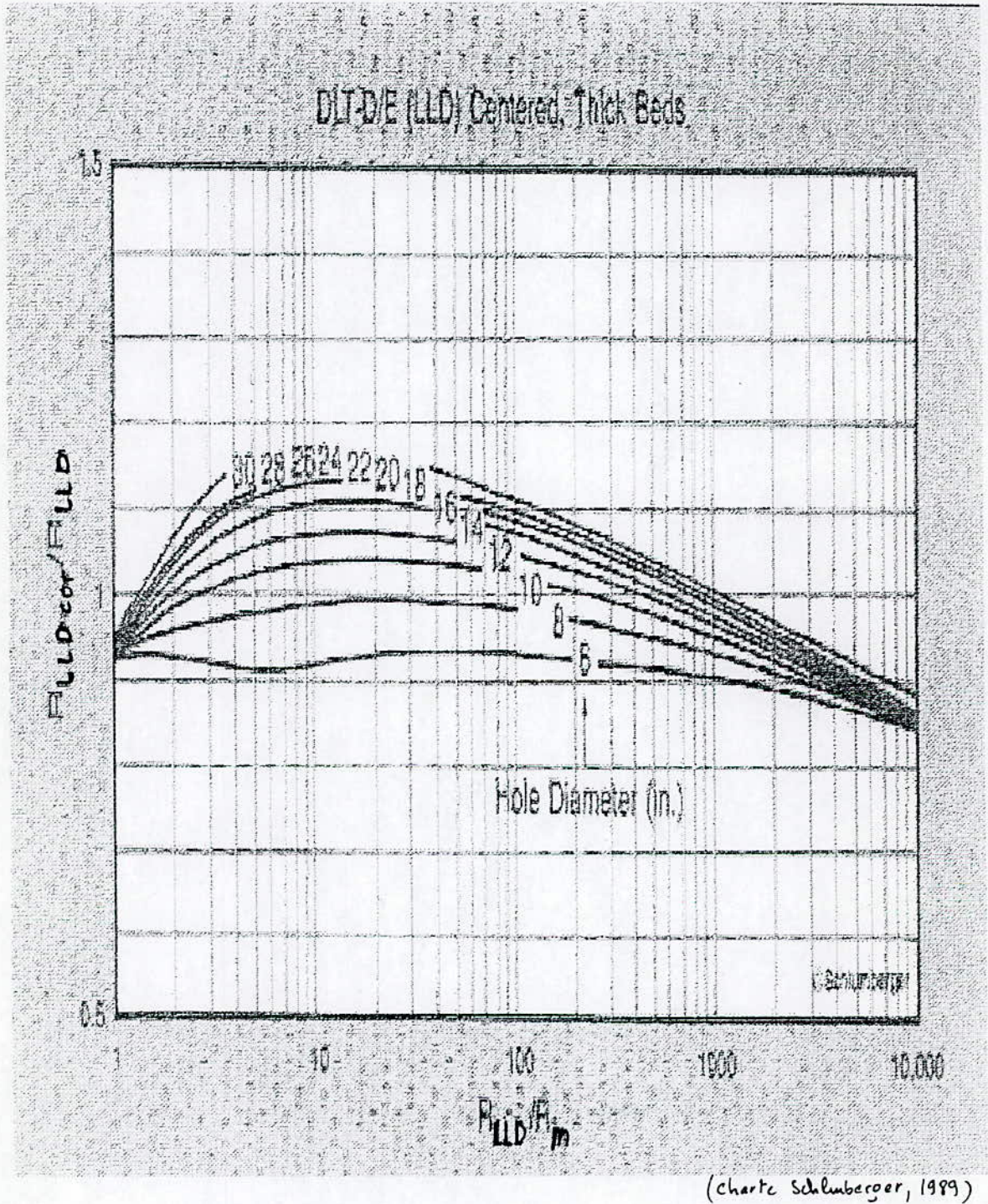
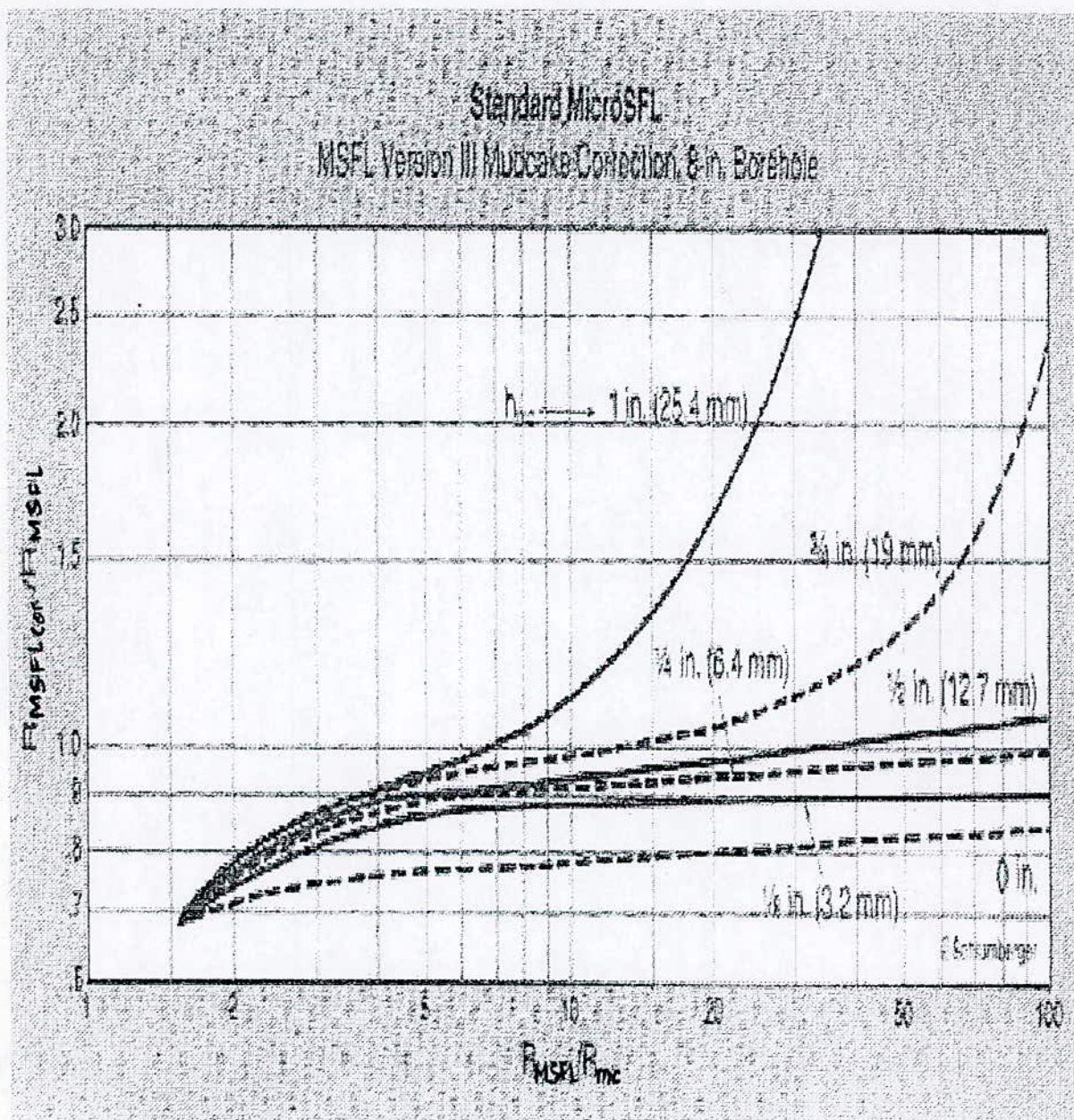


Figure II-9-

CORRECTION DU MSFL des effets du trou de forage



(charte, Schlumberger, 1979)

Figure II-10-

CORRECTION DU SFL DES EFFETS DU TROUE DE FORAGE

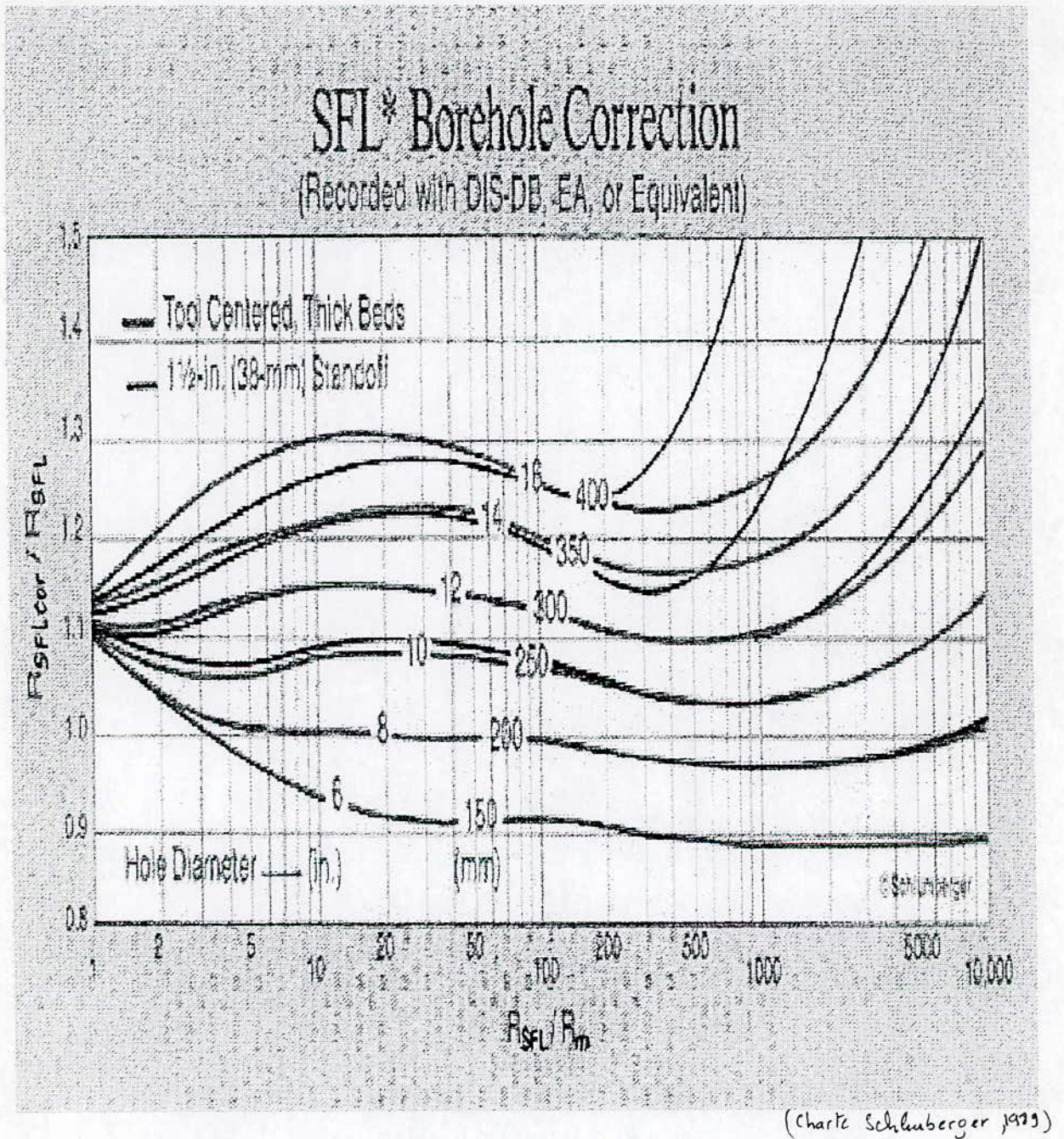


Figure I-11-

### CHOIX DES OUTILS DE RESISTIVITES

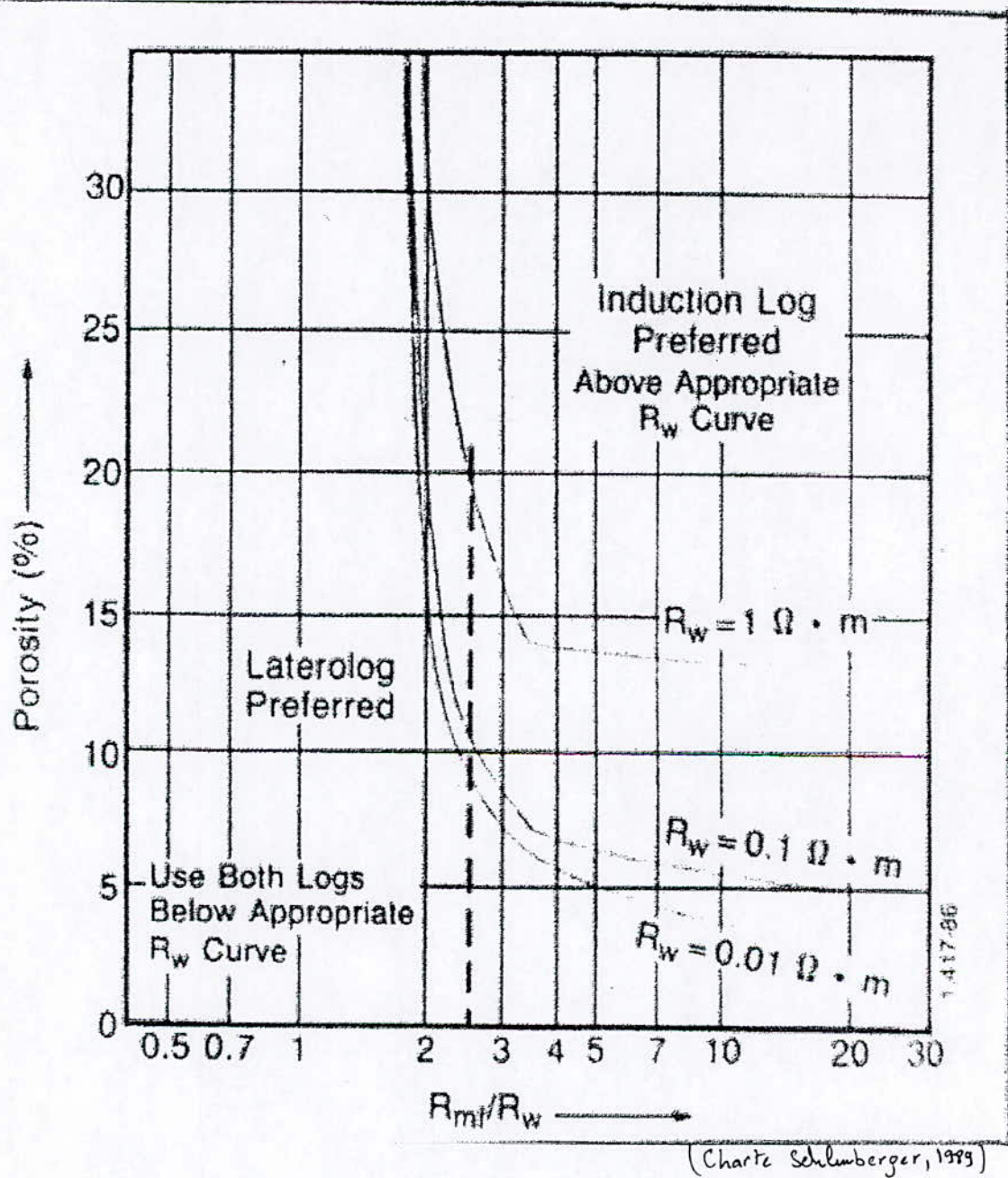


Figure 29-

## DETERMINATION DE LA SATURATION $S_w$ PAR $R_w, F, R_t$

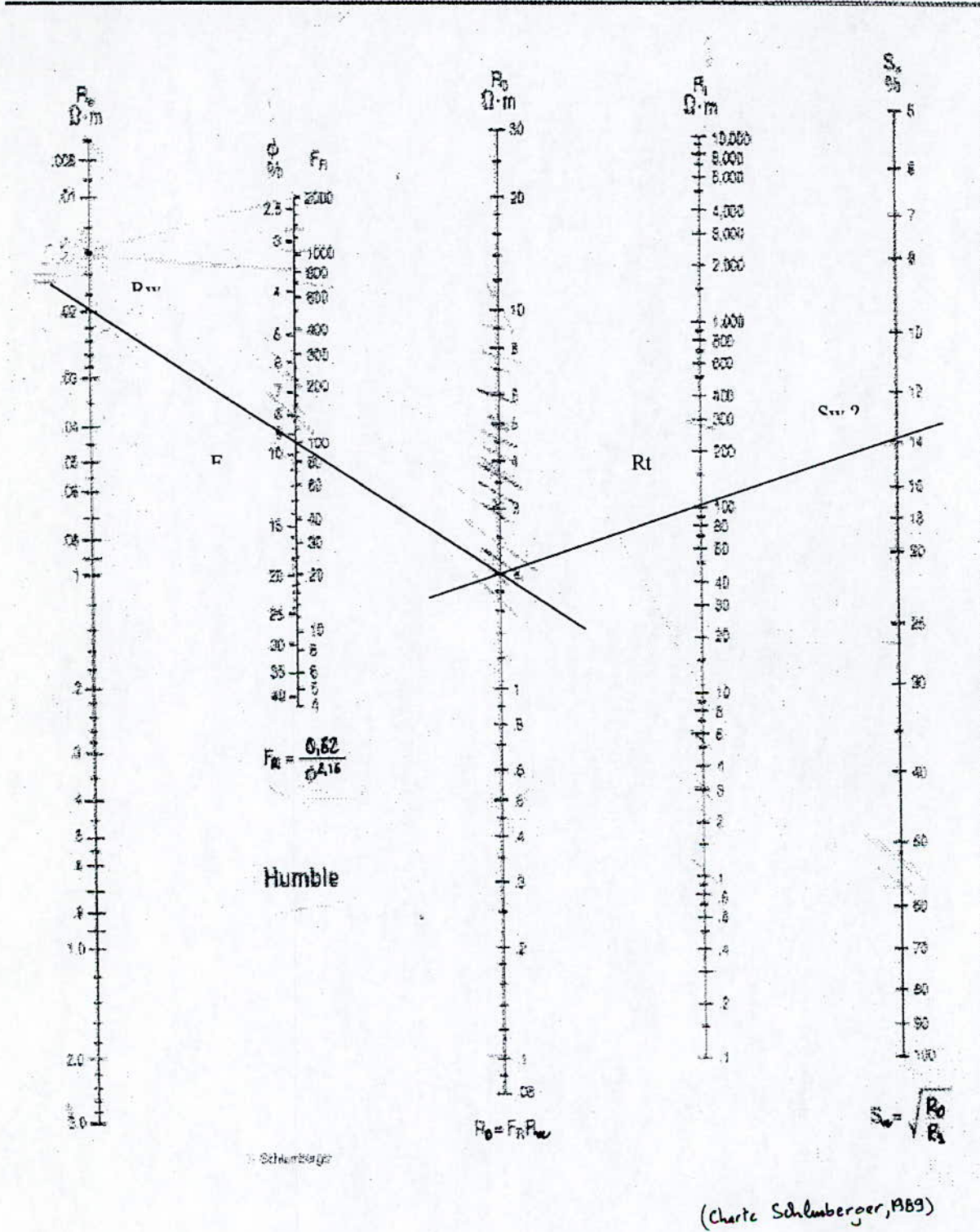


Figure II.14 -



### CHOIX DE LA FORMULE DE CALCULE DE LA SATURATION $S_w$

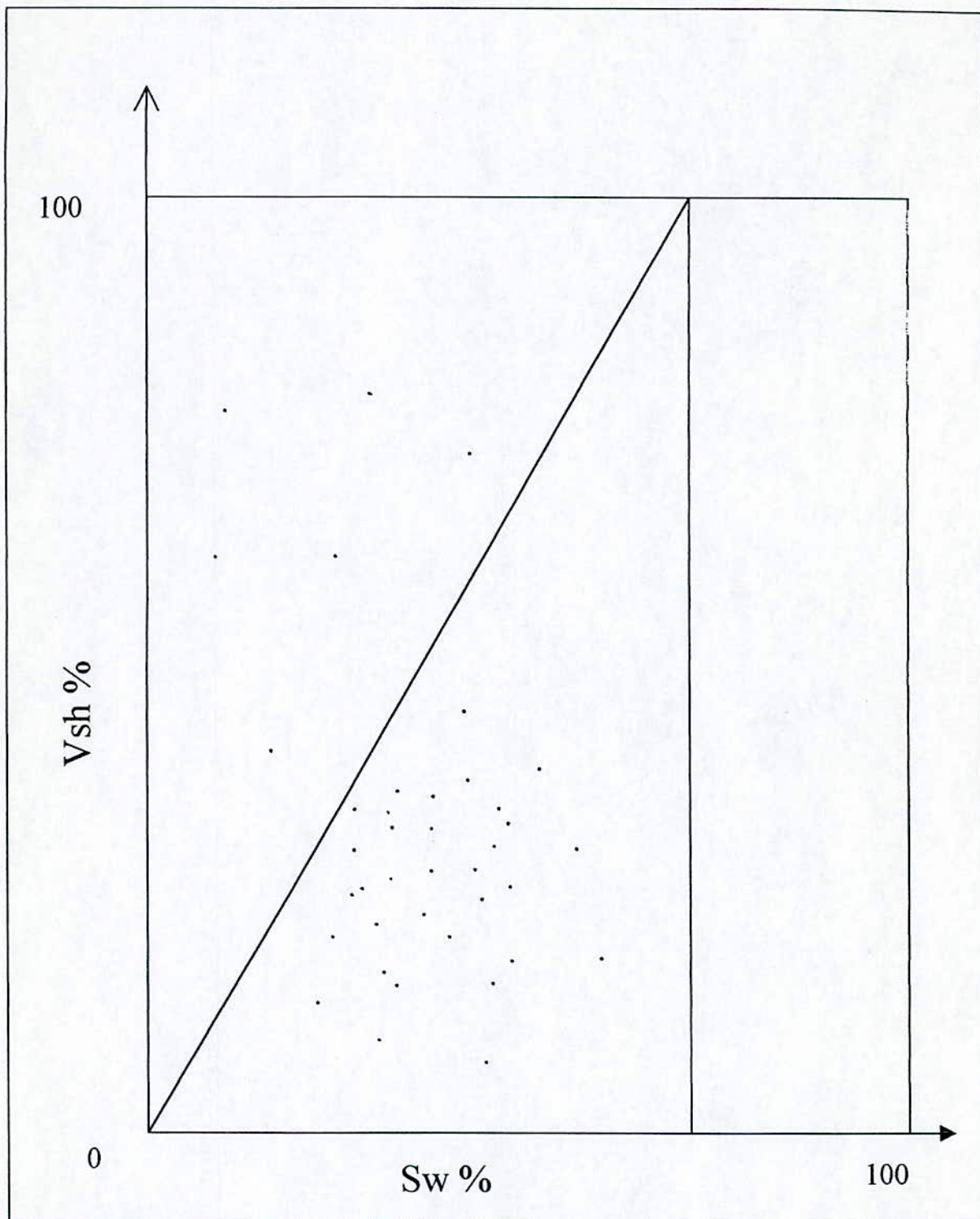
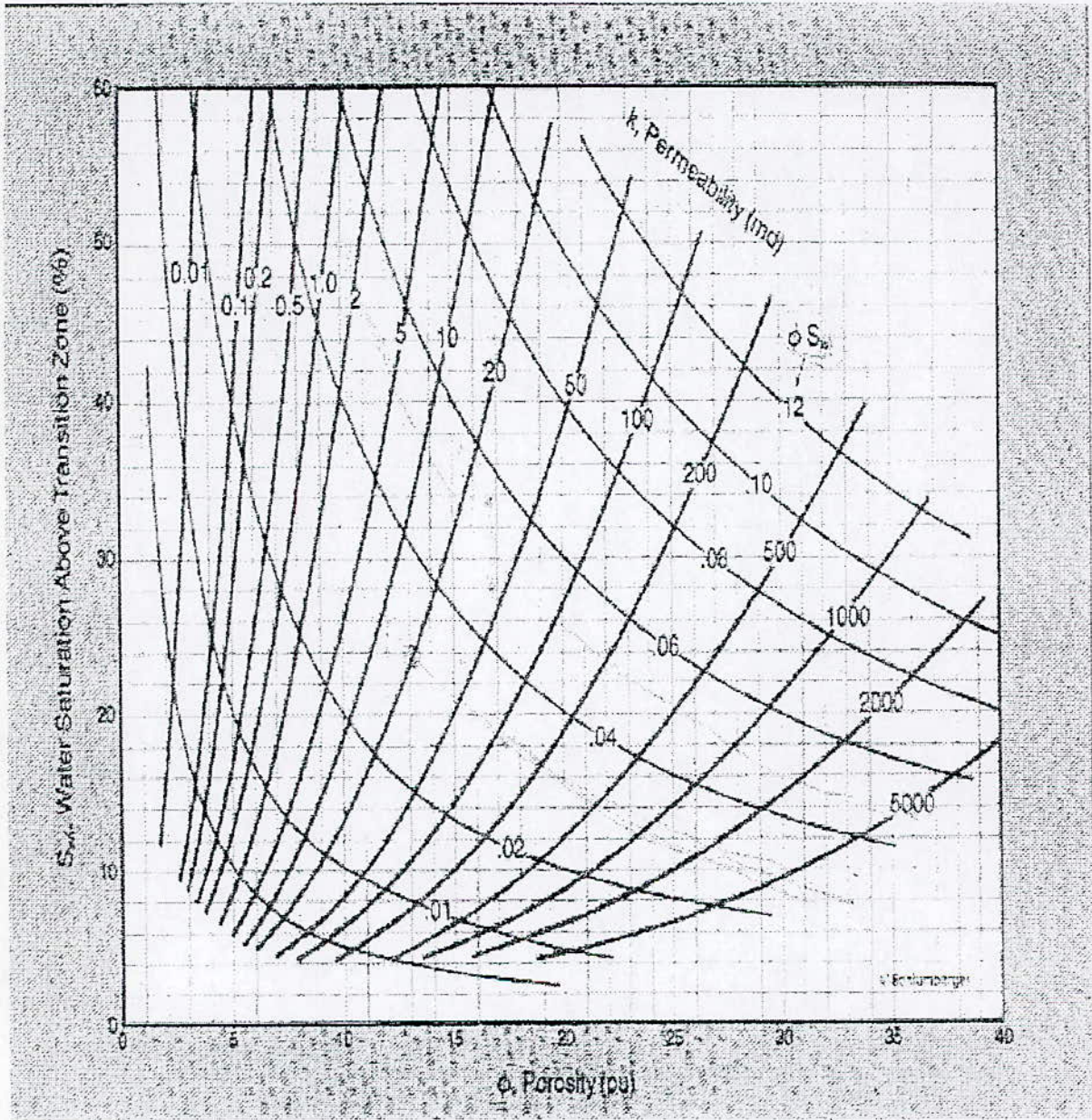


Figure 15-

### DETERMINATION DE LA PERMEABILITE K Par la saturation irréductible (S<sub>irr</sub>) ET LA POROSITE (Φ)



(Charte Schlumberger, 1939)

Figure 16-

# DETERMINATION DE LA LITHOLOGIE ET LA POROSITE PAR CNL ET SONIC

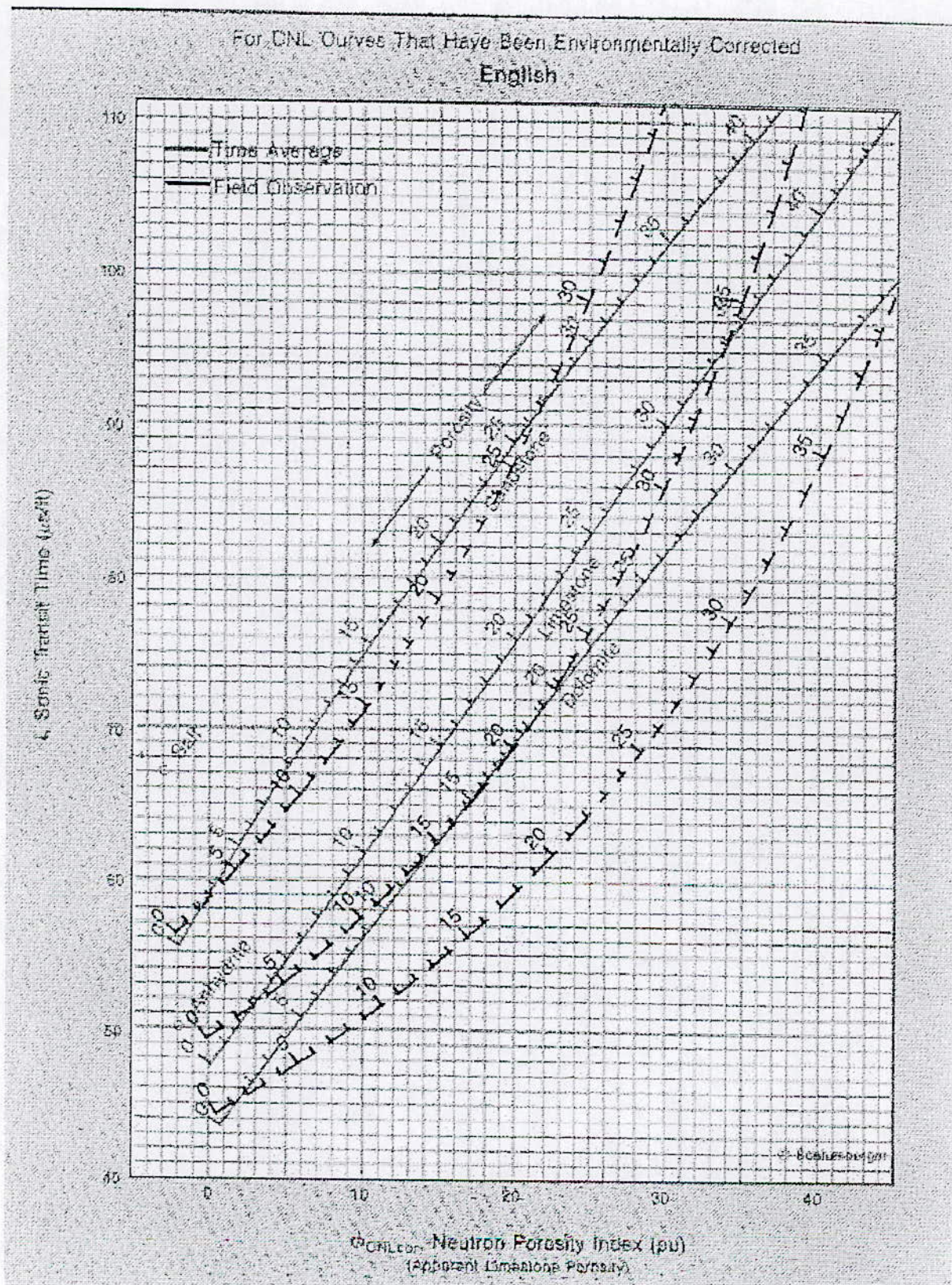
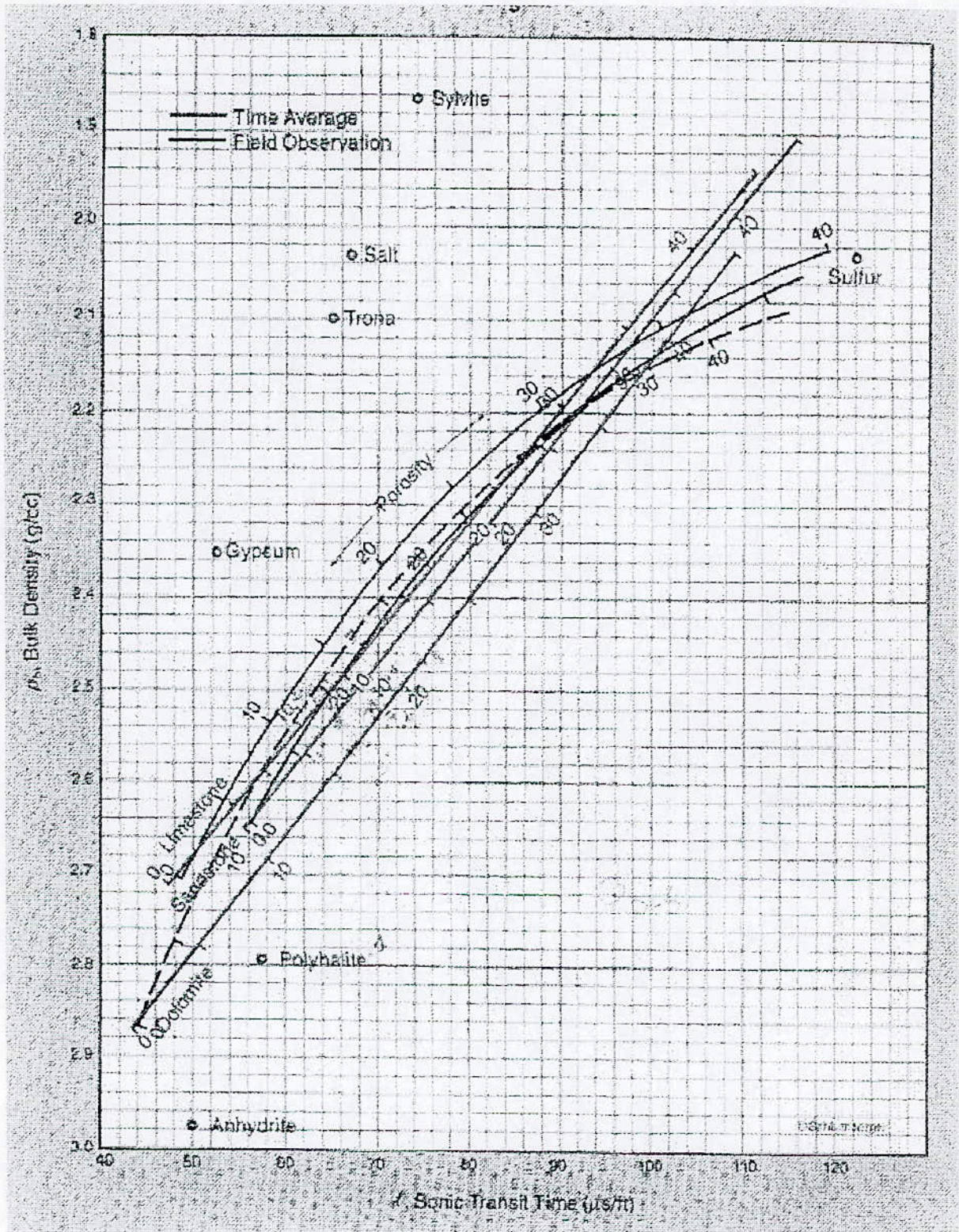


Figure 17-

(Charte Schlumberger, 1989)

## DETERMINATION DE LA LITHOLOGIE ET LA POROSITE PAR LDL ET LE SONIC



(Charte Schlumberger, 1999)

Figure 18-

## IDENTIFICATION DE LA LITHOLOGIE PAR LE LDL

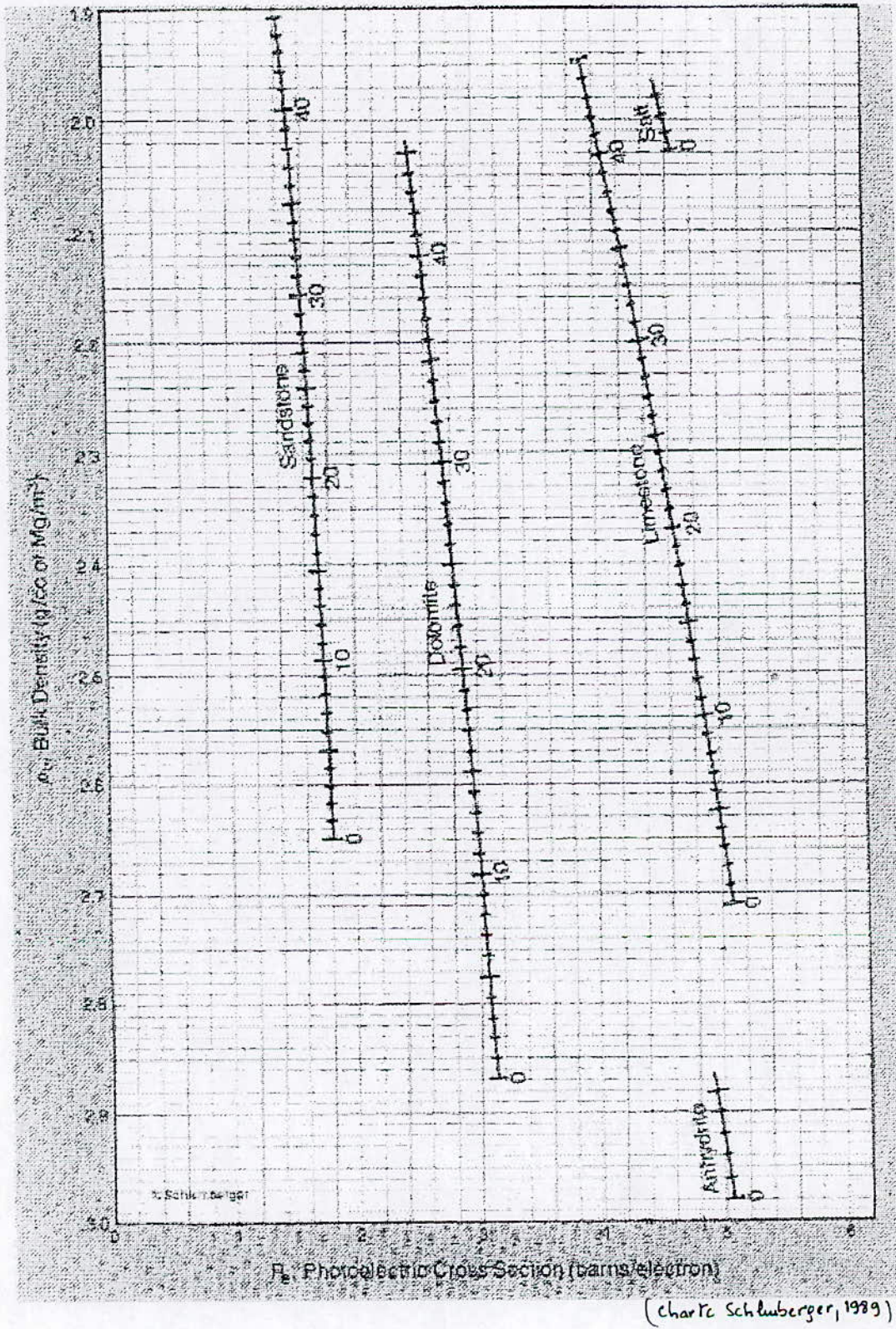


Figure 24-

## DETERMINATION DE LA MINERALOGIE PAR LE M-N PLOT

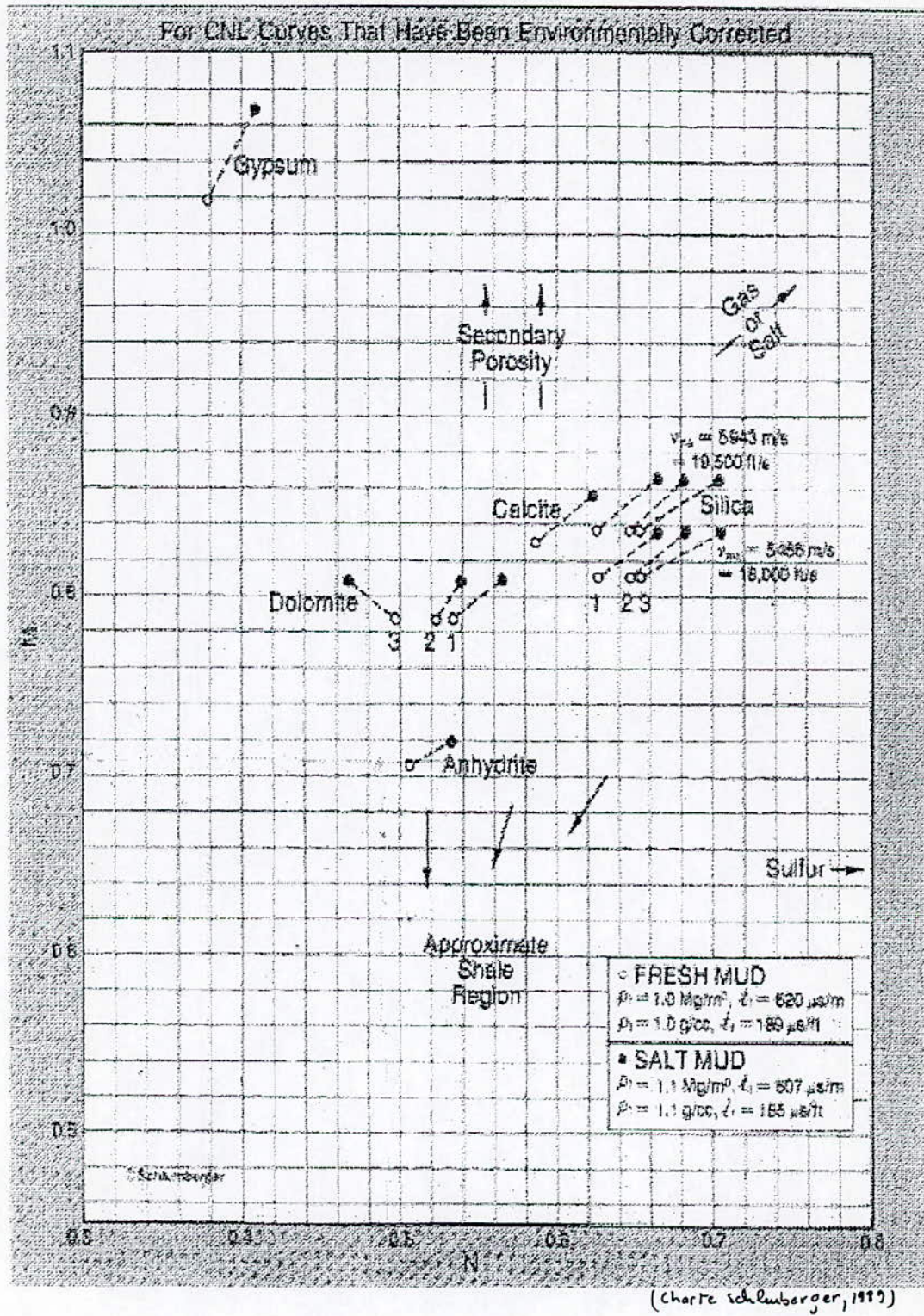
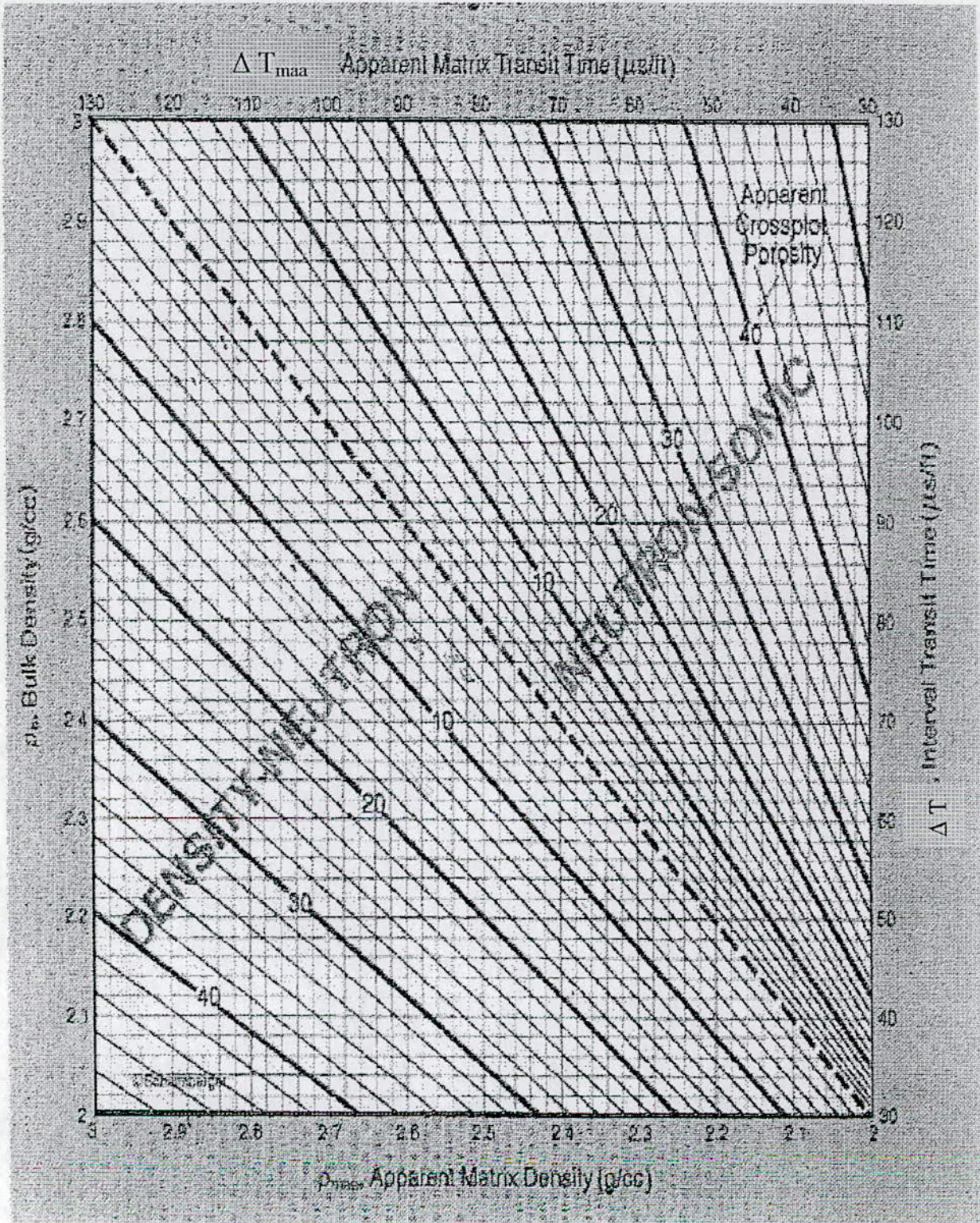


Figure 19-

DETERMINATION DES PARAMETRES APPARENTES DE DENSITE, TEMPS DE PARCOURS ET LA PROSITTE TOTALE  $\rho_{maa}$ ,  $\Delta t_{maa}$  et  $\Phi_{maa}$



(charte Schlumberger, 1979)

Figure II.20-

## IDENTIFICATION DE LA MATRICE PAR U<sub>maa</sub>, ρ<sub>maa</sub>

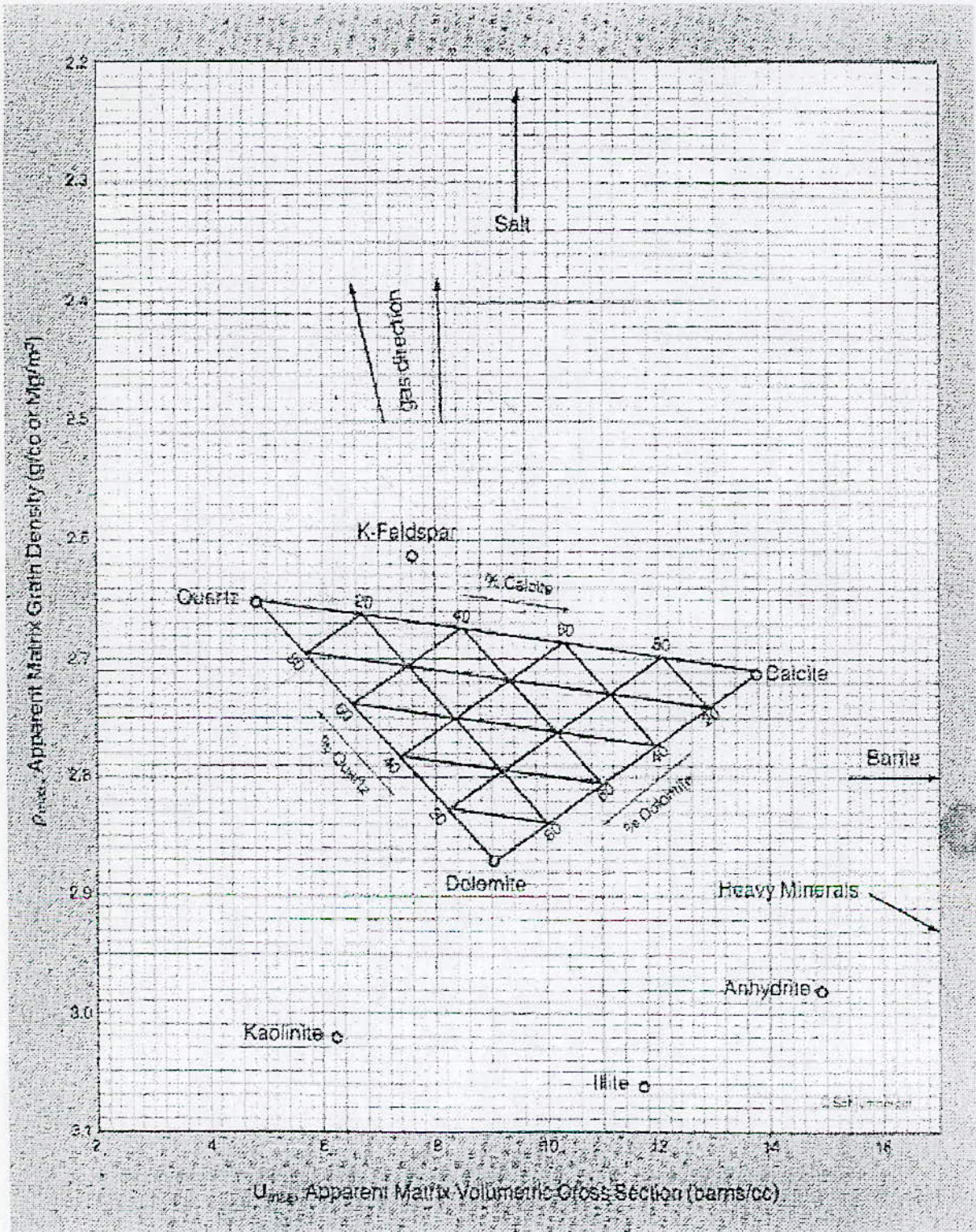
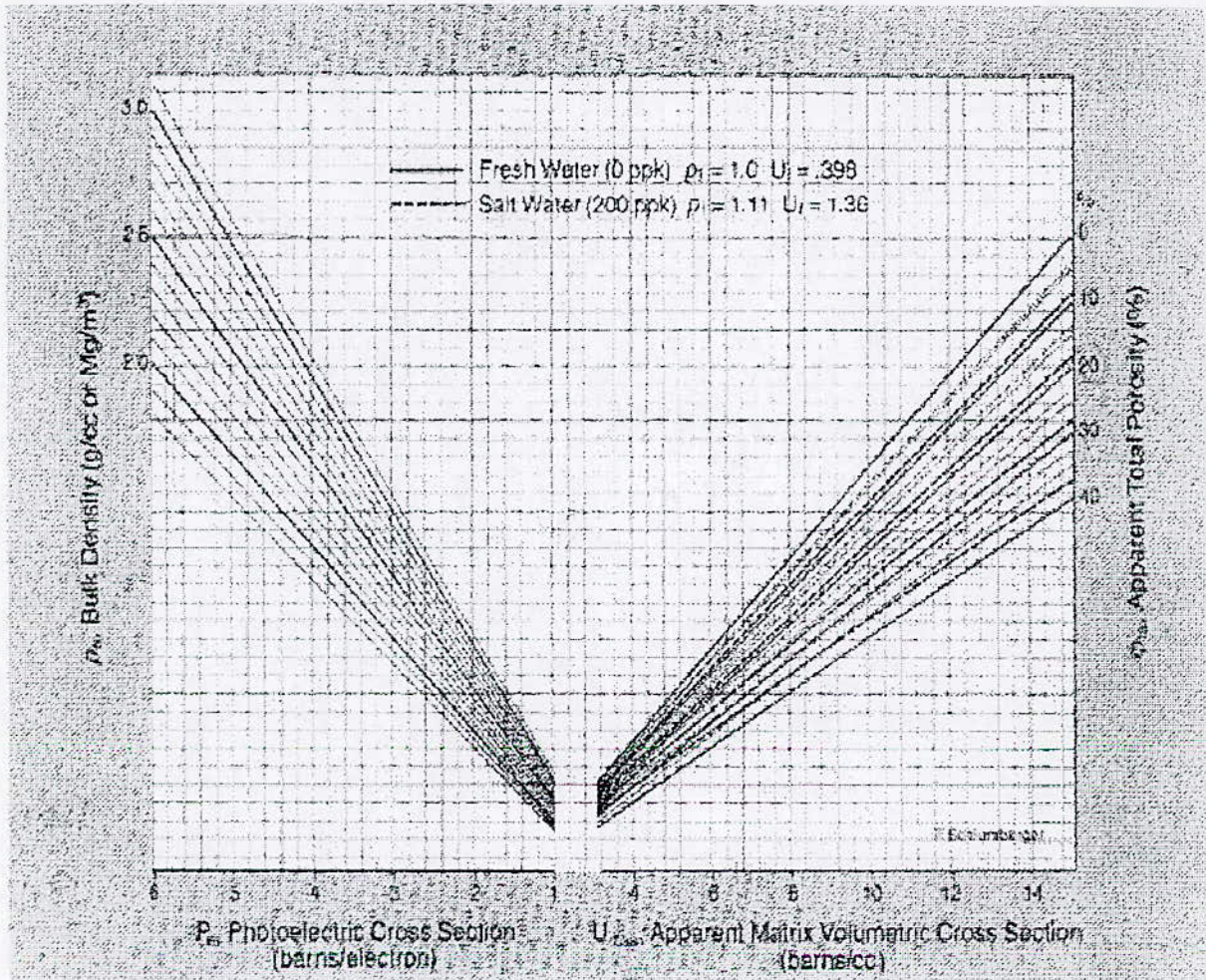


Figure 21-



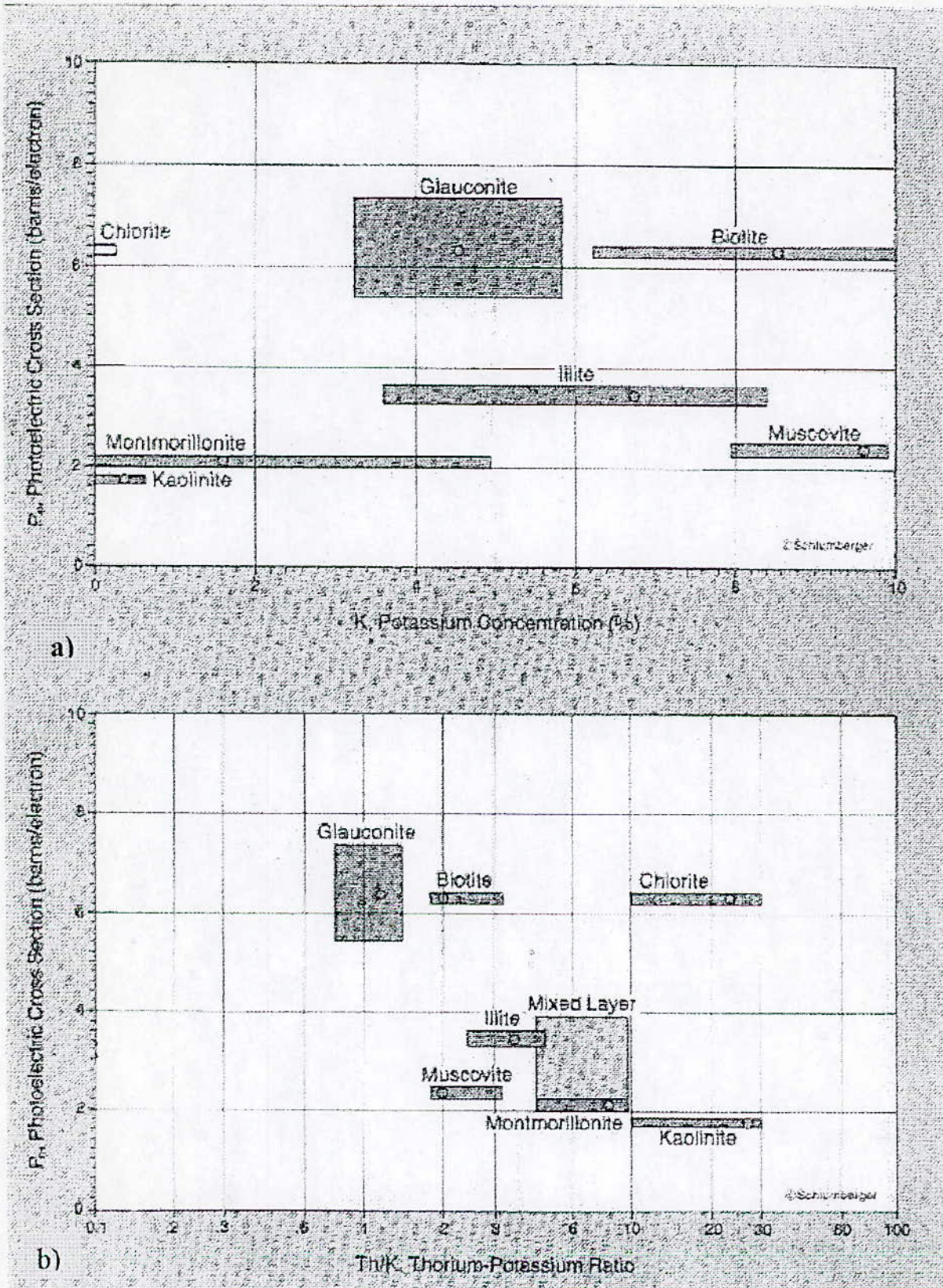
## DETERMINATION DE LA SECTION VOLUMÉTRIQUE APPARENTES DE LA MATRICE ET LA DENSITÉ APPARENTE $\rho_{maa}$ & $U_{maa}$



(Charte Schlumberger, 1980)

Figure I.22

## IDENTIFICATION DE LA MINÉRALOGIE PAR LDI ET LE GR



(charte Schlumberger, 1989)

Figure 23-

### DETERMINATION DE LA MINERALOGIE PAR LE NGS THORIUM, POTASSIUM

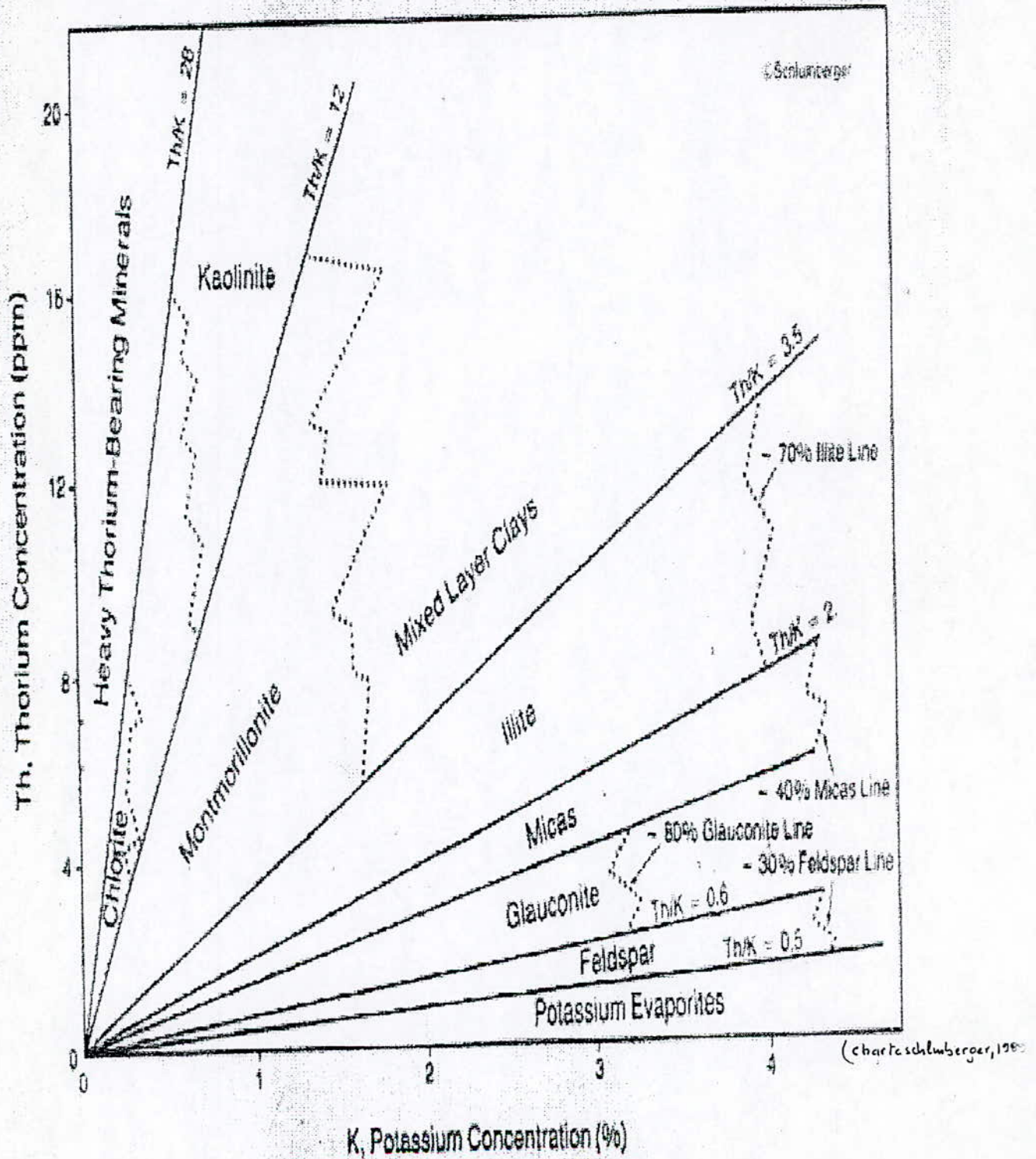
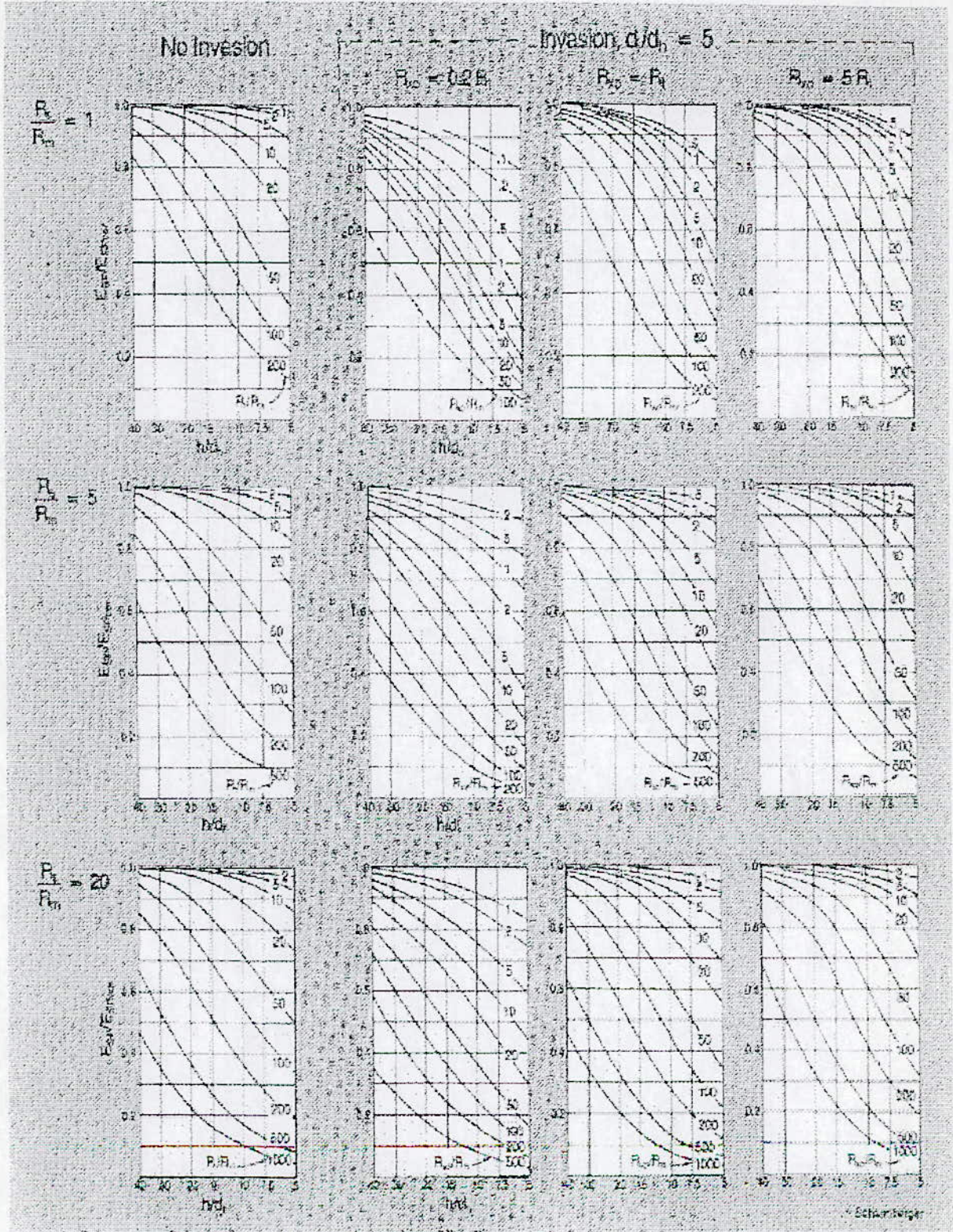


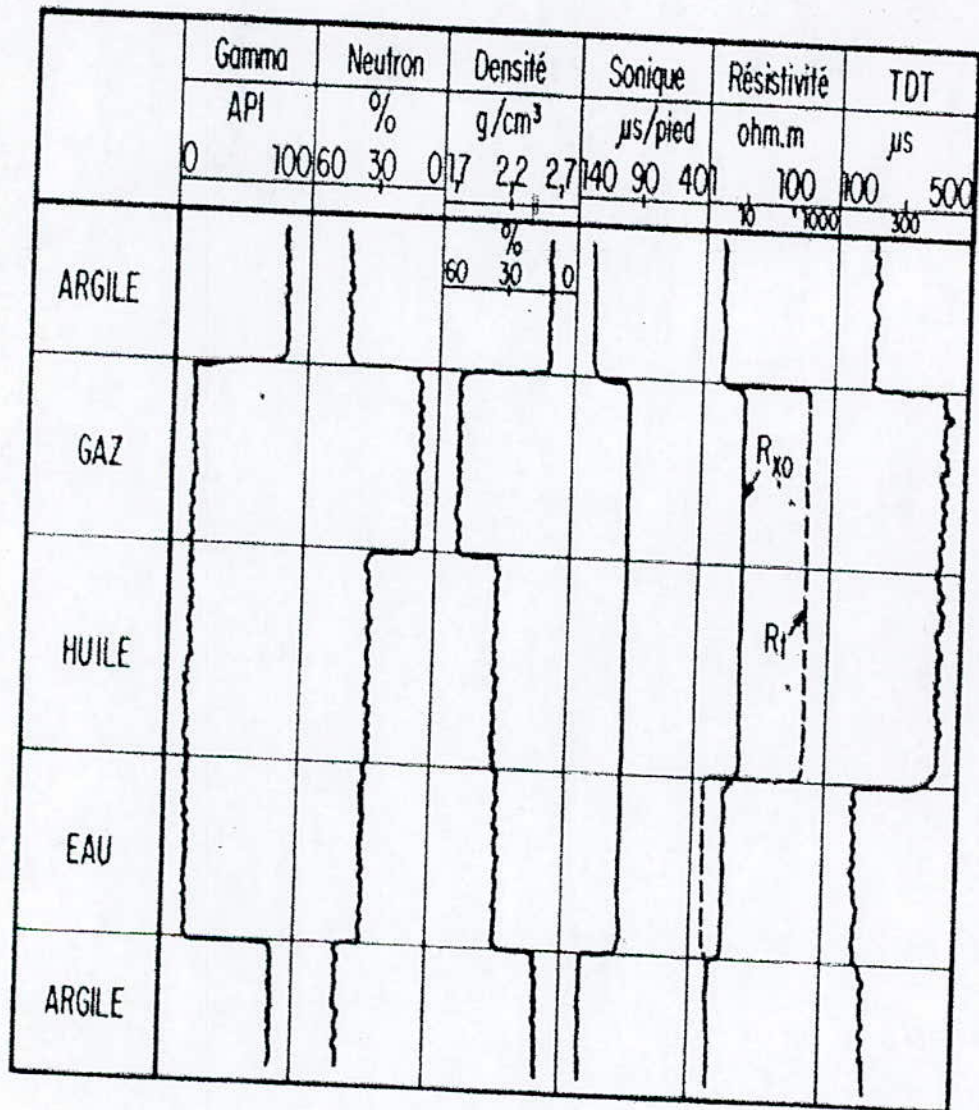
Figure 1.27 -

CORRECTION DE LA PS



(Charte Schlumberger, 1979)

Figure I-25-



(in desbrandes, 1982)

