

## **Application de la méthode géophysique aux réservoirs du Crétacé supérieur**

### **IV – 1 Introduction**

L'étude portera essentiellement sur les secteurs de Gadiaga et de Diam Niadio où nous avons une forte concentration des réservoirs d'hydrocarbures mis en production.

Les puits utilisés pour cette étude sont : Gadiaga – 1 ( Gd-1) ; Gadiaga – 2 (Gd-2) ; Sadiaratou – 1 (Sa-1) ; Sadiaratou-3 (Sa-3), Sadiaratou-4 (Sa-4) ; Kabor – 2 (Ka-2) ; Diam Niadio – 4 (DN-4) ; Diam Niadio – 14 (DN-14) ; Diam Niadio – 15B (DN-15b) Ndoyéne-1 (Nd-1) et Wayambam – 1 (Wy-1).

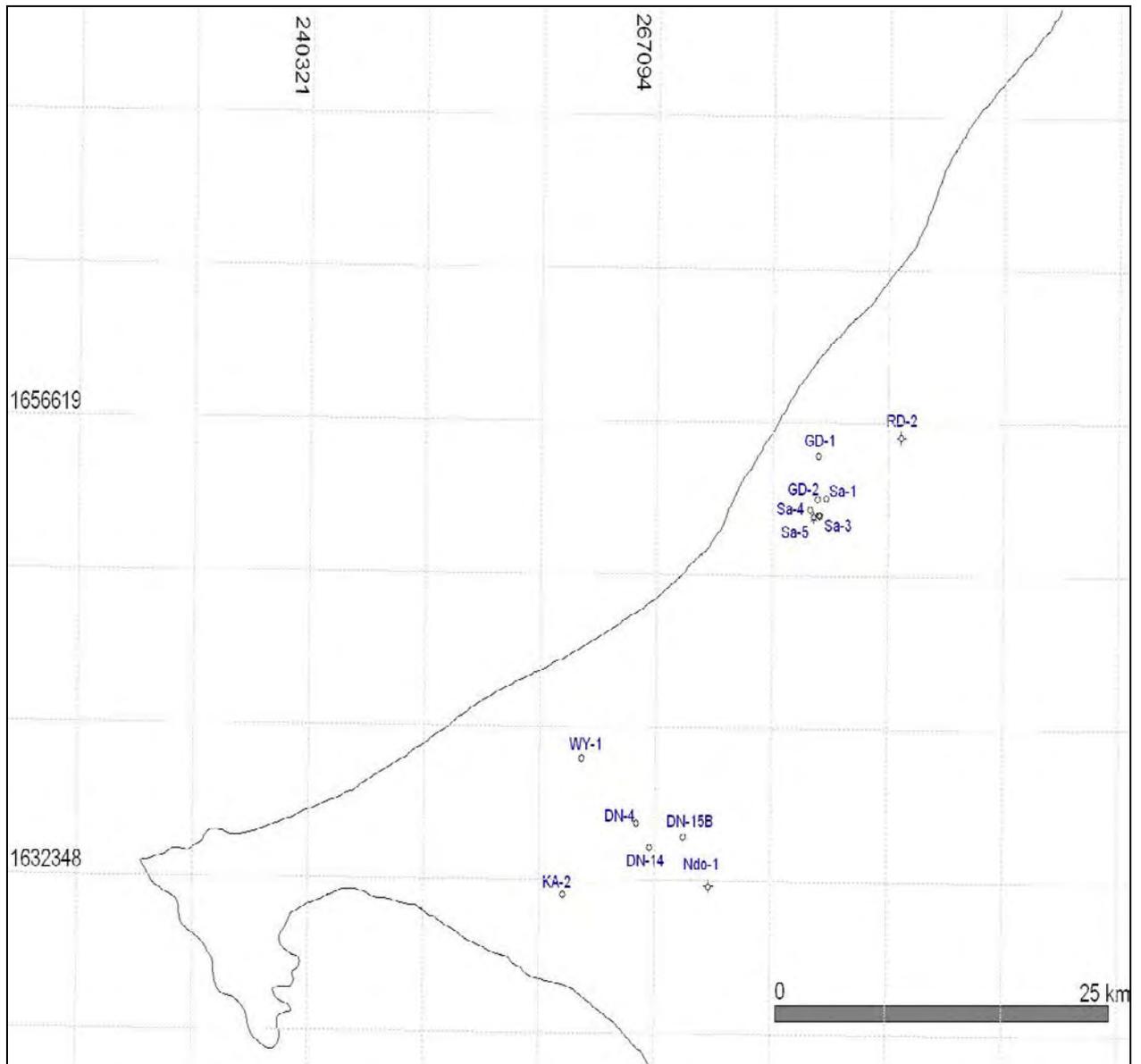
### **IV – 2 Techniques utilisées**

Pour les besoins de cette étude, nous avons utilisé le système d'interprétation intégrée de géologie et de géophysique de la société Landmark, appelé « Geographix Discovery ». Ce système comprend plusieurs modules pour l'analyse des diagraphies, l'interprétation sismique, les corrélations géologiques, la cartographie etc.