Représentation schématique des réponses des sondes selon les fluides interstitiels

**ANNEXE IV**

**FIGURES ET ABAQUES**

DETERMINATION DE RHOBma (BBK#1)

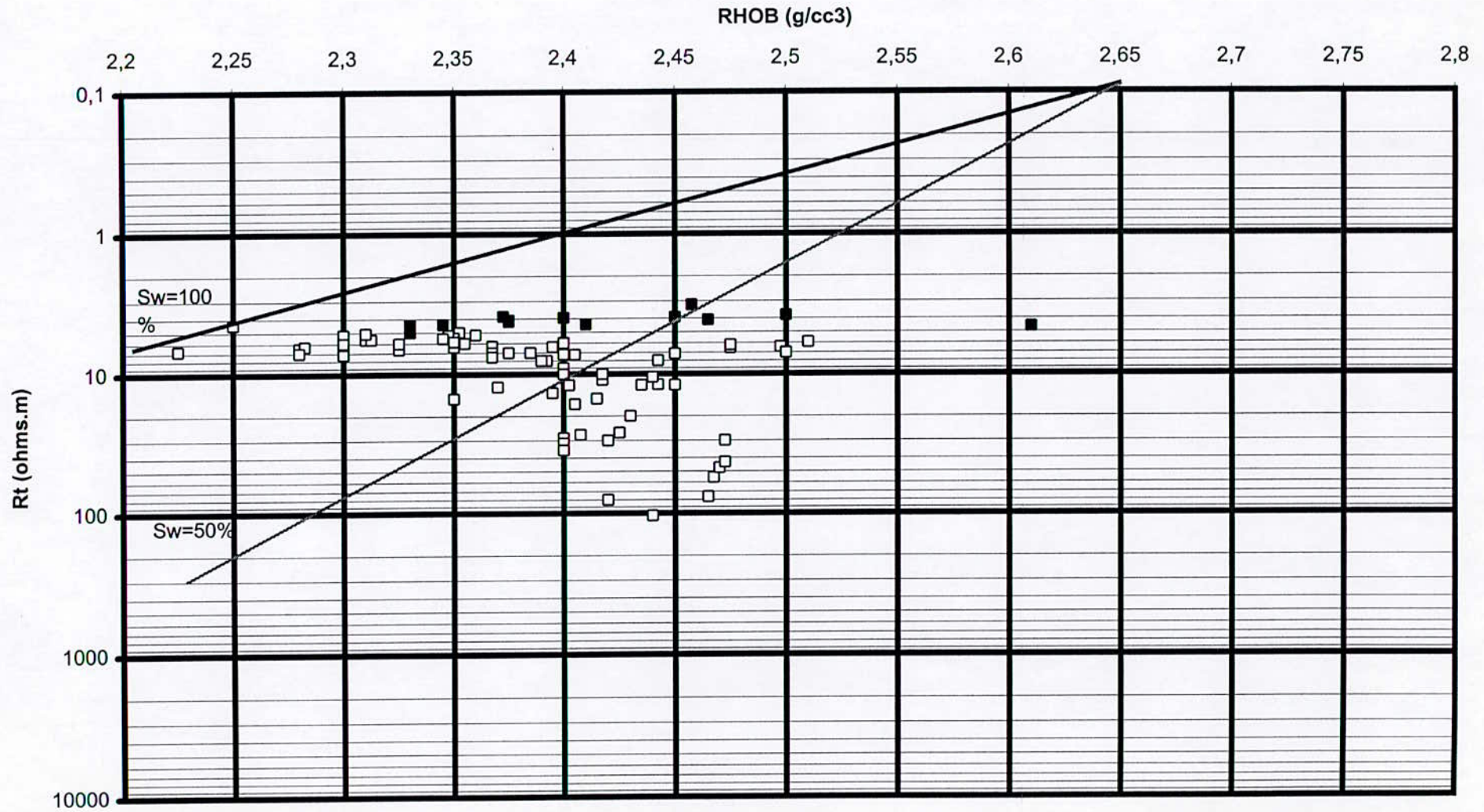


Figure II.1

DETERMINATION DE RHOBma (BBK#2)

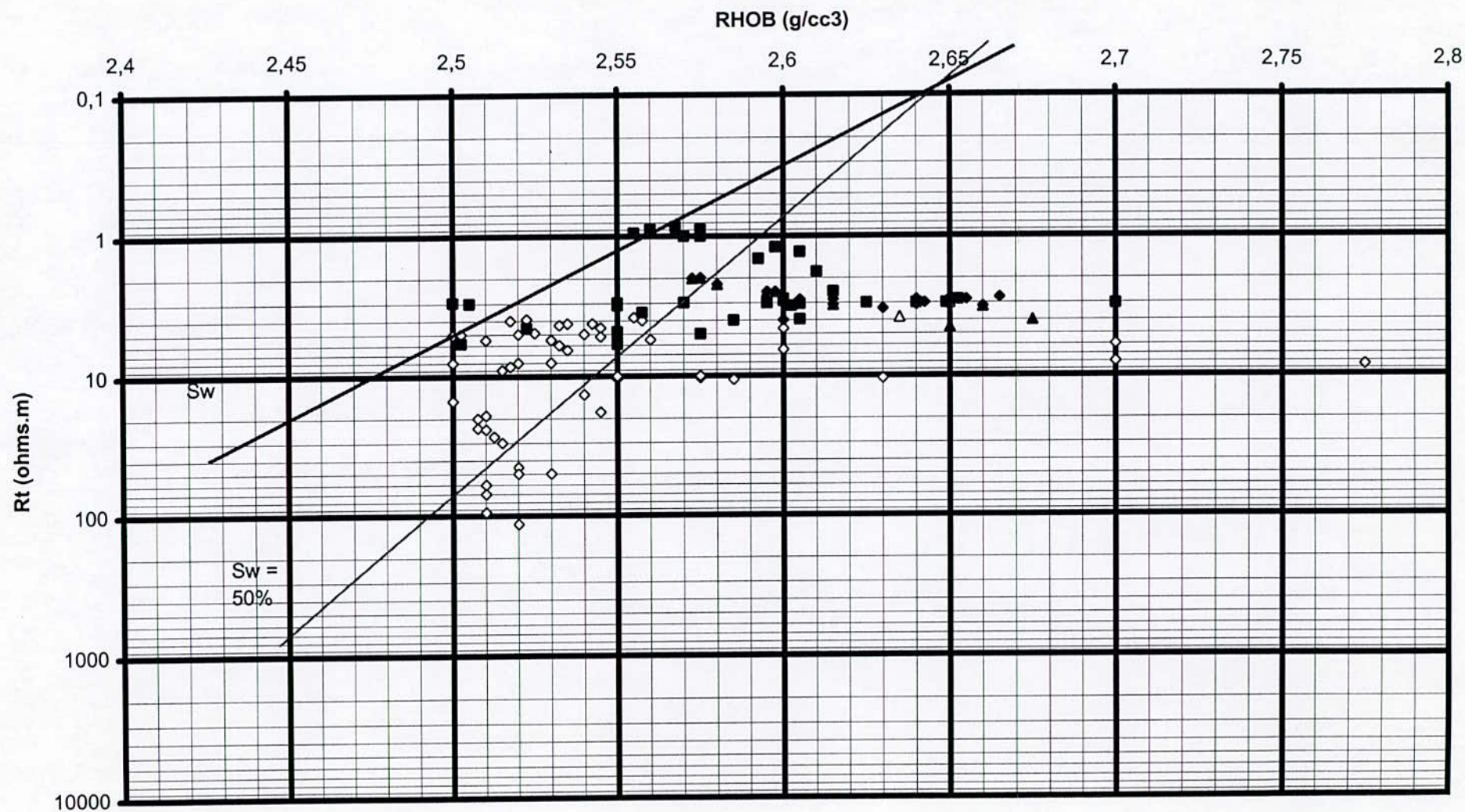


Figure II.2



DETERMINATION DE RHOBma (BBK#N1)

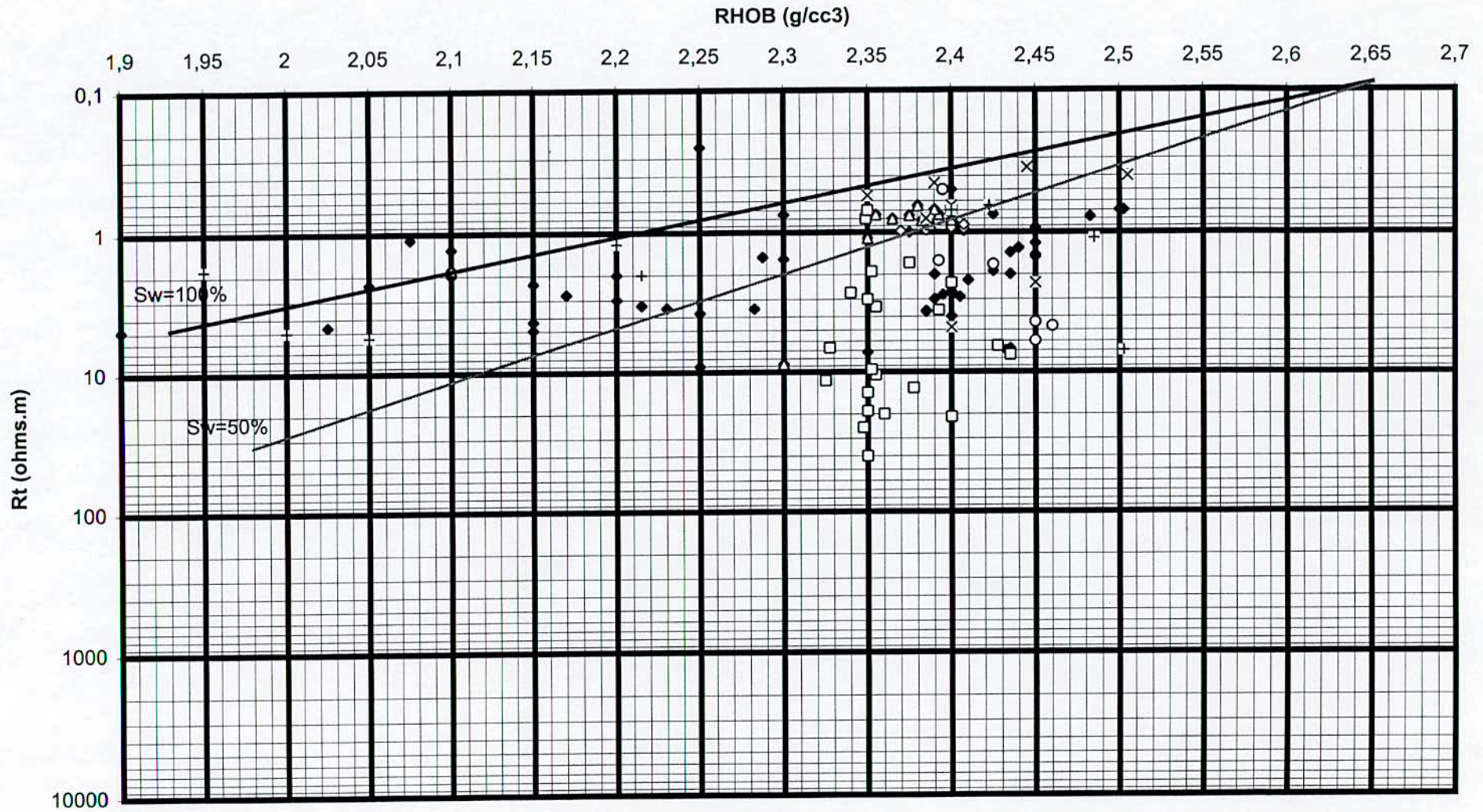


Figure II.3

DETERMINATION DE RHOBma (BBK#N2)

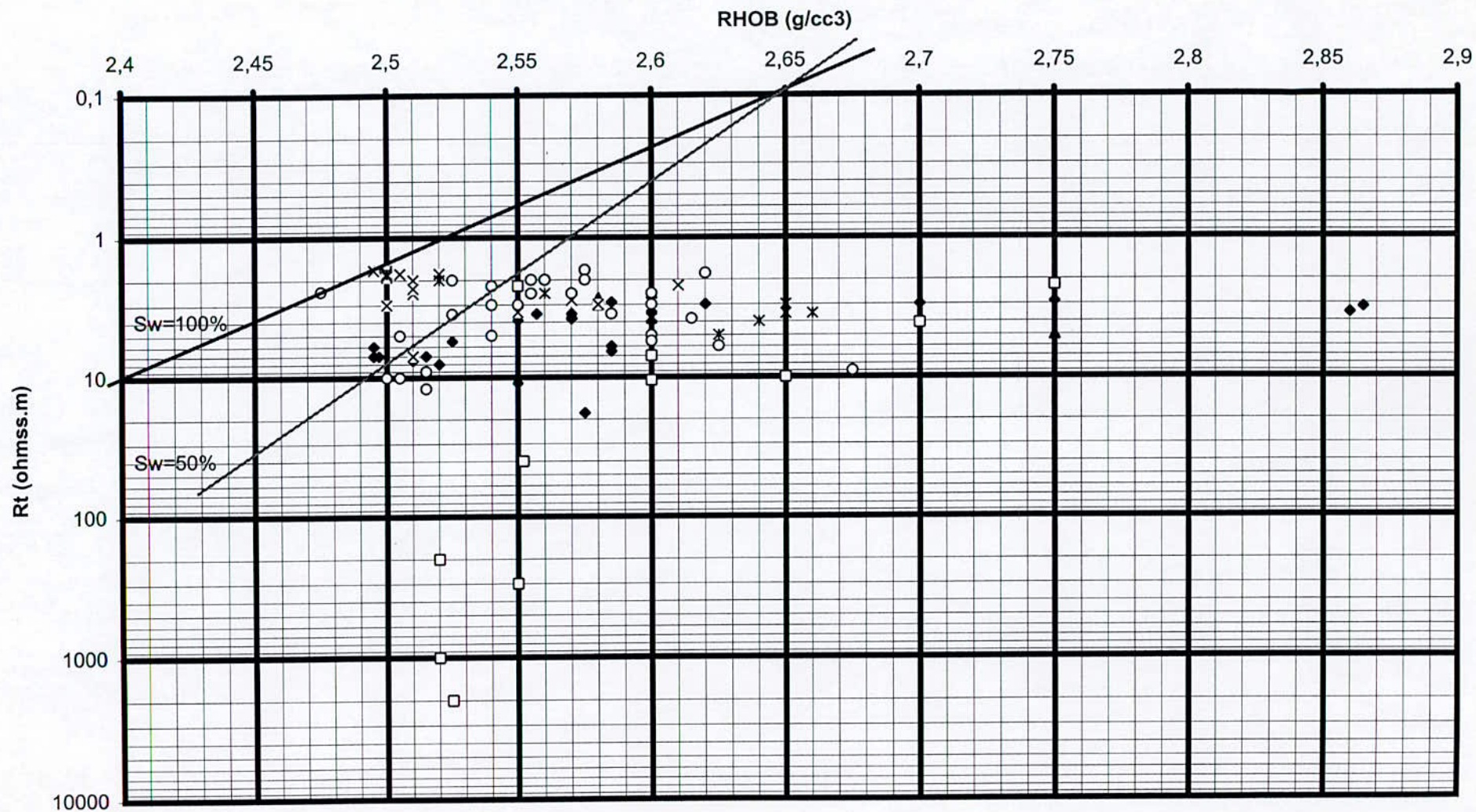


Figure II.4

DETERMINATION DE RHOBma (ROM#2)

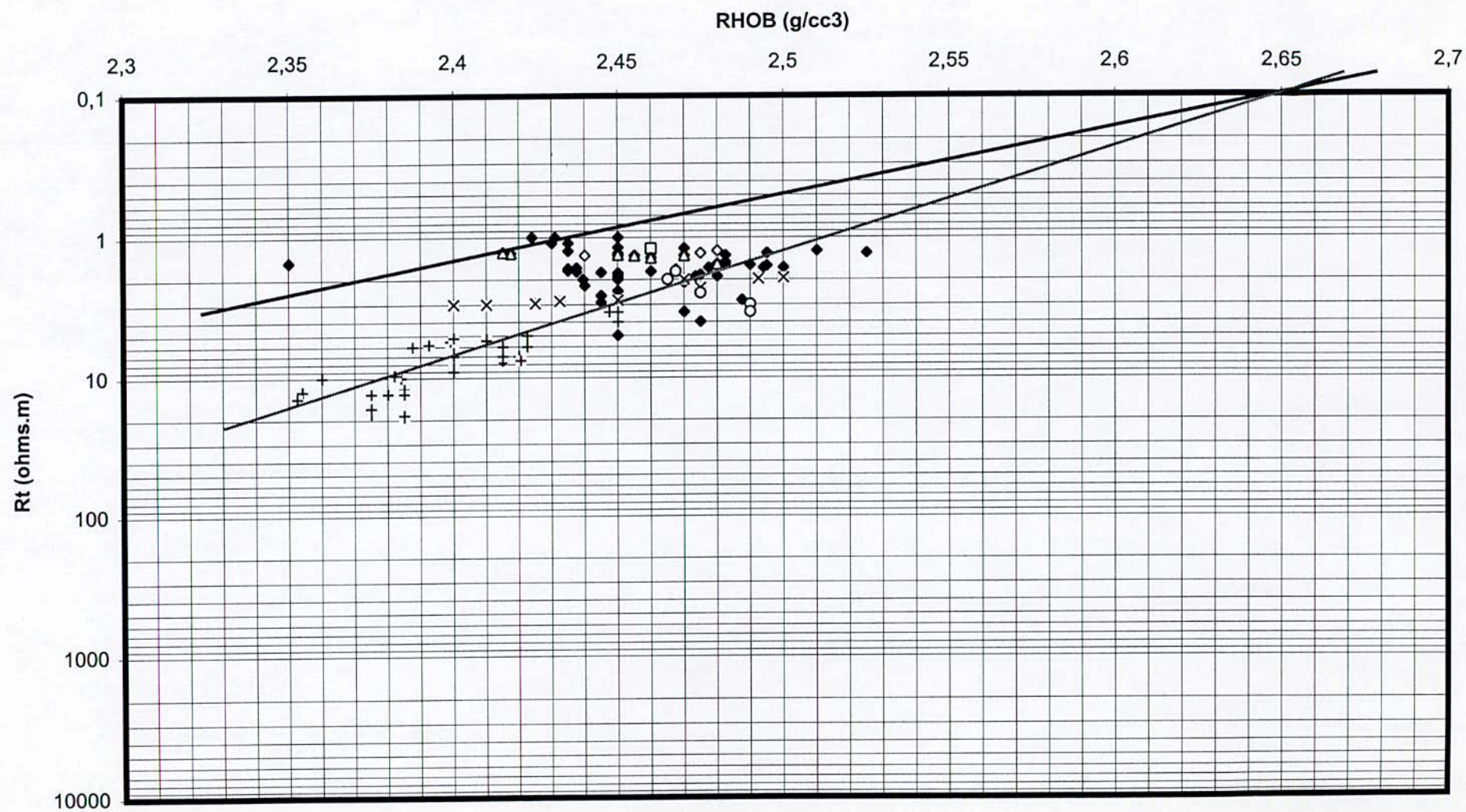


Figure II.5

DETERMINATION DE DTma (BBK#1)

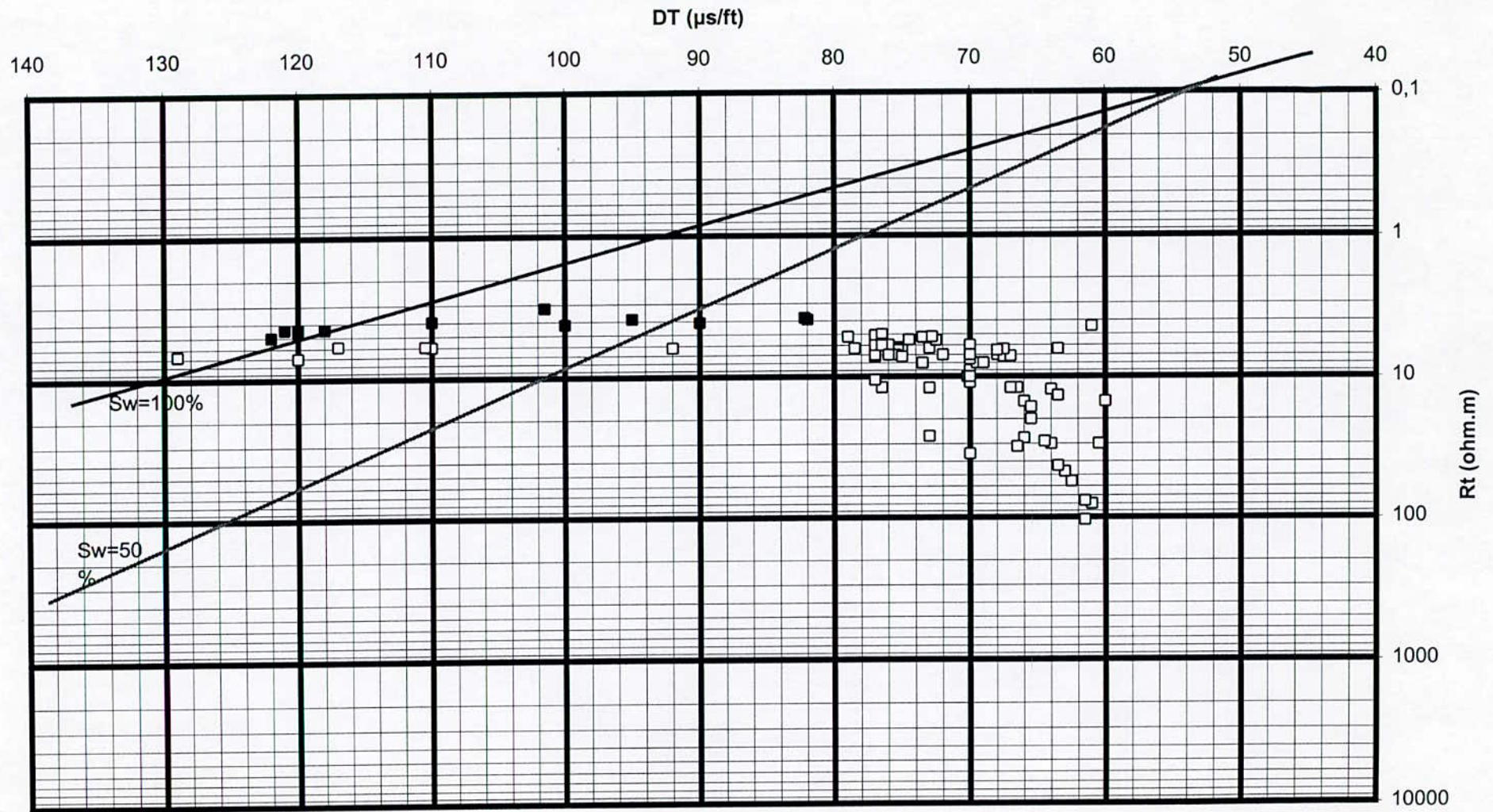


Figure II.6

DETERMINATION DE DTma (BBK#2)

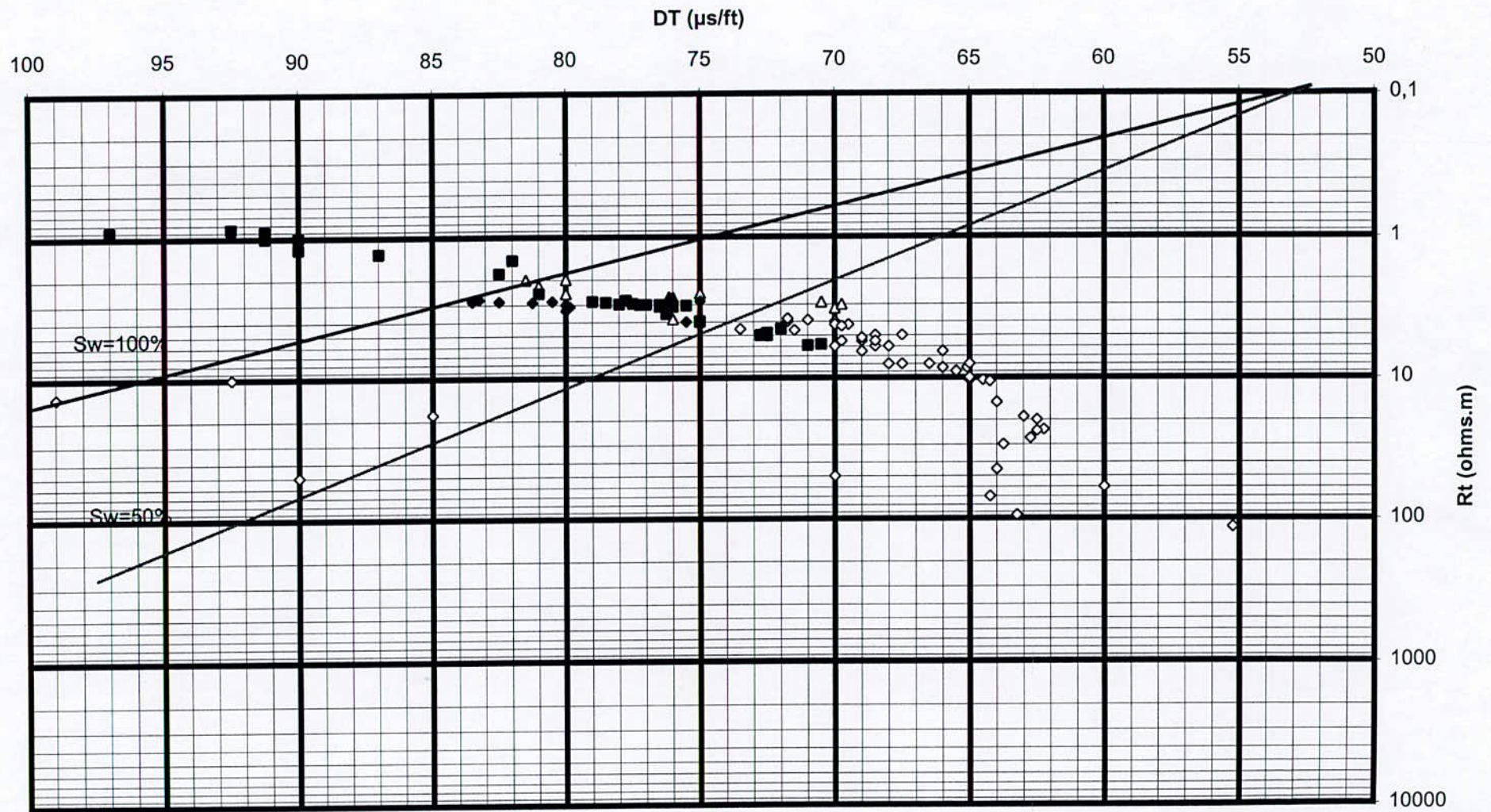


Figure II.7

### DETERMINATION DE DTma (BBK#N1)

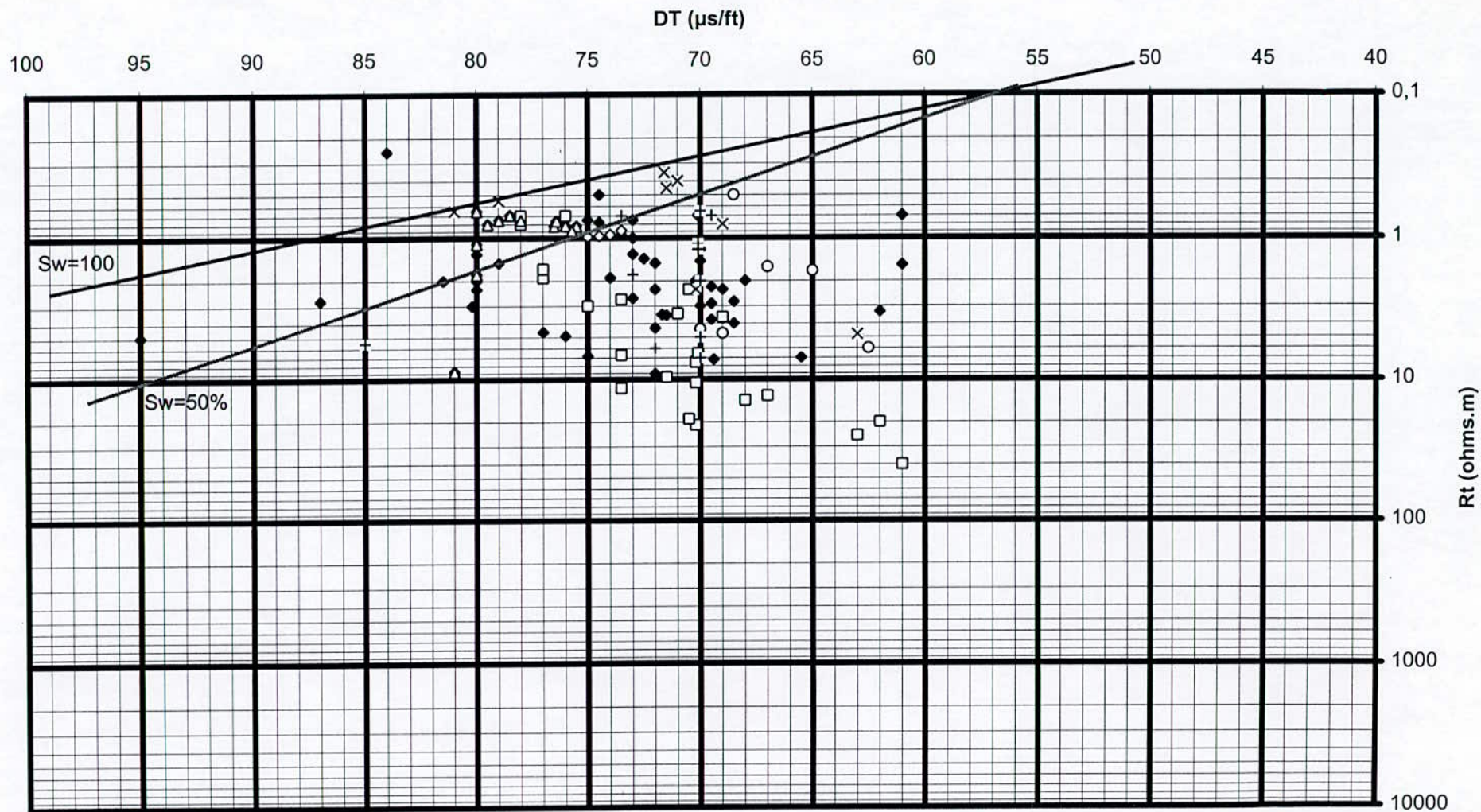


Figure II.8

DETERMINATION DE DTma (BBK#N2)

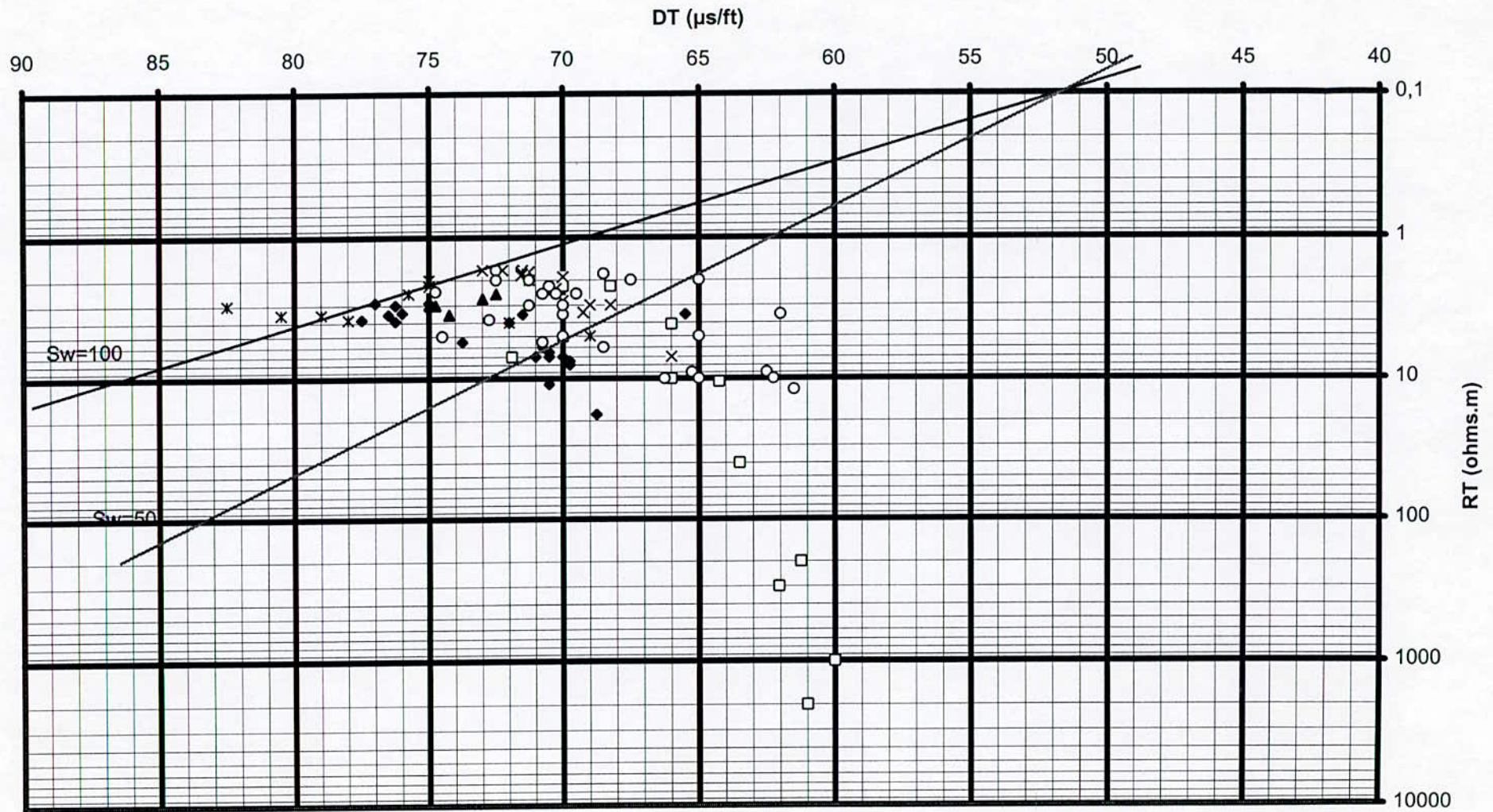


Figure II.9

DETERMINATION DE DTma (ROM#1)

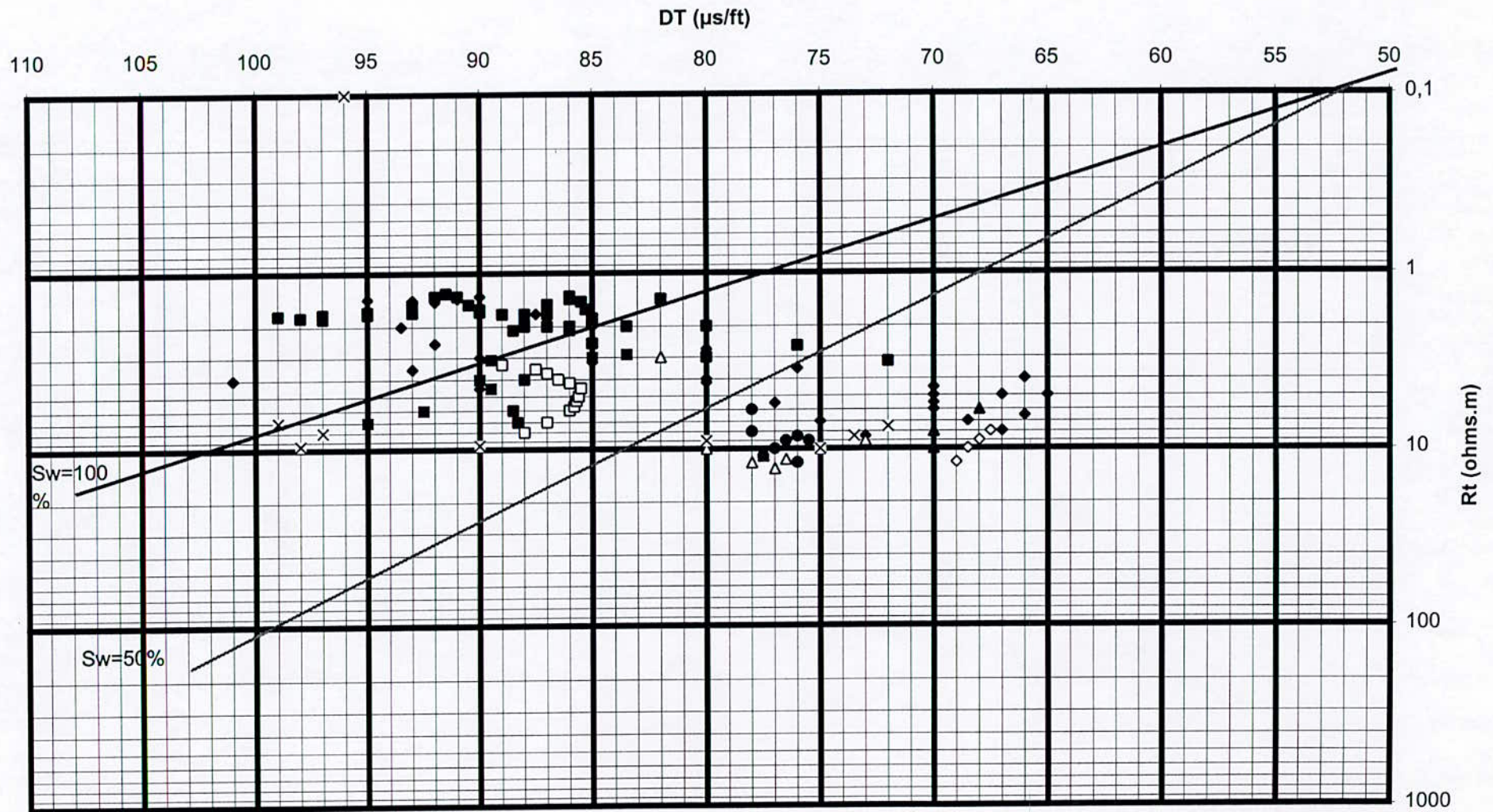


Figure II.10



DETERMINATION DE Dtma (ROM#2)

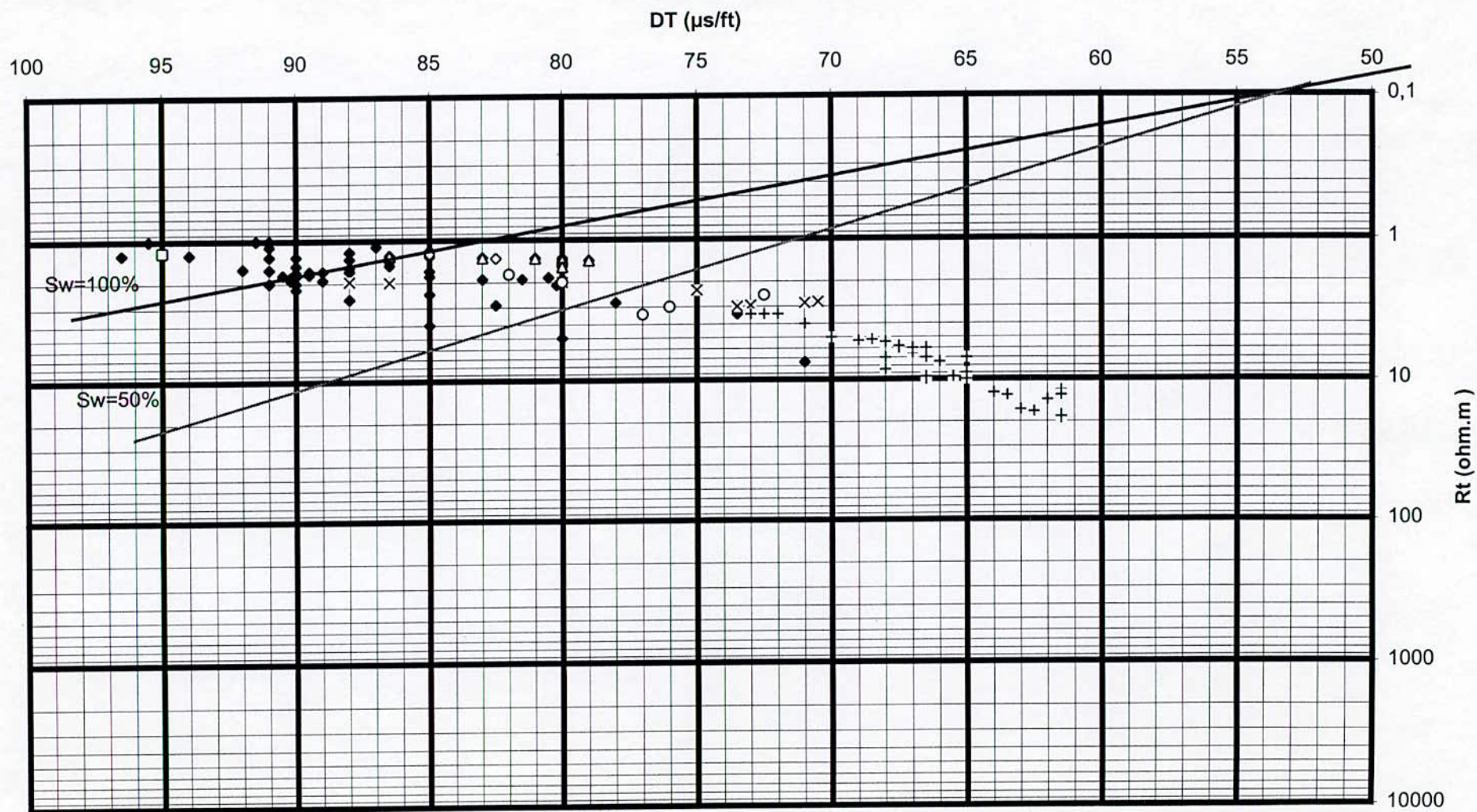


Figure II.11

---

Figure II.12

## PUITS BBK#1

côtes m	CGR GAPI	THORIUM PPM	POTASSIUM %	URANIUM PPM	RHOB G/c3	NPHI %	PEF bam/electron	Rxo ohm,m	Rt ohm,m	ΔT us/ft	ΦD %	ΦS %	ΦN %	Vsh %	ΦNcor %	ΦScor %	ΦDcor %	Φu %	F	K mdarcy	Sw %
3297	57	6,4	2	0,1	2,25	34	8	0,75	4,4	61	24,2	6,57	34	44,52	27,32	-8,566	17,565	27,3	10,1	13,037	18,55
3297,2	45	6,44	1,5	0,4	2,35	22	6	1	15	60	18,2	5,84	22	29,03	17,65	-4,032	13,827	17,6	25,8	6,7662	16,07
3297,4	40,5	6,8	1	0,42	2,42	10	5,3	2	30	60,5	13,9	6,2	10	23,23	6,516	-1,692	10,456	6,52	220	1,5184	33,16
3297,75	36	5,6	1,02	0	2,42	6,1	5,4	2,2	80,08	61	13,9	6,57	6,1	17,42	3,487	0,647	11,326	3,49	844	0,5944	100
3298	27,75	2,8	1,15	0,4	2,44	6,4	7,35	2	104	61,5	12,7	6,93	6,4	6,774	5,384	4,631	11,711	5,38	332	1,1404	21,87
3298,4	30	3,6	1,18	0,6	2,465	7	5	2,5	76,25	61,5	11,2	6,93	7	9,677	5,548	3,644	9,7605	5,55	311	1,1931	24,73
3298,7	42	4	1,19	0	2,4675	7,3	5,8	3,7	55,5	62,5	11,1	7,66	7,3	25,16	3,526	-0,891	7,2864	3,53	824	0,6044	47,18
3298,8	48	7,2	1,4	0	2,47	7,6	6	2,7	47,25	63	10,9	8,03	7,6	32,9	2,665	-3,158	5,9736	2,66	1504	0,397	69,1
3299	45,75	7	1,37	0	2,4725	8,8	8	2,9	42,92	63,5	10,8	8,39	8,8	30	4,3	-1,806	6,2576	4,3	538	0,814	43,34
3299,1	42,75	4,6	1,35	0	2,4725	8,65	8,5	3,2	30	64	10,8	8,76	8,65	26,13	4,731	-0,125	6,8382	4,73	438	0,9393	46,79
3299,5	40,5	4,8	1,37	0	2,43	8,5	8,8	2	20	65,5	13,3	9,85	8,5	23,23	5,016	1,957	9,8495	5,02	386	1,0256	100
3299,8	45	5,4	1,7	0	2,415	10	9	1,65	15	66	14,2	10,2	10	29,03	5,645	0,348	9,8876	5,65	299	1,2244	100
3300	54	6,8	1,9	0	2,435	11,2	9,4	2	12	66,5	13	10,6	11,2	40,65	5,103	-3,235	6,9335	5,1	372	1,0524	100
3300,1	59,7	7,2	1,95	0	2,45	13	9,6	2,65	12	67	12,1	10,9	13	48	5,8	-5,371	4,9212	5,8	283	1,2751	100
3300,5	52,5	6,4	2	0	2,4175	13,6	9	1,9	11	70	14,1	13,1	13,6	38,71	7,794	-0,023	8,2845	7,79	150	1,9862	45,18
3300,65	45	4,8	1,98	0,4	2,4175	14,5	8,5	2,1	10	70,2	14,1	13,3	14,5	29,03	10,15	3,414	9,7361	3,41	883	0,5758	100
3300,9	37,5	4	1,3	1	2,4	15,1	7,4	1,5	9	70	15,2	13,1	15,1	19,35	12,2	6,558	12,248	6,56	217	1,5331	60,13
3301	41,25	4,8	1,35	0,9	2,3925	15,4	7,2	1,85	8	69,5	15,6	12,8	15,4	24,19	11,77	4,548	11,977	4,55	477	0,8854	94,53
3301,1	45	4,8	1,4	0	2,39	15,55	7,1	1,75	8	69	15,8	12,4	15,6	29,03	11,2	2,538	11,403	2,54	1670	0,3691	100
3301,45	48	7,2	1,75	0	2,4	13	7	2,7	10	70	15,2	13,1	13	32,9	8,065	1,952	10,216	1,95	2938	0,2489	100
3301,85	52,5	6,4	1,95	0	2,4025	11,5	7,15	1,8	12	73	15	15,3	11,5	38,71	5,694	2,167	9,1935	2,17	2345	0,2912	100
3302	49,5	4,8	1,93	0	2,4425	11,8	7,3	2,87	8	73,5	12,6	15,7	11,8	34,84	6,574	3,848	7,35	3,85	682	0,6891	100
3302,2	45	3,2	1,9	1,4	2,3675	16	8	2,1	6,3	73	17,1	15,3	16	29,03	11,65	5,457	12,766	5,46	322	1,1639	87,56
3302,4	43,5	3,6	1,88	1,4	2,3675	16	9,7	6	7	72	17,1	14,6	16	27,1	11,94	5,386	13,057	5,39	331	1,1409	84,26
3302,5	44,25	3,72	1,85	1,4	2,3675	16	9,5	9	7,5	70	17,1	13,1	16	28,06	11,79	3,597	12,912	3,6	789	0,6227	100
3302,8	42,75	4	1,7	1	2,37	17,5	9	1,9	12,35	64	17	8,76	17,5	26,13	13,58	-0,125	13,05	13,1	49,4	4,3037	24,5
3303	43,5	4	1,69	0,4	2,395	19	6,5	2	13,6	63,5	15,5	8,39	19	27,1	14,94	-0,819	11,39	11,4	66,2	3,5091	27,02
3303,2	40,5	3,2	1,68	0,6	2,405	16	5,5	2,05	16,4	65,5	14,8	9,85	16	23,23	12,52	1,957	11,365	1,96	2920	0,25	100
3303,5	36,75	3,6	1,55	0,8	2,4075	11,5	5,6	3,5	27,3	66	14,7	10,2	11,5	18,39	8,742	3,967	11,939	3,97	639	0,7214	59,26
3303,7	34,5	4	1,3	0,8	2,4	11,65	6	1,2	28,8	64,5	15,2	9,12	11,7	15,48	9,327	3,86	12,829	3,86	678	0,6922	59,43
3304	42	5,2	1,15	0	2,4	11,8	6,2	1,9	31,35	66,5	15,2	10,6	11,8	25,16	8,026	2,029	11,377	2,03	2702	0,2639	100
3304,2	42,75	5	1,25	0	2,4	10	6,7	1,6	35,2	70	15,2	13,1	10	26,13	6,081	4,255	11,232	4,25	550	0,8012	48,41
3304,5	41,25	4	1,45	0,4	2,425	9,7	6,8	2,4	26,4	73	13,6	15,3	9,7	24,19	6,071	7,103	10,007	7,1	183	1,728	32,22
3304,8	45	4,4	1,85	0,4	2,4425	11,5	6,7	1,7	11,9	76,5	12,6	17,9	11,5	29,03	7,145	8,012	8,2209	8,01	141	2,0703	42,16
3304,9	48	5	2	0	2,44	13	6,2	3	10,5	77	12,7	18,2	13	32,9	8,065	7,061	7,7918	7,06	185	1,7128	51,42
3305	54	5,6	2,03	0	2,405	13,6	6,2	2,5	7,25	77	14,8	18,2	13,6	40,65	7,503	4,429	8,7517	4,43	505	0,8508	100

Tableau II.12

## Annexe IV Tableaux et crss plotsr

3305,4	49,5	4	1,6	0	2,31	19,6	6	7	5,6	77	20,6	18,2	19,6	34,84	14,37	6,403	15,38	6,4	228	1,4791	78,21
3305,5	45	3,92	1,58	0,6	2,3125	20,5	6	4	5,6	76,8	20,5	18,1	20,5	29,03	16,15	8,231	16,1	8,23	133	2,1558	59,71
3305,8	39	3	1,8	1	2,31	19	5,8	3,5	5,075	77	20,6	18,2	19	21,29	15,81	11,01	17,413	11	71,2	3,3347	45,88
3306	40,5	3,2	1,9	0,4	2,3525	19,6	5,7	5	5	76,5	18	17,9	19,6	23,23	16,12	9,986	14,546	9,99	87,8	2,8809	51,33
3306,2	44,25	4	1,7	0,4	2,35	20,5	5,8	5,3	6,36	75	18,2	16,8	20,5	28,06	16,29	7,246	13,972	7,25	175	1,7807	64,25
3306,5	37,5	2,8	1,05	1	2,325	18,1	5,9	2,7	6,21	75,3	19,7	17	18,1	19,35	15,2	10,43	16,794	10,4	80,1	3,0735	43,97
3306,8	29,7	3,2	1,2	2	2,3	16,3	6,8	4,8	6,24	75	21,2	16,8	16,3	9,29	14,91	13,63	19,819	13,6	45	4,5934	32,89
3306,9	30	3,6	1,25	2,2	2,28	22	6,75	4,8	6,48	75,3	22,4	17	22	9,677	20,55	13,72	20,973	13,7	44,4	4,6376	32,06
3307	36	3,8	1,4	2	2,28	25,06	6,75	7	7	75,5	22,4	17,2	25,1	17,42	22,45	11,23	19,811	11,2	68,2	3,4357	38,24
3307,1	42	4	1,42	0,8	2,3	25	7	6	7,2	75	21,2	16,8	25	25,16	21,23	8,233	17,438	8,23	133	2,1567	52,64
3307,5	45	6,8	1,43	0,8	2,325	16,6	8,5	2,1	6,615	77	19,7	18,2	16,6	29,03	12,25	8,377	15,342	8,38	128	2,2134	53,91
3307,8	57	6,6	2	0,8	2,3	19	9	4	5,2	79	21,2	19,7	19	44,52	12,32	4,573	14,535	4,57	471	0,8926	100
3308	56,25	6,4	2,05	0	2,2825	25,6	6,3	9	6,3	78,5	22,3	19,3	25,6	43,55	19,07	4,537	15,74	4,54	479	0,8821	100
3308,2	54	4,8	2	0	2,28	25	5,5	7	7	77	22,4	18,2	25	40,65	18,9	4,429	16,327	4,43	505	0,8508	100
3308,4	45	4	1,8	1,3	2,325	19	5,6	6	6	77	19,7	18,2	19	29,03	14,65	8,377	15,342	8,38	128	2,2134	56,6
3308,7	31,5	2,8	1,4	1,2	2,35	18,4	6	6,5	5,85	76,5	18,2	17,9	18,4	11,61	16,66	13,93	16,44	13,9	42,9	4,7486	33,17
3308,9	34,5	4	1,39	1,3	2,35	19	6,15	7,8	5,46	74,5	18,2	16,4	19	15,48	16,68	11,16	15,859	11,2	69,2	3,4028	43,6
3309	33,75	4	1,15	1,2	2,3475	20,5	6,2	3,5	5,25	73,5	18,3	15,7	20,5	14,52	18,32	10,76	16,156	10,8	74,8	3,2211	46,24
3309,2	31,5	4	1,16	1,3	2,345	19	6,25	2,4	5,52	72,5	18,5	15	19	11,61	17,26	11,02	16,743	11	71,1	3,3373	43,97
3309,5	37,5	4,4	1,4	0,8	2,36	14,5	6,7	4	5,2	72,8	17,6	15,2	14,5	19,35	11,6	8,602	14,673	8,6	121	2,303	59,1
3309,8	45	5,2	1,7	0,6	2,395	13	6,15	2,2	6,38	63,5	15,5	8,39	13	29,03	8,645	-1,477	11,1	8,65	120	2,3204	100
3310	49,5	5,6	1,8	0,6	2,4	16	6,2	8,5	5,95	76	15,2	17,5	16	34,84	10,77	5,673	9,9257	5,67	296	1,2335	86,42
3310,1	52,5	5,6	1,85	0,6	2,4	22	6,18	6	6	76,5	15,2	17,9	22	38,71	16,19	4,722	9,3451	4,72	440	0,9367	100
3310,2	50,25	5,48	1,9	0,8	2,385	22,3	6,2	5	7	76	16,1	17,5	22,3	35,81	16,93	5,344	10,69	5,34	337	1,1278	84,96
3310,5	45	5,2	1,7	1,4	2,355	22,6	6	6	6	70	17,9	13,1	22,6	29,03	18,25	3,268	13,524	3,27	970	0,5392	100
3310,7	51	8	1,5	1,5	2,375	22	5,9	2,8	7	68	16,7	11,7	22	36,77	16,48	-0,824	11,151	16,5	29,9	6,1094	25,31
3310,9	57	10,6	1,2	1,5	2,4	20,8	5,8	0,8	7,2	67,5	15,2	11,3	20,8	44,52	14,12	-3,822	8,4741	14,1	41,7	4,8449	29,47
3311	58,5	10,8	1	1,5	2,45	20,65	5,7	1,3	7,15	67	12,1	10,9	20,7	46,45	13,68	-4,845	5,1535	13,7	44,6	4,62	30,6
3311,2	45	8,4	0,8	4	2,4975	21,7	5,75	4	6,4	67,5	9,24	11,3	21,7	29,03	17,35	1,443	4,8876	1,44	5624	0,1582	100
3311,4	30	4,8	0,01	5,4	2,475	21,7	6	5	6,5	68	10,6	11,7	21,7	9,677	20,25	8,389	9,1544	8,39	128	2,2179	54,3
3311,8	22,5	5,4	0,01	4	2,5	21,7	6,9	2	7	70	9,09	13,1	21,7	0	21,7	13,14	9,0909	13,1	48,7	4,3475	32,3
3312	31,5	6	0,65	3	2,475	21,55	6,95	2	6,2	92	10,6	29,2	21,6	11,61	19,81	25,25	8,8641	25,2	12	11,582	17,01
3312,2	37,5	8	0,6	2,8	2,3	20,5	6,9	2	6	110	21,2	42,3	20,5	19,35	17,6	35,76	18,309	35,8	5,66	19,517	11,89
3312,5	49,5	10	1,7	1,8	2,225	19	8	0,6	6,75	129	25,8	56,2	19	34,84	13,77	44,36	20,532	44,4	3,56	26,97	8,894
3312,8	48,75	8,8	1,9	2	2,5	19	9	0,32	7,04	120	9,09	49,6	19	33,87	13,92	38,12	4,0103	38,1	4,93	21,484	10,25
3313	50,25	8,84	1,2	2	2,51	19,06	7,1	0,37	5,92	110,5	8,48	42,7	19,1	35,81	13,69	30,53	3,1139	30,5	7,95	15,397	14,19
3313,2	60	9,2	1,3	2	2,35	19,75	7	0,39	5,85	117	18,2	47,4	19,8	48,39	12,49	30,99	10,924	31	7,69	15,751	14,05
3313,4	73,5	12,8	1,5	0,4	2,33	19,9	6	0,4	5	122	19,4	51,1	19,9	65,81	10,03	28,72	9,523	28,7	9,06	14,051	16,49
3313,7	81	12	2,2	0	2,33	19,6	5,05	0,52	4,42	121	19,4	50,4	19,6	75,48	8,273	24,7	8,0714	24,7	12,5	11,206	20,62
3313,9	80,25	12,8	2,5	1,4	2,345	19,45	5	0,4	4,4	120	18,5	49,6	19,5	74,52	8,273	24,3	7,3074	24,3	13	10,935	21,04
3314	91,5	12,8	2,9	1,4	2,61	19,3	4,95	0,55	4,5925	120	2,42	49,6	19,3	89,03	5,945	19,36	-10,93	19,4	21,2	7,7787	26,28
3314,2	99,75	12	3,2	2,4	2,41	19,15	4,85	0,68	4,42	118	14,5	48,2	19,2	99,68	4,198	14,28	-0,406	14,3	40,7	4,9286	37,16
3314,5	96,75	11,6	3	5,6	2,4	19	4,7	0,52	3,952	110	15,2	42,3	19	95,81	4,629	9,762	0,7805	9,76	92,2	2,7841	59,17

Suite du Tableau II.12

Annexe IV Tableaux et crss plotsr

3314,8	90	11,8	2,6	6	2,375	18,85	4,9	0,7	4,2	100	16,7	35	18,9	87,1	5,785	5,424	3,6022	5,42	326	1,153	100
3314,9	90	12	2,5	5,8	2,3725	19	5	0,5	3,85	95	16,8	31,4	19	87,1	5,935	1,774	3,7537	1,77	3607	0,2157	100
3315	90,75	12,4	2,5	4,4	2,375	19,06	5,05	0,39	4,095	90	16,7	27,7	19,1	88,06	5,85	-2,205	3,457	5,85	277	1,2918	100
3315,2	90	12	2,5	4,6	2,45	19,3	6	0,34	3,91	82	12,1	21,9	19,3	87,1	6,235	-7,715	-0,943	6,24	242	1,4214	100
3315,5	75	9,2	2,05	4,4	2,5	19,06	9	0,38	3,8	82,2	9,09	22	19,1	67,74	8,899	-0,988	-1,07	8,9	113	2,4233	100
3315,8	69,75	9,4	2,3	4	2,465	19	11	0,41	4,1	90	11,2	27,7	19	60,97	9,855	7,008	2,067	7,01	188	1,6936	100
3316	72	12	2,5	4	2,4575	19	8	0,4	3,2	101,5	11,7	36,1	19	63,87	9,419	14,42	2,086	14,4	39,9	4,9962	43,24

Suite du Tableau II.12

Annexe IV Tableaux et crss plotsr

BBK#2

Profondeu m	CGR GAPI	SGR GAPI	Th PPM	U PPM	K %	RHOB G/c3	NPHI VV	Pe	Rt ohm.m	Rxo ohm.m	DT us/ft	M	N	Th/K	φ N %	φ D %	φ S %	Vsh %	φNcor %	φDcor %	φScor %	φu %	F mdarc	K	Sw %
3286,5	129	168	11,6	5,5	5,3	2,575	35,25	4,7	0,9	0,9	97	0,58	0,41	2,19	39,25	4,55	32,8	99	16,98	4,0505	13,542	13,54	45,63	4,55	84,3
3286,9	105	150	10	4,4	4	2,5975	35,85	4,7	1,2	1,2	90	0,62	0,4	2,5	39,85	3,18	27,7	75	22,98	2,8068	13,112	13,11	48,91	4,33	75,5
3287,1	90	120,8	8	4	3,7	2,5925	29,1	5	1,45	1,45	82	0,67	0,45	2,16	33,1	3,48	21,9	60	19,6	3,1848	10,198	10,2	83,97	2,97	90
3287,5	105	150	9,4	5	4,5	2,57	30	4,5	1	1	90	0,63	0,45	2,09	34	4,85	27,7	75	17,13	4,4735	13,112	13,11	48,91	4,33	82,7
3287,8	115,5	161,7	9,6	5,96	4,9	2,5675	30,9	3,95	0,86	0,86	92,5	0,62	0,44	1,96	34,9	5	29,6	85,5	15,66	4,5725	12,89	12,89	50,74	4,22	90,9
3288	116,3	162	9,6	5,96	5	2,56	33,3	4	0,9	0,9	91,25	0,63	0,43	1,92	37,3	5,45	28,6	86,25	17,89	5,0233	11,831	11,83	61,01	3,71	97,4
3288,2	114,8	160,5	9,4	5,9	5	2,555	33,6	4,3	0,95	0,95	91,25	0,63	0,43	1,88	37,6	5,76	28,6	84,75	18,53	5,3338	12,123	12,12	57,89	3,85	92,4
3288,5	114	156	8,8	5,7	4,95	2,575	33	4,15	1	1	91,25	0,62	0,43	1,78	37	4,55	28,6	84	18,1	4,1255	12,27	12,27	56,42	3,92	88,9
3289	105,8	149,3	8	5,5	4,85	2,605	29,1	3,98	1,3	1,3	87	0,64	0,44	1,65	33,1	2,73	25,5	75,75	16,06	2,3485	10,776	10,78	74,57	3,23	89,6
3289,2	105,8	149,3	8	5,4	4,8	2,61	24	3,98	1,8	1,8	82,5	0,66	0,47	1,67	28	2,42	22,3	75,75	10,96	2,0455	7,4915	7,492	163	1,87	100
3289,5	103,5	142,5	8	5,2	4,7	2,615	21	3,65	2,5	2,5	81	0,67	0,49	1,7	25	2,12	21,2	73,5	8,463	1,7537	6,8354	6,835	198,5	1,63	100
3289,9	101,3	135	7,8	5	4,5	2,6525	18,3	3,67	2,85	2,85	79	0,67	0,49	1,73	22,3	-0,15	19,7	71,25	6,269	-0,508	5,8143	5,814	281	1,28	100
3290	101,3	135	7,76	5	4,5	2,649	18	3,7	3	3	77	0,68	0,5	1,72	22	0,06	18,2	71,25	5,969	-0,296	4,3544	4,354	523,2	0,83	100
3290,3	97,5	132,8	7,6	4,7	4,35	2,6	18,3	3,71	2,9	2,9	78,5	0,69	0,51	1,75	22,3	3,03	19,3	67,5	7,113	2,6928	6,1806	6,181	246,4	1,4	100
3290,6	97,5	132,8	7,2	4,4	4,4	2,6	20,7	3,35	2,8	2,8	77,75	0,7	0,5	1,64	24,7	3,03	18,8	67,5	9,513	2,6928	5,6331	5,633	300,8	1,22	100
3291	93,75	126,8	7	4,1	4,35	2,6025	17,7	3,65	3,15	3,15	76,25	0,7	0,51	1,61	21,7	2,88	17,7	63,75	7,356	2,56	5,2695	5,269	347,2	1,1	100
3291,2	92,25	124,5	7	4	4,35	2,605	18	3,7	3,05	3,05	76	0,7	0,51	1,61	22	2,73	17,5	62,25	7,994	2,416	5,3795	5,379	332,1	1,14	100
3291,5	90,75	120	7	3,96	4,4	2,595	18,15	3,8	3	3	76,5	0,71	0,51	1,59	22,15	3,33	17,9	60,75	8,481	3,0296	6,037	6,037	259,2	1,35	100
3291,9	92,25	121,5	7	3,94	4,37	2,57	18,6	3,7	2,98	2,98	78	0,71	0,52	1,6	22,6	4,85	19	62,25	8,594	4,5372	6,8394	6,839	198,2	1,63	96,5
3292	92,1	120	7	3,86	4,3	2,64	18,15	3,45	3	3	76,5	0,69	0,5	1,63	22,15	0,61	17,9	62,1	8,178	0,2956	5,7737	5,774	285,3	1,27	100
3292,3	90	115,5	6,8	3,5	4,2	2,7	18	3,98	3,05	3,05	75,5	0,67	0,48	1,62	22	-3,03	17,2	60	8,5	-3,33	5,4533	5,453	322,5	1,16	100
3292,5	94,5	120	7,2	4	4,4	2,625	18,45	3,5	3	3	77	0,69	0,5	1,64	22,45	1,52	18,2	64,5	7,938	1,1927	5,6707	5,671	296,5	1,23	100
3292,8	100,5	133,5	8	4,4	4,25	2,55	18,75	3	2,98	2,98	78	0,72	0,52	1,88	22,75	6,06	19	70,5	6,888	5,7081	5,2306	5,231	352,8	1,09	100
3293	90	112,5	7,4	3,9	4	2,5	18	3,15	2,95	2,95	77,5	0,74	0,55	1,85	22	9,09	18,6	60	8,5	8,7909	6,9131	6,913	193,7	1,66	95,9
3293,1	89,7	96,75	7,4	3,8	3,98	2,505	16,95	3,2	3	3	77,25	0,74	0,55	1,86	20,95	8,79	18,4	59,7	7,518	8,4894	6,7892	6,789	201,4	1,61	96,9
3293,4	97,5	105	8,4	3,9	4	2,55	17,4	3	3,1	3,1	76,5	0,73	0,53	2,1	21,4	6,06	17,9	67,5	6,213	5,7231	4,7207	4,721	439,8	0,94	100
3293,7	104,3	127,5	9,6	4	4,3	2,5575	18	2,98	3,5	3,5	76,25	0,72	0,53	2,23	22	5,61	17,7	74,25	5,294	5,2348	3,222	3,222	999,8	0,53	100
3294	87	112,5	7,2	3,5	3,8	2,5225	14,4	3,1	4,5	4,5	72	0,77	0,56	1,89	18,4	7,73	14,6	57	5,575	7,4423	3,4835	3,484	845,4	0,59	100
3294,3	74,7	97,5	6,4	3,4	3,25	2,55	12,6	3,1	5,9	5,9	71	0,76	0,56	1,97	16,6	6,06	13,9	44,7	6,543	5,8371	5,1521	5,152	364,4	1,07	93
3294,6	82,5	105	7	3,5	3,5	2,575	15	3,1	5	5	72,5	0,74	0,54	2	19	4,55	15	52,5	7,188	4,283	4,726	4,726	438,8	0,94	100
3294,9	90,45	120	7,8	3,9	4	2,605	18,6	3,45	3,95	3,95	75	0,71	0,51	1,95	22,6	2,73	16,8	60,45	8,999	2,425	5,0006	5,001	388,6	1,02	100
3295	78	105	6,8	3,2	3,5	2,55	15	3,5	4,8	4,8	72,5	0,75	0,55	1,94	19	6,06	15	48	8,2	5,8206	5,6035	5,604	304,2	1,21	94,2
3295,2	71,25	89,7	6	2,4	3	2,5025	13,5	3,45	5,8	5,8	70,5	0,79	0,58	2	17,5	8,94	13,5	41,25	8,219	8,7331	5,4599	5,46	321,7	1,16	88,1
3295,4	75	105	6,4	4	3,2	2,55	18	3,7	5	6	72,75	0,75	0,53	2	22	6,06	15,1	45	11,88	5,8356	6,371	6,371	230,9	1,47	80,4
3295,75	78	126,8	7	6,2	3,3	2,585	19,5	4	4	4	75	0,72	0,51	2,12	23,5	3,94	16,8	48	12,7	3,6994	7,4283	7,428	165,9	1,85	76,2
3296	67,5	105	6,4	5,5	3	2,545	16,5	3,8	4,5	4,5	73,5	0,75	0,54	2,13	20,5	6,36	15,7	37,5	12,06	6,1761	8,3809	8,381	128	2,21	63,1
3296,2	63,75	100,5	5,8	4,8	2,8	2,5	14,85	3,15	5,05	5,05	72,5	0,78	0,57	2,07	18,85	9,09	15	33,75	11,26	8,9222	8,3823	8,382	128	2,22	59,6
3296,4	65,25	105	6,4	5	2,9	2,5025	15	3,1	5	5	72,75	0,77	0,57	2,21	19	8,94	15,1	35,25	11,07	8,7631	8,2722	8,272	131,7	2,17	60,7
3296,6	67,5	105	5,8	4,9	2,7	2,525	16,5	3,2	4,9	4,9	72,75	0,76	0,55	2,15	20,5	7,58	15,1	37,5	12,06	7,3883	7,8335	7,833	148	2	65
3296,8	60	90	5,2	4	2,5	2,6	15,75	3,3	4,6	4,6	71,5	0,73	0,53	2,08	19,75	3,03	14,2	30	13	2,8803	8,3836	8,384	127,9	2,22	62,4