Deux modules ont été utilisés pour les besoins de cette étude :

- « PRIZM » pour l'analyse des diagraphies et la description et calage lithostratigraphique ;
- « XSection » pour les corrélations entre puits.

La carte des puits (Fig.13) a été faite en utilisant le module de cartographie « Geo-Atlas ».



**Fig.13** : Carte de la localisation des différents puits utilisés

### **IV – 3 Description lithologique des puits**

En nous basant sur les courbes Gamma Ray, nous avons dressé les colonnes lithologiques des puits de notre secteur à l'aide du logiciel GEOGRAPHIX.

#### **IV – 3 – 1 Gadiaga – 1 (Gd-1)**

**Le Quaternaire** (Fig.14) s'étant de 0 à 21 m de profondeur et est essentiellement constitué de sables continentaux.

Ensuite vient **le Tertiaire** dont le mur est fixé à 366m de profondeur. Il est constitué au sommet par des argiles calcaires passant localement à des marnes jusqu'à 216 m de profondeur. Le reste est constitué d'une alternance de calcaires détritiques et de grés fins à grossiers, mal assortis, irrégulièrement cimentés par du calcaire.

#### **Le Maastrichtien supérieur (366 – 621 m)**

Il est constitué par les « Sables aquifères du Sénégal » essentiellement formés de grés massifs consistant en une alternance de sables fins à grossiers et de grés calcaires très fins à fins avec des passées d'argiles. Cette formation contient de l'eau douce.

#### **Le Maastrichtien inférieur (621 – 966 m)**

Il est constitué d'une alternance de sables et de grés avec des intercalations d'argiles grises faiblement indurées vers le bas.

#### **Le Campanien (966 –1438 m)**

Le Campanien est constitué d'unités d'argile et de grés apparaissant sous forme de cycles régressifs débutant par des argiles et s'achevant par des grés. Les deux lithologies sont mélangées et les carottes latérales montrent de nombreuses microlentilles de sable dans les argiles.

**Le Sénonien inférieur** va jusqu'à 2288 m de profondeur et est constitué vers le haut de grés très fins avec des intercalations d'argiles et de siltstones, et vers le bas par des argiles plus ou moins indurées à passées de siltstones faiblement calcaire et de grés très fins.

Nous avons une lacune stratigraphique à 2288 m avec l'absence du Cénomanién terminal, du Turonien et du Coniacien inférieur.

Le mur du **Cénomanién** a été fixé à 3 020 m. Au niveau de cet étage, nous avons des argiles plus ou moins indurées avec quelques passées de siltstones, des grés très fins et des nodules de dolomie. Des intrusions de roches volcaniques sont aussi présentes.