Tableau II.13

Annexe IV Tableaux et crss plotsr

3297	57	75	4	2,2	2	2,7	15	4	6	7	68	0,71	0,5	2	19	-3,03	11,7	27	12,93	-3,165	6,4138	6,414	227,6	1,48	72,9
3297,2	42	57	3,2	1,6	1,9	2,775	11,4	5,4	8,5	10,5	65,1	0,7	0,5	1,68	15,4	-7,58	9,56	12	12,7	-7,636	7,222	7,222	176,3	1,77	53,9
3297,5	51	60	4	2,2	2,3	2,7	12	5	8	10	68	0,71	0,52	1,74	16	-3,03	11,7	21	11,28	-3,135	7,5838	7,584	158,7	1,91	52,7
3297,8	60	75	4,4	2,3	2,8	2,6	12,6	4	6,5	8	69	0,75	0,55	1,57	16,6	3,03	12,4	30	9,85	2,8803	6,5588	6,559	216,9	1,53	68,3
3298	69	87	4,6	2,4	3,2	2,53	13,35	3,2	5,5	6	69,75	0,78	0,57	1,44	17,35	7,27	13	39	8,575	7,0777	5,3512	5,351	335,9	1,13	92,5
3298,2	60	75	4,4	2,3	3	2,5325	12	3,05	6	6,5	70	0,78	0,57	1,47	16	7,12	13,1	30	9,25	6,9712	7,2887	7,289	172,9	1,8	63,5
3298,5	57	67,5	4	1,4	2,5	2,53	9,6	3	8	10	67,5	0,79	0,59	1,6	13,6	7,27	11,3	27	7,525	7,1377	6,0489	6,049	258,1	1,36	67,2
3298,8	51	60	4,4	1	2	2,575	9,45	2,95	10,3	10,9	65	0,79	0,57	2,2	13,45	4,55	9,49	21	8,725	4,4405	5,3941	5,394	330,2	1,14	67
3299	45	54	6	1,4	1,6	2,63	9,75	3,7	10,4	10,98	64,5	0,76	0,55	3,75	13,75	1,21	9,12	15	10,38	1,1371	6,1991	6,199	244,8	1,41	57,4
3299,2	49,5	60	6,8	1,8	1,65	2,575	10,2	3,85	10	10,5	65	0,79	0,57	4,12	14,2	4,55	9,49	19,5	9,813	4,448	5,6866	5,687	294,8	1,24	64,2
3299,6	55,5	72	7,2	2,1	1,75	2,52	10,8	3,3	8	9,8	66,5	0,81	0,59	4,11	14,8	7,88	10,6	25,5	9,063	7,7513	5,6114	5,611	303,3	1,21	72,9
3299,8	54	69	7	2	1,7	2,5175	10,65	3	8,5	10	66	0,81	0,59	4,12	14,65	8,03	10,2	24	9,25	7,9103	5,539	5,539	311,9	1,19	71,7
3300	49,5	67,5	6,8	1,9	1,65	2,515	9,9	2,95	9	10,05	65,5	0,82	0,59	4,12	13,9	8,18	9,85	19,5	9,513	8,0843	6,0515	6,052	257,9	1,36	63,3
3300,2	48	61,5	6,4	1,8	1,6	2,55	8,25	3	10,4	10,8	65	0,8	0,59	4	12,25	6,06	9,49	18	8,2	5,9706	5,9791	5,979	264,6	1,33	59,7
3300,6	45	58,5	6	1,7	1,6	2,585	9	3,3	10,65	11,7	64,25	0,79	0,57	3,75	13	3,94	8,94	15	9,625	3,8644	6,0166	6,017	261,1	1,35	58,6
3300,8	55,5	58,5	6,4	2	1,9	2,575	12	3,7	10	10,5	65	0,79	0,56	3,37	16	4,55	9,49	25,5	10,26	4,418	4,5166	4,517	483,7	0,88	82,3
3301	56,25	59,25	6,48	2,2	1,95	2,56	16,05	4	5,5	6,5	69	0,77	0,54	3,32	20,05	5,45	12,4	26,25	14,14	5,3233	7,29	7,29	172,8	1,8	66,3
3301,2	57	59,55	6,6	2,3	1,97	2,5575	16,2	3,8	4	4,5	71,75	0,75	0,54	3,35	20,2	5,61	14,4	27	14,13	5,4711	9,1511	9,151	106	2,53	60,9
3301,5	57,75	60	6,68	2,4	2	2,555	15,6	3,3	3,8	4,05	71,75	0,75	0,54	3,34	19,6	5,76	14,4	27,75	13,36	5,6188	9,0048	9,005	109,7	2,47	63,6
3301,8	58,05	60,75	6,8	2,5	2	2,5225	14,1	3,35	3,9	4,1	71	0,78	0,56	3,4	18,1	7,73	13,9	28,05	11,79	7,587	8,3989	8,399	127,4	2,22	67,6
3302	57	59,25	5,6	2,4	1,97	2,5175	12	3,3	4	4,5	70	0,78	0,58	2,84	16	8,03	13,1	27	9,925	7,8953	7,8737	7,874	146,4	2,02	71,6
3302,2	45	56,25	4	2	1,95	2,52	10,5	3,15	5	6	68,5	0,79	0,59	2,05	14,5	7,88	12	15	11,13	7,8038	9,1188	9,119	106,8	2,51	54,7
3302,5	48	54	4	1,4	2	2,545	12	3,05	5,2	7	69	0,78	0,57	2	16	6,36	12,4	18	11,95	6,2736	8,8988	8,899	112,5	2,42	55
3302,8	52,5	63,75	4,4	1,6	2,1	2,5425	13,2	3,3	4,2	5	69,5	0,77	0,56	2,1	17,2	6,52	12,8	22,5	12,14	6,4027	8,3862	8,386	127,9	2,22	65,3
3303	49,5	60	4,2	1,4	2	2,54	8,25	3,3	5	6	67,5	0,79	0,6	2,1	12,25	6,67	11,3	19,5	7,863	6,5692	7,5114	7,511	162	1,88	67,4
3303,2	46,5	56,25	4,4	1,6	1,95	2,535	9	3	6,5	10	66	0,8	0,59	2,26	13	6,97	10,2	16,5	9,288	6,8872	7,0015	7,001	188,5	1,69	63,7
3303,5	49,5	60	5,2	2	2	2,5325	10,5	2,9	6	8	68,5	0,79	0,58	2,6	14,5	7,12	12	19,5	10,11	7,0237	8,2413	8,241	132,7	2,16	55,7
3303,8	52,5	68,25	5,4	2	2	2,535	13,2	2,95	4,2	5,5	70	0,78	0,57	2,7	17,2	6,97	13,1	22,5	12,14	6,8572	8,7512	8,751	116,7	2,36	62,4
3304	52,5	67,5	5,4	2	2	2,5325	12,6	3	4,3	5,6	69,75	0,78	0,57	2,7	16,6	7,12	13	22,5	11,54	7,0087	8,5687	8,569	122,1	2,29	63
3304,2	45	60	5,2	1,9	1,95	2,51	9	3	5,5	7	68,5	0,8	0,6	2,67	13	8,48	12	15	9,625	8,4098	9,1188	9,119	106,8	2,51	52,1
3304,5	43,5	52,5	5	1,5	1,6	2,5	6,6	2,85	8	10,5	65	0,83	0,62	3,13	10,6	9,09	9,49	13,5	7,563	9,0234	6,8566	6,857	197,1	1,64	58,7
3304,8	36	45	4,8	1,2	1,3	2,5	6	2,7	15	20	64	0,83	0,63	3,69	10	9,09	8,76	6	8,65	9,0609	7,5891	7,589	158,5	1,91	38,5
3305	36,75	43,5	4,2	1,2	1,05	2,51	5,4	2,75	19	37	63	0,83	0,63	4	9,4	8,48	8,03	6,75	7,881	8,4511	6,7129	6,713	206,3	1,59	39
3305,2	37,5	45	4,4	1,3	1,1	2,5075	5,55	2,8	20	40	62,5	0,84	0,63	4	9,55	8,64	7,66	7,5	7,863	8,5989	6,2017	6,202	244,6	1,41	41,4
3305,5	34,5	42	4,4	1,3	1,05	2,5075	5,43	2,9	23,5	39	62,25	0,84	0,63	4,19	9,43	8,64	7,48	4,5	8,418	8,6139	6,6043	6,604	213,7	1,55	35,7
3305,8	33,75	42,75	4,1	1,4	1	2,51	5,4	2,8	24	36	62,5	0,84	0,63	4,1	9,4	8,48	7,66	3,75	8,556	8,4661	6,933	6,933	192,5	1,67	33,5
3306	33	43,5	4,2	1,4	1	2,5125	5,25	2,7	27	37	62,75	0,83	0,63	4,2	9,25	8,33	7,85	3	8,575	8,3183	7,2617	7,262	174,2	1,79	30,1
3306,2	33,75	44,25	4,4	1,4	1,05	2,515	5,1	2,65	30	38	63,75	0,83	0,63	4,19	9,1	8,18	8,58	3,75	8,256	8,1631	7,8454	7,845	147,6	2,01	26,2
3306,5	34,5	45	4,4	1,5	1,1	2,52	4,5	2,7	45	55	64	0,82	0,63	4	8,5	7,88	8,76	4,5	7,488	7,8563	7,8816	7,882	146,1	2,02	21,3
3306,8	31,5	40,5	4	1,4	1	2,51	5,25	2,65	95	300	63,25	0,83	0,63	4	9,25	8,48	8,21	1,5	8,913	8,4773	7,9192	7,919	144,6	2,03	14,6
3307	30	37,5	4	1,5	0,95	2,51	5,4	2,6	70	200	64,25	0,83	0,63	4,21	9,4	8,48	8,94	0	9,4	8,4848	8,9416	8,942	111,4	2,44	14,9
3307,2	34,5	45	4,6	1,6	1	2,52	6,6	2,65	50	60	70	0,78	0,61	4,6	10,6	7,88	13,1	4,5	9,588	7,8563	12,261	12,26	56,5	3,92	12,6
3307,6	49,5	63	6,6	1,8	1,8	2,545	9,15	2,6	18	18	85	0,67	0,59	3,67	13,15	6,36	24,1	19,5	8,763	6,2661	20,285	20,29	19,14	8,34	12,2
3307,8	45	57	6	1,2	1	2,54	6	2,8	13,5	16	99	0,58	0,61	6	10	6,67	34,3	1,5	6,625	6,5917	31,382	31,38	7,491	16	8,81
3308	31,5	37,5	5,6	0,9	0,8	2,53	4,2	3,9	50	100	90	0,65	0,63	7	8,2	7,27	27,7	1,5	7,863	7,2652	27,445	27,44	9,993	13,1	5,29
3308,2	30	36	5,4	0,8	0,7	2,52	3	3	115	2000	55,25	0,88	0,64	7,71	7	7,88	2,37	0	7	7,8788	2,3723	2,372	1931	0,33	48,5

Suite du Tableau II.13

Annexe IV Tableaux et crss plotsr

3308,5	45	60	8,8	1	0,8	2,51	5,4	3,5	60	80	60	0,85	0,63	11	9,4	8,48	5,84	15	6,025	8,4098	2,9144	2,914	1241	0,45	53,8
3308,8	60	75	11,4	3,4	2	2,55	12	5	10	10	92,5	0,62	0,57	5,7	16	6,06	29,6	30	9,25	5,9106	23,712	23,71	13,68	10,5	13,8
3309	90	120	12,4	4	3	2,6	24	5,1	4	4	75,5	0,71	0,48	4,13	28	3,03	17,2	60	14,5	2,7303	5,4533	5,453	322,5	1,16	100
3309,2	116,3	154,5	12,8	5,4	4	2,63	24,3	4	3,3	3,3	80	0,67	0,46	3,2	28,3	1,21	20,4	86,25	8,894	0,7809	3,6192	3,619	778,7	0,63	100
3309,5	117	165	13,6	6	4,1	2,64	22,65	3,3	3,1	3,1	79,85	0,67	0,47	3,32	26,65	0,61	20,3	87	7,075	0,1711	3,3635	3,363	911,6	0,56	100
3309,8	121,5	168	14,6	6,1	4,15	2,6425	22,95	3,35	3	3	80	0,66	0,47	3,52	26,95	0,45	20,4	91,5	6,363	-0,003	2,5955	2,595	1592	0,38	100
3310	118,5	165	14,2	5,9	4	2,65	24	3,4	2,9	2,9	81,25	0,65	0,46	3,55	28	-0	21,4	88,5	8,088	-0,443	4,0929	4,093	597,8	0,76	100
3310,2	114	153	13,2	5,6	3,9	2,655	24,3	3,45	2,85	2,85	82,5	0,64	0,46	3,38	28,3	-0,3	22,3	84	9,4	-0,723	5,8828	5,883	274	1,3	100
3310,5	112,5	150,8	13,4	5,5	3,85	2,665	25,2	3,75	2,75	2,75	83,25	0,64	0,45	3,48	29,2	-0,91	22,8	82,5	10,64	-1,322	6,7227	6,723	205,7	1,59	100
3310,8	113,3	151,5	13,2	5,54	3,87	2,65	24,3	3,7	2,8	2,8	83,5	0,64	0,46	3,41	28,3	-0	23	83,25	9,569	-0,416	6,759	6,759	203,3	1,6	100
3311	105,8	150	13,28	5,5	3,85	2,615	21,3	3,5	2,85	2,85	83,5	0,65	0,49	3,45	25,3	2,12	23	75,75	8,256	1,7425	8,2215	8,221	133,4	2,15	81
3311,2	102	142,5	12	5,2	3,7	2,605	22,5	3,2	2,85	2,85	80,5	0,68	0,48	3,24	26,5	2,73	20,8	72	10,3	2,3673	6,7629	6,763	203,1	1,61	99,9
3311,5	90	120	11,8	5	3	2,64	21	3	2,85	2,85	75	0,7	0,48	3,93	25	0,61	16,8	60	11,5	0,3061	5,0883	5,088	374,3	1,05	100
3311,8	60	75	8	4,4	1	2,66	18	3,3	3,2	3,2	70	0,72	0,49	8	22	-0,61	13,1	30	15,25	-0,756	7,2887	7,289	172,9	1,8	87
3312	33	70,5	7,6	4,6	0,6	2,65	15,3	3,7	3	3	69,75	0,72	0,51	12,7	19,3	-0	13	3	18,63	-0,015	12,371	12,37	55,43	3,97	50,9
3312,2	37,5	82,5	8	5,6	0,65	2,6	19,5	3,65	2,9	2,9	70,5	0,74	0,5	12,3	23,5	3,03	13,5	7,5	21,81	2,9928	12,041	12,04	58,74	3,81	53,3
3312,5	40,5	84	8,2	5,8	0,7	2,5975	19,65	3	2,5	2,5	75	0,71	0,5	11,7	23,65	3,18	16,8	10,5	21,29	3,1293	14,741	14,74	38,03	5,17	46,1
3312,8	60	90	9	6	2	2,575	21	2,9	1,98	1,98	80	0,69	0,5	4,5	25	4,55	20,4	30	18,25	4,3955	14,588	14,59	38,89	5,09	52,4
3313	75	123	9,2	6,2	2,5	2,5725	23,1	2,95	2	2	81,5	0,68	0,49	3,68	27,1	4,7	21,5	45	16,98	4,472	12,758	12,76	51,88	4,16	60,3
3313,2	72	117	9	6,1	2,45	2,58	21	2,9	2,2	2,2	81	0,68	0,5	3,67	25	4,24	21,2	42	15,55	4,0324	12,978	12,98	50	4,27	56,4
3313,5	60	105	8	6	2	2,595	18	2,92	2,5	2,5	80	0,68	0,51	4	22	3,33	20,4	30	15,25	3,1833	14,588	14,59	38,89	5,09	46,7
3313,8	57	103,5	7,4	6,6	1,8	2,615	15	2,93	3,1	3,1	76	0,7	0,53	4,11	19	2,12	17,5	27	12,93	1,9862	12,253	12,25	56,58	3,92	50,5
3314	60	105	8,8	7,6	1,9	2,635	15,9	2,92	3,8	3,8	76	0,69	0,51	4,63	19,9	0,91	17,5	30	13,15	0,7591	11,668	11,67	62,85	3,64	48,1
3314,2	72	135	10,4	8,6	2,1	2,65	19,5	3	4,5	4,5	76,15	0,68	0,49	4,95	23,5	-0	17,6	42	14,05	-0,21	9,4377	9,438	99,18	2,65	55,5
3314,5	75	150	10,6	10	2,3	2,675	21,6	3,3	4	4	76	0,67	0,47	4,61	25,6	-1,52	17,5	45	15,48	-1,74	8,7432	8,743	116,9	2,36	64

Suite du Tableau II.13



## Annexe IV Tableaux et crss plots

BBK#N1

Côtes M	SGR API	Th API	U API	K %	RHOB g/cm3	NPHI v/v	PEF barns/electron	Rxo ohm,m	Rf ohm,m	DT µs/ft	M	N	Th/K	ΦS %	ΦD %	ΦN %	Vsh %	ΦDcor %	ΦNcor %	ΦScor %	Φu	K mdarcy	F	Sw %
3284	79,5	5	0,4	3,1	2,025	24,6	16	1,2	4,6	77	1,18	0,74	1,61	18,2	37,9	28,6	58,24	24,78	12,88	9,8041	9,8	2,802	91,4	52,74
3284,2	75	4,8	0,38	3,1	2,15	21	13	1,5	4,3	72	1,1	0,69	1,57	14,6	30,3	25	52,94	18,39	10,71	6,9221	6,92	1,663	193	79,3
3284,5	74,25	4,6	0,36	3	2,25	18	11	3,1	3,75	69,5	1,03	0,66	1,53	12,8	24,2	22	52,06	12,53	7,944	5,2252	5,23	1,09	354	100
3284,7	75	4,48	0,35	3	2,35	15	9	1,75	7,2	69,4	0,95	0,63	1,49	12,7	18,2	19	52,94	6,27	4,706	5,0243	5,02	1,028	385	86,49
3285	79,5	4,6	0,5	3,1	2,385	12,6	7,5	3,5	3,7	69	0,93	0,63	1,51	12,4	16,1	16,6	58,24	2,958	0,876	3,9646	3,96	0,721	640	100
3285,2	79,5	5	0,6	3,1	2,385	12,9	5,5	5	3,65	69	0,93	0,63	1,64	12,4	16,1	16,9	58,24	2,958	1,176	3,9646	3,96	0,721	640	100
3285,3	77,25	5,2	0,6	3	2,4	12,9	5	4	4	68,5	0,93	0,62	1,73	12	15,2	16,9	55,59	2,644	1,891	3,9835	3,98	0,726	634	100
3285,8	75	4,6	2	3	2,4325	12	4,7	2,5	7	65,5	0,92	0,61	1,55	9,85	13,2	15,7	52,94	1,27	1,706	2,1775	2,18	0,293	2321	100
3286	70,5	4	0	3,1	2,435	11,7	5,3	5,5	2	68	0,91	0,62	1,31	11,7	13	15,7	47,65	2,31	2,835	4,77	4,77	0,951	430	100
3286,2	73,5	4	0	3,3	2,41	12	7	5	2,2	69,5	0,91	0,62	1,21	12,8	14,5	16	51,18	3,031	2,182	5,3531	5,35	1,131	336	100
3286,6	78	4,6	0,4	3,4	2,405	13,8	9	4	2,9	69,5	0,91	0,61	1,35	12,8	14,8	17,8	56,47	2,143	2,553	4,5855	4,59	0,896	468	100
3286,8	75	4,2	0	3,4	2,4	15,06	10	5	2,3	69	0,92	0,61	1,25	12,4	15,2	19,06	52,94	3,24	4,766	4,7323	4,73	0,94	438	100
3287	68,25	4	0	3,3	2,395	14,85	9	4	2,8	68,5	0,93	0,61	1,2	12	15,5	18,85	45	5,33	6,7	5,5188	5,52	1,184	314	100
3287,2	69,75	3,8	0	3,4	2,39	14,55	9,05	2,9	3	70	0,92	0,61	1,13	13,1	15,8	18,55	46,76	5,236	5,924	6,3578	6,36	1,463	232	100
3287,5	72	3,96	0	3,5	2,39	14,85	9	4,1	2	70,2	0,92	0,61	1,15	13,3	15,8	18,85	49,41	4,64	5,509	6,12	6,12	1,382	252	100
3287,8	69	4	0	3,2	2,3925	15	8,7	2,4	3,6	69	0,93	0,61	1,25	12,4	15,6	19	45,88	5,283	6,612	5,7558	5,76	1,261	287	100
3288	63,75	3,92	0	3	2,3775	12	8,75	1,7	13	67	0,95	0,64	1,31	10,9	16,5	16	39,71	7,581	5,279	5,1916	5,19	1,08	359	62,14
3288,2	60	3,8	0	2,8	2,36	9,45	8,9	1,8	20	62	1	0,67	1,36	7,3	17,6	13,45	35,29	9,635	3,921	2,1816	2,18	0,294	2312	100
3288,5	54	3,6	0,1	2,5	2,35	9	9,3	1,3	40	61	1,01	0,67	1,44	6,57	18,2	13	28,24	11,83	5,376	2,4752	2,48	0,355	1762	78,54
3288,8	48	3,4	0,3	2,1	2,3475	9,6	9,9	1,5	25	63	1	0,67	1,62	8,03	18,3	13,6	21,18	13,57	7,882	4,9586	4,96	1,008	396	47,07
3289	48,75	3,2	0,4	2	2,35	12	10	2	14	68	0,96	0,65	1,6	11,7	18,2	16	22,06	13,22	10,04	8,4803	8,48	2,254	125	35,33
3289,2	48	3,4	0,5	2	2,355	15	10,05	2,2	10,5	70,2	0,94	0,63	1,73	13,3	17,9	19	21,18	13,11	13,28	10,214	10,2	2,98	83,7	33,4
3289,5	48	3,6	0,52	2	2,3525	15,9	10	1,95	9,6	71,5	0,94	0,62	1,85	14,2	18	19,9	21,18	13,27	14,18	11,163	11,2	3,405	69,1	31,75
3289,8	49,5	3,8	0,6	1,9	2,355	16,8	9,3	4,1	3,4	71	0,94	0,61	2	13,9	17,9	20,8	22,94	12,72	14,61	10,542	10,5	3,125	78,2	56,74
3290	60	4	0,4	2,1	2,4	16,83	8,8	4,5	2,3	70,5	0,91	0,59	1,9	13,5	15,2	20,83	35,29	7,21	11,3	8,386	8,39	2,217	128	88,22
3290,2	60,75	3,92	0,3	2,5	2,435	16,8	9,2	2	7,5	70,2	0,89	0,58	1,57	13,3	13	20,8	36,18	4,891	11,03	8,0391	8,04	2,081	140	51,12
3290,5	52,5	3,88	0,1	2	2,4275	16,8	9	3,1	6,5	70,1	0,9	0,58	1,94	13,2	13,5	20,8	26,47	7,529	13,65	9,3734	9,37	2,62	101	46,56
3290,8	42	3,92	0	1,5	2,4	16,8	8	1,25	21	70,2	0,91	0,59	2,7	13,3	15,2	20,8	14,12	11,98	16,99	11,238	11,2	3,439	68,1	21,31
3291	43,5	3,96	0	1,6	2,35	16,8	7,4	1,5	19	70,5	0,94	0,62	2,48	13,5	18,2	20,8	15,88	14,61	16,51	11,201	11,2	3,422	68,6	22,49
3291,2	44,25	4	0	1,7	2,325	18	7,5	2,15	11,5	73,5	0,94	0,62	2,42	15,7	19,7	22	16,76	15,92	17,47	13,263	13,3	4,409	47,7	24,1
3291,5	43,8	3,96	0	1,7	2,3275	18,6	7,45	2,5	6,7	73,5	0,94	0,61	2,33	15,7	19,5	22,6	16,24	15,89	18,22	13,339	13,3	4,447	47,1	31,38
3291,8	43,65	3,92	0	1,8	2,34	19,05	7,4	5	2,7	73,5	0,93	0,6	2,24	15,7	18,8	23,05	16,06	15,17	18,71	13,365	13,4	4,46	46,9	49,34
3292	46,5	3,8	0	2	2,35	18,6	7,5	3,4	3	75	0,91	0,6	1,95	16,8	18,2	22,6	19,41	13,81	17,36	13,974	14	4,768	42,7	44,62
3292,2	57	4	0	2,1	2,3525	18	7,6	3	1,9	77	0,89	0,61	1,95	18,2	18	22	31,76	10,88	13,42	13,642	13,6	4,6	44,9	57,53
3292,5	55,5	4,8	0	2	2,349	18,6	7,45	5,5	0,8	78	0,89	0,6	2,46	19	18,2	22,6	30	11,49	14,5	14,628	14,6	5,107	38,7	82,25
3292,8	56,25	5,4	0	2	2,35	18,6	7,05	6,7	0,7	78	0,89	0,6	2,74	19	18,2	22,6	30,88	11,23	14,26	14,5	14,5	5,04	39,4	88,76

Tableau II.14

Annexe IV Tableaux et crss plotisr

3293	59,25	5,6	0	2	2,375	18,9	8,6	3,2	1,65	77	0,88	0,59	2,8	18,2	16,7	22,9	34,41	8,924	13,61	13,258	13,3	4,407	47,8	63,66
3293,2	60	6	0	2,2	2,4	19,05	8,95	8	0,7	76	0,87	0,58	2,73	17,5	15,2	23,05	35,29	7,21	13,52	12,401	12,4	3,986	55,1	100
3293,5	75	6,8	0	2,5	2,375	18	8,85	6	1	73	0,91	0,6	2,72	15,3	16,7	22	52,94	4,755	7,706	7,652	7,65	1,932	156	100
3293,8	87	8	0,2	3,1	2,4	18	8,9	3,1	2,65	73	0,89	0,59	2,62	15,3	15,2	22	67,06	0,063	3,894	5,6049	5,6	1,211	304	100
3294	87,75	8,2	0,3	3	2,45	18,6	7,7	9	0,95	73,5	0,86	0,56	2,73	15,7	12,1	22,6	67,94	-3,17	4,256	5,842	5,84	1,289	278	100
3294,2	86,25	8	0,3	3	2,44	18,45	7,75	9,8	1,3	73	0,87	0,57	2,67	15,3	12,7	22,45	66,18	-2,16	4,582	5,7329	5,73	1,253	290	100
3294,5	85,5	7,8	0,2	3	2,435	18	7,7	9,5	1,4	72,5	0,87	0,57	2,6	15	13	22	65,29	-1,66	4,371	5,4959	5,5	1,176	317	100
3294,8	87	8	0,1	3,1	2,45	16,8	9	9,7	1,5	72	0,87	0,57	2,62	14,6	12,1	20,8	67,06	-2,97	2,694	4,875	4,88	0,983	410	100
3295	90	8,4	0	3,4	2,435	18	12	1,5	6,8	75	0,86	0,57	2,51	16,8	13	22	70,59	-2,85	2,941	6,553	6,55	1,531	217	66,89
3295,2	102	8,8	0,3	3,4	2,25	24	14,1	0,8	9,1	72	1,01	0,61	2,59	14,6	24,2	28	84,71	5,184	5,129	2,3162	2,32	0,322	2033	100
3295,5	114,8	10	1,2	3,6	2,23	29,1	11,1	1,3	3,46	71,7	1,03	0,58	2,78	14,4	25,5	33,1	99,71	3,021	6,179	-0,078	2,1	0,278	250	100
3295,8	113,3	10,8	0,8	3,8	2,2825	27	10,7	1	3,5	71,5	0,99	0,57	2,84	14,2	22,3	31	97,94	0,236	4,556	0,0321	2,3	0,318	2064	100
3296	105	10,6	0,6	3,7	2,3	24	10,95	5,2	0,75	75	0,95	0,58	2,86	16,8	21,2	28	86,24	1,359	4,176	3,9942	3,99	0,729	630	100
3296,2	90	8	0,1	3,7	2,4	21	8,7	10	0,5	74,5	0,88	0,56	2,19	16,4	15,2	25	70,59	-0,73	5,941	6,1881	6,19	1,405	246	100
3296,5	85,5	7,6	0	3,4	2,4825	18	9	9	0,78	74,5	0,83	0,55	2,24	16,4	10,2	22	65,29	-4,54	4,371	6,9557	6,96	1,675	191	100
3296,8	75	5,2	0	3	2,45	16,2	9,65	8	0,93	75,5	0,84	0,58	1,73	17,2	12,1	20,2	52,94	0,209	5,906	9,4768	9,48	2,663	98,3	100
3297	60	4	0	2,8	2,4	16,5	9,5	8	0,93	75,5	0,88	0,6	1,43	17,2	15,2	20,5	35,29	7,21	10,97	12,036	12	3,812	58,8	94,08
3297,2	55,5	4	0	2,6	2,37	17,1	9,2	9	0,98	74,5	0,9	0,61	1,54	16,4	17	21,1	30	10,22	13	12,438	12,4	4,005	54,8	88,47
3297,5	56,25	4,2	0	2,4	2,385	18	9,05	8,8	0,97	74,5	0,89	0,59	1,75	16,4	16,1	22	30,88	9,112	13,66	11,945	11,9	3,769	59,8	92,87
3297,8	57,75	4,4	0	2,5	2,4075	17,4	9,2	9	0,95	74	0,88	0,59	1,8	16,1	14,7	21,4	32,65	7,351	12,59	11,325	11,3	3,479	67	99,39
3298	60,75	4,8	0,1	2,5	2,4075	16,5	9	9	0,89	73,5	0,88	0,59	1,92	15,7	14,7	20,5	36,18	6,557	10,73	10,448	10,4	3,083	79,7	100
3298,2	75	8	0,4	2,4	2,425	15,9	8,2	12	0,75	73	0,88	0,59	3,33	15,3	13,6	19,9	52,94	1,725	5,606	7,652	7,65	1,932	156	100
3298,5	79,5	8,8	0,6	2,2	2,45	16,65	8	10	0,95	73,5	0,86	0,57	4	15,7	12,1	20,65	58,24	-0,98	4,926	7,2493	7,25	1,782	175	100
3298,7	75	8,4	0,3	2,2	2,425	18	8,35	8,5	1,9	74	0,87	0,58	3,82	16,1	13,6	22	52,94	1,725	7,706	8,3819	8,38	2,215	128	97,12
3299	74,25	8,2	0,2	2,1	2,4075	18,06	8	9	0,98	75	0,87	0,58	3,9	16,8	14,7	22,06	52,06	2,984	8,004	9,2398	9,24	2,564	104	100
3299,2	70,5	8	0,1	2,2	2,4025	18,3	7	9	0,89	75,5	0,87	0,58	3,64	17,2	15	22,3	47,65	4,279	9,435	10,244	10,2	2,993	83,1	100
3299,5	58,5	4,8	0,1	2,1	2,4	18,45	6,1	8,5	0,82	76	0,87	0,58	2,29	17,5	15,2	22,45	33,53	7,607	13,4	12,656	12,7	4,11	52,8	94,92
3299,8	54	4	0,1	2,1	2,385	18	6,2	7,2	0,83	76,5	0,88	0,59	1,95	17,9	16,1	22	28,24	9,708	14,38	13,789	13,8	4,674	43,9	86,04
3300	51	3,8	0,2	2	2,375	17,4	6	7,5	0,76	76,4	0,88	0,6	1,9	17,8	16,7	21,4	24,71	11,11	14,73	14,228	14,2	4,899	41	86,94
3300,2	60,75	5,8	0,6	2	2,3825	18	5,85	7,8	0,83	75,5	0,89	0,59	2,91	17,2	16,2	22	36,18	8,072	12,23	11,908	11,9	3,751	60,2	100
3300,5	57	5,2	0,4	2	2,3875	18	6,6	8	0,89	75,7	0,88	0,59	2,63	17,3	15,9	22	31,76	8,762	13,42	12,693	12,7	4,128	52,4	90,83
3300,8	48	4,4	0	2	2,3925	18	7	8	0,75	78	0,86	0,59	2,22	19	15,6	22	21,18	10,84	16,28	15,908	15,9	5,792	32,3	77,63
3301	48	3,92	0	2	2,39	18,06	8	7,5	0,69	78,5	0,86	0,59	1,98	19,3	15,8	22,06	21,18	10,99	16,34	16,272	16,3	5,992	30,7	78,98
3301,2	47,25	3,8	0	2	2,38	18	8,35	7,9	0,65	80	0,86	0,59	1,91	20,4	16,4	22	20,29	11,8	16,52	17,495	17,5	6,68	26,3	75,28
3301,5	51	4	0	2,1	2,365	17,88	7,65	6,6	0,8	79,5	0,87	0,6	1,95	20,1	17,3	21,88	24,71	11,71	15,21	16,491	16,5	6,113	29,9	72,31
3301,8	50,25	4,2	0	2	2,355	19,8	7,8	7,5	0,75	79	0,88	0,59	2,07	19,7	17,9	23,8	23,82	12,52	17,37	16,254	16,3	5,982	30,8	75,85
3302	49,5	4,2	0	2	2,35	18	8,5	6	1,1	80	0,87	0,61	2,1	20,4	18,2	22	22,94	13,02	15,81	17,111	17,11	6,462	27,6	59,26
3302,2	49,5	4,4	0,1	2	2,3	15	14	0,7	8,75	81	0,9	0,65	2,2	21,2	21,2	19	22,94	16,05	12,81	17,841	17,8	6,879	25,2	20,09
3302,5	75	6	0,4	3	2,1	18	18,7	2,5	1,8	80	1,07	0,75	2	20,4	33,3	22	52,94	21,42	7,706	12,761	12,8	4,162	51,8	63,5
3302,8	102	8,8	1	3,6	1,9	22,5	17,3	0,6	4,9	76	1,36	0,86	2,48	17,5	45,5	26,5	84,71	26,4	3,629	5,2359	5,24	1,094	352	100
3303	101,3	8,76	0,8	3,5	1,95	30	18,7	0,95	1,9	77	1,27	0,74	2,5	18,2	42,4	34	83,82	23,56	11,37	6,0938	6,09	1,373	254	100
3303,2	99,75	8,72	0,6	3,5	2,05	31,5	17	0,8	2,3	80	1,12	0,65	2,53	20,4	36,4	35,5	82,06	17,9	13,34	8,5394	8,54	2,278	123	86,52
3303,5	98,25	8,68	0,5	3,4	2,1	33	14	1,5	1,3	80	1,07	0,61	2,55	20,4	33,3	37	80,29	15,27	15,32	8,7953	8,8	2,381	115	100

Suite du Tableau II.14

## Annexe IV Tableaux et crss plotsr

3303,8	96	8,72	0,7	3,4	2,15	31,2	12,1	0,85	2,3	72	1,1	0,6	2,56	14,6	30,3	35,2	77,65	12,83	14,24	3,3397	3,34	0,557	926	100
3304	98,25	8,76	0,8	3,4	2,1	32,55	11	0,9	2	80	1,07	0,61	2,57	20,4	33,3	36,55	80,29	15,27	14,87	8,7953	8,8	2,381	115	89,88
3304,2	100,5	8,4	1	3,4	2,075	33	6	1,8	1,1	80	1,1	0,62	2,45	20,4	34,8	37	82,94	16,19	14,61	8,4115	8,41	2,227	127	100
3304,5	103,5	8,8	1	3,5	2,2	29,55	8	0,8	3	80,2	0,98	0,59	2,55	20,6	27,3	33,55	86,47	7,817	10,2	8,0457	8,05	2,083	140	80,76
3304,8	102	9,8	1	3,4	2,2875	33	13	1,65	1,5	79	0,92	0,52	2,88	19,7	22	37	84,71	2,911	14,13	7,4257	7,43	1,847	166	100
3305	101,3	9,6	0,8	3,1	2,2	45	18	1	2	81,5	0,97	0,46	3,1	21,5	27,3	49	83,82	8,412	26,37	9,3784	9,38	2,622	101	83,89
3305,2	90	9,92	0,6	2,8	2,17	42	10	0,6	2,75	87	0,95	0,5	3,54	25,5	29,1	46	70,59	13,21	26,94	15,312	15,3	5,47	35	42,24
3305,5	75	9,96	0,1	2,2	2,25	39	4	7	0,25	84	0,91	0,49	4,53	23,4	24,2	43	52,94	12,33	28,71	15,681	15,7	5,669	33,3	100
3305,7	60	9,96	0,4	1,5	2,35	27	3	5	0,55	79	0,88	0,54	6,64	19,7	18,2	31	35,29	10,24	21,47	14,59	14,6	5,088	38,9	99,47
3306	37,5	6	0,5	0,8	2,4	16,8	2,8	3,8	0,65	81	0,84	0,59	7,5	21,2	15,2	20,8	8,824	13,17	18,42	19,888	19,9	8,097	20	65,59
3306,2	30	4,4	0,4	0,5	2,385	18	3,5	2,5	0,8	69	0,93	0,59	8,8	12,4	16,1	22	0	16,06	22	12,409	12,4	3,99	55,1	98,17
3306,5	30,3	4,2	0,4	0,5	2,39	18,6	4	3,8	0,45	71,5	0,91	0,59	8,57	14,2	15,8	22,6	0,353	15,68	22,5	14,182	14,2	4,876	41,3	100
3306,8	30	4	0,41	0,5	2,445	15	3,7	4	0,35	71,6	0,87	0,59	8	14,3	12,4	19	0	12,42	19	14,307	14,3	4,94	40,5	100
3307	30,75	4,12	0,4	0,6	2,505	14,4	3,7	4,5	0,4	71	0,84	0,57	6,87	13,9	8,79	18,4	0,882	8,589	18,16	13,741	13,7	4,65	44,2	100
3307,2	45	5,6	0,6	0,7	2,45	15	7	0,95	2,3	70,2	0,88	0,59	8,62	13,3	12,1	19	17,65	8,151	14,24	10,726	10,7	3,207	75,3	67,71
3307,5	60	10	0,4	0,7	2,4	18	12	1,3	4,8	63	0,96	0,59	14,3	8,03	15,2	22	35,29	7,21	12,47	2,9116	2,91	0,454	1243	100
3307,8	72	12,6	0,5	0,8	2,215	21	14	1,5	3,3	62	1,12	0,65	15,8	7,3	26,4	25	49,41	15,25	11,66	2,5	2,5	0,361	1725	100
3308	75	12,8	0,44	1	2,3	27	9	3,5	1,55	61	1,05	0,56	12,8	6,57	21,2	31	52,94	9,3	16,71	2,4	2,4	0,339	1883	100
3308,2	75,75	12,8	0,5	1,1	2,45	30	6	4,5	1,45	70	0,88	0,48	12,2	13,1	12,1	34	53,82	0,011	19,47	5,3343	5,33	1,125	338	100
3308,5	75	12	0,6	1	2,5025	25,5	5,2	7	0,7	61	0,91	0,5	12	6,57	8,94	29,5	52,94	-2,97	15,21	2,6	2,6	0,383	1586	100
3308,8	60	8	1	0,8	2,45	24	6	1	6	62,5	0,93	0,52	10,7	7,66	12,1	28	35,29	4,18	18,47	2,5466	2,55	0,371	1658	100
3309	57,75	8,6	1,2	0,7	2,3925	21	8	3,4	1,6	67	0,94	0,57	13,2	10,9	15,6	25	32,65	8,26	16,19	6,2151	6,22	1,414	243	100
3309,2	58,5	8,4	1,5	0,6	2,45	24,9	6	1,7	4,4	70	0,88	0,52	13,3	13,1	12,1	28,9	33,53	4,577	19,85	8,2769	8,28	2,174	132	64,69
3309,5	59,25	8,2	1,7	0,7	2,46	24	4,95	1,4	4,7	69	0,88	0,52	11,7	12,4	11,5	28	34,41	3,773	18,71	7,4191	7,42	1,845	166	70,4
3309,8	58,5	8	1,8	0,8	2,425	23,4	5,85	2,8	1,7	65	0,93	0,54	10,7	9,49	13,6	27,4	33,53	6,092	18,35	4,6273	4,63	0,909	459	100
3310	60	8,4	2	0,9	2,395	24,6	5,5	7	0,5	68,5	0,93	0,54	9,33	12	15,5	28,6	35,29	7,513	19,07	6,9261	6,93	1,664	193	100
3310,2	73,5	10,4	2,2	1	2,45	24	4,7	2,5	1,2	70	0,88	0,52	10,4	13,1	12,1	28	51,18	0,607	14,18	5,7181	5,72	1,248	291	100
3310,5	75	9,6	1,6	0,9	2,5	22,5	3,5	4	0,7	70,1	0,85	0,52	10,7	13,2	9,09	26,5	52,94	-2,82	12,21	5,5352	5,54	1,189	312	100
3310,8	66	8,8	1,6	0,8	2,4225	21	3	5	0,65	70	0,9	0,56	11	13,1	13,8	25	42,35	4,258	13,56	6,9975	7	1,69	189	100
3311	63	8,76	1,6	0,8	2,485	18	2,75	4	1,1	70,1	0,86	0,55	10,7	13,2	10	22	38,82	1,265	11,52	7,5823	7,58	1,906	159	100
3311,2	63	8,72	1,6	0,8	2,5025	15,3	3	0,65	7	70	0,85	0,56	10,5	13,1	8,94	19,3	38,82	0,204	8,818	7,5093	7,51	1,878	162	56,94
3311,5	60	8	1,6	0,8	2,4	17,1	5	5	0,7	69,5	0,92	0,59	10	12,8	15,2	21,1	35,29	7,21	11,57	7,6561	7,66	1,934	156	100
3311,8	57	8	1,6	0,7	2,215	18	7	2,3	2	70	1,05	0,67	11,4	13,1	26,4	22	31,76	19,22	13,42	8,5328	8,53	2,275	123	92,86
3312	51	7,92	1,2	0,7	2,2	22,5	13	3,8	1,2	70,1	1,07	0,65	12,2	13,2	27,3	26,5	24,71	21,71	19,83	9,6293	9,63	2,728	95	100
3312,2	48	7,8	0,8	0,7	2	18	9	0,9	5	70	1,28	0,82	11,1	13,1	39,4	22	21,18	34,63	16,28	10,068	10,1	2,916	86,3	49,16
3312,5	49,5	7,92	0,9	0,9	1,795	13,2	18	0,65	6	72	1,58	1,09	8,8	14,6	51,8	17,2	22,94	46,66	11,01	11,272	11,3	3,455	67,7	39,74
3312,8	60	8	1	1,1	1,875	21	14	4,5	0,7	73,5	1,42	0,9	7,62	15,7	47	25	35,29	39,03	15,47	10,576	10,6	3,14	77,6	100
3313	59,25	8	1	1	1,95	27,6	13,5	2	1,8	73	1,32	0,76	8,16	15,3	42,4	31,6	34,41	34,68	22,31	10,339	10,3	3,035	81,5	79,63
3313,2	57	8	1	1	2,05	18	13	0,65	5,5	85	1,08	0,78	8	24,1	36,4	22	31,76	29,22	13,42	19,482	19,5	7,85	20,9	23,05
3313,5	75	8,8	1,6	1,1	2,15	14,85	12,4	0,75	4,95	95	0,9	0,74	8	31,4	30,3	18,85	52,94	18,39	4,556	23,71	23,7	10,54	13,7	19,67

Suite du Tableau II.14

Annexe IV Tableaux et crss plotsr

BEK#N2

profondeur m	SGR API	CGR API	K %	Th API	U API	RHOB g/c3	NPHI v/v	Pe	Rt ohm,m	Rxo ohm,m	DT µs/ft	M	N	φN %	φS %	φD %	Th/K	Vsh %	φNcor %	φDcor %	φScor %	φu %	F	K mdarcy	Sw %
3352,2	147	130,5	5,7	9,6	2	2,62	19,5	3,3	3	3	76,3	0,5	0,7	23,5	17,7	1,818	1,68	83	8,1367	1,403	3,168	3,17	1037	0,5147	100
3352,6	120	120	5	8	1	2,75	21	4	2,9	2,95	75	0,45	0,65	25	16,79	-6,06	1,6	75,8	10,981	-6,439	3,527	3,53	823,1	0,6047	100
3353	91,5	90	4,7	4,4	0,4	2,86	20	5,7	3,5	4,5	65,5	0,43	0,66	24	9,854	-12,7	0,94	55	13,822	-13	2,26	1,26	7527	0,1291	100
3353,2	120	105	5,2	8	2	2,7	18,3	5	3	3,2	70	0,48	0,7	22,3	13,14	-3,03	1,54	65,4	10,201	-3,357	1,694	1,69	3983	0,2013	100
3353,5	150	127,5	5,7	9,2	2,8	2,865	18,3	3,4	3,2	3,5	75	0,44	0,61	22,3	16,79	-13	1,61	81	7,3208	-13,44	2,619	2,62	1561	0,3869	100
3353,8	149	127	5,7	9,2	2,7	2,585	18,9	3,3	2,9	3,1	77	0,51	0,71	22,9	18,25	3,939	1,61	80,6	7,9848	3,5363	4,139	4,14	583,5	0,7687	100
3354	147	124,5	5,6	9	2,6	2,57	19,2	3,35	3,8	3,8	77,5	0,51	0,71	23,2	18,61	4,848	1,61	78,9	8,6048	4,454	4,807	4,81	423	0,9621	100
3354,2	141	121,5	5,55	8,4	2,45	2,57	20,4	3,3	3,5	3,5	76,5	0,51	0,72	24,4	17,88	4,848	1,51	76,8	10,189	4,4644	4,44	4,44	501,7	0,8541	100
3354,5	135	118,5	5,5	8	2,4	2,6	18,6	3,3	3,4	3,4	76	0,51	0,71	22,6	17,52	3,03	1,45	74,7	8,773	2,6566	4,439	4,44	502,1	0,8537	100
3354,8	135	118,5	5,5	8	2,4	2,55	18,6	3,25	3,9	3,9	76,3	0,53	0,73	22,6	17,7	6,061	1,45	74,7	8,773	5,6869	4,621	4,62	460,4	0,9068	100
3355	128	109,5	5	8	2	2,525	18	3,3	5,5	5,5	73,8	0,54	0,76	22	15,88	7,576	1,6	68,5	9,3253	7,2332	3,886	3,89	668,2	0,6994	100
3355,4	87	81	3,8	6	1	2,575	10,5	3,3	18	18	68,8	0,57	0,76	14,5	12,23	4,545	1,58	48,8	5,474	4,3015	3,688	3,69	747,7	0,6466	74,9
3355,9	105	93	4,3	6,8	1,4	2,495	15	3,6	6	6	70,8	0,57	0,79	19	13,69	9,394	1,58	57,1	8,4377	9,1085	3,695	3,69	744,9	0,6483	100
3356	104	76,5	4,2	6,5	1,3	2,497	14	3,55	7	7	71	0,57	0,79	18	13,87	9,273	1,55	45,7	9,5502	9,0444	5,876	5,88	274,8	1,3001	72,8
3356,4	99	87	4,1	6,4	1,2	2,51	13,5	3,2	7,5	8	69,8	0,57	0,79	17,5	12,96	8,485	1,56	52,9	7,7059	8,2201	3,691	3,69	746,3	0,6475	100
3356,6	105	96	4,2	7,2	1,6	2,515	15	3,15	7	8	70	0,56	0,79	19	13,14	8,182	1,71	59,2	8,0536	7,886	2,784	2,78	1369	0,424	100
3356,8	113	97,5	4,3	7,6	2	2,495	15,5	3,25	7	7	70,5	0,57	0,79	19,5	13,5	9,394	1,77	60,2	8,3616	9,0929	2,967	2,97	1193	0,4666	100
3357	105	94,5	4,2	7,2	1,6	2,52	15	3,3	8	8	69,8	0,56	0,78	19	12,96	7,879	1,71	58,1	8,2457	7,5881	2,783	2,78	1370	0,4239	100
3357,4	117	100,5	4,7	6,8	2	2,55	17,7	3,4	11	11	70,5	0,53	0,76	21,7	13,5	6,061	1,45	62,3	10,178	5,7492	2,604	2,6	1580	0,3836	100
3357,8	105	90	4	5,4	2	2,557	17,8	3,3	3,5	3,5	71,5	0,53	0,75	21,8	14,23	5,636	1,35	55	11,622	5,3613	4,606	4,61	463,8	0,9023	100
3358	96	79,5	3,8	5,2	2	2,585	15	3,3	6,5	6,5	70,5	0,54	0,75	19	13,5	3,939	1,37	47,8	10,166	3,7006	5,147	5,15	365,2	1,066	87,1
3358,2	96	79,5	3,8	5,2	2	2,585	14,5	3,35	6	6	70,8	0,54	0,75	18,5	13,69	3,939	1,37	47,8	9,6661	3,7006	5,33	5,33	338,8	1,1232	87,3
3358,5	90	90	3	4,8	2,3	2,6	16,5	3,4	4	4	72	0,52	0,73	20,5	14,6	3,03	1,6	55	10,322	2,7552	4,971	4,97	393,7	1,0116	100
3358,8	67,5	45	1,8	4,4	2,6	2,6	21	4	7	7	71,9	0,49	0,73	25	14,53	3,03	2,44	23,9	20,583	2,9109	10,35	10,3	81,38	3,0385	39,6
3359	67,5	45	1,9	4	2,6	2,75	23,85	5,4	2,2	2,2	70	0,44	0,68	27,9	13,14	-6,06	2,11	23,9	23,433	-6,18	8,96	8,96	110,9	2,4485	82,5
3359,4	69	48	2	4	2,6	2,55	22,5	5,7	2,2	3	68,3	0,5	0,78	26,5	11,86	6,061	2	26	21,699	5,9308	7,32	7,32	171,3	1,8078	100
3359,8	60	47	2,1	3,6	2	2,7	18	5	4,1	3,3	66	0,48	0,72	22	10,22	-3,03	1,71	25,3	17,327	-3,157	5,799	5,8	282,7	1,2746	96,5
3360	45	54	2,2	2,8	1,4	2,6	12	4,1	10,5	10,5	64,3	0,55	0,78	16	8,942	3,03	1,27	30,1	10,431	2,8798	3,673	3,67	754,2	0,6427	98,5
3360,2	39	32	2	2,8	1,3	2,52	6	3,3	200	100	61,3	0,62	0,84	10	6,752	7,879	1,4	14,9	7,2474	7,8044	4,148	4,15	580,8	0,7712	19,8
3360,5	45	30	1,4	2,9	1,2	2,525	4	3,15	2000	300	61	0,63	0,84	8	6,569	7,576	2,07	13,5	5,5035	7,5083	4,208	4,21	563,2	0,7879	6,17

Tableau II.15

Annexe IV Tableaux et crss plotsr

3360,8	45	30	1,4	3	1,1	2,52	3,4	3,2	1000	300	60	0,64	0,85	7,4	5,839	7,879	2,14	13,5	4,9035	7,8113	3,478	3,48	848,4	0,5921	10,7
3361	47,5	32	1,4	3,1	1,1	2,55	3,85	3,15	300	600	62,1	0,62	0,82	7,85	7,336	6,061	2,21	14,9	5,0974	5,9862	4,732	4,73	437,6	0,9397	14
3361,2	52,5	37,5	1,6	4	1,8	2,552	6	3,2	40	40	63,5	0,61	0,81	10	8,394	5,939	2,5	18,7	6,5433	5,846	5,124	5,12	368,7	1,0589	35,3
3361,5	60	45	2	6	2,2	2,65	12	3	10	10	66	0,53	0,75	16	10,22	0	3	23,9	11,583	-0,119	6,041	6,04	258,8	1,3553	59,1
3362	93	78	3	7,2	2,8	2,75	21	4,5	5	3,7	70	0,45	0,68	25	13,14	-6,06	2,4	46,7	16,358	-6,294	4,964	4,96	394,8	1,0096	100
3362,5	105	82,5	3,4	7,2	2,8	2,6	15,6	3,2	2,5	2,2	72,5	0,53	0,73	19,6	14,96	3,03	2,12	49,8	10,382	2,7812	6,244	6,24	241,1	1,4242	100
3363	114	90	3,8	7,2	2,8	2,58	15,6	3,1	3	3,5	74,8	0,53	0,72	19,6	16,61	4,242	1,89	55	9,4218	3,9673	6,978	6,98	189,8	1,6826	92,4
3363,2	105	81	3,4	7,2	2,8	2,57	18	3,1	3,5	5,5	74,3	0,52	0,73	22	16,24	4,848	2,12	48,8	12,974	4,6045	7,703	7,7	153,5	1,9516	76,9
3363,5	105	81	3,4	7,2	2,8	2,58	15,6	3,1	2,7	4,5	73	0,53	0,73	19,6	15,33	4,242	2,12	48,8	10,574	3,9985	6,79	6,79	201,3	1,6153	100
3364	67,5	60	2,6	6,4	2	2,57	17,55	3,15	2,8	6	70	0,53	0,76	21,6	13,14	4,848	2,46	34,3	15,213	4,6772	7,144	7,14	180,5	1,7431	93,3
3364,2	63	55,5	2,4	4,8	1	2,58	15	3,2	3	10	68,3	0,54	0,76	19	11,86	4,242	2	31,1	13,239	4,0867	6,411	6,41	227,7	1,482	100
3364,6	75	67,5	2,7	6	1,5	2,55	12,6	3,3	3,4	16	69,3	0,56	0,77	16,6	12,59	6,061	2,22	39,4	9,3024	5,8634	5,688	5,69	294,6	1,2384	100
3365	90	75	3	7,6	2	2,5	12,6	4	1,9	6	70	0,58	0,79	16,6	13,14	9,091	2,53	44,6	8,3422	8,8677	5,327	5,33	339,2	1,1224	100
3365,5	87	72	2,8	7,2	1,8	2,52	15,6	3	1,8	5	71,3	0,56	0,77	19,6	14,05	7,879	2,57	42,6	11,726	7,666	6,603	6,6	213,8	1,5489	100
3366	75	64,5	2,8	6,2	1,7	2,5	15	3,1	1,75	8	71,3	0,57	0,79	19	14,05	9,091	2,21	37,4	12,087	8,9041	7,511	7,51	162	1,8792	100
3366,4	75,7	69	2,9	5,6	1,65	2,497	15,15	2,9	1,7	10	73	0,57	0,77	19,2	15,33	9,273	1,93	40,5	11,66	9,0703	8,244	8,24	132,7	2,1607	100
3366,8	79,5	72	3,05	6	1,7	2,495	995	2,95	1,7	9	72,3	-6	0,78	999	14,78	9,394	1,97	42,6	991,13	9,1811	7,333	7,33	170,6	1,8127	100
3367	78,7	72,7	3,1	5,6	1,65	2,5	15	3,1	1,7	9,5	71,5	0,57	0,78	19	14,23	9,091	1,81	43	11,037	8,8757	6,701	6,7	207,1	1,5834	100
3367,4	78,5	72,5	3,05	6	1,7	2,5	15,3	3	1,75	10,5	71,6	0,56	0,78	19,3	14,27	9,091	1,97	42,9	11,362	8,8764	6,761	6,76	203,1	1,605	100
3367,8	76	70	3	5,6	1,7	2,505	15,15	3	1,8	9	71,6	0,56	0,78	19,2	14,27	8,788	1,87	41,2	11,532	8,582	7,064	7,06	184,9	1,714	100
3368	75	64,5	3	5,2	1,65	2,5	15	3,1	1,85	5,9	71,6	0,57	0,78	19	14,27	9,091	1,73	37,4	12,087	8,9041	7,73	7,73	152,3	1,962	100
3368,3	60	45	2	4	2	2,51	15	3,2	2	10	71,3	0,56	0,78	19	14,05	8,485	2	23,9	14,583	8,3655	9,873	9,87	90,02	2,8319	78
3368,6	52,5	36	1,5	3,8	1,9	2,51	15	3	2,5	18	70,5	0,56	0,78	19	13,5	8,485	2,53	17,6	15,735	8,3966	10,42	10,4	80,24	3,0685	65,8
3369	55	34,5	1,45	3,9	2,2	2,51	12	2,8	2,3	7,5	70,3	0,58	0,79	16	13,32	8,485	2,69	16,6	12,927	8,4018	10,41	10,4	80,25	3,0681	68,6
3369,4	56,3	35	1,4	3,8	2,5	2,5	10,8	2,85	3	9	69	0,59	0,8	14,8	12,41	9,091	2,71	17	11,663	9,0061	9,442	9,44	99,09	2,6484	66,8
3369,8	52,5	36	1,6	3,9	2,4	2,51	8,4	2,9	7	21	66	0,61	0,81	12,4	10,22	8,485	2,44	17,6	9,1353	8,3966	7,131	7,13	181,2	1,7382	59,1
3370,5	90	75	2,5	8	3,5	2,61	15	3,2	2,2	4	75	0,53	0,71	19	16,79	2,424	3,2	44,6	10,742	2,2011	8,977	8,98	110,5	2,4553	82,3
3371	122	96	4	8	3,5	2,56	21	2,9	2,5	9	75,8	0,51	0,73	25	17,34	5,455	2	59,2	14,054	5,1587	6,981	6,98	189,7	1,6838	100
3371,5	105	90	3,5	7,2	3	2,52	19,5	2,9	2	7	75	0,53	0,75	23,5	16,79	7,879	2,06	55	13,322	7,6037	7,16	7,16	179,6	1,7491	100
3372,2	78	67,5	2,8	6	2	2,5	16,5	2,9	1,8	2	71,5	0,56	0,78	20,5	14,23	9,091	2,14	39,4	13,202	8,8937	7,33	7,33	170,7	1,8118	100
3373	120	97,5	3,8	10	2,4	2,625	16	3,1	5	5	69	0,52	0,74	20	12,41	1,515	2,63	60,2	8,8616	1,2141	1,872	1,87	3212	0,2339	100
3373,5	135	112,5	4	10	3	2,64	21	3,5	4	4	72	0,48	0,71	25	14,6	0,606	2,5	70,6	11,941	0,2531	2,246	2,25	2173	0,3072	100
3374	150	120	5	10	3,4	2,65	23,4	3,5	3,5	3,5	79	0,46	0,67	27,4	19,71	0	2	75,8	13,381	-0,379	6,447	6,45	225,1	1,4943	93,2
3374,5	155	127,5	5,2	10	1,8	2,65	26,1	4	3	3	82,5	0,45	0,65	30,1	22,26	0	1,92	81	15,121	-0,405	8,093	8,09	138	2,1018	78,8
3375	150	120	5	11,2	3,6	2,66	26,4	4	3,5	3,5	80,5	0,44	0,65	30,4	20,8	-0,61	2,24	75,8	16,381	-0,985	7,542	7,54	160,6	1,8906	78,7
3375,5	105	90	3	10	3	2,6	22,8	3,5	3,8	3,8	78	0,48	0,69	26,8	18,98	3,03	3,33	55	16,622	2,7552	9,35	9,35	101,2	2,6099	60
3376	43,5	25,5	0,5	4,8	2,2	2,54	15	2,5	5	5	74,5	0,55	0,74	19	16,42	6,667	9,6	10,4	17,08	6,6148	14,61	14,6	38,78	5,0961	32,4
3376,5	67,5	37,5	0,8	7,2	3,2	2,575	15,6	2,5	1,7	1,7	72,5	0,54	0,74	19,6	14,96	4,545	9	18,7	16,143	4,452	11,69	11,7	62,56	3,6503	70,5
3377	88,5	55,5	1,3	8,4	4,1	2,615	16,5	2,5	3,8	1	72,8	0,52	0,72	20,5	15,15	2,121	6,46	31,1	14,739	1,9655	9,696	9,7	93,58	2,7562	57,7
3377,5	55,5	42	1,1	6,4	1,4	2,55	13,5	2,5	3	3	71,3	0,56	0,76	17,5	14,05	6,061	5,82	21,8	13,467	5,9516	10,24	10,2	83,29	2,9896	61,2
3377,8	45	36	1	5,6	0,8	2,54	11,7	2,5	2,2	1,8	70,5	0,57	0,77	15,7	13,5	6,667	5,6	17,6	12,435	6,5784	10,42	10,4	80,24	3,0685	70,2
3378,2	33	28,5	0,6	4,4	0,8	2,54	12	2,5	2,2	1,8	70,5	0,57	0,77	16	13,5	6,667	7,33	12,5	13,696	6,6044	11,32	11,3	67,04	3,4785	64,1
3378,5	34,5	30	0,7	4,5	0,7	2,525	13,5	2,5	2	1,7	72,5	0,57	0,76	17,5	14,96	7,576	6,43	13,5	15,003	7,5083	12,6	12,6	53,27	4,0838	60

Suite du Tableau II.15

Annexe IV Tableaux et crss plotsr

3379	42	31,5	0,8	5,2	0,8	2,475	16,5	2,5	2,4	2,2	74,8	0,57	0,77	20,5	16,61	10,61	6,5	14,5	17,811	10,533	14,06	14,1	42,08	4,814	48,7
3379,5	60	52,5	0,9	10	2	2,6	15	2,5	3	2	70	0,53	0,74	19	13,14	3,03	11,1	29,1	13,623	2,885	8,052	8,05	139,5	2,0858	79,2
3380	93	70,5	1	12,8	2,8	2,675	21	3	9	6,5	65,3	0,47	0,74	25	9,672	-1,52	12,8	41,5	17,318	-1,723	2,405	2,41	1875	0,3405	100
3380,5	90	69	1,1	12,8	2,8	2,625	27	3	6	6	68,5	0,45	0,74	31	12,04	1,515	11,6	40,5	23,51	1,3127	4,959	4,96	395,6	1,0081	94,3
3381	60	45	0,6	10,4	2	2,57	15,6	2,5	2,5	2,5	70,8	0,54	0,75	19,6	13,69	4,848	17,3	23,9	15,183	4,7291	9,508	9,51	97,61	2,6763	72,6
3381,5	79,5	55,5	0,9	10,8	3	2,62	18	2,8	1,8	1,8	68,5	0,51	0,74	22	12,04	1,818	12	31,1	16,239	1,6625	6,594	6,59	214,4	1,5457	100
3381,8	75	70,5	1	12	3,6	2,6	19,5	3	5	5	70	0,5	0,74	23,5	13,14	3,03	12	41,5	15,818	2,8227	5,872	5,87	275,1	1,299	86,2
3382	120	72	1	12	4,2	2,6	22,2	3	2,5	2,5	70,3	0,49	0,74	26,2	13,32	3,03	12	42,6	18,326	2,8175	5,873	5,87	275	1,2993	100
3382,5	97,5	60	1,2	10	3	2,6	21	2,8	5,5	5,5	70,8	0,49	0,74	25	13,69	3,03	8,33	34,3	18,663	2,859	7,691	7,69	154	1,9472	61,5
3383	55,5	39	0,8	7,2	2,4	2,555	14,1	2,5	2,5	2,5	69,5	0,55	0,77	18,1	12,77	5,758	9	19,7	14,451	5,659	9,322	9,32	101,8	2,5983	74,2
3383,5	60	45	0,8	8	2,2	2,575	14,7	2,5	2	2	71,3	0,54	0,75	18,7	14,05	4,545	10	23,9	14,283	4,4261	9,873	9,87	90,02	2,8319	78
3383,8	55,5	42,5	0,9	8	2,2	2,585	14,1	2,5	3,5	3,5	70	0,54	0,75	18,1	13,14	3,939	8,89	22,1	14,003	3,8287	9,263	9,26	103,2	2,5737	63,1
3384,2	69	48	1	8,4	2,4	2,54	14,1	2,5	3	3	70	0,56	0,77	18,1	13,14	6,667	8,4	26	13,299	6,5369	8,597	8,6	121,2	2,3011	73,9
3384,6	48	36	0,4	8	1,8	2,56	14,4	2,6	2	2	67,5	0,55	0,78	18,4	11,31	5,455	20	17,6	15,135	5,3663	8,226	8,23	133,3	2,1536	94,9
3385	30	15	0,2	1,6	1,8	2,505	6	2,6	10	5	65	0,62	0,82	10	9,489	8,788	8	3,11	9,4239	8,7723	8,944	8,94	111,3	2,4418	38,8
3385,3	19,5	10,5	0,2	1,6	1,8	2,505	4,2	2,6	5	4	65	0,64	0,82	8,2	9,489	8,788	8	0	8,2	8,7879	9,489	9,49	98,03	2,6684	51,4
3385,8	24	13,5	0,2	1,6	1,8	2,505	4,5	2,6	10	5	66,3	0,63	0,82	8,5	10,4	8,788	8	2,08	8,1159	8,7775	10,04	10	86,86	2,9033	34,2
3386,2	42,7	30	0,3	7,2	1,8	2,555	6	2,6	2	2	65	0,6	0,8	10	9,489	5,758	24	13,5	7,5035	5,6901	7,127	7,13	181,4	1,737	100
3386,6	15	15	0,05	3,6	0	2,525	9	2,7	3,5	3,5	62	0,6	0,83	13	7,299	7,576	72	3,11	12,424	7,5602	6,754	6,75	203,6	1,6024	88,6
3387	18	13,5	0,1	2,4	0,8	2,515	2,5	2,7	9	7	62,5	0,64	0,83	6,5	7,664	8,182	24	2,08	6,1159	8,1714	7,301	7,3	172,2	1,8008	50,8
3387,5	15	13	0,05	2,3	0,7	2,5	2,3	2,65	10	9	62,3	0,65	0,85	6,3	7,482	9,091	46	1,73	5,9799	9,0823	7,179	7,18	178,6	1,7559	49,1
3388	18	13,5	0,1	2,4	0,8	2,515	2,1	2,7	12	12	61,5	0,65	0,84	6,1	6,934	8,182	24	2,08	5,7159	8,1714	6,571	6,57	216	1,5376	49,3

Suite du Tableau II.15

## ROM#2

Côtes m	SGR GAPI	CGR GAPI	RHOB G/c3	NPHI VV	Pe	Th PPM	U PPM	K %	RT ohm.m	Rxo ohm.m	DT µs/ft	M	N	Th/K	ΦD %	ΦN %	ΦS %	Vsh %	ΦD cor %	ΦS cor %	ΦNcor %	ΦU %	F	SW %	K mdarcy
3235	120	102	2,45	33	4,8	11	4	4,65	1,9	1,9	83	0,73	0,46	2,37	12,12	37	22,63	53,3	5,7253	9,3029	21,01	9,3	102	93	3,991
3235,3	135	104	2,35	38,4	4,8	11,2	4,2	4,7	1,5	1,5	90	0,73	0,46	2,38	18,18	42,4	27,74	54,82	11,603	14,032	25,95	14	42,3	67	6,338
3235,7	128	104	2,435	34,5	5,4	10,4	4	4,4	1,25	1,25	96,5	0,64	0,46	2,36	13,03	38,5	32,48	55,58	6,3603	18,586	21,82	18,6	23,1	54	8,695
3236	120	103	2,45	33,9	6	9,6	3,6	4	1	1,2	95,5	0,64	0,46	2,4	12,12	37,9	31,75	54,06	5,6339	18,237	21,68	18,2	24,1	62	8,511
3236,2	116	90	2,46	33	6	9,6	3,7	4,1	1,2	1,3	95	0,64	0,46	2,34	11,52	37	31,39	41,12	6,5811	21,108	24,66	21,1	17,6	48	10,03
3236,4	120	99	2,51	30	5,6	10,8	3,8	4,15	1,25	1,35	94	0,63	0,46	2,6	8,485	34	30,66	50,25	2,4544	18,093	18,92	18,1	24,5	56	8,436
3236,8	124	94,5	2,525	29,1	5,3	10,2	3,9	4,2	1,3	1,4	90	0,65	0,46	2,43	7,576	33,1	27,74	45,69	2,0935	16,316	19,39	16,3	30,6	61	7,51
3237	120	90	2,44	27,1	5,83	9,72	3,5	4	1,35	1,45	82,5	0,74	0,51	2,43	12,73	31,1	22,26	41,12	7,7933	11,984	18,72	12	59,4	84	5,307
3237,1	113	88,5	2,45	27	5,8	9,6	3,4	3,8	1,35	1,45	81	0,74	0,5	2,53	12,12	31	21,17	39,59	7,3699	11,269	19,12	11,3	67,7	90	4,953
3237,4	105	84	2,475	30	5	10	3,5	3,6	1,3	1,4	85	0,71	0,47	2,78	10,61	34	24,09	35,03	6,403	15,331	23,49	15,3	34,9	66	7,002
3237,6	113	90	2,48	30	5	10,6	3,7	3,8	1,25	1,35	85	0,7	0,47	2,79	10,3	34	24,09	41,12	5,369	13,808	21,66	13,8	43,8	75	6,224
3237,8	132	97,5	2,47	30,6	5	10,8	3,6	3,9	1,2	1,3	85	0,71	0,47	2,77	10,91	34,6	24,09	48,73	5,0614	11,905	19,98	11,9	60,2	90	5,268
3238	128	105	2,45	33	5	11	3,56	4	1,18	1,28	85	0,72	0,46	2,75	12,12	37	24,09	56,35	5,3598	10,001	20,1	10	87,6	100	4,33
3238,15	131	109	2,43	35,7	5,05	11	3,56	4,5	1,1	1,2	87	0,71	0,45	2,44	13,33	39,7	25,55	60,15	6,1151	10,509	21,65	10,5	78,7	100	4,578
3238,5	135	111	2,431	33,5	5,1	11	3,54	5	1	1,1	90	0,69	0,47	2,2	13,27	37,5	27,74	62,44	5,7803	12,128	18,72	12,1	57,8	96	5,379
3238,8	135	110	2,424	34,8	5,6	11	3,5	4,95	1	1,1	91	0,69	0,46	2,22	13,7	38,8	28,47	61,68	6,296	13,048	20,3	13	49,4	89	5,84
3239	135	108	2,424	34,9	5,85	11	3,4	3,9	1	1,05	91,5	0,68	0,46	2,82	13,7	38,9	28,83	59,39	6,5701	13,984	21,07	14	42,6	83	6,314
3239,15	143	107	2,435	35,1	5,75	10,2	3,1	4,7	1,1	1,15	91	0,68	0,45	2,17	13,03	39,1	28,47	57,87	6,0861	14	21,74	14	42,5	79	6,322
3239,5	138	105	2,47	33	5,6	9,6	3	4,5	1,2	1,25	88	0,69	0,46	2,13	10,91	37	26,28	56,35	4,1477	12,191	20,1	12,2	57,2	87	5,41
3239,8	135	101	2,495	27,3	5,95	8,8	2,9	4,3	1,3	1,35	85	0,7	0,49	2,05	9,394	31,3	24,09	51,78	3,1807	11,143	15,77	11,1	69,4	92	4,89
3240	102	90	2,47	26,1	5,6	8	2,8	4,15	1,35	1,35	81	0,73	0,5	1,93	10,91	30,1	21,17	41,12	5,9751	10,889	17,76	10,9	72,9	93	4,765
3240,2	105	87	2,46	25,8	5	7,92	2,9	3,9	1,4	1,4	79	0,75	0,51	2,03	11,52	29,8	19,71	38,07	6,9466	10,19	18,38	10,2	84,1	98	4,422
3240,4	113	82,5	2,455	27	4,75	8	3,1	3,75	1,35	1,35	80	0,75	0,5	2,13	11,82	31	20,44	33,5	7,7979	12,062	20,95	12,1	58,5	83	5,346
3240,5	120	79,5	2,45	30,6	4,8	8,08	3,8	4	1,33	1,35	83	0,73	0,48	2,02	12,12	34,6	22,63	30,46	8,4664	15,014	25,46	15	36,6	66	6,839
3240,8	113	91,5	2,4175	34,5	6,1	8	3,9	4,3	1,3	1,3	86,5	0,72	0,46	1,86	14,09	38,5	25,18	42,64	8,9742	14,523	25,71	14,5	39,3	70	6,588
3241	109	90	2,415	30	6	7,92	3,94	4,1	1,28	1,28	86,5	0,72	0,49	1,93	14,24	34	25,18	41,12	9,3084	14,903	21,66	14,9	37,1	68	6,782
3241,3	113	85,5	8,05	23,3	4,75	7,92	3,86	4	1,4	1,4	80	0,15	0,11	1,98	-327	27,3	20,44	36,55	-331,7	11,301	16,29	11,3	67,3	88	4,968
3241,4	120	90	2,48	24	4,75	8	3,9	4,3	1,55	1,65	80	0,74	0,51	1,86	10,3	28	20,44	41,12	5,369	10,159	15,66	10,2	84,7	93	4,407
3241,7	132	94,5	2,4775	30	5,5	11,2	3,96	4,31	1,65	1,7	85	0,7	0,47	2,6	10,45	34	24,09	45,69	4,9723	12,666	20,29	12,7	52,7	71	5,648
3241,9	132	97,5	2,494	32,5	6,3	11,2	3,98	4,32	1,65	1,65	89	0,67	0,45	2,59	9,455	36,5	27,01	48,73	3,6068	14,825	21,87	14,8	37,6	60	6,742
3242	132	101	2,495	32,4	6,4	11,2	4	4,32	1,6	1,6	91	0,66	0,45	2,59	9,394	36,4	28,47	51,78	3,1807	15,523	20,87	15,5	34	58	7,1
3242,2	132	102	2,49	32,1	6	11,2	4	4,35	1,58	1,58	92	0,65	0,46	2,57	9,697	36,1	29,2	53,3	3,301	15,872	20,11	15,9	32,4	57	7,28
3242,6	129	103	2,45	33	5,4	11,2	4	4,34	1,3	1,3	91	0,68	0,46	2,58	12,12	37	28,47	54,06	5,6339	14,952	20,78	15	36,9	67	6,807

Tableau II.17

Annexe IV Tableaux et crss plots

3243	128	104	2,46	30	5	10,8	3,96	4,33	1,3	1,3	90	0,68	0,48	2,49	11,52	34	27,74	54,82	4,9365	14,032	17,55	14	42,3	72	6,338
3243,2	127	103	2,4825	29,7	5,1	10,2	3,94	4,32	1,35	1,4	88	0,68	0,47	2,36	10,15	33,7	26,28	54,06	3,6642	12,762	17,48	12,8	51,8	78	5,696
3243,8	130	102	2,4675	31,2	6	10	3,92	4,34	1,7	1,7	90	0,67	0,47	2,3	11,06	35,2	27,74	53,3	4,6647	14,412	19,21	14,4	39,9	61	6,532
3244	128	101	2,46	30	5,5	10	3,94	4,35	1,75	1,75	90,5	0,67	0,48	2,3	11,52	34	28,1	52,54	5,2106	14,968	18,24	15	36,8	58	6,815
3244,1	129	99	2,45	29,7	5,1	9,92	3,96	4,34	1,8	1,8	90,2	0,68	0,48	2,29	12,12	33,7	27,88	50,25	6,0908	15,32	18,62	15,3	35	56	6,996
3244,4	131	97,5	2,445	30	4,5	10	3,94	4,32	1,78	1,79	90	0,69	0,48	2,31	12,42	34	27,74	48,73	6,5765	15,554	19,38	15,6	33,9	55	7,117
3244,9	120	96	2,4375	29,3	4,5	9,8	3,92	4,31	1,76	1,77	90	0,69	0,49	2,27	12,88	33,3	27,74	47,21	7,2138	15,935	19,09	15,9	32,2	54	7,313
3245	120	94,5	2,435	29,7	4,5	9,6	3,9	4,3	1,73	1,73	89,5	0,69	0,49	2,23	13,03	33,7	27,37	45,69	7,5481	15,951	19,99	16	32,1	54	7,321
3245,4	122	97,5	2,435	31,8	4,5	9,6	3,92	4,75	1,67	1,67	90	0,69	0,48	2,02	13,03	35,8	27,74	48,73	7,1826	15,554	21,18	15,6	33,9	57	7,117
3245,5	123	101	2,4375	30	4,5	9,6	3,92	4,75	1,65	1,65	89,5	0,69	0,49	2,02	12,88	34	27,37	51,78	6,6656	14,428	18,47	14,4	39,8	62	6,54
3245,8	122	98,9	2,45	24,8	4,5	8	3,92	4,75	1,8	1,8	85	0,72	0,52	1,68	12,12	28,8	24,09	50,1	6,109	11,562	13,72	11,6	64,1	75	5,098
3246	120	97,5	2,475	24,3	4,5	8,08	3,9	4,75	1,85	1,85	80,5	0,74	0,51	1,7	10,61	28,3	20,8	48,73	4,7583	8,6202	13,68	8,62	121	100	3,663
3246,2	126	99,8	2,4735	25,8	4,55	8,16	3,94	4,9	1,9	1,95	80	0,74	0,5	1,67	10,7	29,8	20,44	51,02	4,5751	7,6841	14,5	7,68	154	100	3,219
3246,5	126	102	2,47	27	4,65	8,4	3,92	4,9	2,1	2,15	80,2	0,74	0,5	1,71	10,91	31	20,58	53,3	4,5132	7,2591	15,01	7,26	174	100	3,019
3246,8	125	101	2,45	30	4,85	8,12	3,88	4,9	2,4	2,45	85	0,72	0,48	1,66	12,12	34	24,09	52,54	5,8166	10,953	18,24	11	72	69	4,796
3247	126	101	2,44	33	4,9	8,08	3,86	4,9	2,2	2,2	90	0,69	0,47	1,65	12,73	37	27,74	51,78	6,5141	14,793	21,47	14,8	37,7	52	6,726
3247,1	123	101	2,4395	33,8	4,95	8,04	3,86	4,85	2	2	91	0,68	0,46	1,66	12,76	37,8	28,47	51,78	6,5444	15,523	22,22	15,5	34	52	7,1
3247,3	120	97,5	2,45	33	5	8	3,86	4,85	1,9	1,9	81,5	0,74	0,46	1,65	12,12	37	21,53	48,73	6,2735	9,3501	22,38	9,35	101	92	4,014
3247,7	119	96	2,5	30,3	5,05	7,8	3,8	4	1,9	1,9	89	0,67	0,46	1,95	9,091	34,3	27,01	47,21	3,4259	15,205	20,14	15,2	35,6	55	6,937
3247,9	119	93	2,5	30,6	5	7,8	3,72	3,5	1,95	1,98	88	0,67	0,46	2,23	9,091	34,6	26,28	44,16	3,7914	15,237	21,35	15,2	35,4	54	6,953
3248	117	93	2,4925	28,5	4,85	7,8	3,5	3,3	1,98	2	86,5	0,69	0,48	2,36	9,545	32,5	25,18	44,16	4,246	14,142	19,25	14,1	41,6	58	6,394
3248,2	117	90	2,47	21	4,98	6	3,52	2,95	2	2,1	80	0,74	0,54	2,03	10,91	25	20,44	41,12	5,9751	10,159	12,66	10,2	84,7	82	4,407
3248,3	105	58,5	2,475	15	4,98	4	3,5	3	2,3	2,3	75	0,77	0,58	1,33	10,61	19	16,79	9,137	9,5096	14,504	16,26	14,5	39,4	52	6,578
3248,8	97,5	67,5	2,45	18	4,05	4,8	3,2	3,3	2,8	3	70,5	0,82	0,57	1,45	12,12	22	13,5	18,27	9,9283	8,9351	16,52	8,94	112	80	3,814
3248,9	90	73,5	2,4325	18,8	4	5,4	3,7	3,5	2,85	3,05	71	0,82	0,57	1,54	13,18	22,8	13,87	24,37	10,258	7,7772	15,44	7,78	150	92	3,263
3249	90	73,5	2,425	18	4,3	5,4	3,8	3,8	2,95	3,1	73	0,81	0,58	1,42	13,64	22	15,33	24,37	10,713	9,2371	14,69	9,24	104	75	3,96
3249,1	101	74,3	2,41	17,7	4,6	7,2	3,7	3,78	3	3	73,5	0,82	0,58	1,9	14,55	21,7	15,69	25,13	11,53	9,4117	14,16	9,41	99,8	73	4,044
3249,5	97,5	75	2,4	21	5	8	3,6	3,75	3	3	73,5	0,83	0,56	2,13	15,15	25	15,69	25,89	12,045	9,2213	17,23	9,22	104	75	3,952
3250	142	105	2,445	27,9	4,85	12	4	5	2,9	2,9	82,5	0,74	0,5	2,4	12,42	31,9	22,26	56,35	5,6628	8,1765	15	8,18	135	86	3,452
3250,3	145	116	2,445	27,9	4,9	12,12	4	5	2,6	2,7	88	0,7	0,5	2,42	12,42	31,9	26,28	67,01	4,3836	9,5261	11,8	9,53	97,2	77	4,099
3250,4	135	117	2,45	30	5	12,08	4	5	2	2,2	90	0,68	0,48	2,42	12,12	34	27,74	68,53	3,8979	10,605	13,44	10,6	77,2	79	4,625
3250,6	128	111	2,48	30,9	5,6	12	3,96	4,9	1,9	1,92	90,2	0,67	0,47	2,45	10,3	34,9	27,88	62,44	2,8106	12,274	16,17	12,3	56,4	69	5,452
3251	120	99,8	2,5	30,3	5,75	10,6	3,4	4,5	1,65	1,65	88	0,67	0,46	2,36	9,091	34,3	26,28	51,02	2,9691	13,524	19	13,5	45,8	67	6,08
3251,4	128	102	2,4825	31,7	5	11	3,6	4,5	1,5	1,5	86,5	0,69	0,46	2,44	10,15	35,7	25,18	53,3	3,7556	11,858	19,66	11,9	60,7	80	5,244
3251,7	113	97,5	2,4825	30	4,98	10,8	3,4	4	1,55	1,55	88	0,68	0,47	2,7	10,15	34	26,28	48,73	4,3038	14,095	19,38	14,1	41,9	66	6,37
3252	105	90	2,4675	22,5	4,7	9,6	3,2	3,9	1,75	1,75	82	0,73	0,53	2,46	11,06	26,5	21,9	41,12	6,1266	11,619	14,16	11,6	63,4	76	5,126
3252,1	102	87	2,465	18,6	4,6	9,4	3	3,8	2	2	80	0,74	0,56	2,47	11,21	22,6	20,44	38,07	6,6436	10,92	11,18	10,9	72,5	76	4,78
3252,5	105	84	2,475	21	4,7	9,2	3,04	3,75	2,5	2,6	72,5	0,79	0,54	2,45	10,61	25	14,96	35,03	6,403	6,2072	14,49	6,21	244	100	2,532
3252,8	111	87	2,49	22,8	4,8	9,4	3,08	3,8	3	3	76	0,76	0,52	2,47	9,697	26,8	17,52	38,07	5,1284	8,0005	15,38	8	141	87	3,369
3253	105	90	2,49	21,3	4,7	9,6	3,2	3,9	3,4	3,4	77	0,75	0,53	2,46	9,697	25,3	18,25	41,12	4,763	7,969	12,96	7,97	143	82	3,354

Suite du Tableau II.17



Annexe IV Tableaux et crss plots

3253,4	93	97,5	2,47	18,9	4,25	8,8	2,4	3,75	3,4	3,4	73,5	0,79	0,55	2,35	10,91	22,9	15,69	48,73	5,0614	3,5107	8,281	3,51	831	100	1,334
3253,6	96	79,5	2,45	18,2	4,4	8,4	2	3,65	3,4	3,4	73	0,8	0,56	2,3	12,12	22,2	15,33	30,46	8,4664	7,7143	13,01	7,71	153	85	3,233
3253,8	102	77,3	2,4475	18,2	4,5	8,2	2	3,6	3,4	3,4	72,5	0,8	0,57	2,28	12,27	22,2	14,96	28,17	8,892	7,9204	13,7	7,92	145	82	3,331
3254	90	75	2,45	18	4,4	8	2	3,55	3,4	3,4	72	0,81	0,57	2,25	12,12	22	14,6	25,89	9,0146	8,1265	14,23	8,13	137	80	3,428
3254,4	73,5	73,5	2,45	15	4	7,2	2	2,8	4	4	71	0,81	0,59	2,57	12,12	19	13,87	24,37	9,1974	7,7772	11,69	7,78	150	78	3,263
3254,8	75	75	2,4225	12,3	3,9	7	2,3	3,2	5	5	70	0,84	0,62	2,19	13,79	16,3	13,14	25,89	10,681	6,6666	8,534	6,67	209	82	2,744
3255	75	75	2,4225	11,6	3,92	7,2	2,7	3,15	6	6	67	0,86	0,62	2,29	13,79	15,6	10,95	25,89	10,681	4,4768	7,784	4,48	493	100	1,753
3255,4	67,5	67,5	2,42	10,8	3,85	6,6	2,6	1,98	7	7,5	65	0,87	0,63	3,33	13,94	14,8	9,489	18,27	11,747	4,9205	9,318	4,92	402	96	1,95
3255,8	69	69	2,4205	12	3,85	6,6	2,6	2	7,5	8	66	0,87	0,62	3,3	13,91	16	10,22	19,8	11,533	5,2697	10,06	5,27	347	86	2,106
3256	69,8	69,8	2,415	12,2	3,88	6,6	2,6	2,02	7	7	66,5	0,87	0,62	3,27	14,24	16,2	10,58	20,56	11,775	5,4443	9,982	5,44	324	86	2,185
3256,6	70,5	70,5	2,4	12,8	3,85	6,56	2,66	2,25	6,5	6,5	67	0,87	0,62	2,92	15,15	16,8	10,95	21,32	12,593	5,619	10,35	5,62	302	86	2,264
3256,8	72,8	72,8	2,415	12,8	3,88	6,52	2,66	2,3	6	6	67	0,86	0,62	2,83	14,24	16,8	10,95	23,6	11,41	5,0479	9,699	5,05	381	100	2,006
3257	75	75	2,415	14,3	4	6,56	2,66	2,35	6	6	67,5	0,86	0,61	2,79	14,24	18,3	11,31	25,89	11,136	4,8418	10,48	4,84	417	100	1,915
3257,4	75,8	75,8	2,399	15,2	3,85	6,56	2,66	2,3	5,5	5,5	68	0,86	0,61	2,85	15,21	19,2	11,68	26,65	12,014	5,0164	11,16	5,02	386	100	1,992
3257,6	76,5	76,5	2,4	15	3,75	6,6	4	2,1	5,2	5	68,5	0,86	0,61	3,14	15,15	19	12,04	27,41	11,862	5,191	10,78	5,19	359	100	2,071
3257,8	82,5	82,5	2,41	12	3,7	6,56	4,2	2,05	5,3	5,3	69	0,85	0,62	3,2	14,55	16	12,41	33,5	10,525	4,0331	5,949	4,03	617	100	1,559
3258	85,5	85,5	2,41	9,9	3,75	6,56	4,1	2	5,4	5,4	68	0,86	0,64	3,28	14,55	13,9	11,68	36,55	10,16	2,5418	2,936	2,54	1665	100	0,927
3258,2	75	75	2,3925	12,5	3,8	6,72	4,2	2,25	5,8	6	67,5	0,87	0,63	2,99	15,61	16,5	11,31	25,89	12,499	4,8418	8,684	4,84	417	100	1,915
3258,5	90,8	90,8	2,3875	15	3,82	6,8	4,4	2,5	6	7	66,5	0,88	0,61	2,72	15,91	19	10,58	41,88	10,884	0,1144	6,437	0,11	####	100	0,028
3258,8	82,5	82,5	2,4	12	3,9	6,72	4,2	2,25	7	7	68	0,86	0,63	2,99	15,15	16	11,68	33,5	11,131	3,3032	5,949	3,3	948	100	1,245
3259	75	75	2,4	8,4	4	6,6	4	2	8,5	8	68	0,86	0,65	3,3	15,15	12,4	11,68	25,89	12,045	5,2068	4,634	5,21	356	82	2,078
3259,2	67,5	67,5	2,4	6,45	3,95	4,8	3,5	1,5	9	9	65	0,89	0,67	3,2	15,15	10,5	9,489	18,27	12,959	4,9205	4,968	4,92	402	85	1,95
3259,6	60	60	2,385	7,05	3,95	4	3,1	1,3	12	14	61,5	0,92	0,67	3,08	16,06	11,1	6,934	10,66	14,781	4,2693	7,852	4,27	546	85	1,662
3259,8	54	54	2,38	7,05	3,85	3,8	3,06	1,4	13	15	61,5	0,92	0,67	2,71	16,36	11,1	6,934	4,569	15,815	5,7922	9,679	5,79	283	59	2,342
3260	54,3	54,3	2,375	6,9	3,65	3,8	3	1,5	18	19	61,5	0,93	0,68	2,53	16,67	10,9	6,934	4,873	16,082	5,716	9,438	5,72	291	51	2,308
3260,2	51,8	51,8	2,385	6,87	3,85	3	2,8	1,5	19	20,1	61,5	0,92	0,67	2	16,06	10,9	6,934	2,284	15,786	6,3632	10,18	6,36	231	44	2,604
3260,4	49,5	49,5	2,385	8,4	3,9	2,8	2,6	1,5	18,5	20	61,5	0,92	0,66	1,87	16,06	12,4	6,934	0	16,061	6,9343	12,4	6,93	192	41	2,868
3260,9	54	54	2,375	9,3	3,8	2,92	2,6	2	17	18	62,5	0,92	0,66	1,46	16,67	13,3	7,664	4,569	16,118	6,5221	11,93	6,52	220	45	2,677
3261	58,5	58,5	2,375	9,9	3,8	3	2,6	2,2	16,5	17	63	0,92	0,66	1,36	16,67	13,9	8,029	9,137	15,57	5,7449	11,16	5,74	288	53	2,321
3261,4	63	63	2,385	12	3,8	3,2	2,6	2,85	13	14	63,5	0,91	0,64	1,12	16,06	16	8,394	13,71	14,416	4,9678	11,89	4,97	394	70	1,971
3261,8	74,3	74,3	2,384	13	3,95	3,6	2,8	2,4	10	10	66,5	0,89	0,63	1,5	16,12	17	10,58	25,13	13,106	4,3022	9,422	4,3	537	93	1,676
3262	59,3	59,3	2,3825	11,6	3,7	4	3	2	9,6	10	66,5	0,89	0,64	2	16,21	15,6	10,58	9,898	15,024	8,1093	12,58	8,11	137	48	3,42
3262,2	59,6	59,6	2,382	11,1	3,75	4	2,7	1,73	9,6	10	65,5	0,89	0,64	2,31	16,24	15,1	9,854	10,2	15,018	7,3033	12,04	7,3	172	54	3,04
3262,8	59,7	59,7	2,36	11,1	3,98	4	2,7	1,7	10	11	65	0,91	0,65	2,35	17,58	15,1	9,489	10,36	16,333	6,9002	12,02	6,9	194	56	2,852
3263	60	60	2,354	9	3,9	4,08	2,7	1,7	12,5	13	64	0,92	0,67	2,4	17,94	13	8,759	10,66	16,66	6,0941	9,802	6,09	254	57	2,48
3263,1	54	54	2,3525	8,25	3,8	4	2,7	1,6	14	15	62	0,94	0,68	2,5	18,03	12,3	7,299	4,569	17,482	6,1571	10,88	6,16	248	53	2,509
3263,6	51	51	2,375	13,5	3,9	3,92	2,7	1,5	13	18	61,5	0,93	0,63	2,61	16,67	17,5	6,934	1,523	16,484	6,5536	17,04	6,55	217	52	2,691
3264	97,5	97,5	2,415	27	4,2	6	4	2,5	7,5	10	71	0,83	0,52	2,4	14,24	31	13,87	48,73	8,3947	1,6859	16,38	1,69	4025	100	0,584

Suite du Tableau II.17

ROM#1

Profondeurs m	SGR GAPI	CGR GAPI	Th PPM	U PPM	K %	Ri ohmm	Rxo ohmm	DT µs/m	Th/K	V %	lithologie
3249	85,5	90	8	0	3,25	1,4	1,5	82	2,46	58,3	ARGILE
3249,2	85,5	90	8,4	0	3,2	2	1,7	83,5	2,63	58,3	ARGILE
3249,5	90	91,5	8,8	0	3,2	2,5	2	85	2,75	60,8	ARGILE
3249,7	93	93	9,4	0	3,2	3	2,2	80	2,94	63,3	ARGILE
3250	89,7	90	9,36	0	3	3,2	2,5	72	3,12	58,3	ARGILE
3250,2	89,25	90	9,36	0	3	2,6	2,3	76	3,12	58,3	ARGILE
3250,4	90	90	9,4	0	3,3	2	2,1	80	2,85	58,3	ARGILE
3250,6	96	96	9,6	0	3,35	1,9	2	85	2,87	68,3	ARGILE
3250,8	100,5	100,5	9,6	0	3,4	1,8	1,8	88	2,82	75,8	ARGILE
3251	101,25	101,25	9,56	0	3,41	1,65	1,65	90	2,8	77,1	ARGILE
3251,1	102	102	9,4	0	3,42	1,67	1,7	93	2,75	78,3	ARGILE
3251,4	101,25	101,25	9	0	3,5	1,7	1,75	95	2,57	77,1	ARGILE
3251,8	96	96	8,96	0	3,4	1,7	1,8	97	2,64	68,3	ARGILE
3252	96,3	91,5	9	0,6	3,3	1,73	1,9	99	2,73	60,8	ARGILE
3252,2	93	90	8,8	0,4	3	1,77	1,87	98	2,93	58,3	ARGILE
3252,4	90	88,5	8,4	0,2	3,95	1,8	1,84	97	2,13	55,8	ARGILE
3252,6	89,25	85,5	8,4	0,4	3,95	1,65	1,8	95	2,13	50,8	ARGILE
3252,8	90	86,25	8,48	0,5	3,97	1,5	1,7	93	2,14	52,1	ARGILE
3253	92,25	87	8,8	0,6	3,98	1,35	1,6	92	2,21	53,3	ARGILE
3253,2	94,5	88,5	9	0,7	3,99	1,3	1,5	91,5	2,26	55,8	ARGILE
3253,5	90	87	8,8	0,4	3,99	1,35	1,35	91	2,21	53,3	ARGILE
3253,9	86,1	85,5	8	0,1	3,98	1,5	1,4	90,5	2,01	50,8	ARGILE
3254	86,4	85,8	8,12	0,1	3,99	1,6	1,5	90	2,04	51,3	ARGILE
3254,2	90	87	8,2	0,2	3	1,7	1,6	89	2,73	53,3	ARGILE
3254,4	91,5	90	8	0,2	3,2	1,8	1,7	88	2,5	58,3	ARGILE
3254,8	90	89,7	7,92	0,1	3,21	2	1,75	86	2,47	57,8	ARGILE
3255	86,25	85,5	7,8	0,1	3,22	2,1	1,8	86	2,42	50,8	ARGILE
3255,4	95,85	96	8	0	3,6	1,45	1,7	85,5	2,22	68,3	ARGILE
3255,8	96,75	97,2	8,4	0	3,65	1,6	1,6	85,3	2,3	70,3	ARGILE
3256	98,25	99	8,8	0	3,7	1,8	1,55	85	2,38	73,3	ARGILE
3256,4	104,25	105	9	0	3,8	1,35	2	86	2,37	83,3	ARGILE
3256,8	105	105,75	9,2	0	4	1,5	1,95	87	2,3	84,6	ARGILE
3257	104,25	105	9	0	4	1,7	1,9	88	2,25	83,3	ARGILE
3257,3	100,5	104,25	8,4	0	3,98	2,1	1,85	88,5	2,11	82,1	ARGILE
3257,6	96	102	8,08	0	3,95	2	1,8	88	2,05	78,3	ARGILE
3257,9	102	105	8,32	0	4	1,7	1,77	87	2,08	83,3	ARGILE
3258	102,75	105,75	8,4	0	4,02	1,4	1,73	86	2,09	84,6	ARGILE
3258,4	105	107,25	8,6	0	4,02	2	1,7	87	2,14	87,1	ARGILE
3258,7	105,75	108	8,8	0	4	4	2	88	2,2	88,3	ARGILE
3259	97,5	103,5	8,6	0	3,9	6	3	88,5	2,21	80,8	ARGILE
3259,4	79,5	90	7,6	0	3,8	7	4	88,3	2	58,3	ARGILE
3259,8	75	76,5	6	0	3,3	8	6	88	1,82	35,8	GRES
3259,9	76,5	76,5	6,2	0	3,1	7	8	87	2	35,8	GRES
3260	79,5	76,5	6,4	0,3	3	6	10	86	2,13	35,8	GRES
3260,15	85,5	76,5	6,8	1	3	5,7	11	85,8	2,27	35,8	GRES
3260,4	75	64,5	5,6	0,6	2,5	5,3	12	85,7	2,24	15,8	GRES

3260,8	60,75	59,25	4,6	0,4	2,2	5	10	85,6	2,09	7,08	GRES
3261	69,75	64,5	5,2	0,6	2,6	4,5	9	85,5	2	15,8	GRES
3261,2	75	70,5	6	0,7	2,6	4,2	7	86	2,31	25,8	GRES
3261,5	79,5	72	6,4	0,9	2,7	4	6	86,5	2,37	28,3	GRES
3261,85	90	75	7	1,5	3	3,7	5	87	2,33	33,3	GRES
3262	81	81	7,04	0	3,05	3,5	4,5	87,5	2,31	43,3	GRES
3262,2	75	81,15	7	0	3,1	3,3	4	89	2,26	43,6	GRES
3262,5	90	90	8	0	3,5	3	3	90	2,29	58,3	ARGILE
3262,7	105	105	10	0	3,85	2,5	2,5	92	2,6	83,3	ARGILE
3262,9	112,5	108	11	0,5	3,85	2	2	93,5	2,86	88,3	ARGILE
3263	110,25	105	10,92	0,5	3,8	1,4	1,7	95	2,87	83,3	ARGILE
3263,3	99	93,75	9,4	0,7	3,35	1,42	1,5	93	2,81	64,6	ARGILE
3263,5	105	99	9,56	0,8	3,5	1,45	1,35	92	2,73	73,3	ARGILE
3263,6	108	99,75	9,6	1	3,49	1,39	1,5	91	2,75	74,6	ARGILE
3264	108,15	99,78	10	1,2	3,48	1,35	1,7	90	2,87	74,6	ARGILE
3264,3	108	99,75	10,08	1,2	3,45	1,7	2	87,5	2,92	74,6	ARGILE
3264,55	102	97,5	8	0,6	3,3	2	2,5	85	2,42	70,8	ARGILE
3264,7	90	90	8	0	3,2	2,7	3	80	2,5	58,3	ARGILE
3265	87	84,75	8	0	3,05	3,5	3,5	76	2,62	49,6	ARGILE
3265,3	85,5	79,5	8	0	3	4	4	80	2,67	40,8	ARGILE
3265,65	90	90	8,4	0	3,05	4,5	3,5	90	2,75	58,3	ARGILE
3266	94,5	94,5	9,2	0	3,15	4	3,2	101	2,92	65,8	ARGILE
3266,6	90	90	8,6	0	3	3,5	3,5	93	2,87	58,3	ARGILE
3267	87	87	8,4	0	3	3	4	90	2,8	53,3	ARGILE
3267,3	88,5	88,5	8,4	0	3	3,2	4,2	85	2,8	55,8	ARGILE
3267,5	88,5	88,5	8,4	0	3,01	4,2	4,5	80	2,79	55,8	ARGILE
3267,8	88,5	88,5	8,2	0	3,02	5,5	4,8	77	2,72	55,8	ARGILE
3268	88,2	88,2	8	0	3,03	7	4,2	75	2,64	55,3	ARGILE
3268,2	75	78	7,6	0	3	8,5	4,3	73	2,53	38,3	ARGILE
3268,6	84	84	7,8	0	3,08	6	4,4	70	2,53	48,3	ARGILE
3268,8	89,7	88,5	7,92	0,1	3,2	5	4,5	70	2,48	55,8	ARGILE
3269	89,55	88,5	7,8	0,12	3,3	4,5	4,2	70	2,36	55,8	ARGILE
3269,5	93	90	7,8	0,5	3,35	5,5	4	70	2,33	58,3	ARGILE
3269,8	105	94,5	8	1,4	3,4	5	3,8	70	2,35	65,8	ARGILE
3270	108	97,5	8,4	1,7	3,6	5,5	4	70	2,33	70,8	ARGILE
3270,3	116,25	102,6	8,6	1,8	3,9	7	4,1	68,5	2,21	79,3	ARGILE
3270,5	106,5	94,5	8,4	1,8	3,6	8	4,2	67	2,33	65,8	ARGILE
3270,7	105,75	93	8,2	1,8	3,5	6,5	4,3	66	2,34	63,3	ARGILE
3271	109,5	93,6	8,6	2	3,5	5	4,4	65	2,46	64,3	ARGILE
3271,3	105	90	8,6	2	3,5	4	4,5	66	2,46	58,3	ARGILE
3271,6	90	82,5	8	0,9	3	5	4,6	67	2,67	45,8	ARGILE
3271,8	75	75	7	0	2,96	8	4,7	67,5	2,36	33,3	GRES
3271,9	78,75	78,75	6,96	0	3	9	4,9	68	2,32	39,6	GRES
3272	78,9	78,9	6,92	0	3,05	10	4,8	68,5	2,27	39,8	GRES
3272,2	79,05	79,05	6,8	0	3,08	12	4,9	69	2,21	40,1	GRES
3272,5	93	85,5	6,6	0,9	3,5	10	5	70	1,89	50,8	ARGILE
3273	97,5	88,5	6,8	1,2	3,7	6	5,2	68	1,84	55,8	ARGILE
3273,5	105,75	90,75	7,6	2	3,75	8	5,3	70	2,03	59,6	ARGILE
3273,8	90	78,45	7,2	1,6	3	9	5,4	73	2,4	39,1	GRES
3274	79,5	73,5	6,4	1	2,8	10	5,5	75	2,29	30,8	GRES
3274,2	76,5	70,5	6,2	1	2,7	11,5	5,6	76,5	2,3	25,8	GRES
3274,5	81	73,5	6,4	1	2,72	13	5,7	77	2,35	30,8	GRES
3274,9	90	76,5	8	1,5	2,4	12	5,75	78	3,33	35,8	GRES

3275	82,5	75	8,4	1,2	2,3	11	5,8	77,5	3,65	33,3	GRES
3275,2	69	66	7,92	0,4	2	10	5	80	3,96	18,3	GRES
3275,4	75	75	8	0	2,5	3	4,3	82	3,2	33,3	GRES
3275,7	90	90	10,8	0	3	2,9	3,9	83,5	3,6	58,3	ARGILE
3276	118,5	106,5	11,6	1,2	3,75	3	3,3	85	3,09	85,8	ARGILE
3276,5	126	117	12,2	1,4	3,8	3,1	4	89,5	3,21	103	ARGILE
3277	117	105	12	1,2	3,2	4	4,5	90	3,75	83,3	ARGILE
3277,4	97,5	90	12	0,9	2,3	4,5	5	89,5	5,22	58,3	ARGILE
3277,85	98,7	90,45	12,8	1	2,15	6	5,5	92,5	5,95	59,1	ARGILE
3278	93	88,5	12,4	0,9	2,16	7	6	95	5,74	55,8	ARGILE
3278,2	78	70,5	8	0,8	2	0,1	6,5	96	4	25,8	GRES
3278,4	63,75	58,5	6,4	0,84	1,95	8	7	97	3,28	5,83	GRES
3278,7	69	59,25	6,56	1,4	1,95	9,5	7,5	98	3,36	7,08	GRES
3279	69,3	58,95	7	1,42	1,8	7	7	99	3,89	6,58	GRES
3279,4	68,85	58,5	7	1,48	1,75	9,5	7,5	90	4	5,83	GRES
3279,8	90	75	8	1,8	2	9	7	80	4	33,3	GRES
3280,1	105	90	9,8	1,84	3	7,5	7,5	72	3,27	58,3	GRES
3280,4	90	81	9,2	1,1	2,5	8,5	7,7	73,5	3,68	43,3	GRES
3280,5	90	81	9,8	1,1	2,5	10	8	75	3,92	43,3	GRES
3280,8	100,5	90	10,8	1,2	2,8	12	8,5	76	3,86	58,3	ARGILE
3281	105	94,5	12	1,2	2,95	10	9	77	4,07	65,8	ARGILE
3281,3	114	106,5	12,6	1,1	3,1	9	8,5	75,5	4,06	85,8	ARGILE
3281,6	105	102	12,4	0,6	3	8,5	8	76	4,13	78,3	ARGILE
3281,7	95,25	95,25	12,36	0	2,4	9	7,5	76,5	5,15	67,1	ARGILE
3281,9	91,5	94,5	12,32	0	2,4	10	7	77	5,13	65,8	ARGILE
3282	97,5	102	13,6	0	2,65	11	6,5	77,5	5,13	78,3	ARGILE
3282,2	117	120	15,4	0	3	8	6	78	5,13	108	ARGILE
3282,5	120	127,5	15,28	0	4,8	6	5,5	78	3,18	121	ARGILE

DETERMINATION DE LA LITHOLOGIE RHOB,NPHI (BBK#1)

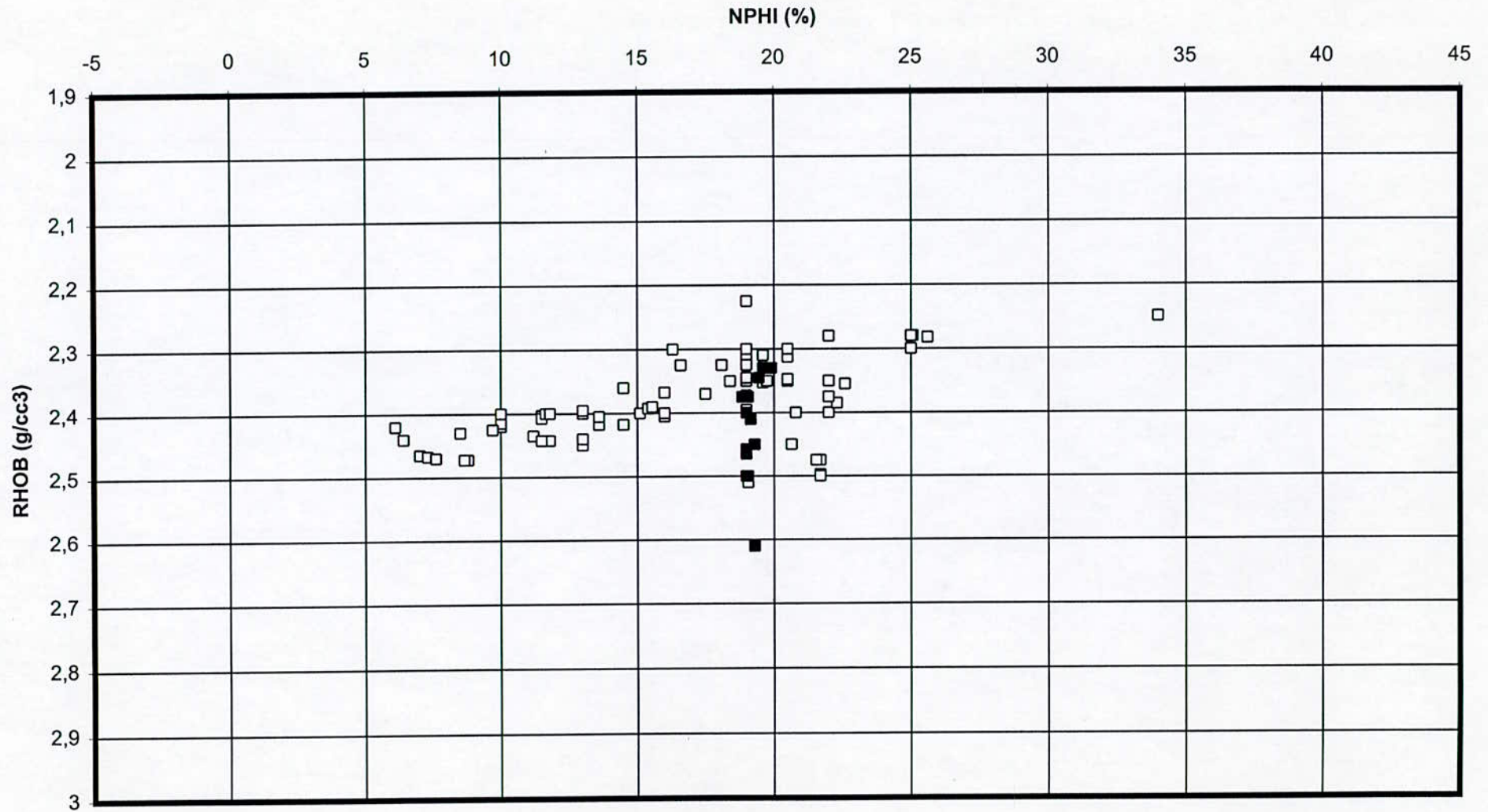


Figure IV.18,a

DETERMINATION DE LA LITHOLOGIE RHOB,NPHI (FBBK#2)

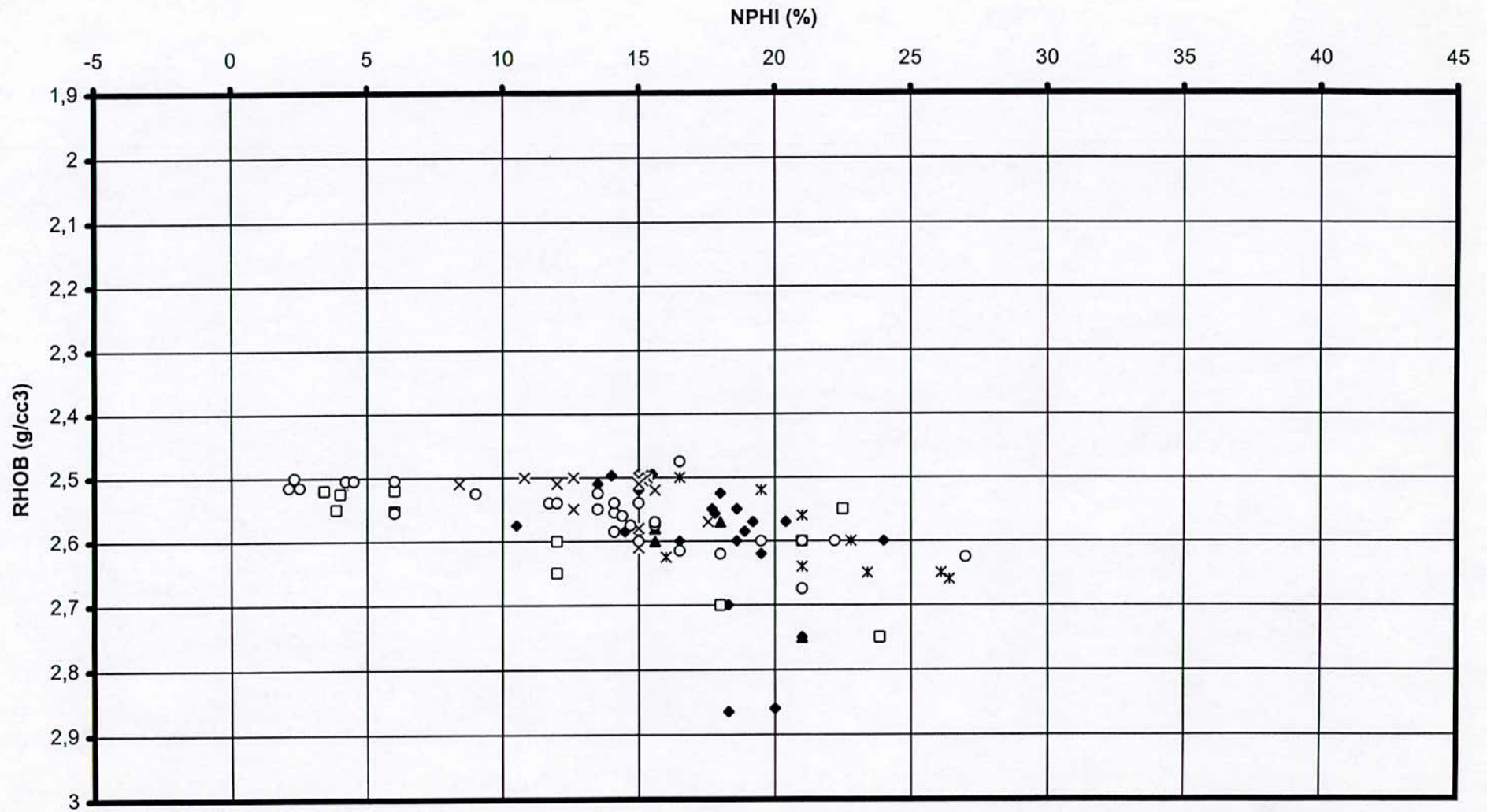


Figure IV.18,b

DETRMINATION DE LA LITHOLOGIE RHOB,NPHI (BBK#N1)

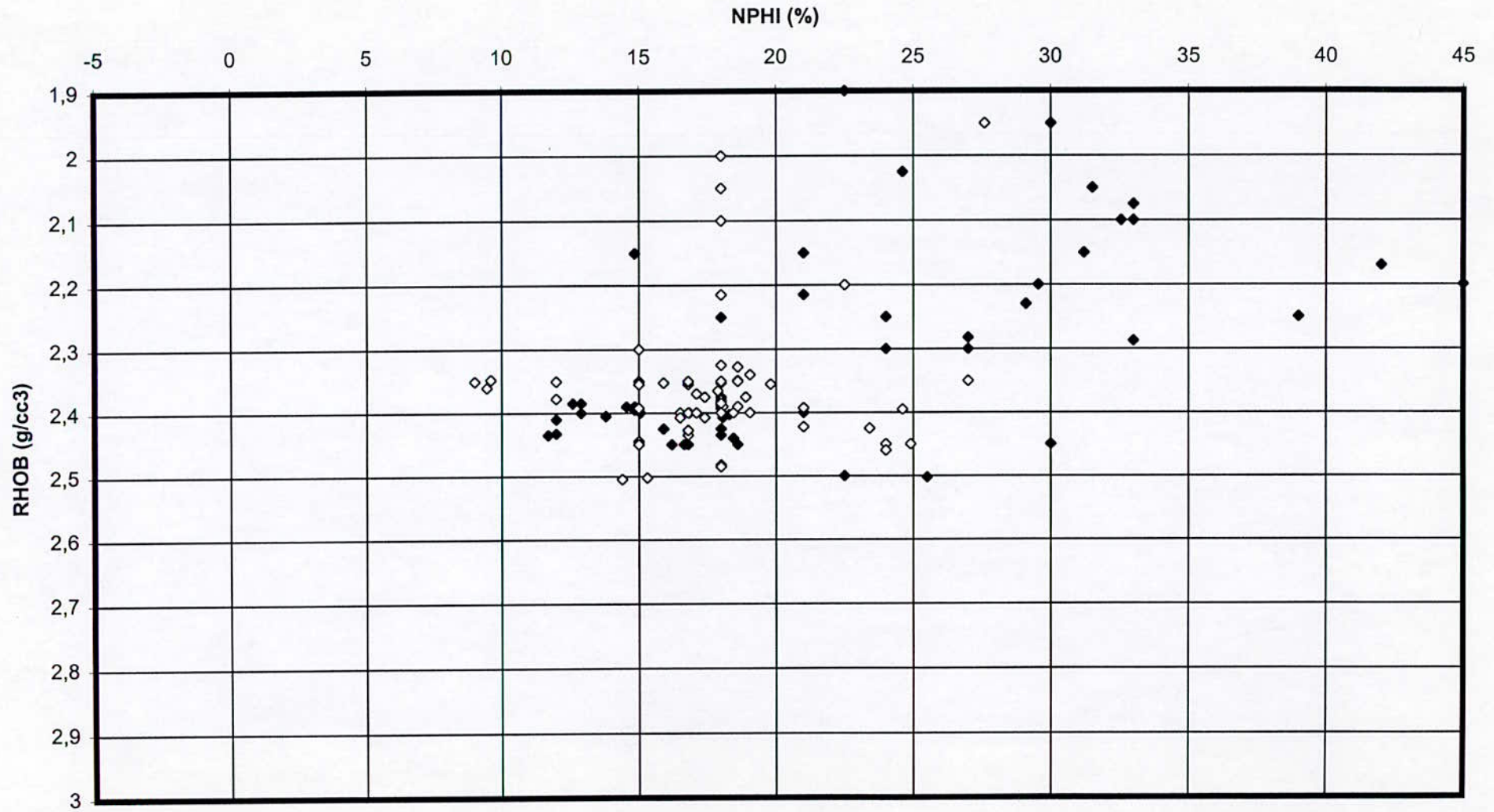


Figure IV.18.6

DETRMINATION DE LA LITHOLOGIE RHOB,NPHI (BBK#N1)

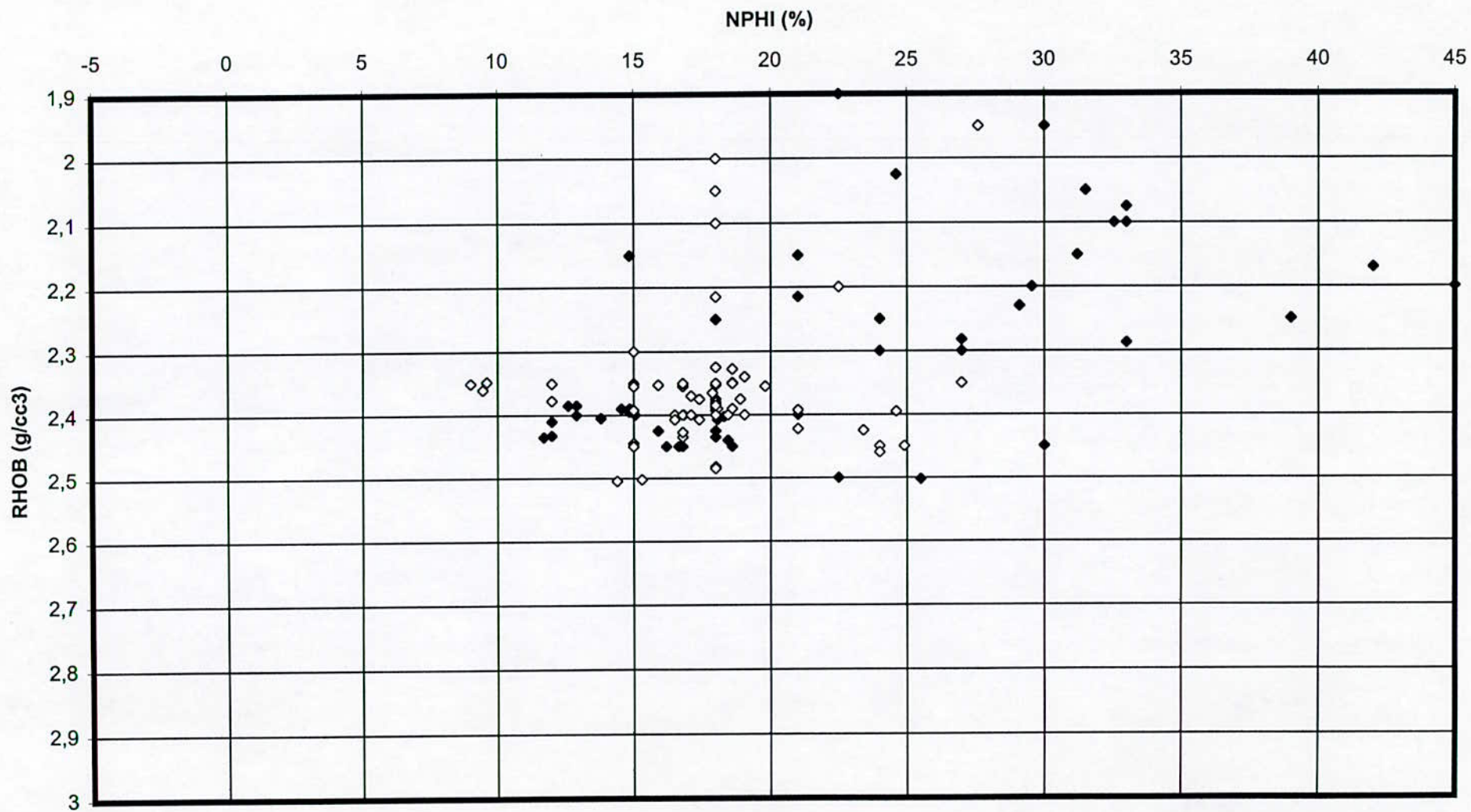
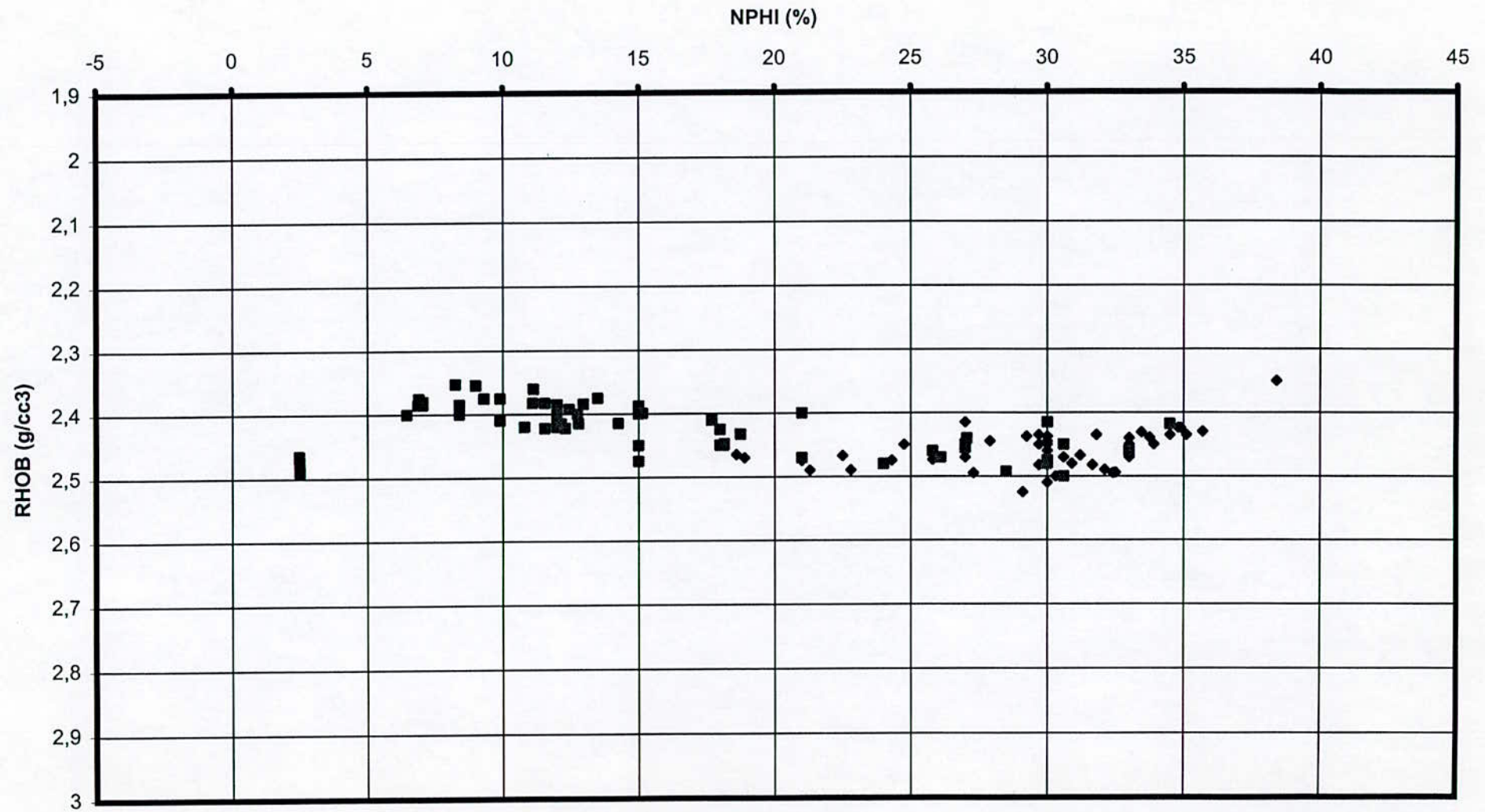


Figure II.18,c



## DETERMINATION DE LA LITHOLOGIE RHOB,NPHI (ROM#2)





DETERMINATION DE LA LITHOLOGIE DT,RHOB (BBK#2)

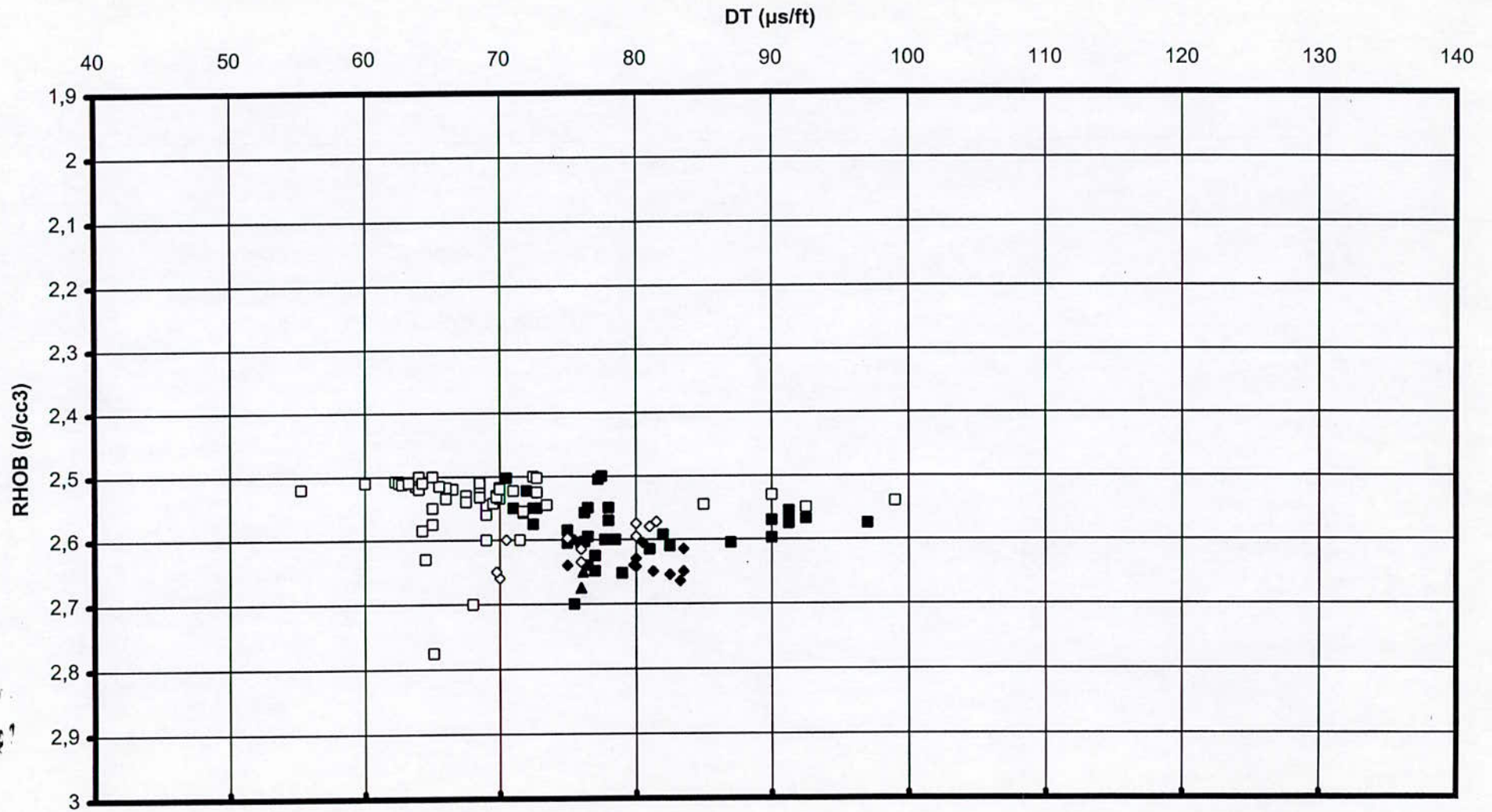


Figure II.19,b



DETERMINATION DE LA LITHOLOGIE DT,RHOB (BBK#N2)

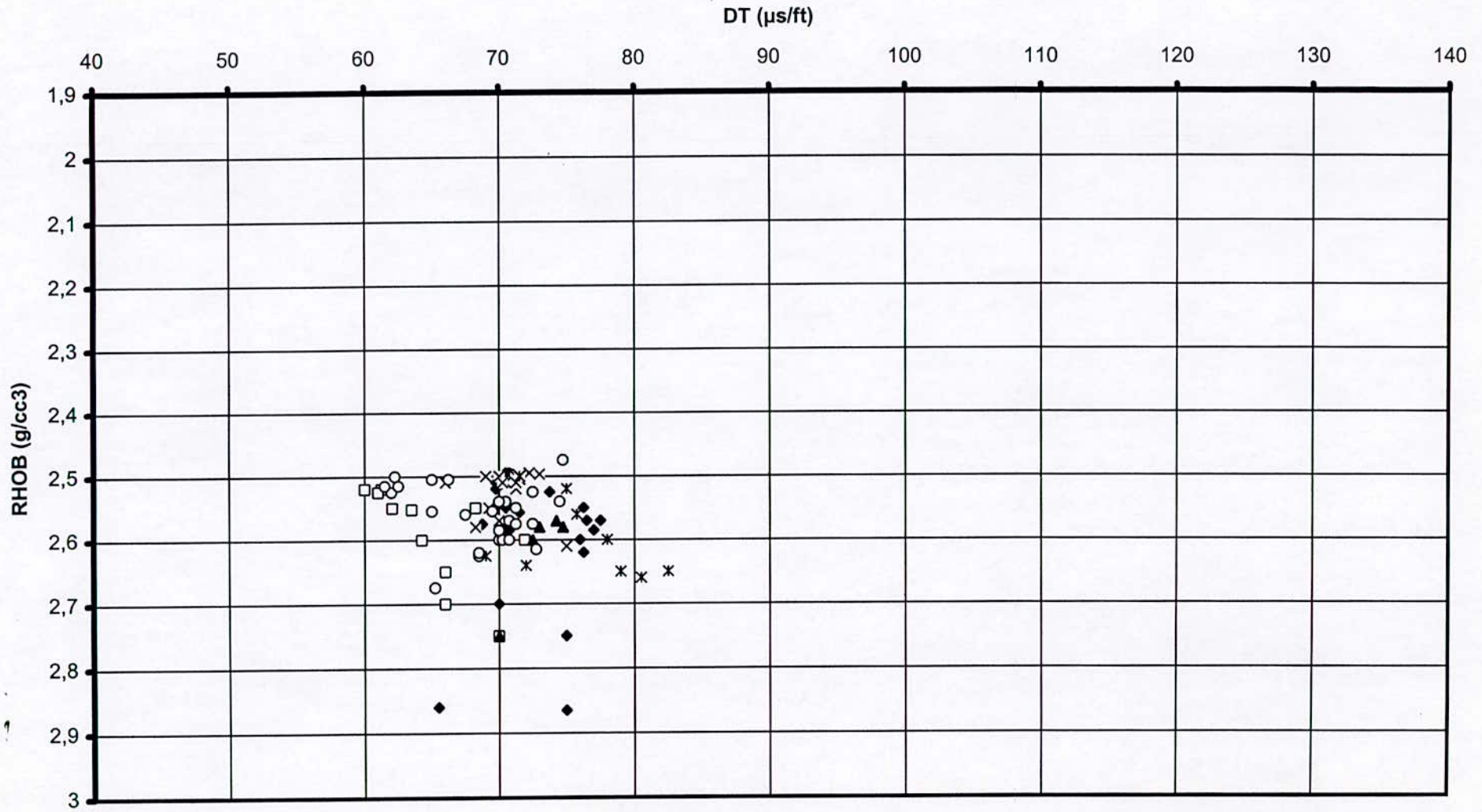


Figure II.19,d

DETERMINATION DE LA LITHOLOGIE DT,RHOB (ROM#2)

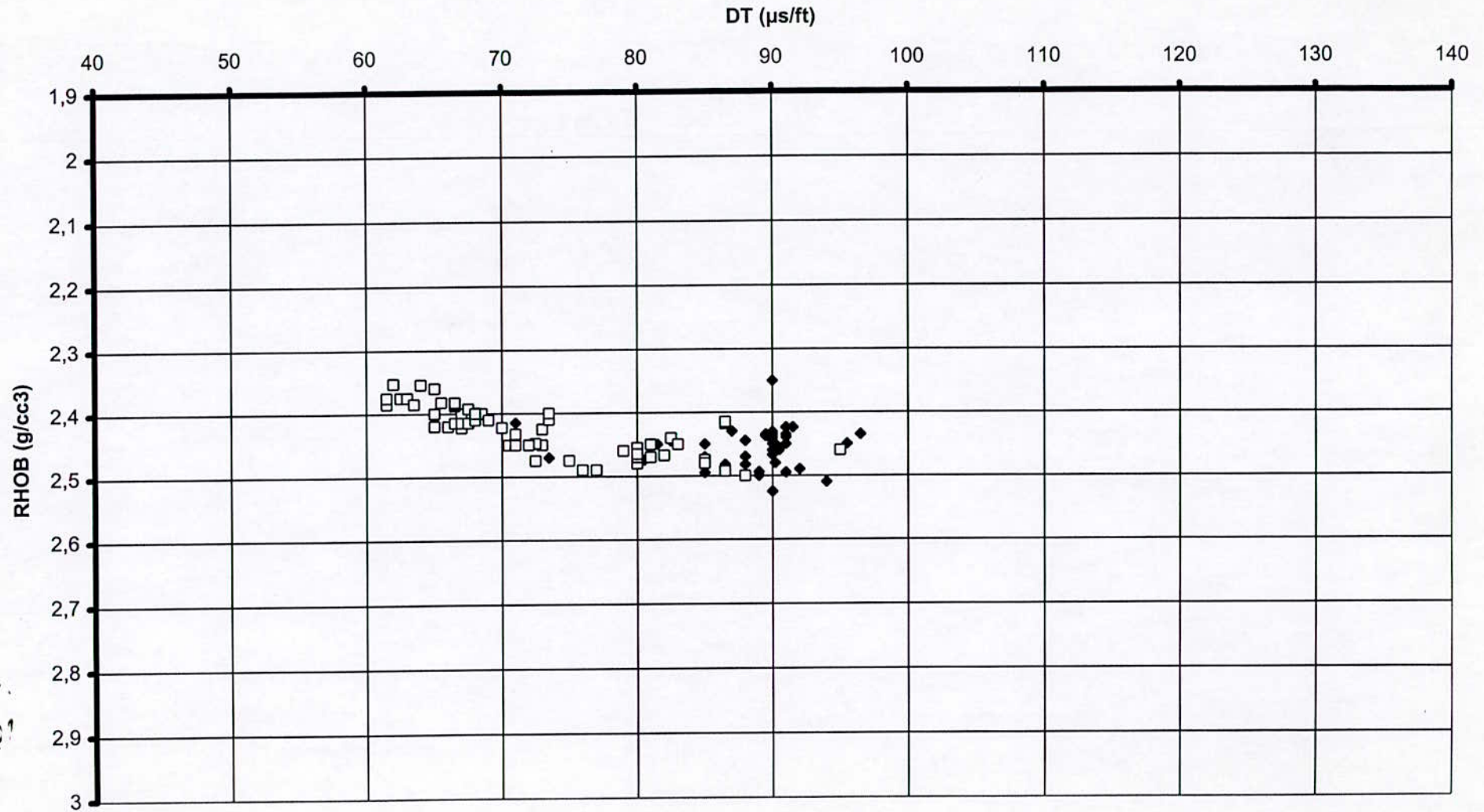


Figure II.19,f

DETERMINATION DE LA LITHOLOGIE DT,NPHI (BBK#1)

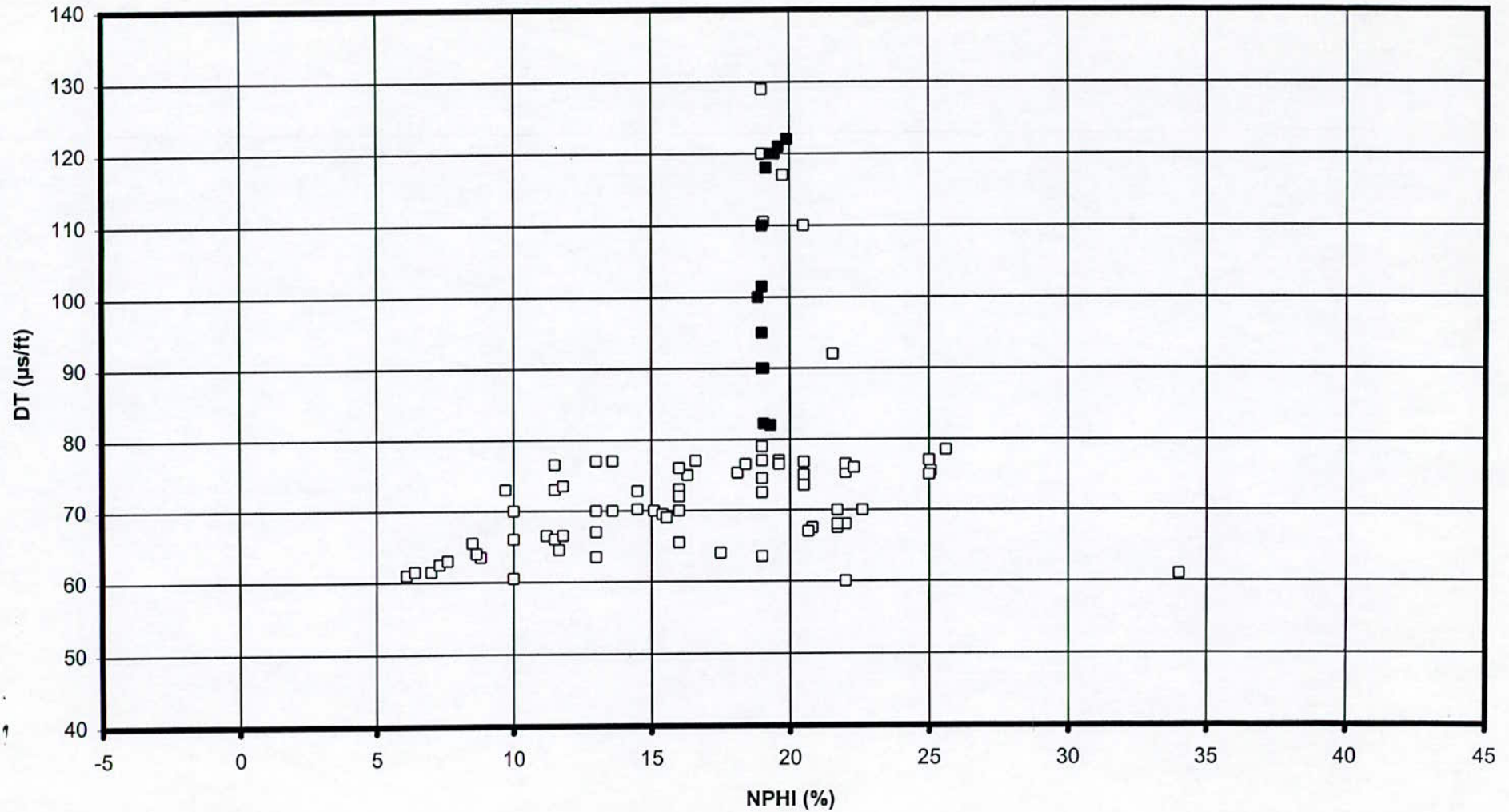


Figure II.20,a





DETERMINATION DE LA LITHOLOGIE DT,NPHI (BBK#N1)