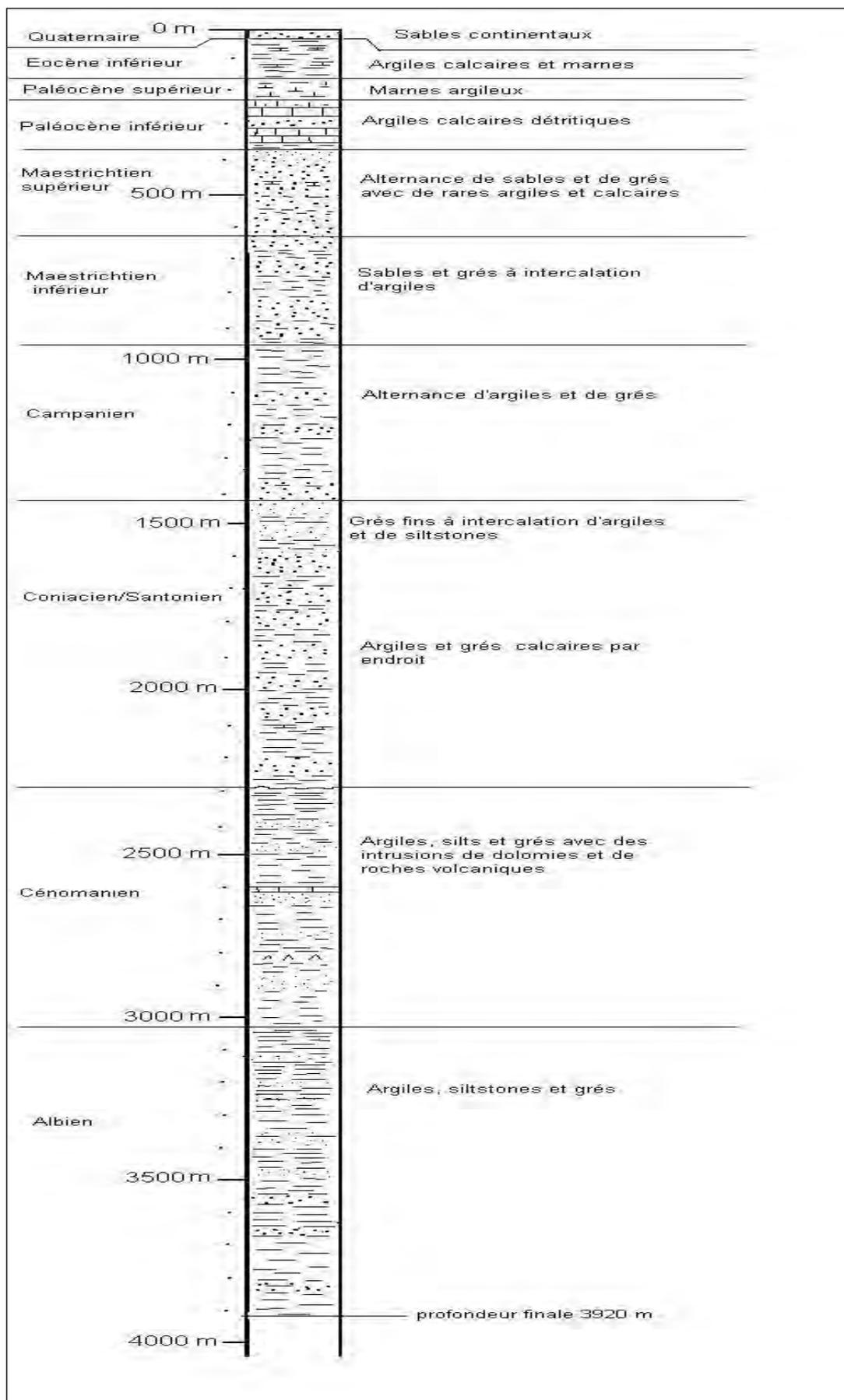
**L'Albien** constitue le fond du puits à 3920 m. Il est composé d'une série monotone d'argiles plus ou moins indurées interlaminées de siltstones avec quelques bancs de grès très grossiers probablement d'origine éolienne.

### **Indices d'hydrocarbures**

Neuf niveaux à gaz d'une épaisseur cumulée de 11,9 m sont rencontrés avec une porosité moyenne calculée à 16% et une perméabilité moyenne inférieure à 1mD. Il n'y a pas eu d'indices d'hydrocarbures liquides. Le puits a été abandonné après la pose du bouchon de ciment.

Les enregistrements du détecteur de gaz continu montrent des pics de gaz peu importants de 500 à 850 m, de 1 400 à 1 550 m, de 1 660 à 1 750 m et de 1 885 à 1 910 m.

A 2 142 m, 3 514 m et 3 764 m le pourcentage de méthane dans la boue avait atteint respectivement 20, 10 et 40%. Des fluorescences faibles à très faibles ont été observées à différents niveaux de 1 440 à 3 759 m, mais il n'y a aucun indice de pétrole.



**Fig.14 : Colonne lithostratigraphique de Gd-1**

#### IV – 3 – 2 Gadiaga – 2 (Gd-2)

Le **Quaternaire** (Fig.15) s'étend de 10 à 22 m et se compose en majorité d'argiles ferrugineuses tachetées de calcaires et de sables.

Le **Tertiaire** va de 22 à 305 m , avec l'Eocène compris entre 22 et 129,5 m essentiellement composé d'argiles calcaires avec des passées de grés. Ces grés présentent des teintes ferrugineuses et de rares grains de phosphate.

Le Paléocène supérieur s'étend de 129,5 à 187,4 m de profondeur et est constitué en majorité de calcaires microcristallines silteux par endroit. Nous notons la présence de pyrite disséminée.

Ensuite, vient le Paléocène inférieur (187,5 à 305 m de profondeur) qui est composé essentiellement de grés et de calcaires avec quelques passées de dolomies.

Le **Crétacé supérieur** s'étend de 305 m à 2 180 m de profondeur c'est à dire le fond du puits.

Le **Maastrichtien supérieur** (305 à 620 m de profondeur) est constitué essentiellement de schistes et de grés.

Le **Maastrichtien inférieur** (620 à 964,2 m de profondeur) comprend des niveaux de grés avec quelques passées d'argiles et de siltstones. La séquence supérieure de grés est bien consolidée avec de la calcite et occasionnellement avec de la pyrite ; tandis que la séquence inférieure présente un classement moyen désagrégé.

Le **Campanien** (964,2 à 1 409,4 m de profondeur) est composé vers le haut de schistes avec des passées de grés, de siltstones et de calcaires et vers le bas les schistes en majoritaire sont en intercalation avec des grés et des siltstones.