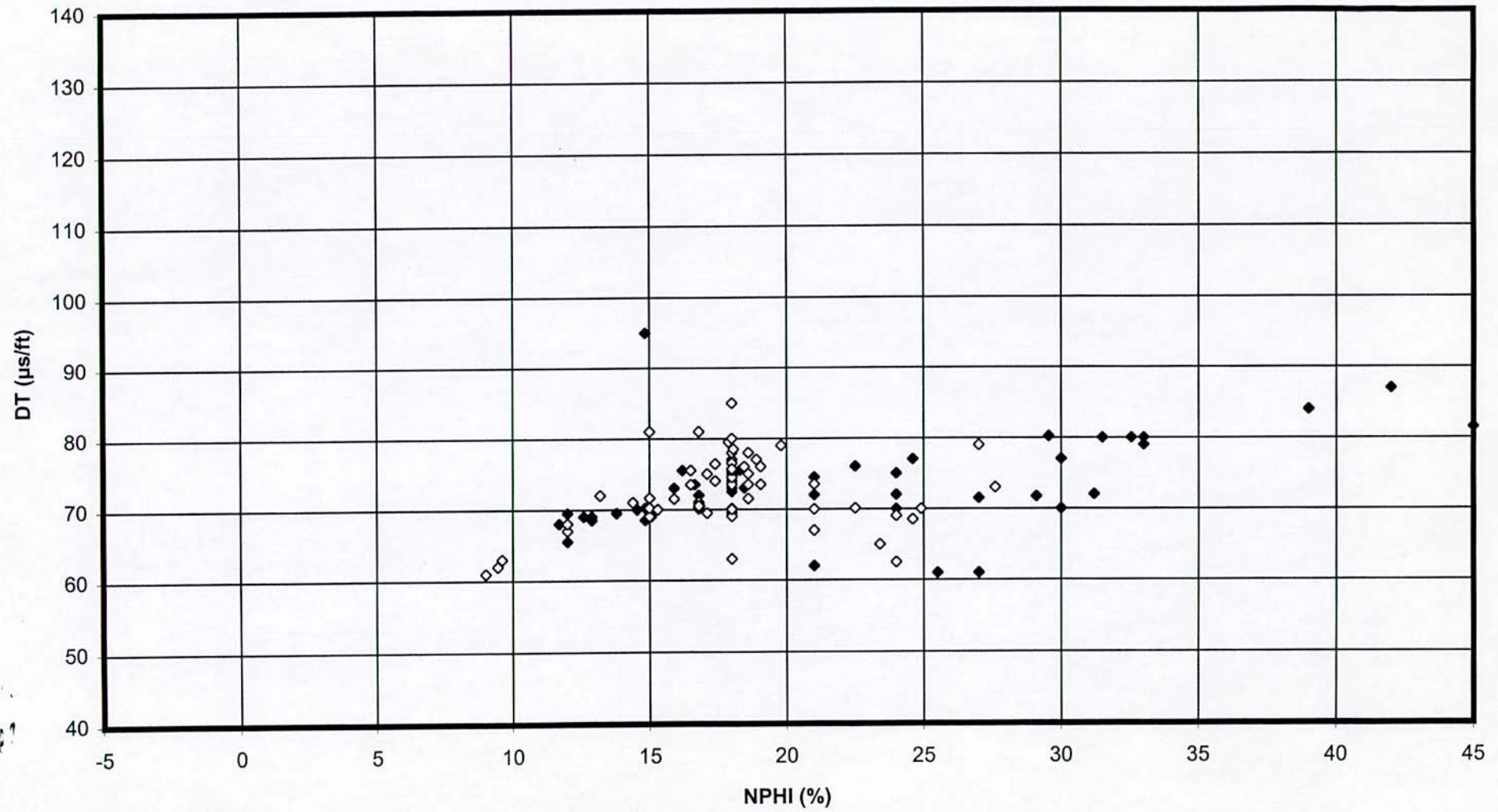


Figure II.20,c

DETERMINATION DE LA LITHOLOGIE DT,NPHI (BBK#N2)

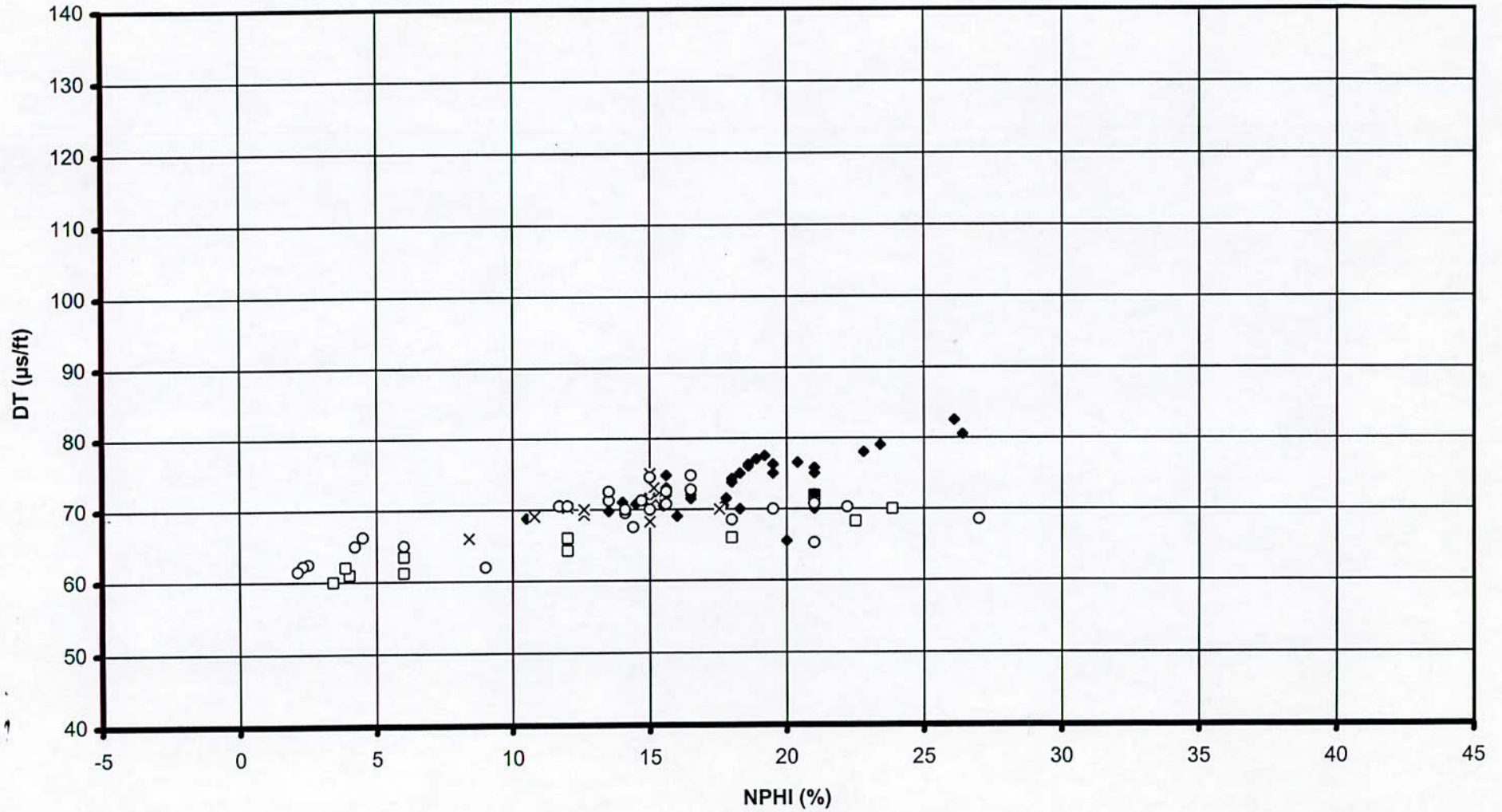


Figure II.20,d

DETERMINATION DE LA MINERALOGIE DT,NPHI (ROM#2)

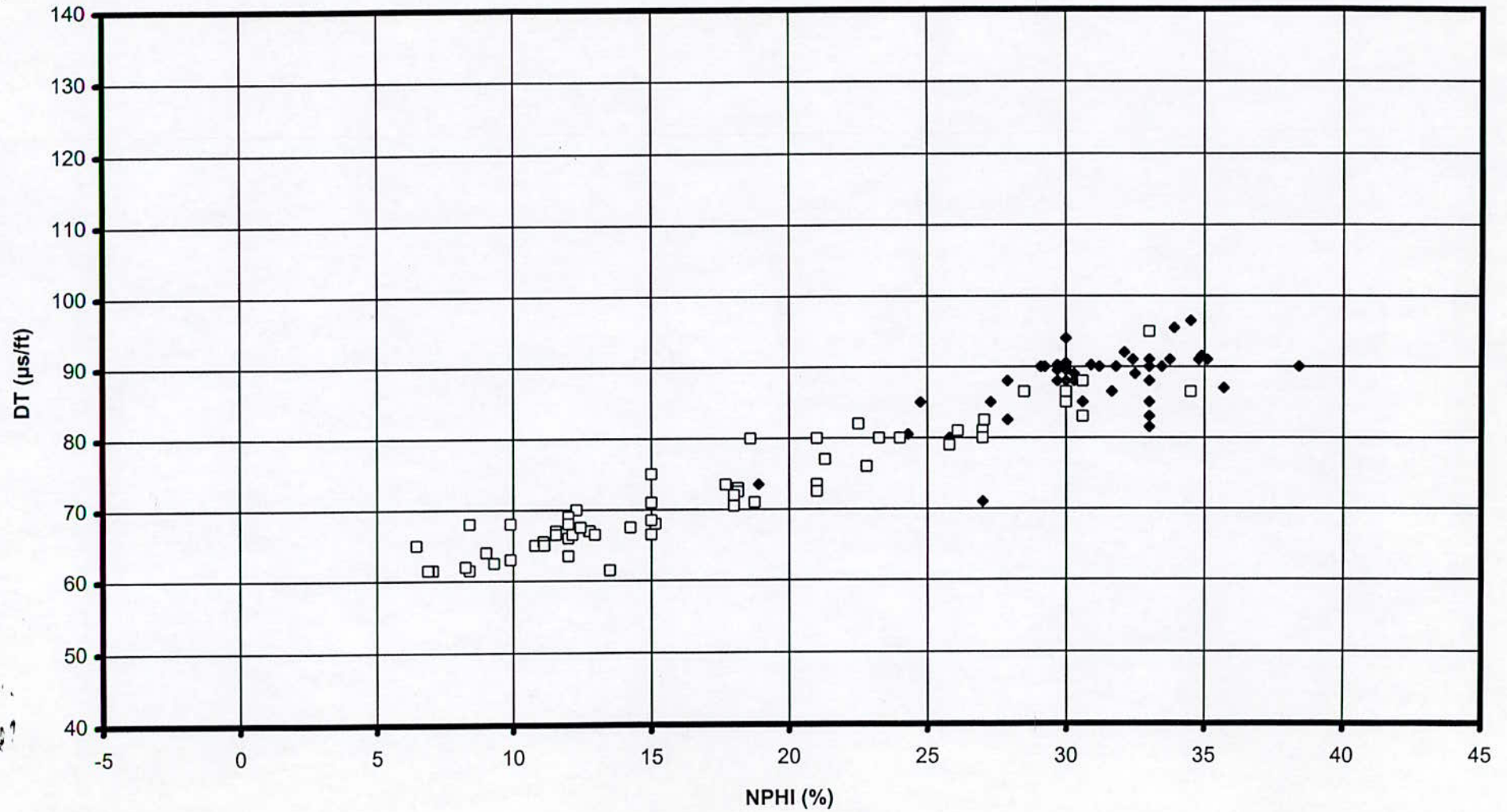


Figure II.20,f

DETERMINATION DE LA LITHOLOGIE RHOB,PE (BBK#1)

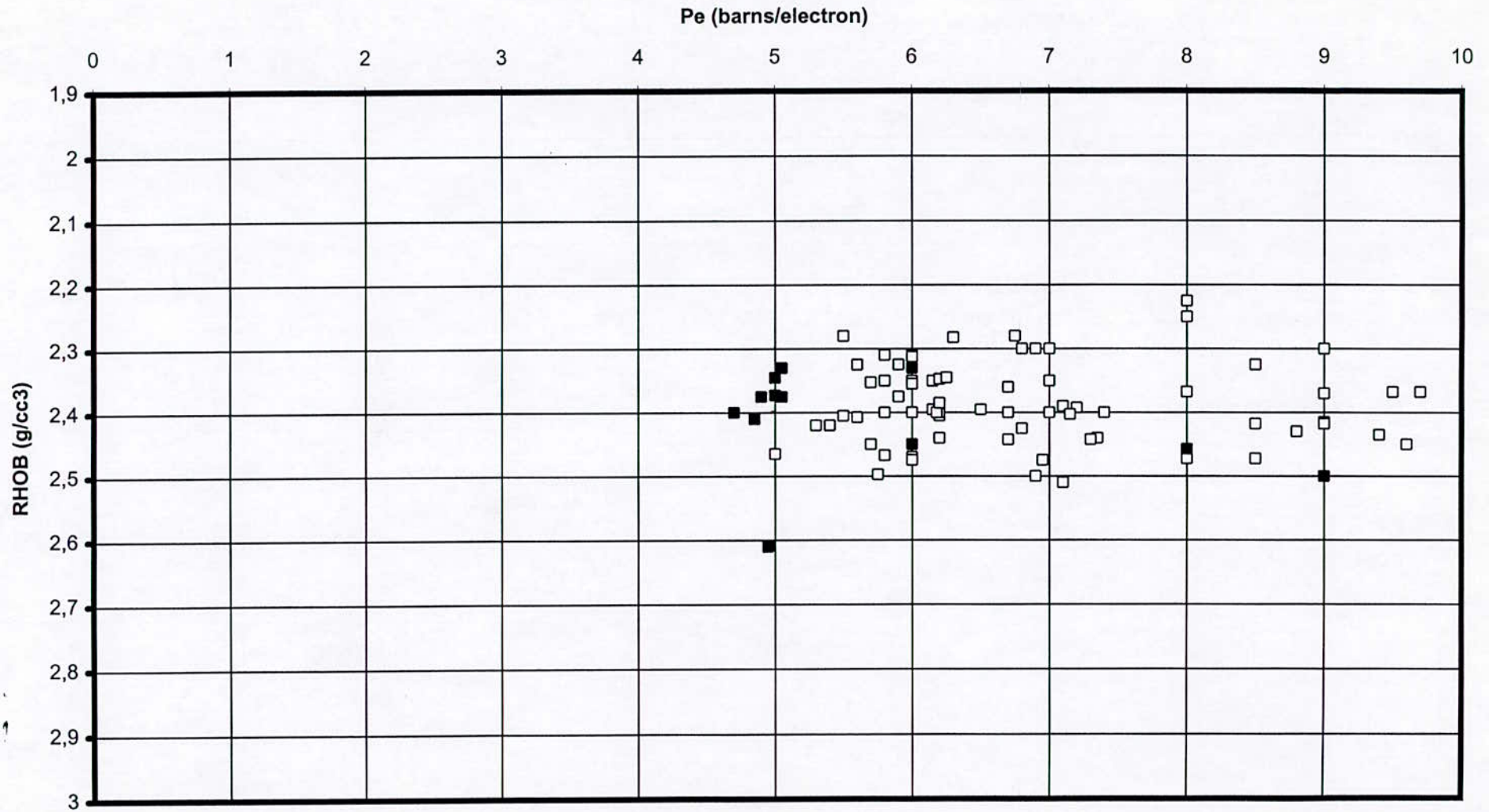


Figure II.21,a

DETERMINATION DE LA LITHOLOGIE  $P_e, RHO_B$  (BBK#2)

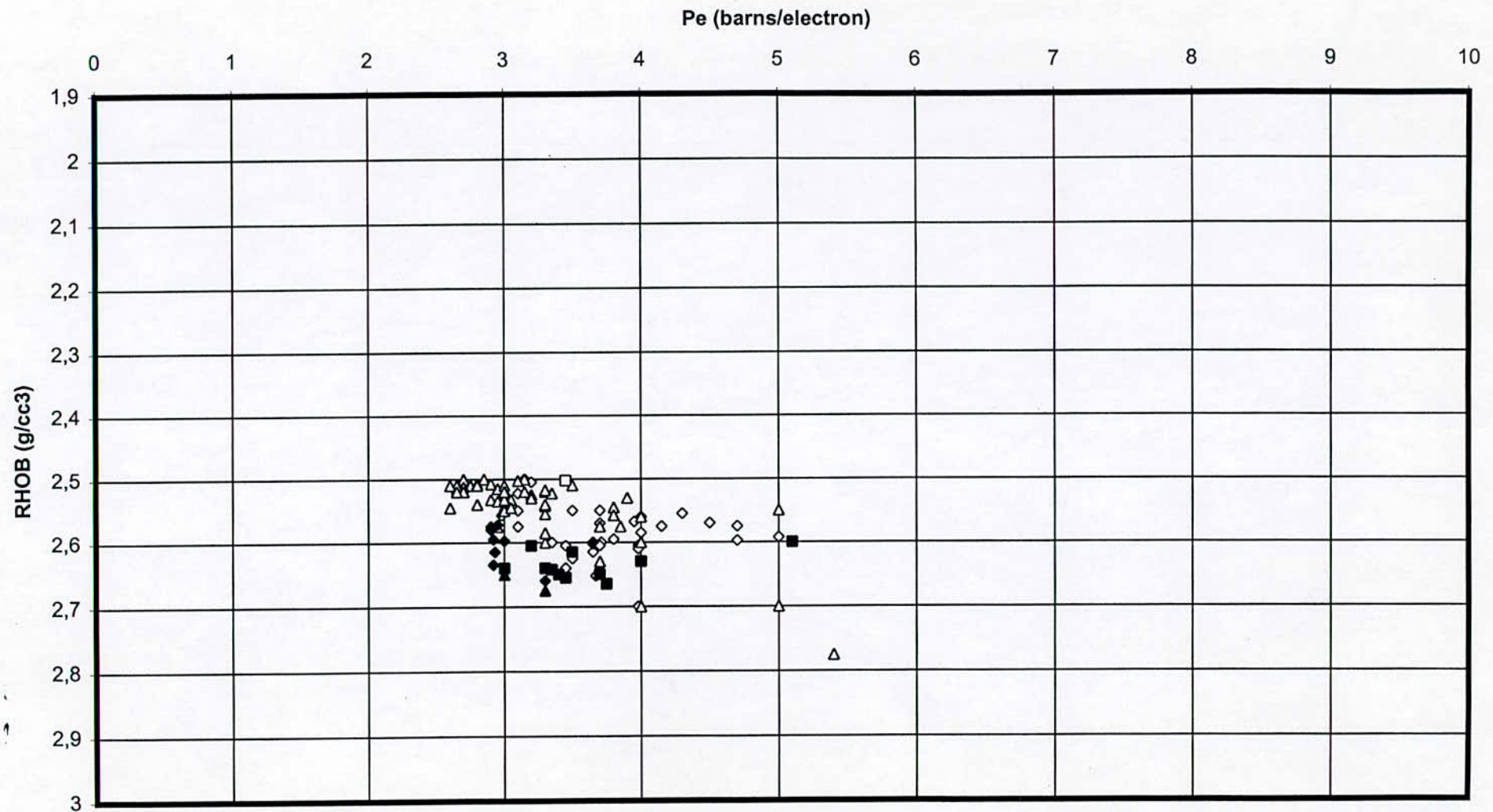


Figure II.21,b

DETERMINATION DE LA LITHOLOGIE Pe,RHOB (BBK#N2)

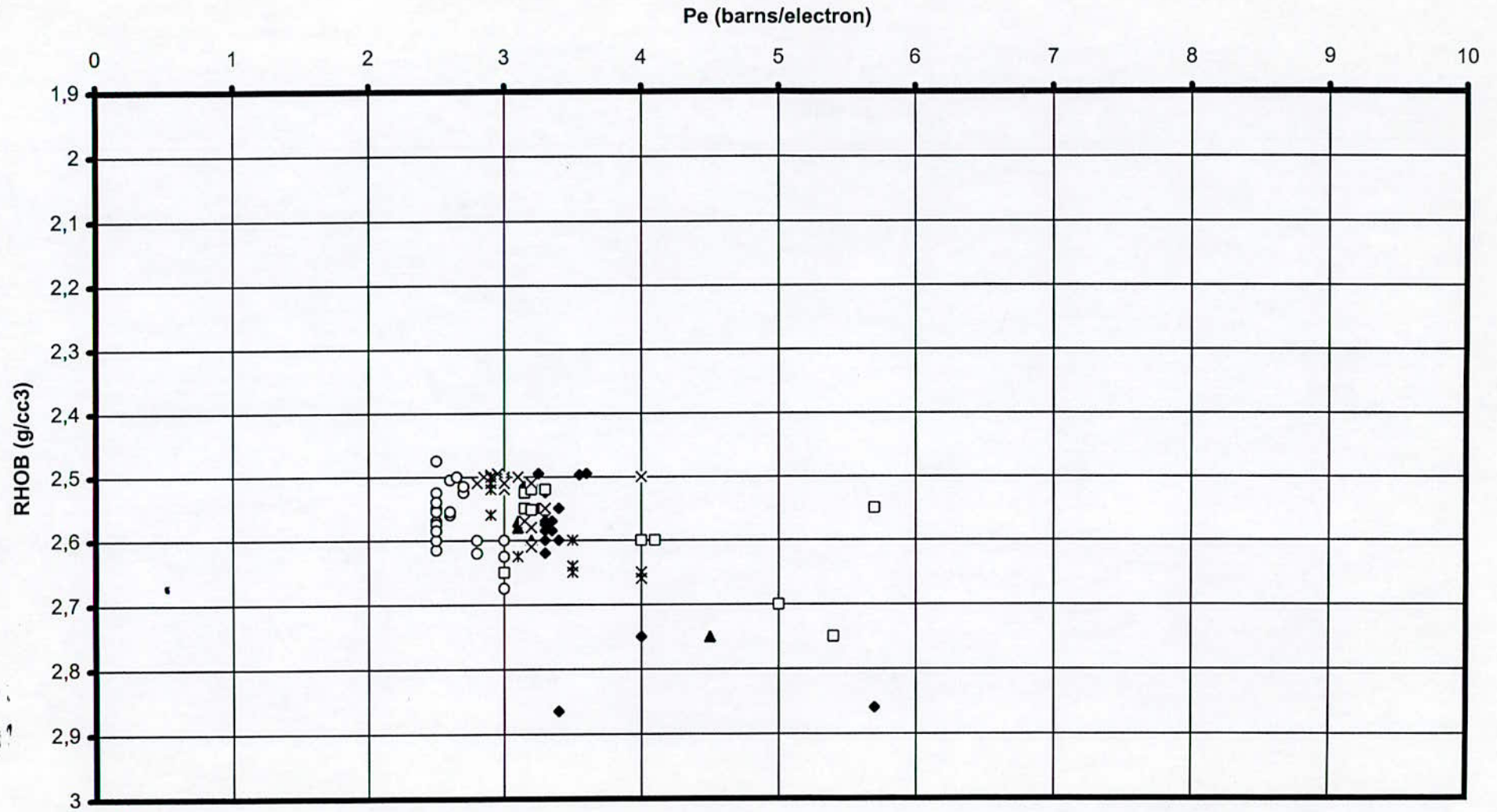


Figure II.21,d



DETERMINATION DE LA MINERALOGIE Pe,K (BBK#1)

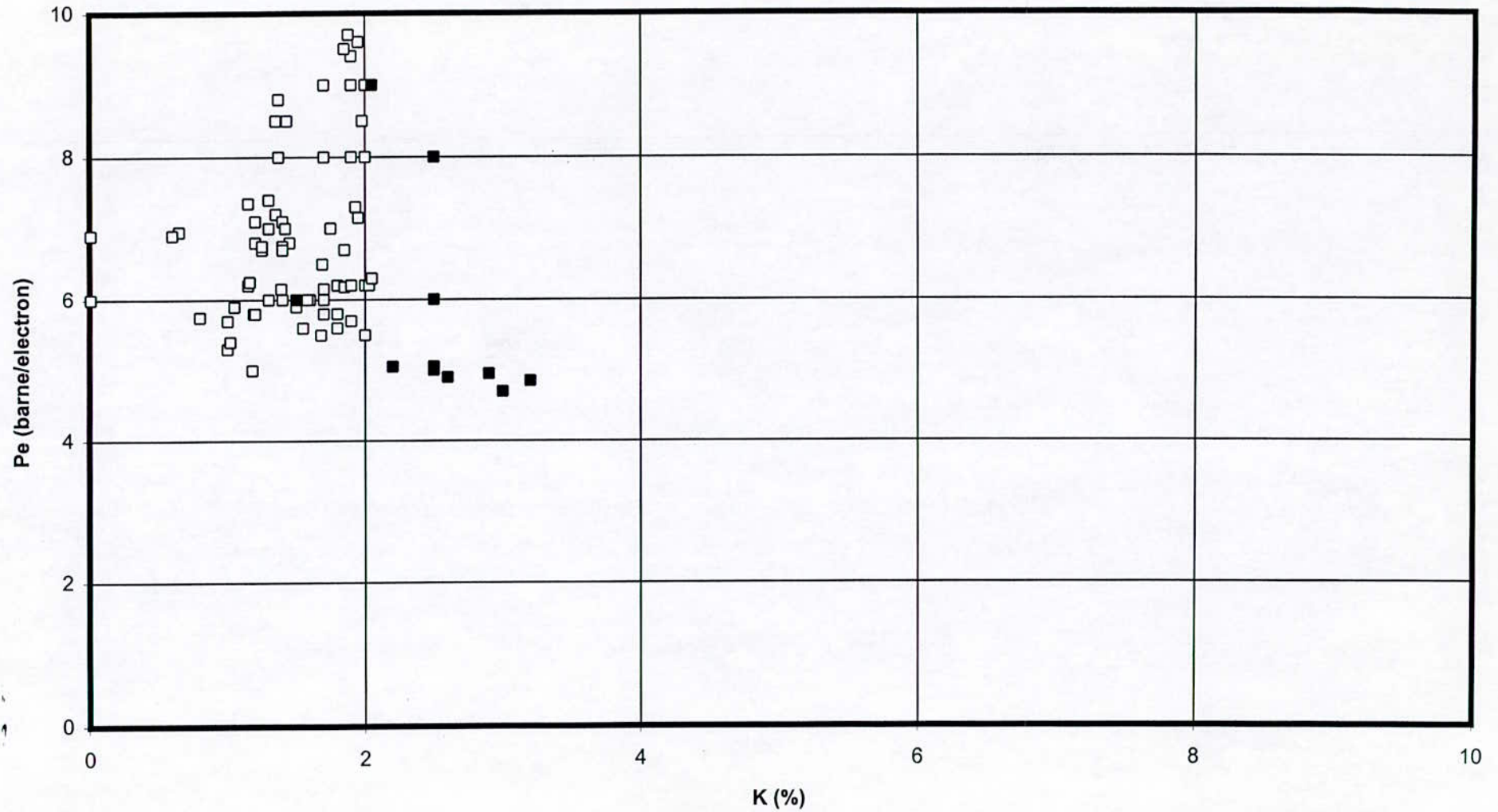


Figure II.22,a



DETERMINATION DE LA MINERALOGIE Pe,K (BBK#2)

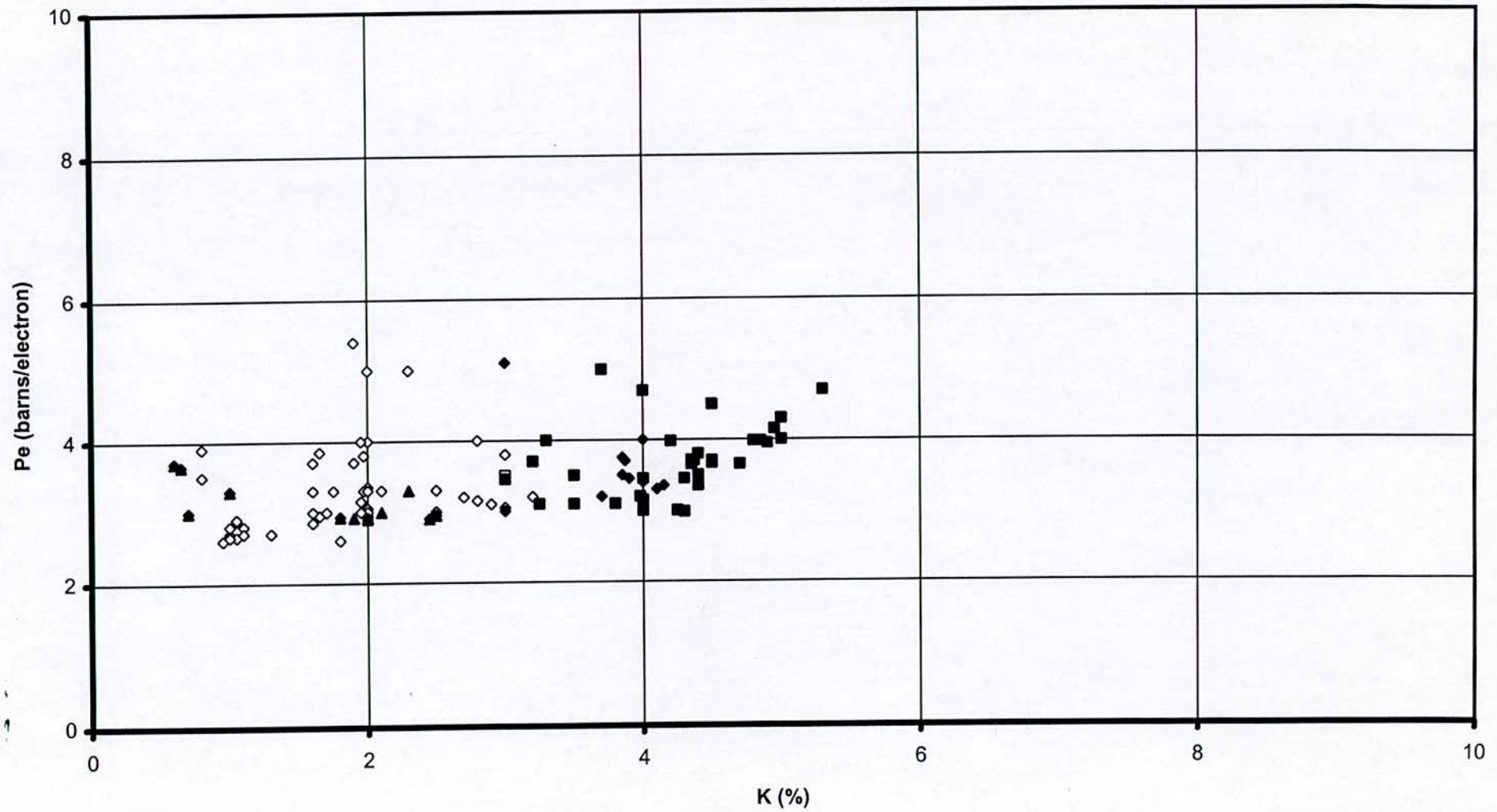


Figure II.22,b

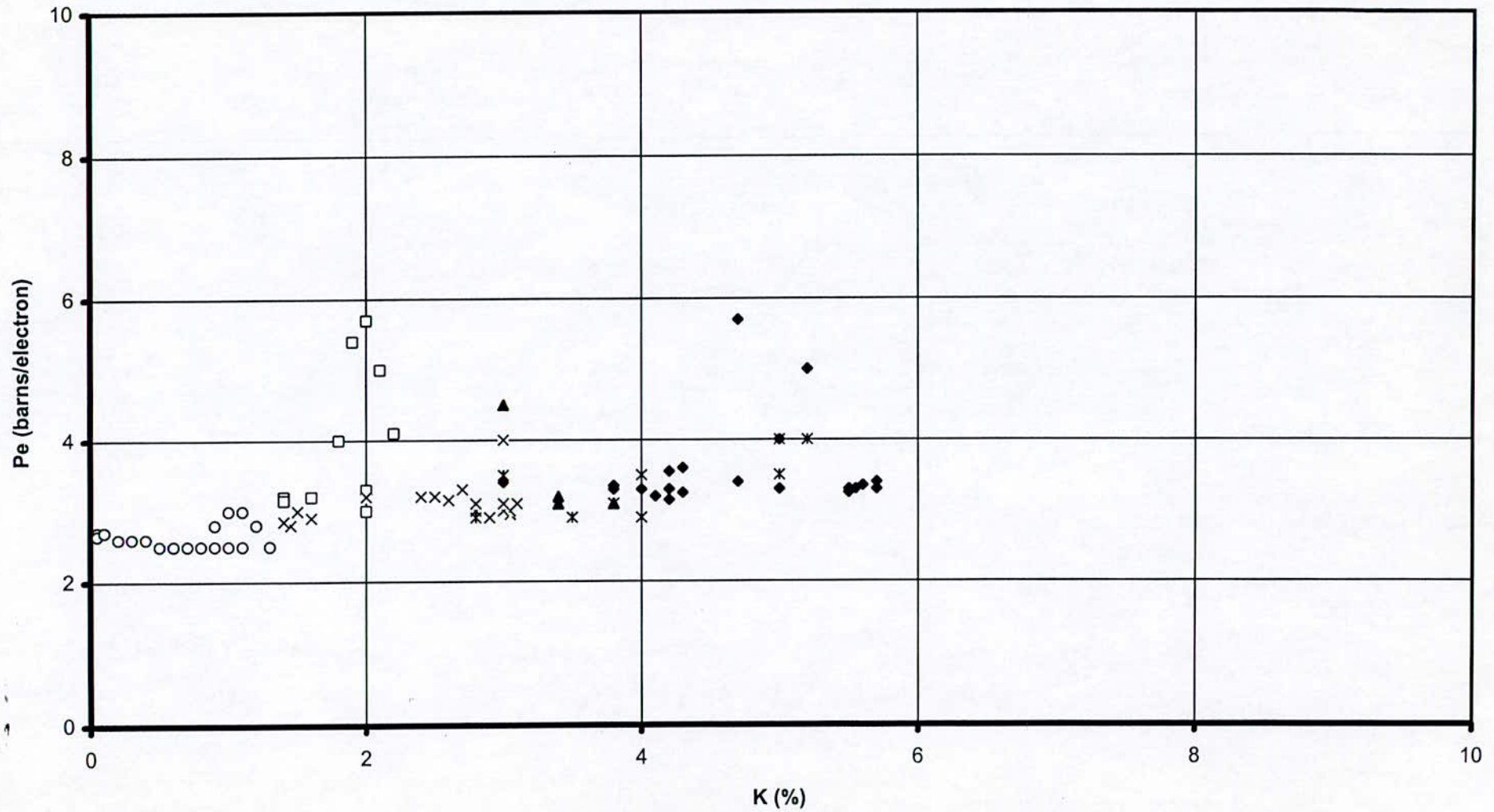
DETERMINATION DE LA MINERALOGIE  $P_e, K$  (BBK#N2)

Figure II.22,d

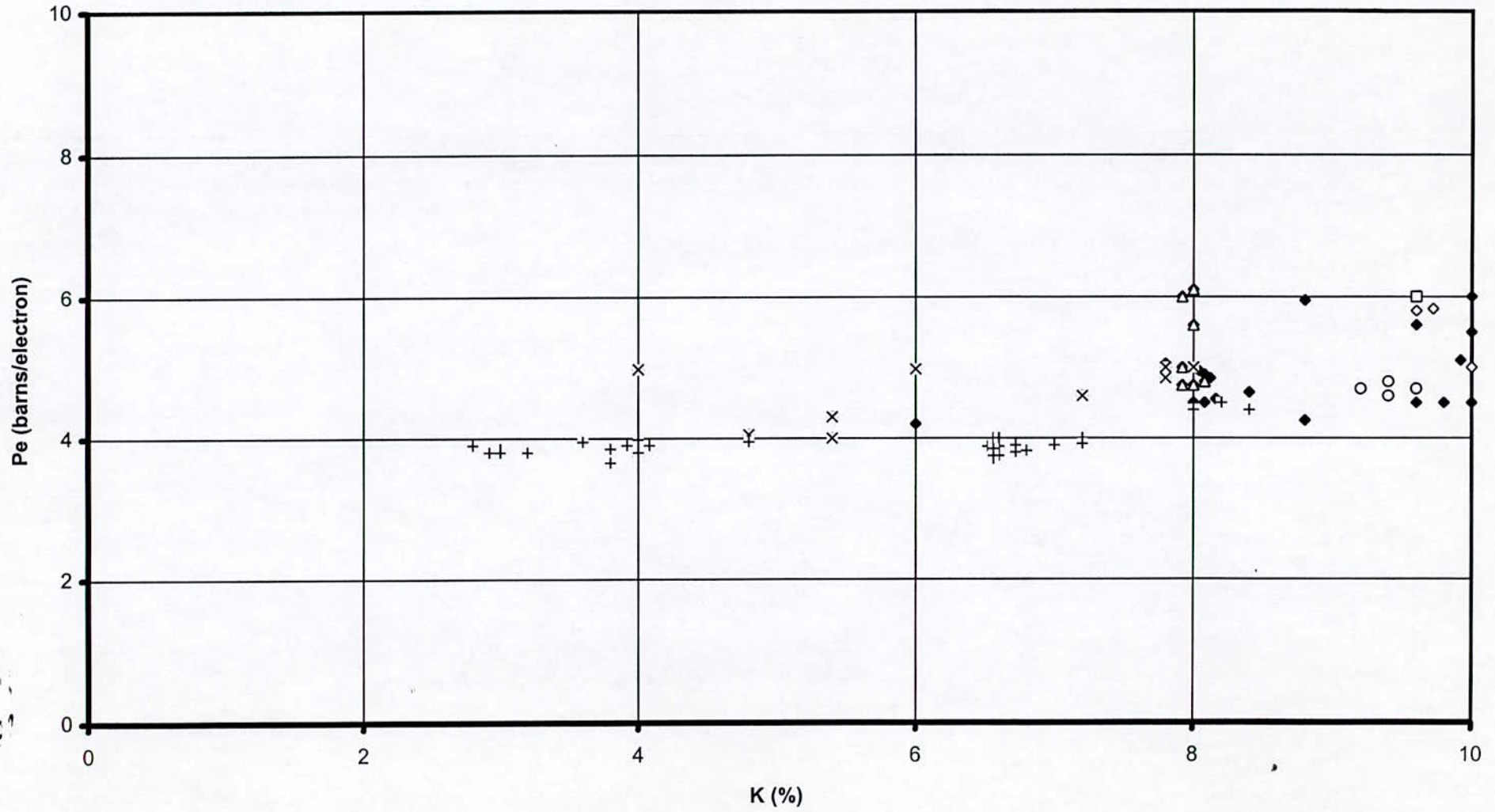
DETERMINATION DE LA MINERALOGIE  $P_e, K$  (ROM#2)

Figure II.22,f

DETERMINATION DE LA MINERALOGIE Pe, TH/K (BBK#1)

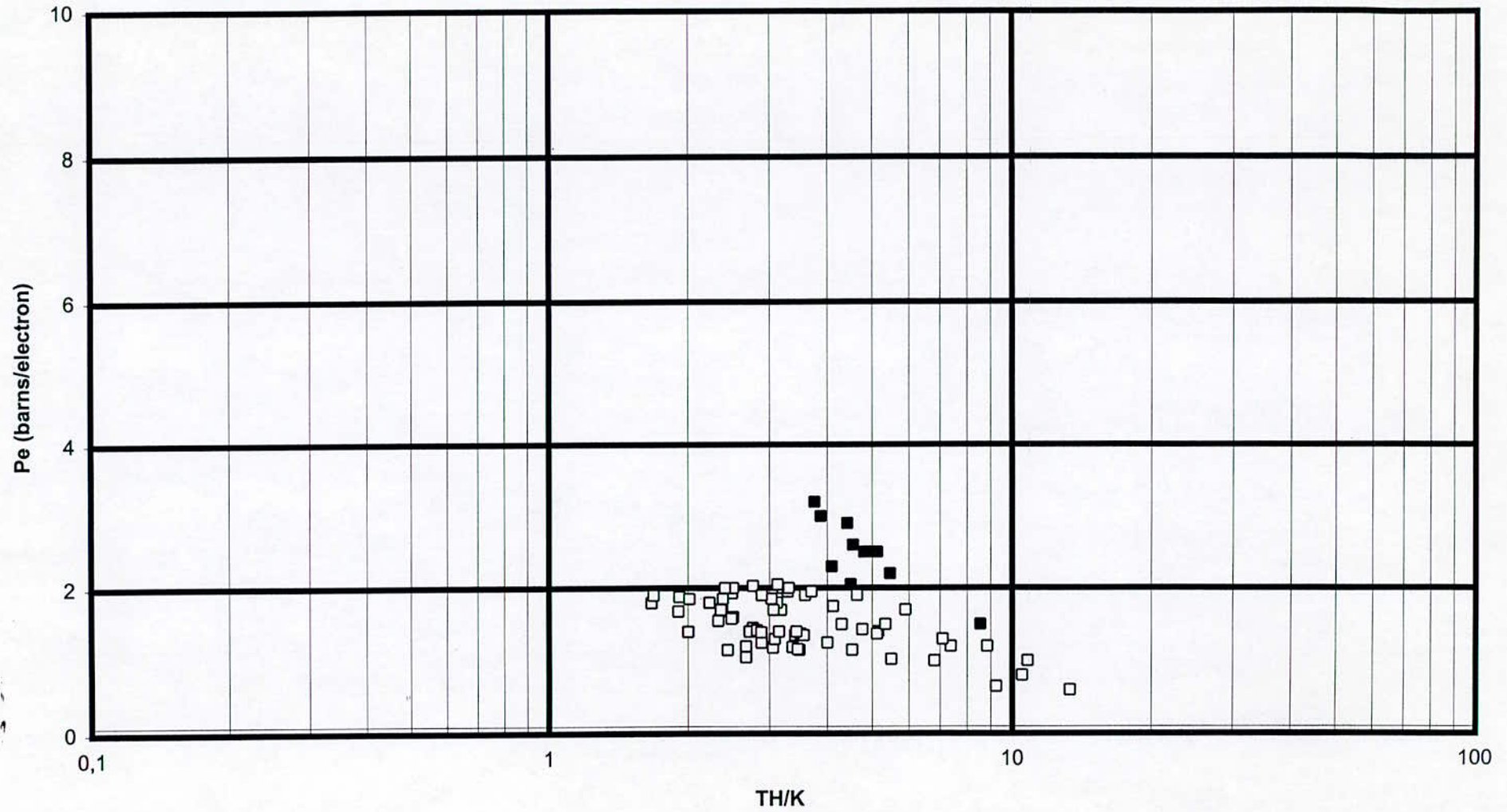
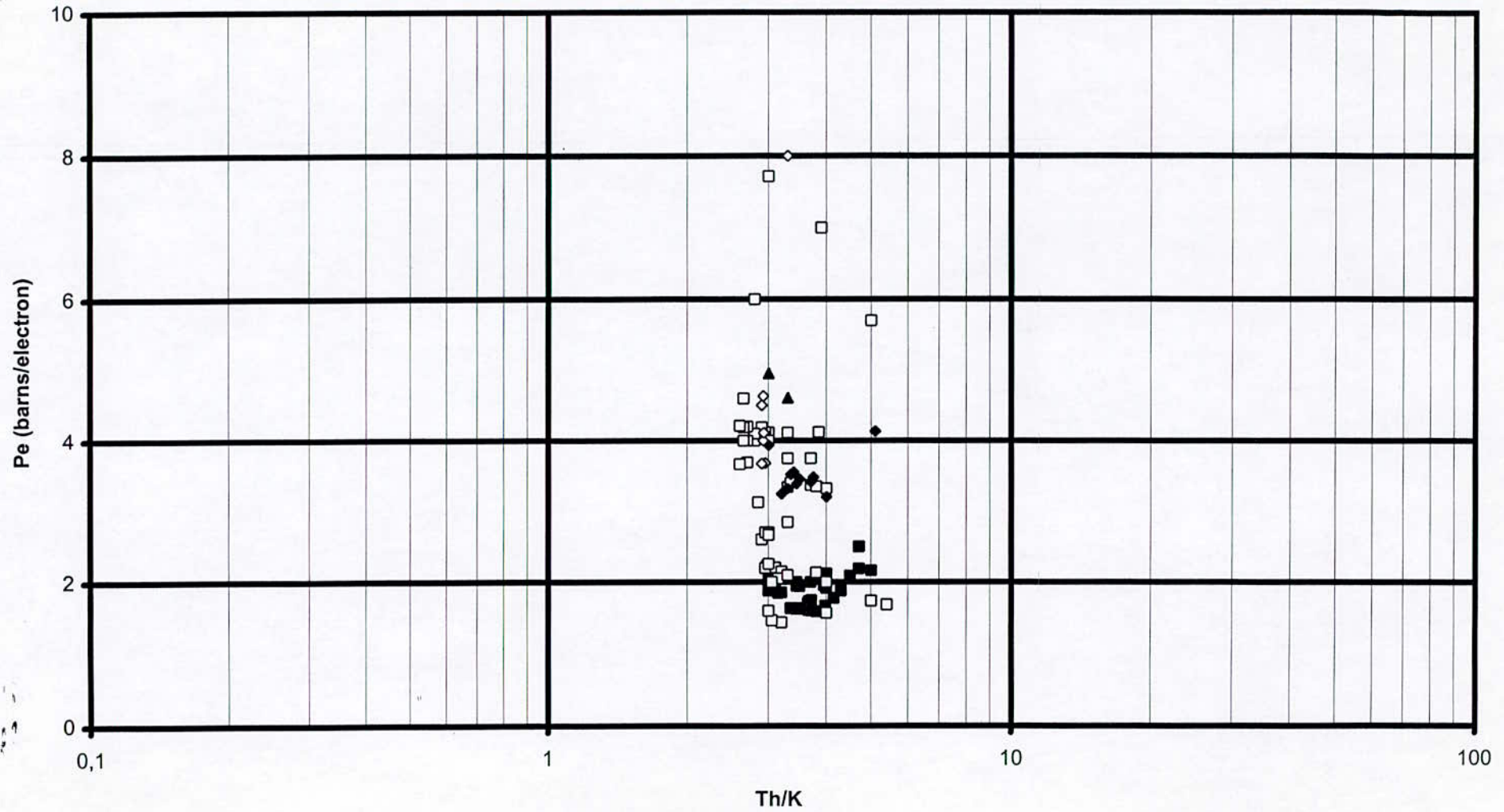


Figure II.23,a

DETERMINATION DE LA MINERALOGIE  $Pe, Th/K$  (BBK#2)



DETERMINATION DE LA MINERAMLOGIE Pe, Th/K (BBK#N1)

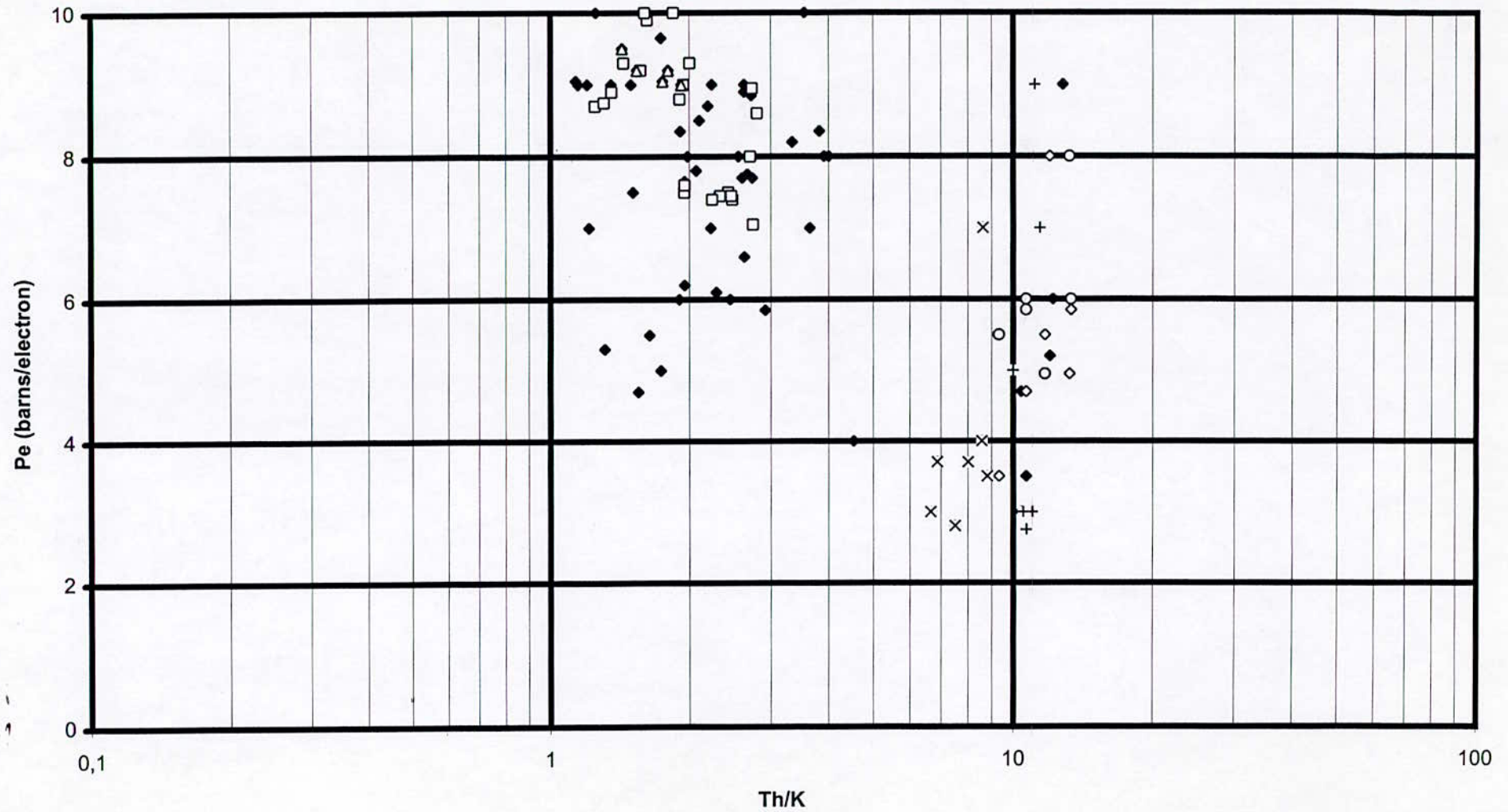
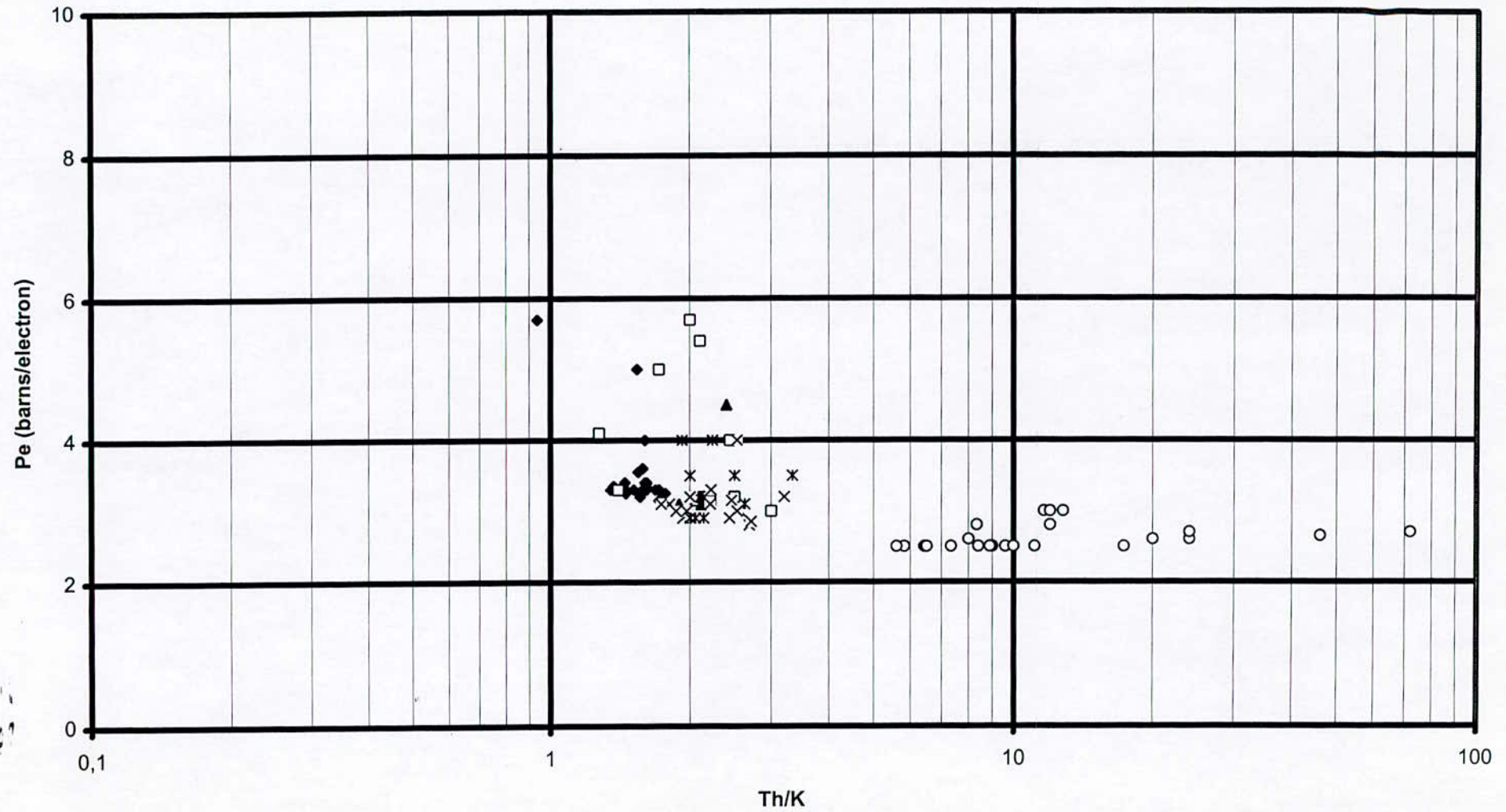


Figure II.23,c

## DETERMINATION DE LA MINERALOGIE Pe, Th/K (BBK#N2)



DETERMINATION DE LAMINERALOGIE Pe, Th/K (ROM#2)

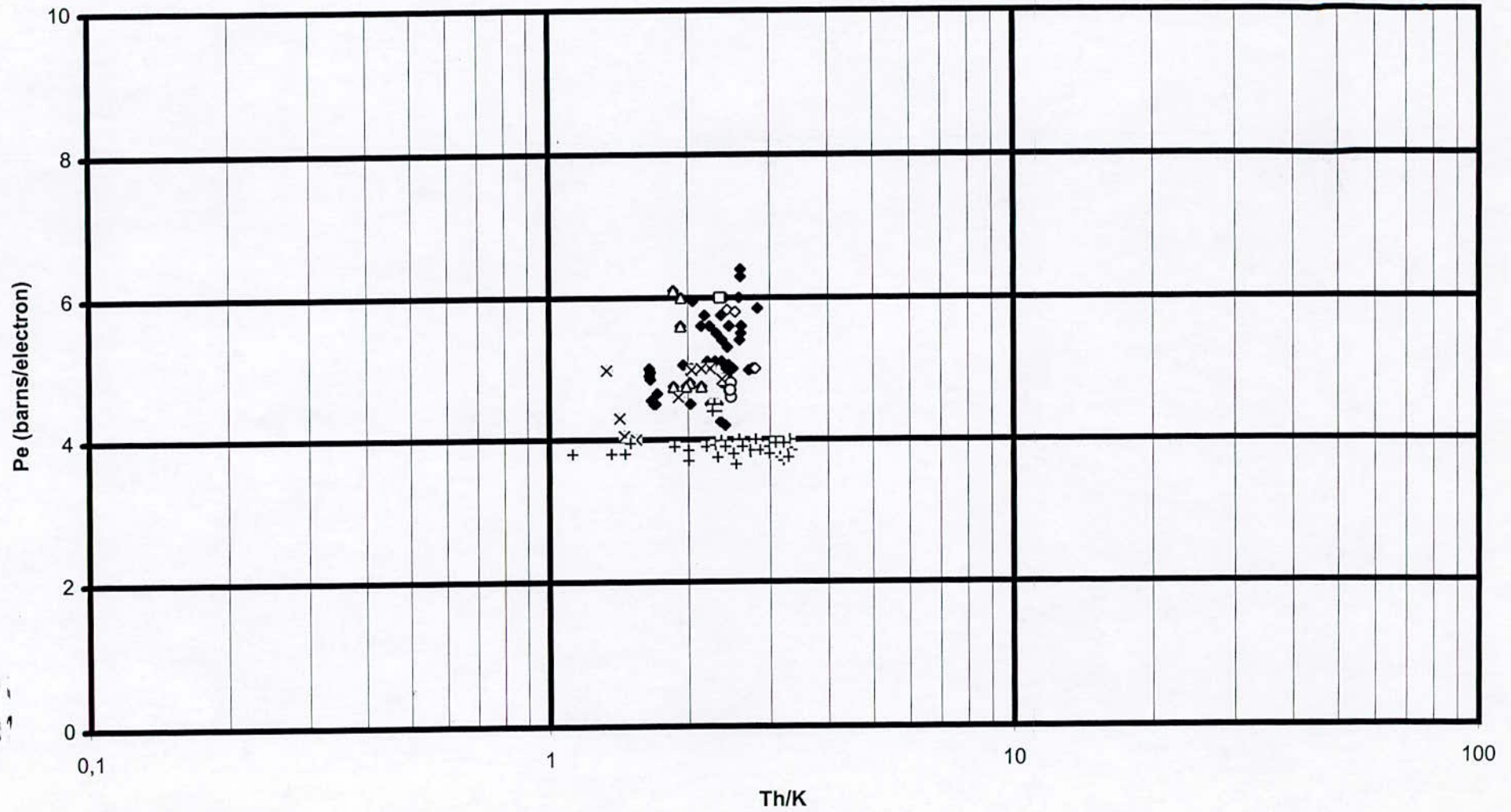


Figure II.23,f



M-N plot (BBK#1)

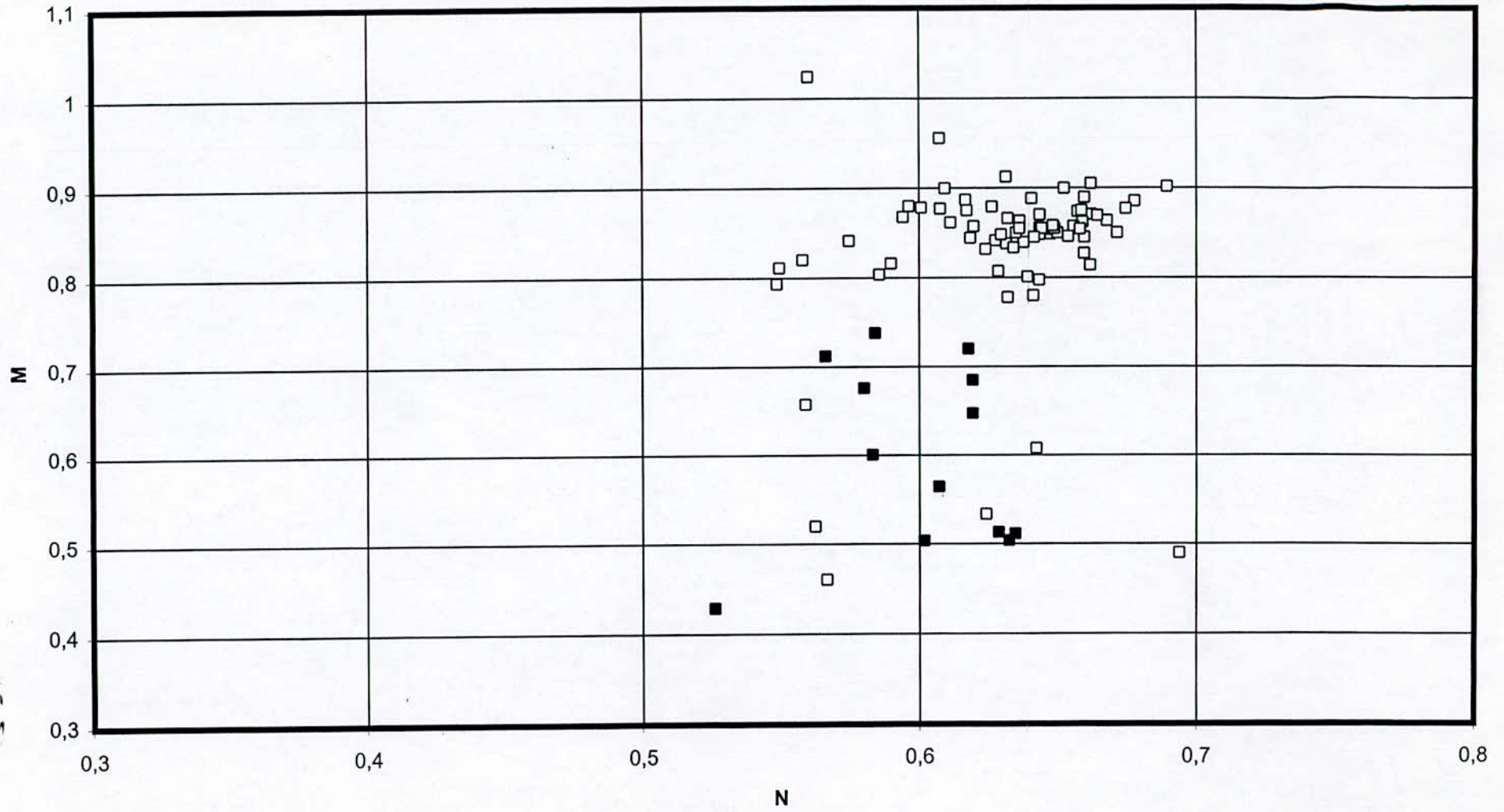


Figure II.24,a





M-N plot (ROM#2)

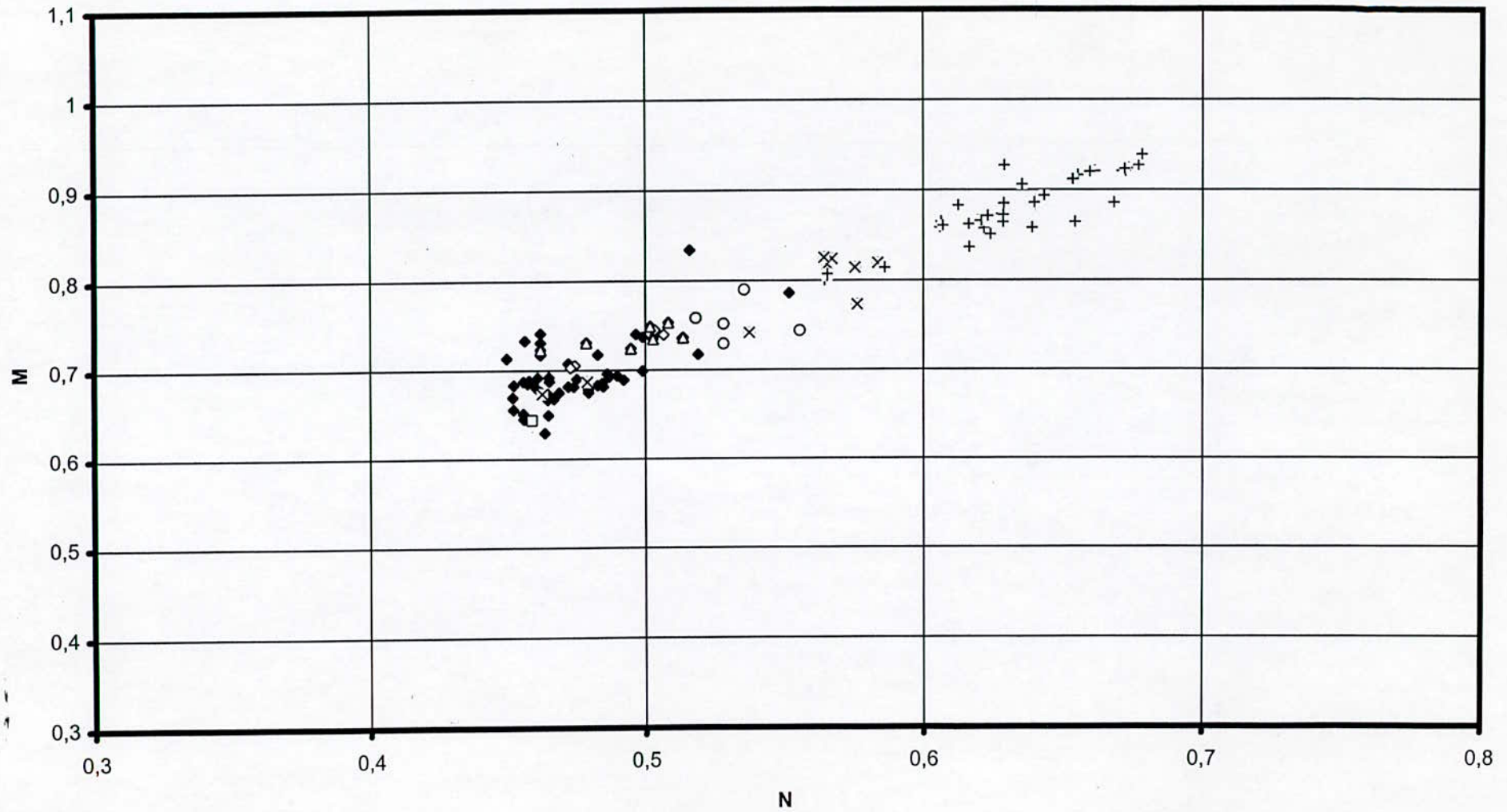


Figure II.24,f



DETERMINATION DE LA MINERALOGIE Th,K (BBK#2)

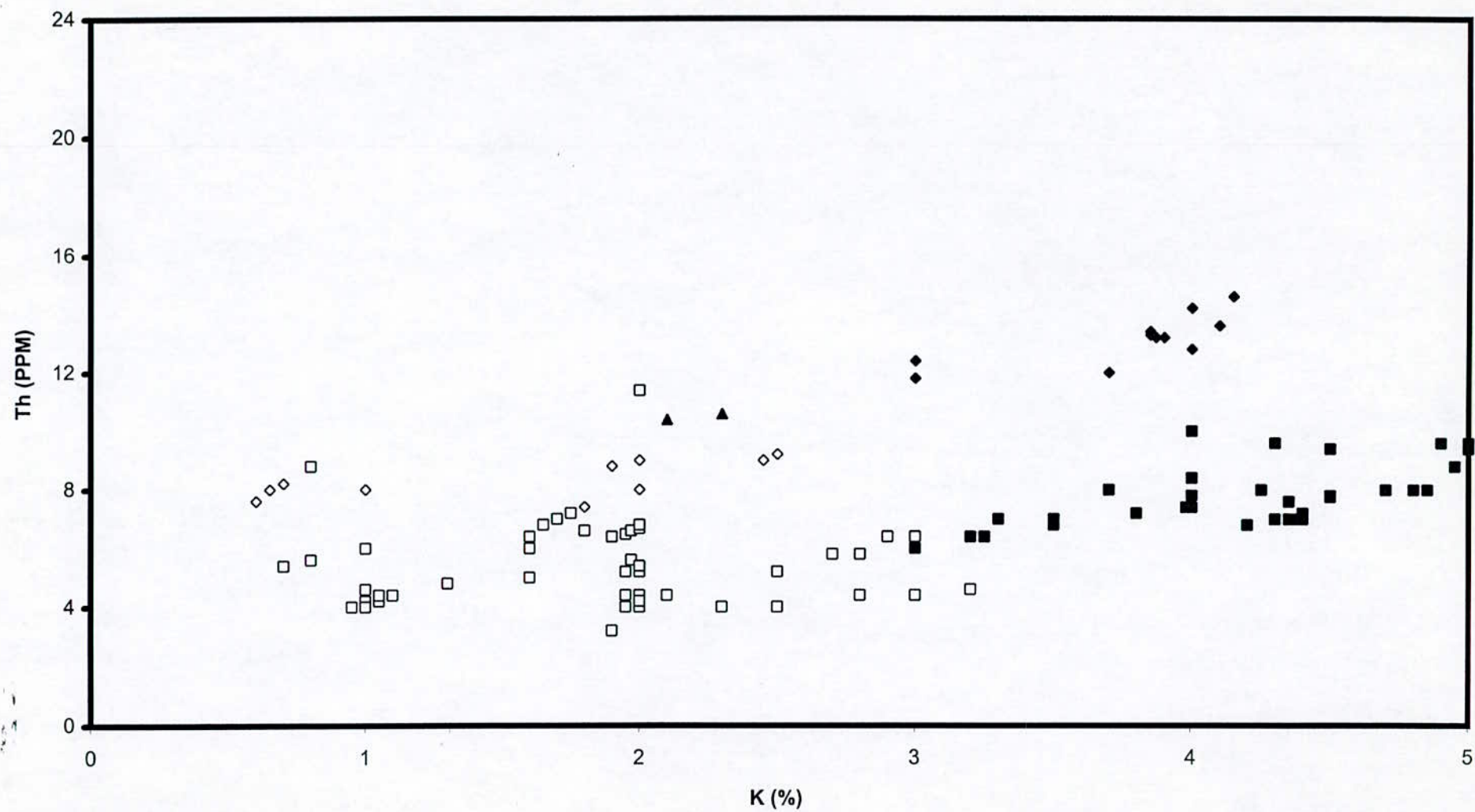


Figure II.25,b

DETERMINATION DE LA MINERALOGIE Th,K (BBK#N1)

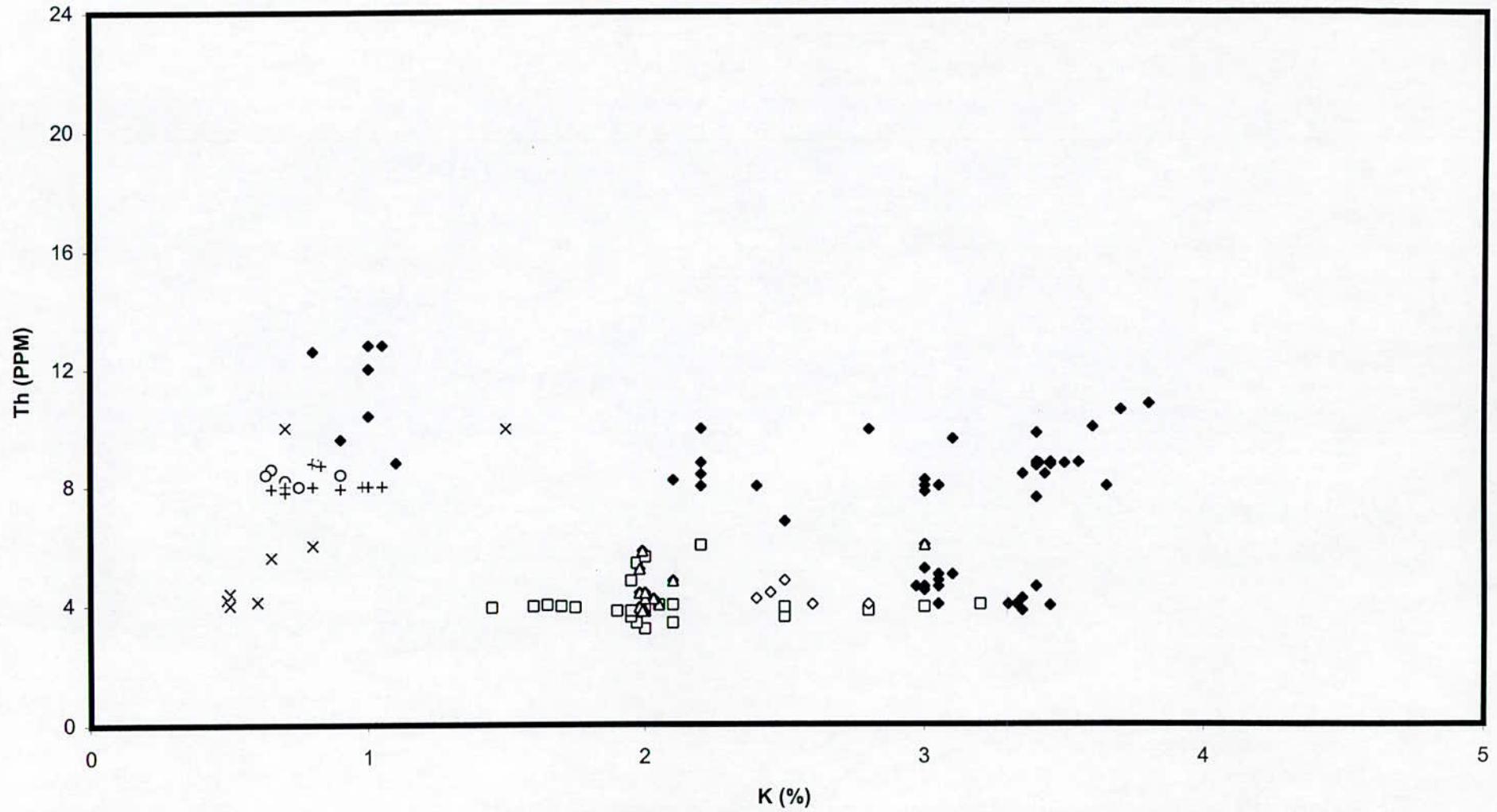


Figure II.25,c

## DETERMINATION DE LA MINERALOGIE Th,K (BBK#N2)

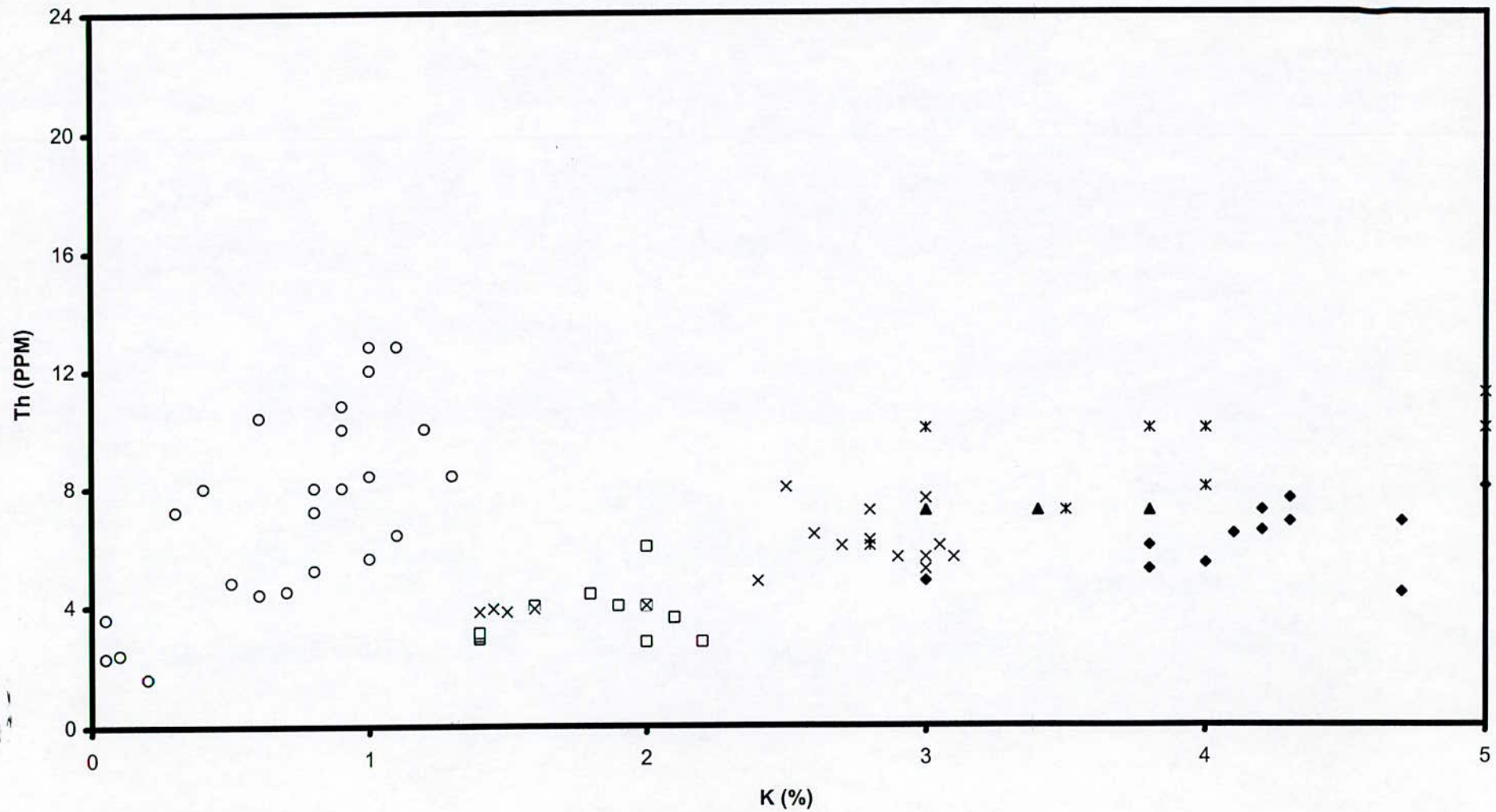


Figure II.25,d



détermination de la minéralogie TH,K (ROM#1)

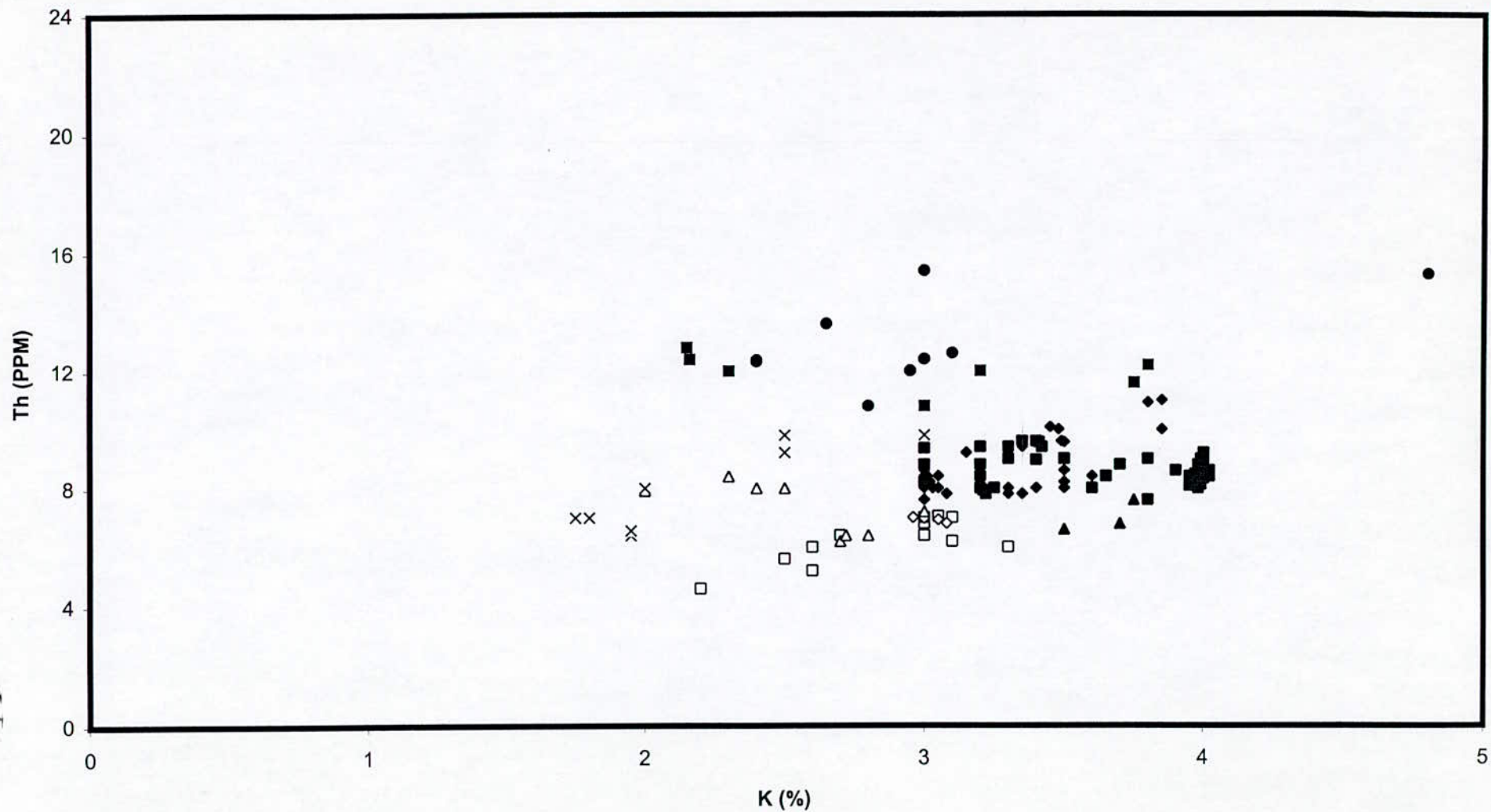


Figure II.25,e

DETERMINATION DE LA MINERALOGIE Th,K (ROM#2)

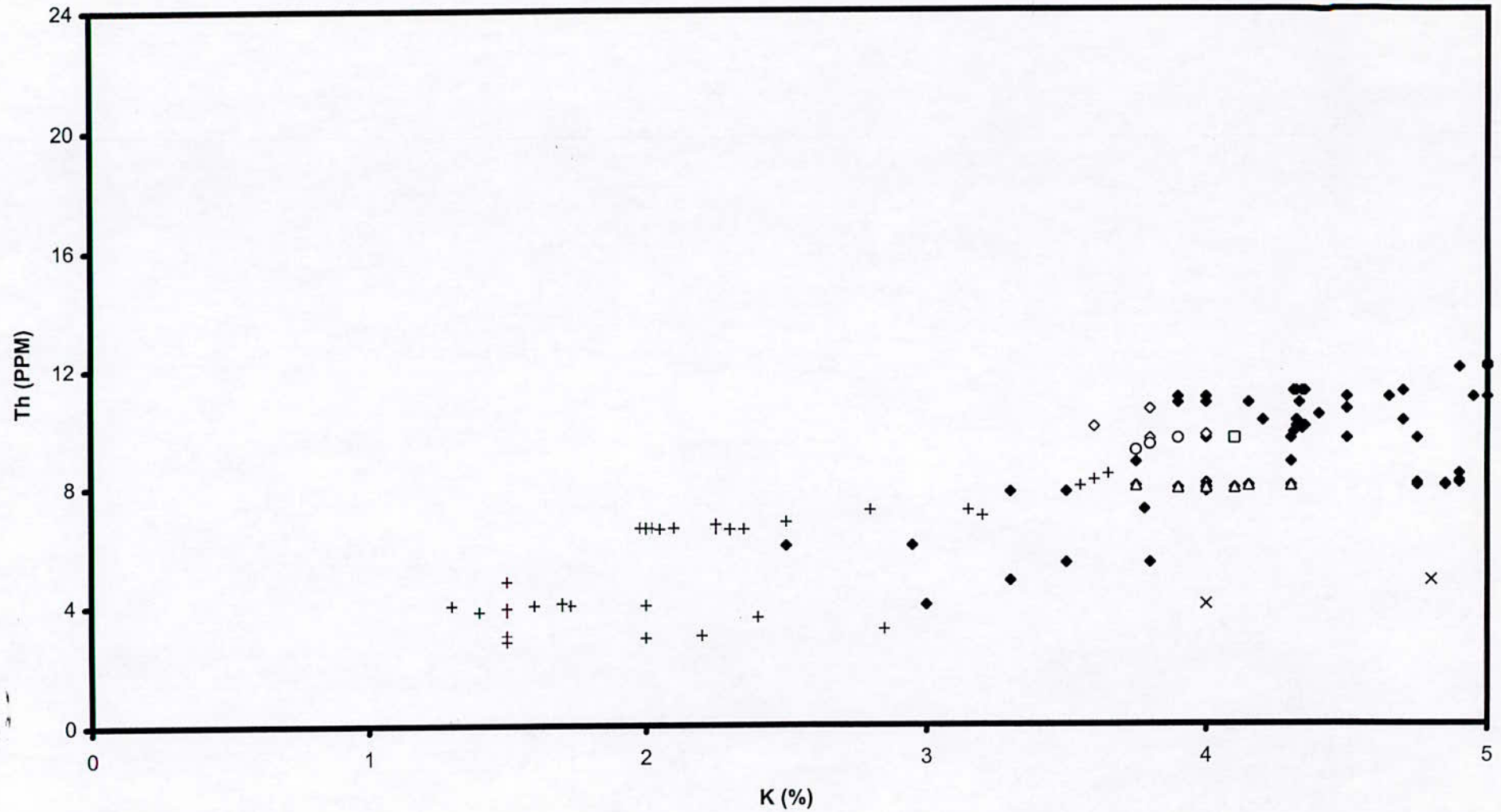
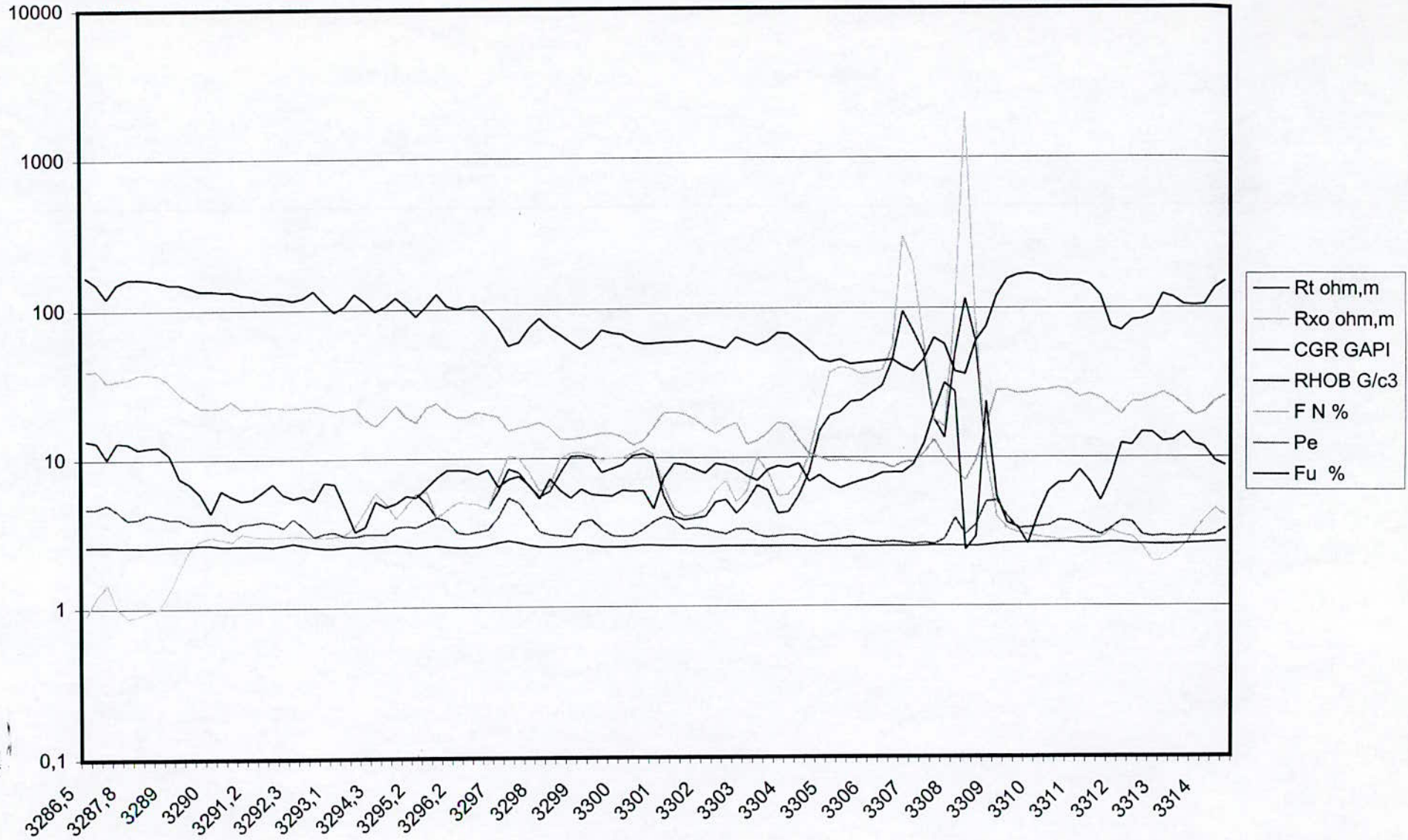
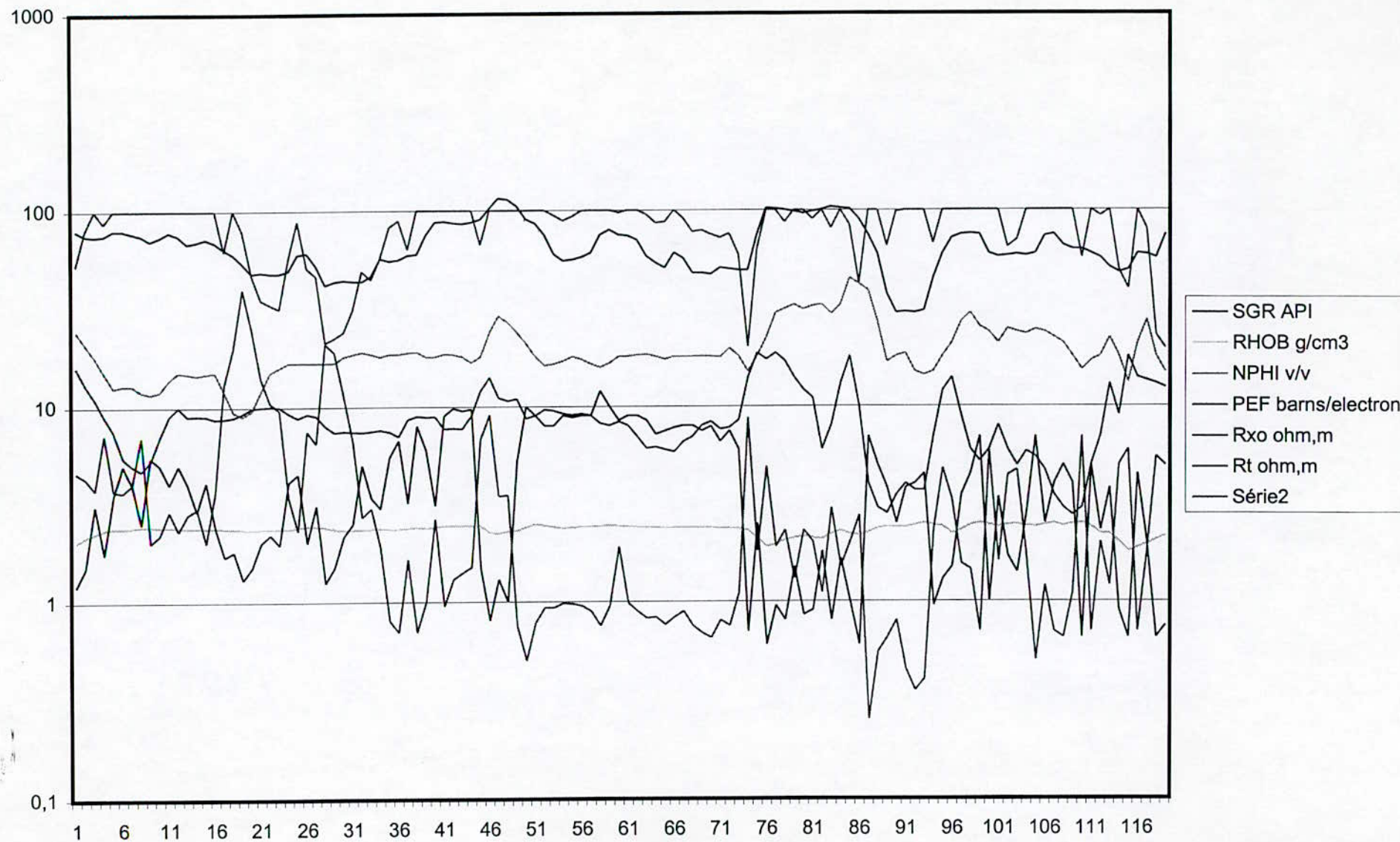


Figure II.25,f

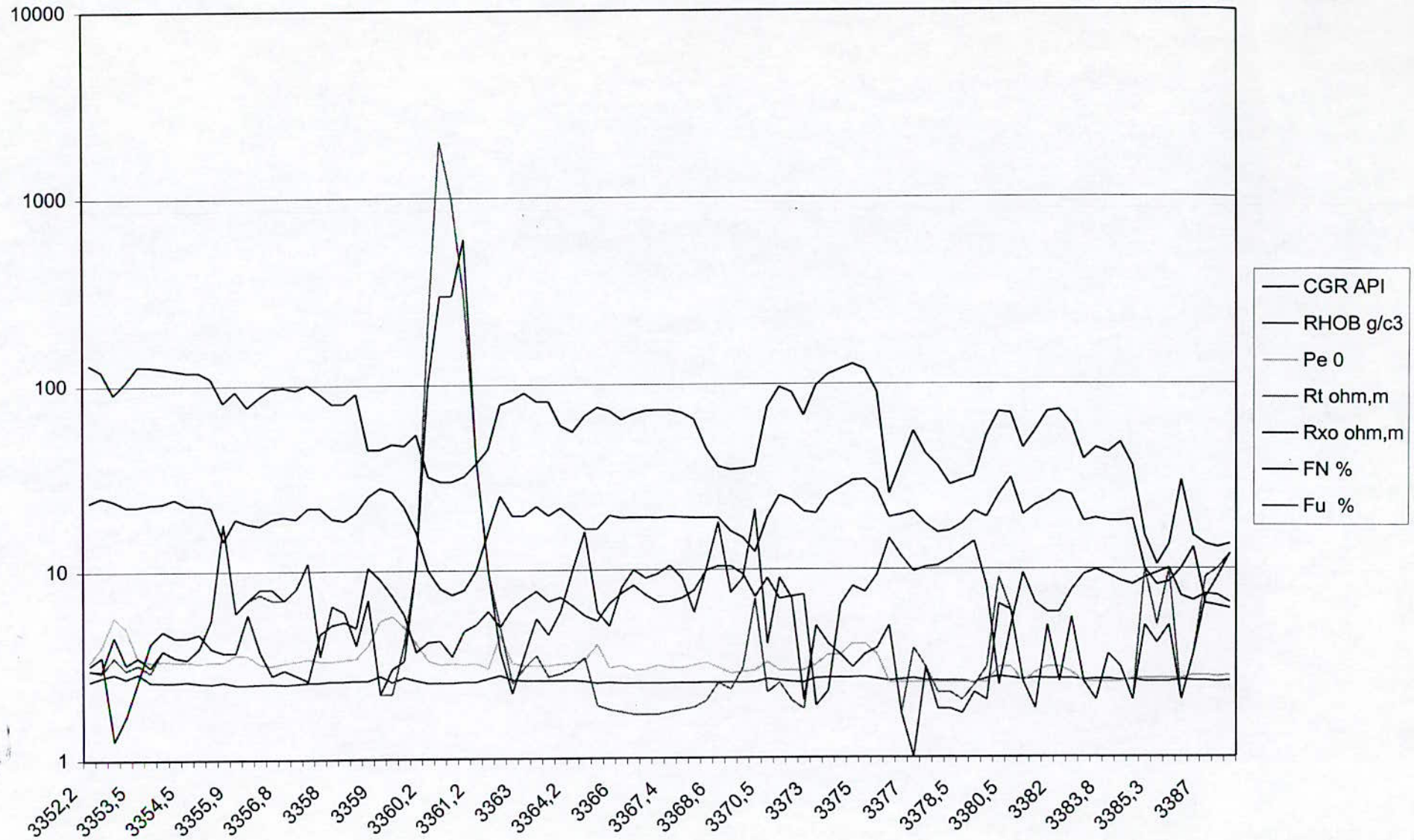
**BBK#2**



## BBKN#1



## BBKN#2



# ROM#1

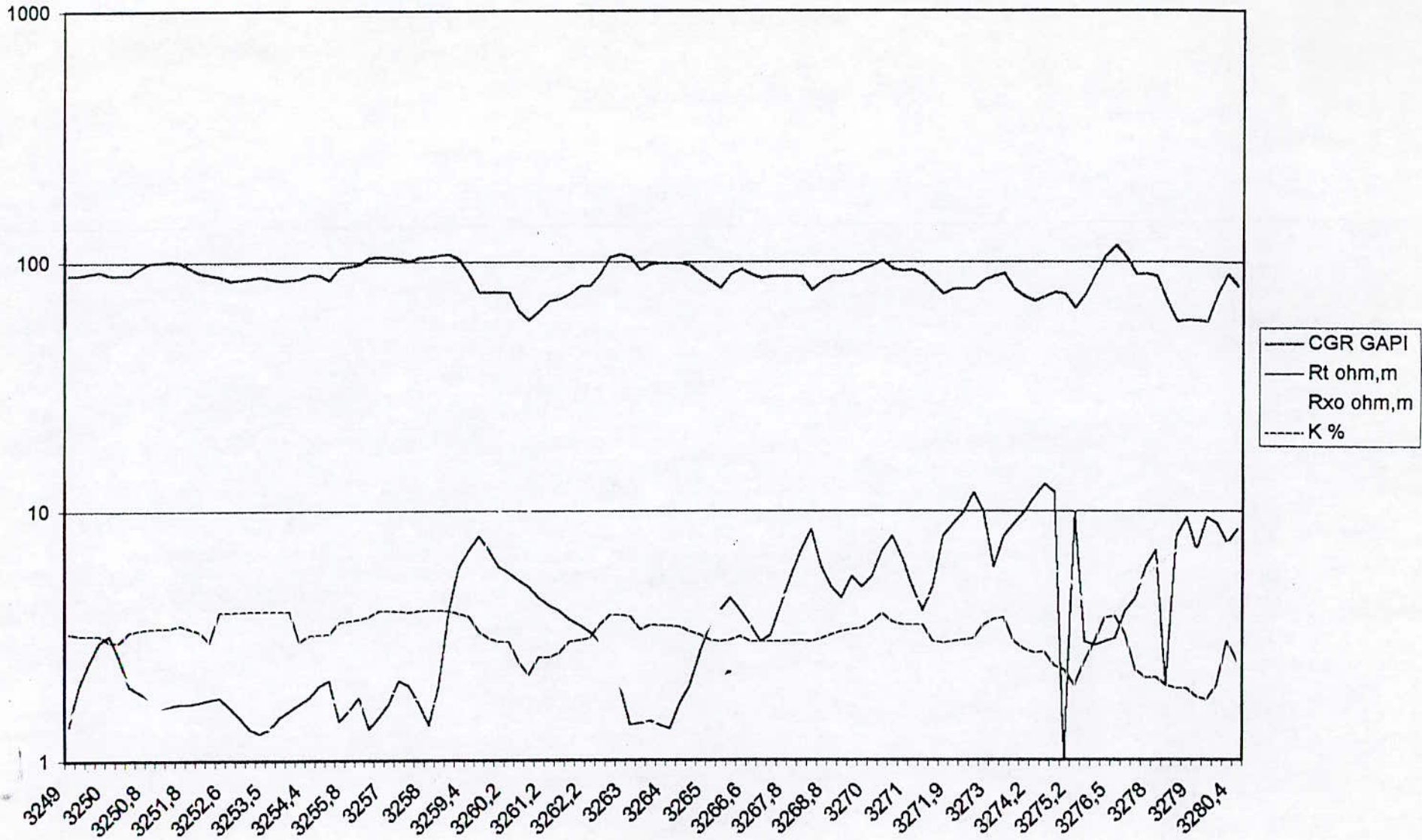
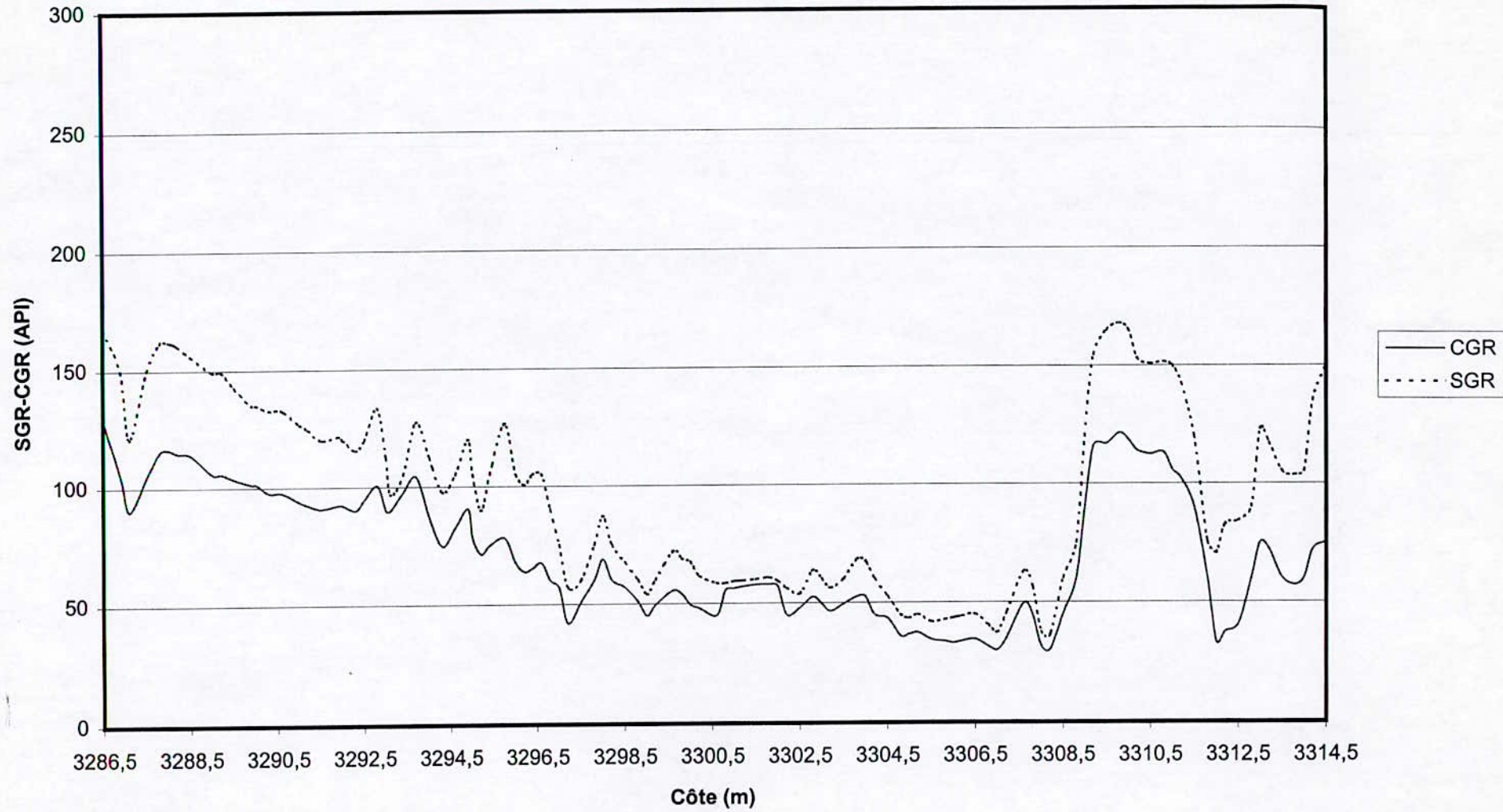
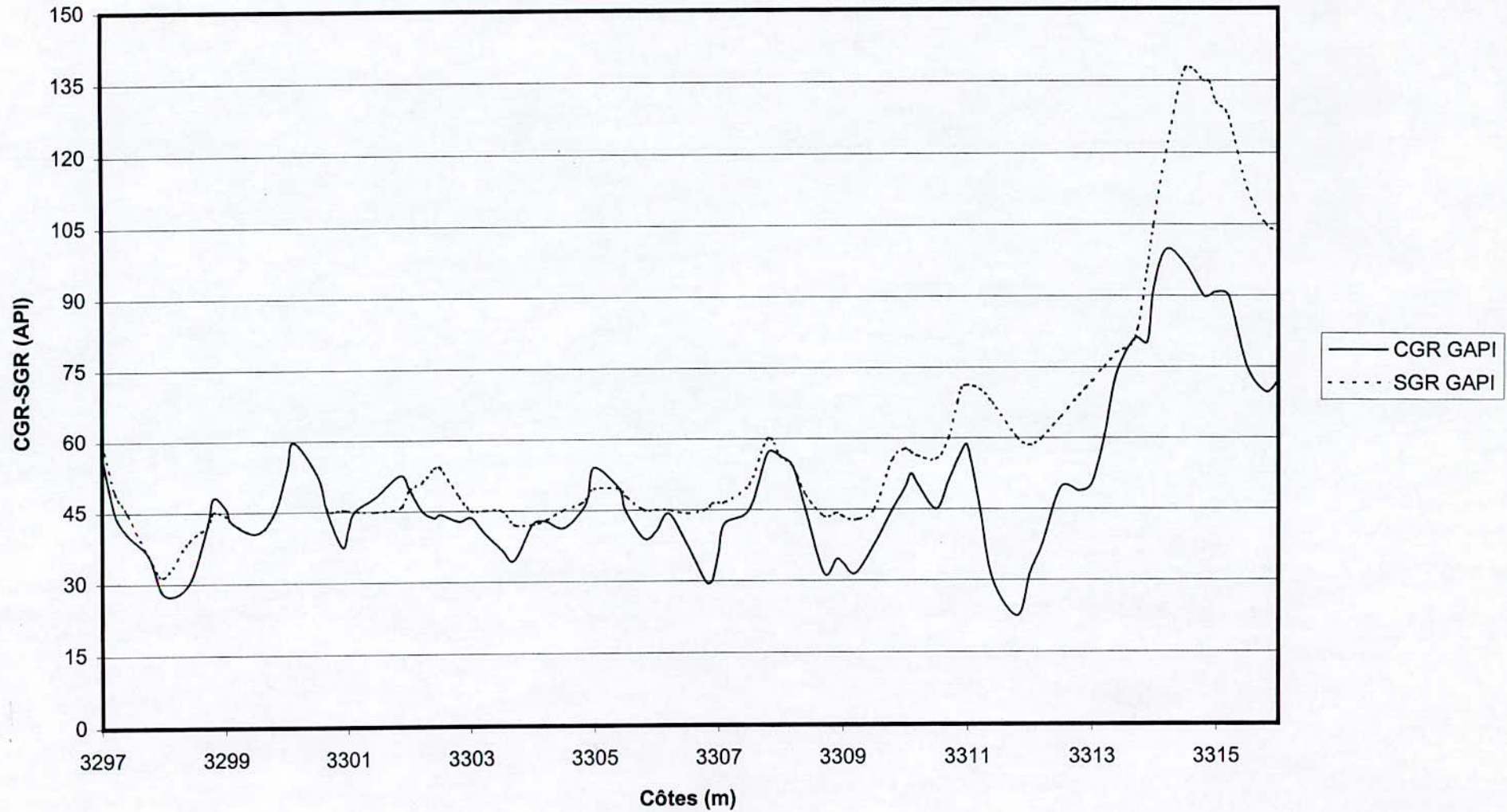


Figure IV.16.e

## Gamma-Ray (BBK#2)

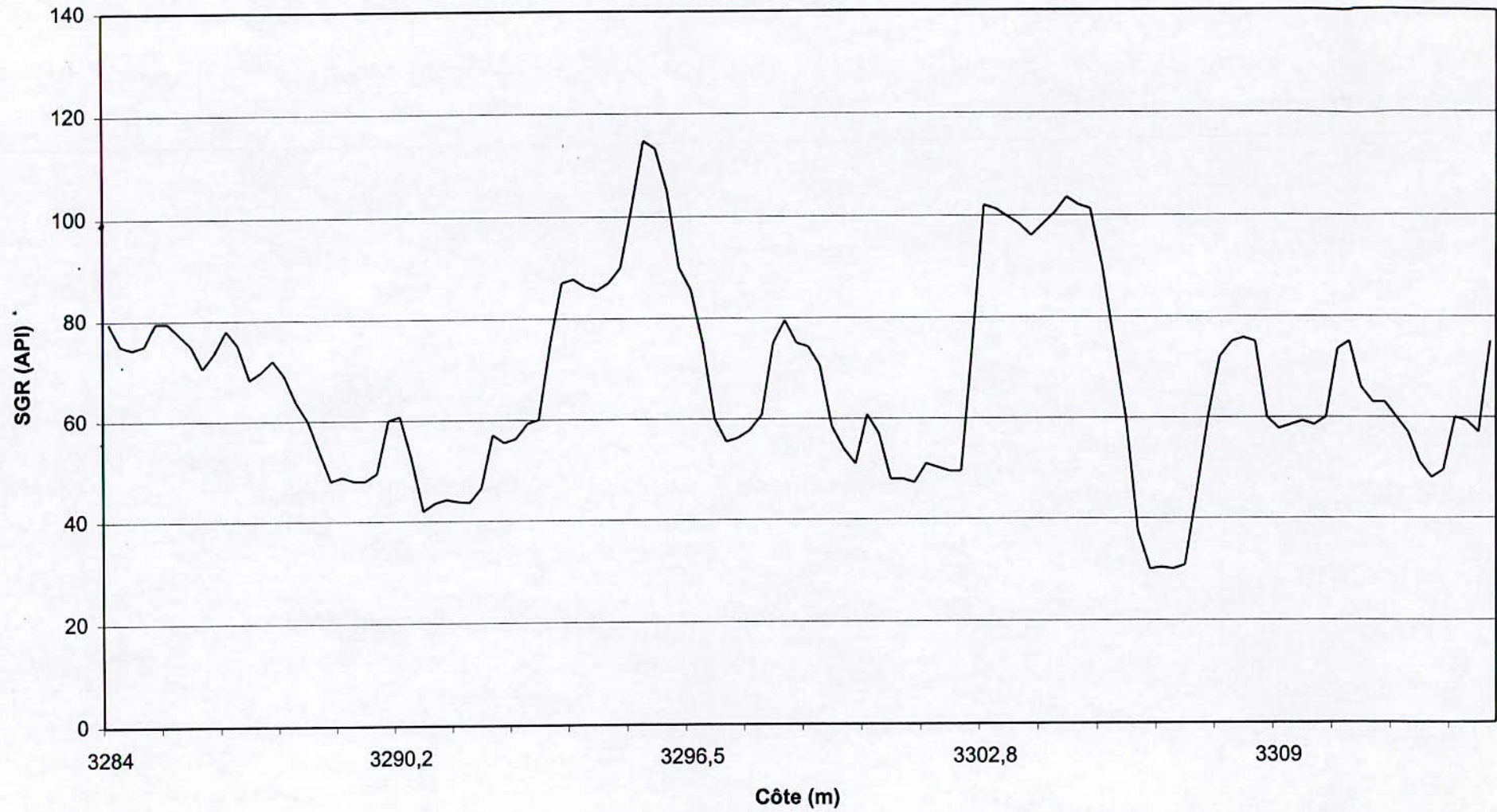


Gamma-Ray (BBK#1)





Gamma-Ray (BBK#N1)



Gamma-Ray (BBK#B2)

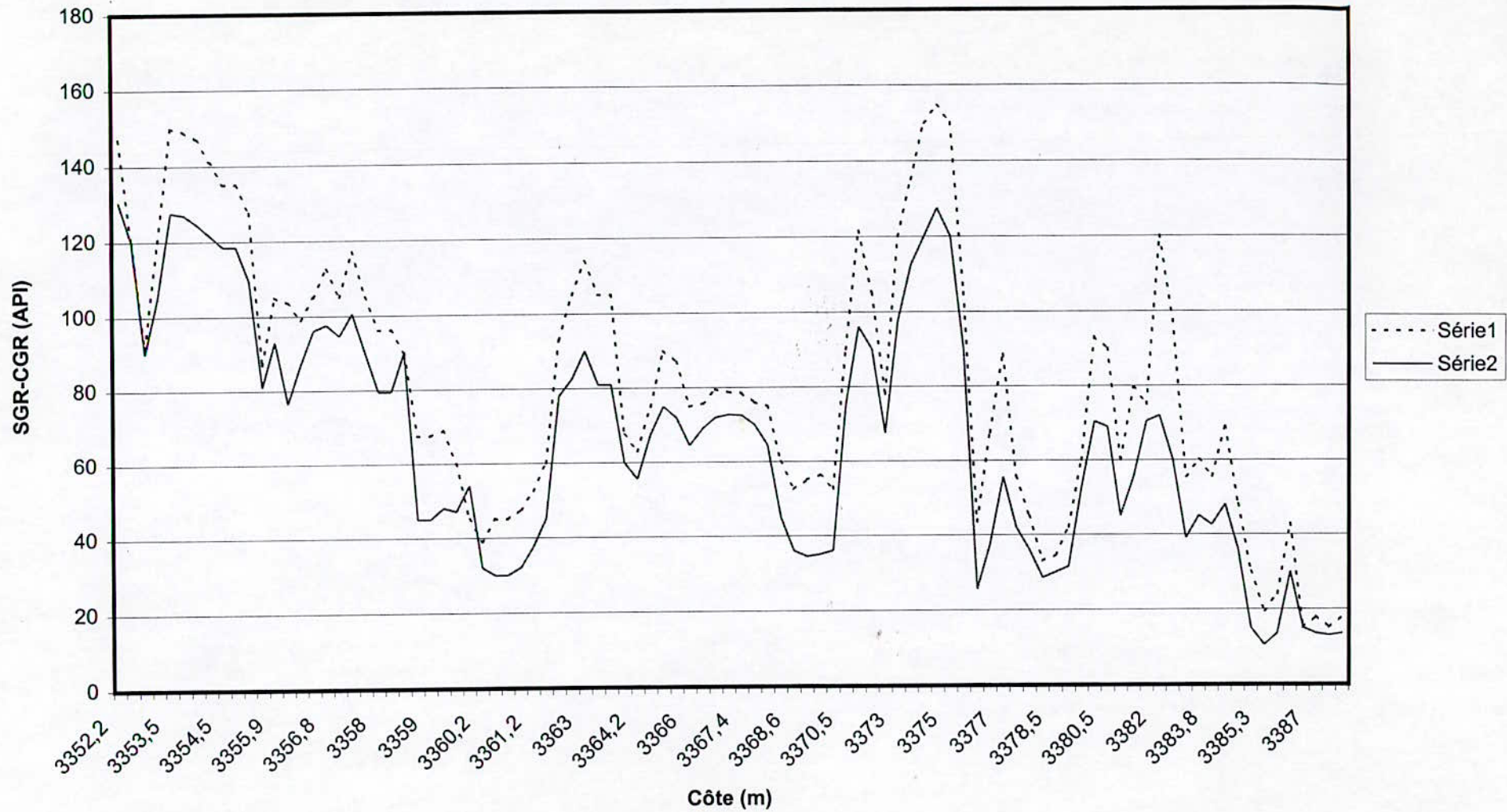
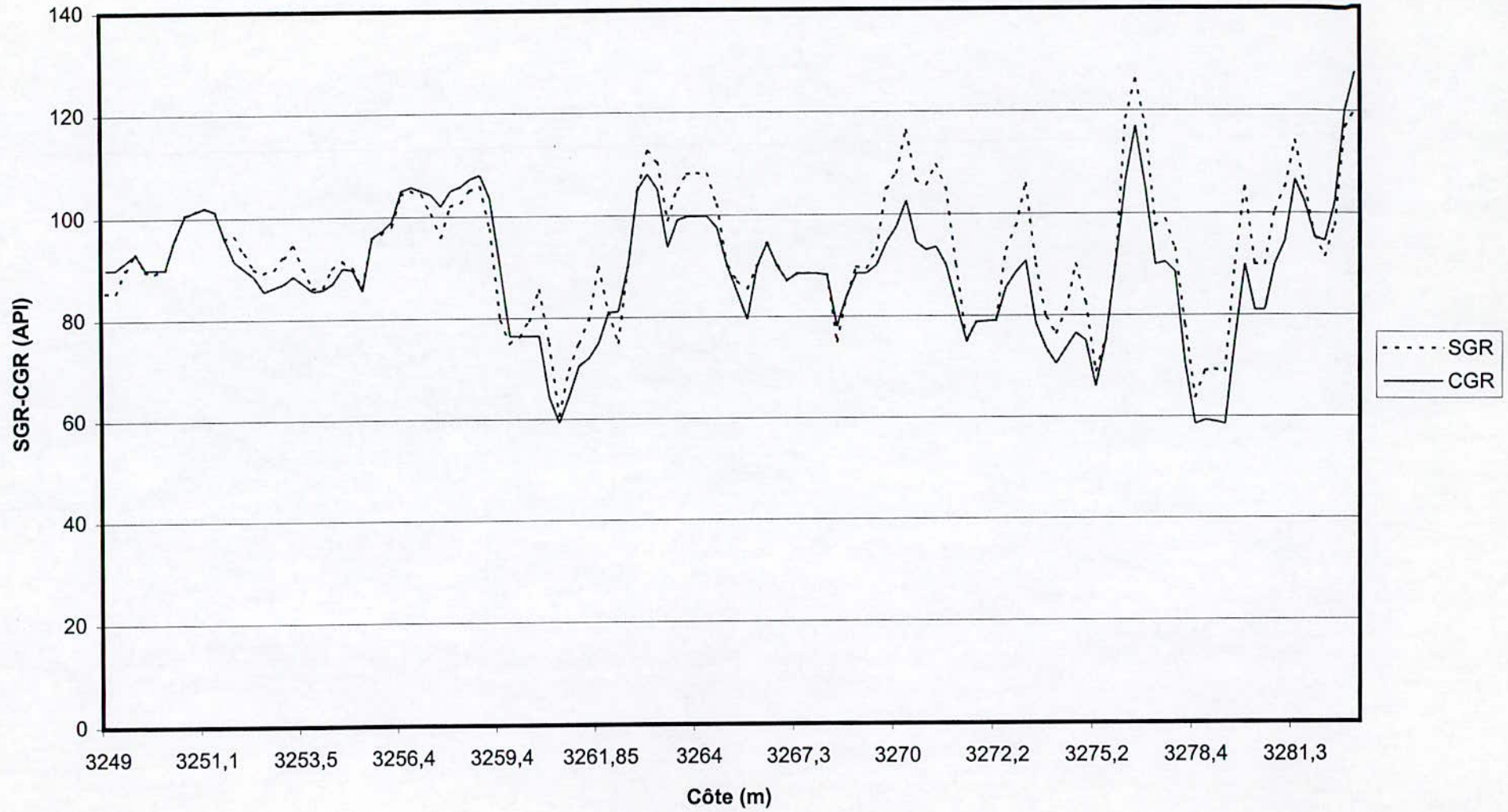
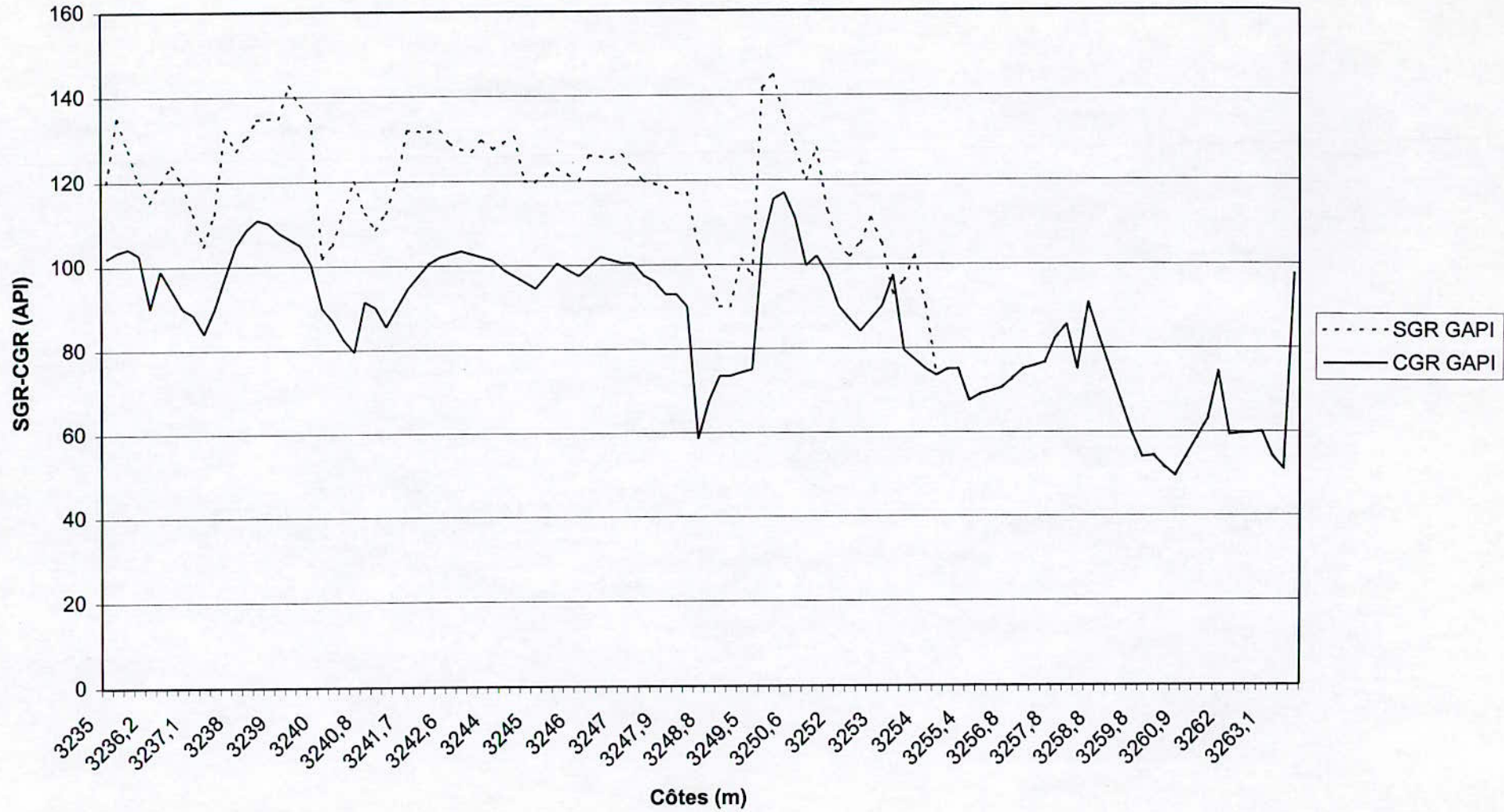


Figure II.27,d

Gamma-Ray (ROM#1)



Gamma-Ray (ROM#2)



# **ANNEXE V**

## **RAPELS DE STATISTIQUES**

## Annexe 1 : RAPPELS GENERALS DE STATISTIQUES :

### Moyenne arithmétique :

Mesure de la valeur central la plus utilise en statistique, pour un ensemble d'observations elle égale a leur somme ( algébrique ) divisée par leur nombres.

$$\bar{X} = \Sigma X_K / n$$

### Moyenne géométrique :

La moyenne géométrique de n valeurs individuelles  $X_K$ , chacune correspondant à un élément  $E_K$ , est la racine n eime de leur produit.

$$M_G = ( X_1 \dots\dots\dots X_K \dots\dots\dots X_N )^{1/n}$$

### Médiane :

C'est la valeur d'une variable statistique qui partage les individus, supposees ranges par ordre de valeur croissantes ( ou décroissantes ) de la variable, en deux effectifs égaux.

### Ecart type :

C'est la racine carrée de la variance ( c'est à dire, pour un ensemble de valeurs, la moyenne quadratique de leurs écarts à la moyenne arithmétique ).

$$\sigma = [ \Sigma ( X_K - \bar{X} )^2 / n ]^{1/2}$$

on note :  $S^2$ , var(x) pour des séries finis S, écart type de l'échantillon

$\sigma^2$ , var(x) pour des séries théoriques  $\sigma$ , écart type de la population.

### Coefficient de symétrie (Skeweness )

Caractérise le degré de asymétries d'une distribution par rapport a sa moyenne, une asymétries positif indique une distribution uni latérale, décalées vers les valeurs les plus positives, une asymétrie négative indique une distribution unilatérale décalée vers les valeurs les plus négatives .

$$\gamma_1 = \mu_4 / s^3$$

- Le skeweness est nul si la distribution de la variable est symétrique.

- Le skeweness est négative si la distribution est concentrée a gauche.
- Le Skeweness est positif si non.

### **Coefficient d'aplatissement (Kurtosis)**

Coefficient (sans dimension) destiner a chiffrer l'aplatissement d'une distribution.

$$\gamma_2 = \mu_4 / s^4$$

- Ce coefficient est d'autant plus petit que la distribution est plus aplatie.
- Un Kurtosis positif indique une distribution relativement pointue, tandis que un Kurtosis négative signale une distribution relativement aplatie.

Ecole Nationale Polytechnique  
Département : GENIE MINIER

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

# PROJET DE FIN D'ETUDE

en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état  
en GENIE MINIER

## THEME

### EVALUATION DES PARAMETRES PETROPHYSIQUES

### AU NIVEAU DU TAGI

### DANS LE BASSIN DE BERKINE

Volume 1

+ ANNEXE

Proposé par :

M<sup>r</sup> : A.DJADOUN

Etudié par :

KARA SAMY

Dirigé par :

M<sup>me</sup> : N.BOUMBAR  
M<sup>r</sup> : A.DJADOUN

Promotion 1997/1998



Je voudrais partager avec vous ce sentiment incomparable que l'on ressent quand l'espoir renaît et que l'intelligence des hommes et leur ténacité dépasse la magie et "fait parler les pierres" pour faire jaillir des entrailles de la terre les trésors qui feront le bonheur de nos enfants et leur assureront chaleur et énergie.

*a la mémoire de mon grand père*

*a mes parents*

*a ma nièce Hana*

*a ma sœur et mes deux frères*

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail je tiens vivement à exprimer ma gratitude à ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Qu'ils se trouvent ici toute notre reconnaissance.

Tout d'abord je remercie Mme **S.Chabou** d'avoir accepté de présider ce jury.

Monsieur **A.Djadoun** et Mme **N. BOUMBAR** qui ont accepté de m'encadrer. Ils ont suivi, examiné et dirigé avec patience et rigueur mon travail. Leurs conseils et leurs esprit de synthèse, et leurs sympathie m'ont été très bénéfiques pour la réalisation de ce travail, qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude.

Mes remerciements a monsieur **R.BRACENE** pour son encouragement, son soutien moral, et d'avoir accepté de participer à ce jury et d'examiner mon mémoire, trouve ici ma reconnaissance.

Mes remerciements vont également à tout le personnel du Département Evaluation de la Division Exploration pour leur aide:

A Mr **CHEBOUROU**, Chef du Département Evaluation qui m'a pris en charge au sein de sa structure et pour le bon accueil qu'il m'a réservé.  
A Mr **CHIBAH** pour son suivi et son aide.

A Mr **KHABER.A** Chef du Département géophysique à Hassi Messaoud et Mr **FERHATIS**, Chef de District V pour leur aide et encouragement.

Je remercie les enseignants du Département Génie – Minier pour l'enseignement qu'ils m'ont prodigué.

Je ne saurai exprimé assez ma reconnaissance et les mots ne sauront exprimé suffisamment assez toute ma gratitude à mes parents qui m'ont continuellement encouragé tout au long de mes études. A eux je dédie ce mémoire.

# GLOSSAIRE

## \* Symboles :

a : constante dans la relation  $F-\Phi$   
BHC : diagraphie d'addition de ciment  
C : salinité  
CNL : diagraphie de neutron pulsé  
DIL : double induction log  
DLL : double latérolog.  
DRHO : correction de la densité  
d : diamètre  
F : facteur de formation  
FDC : diagraphie de densité compensée  
H,h : épaisseurs  
K : perméabilité  
MSFL : diagraphie de microfocalisation  
Sphérique.  
M : constante dans la relation  $F-\Phi$   
n : constante dans la relation  $Sw-Rt$   
NGS : spectromètre de rayon gamma  
NGT ; diagraphie de rayon gamma naturel  
NPHI : porosité neutron  
Pe : potentiel photo électrique  
PS : potentiel spontané  
R : résistivité  
S : saturation  
SFL : diagraphie de focalisation sphérique  
 $\Delta T$  : temps de parcours  
RHOB,  $\rho$  : densité  
 $\Phi$  : porosité

## • Abréviations :

BBK : Bir Berkine  
BBKN : Bir Berkine Nord  
CGR : rayonnement gamma corrigé  
GR : rayonnement gamma  
PSS polarisation spontané statique.  
ROM : Rhourde Messaoud  
TAGI : Trias argilo-gréseux inférieur

## \* Indices :

a : apparent  
b : global  
c : carotte  
D : densité  
d : profondeur  
e : équivalent  
f : fluide  
g : gaz  
h : hydrocarbure  
IL : de l'induction  
i : invasion  
LL : du latérolog  
lu : lu sur log  
m : boue  
ma : matrice  
max : maximum  
mc : dépôt de boue  
mf : filtrat de boue  
min : minimum  
N : de diagraphie neutron  
r : résiduel  
S : de diagraphie sonique  
Sh : argile  
t : vrai, non contaminé  
w : eau  
xo : zone balayée par invasion  
Cor : corrigé

## Sommaire



INTRODUCTION .....	1
I. Généralités sur le bassin de Berkine .....	2
1. Situation géographique : .....	2
2. Cadre Tectonique (pl 3) : .....	2
3. Aspects Lithostratigraphiques (pl 4).....	6
3.1 Paléozoïque .....	6
3.1.1 <i>Cambro-Ordovicien</i> .....	6
3.1.2 <i>Silurien</i> .....	6
3.1.3 <i>Dévonien</i> .....	6
3.1.4 <i>Carbonifère</i> .....	7
3.2 Mésozoïque .....	7
3.2.1 <i>Trias</i> : .....	7
3.2.2 <i>Jurassique</i> .....	7
3.2.3 <i>Crétacé</i> .....	7
3.3 Cénozoïque.....	7
4. Aspect structural <sup>(*)</sup> (pl 5) .....	9
5. Aspects pétroliers .....	9
5.1 Roches mères et roches couvertures.....	9
5.1.1 <i>Roche mère</i> .....	9
5.1.2 <i>Roches couvertures</i> .....	9
5.2 Réservoirs.....	9
5.2.1 <i>Le Trias Argilo-Gréseux Inférieur*</i> ( T.A.G.I).....	11
5.2.2 <i>Détermination de la lithologie des puits étudiés*</i> .....	11
II. Evaluation pétrophysiques des sondages .....	13
1. Acquisition des données .....	13
1.2 Les données des puits étudiées.....	13
Tableau -II.1- Données des six forages .....	14
1.2. Lecture des enregistrements (logs de diagraphies) .....	15
2. Détermination des paramètres pétrophysique.....	15
2.1 Calcul des paramètres de la matrice .....	15
2.2 Le calcul du volume d'argile.....	16
2.4 Estimation des porosités.....	17
2.5 La correction des porosités ( $\Phi_u$ ) .....	20
2.6 Estimation de la porosité utile ( $\Phi_u$ ) .....	20
2.7. Calcul du facteur de formation (F).....	20
2.8 Estimation de la température de formation : .....	21
2.9 Calcul des résistivités .....	21
2.9.1 <i>Estimation de la résistivité de l'eau de formation (<math>R_w</math>)</i> .....	21
2.10 Calcul des saturations ( $S_w$ ) .....	22
2.11 Estimation de la perméabilité (K) .....	22
2.12 Etablissement des cross plots de lithologie et de minéralogie .....	22
3. Interprétation des diagraphies : .....	23
3.1 Interprétation qualitative .....	23
3.2. Interprétation quantitative : .....	23

III Etude statistique .....	29
1. Analyse des données : .....	29
2. Homogénéité des données : .....	29
3. Etude de la distribution : .....	29
3.1 La porosité .....	31
3.2 La perméabilité .....	31
3.3 La saturation .....	31
4 Conclusion .....	31
Conclusion générale : .....	45

## **Problématique**

L'importance des hydrocarbures dans l'économie impose à la recherche le développement de techniques d'approche de plus en plus performantes pour répondre à des questions de plus en plus précises.

En Algérie, dans la plateforme saharienne, l'importance des réservoirs du Trias Argilo-Gréseux Inférieur (TAGI) peu exploités, dans le bassin de Berkine a amené la Sonatrach à développer des travaux ( Boudjatit.M, Zemouri.E, 1996 et Boualem.A, 1997).

Notre étude est une contribution sur une partie du réservoir TAGI du bassin de Berkine. Dans ce cadre, la minéralogie et la lithologie (argile) ont de très grandes influences sur la détermination des paramètres pétrophysiques.

L'évaluation à l'échelle régionale exige l'établissement des cartes qui indiqueront les régions possédant de bonnes caractéristiques pétrophysiques.

## INTRODUCTION

La découverte des hydrocarbures a donné naissance à une nouvelle méthode qui permet l'étude des réservoirs délimités par les méthodes sismiques. Cette méthode est connue sous le nom de *diagraphe*.

La recherche de nouveaux réservoirs productifs et l'avancement technologique a donné lieu à une évolution très rapide des diagraphies. Cette recherche nécessite une collaboration entre géologues et géophysiciens.

Les réservoirs du Trias Argilo-Gréseux Inférieur représentent l'un des objectifs les plus prospectifs dans le bassin de *Berkine*, bassin peu exploité pendant les années précédentes en raison de son inaccessibilité.

Dans le cadre de notre travail, nous nous sommes proposés d'effectuer une étude diagraphe de six puits situés dans une région du bassin de Berkine, au niveau du Trias Argilo-Gréseux inférieur. Le but de cette étude réside dans la compréhension de certaines particularités relatives aux aspects pétrophysiques, par l'utilisation des différentes méthodes de diagraphies.

Dans un premier temps, nous avons accompli l'étude théorique qui consiste, d'une part à connaître les différentes méthodes et les outils de ces diagraphies utilisés dans les six forages, d'autre part à déterminer les paramètres pétrophysiques.

Ensuite, nous avons appliqué ces méthodes aux six forages proposés pour une évaluation pétrophysique, après un aperçu géologique de la région.

Enfin nous avons passé d'une interprétation d'une échelle de forage à une interprétation régionale après avoir effectué une étude statistique des données obtenues qui a permis ce passage. Cette étape a permis aussi la détermination des réserves.

Cette démarche conduit à une meilleure définition de la lithologie, de la minéralogie et des fluides du réservoir TAGI, ainsi que ces caractéristiques pétrophysiques.



# **CHAPITRE I**

## **BASSIN DE BERKINE**

## **I. Généralités sur le bassin de Berkine**

### **1. Situation géographique :**

Le bassin de Berkine est situé dans la partie Sud Est du Sahara algérien. Il est limité entre par les coordonnées suivantes :

- Longitude : **5° 50' et 10 ° Est**

- Latitude : **25° et 32° Nord**

La zone d'étude est localisée au Sud du bloc 403 et au nord du blocs 404b du district V (découpage SONATRACH ).

La région est délimitée par les latitudes 30°54' 31° 15' Nord et les longitudes 7° 50' et 8° 15' Est (pl. 1).

Les forages étudiés sont : BBK#1, BBK#2, BBKN#1, BBKN#2, ROM#1 et ROM#2 ( pl. 2)

### **2. Cadre Tectonique :**

Le bassin de Berkine (pl. 3) est situé au nord du bassin d'Illizi. Il est limité :

- Au nord par les structures de Djemaa – Touggourt
- et par le mole de Dahar
- A l'ouest par l'axe structural Agreb – Messaoud.
- Au Sud par le môle d'Ahara qui le sépare du bassin d'Illizi.
- A l'est, il se prolonge vers les territoires Tunisien et Libyen.

La structuration dans ce bassin résulte des différentes phases tectoniques de nature compressive et distansive depuis le paléozoïque qui ont affecté la région Sud - Est du Sahara.