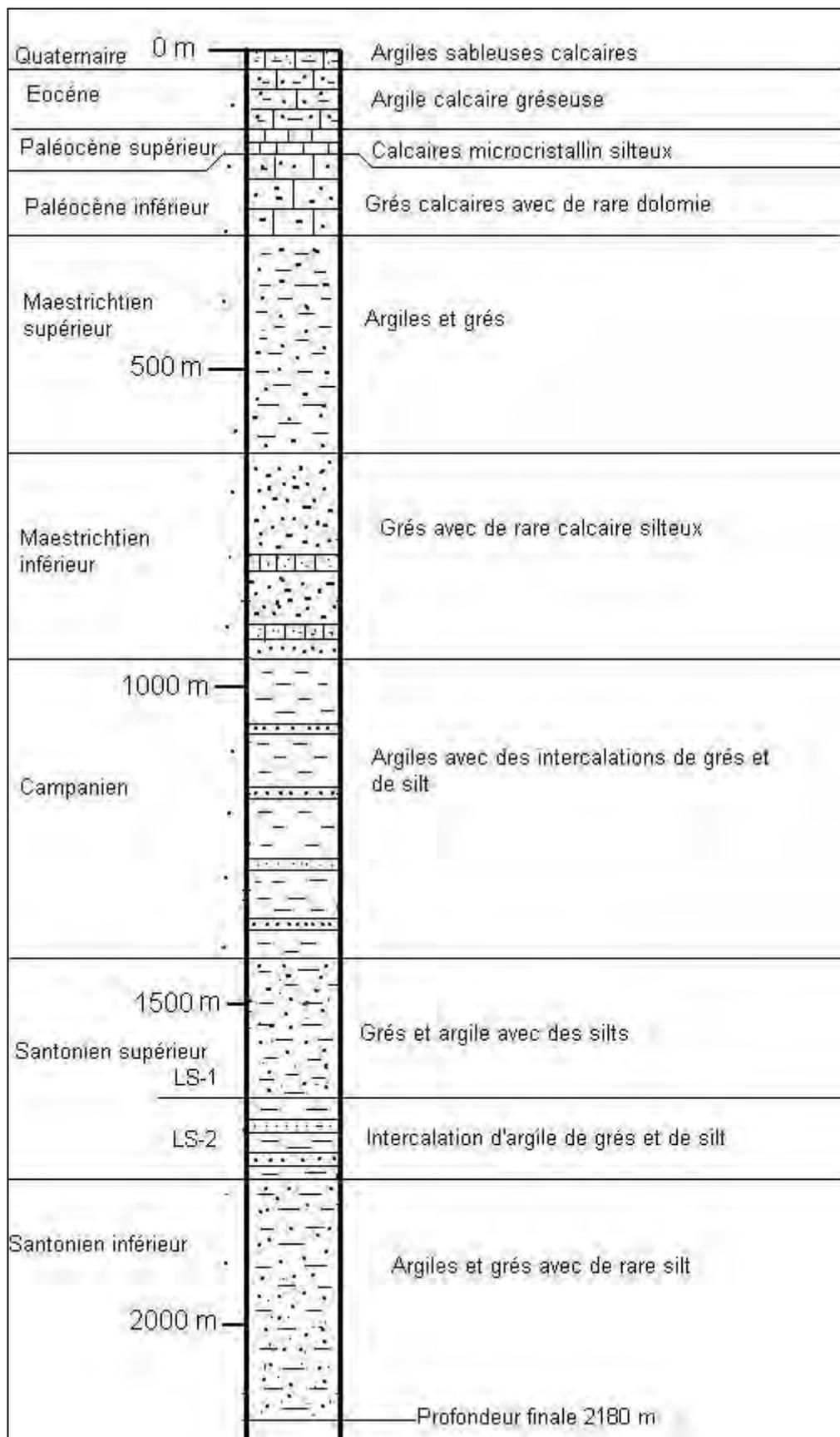
Le **Santonien** (1 409,4 à 1 773,4 m) est constitué d'intercalations de schistes et de grés avec quelques passées de siltstones.

Le **Coniacien** (1 773,4 à 2 180 m) est composé d'argiles avec des intercalations de grés en proportion élevée jusqu'à 1 875 m de profondeur et des siltstones dans des proportions moins importantes dans le reste de la séquence.

#### **Indices d'hydrocarbures**

A Gadiaga – 2 les zones mises en production se trouvent dans le Campanien inférieur avec LC-1 de 1266,7 à 1279,5m et LC-2 de 1350 à 1360,1m de profondeur.

Plusieurs autres réservoirs gréseux ont été traversés au niveau du Maastrichtien et du Sénonien inférieur.



**Fig.15 : Colonne lithostratigraphique de Gd-2**

### **IV.2.3 Sadiaratou –1**

Les échantillons ne sont prélevés qu'à partir du Crétacé supérieur raison pour laquelle la lithologie n'est pas disponible jusqu'à 314 m.