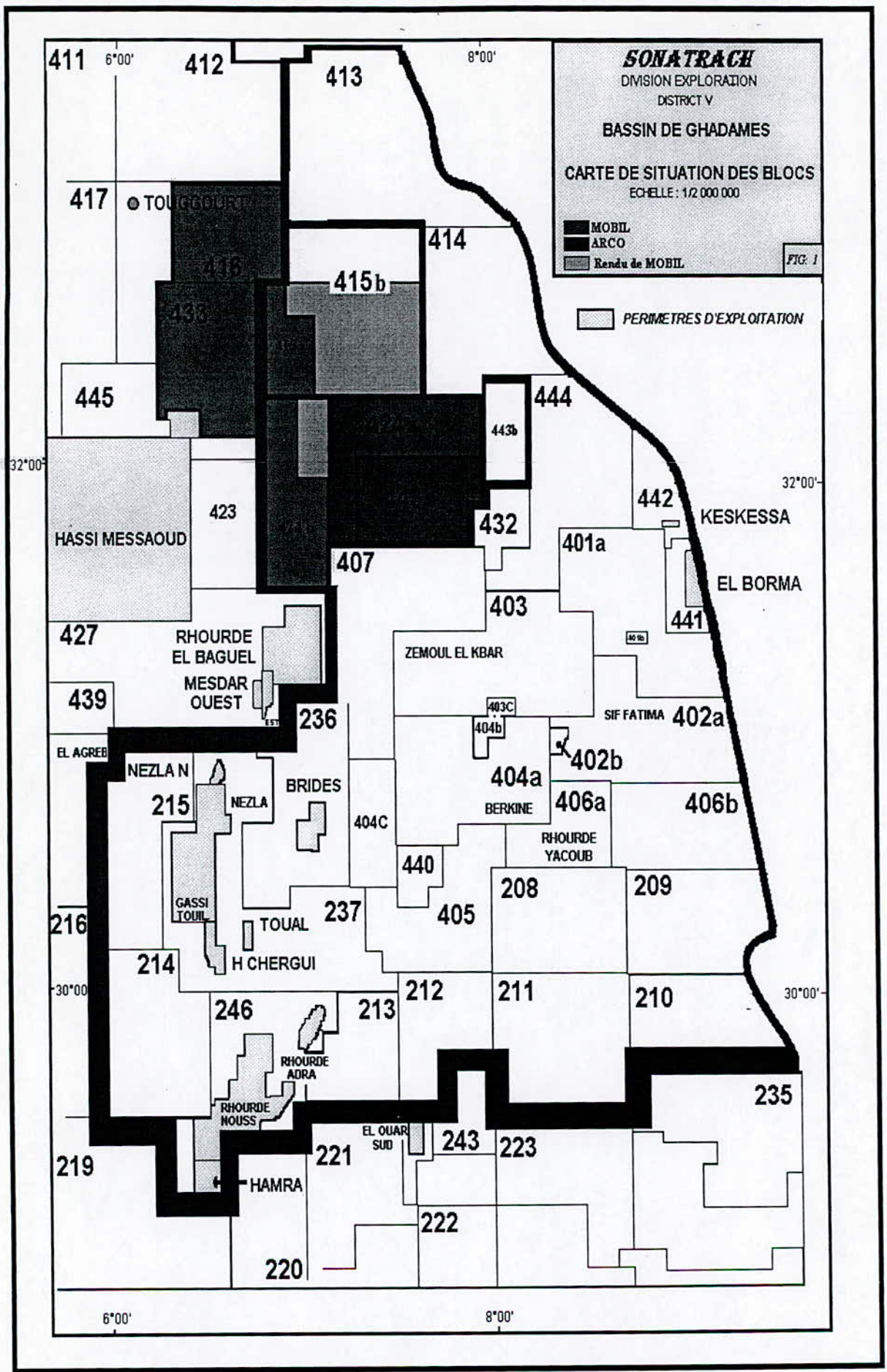


Planche-II.2



### 3. Aspects Lithostratigraphiques\* (pl.4)

La colonne lithostratigraphique type résumée se présente comme suit:

#### 3.1 Paléozoïque

##### 3.1.1 Cambro-Ordovicien

La surface infra-tassilienne est envahie par un éponge sablo-fluviale en tresses ou des litages obliques.

Une sédimentation argilo-gréseuse, avec présence de grès quartzitique et quartzites, caractérise la dernière phase de l'ensemble Cambro-Ordovicien.

##### 3.1.2 Silurien

Des argiles à graptolites (argiles noires fossilifères) composent la partie inférieure qui correspond à une transgression glacio-eustatique généralisée.

Le Silurien moyen marque un retour de la sédimentation détritique provenant du Sud Est ; il s'agit du Silurien argilo-gréseux.

Les puissantes séries détritiques du Dévonien inférieur sont alimentées par l'érosion de vaste régions situées au sommet du Silurien.

##### 3.1.3 Dévonien

###### 3.1.3.1 Dévonien inférieur gréseux

Il est constitué de grès moyens en bancs massifs à litage oblique. Il représente le deuxième épandage fluviale du Paléozoïque inférieur de la plate forme Saharienne.

###### 3.1.3.2 Dévonien inférieur argilo-gréseux ( Emsien )

Il est représenté par une série argilo-gréseuse à faune marine marquant le début d'une transgression qui se poursuit durant le Dévonien moyen et supérieur.

###### 3.1.1.2 Dévonien moyen et supérieur

Il est caractérisé par des dépôts essentiellement argileux intercalés de niveaux carbonatés fossilifères.

### 3.1.4 Carbonifère

Il est constitué à la base d'une série argilo - sableuse à la base devenant argilo - gréseuse avec passé de calcaires dolomitiques vert le sommet.

## 3.2 Mésozoïque

Deux épisodes salifères s'intercalent dans les séries supérieures carbonatées et marines au niveau du Trias et à la base du Sénonien.

### 3.2.1 Trias :

Il est transgressif et discordant sur les termes du Paléozoïque. Le Trias est représenté par des sédiments continentaux ( grès, argiles ) entrecoupés coulées d'andésite, et des sédiment lagunaires (sel, anhydrite ) servant d'excellentes couvertures aux réservoirs du Trias détritiques qui est partout présent et qui produit du gaz et du pétrole. Le Trias est subdivisé en\* :

S1+S2 : représenté par des anhydrites.

S3 : représenté par les sels.

S4 : représenté par des calcaires et les sels

Grès argileux : représenté par des grès et d'andésite. c'est dans cette partie qui correspond au T.A.G.I et T.A.G.S.

### 3.2.2 Jurassique

Largement développé dans la province triasique, il est composé de sédiments lagunaires et marins. Il débute par un banc dolomitique caractéristique , il est présent partout dans le bassin.

### 3.2.3 Crétacé

Il se retrouve dans toute l'étendue du bassin. Sa partie inférieure comporte des faciès continentaux tandis que sa partie supérieure est composée essentiellement de carbonates, de sédiments argileux d'origine marine littorale et de dépôt lagunaire.

## 3.3 Cénozoïque

Il est marqué par une reprise de la sédimentation détritique qui annonce une régression généralisée sur toute la plate forme Saharienne.

# COLONNE STRATIGRAPHIQUE BASSIN DE BERKINE

AGE	LITHOLOGY	FORMATION	TECTONIC EVENTS	DEP. ENVIRONM.	SR	RR	SEAL	FIELDS
TERTIARY								
CRETACEOUS	UPPER		ALPINE (PYRENEAN) UNCONF. [↕]	altering open marine-restricted-lagoonal				
	LOWER		AUSTRIAN UNCONF. [↕]	continental fluvio-lacustrine				
JURASSIC	UPPER							
	MIDDLE			restricted lagoonal-marine				
	LOWER	HORIZON 'B' S1 - S2 S3 Argileux S4 TAGs Carbonate TAGI	[↕]	lagoonal continental				QOUBBA EL BIAR BIR REBAA W. RH. EL KHROUF EL MERK EL BORMA MENZEL LEJMAT
TRIASSIC	UPPER							
PERMIAN	MIDDLE							
	LOWER							
CARBONIFEROUS	UPPER	F	HERCYNIAN UNCONF. [↕]	shallow marine-continental fluvio-lacustrine				RH. EL KHROUF BERKINE E. BIR REBAA N. MENZEL LEJMAT
	LOWER	E D C B A						
DEVONIAN	UPPER	F2	FRASNIAN UNCONF. [↕]	shallow marine				BIR BERKINE EL MERK EST
	MIDDLE	F3						
	LOWER	F4 - F5						
SILURIAN	UPPER	F6 B2 B1	CALEDONIAN UNCONF. [↕]	continental				
	MIDDLE	A2 A1		restricted shallow marine				
	LOWER	M2 M1 Argiles						
ORDOVICIAN	UPPER	Argil. Microgl.	TACONIAN UNCONF. [↕]	fluvial/glacial				SEMHARI AIN ROMANA BRIDES
	MIDDLE	Gres O. Saret Argil. d'Azzel						
	LOWER	Gres d'Orangla Gres de Karama Gres d'El Archane Gres d'El Gaid Zone d'intercalation						
CAMBRIAN		R1 R2	PANAFRICAN UNCONF. [↕]					H. MESSAOUD RH. EL BAGUEL
PRE-CAMBRIAN								

## 4. Aspect structural<sup>(\*)</sup> (pl 5)

Le bassin a été profondément affecté par les événements tectoniques suivants :

- Phase distensive au cambro-ordovisien
- Phase de compression tectonique et sédimentations glacières
- Phase de compression calédonienne
- La phase de distension au dévonien inférieur
- Mouvement tectonique aux dévonien moyen et supérieur

Au Sud Est du bassin, la série Paléozoïque est la plus complète, occupant ainsi la zone la plus affaissée ; vers le Nord Ouest l'érosion est de plus en plus intense est atteint le socle Précambrien.

L'évolution structurale, au cours des Mésozoïques est Cénozoïque, montre l'existence de plusieurs phases tectoniques affectant certaines zones du bassin ; ces phases se traduisent par le jeu de blocs basculés qui ont eu un rôle important dans la distribution des réservoirs du Trias

## 5. Aspects pétroliers

### 5.1 Roches mères et roches couvertures

La connaissance de la roche mère et des roches de couvertures nous permet d'avoir une connaissance de l'accumulation de l'huile et de la qualité des réservoirs

#### 5.1.1 Roche mère

Les principales roches mères sont les argiles radioactives du Silurien et les argiles du Dévonien supérieur (Frasnien).

Les argiles de l'Ordovicien et du Carbonifère ont également des caractéristiques de roches mères mais leur extension spatiale est moindre.

#### 5.1.2 Roches couvertures

Pour les réservoirs triasiques, leur étanchéité est assurée par une épaisse série évaporitique d'âge trias à jurassique.





### 5.2 Réservoirs

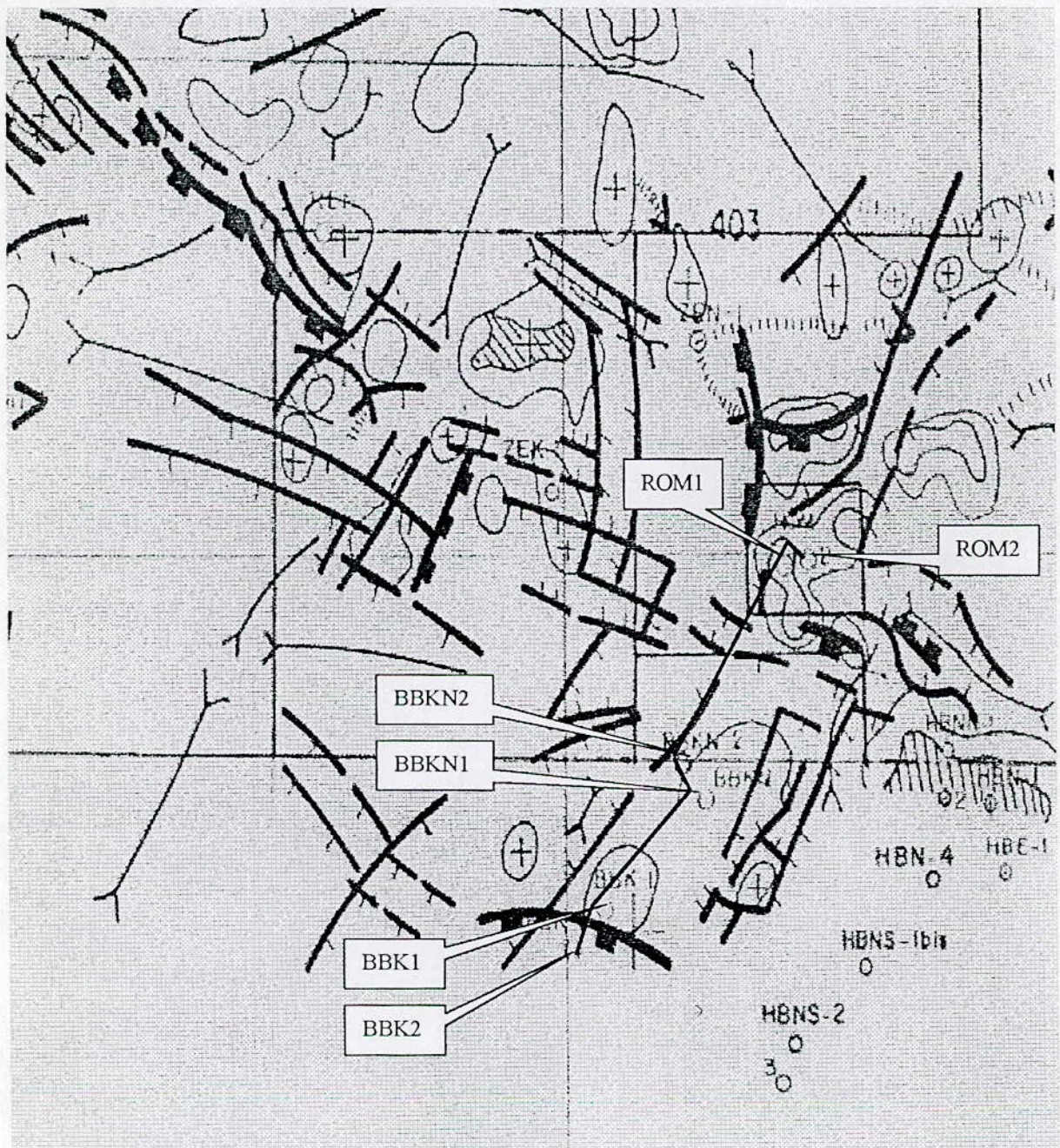
Dans la partie Nord Ouest de la plate forme Saharienne, le Trias en particulier recèle d'importantes ressources de huiles et de gaz. Les faciès réservoirs sont du type fluviatile à deltaïques à influence marine. Le Trias est divisé en une séquence de base *Argilo-gréseuse (TAGI)*, un Trias médian carbonaté et une séquence supérieure argilo-gréseuse (TAGS).



# CLASSIFICATION STRUCTURALE DES PROSPECTS A LA DISCORDANCE HERCYNienne

LEGENDE /

-  AXE BAS
  -  AXE SYNCLINAL
  -  FAILLE OU ACCIDENT
  -  STRUCTURE SISMIQUE BIEN DEFINIE
- ECHELLE 1/500000



Fait par : R-ZIOU, 1998  
SH-DXP-D5

## **CHAPITRE II**

# **EVALUATION PETROPHYSIQUE DES SONDAGES**

### 5.2.1 *Le Trias Argilo - Gréseux Inférieur\** ( T.A.G.I)

Les principales découvertes ont été réalisées dans la région de Rhourde Nouss, Gassi Touil, Nezla, El Borma, Keskessa, Wad-Teh, Haoud Berkaoui. L'épaisseur des réservoirs varie entre 15 à 75 m et peut atteindre 150 m dans la région de Berkine et 100 m dans la région d'El Borma.

Ces variations sont à l'image de la morphologie du soubassement du Trias inférieur qui repose en discordance sur le Paléozoïque.

Par le passé, ne présentait le TAGI d'intérêt pétrolier, ce n'est que récemment que des travaux ont montré l'importance de ce réservoir qui peut contenir d'importantes accumulations d'hydrocarbures.

Ce réservoir est caractérisé par une épaisseur moyenne de 55m et une lithologie constituée d'argiles silteuses finement intercalées de grès dont la couleur varie du gris verdâtre fin au gris clair.

Les grès sont fins à très fins, subanguleux à subarrondis anguleux. Enfin des traces de carbonate rare, de pyrite et de grès blancs sont également décrits.

### 5.2.2 *Détermination de la lithologie des puits étudiés\**

Les rapports de sondages et les logs habillés, réalisés par SONATRACH, ont permis une connaissance de la lithologie dans les forages des blocs 403 et 404b.

#### **Forage Bir Berkine N°1 ( BBK#1 ) ( 19m)**

BBK#1 a traversé tous les dépôts sédimentaires jusqu'au socle Précambrien à une profondeur de 3194 m. Il a rencontré le T.A.G.I entre 3297m et 3316m., composé de grès à grains fins à stratifications obliques, parfois argileux, surmontant un banc métrique d'argile vert clair.

#### **Forage Bir Berkine N° 2 ( BBK#2 ) (28m)**

BBK#2 a atteint le socle Précambrien à une profondeur 3761 m. Il a traversé le T.A.G.I entre 3286.5m et 3314.5 m composé de grès de couleur grise beige à grise verte et de taille moyenne à fine, devenant grossier vers la base, silico - argileux moyennement dur avec passées, intercalation et nodules d'argile grise à gris - vert et brunâtre indurée, silteuse et feuilletée.

#### **Forage Bir Berkine Nord N° 1 ( BBKN#1 ) ( 29.4 m):**

Profond de 3719m, le T.A.G.I est rencontré entre 3284m et 3313.4m. Ce dernier est composé de grès gris - beige de taille fine à moyenne, localement grossier et bitumineux, micacé, à stratification oblique. Ces grès sont intercalés d'argile gris - vert indurée, silteuse ligniteuse, pyriteuse et des galets mous.

**Forage Bir Berkine Nord N° 2 ( BBKN#2) (36 m) :**

Il a atteint le socle Précambrien à une profondeur sondeur 3801m. Il a recoupé le T.A.G.I entre 3352m et 3388m. Ce dernier est composé de grès gris beige, fin à moyen, moyennement dur, avec passées d'argiles grises indurées, silteuses, pyriteuses, feuilletées.

**Forage Rhourde Messaoud N° 1 (ROM#1) ( 33.5m):**

Il a atteint le socle a une profondeur sondeur de 3972m. le forage a traversé le T.A.G.I entre 3249m et 3282.5m, composé de grès quartzeux fins à très fins gris clairs à blancs argileux peu a bien consolidés avec des intercalations d'argile à prédominance gris-vert silteuse localement brun-rouge et tendre.

**Forage Rhourde Messaoud N° 2 (ROM#2) (29m):**

ROM# a atteint le socle Précambrien à une profondeur de 3951 m. Il a traversé le T.A.G.I entre 3235m et 3264m. Le T.A.G.I est composé d'argile gris-vert silteuse. A la base ,des niveaux de grès quartzeux, fin a très fin, argileux beige a gris-blanchâtre

## II. Evaluation pétrophysiques des sondages

Notre étude a porté sur le réservoir de Trias Argilo-Gréseux Inférieur (T.A.G.I) du gisement de Berkine.

Pour une bonne évaluation des forages, les données utilisées sont :

- Les logs de diagraphies,
- Les logs habillés,
- Les rapports de fin de sondages et les rapports géologiques.
- Les cartes de position, structurales et tectoniques.

Les étapes suivies sont :

- La vérification et la lecture des enregistrements (log).
- La détermination de tous les paramètres et l'établissement de tableaux récapitulatifs.
- L'établissement des cross plots
- L'interprétation des données de chaque forage.
- L'interprétation régionale .

### 1. Acquisition des données

#### 1.2 Les données des puits étudiées\*

Les données des forages ont été extraites des rapports de fin de sondage, des logs et des colonnes lithostratigraphiques des forages.

Ces données ont été reportées dans le tableau II.1.

Les hauteurs utiles (hu) et les hauteurs totales (ht) sont représentées graphiquement

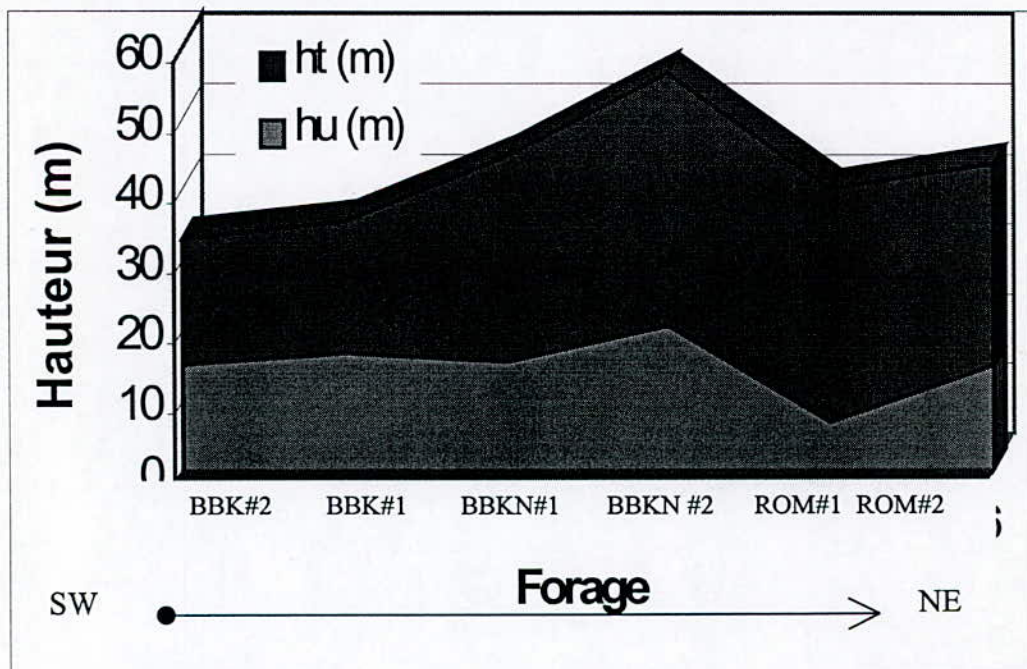


Fig.

Forages	Côtes réservoir m	Hauteur utile (Hu), m	Hauteur totale (Ht),m	Coordonnées de LAMBERT	
				X	Y
Bir Berkine#1 BBK#1	3297 – 3316	16.4	19	402769	3430970
Bir Berkine#2 BBK#2	3286,5 – 3314,5	14.8	18	399732.6	3428970
Bir Berkine Nord #1 BBKN#1	3284 – 3313,4	15.3	29.4	409732.6	3436892
Bir BerkineNord #2 BBKN#2	3352 – 3388	20.5	36	407685.9	3438747
Rhourde Messaoude #1 ROM #1	3249 – 3282,5	6.7	33.5	419830	3449219
Rhourde Messaoude #2 ROM #2	3235 – 3264	14.6	29	410833	3449717

Tableau -II.1- Données des six forages

La figure précédente montre : les épaisseur relativement importante du T.A.G.I dans le puits BBKN#2. Elle diminue vers les autres puits. Cette configuration, compte tenu du mode de dépôt du Trias permet de déduire que le puits BBKN#2 se situe dans l'axe d'un chenal et que les autres puits se trouvent dans les rives. Vraisemblablement, la direction du chenal est NW-SE

Les paramètres de boue, tirés de l'en-tête des logs des diagraphies de chaque forage sont reportés sur le tableau **II.2** .

### 1.2. Lecture des enregistrements (logs de diagraphies)

Les diagraphies enregistrées sont effectuées par Schlumberger et Aldia. Les données sur les réservoirs sont obtenues par un ensemble de jeu de log de diagraphies, à l'échelle 1/200, constituées de :

- GR – BHC
- FDC – CNL
- DLL- MSFL
- DIL – SFL
- L'AIT

L'étude de la section repeat et des calibrations ont montré la fiabilité des enregistrements.

La lecture des données est faite chaque 0.2 m., ce qui a donné un très grand nombre de mesures.

L'enregistrement par l'outil composé de CNL-LDL-GR du forage ROM#1 n'a commencé qu'après le réservoir T.A.G.I.

Les résultats des données obtenus sur les enregistrements des forages BBK#1, BBK#2, BBKN#1, BBKN#2, ROM#1 et ROM#2 sont portés respectivement sur les tableaux **II.12 à 17** (Annexe IV).

## 2. Détermination des paramètres pétrophysique

### 2.1 Calcul des paramètres de la matrice

Les paramètres de la matrice  $\rho_{ma}$  et  $\Delta T_{ma}$  sont déterminés à l'aide du cross plot Sw-15\* . Ce dernier nous permet d'avoir une idée sur la nature de la matrice ainsi que sur la nature des fluides contenus dans le réservoir.

Les densités de la matrice  $\rho_{ma}$  des forages BBK#1, BBK#2, BBKN #1, BBKN#2 et ROM#2 sont déterminées à l'aide des cross plots des figures **II.1 à 5** ( Annexe IV ).

Forages		BBK#1	BBK#2	BBK#N1	BBK#N2	ROM#1	ROM#2						
Type de fluides		Huile	Huile	Bentonitique	Huile	Huile	Huile						
Densité G/cc <sup>3</sup>		1.25	1.24	1.26	1.23	1.45	1.35						
Viscosité S		42	50	40	43	50	48						
.ph		10	-	9.5	9.5	9.5	-						
T°	BHT	31	97	-	112	26	101	-	107	18	106	-	96
R <sub>m</sub>	R <sub>m</sub>	.411	1.85	-	-	.27	.166	-	-	.527	.164	-	-
T°	BHT	22	97	-	112	30	101	27	107	20	106	-	96
R <sub>mf</sub>	R <sub>mf</sub>	.412	.154	-	-	.328	.138	1.67	.631	.31	.101	-	-
T°	BHT	22	97	-	112	29	101	24	107	25	106	-	96
R <sub>mc</sub>	R <sub>mc</sub>	.786	.294	-	-	.522	.216	1.53	1.52	.707	.258	-	-

Tableau -II.2- Paramètres de boue

Les temps de parcours de la matrice  $\Delta T_{ma}$  des forages BBK#1, BBK#2, BBKN #1, BBKN#2, ROM#1 et ROM#2 sont déterminés par les cross plots des figures II.6 à 11 (Annexe IV).

Les résultats obtenus sont portés dans le tableau II.9.

## 2.2 Le calcul du volume d'argile

On a calculé le volume d'argile d'après la formule suivante :

$$V_{sh} = \frac{CGR_{lu} - CGR_{min}}{CGR_{max} - CGR_{min}} \times 100$$

Les valeurs de CGR utilisées sont portées dans le tableau II.10

Pour le forage BBKN#1, on a utilisé les valeurs du SGR à cause de la non disponibilité de CGR.

Les valeurs de Vsh calculées ont été portées dans les tableaux récapitulatifs II.12 à 17 (annexe IV), qui correspondent respectivement aux forages BBK#1, BBK#2, BBKN #1, BBKN#2, ROM#1 et ROM#2.



Ce paramètre est utilisé pour la correction des porosités.

### 2.3 Détermination des paramètres d'argile

Les paramètres d'argile ont été lus sur les logs de diagraphies en face d'un banc argileux épais et non cavé.

Les valeurs des paramètres d'argile déterminées sont reportées dans le tableau II.11. Ces paramètres ont été utilisés dans la correction des porosités.

### 2.4 Estimation des porosités

La porosité est le paramètre le plus important dans l'évaluation des réservoirs. Pour avoir la valeur de la porosité la plus proche de la valeur réelle, on calcule la porosité qui correspond à chaque outil utilisé puis on la corrige des effets d'argile. A la fin il s'agit de choisir la porosité la plus proche de la porosité carotte si elle est disponible, si non il y a lieu de prendre la porosité de l'outil le moins influencé par les effets d'environnements du forage.

Forages	$DT_{ma}$ $\mu s/ft$	$\rho_{ma}$ $g/cc$
Bir Berkine N°1 BBK#1	52	2.65
Bir Berkine N°2 BBK#2	52	2.66
Bir Berkine Nord N°1 BBK#N1	52	2.64
Bir Berkine Nord N°2 BBK#N2	51.5	2.65
Rhourde Messaoud N°1 ROM#1	51.5	-
Rhourde Messaoud N°2 ROM#1	52.5	2.64

Tableau -II.9- Les paramètres de la matrice

Forages	CGR <sub>min</sub> (API)	CGR <sub>max</sub> (API)
Bir Berkine 1 BBK#1	125	30
Bir Berkine 2 BBK#1	122	30
Bir Berkine Nord1 BBK#N1	115	30
Bir Berkine Nord 2 BBK#N2	155	15
Rhourde Messaoud 1 ROM#1	115	55
Rhourde Messaoud 2 ROM#2	148	49.5

Tableau -II.10- Les valeurs du GAMMA RAY

Forages	$\rho_{sh}$ (RHOB <sub>sh</sub> ) g/cc <sup>3</sup>	$\Delta T_{sh}$ μs/ft	$\Phi_{Nsh}$ (NPHI <sub>sh</sub> ) %	R <sub>sh</sub> Ω.m
Bir Berkine 1 BBK#1	2.4	110	15	3.95
Bir Berkine 2 BBK#1	2.64	80	22.5	3
Bir Berkine Nord1 BBK#N1	2.28	71.5	27	3.5
Bir Berkine Nord 2 BBK#N2	2.86	75	18.5	3.2
Rhourde Messaoud 1 ROM#1	-	93.5	-	2
Rhourde Messaoud 2 ROM#2	2.45	90	30	2

Tableau -II.1- Paramètres d'argile

### 2.4.1 calcul de la porosité densité ( $\Phi_D$ )

A l'aide des données obtenues par l'outil LDL (les valeurs de densité), on a calculé la porosité densité à l'aide de la formule suivante :

$$\Phi_D = \frac{\rho_{ma} - \rho_b}{\rho_{ma} - \rho_f}$$

$\rho_{ma}$  : densité de la matrice.

$\rho_{lu}$  : la densité mesurée.

$\rho_f$  : la densité du fluide de la boue.

avec :  $\rho_f = 1 \text{ g/cm}^3$  pour une boue douce (huile, bentonitique).

$\rho_f = 1.1 \text{ g/cm}^3$  pour une boue salée.

Les valeurs de porosité densité calculées sont portées dans les tableaux récapitulatifs **II.12 à 17** (annexe **IV**), qui respectivement correspondent respectivement aux forages BBK#1, BBK#2, BBKN#1, BBKN#2 et ROM#2.

### 2.4.2 Le calcul de la porosité neutron ( $\Phi_N$ )

La diagraphie neutron donne directement la valeur de porosité neutron mais sur une échelle étalonnée dans le calcaire. Pour obtenir les valeurs de la porosité sur l'échelle des grès ( qui représente le cas traité) nous avons rajouté **4%**.

Les valeurs de la porosité neutron calculées sont portées les tableaux récapitulatifs **II.12 à 17** (Annexe IV ) qui correspondent aux forages respectivement BBK#1, BBK#2, BBKN #1, BBKN#2 et ROM#2.

### 2.4.3 Le calcul de la porosité sonique $\Phi_S$

A l'aide des données obtenues par l'outil BHC (les valeurs du temps de parcours), la porosité sonique a été calculée en utilisant la formule suivante :

$$\Phi_S = \frac{\Delta t_{ma} - \Delta T_{lu}}{\Delta t_{ma} - \Delta T_f}$$

$\Delta t_{ma}$  : temps de parcours dans la matrice.

$\Delta t_{lu}$  : temps de parcours mesuré.

$\Delta t_f$  : le temps de parcours dans le fluide de la boue.

Avec :  $\Delta T_f = 189 \text{ } \mu\text{s/ft}$  pour une boue douce.

$\Delta T_f = 185 \mu\text{s}/\text{ft}$  pour une boue salée.

Les valeurs de la porosité sonique calculées sont consignées dans les tableaux récapitulatifs II.12 à 17 ( Annexe IV ), qui correspondent aux forages respectivement BBK#1, BBK#2, BBKN #1, BBKN#2 et ROM#2.

Remarque : Etant donnée le nombre important de points de lectures, et par conséquent la complexité du cross plots  $\Phi_N - \Phi_D$  obtenu, la porosité  $\Phi_{ND}$  n'a pas été calculée.

### 2.5 La correction des porosités ( $\Phi_u$ )

La correction des porosités des effets d'argile est nécessaire, car la porosité des argiles n'est pas considéré comme une porosité utile.

Les corrections des porosités ont été effectuées à l'aide des formules suivantes :

$$\phi_{DC} = \phi_{D \text{ lue}} - \phi_{D \text{ sh}} \cdot V_{sh}$$

$$\phi_{NC} = \phi_{D \text{ lue}} - \phi_{N \text{ sh}} \cdot V_{sh}$$

$$\phi_{SC} = \phi_{D \text{ lue}} - \phi_{S \text{ sh}} \cdot V_{sh}$$

Les valeurs de porosités corrigées calculées sont reportées dans les tableaux récapitulatifs II.12 à 17 ( Annexe IV ), qui correspondent aux forages respectivement BBK#1, BBK#2, BBKN #1, BBKN#2 et ROM#2.

### 2.6 Estimation de la porosité utile ( $\Phi_u$ )

L'absence de données carottes, les mauvaises conditions du trou et la présence de minéraux lourds, font que la porosité sonique peut être considérée comme étant proche de la porosité utile

### 2.7. Calcul du facteur de formation (F)

Les grains de la matrice varient d'une taille moyenne à fine, pour cela, le facteur de formation a été déterminé en utilisant la formule suivante :

$$F = 0.62 / \Phi^{2.16}$$

Les valeurs du facteur de formation ont été porté sur les tableaux récapitulatifs.

## 2.8 Estimation de la température de formation :

La température de formation est estimée à partir des données BHT et de la profondeur du réservoir. Les résultats sont reportés dans le tableau II.12. ces résultats seront utilisés pour le calcul de la résistivité de l'eau de formation.

Forages	BHT (°C)	Températures de formation °C	Profondeur finale du puits .m	Rw (ohm.m)
<b>Bir Berkine 1 BBK#1</b>	97	87.5	3794	0.015
<b>Bir Berkine 2 BBK#1</b>	112	91.5	3761	0.014
<b>Bir Berkine Nord1 BBK#N1</b>	101	84	3719	0.014
<b>Bir Berkine Nord 2 BBK#N2</b>	107	98	3801	0.0135
<b>Rhourde Messaoud 1 ROM#1</b>	106	93.5	3972	0.014
<b>Rhourde Messaoud 2 ROM#2</b>	96	82.5	3951	0.016

**Tableau II.12 Les Valeurs de la température de formation**

## 2.9 Calcul des résistivités

### 2.9.1 Estimation de la résistivité de l'eau de formation ( $R_w$ )

Le calcul de la résistivité de l'eau de formation prend en compte la salinité régionale (320 g/l). Connaissant la température de formation le cross plot Gen-9, donne directement  $R_w$  à partir de ces paramètres.

Les valeurs de  $R_w$  calculées de chaque forage sont représentées dans le tableau II.12.

### 2.9.2 Calcul des résistivités de la zone vierge et de la zone lavée ( $R_t, R_{xo}$ )

Les valeurs de résistivité utilisées pour l'interprétation sont déduites des courbes des outils MSFL et DLL ou bien SFL et DIL par les abaques Rint-9a et Rint-2c corrigés par les abaques Rcor-10 et Rcor-7 (Annexe III).

Pour les forages BBK#1, BBKN#2 et BBK#2, BBKN#1, ROM#2 on a utilisé les données des enregistrements effectués respectivement par l'outil DLL-MSFL, AIT et SFL-DIL .

On avait aucun choix pour la sélection des outils de résistivité.

Les valeurs de résistivités calculées sont portées dans les tableaux récapitulatifs **II.12** à **17** (Annexe IV) qui correspondent aux forages respectivement BBK#1, BBK#2, BBKN #1, BBKN#2 et ROM#2.

### 2.10 Calcul des saturations (Sw)

Les saturations en eau sont calculées par la formule d'Archie pour une valeur de  $V_{sh} < 45\%$  :

$$(S_w)^2 = F \frac{R_w}{R_t}$$

Pour  $V_{sh} > 45\%$ , on utilise la formule (Simondoux modifiée, déc.1963).

$$\frac{1}{R_t} = \frac{V_{sh} S_w}{R_{sd}} + \frac{\Phi^{2.15} S_w^2}{(1-V_{sh}) R_w}$$

Les valeurs de la saturation calculées sont portées sur les tableaux récapitulatifs **II.12** à **17** (Annexe IV) qui correspondent au forages respectivement BBK#1, BBK#2, BBKN #1, BBKN#2 et ROM#2.

### 2.11 Estimation de la perméabilité (K)

On a calculé la valeur de la perméabilité a l'aide de la formule (Wyllie et Rose, 1950):

$$K^{1/2} = 250 \phi^3 / S_{wir}$$

Avec K : perméabilité (md)

$\phi$  : porosité utile

$S_{wir}$  : saturation en eau irréductible, elle est estimée a 3% pour cette région

Les valeurs de la perméabilité calculées sont portées dans les tableaux récapitulatifs **II.12** à **17** (Annexe IV) qui correspondent aux forages respectivement BBK#1, BBK#2, BBKN #1, BBKN#2, ROM#1 et ROM#2.

### 2.12 Etablissement des cross plots de lithologie et de minéralogie

L'établissement des cross plots nécessitent les mesures prises et les valeurs de M et N calculées suivant les formules données au paragraphe II.3.2.3.2 et le rapport Th/K.

les valeurs trouvées sont portées dans les tableaux récapitulatifs.

Dans le cas présent, la détermination de la lithologie ou de la minéralogie exige la superposition de l'abaque modifié (joint hors texte dans le mémoire) et le cross plot correspondant.

Les cross plots de lithologie sont présentés dans les figures **II.18,a**, à **21,f** (Annexe IV), correspondant aux cross plots  $\rho-\Phi_N$ ,  $\rho-\Delta T$ ,  $\rho-P_e$  et  $\Phi_N-\Delta T$ . (a, b, c, d, e, f correspondent aux forages BBK#1, BBK#2, BBKN #1, BBKN#2, ROM#1 et ROM#2)

Les cross plots de minéralogie sont présentés dans les figures **II.22a** à **25f** (Annexe IV), représentant les cross plots M-N plot, Pe-Th, Pe-Th/K et TH-K. (a, b, c, d, e, f des forages BBK#1, BBK#2, BBKN #1, BBKN#2, ROM#1 et ROM#2)

### 3. Interprétation des diagraphies :

L'interprétation des diagraphies comporte plusieurs étapes en particulier :

- La recherche de toutes les données disponibles sur les forages à interpréter.
- La détermination des paramètres pétrophysiques.
- L'établissement des cross-plots.

#### 3.1 Interprétation qualitative

Les courbes du caliper, de la courbe de densité et de la courbe de correction de densité (DRHO) montrent que :

- BBK#2, ROM#2 et BBK#N2 présentent de bonnes conditions de trou dans l'ensemble.
- BBK#1 présente de très mauvaises conditions (rugosité, cavage) de trou, on observe de grandes cavités. Les conditions s'améliorent entre [ 3003, 3010.5 ] m.
- BBK#N1 et ROM#1 présentent des cavités entre les côtes 3002.5 m à 3004.8 m , 3012.5m à 33015.8m et 3270 m à 3267 m.

L'influence du cavage et de la rugosité sur certains outils de diagraphie, ainsi que l'état des puits ont conditionné l'évaluation et l'interprétation réalisées dans le cadre de ce travail..

#### 3.2. Interprétation quantitative :

##### 3.2.1 l'interprétation des données :

Pour faire une interprétation cohérente, nous avons considéré la combinaison de toutes les diagraphies.

Cette interprétation concerne le réservoir T.A.G.I de chaque forage.

**Forage Bir Berkine 1 (BBK#1) :**

L'interprétation qualitative et les courbes de NGS (fig II.27.a Annexe IV ) que le réservoir est composé par:

- Un banc gréseux de porosité de 8.74 %, une perméabilité de 1.5 mdarcy et une argilosité de 27%.
- Un banc argileux vers la base qui constituent le mur du réservoir.

La séparation entre les courbes de CGR et SGR indique la présence d'uranium. Généralement ces minéraux s'accumulent plutôt dans les fractures, ce qui traduit donc la présence de fracture.

Les cross plots de lithologie indiquent que la matrice est gréseuse et ceux de minéralogie montrent la présence de minéraux argileux intrastratifiés, des micas et des silicates.

Les résistivités ( $R_t, R_{xo}$ ) (fig.VI.26,a Annexe IV ) et les saturations, montrent la présence d'hydrocarbures ( huile) entre 3307,5 à 3310 m et un plan d'eau entre 3297 à 3300m .

**Le forage Bir Berkine 2 (BBK#2) :**

Les courbe de NGS ( fig.II.27.b Annexe IV ) montrent que le TAGI se compose de deux bancs argileux séparés par un banc gréseux de porosité 8.62 %, de perméabilité 1.95 mdarcy et une argilosité de 18.68 %.

Les cross plots de lithologie montrent une matrice complexe. Tandis que

Les cross plots de minéralogie ont permis la détection de l'illite, des micas, de la montmorillonite et des silicates.

Les résistivités (fig II.26,b Annexe IV ) et les saturations indiquent que le TAGI est aquifère dans ce forage. Ce résultat est confirmé les cross plots de la détermination de  $\rho_{ma}$  et  $\Delta T_{ma}$  .

**Forage Bir Berkine Nord 1 (BBKN#1) :**

Les courbes de NGS (fig. II.27.c Annexe IV ) montrent que le réservoir (TAGI) est différent de celui qui a été par les forages BBK#2) BBK#1.

Il est composé de bancs gréseux séparés par des bancs argileux. Ces derniers ont des incidences sur la détermination des saturations.

Les cross plot de lithologie indiquent une matrice complexe

Les cross plots de minéralogie montrent la présence de glauconite, de l'illite, de la montmorillonite, des micas, des minéraux argileux intrastratifiés. Les grandes valeurs de la  $P_e$  indiquent aussi la présence de minéraux lourds.



Les résistivités (fig VI.26,c Annexe IV ) indiquent la présence d'hydrocarbures ( du gaz entre 3284.7 à 3286.2 m et de l'huile entre 3287.8 à 3289.8m et entre 3002.2 à 3005.5m ).

Les grandes valeurs de la  $P_e$  traduisent la présence des minéraux lourds dans les foliaires des argiles, attestées par les fortes valeurs de  $R_t$ .

Par contre les saturations indiquent le contraire des résistivités à cause de la grande influence des intercalations d'argile.

Entre 3005.2m et 3007.2 m les niveaux gréseux sont aquifères.

#### **Bir Berkine Nord 2 (BBKN#2) :**

Les courbes de NGS ( fig.II.27.d Annexe IV ) indique la présence de plusieurs bancs gréseux avec des intercalations d'argile. Ces niveaux sont séparés par des bancs argileux plus épais.

Les diagraphies ont données des porosités moyennes de 6.67 %, une perméabilité de 1.35 mdarcy et une argilosité de 38.83 % pour l'ensemble du réservoir. La matrice est complexe. Cette complexité est dû à l'existence des intercalations d'argile des carbonates etc...

Les cross plots de minéralogie nous a permis la détection des minéraux représentés par l'illite, les silicates, les micas, la glauconite, la montmorillonite et des minéraux argileux intrastratifiés.

Comme à BBKN#1, les valeurs élevées du  $P_e$  indiquent la présence des minéraux lourds,

saturations montrent un réservoir aquifère, confirmé par les résistivités (fig II.26,c Annexe IV ).

Les faibles valeurs de  $\Phi_N$ ,  $\Delta T$  et  $\Phi_u$  ainsi que les grandes valeurs de  $R_t$  traduisent une zone compactée entre 3372.5 à 3374.2 m

#### **Forage Rhourde Messaoude 1 (ROM#1) :**

Les courbes de NGS ( fig. II.27.e Annexe IV ) montrent la présence de minces bancs gréseux intercalés dans des argiles. Dans cette zone le TAGI change de faciès.

Les enregistrements de LDL-CNL n'ont pas été effectués à cause de la grande argilosité du réservoir.

Les cross plot DT- $R_t$  montrent la présence d'hydrocarbure entre 3271.8 et 3272.2 m et de l'eau salée (320g/l) entre 3259 et 3262.2 m.

Les des cross plots de minéralogie montrent la présence d'illite et de minéraux argileux intrastratifiés.

Les résistivités (figure II.26,e Annexe IV ) sont faibles, ce qui suppose la présence d'hydrocarbure, mais en réalité ces faibles valeurs sont à relier à la prédominance des argiles.

Les rares bancs gréseux détectés entre 3252 à 3262 m, 3271 à 3275m et 3278 à 3280.4m sont supposés aquifères.

**f- Forage Rhourde Messaoude 2 (ROM#2) :**

Les courbes de NGS ( figure **II.27.f** Annexe IV ) mettent en évidence à la base un banc un banc gréseux de 0.5m et d'un autre banc gréseux plus épais présentant une porosité de 5.92%, une perméabilité de 2.11 et une argilosité de 21.99%).

Le sommet du réservoir est constitué par un grand banc argileux.

La matrice est complexe et les cross plots de minéralogie indiquent la présence de silicate, d'illite, des micas, glauconite et de biotite.

Les saturations ont été influencées par les intercalations d'argile.

Les faibles valeurs ( fig. **II.26,f** Annexe IV ) de CGR et de DT traduisent la présence de d'un banc gréseux aquifère où à hydrocarbure. Les faibles valeurs de la  $P_e$ ,  $R_t$  et de  $\Phi_N$  suggèrent la présence d'hydrocarbure, qui n'a pas été confirmé par les saturations à cause de l'influence des intercalations d'argile. Le banc traversé par le forage entre 3248.5 et 3250m est aquifère.

Forages	V <sub>sh</sub> %	Porosité %	Saturation %	Perméabilité .mdarcy	Hu	Observation
<b>Bir Berkine 1 BBK#1</b>	35.37	0.35 - 44	8.89 - 100	0.02 - 26.97	16.4	HC
<b>Bir Berkine 2 BBK#1</b>	40.71	2.3 - 31.4	5.3 - 100	0.33 - 16.05	14.8	EAU
<b>Bir Berkine Nord1 BBK#N1</b>	43.64	9.8 - 9.54	19.67 - 100	0.28 - 10.54	15.3	HC
<b>Bir Berkine Nord 2 BBK#N2</b>	38.83	1.3 - 14	6.16 - 100	0.13 - 5.1	20.5	EAU
<b>Rhourde Messaoud 1 ROM#1</b>	57	-	-	-	6.7	-
<b>Rhourde Messaoud 2 ROM#2</b>	37.69	48.4 -	4.48 -100	0.03 - 10.03	14.6	HC

**PRINCIPAUX RESULTATS DE L'INTERPRETATION  
QUANTITATIVE DES DIAGRAPHIES DES FORAGES ETUDIES**

**Tableau VI.13**

## **CHAPITRE III**

### **ANALYSE DES DONNEES**

### III Etude statistique

Actuellement les méthodes statistiques sont appliquées dans de nombreux domaines où on doit traiter des données sous forme de variables quantitatives et qualitatives mesurant des phénomènes naturels. Ces méthodes sont basées sur le traitement des informations et la mise en évidence des caractéristiques de l'observation à étudier.

L'étude statistique consiste à traiter les données sous forme de tableaux, de graphes et de résumés analytiques.

En général, il est indispensable de traiter une série d'observations par les statistiques de base tels que la moyenne arithmétique, la moyenne géométrique, la médiane et l'écart type. Ces indicateurs permettront le passage de l'analyse d'un échantillon à une population.

#### 1. Analyse des données :

Pour le passage d'une évaluation à l'échelle du puits à une évaluation à l'échelle régionale, des paramètres pétrophysiques,  $\Phi$ ,  $S_w$ ,  $K$ , une analyse statistique est préférable pour le choix des valeurs les plus représentatives. Cette analyse permet aussi la vérification de la fiabilité des données obtenus.

Les valeurs de la porosité, de la perméabilité et de la saturation varient de 0.11 à 44.4 % pour la porosité, de 0.02 à 27 mdarcy pour la perméabilité et de 5.29 à 100% pour la saturation.

L'analyse statistique est basée sur la construction d'histogrammes, qui vont déterminer la nature de la distribution. Le calcul des valeurs de kurtosis et de skewness a été effectué pour l'étude de l'homogénéité et la symétries des données.

Les calculs de la moyenne arithmétique, la moyenne géométrique, du maximum, du minimum, médiane, kurtosis et skewness (cf. annexe V) sont représenté dans le tableau **III.1**.

Les logiciels **Statistica 5** et **Origine 4.0** ont été utilisés, pour l'élaboration d'histogrammes et de plots ainsi que pour le calcul des valeurs statistiques.

#### 2. Homogénéité des données :

Les petites valeurs de l'écart type (tableau **III.1**) nous montrent qu'il n'y a pas de valeurs extrêmes ce qui indique la non dispersion autour de la moyenne, ce qui confirme l'homogénéité des données.

Puits	Porosité (%)							
	m-arth	m-géo	e-type	min	max	mediane	kurtosis	skeweness
BBK#1	9,52	6,52	13,85	0,35	44,4	6,92	3,8	1,95
BBK#2	8,25	7,43	4,45	2,37	31,4	7,22	9,58	7,66
BBK#N1	10,604	10,33	10,07	9,81	9,54	9,27571	9,01	7,43
BBK#N2	6,67	6,03	2,77	1,26	14,1	6,75	-0,03	8,66
ROM#2	10,17	8,9	4,35	0,11	21,1	10,16	-0,84	7,43
Puits	Perméabilité (mdarcy)							
	m-arth	m-géo	e-type	min	max	mediane	kurtosis	skeweness
BBK#1	3,44	1,52	13,86	0,02	27	1,66	7,68	2,7
BBK#2	2,37	1,85	2,25	0,33	16,1	1,77	17,5	9,75
BBK#N1	2,73	2,03	1,96	0,28	10,5	2,23	1,53	10
BBK#N2	1,67	1,35	1	0,13	5,1	1,6	1,06	9,65
ROM#2	4,47	3,8	2,11	0,03	10	4,41	-0,84	9,76
Puits	Saturation (%)							
	m-arth	m-géo	e-type	min	max	mediane	kurtosis	skeweness
BBK#1	22,65	61,57	22,65	8,89	100	55,45	-1,57	0,02
BBK#2	70,47	62,96	26,14	5,29	100	67,36	-0,39	-0,6
BBK#N1	82,9	77,61	24,14	19,7	100	100	0,42	-1
BBK#N2	80,87	74,53	24,34	6,16	100	93,28	0,85	1,26
ROM#2	75,89	73,82	17,32	48,4	100	77,55	-1,24	0,12

**Tableau III.1 Caractéristiques des paramètres pétrophysiques**

### 3. Etude de la distribution :

La construction des histogrammes ( fig. III.1 à III.15 ) pour chaque paramètre permet la détermination de la nature de la distribution qui caractérise ce paramètre.

Pour un paramètre donné, on remarque que la loi de la distribution (fig. III.1 à III.30) reste identique sur l'ensemble des six puits.

Les figures de III.1 à III.30 de distribution des données de puits sont les mêmes pour les mêmes paramètres, cela est dû au fait que l'allure des courbes est la même.

### 3.1 La porosité

Pour la porosité ( fig. III.1, III.7, III.13, III.19 et III.25), on remarque que les valeurs de la médiane de la distribution sont proche des valeurs de la moyenne. Les valeurs de kurtosis et de skewness confirment cette observation (tab. III.1).

Les figures montrent que la porosité suit une loi symétrique normale.

### 3.2 La perméabilité

Pour la perméabilité (fig. III.2, III.8, III.14, III.20 et III.26), on constate qu'elle suit une loi log normale. Les valeurs de la médiane de la distribution sont proches des valeurs de la moyenne géométrique (tableau III.1).

### 3.3 La saturation

Pour la saturation (fig. III.3, III.9, III.15, III.21 et III.27 ), l'étude est plus complexe. on constate que les petites valeurs ont la même allure que les grande valeurs et que les valeurs de la médiane sont proches des valeurs de la moyenne arithmétique, confirmée par les valeurs de kurtosis et skeweness.

Les figures montrent que la saturation suit une lois symétrique normale.

## 4 Conclusion

La saturation et la porosité on une même distribution qui différent de la distribution de la perméabilité.

Les données calculées sont homogènes, ce qui nous permet de faire une interprétation régionale.

Les moyennes arithmétiques calculées des saturations et des porosités sont les plus représentatives pour un puits donné.

La moyenne géométrique de la perméabilité est la plus représentative pour un puits donné.

**BBK#1**

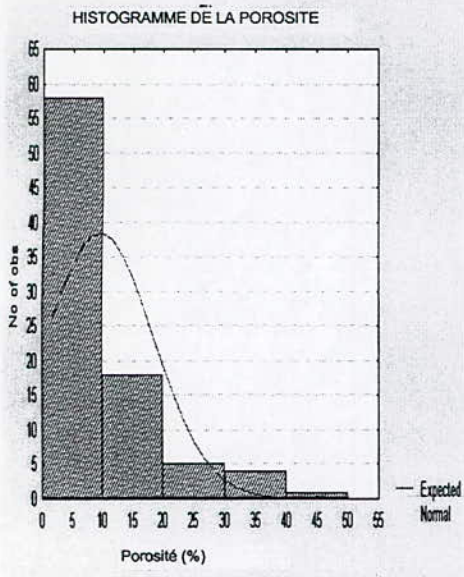


Figure V,1

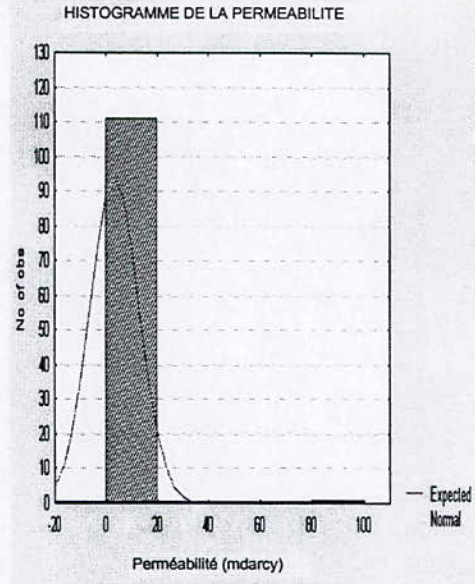


Figure V,2

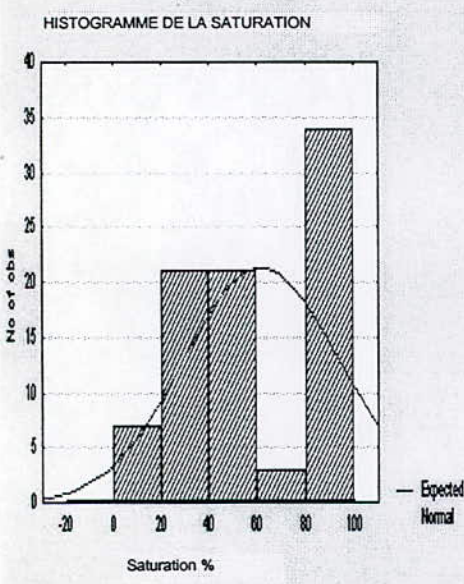


Figure V,3

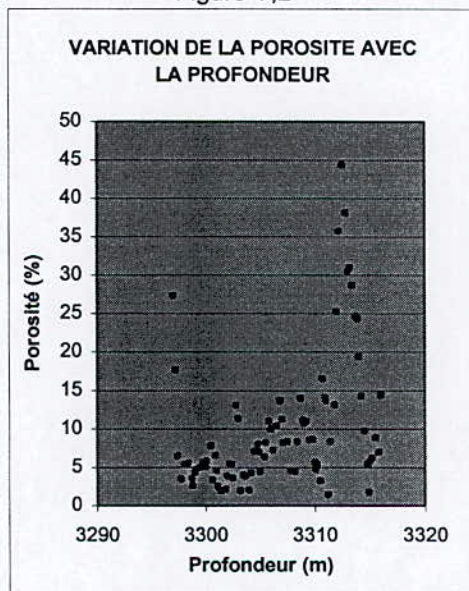


Figure V,4

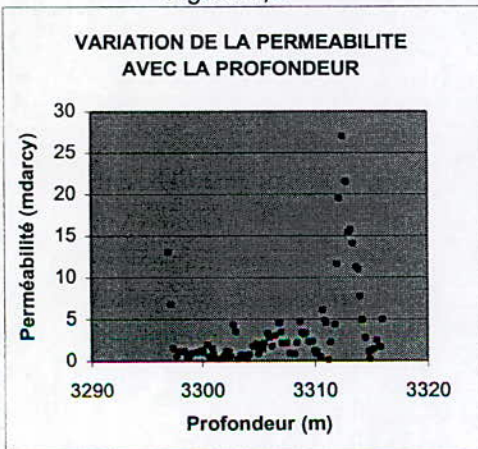


Figure V,6

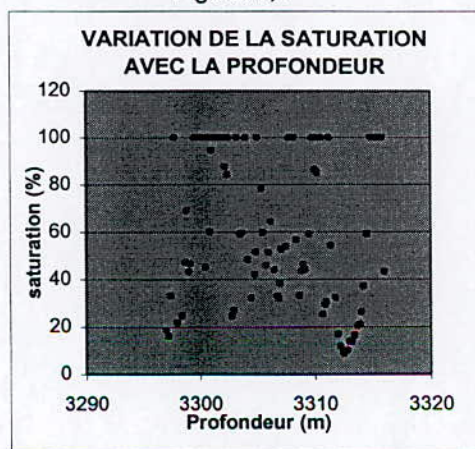


Figure V,7



**BBK#2**

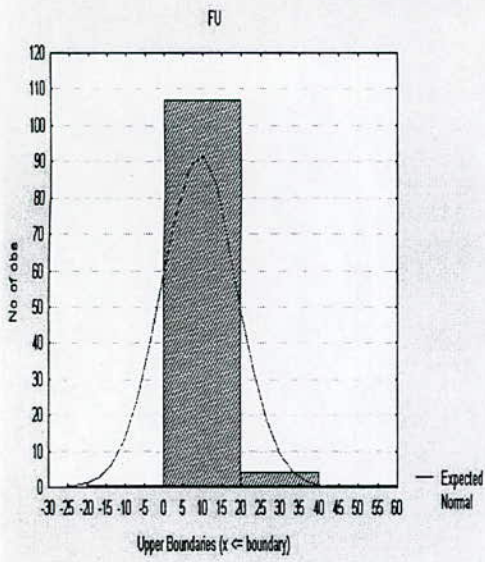


Figure V,8

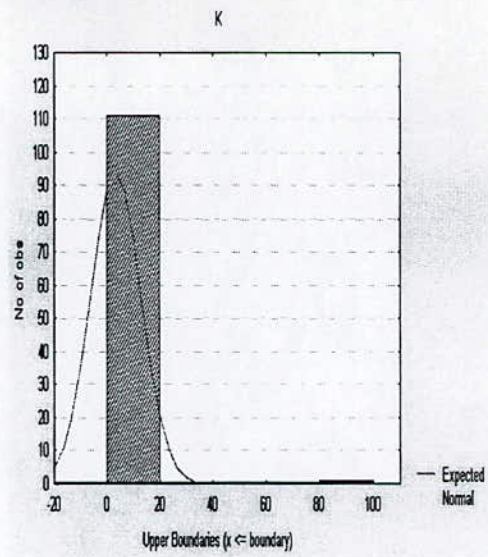


Figure V,9

Feuil24

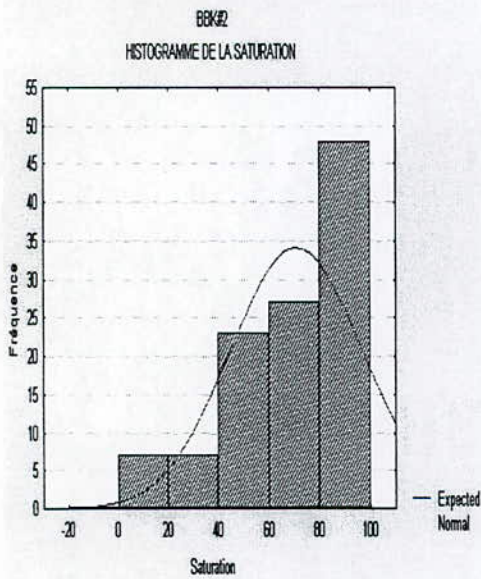


Figure V,10

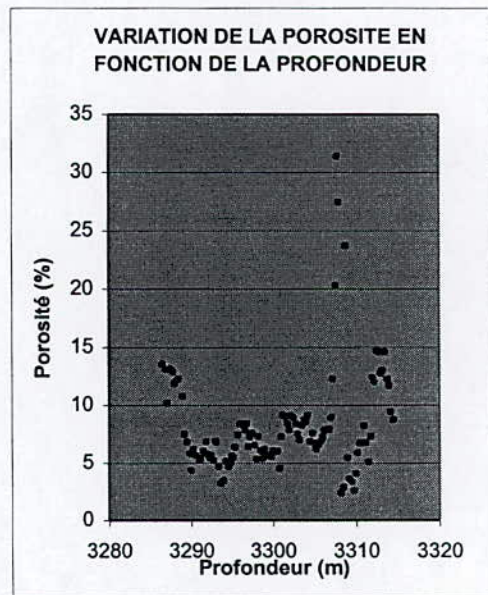


Figure V,11

Page 32

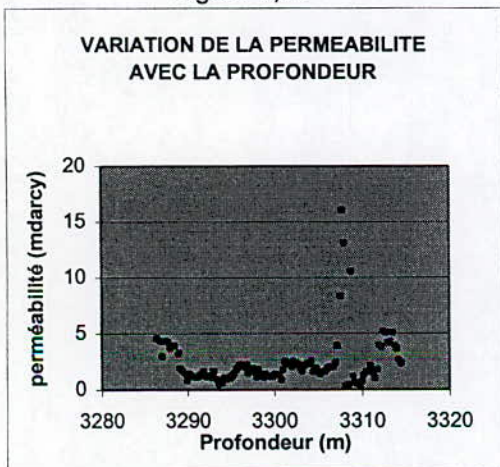


Figure V,12

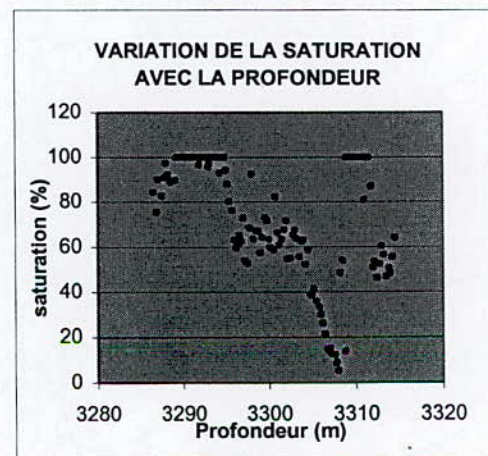


Figure V,13

**BBK#N1**

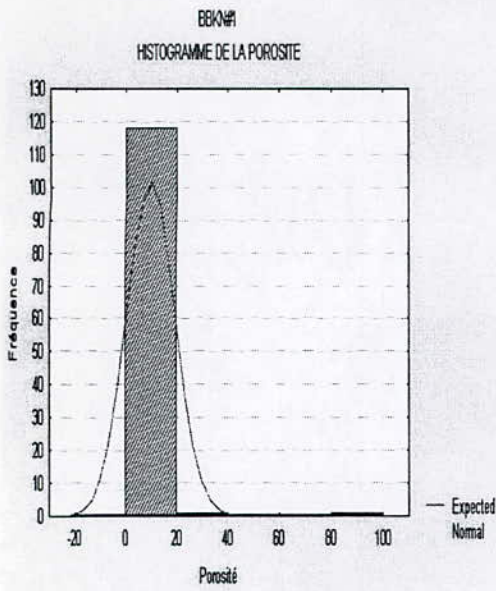


Figure V,13

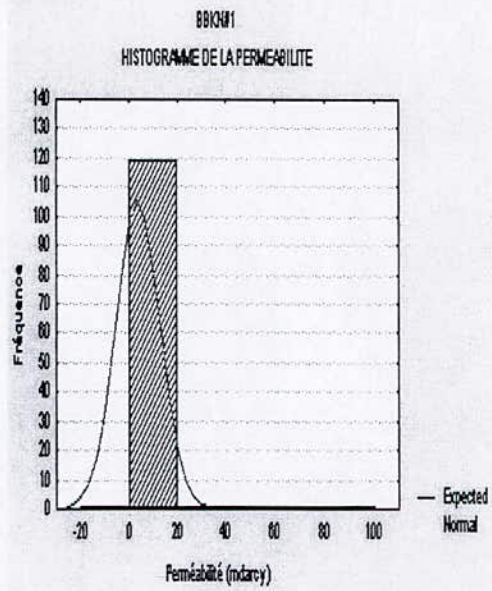


Figure V,14

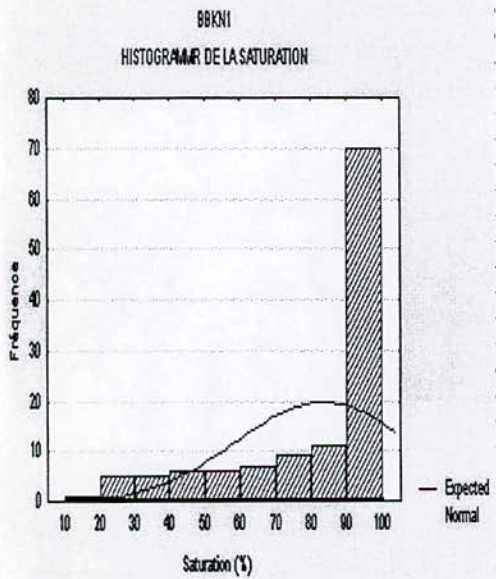


Figure V,15

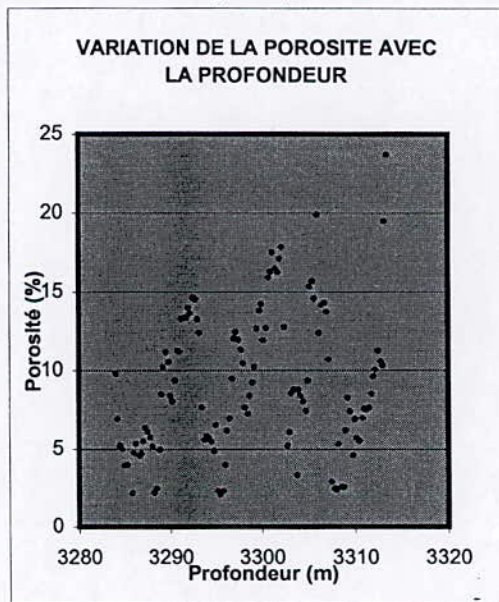


Figure V,16

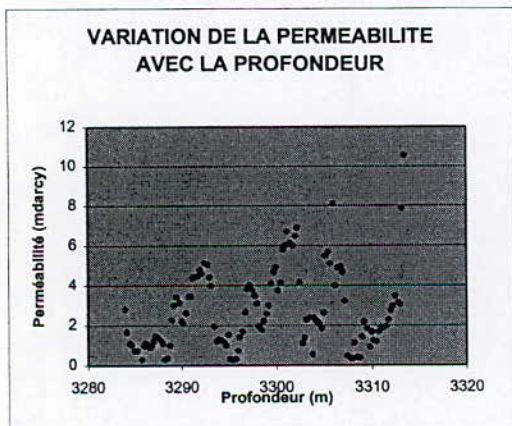


Figure V,17

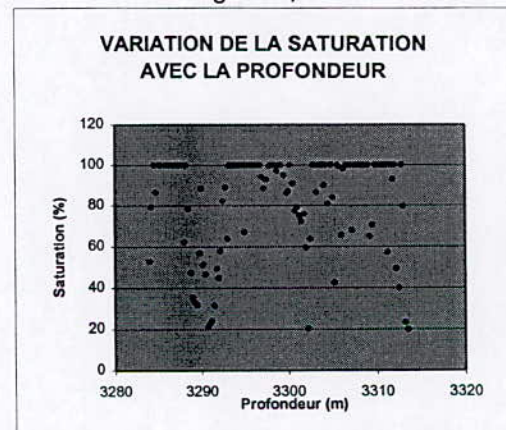


Figure V,18

**BBK#N2**

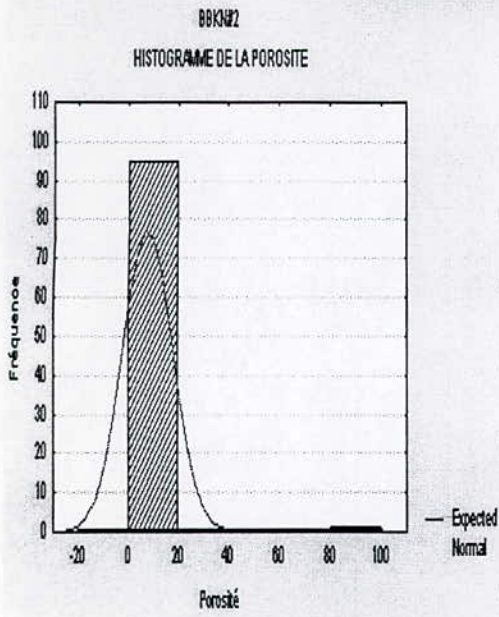


Figure V,19

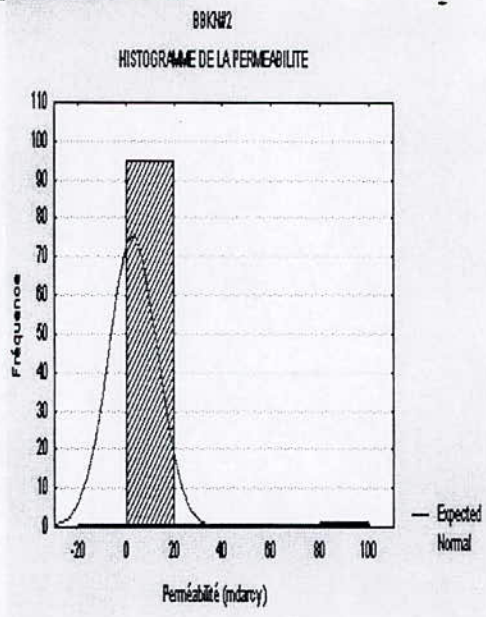


Figure V,20

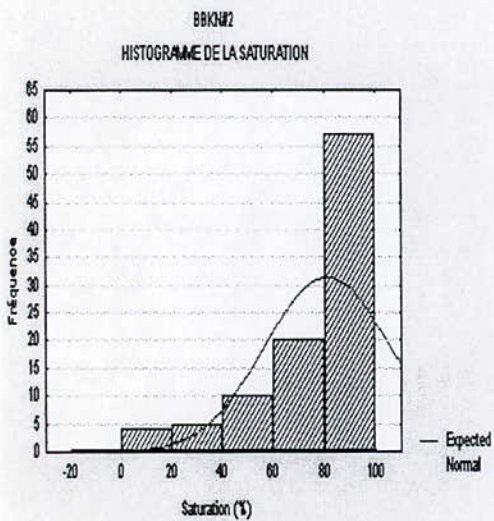


Figure V,21

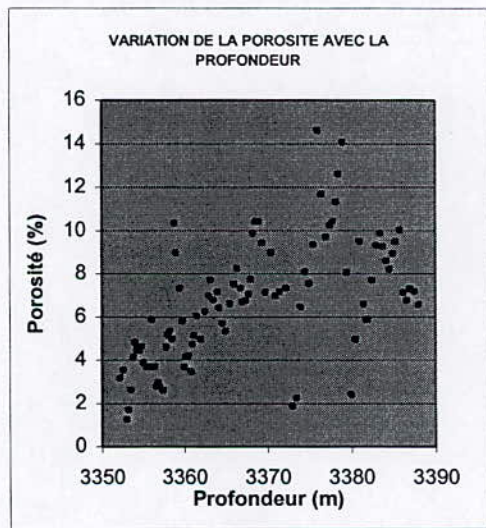


Figure V,22

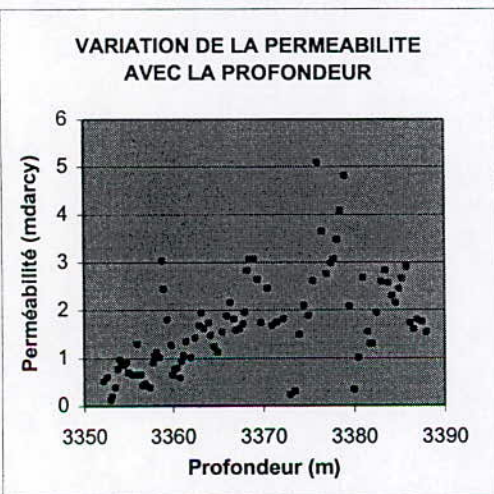


Figure V,23

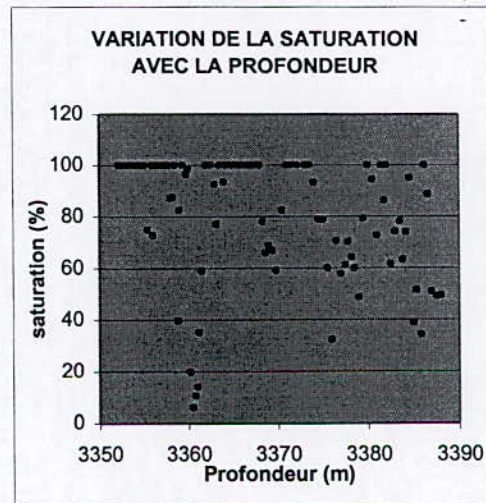


Figure V,24

**ROM#2**

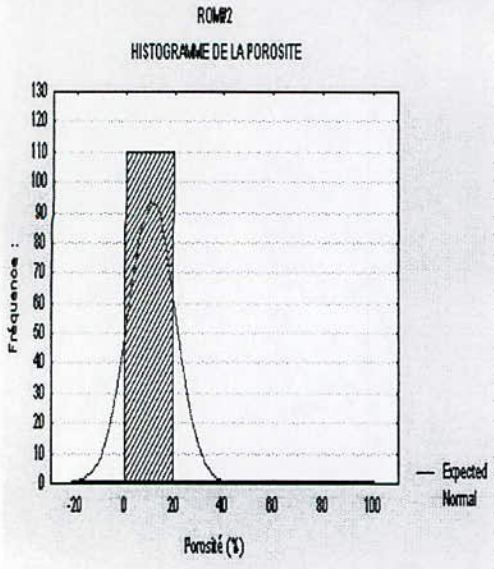


Figure V,25

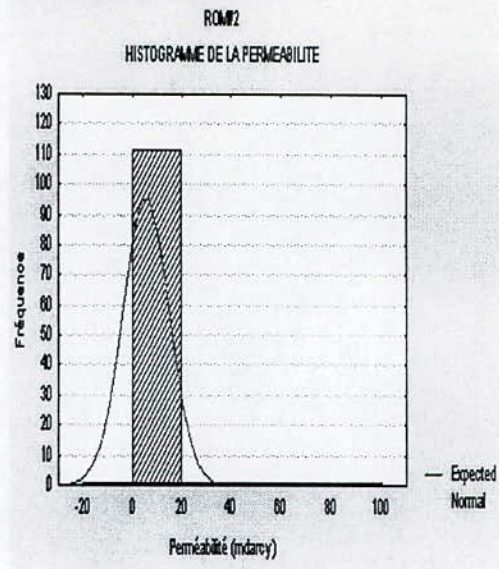


Figure V,26

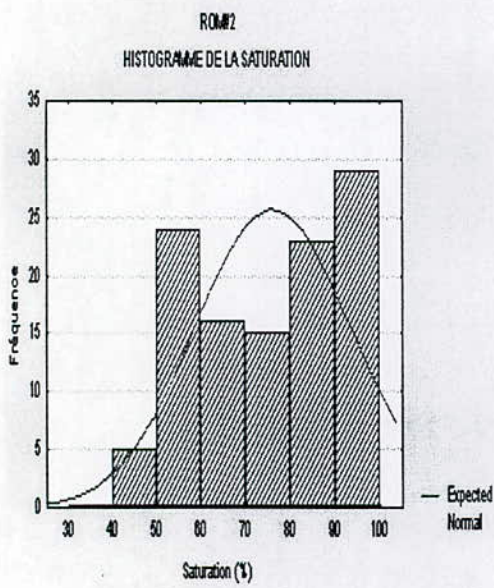


Figure V,27

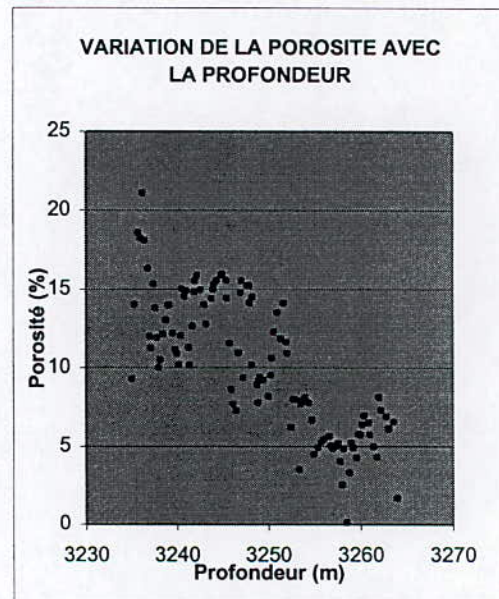


Figure V,28

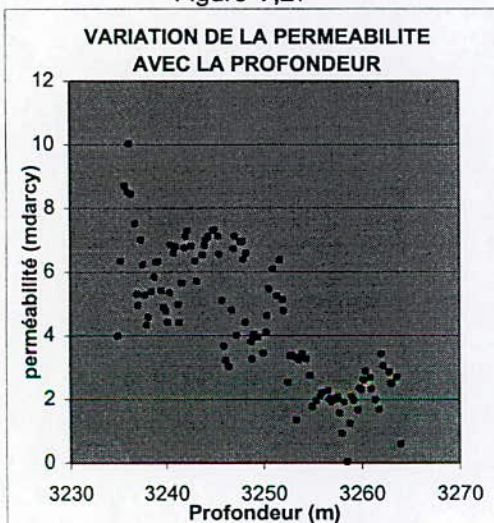


figure V.29

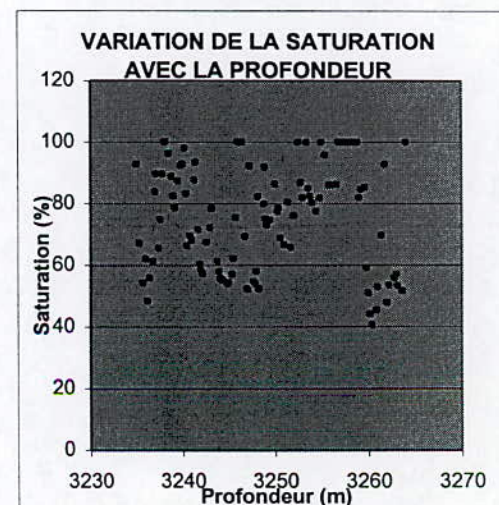


figure V.30

## **CHAPITRE IV**

### **ETUDE DU RESERVOIR**

## VI Etude du réservoir

Ce chapitre développe l'interprétation sur toute la région (champ) forages d'étude.

Pour une évaluation et une description complète du réservoir sur les six puits les cartes suivantes ont été réalisées:

- Carte en isopathe de la discordance hercynienne ( fig. **IV.1 a,b** ).
- Carte en isopathe du toit du TAGI (fig. **IV.2 a,b** ).
- Carte en isopathe du Zs (fig. **IV.3.a,b** ).
- Carte en isopaque de la hauteur utile (fig. **IV.4** ).
- Carte en isopaque de la hauteur totale (fig. **IV.5** ).
- Carte en isopaque des réserves TAGI. (fig **IV.6 a,b** ).
- Carte en isoporosité du réservoir TAGI. (fig. **IV.7** ).
- Carte en isoperméabilité du réservoir TAGI. (fig. **IV.8** ).
- Carte en isosaturation du réservoir TAGI. (fig **IV.9** ).
- Carte en isovolume d'argile du réservoir TAGI. (fig. **IV.10** ).

### 1. Structure du réservoir

La structure du réservoir a été déterminé par les cartes en isopathes et en isopaques (fig. **IV.1a,b**, **IV.2,a,b** , **IV.3** et **IV.4**.)

La cartographie en 3D de la discordance hercynienne et du toit du TAGI (fig. **IV.1.a** et **IV.2.b** ) a permis d'avoir une idée sur la morphologie du réservoir.

La cartographie de la discordance hercynienne, du toit du TAGI et 3D de Zs (fig. **IV.1.b** , **IV.2.b** et **IV.3**) donne une idée sur l'accessibilité du réservoir sa profondeur.

La cartographie de la hauteur totale (fig. **IV.4**) a permis de suivre la variation de l'épaisseur du réservoir.

Ces cartes permettent de retenir les points suivants:

- La structure du réservoir n'est pas pénéplaine. Ce dernier se trouve à des faibles profondeurs vers le Nord par rapport au Sud.
- Les lignes en isopathe de la discordance hercynienne ainsi que celles du toit du TAGI, se resserrent entre les forages BBKN#1 et BBKN#2. Ce resserrement peut être du à une faille,

## 2. Cartographie des paramètres pétrophysiques

La cartographie des paramètres pétrophysiques permet de distinguer les zones de bonnes et de mauvaises caractéristiques pétrophysiques à l'échelle régionale.

### 2.1 L'argilosité :

La cartographie de la variation du volume d'argile ( fig.IV.6) est basée sur la moyenne arithmétique ( tab IV.1. ).

La diminution du volume d'argile est du Nord-Est vers le Sud-Ouest.

On remarque la grande variation du volume d'argile entre les forages ROM#1 et ROM#2 est assez élevée, mais en considérant tous les forages cette variation n'est pas importante . Par ailleurs, les zones de faible argilosité se situent vers le Sud-Est.

### 2.2 La porosité :

La carte d'isoporosité (fig. IV.7) est basée sur les moyennes arithmétiques. (tab. IV.1 ).

La porosité varie peu mais elle diminue légèrement vers BBKN#2, où le réservoir se retrouve à plus profond.

Ces faibles variations sont dues à l'uniformité de la lithologie ( cross plots ) et de l'argilosité (fig.IV.10).

### 2.3 La perméabilité :

La carte d'isoperméabilité (fig.IV.8 ) est basée sur les moyennes géométriques (tab. IV.1 ).

On remarque une détérioration linéaire de la perméabilité du Nord-Ouest vers le Sud-Est, sauf vers la région centrale où le réservoir se trouve à des profondeurs plus grandes ( vers les puits BBKN#1 et BBKN#2 ), où le réservoir présente de bonnes perméabilités.

### 2.4 La saturation

La carte d'isosaturation (fig.IV.9) est basée sur les moyennes arithmétiques( tab.IV.1. ).

La distribution de la saturation est quelconque dans l'ensemble du réservoir.

Les zones Nord et Est présentent une importante saturation. Le maximum est atteint à l'Est de BBKN#2. La région Sud-Ouest présente de faible saturation et les valeurs minimales se retrouvent dans le forage BBK#1.

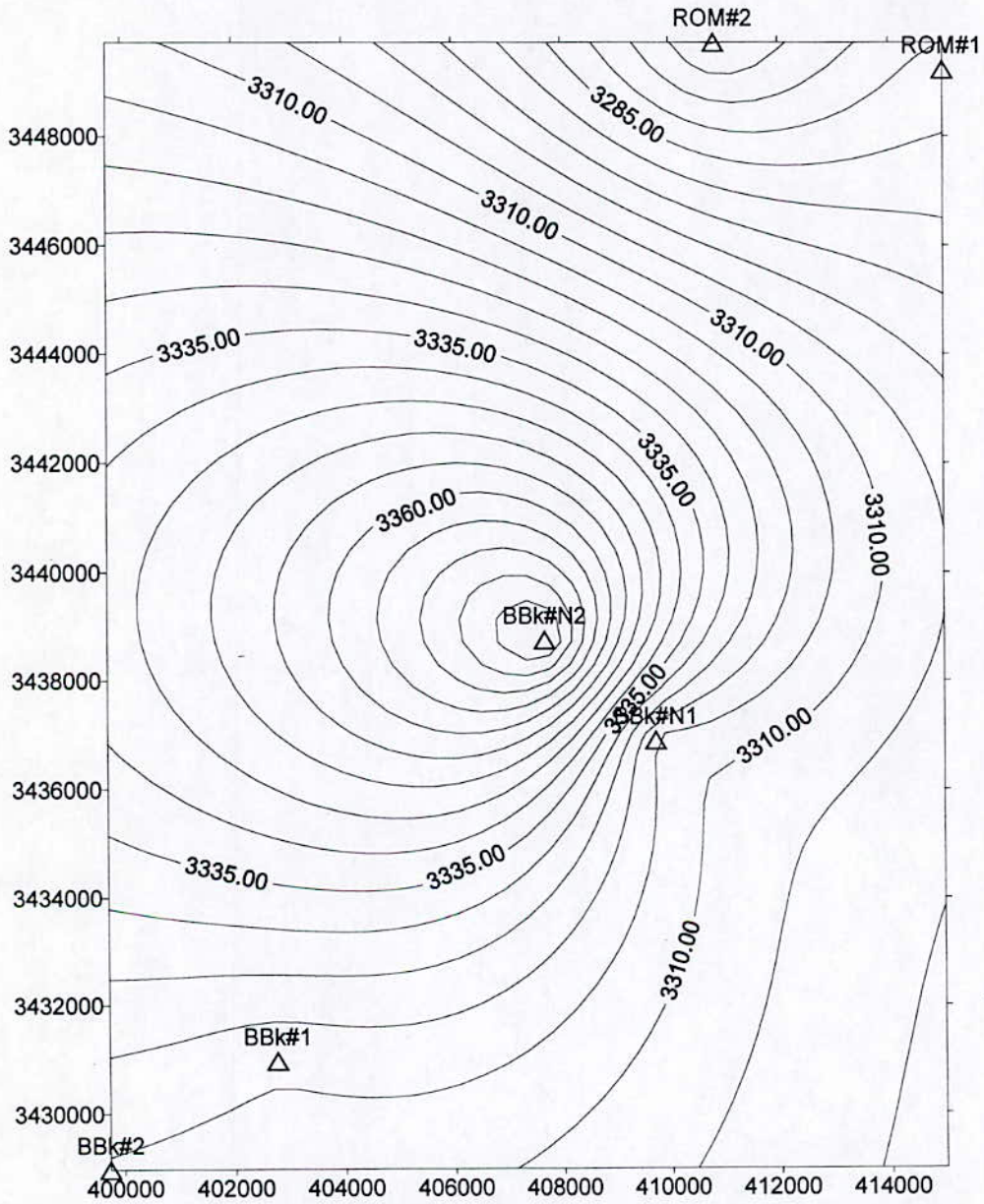
Forages	X	Y	Zs m	Hu m	Ht m	Toit .m	$\Phi$ %	K mdarcy	Sw %	Vsh %	Hu* $\Phi$ m	HD m
Bir Berkine#1 BBK#1	402769	3430970	186	16.4	19	3297	9.52	1.52	51.45	35.37	156.16	3316
Bir Berkine#2 BBK#2	339732.6	3428970	182.26	14.8	18	3286.5	8.25	1.85	62.96	40.71	122.11	3314.5
Bir Berkine Nord #1 BBKN#1	409732.6	3436892	187.5	15.3	29.4	3284	9.1	2.03	77.61	43.64	139.22	3313.5
Bir BerkineNord #2 BBKN#2	407685.9	3438747	196.21	20.5	26	3352.2	6.67	1.35	74.53	38.84	136.67	3388
Rhourde Messaoude #1 ROM #1	414983	3449219	194.5	6.7	33.5	3249	-	-	-	56.99	-	3282.5
Rhourde Messaoude #2 ROM #2	410833	3449717	194.5	14.6	29	3235	10.17	3.8	73.83	37.69	148.50	3264

Tableau : IV.1 Caractéristique du réservoir

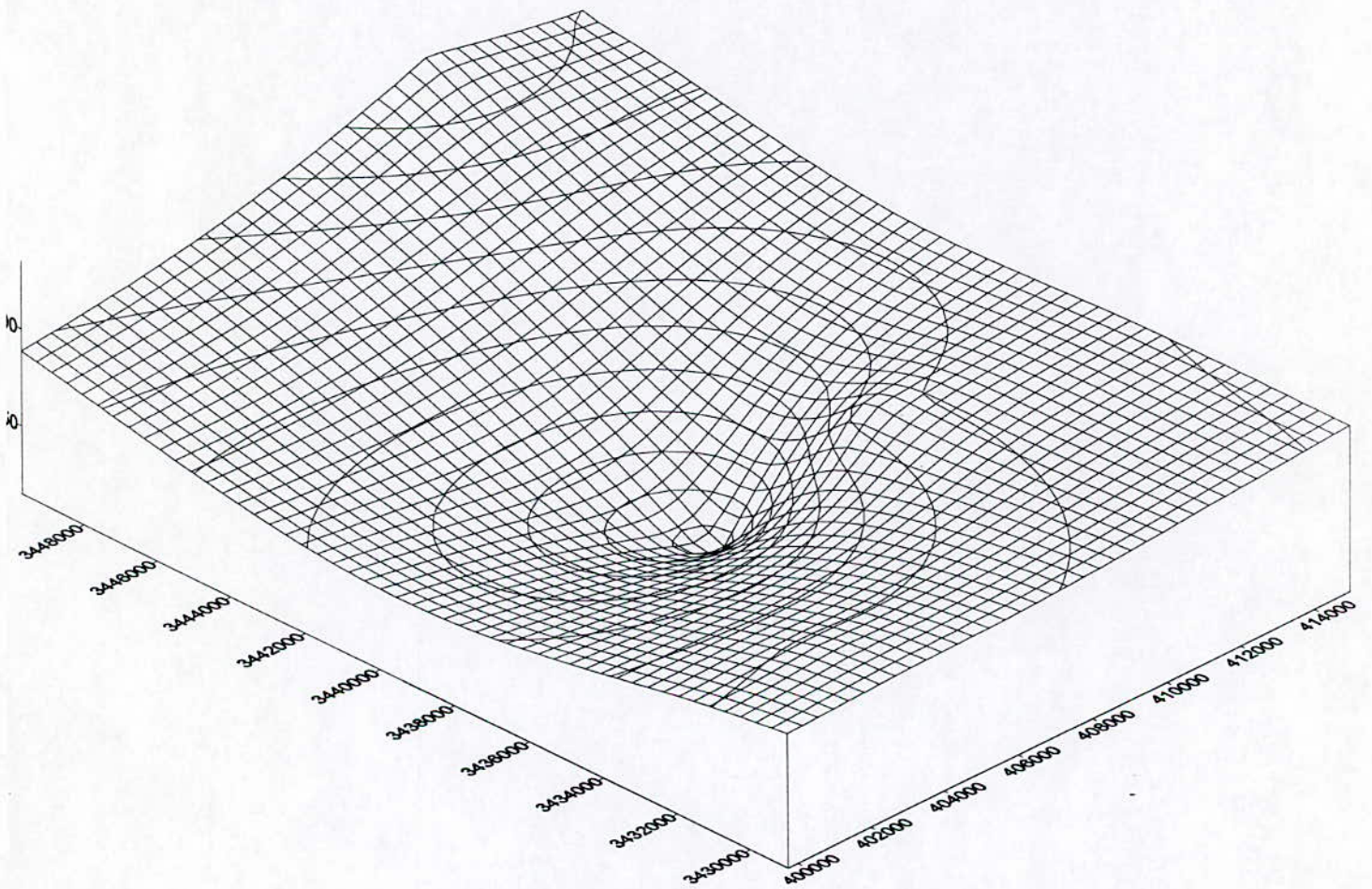


Forages	X	Y	Zs m	Hu m	Ht m	Toit M	Φ %	K mdarcy	Sw %	Vsh %	Hu*Fu m	HD m
Bir Berkine#1 BBK#1	402769	3430970	186	16.4	19	3297	9.52	1.52	51.45	35.37	156.16	3316
Bir Berkine#2 BBK#2	339732.6	3428970	182.26	14.8	18	3286.5	8.25	1.85	62.96	40.71	122.11	3314.5
Bir Berkine Nord #1 BBKN#1	409732.6	3436892	187.5	15.3	29.4	3284	9.1	2.03	77.61	43.64	139.22	3313.5
Bir BerkineNord #2 BBKN#2	407685.9	3438747	196.21	20.5	26	3352.2	6.67	1.35	74.53	38.84	136.67	3388
Rhourde Messaoude #1 ROM #1	414983	3449219	194.5	6.7	33.5	3249	-	-	-	56.99	-	3282.5
Rhourde Messaoude #2 ROM #2	410833	3449717	194.5	14.6	29	3235	10.17	3.8	73.83	37.69	148.50	3264

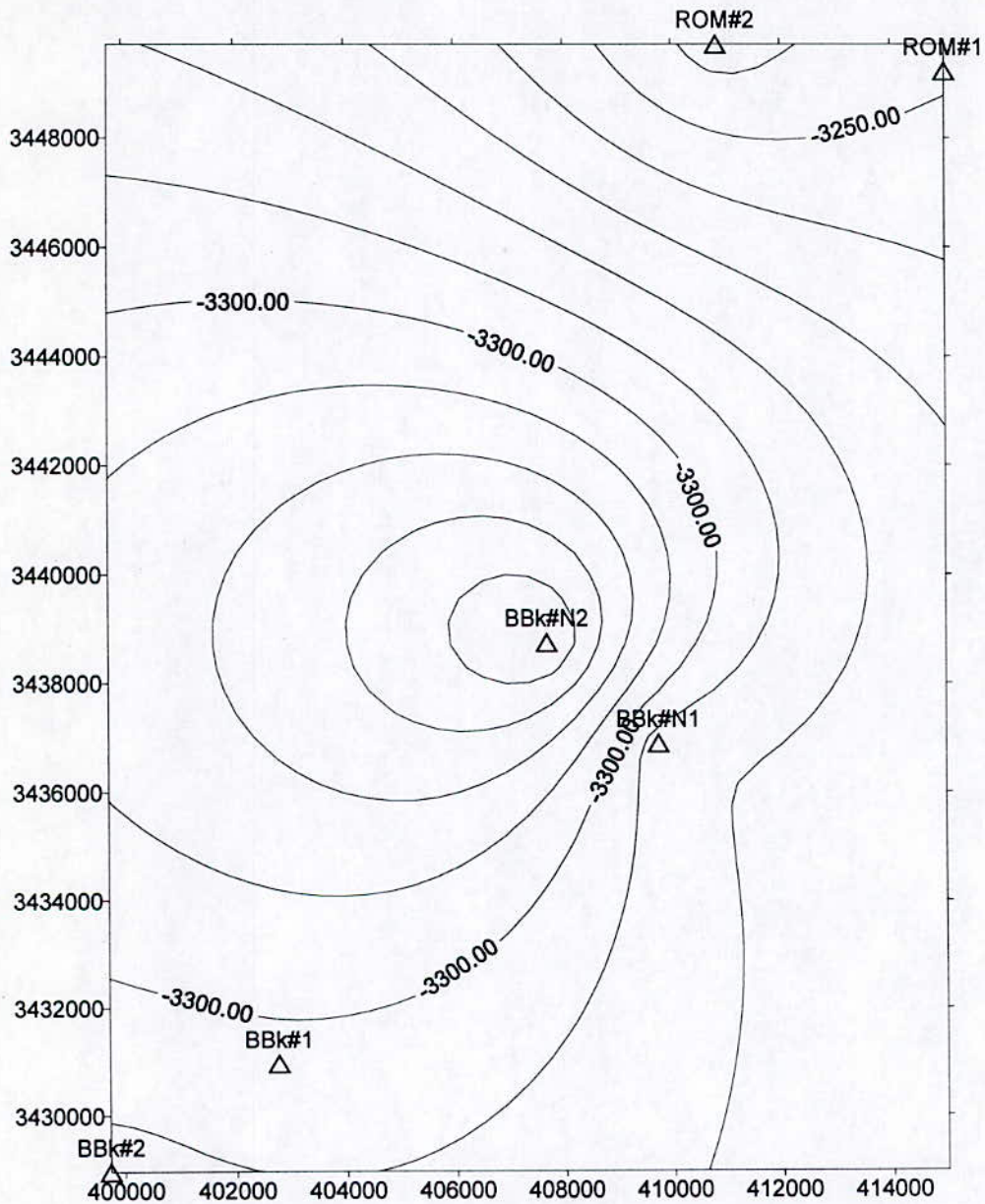
Tableau : IV.1 Caractéristique du réservoir



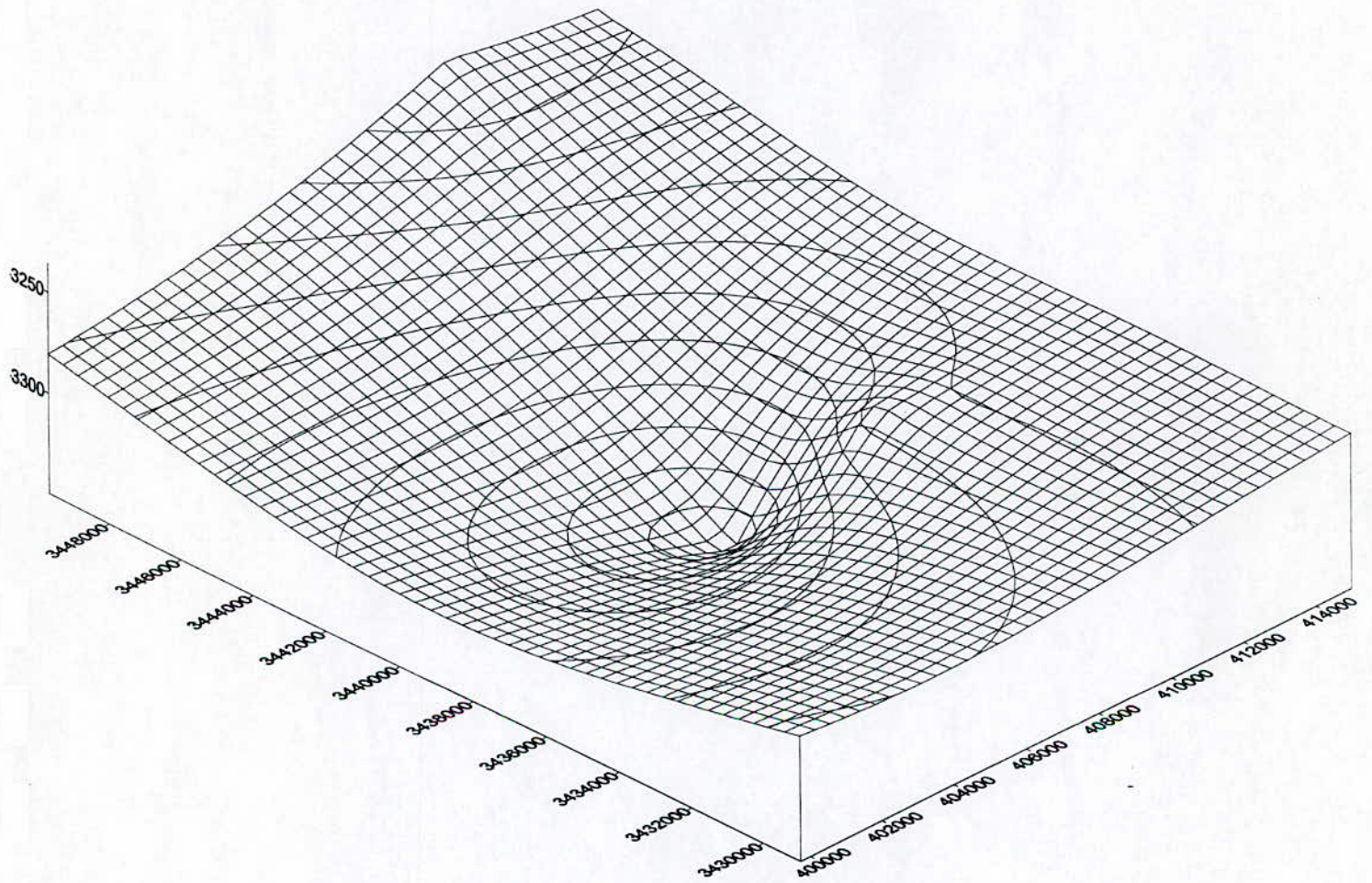
**ISOPATH DE LA DISCORDANCE HECYNIENNE (m)**  
**figure IV.1,a**



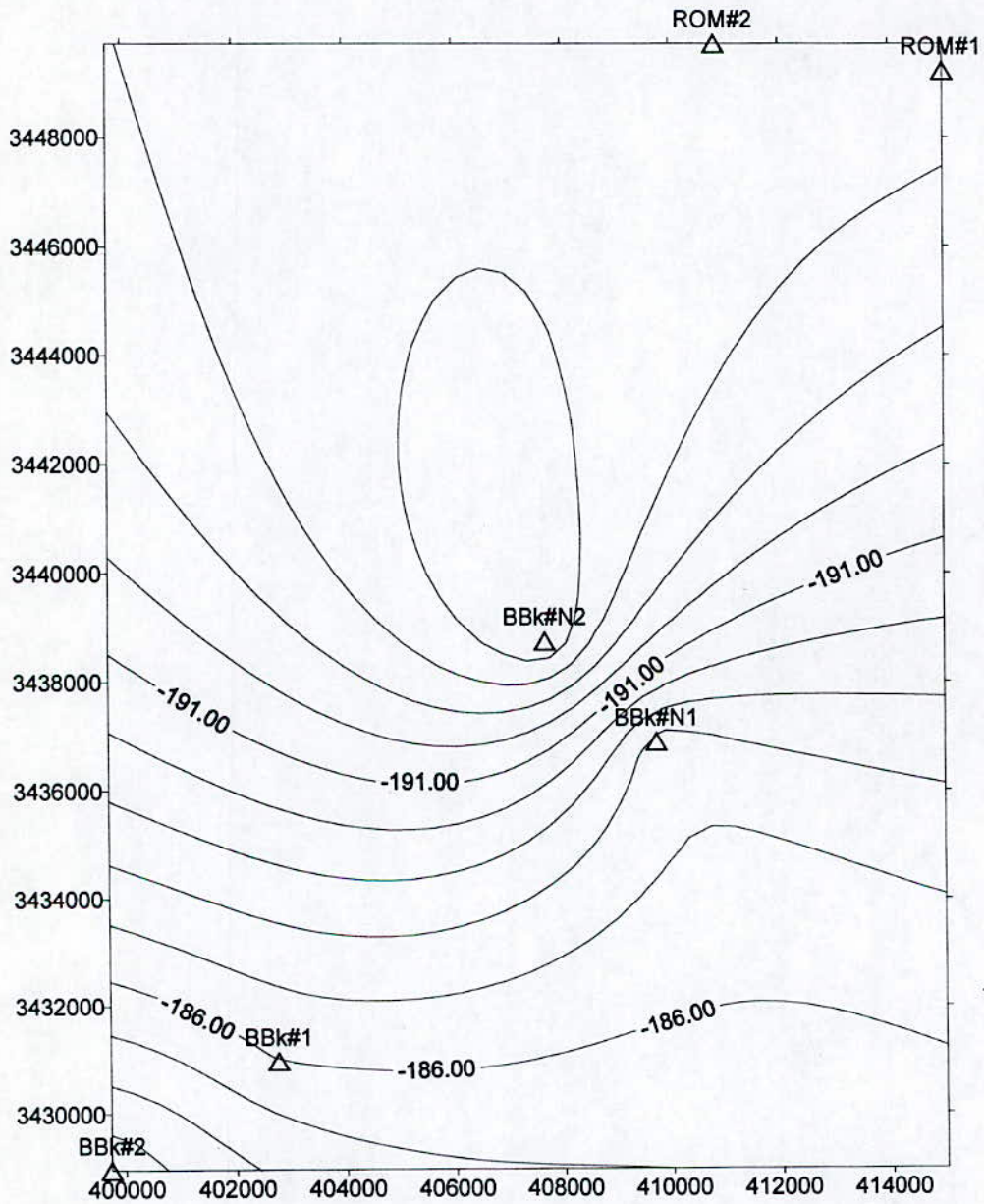
**Topographie de le discordance hercynienne  
figure IV.1,a**



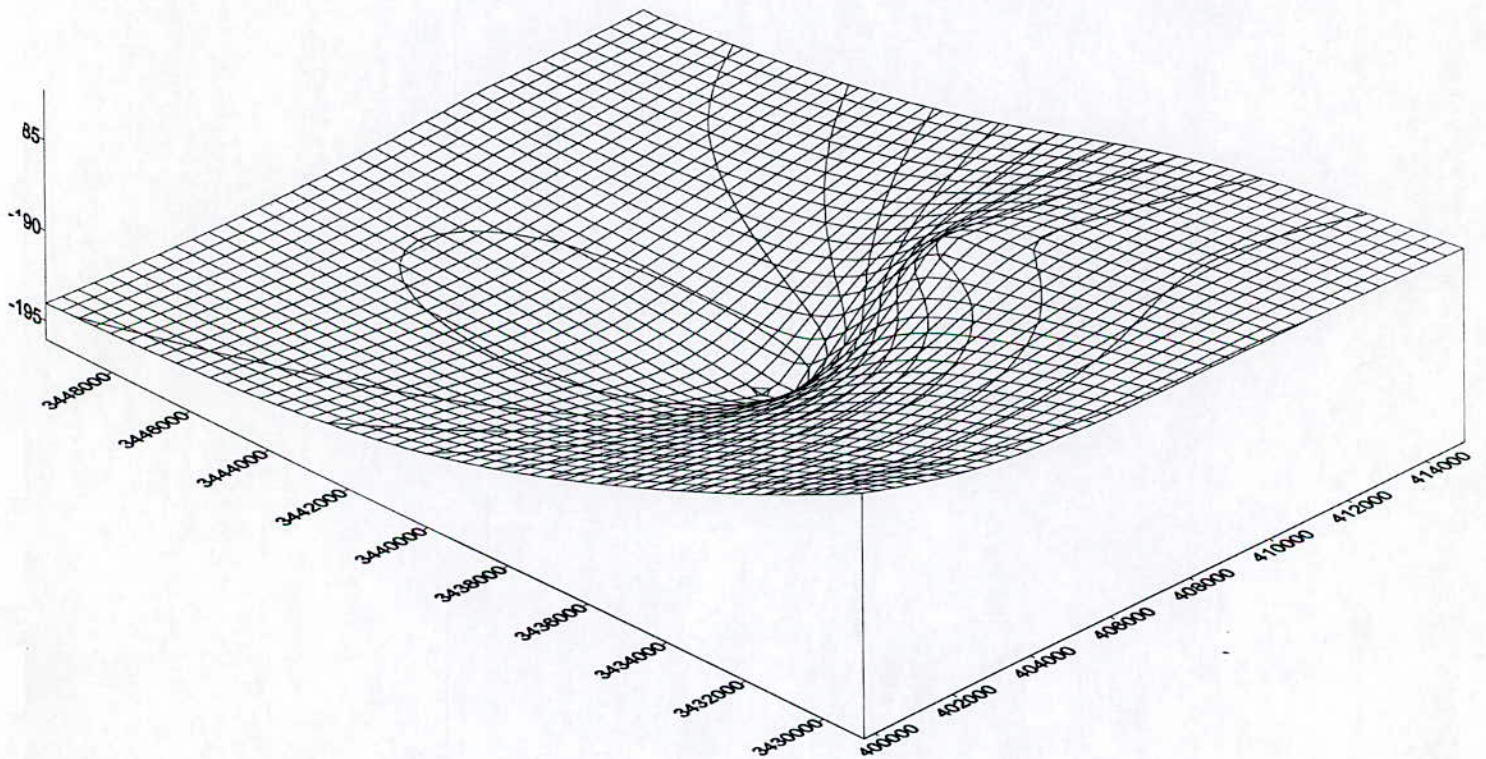
**ISOPATH DU TOIT DU TAGI (m)**  
**figure IV.2,a**



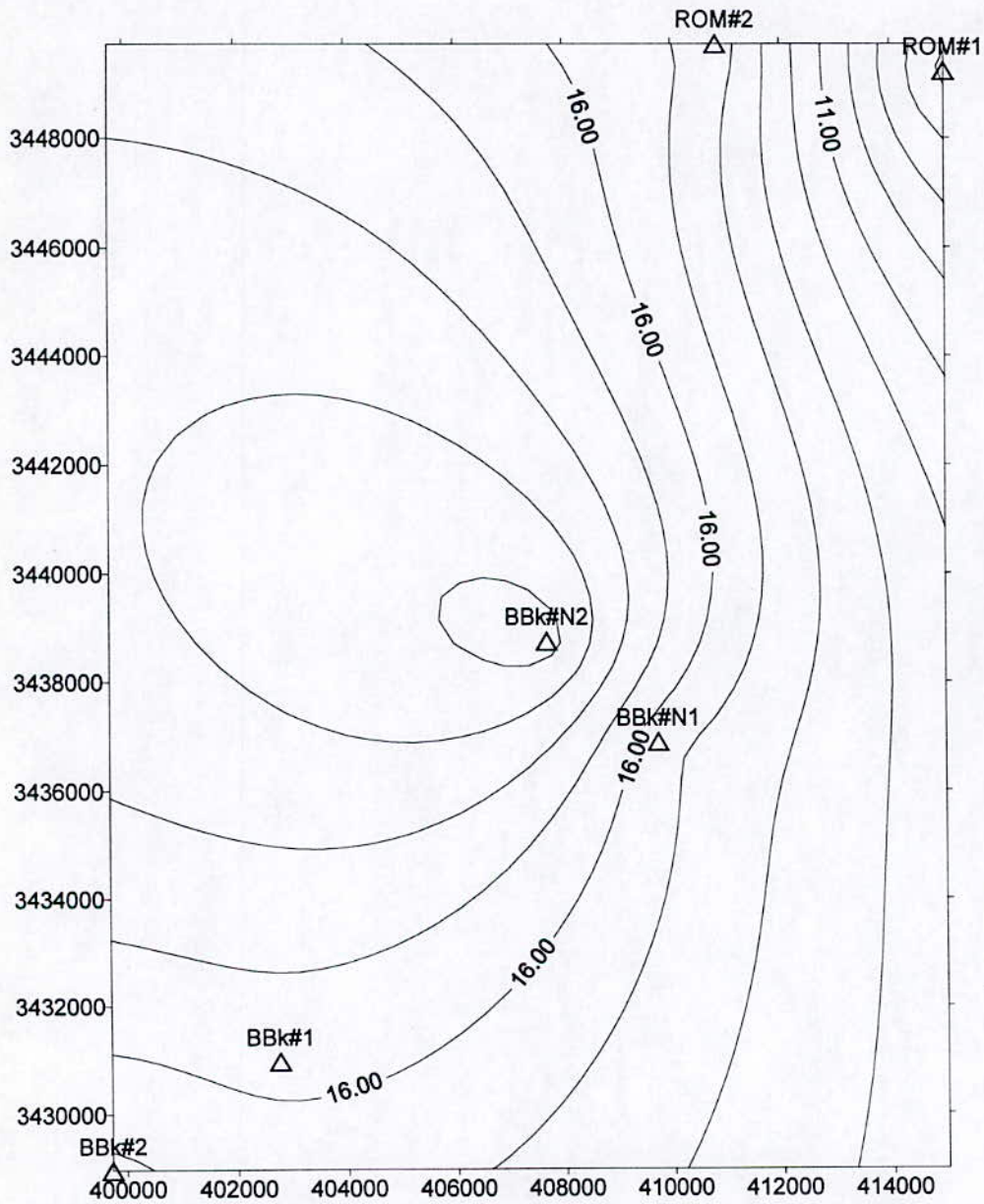
**Topographie du toit du réservoir TAGI  
figure IV.2,b**



**La topographie du sole  
figure IV.3,a**

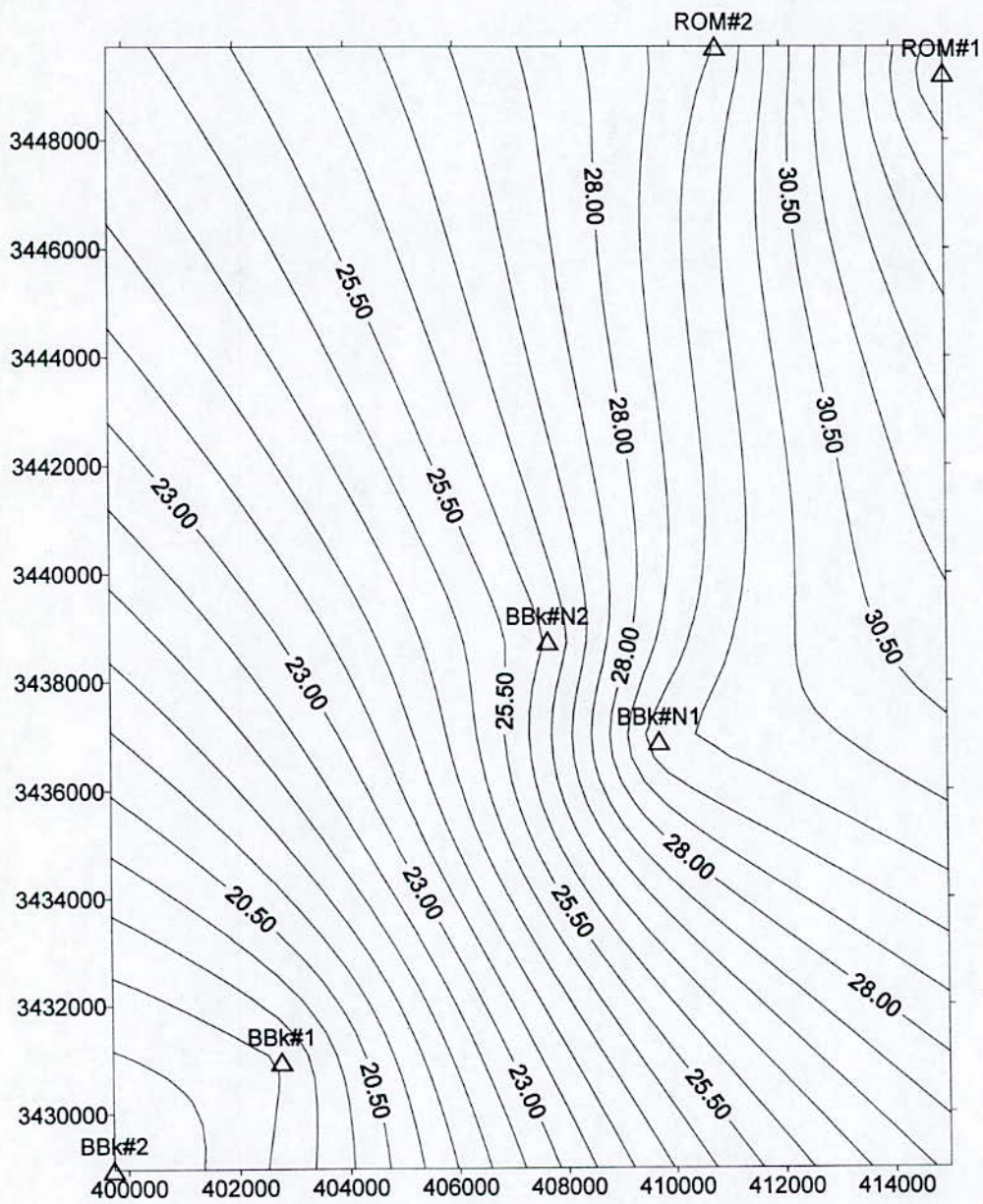


**Topographie du sole  
figure IV.3,b**

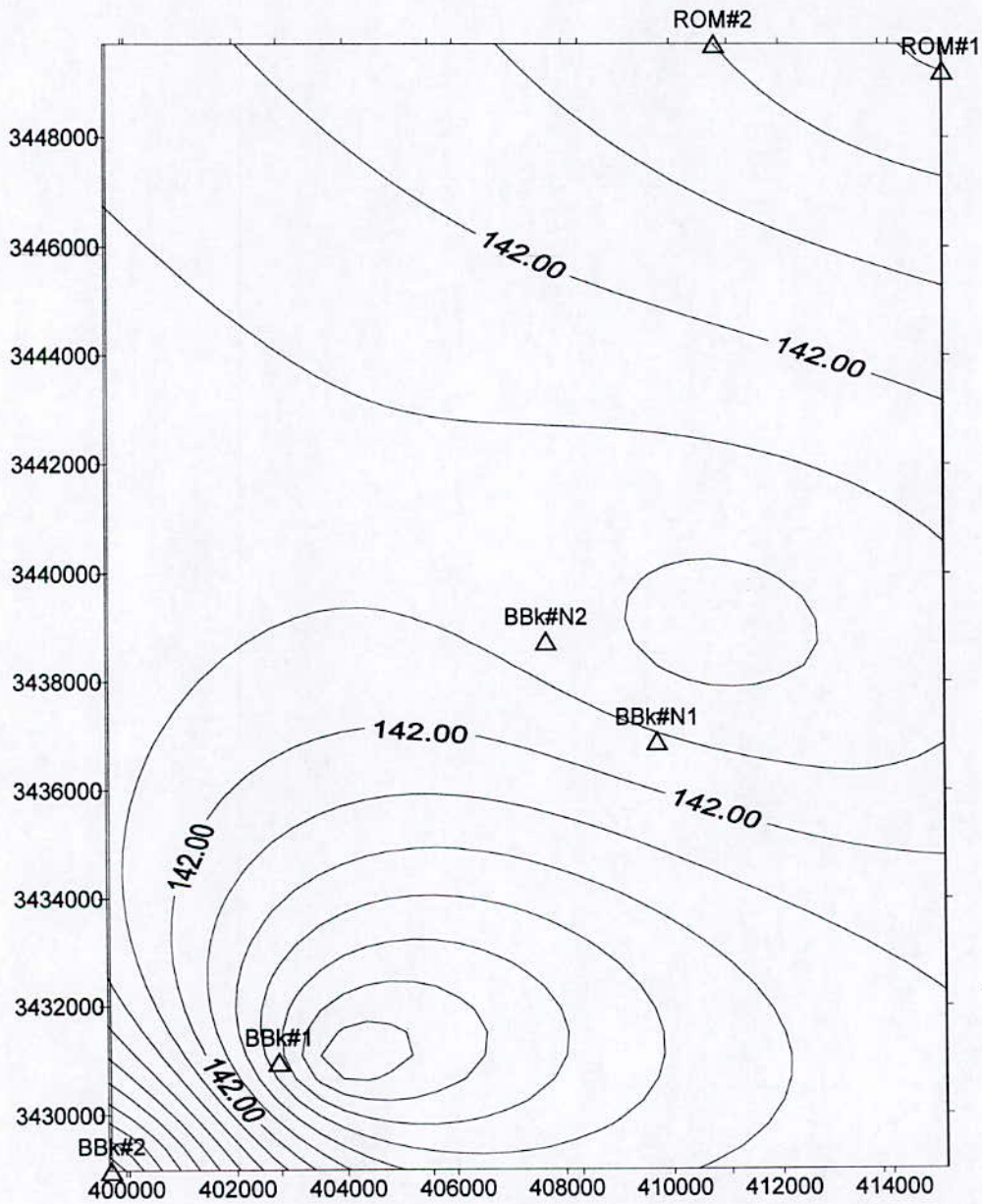


**ISOPAQUE DE LA HAUTEUR UTILE(Hu) m**  
**figure IV.4**

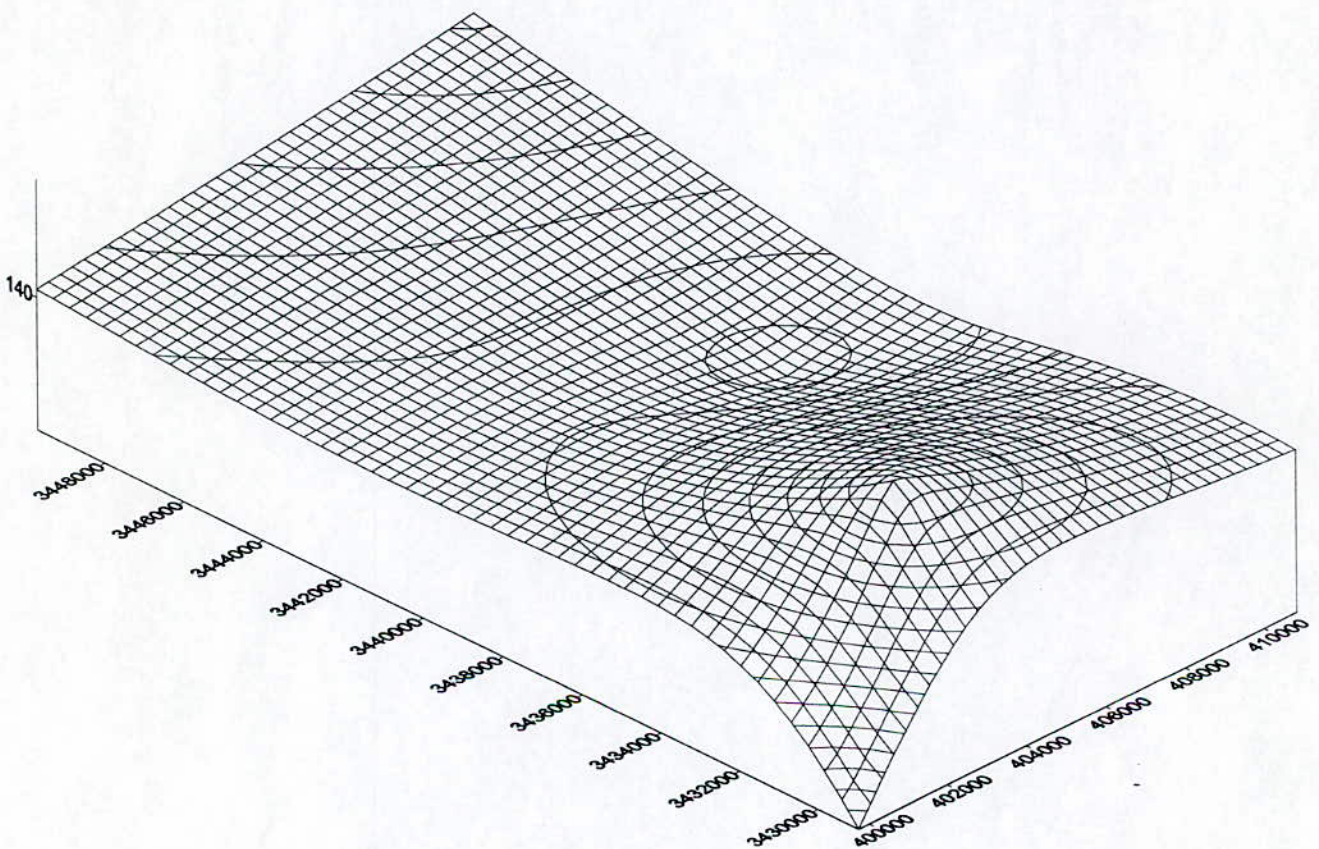




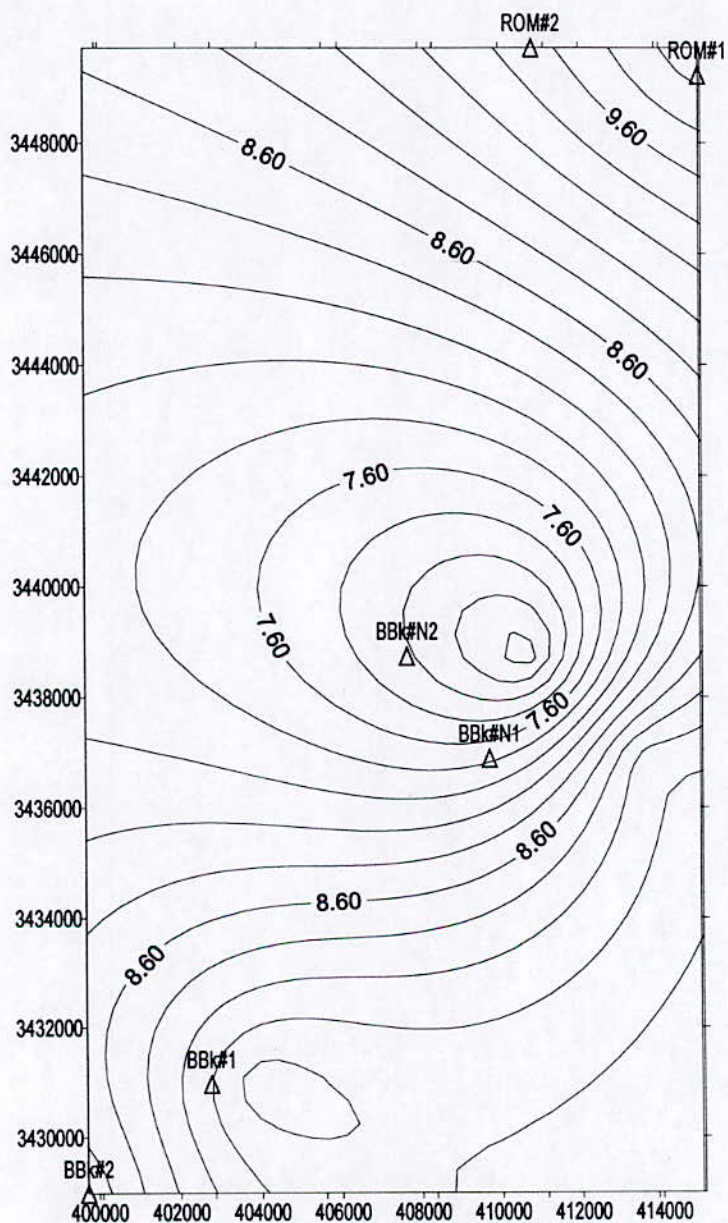
**ISOPAQUE DE LA HAUTEUR TOTALE (Ht) m**  
**figure IV.5**



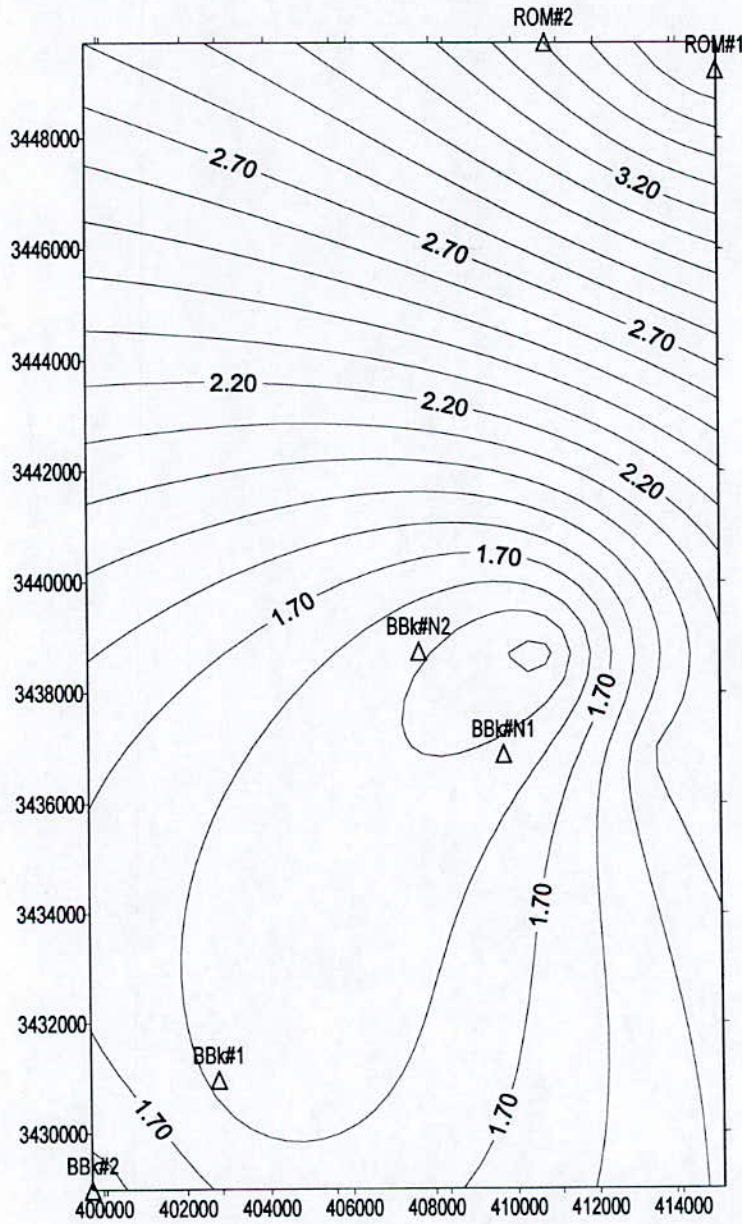
**ISOPAQUE DES RESERVES DU T.A.G.I**  
**figure IV.6,a**



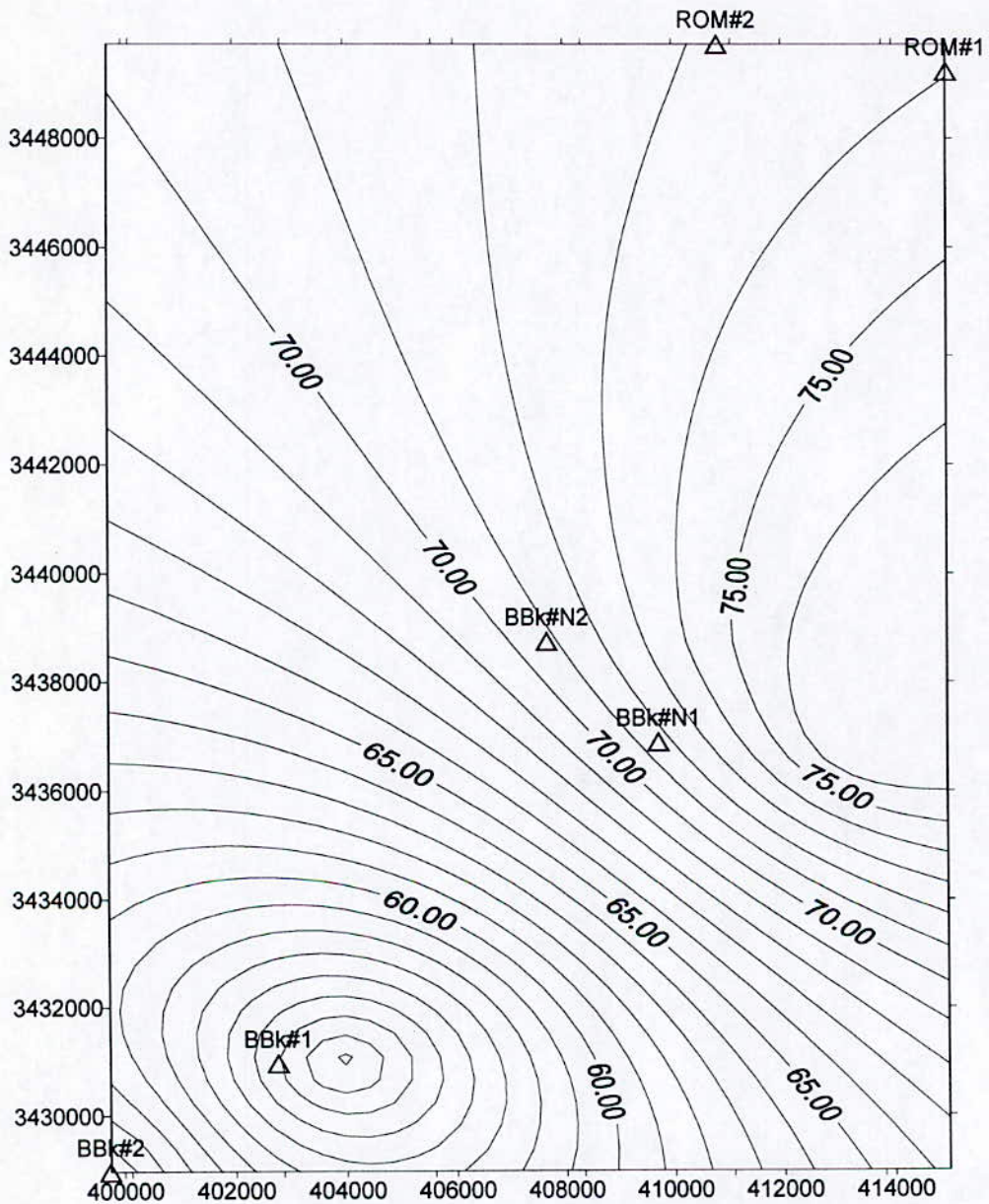
**schématisation des réserves  
figure IV. ,b**



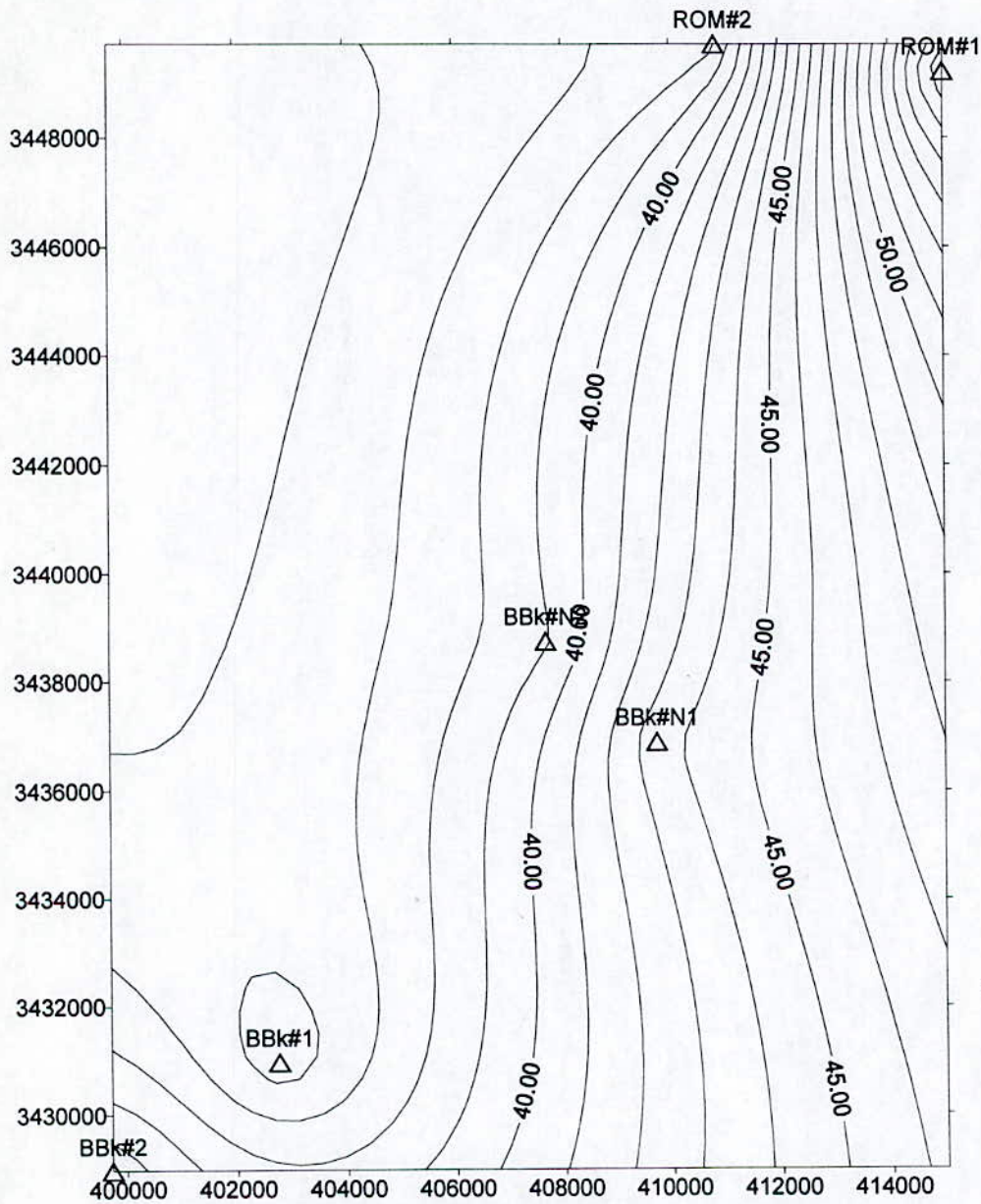
**ISOPOROSITE DU RESERVOIR T.A.G.I**  
**figure IV.7**



**ISOPERMEABILITE DU RESERVOIR T.A.G.I**  
**figure IV.8**



**ISOSATURATION DU T.A.G.I**  
**figure IV.9**



**ISOVOLUME D'ARGILE**  
**figure IV.10**

# CONCLUSION GENERALE



## Conclusion générale :

L'évaluation des paramètres pétrophysiques relatives aux différents sondages et à la région d'étude permet de retenir les points suivants :

- La structure du réservoir se présente sous forme de horst et graben. Il constitue un bon piège pour les hydrocarbures.
- Le réservoir est caractérisé par de bon paramètres pétrophysiques, une porosité de 7 à 9 %, une perméabilité de 2 à 4 mdarcy et une hauteur utile de 6 à 20m.
- La présence de minéraux lourds dans le réservoir.
- Les intercalations d'argile influent sur la détection des hydrocarbures.
- Le réservoir est caractérisé par les mêmes minéraux.

Les forages BBK#1, BBKN#1 et ROM#2 sont productifs d'hydrocarbures.

## BIBLIOGRAPHIE

- SERRA.O, 1986 : Fundamentals of well-log interpretation Tome 1  
The acquisition of logging data
- SERRA.O, 1986 : Fundamentals of well-log interpretation Tome 2  
Interpretation of logging data.
- DESBRANDES.R, 1982 : Diagraphies dans les sondages.
- BESKOPYLNVI.V, 1984 : Classification des prospectus méthodes  
d'évaluation des Ressources en hydrocarbure
- SCHLUMBERGER, 1979 : WEC 1979.
- SCHLUMBERGER, 1995 : WEC 1995.
- SCHLUMBERGER, 1989 : log interpretation charts.
- SCHLUMBERGER, 1989 : Log interpretation principes \ application
- BEDJAOUI.C, 1996 : Evaluation des puits et détermination des paramètres  
critiques de porosité et perméabilité au niveau du  
TAGI du bassin de Gadamas.  
Mémoire d'ingénieur
- Boualem.A, 1997 : Particularités des réservoirs TAGI dans le bassin de  
Gadames
- BOUDOUR.A, CHEBATA.M, 1998 : Interprétation structurale au toit du  
TAGI et et du salifère 4 (blocs : 441 et 401) bassin de Gadames
- BOUDJATIT.M, ZEMOURIE , 1996 :Distribution des propriétés  
pétrophysiques dans le réservoir Triassique (TAGI) du bassin de Gadames.
- Distribution régionale et statistique des paramètres de réservoirs ( porosité et  
perméabilité) rapport final.
- RAPPORT CHANTIER DE FIN DE FORAGE. SONATRCH. District 5.

Bir Berkine # 1

Bir Berkine # 2

Bir Berkine Nord # 1

Bir Berkine Nord # 2

Rhourde Messaoud # 1

Rhourde Messaoud # 2