**Le Quaternaire** de 24 à 32 m de profondeur (Fig.16).

**L'Eocène** de 32 à 140 m de profondeur.

**Le Paléocène supérieur** de 140 à 199 m de profondeur.

**Le Paléocène inférieur** de 199 à 314 m de profondeur.

**Le Crétacé supérieur** avec les schistes du **Maastrichtien supérieur** de 314 à 330 m de profondeur qui présentent des traces de grés à l'intérieur pouvant aller jusqu'à 50%.

Ensuite on a les sables du Maastrichtien supérieur de 330 à 615 m avec une prédominance des grés et des intercalations de lits de schiste et d'argile avec de rares lits calcaires.

**Le Maastrichtien inférieur** de 615 à 950 m de profondeur est constitué d'une prédominance de grés avec des intercalations de schiste et occasionnellement des argiles et de rare calcaire, à 805 m on a les schistes qui dominent dans les intercalations de grés.

**Le Campanien schisteux** fait suite de 950 à 1353 m de profondeur avec une dominance des schistes et un faible pourcentage de grés et d'argile.

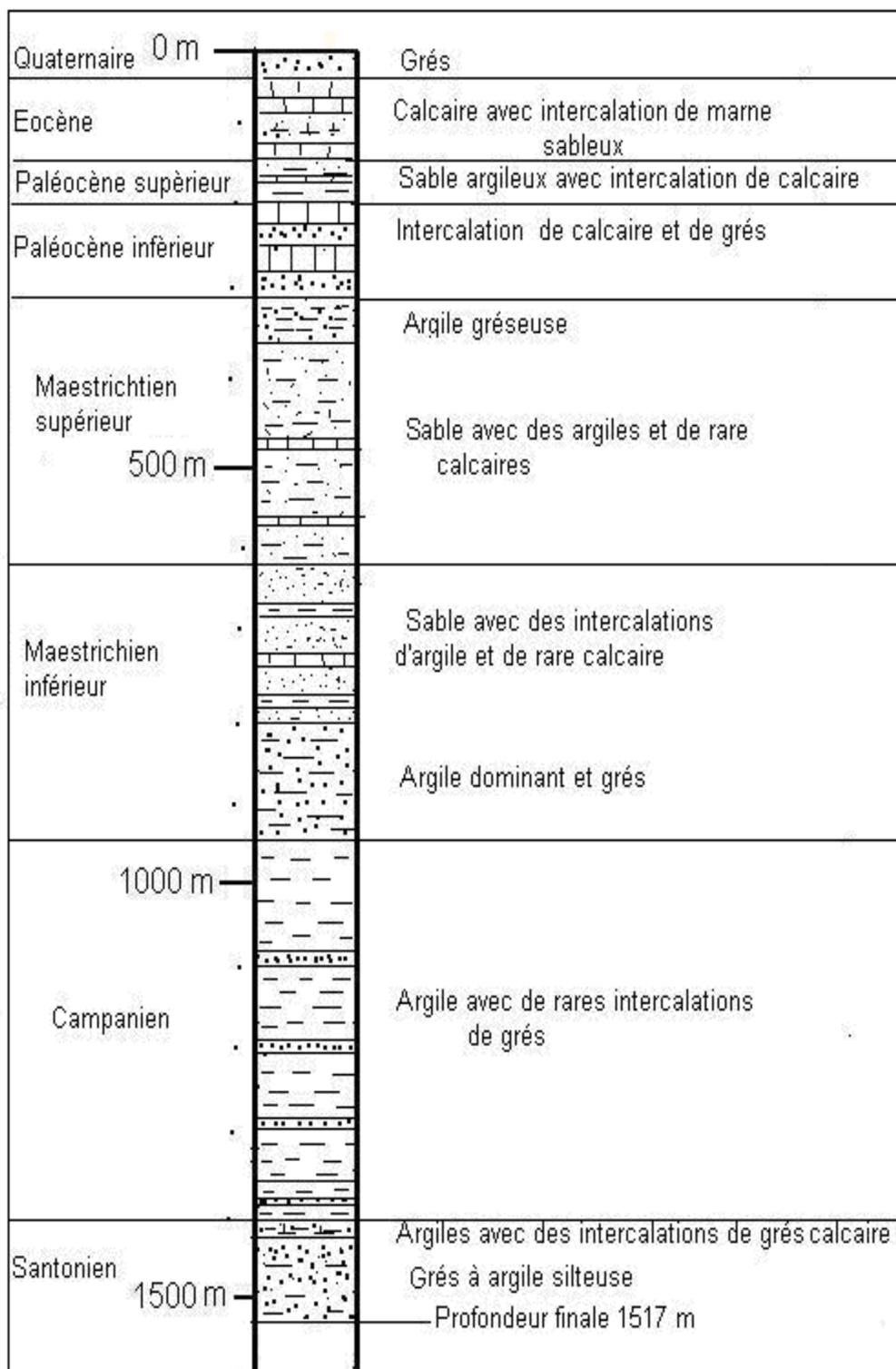
**Le Campanien inférieur sableux** de 1353 à 1394 m de profondeur avec une prédominance des schistes et des grés et rares lits d'argile.

**Le Santonien** qui s'étend de 1394 à 1402 m de profondeur est essentiellement constitué d'une alternance de schiste et de grés calcaire.

Le Santonien LS-1 de 1402 à 1517 m de profondeur c'est à dire le fond du puits se constitue d'une intercalation de grés et de schistes silteux avec de rares lits d'argile et de calcaire.

### **Indices d'hydrocarbures**

L'analyse des gaz indique que les bons indices sont rencontrés de 1246 à 1265 m de profondeur. Des tests positifs ont été réalisés dans le Campanien schisteux entre 1242,9 et 1247,4 m ensuite dans les sables du Campanien inférieur de 1382,9 à 1384,2 m et de 1390,3 à 1391,4 m de profondeur.



**Fig.16 : Colonne lithostratigraphique de Sa-1**

## **Diam Niadio – 14**

**Le Maestrichtien** couvre tout le sondage (Fig.17) et va jusqu'au fond du puits c'est à dire à 1490 m de profondeur et se subdivise en zone A, B et C.

De 270m à 547 m on a principalement des grés bien triés avec une bonne porosité.

A partir de 550 m de profondeur on a la zone aquifère qui va jusqu'à 585 m de profondeur et se compose de grés clair avec de rare ciment calcaire, bien triée avec des traces de schiste.

De 585 à 595 m de profondeur on a des grés avec une faible porosité et des traces de schiste.

A partir de 595 m commence la zone A et va jusqu'à 777,5 m de profondeur et se compose essentiellement de grés avec des intercalations de lits de schiste et de silt. De 680 à 777,5 m, la zone A consiste en prédominance à des schistes avec des intercalations de grés et de silt. On a les unités de sable suivantes :

- ✓ Sable A-1 de 613,5 à 621 m de profondeur
- ✓ Sable A-2A de 630 à 641 m de profondeur
- ✓ Sable A-2B de 671,5 à 676 m de profondeur

La zone B s'étend de 777,5 à 1254 m de profondeur et consiste en prédominance à des schistes avec des intercalations de grés et de silt. On a les unités de sable suivantes et qui sont des réservoirs potentiels :

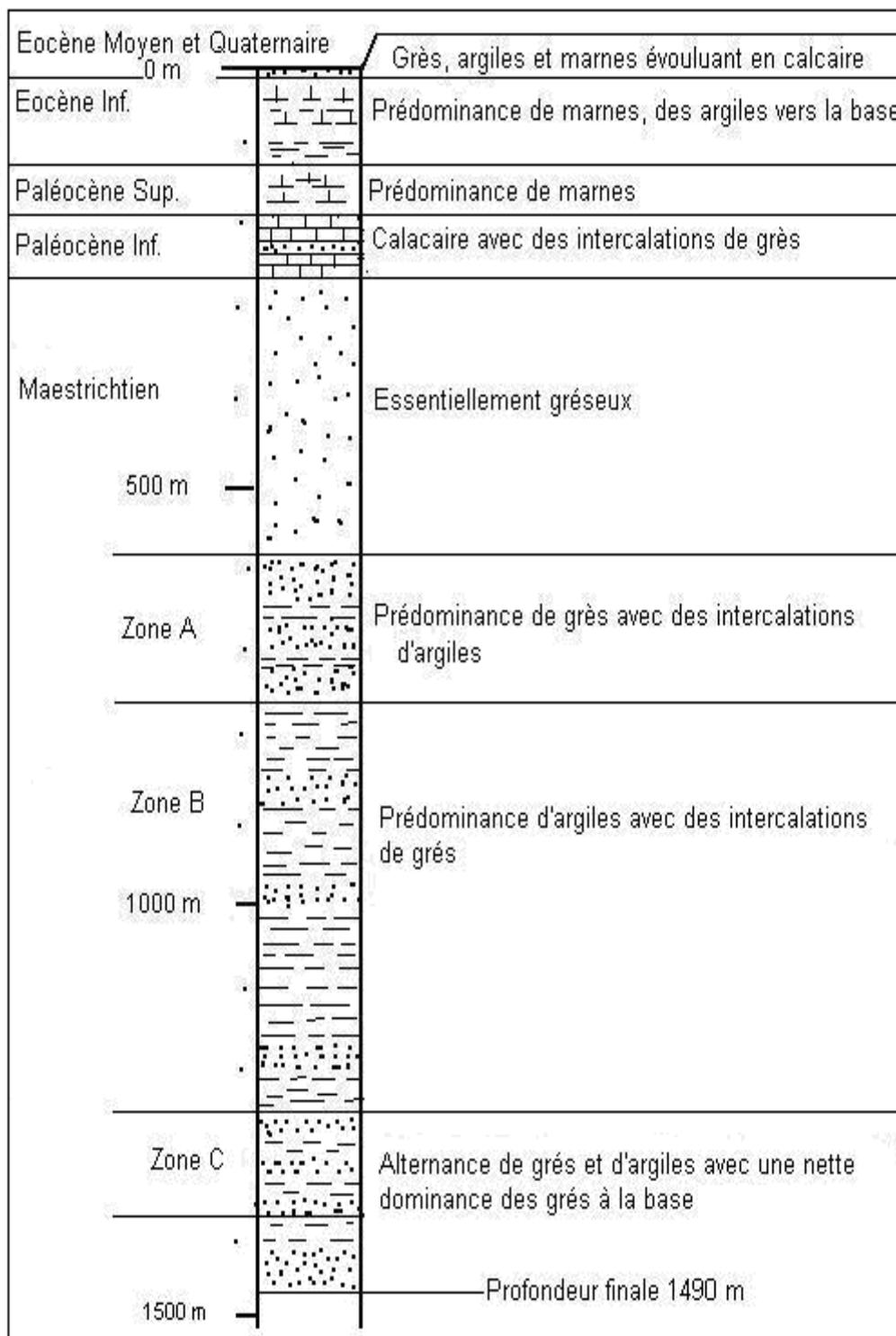
- ✓ Sable B-3 de 968,5 à 974,5 m de profondeur
- ✓ Sable B-6 de 1063,5 à 1068,5 m de profondeur

La zone C s'étend de 1254 à 1370 m de profondeur et consiste en une alternance de grés et de schiste, les grés sont prédominants après 1294 m de profondeur. On a les unités de sable suivantes qui sont aussi des réservoirs potentiels :

- ✓ Sable C-1A de 1258 à 1269 m de profondeur
- ✓ Sable C-1B de 1270 à 1273 m de profondeur

## **Indices d'hydrocarbures**

Des tests positifs ont été réalisés de 1259 à 1270 m et de 1262,5 à 1263,5 m avec production de gaz et de condensat.



**Fig.17 : Colonne lithostratigraphique de DN-14**

## Diam Niadio – 15B

**Le Quaternaire** de 3 à 5 m se compose essentiellement de calcaire (Fig.18).

**L'Eocène moyen** s'étend de 5 à 12 m et est composé par les marnes de Bargny.

**L'Eocène inférieur** de 12 à 140 m de profondeur et se compose essentiellement d'argile marneux avec des intercalations de lit de schiste.

**Le Paléocène supérieur** s'étend de 140 à 200 m de profondeur et se compose principalement de calcaire marneux avec des dolomies calcaires et occasionnellement des intercalations de schiste.

**Le Paléocène inférieur** de 200 à 270 m et consiste à des calcaires fossilifères bien cimentés avec des intercalations de grés.

**Le Maastrichtien** débute par la zone cristalline qui s'étend de 270 à 479 m de profondeur, les échantillons ne sont pas disponibles à cause des pertes qui surviennent à partir de 221 m et vont jusqu'à 600 m de profondeur à cause de la faille qui se trouve à ce niveau. On espère que cette section se compose de calcaire sableux et de marne.

Les sables aquifères s'étendent de 479 à 604,5 m de profondeur.

La zone A de 604,5 à 830 m de profondeur et se compose de grés bien cimentés avec des intercalations de schiste et de faible silt entre 607 et 830 m. En général les grés deviennent plus silteux en profondeur.

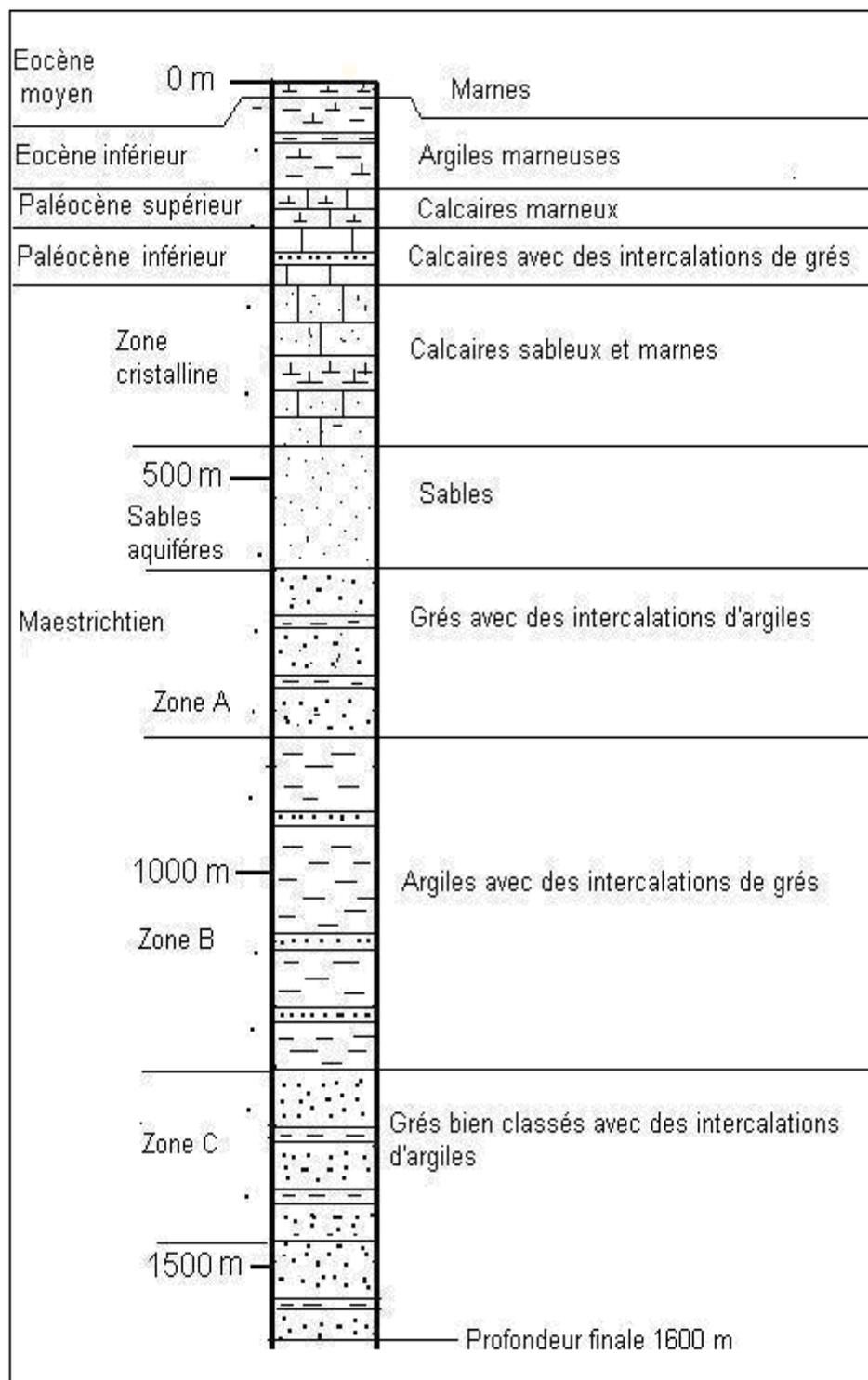
La zone B de 830 à 1249 m de profondeur et se compose de schiste avec des intercalations faibles de grés devenant plus importantes en profondeur. Des grains de phosphate sont rencontrés à partir de 830 m de profondeur.

La zone C s'étend de 1249 à 1483 m de profondeur et se constitue de grés bien cimentés avec la calcite et occasionnellement la silice avec des intercalations de schiste. Les grés sont moyennement ou très bien triés dans la partie supérieure du réservoir et deviennent ensuite très bien triés.

Les sables inférieurs s'étendent de 1493 à 1600 m de profondeur et se compose premièrement de grés très fin à fin et ensuite devenant moyen à fin très bien cimenté avec la calcite et occasionnellement du silice en intercalation avec la pyrite et aussi des schistes.

### **Indices d'hydrocarbures**

Des tests positifs ont été réalisés dans la zone C entre 1250 et 1260 m et montrent un pourcentage très élevé d'eau dans le réservoir. La fluorescence visible à travers la formation est attribuée à la fluorescence des minéraux argileux dans un matrix argileux.



**Fig.18** : Colonne lithostratigraphique de **DN-15b**

## **IV – 4 Corrélations**

Bien que toutes les diagraphies donnent des indications lithologiques sur les formations traversées, les plus utilisées pour l'identification et la corrélation sont les diagraphies PS et GR.

### **IV – 4 – 1 Zone de Gadiaga**

#### **A / Corrélation du toit des étages entre Gd-1, Gd-2, Sa-4, Sa-5, Sa-3**

##### **Eocène inférieur**

Le toit de l'Eocène inférieur (Fig. 19a et 19b) se caractérise par un pic très marqué des diagraphies GR dans les puits (Gd-1, Gd-2 et Sa-3) et marque le passage des sables continentaux aux argiles calcaires gréseuses qui couvrent l'Eocène inférieur.

##### **Paléocène supérieur**

Le toit du paléocène supérieur qui correspond aussi à la base de l'Eocène inférieur se caractérise par un pic du GR corrélable dans les trois puits (Gd-1, Gd-2 et Sa-3) et marque le passage des argiles calcaires gréseuses de l'Eocène inférieur qui laissent place aux calcaires microcristallins silteux caractéristique du Paléocène supérieur dans ce secteur.

##### **Paléocène inférieur**

Le toit se marque par un pic très bien représenté dans les trois puits (Gd-1, Gd-2 et Sa-3) et marque le passage des calcaires microcristallins aux grès calcaires dolomitiques du Paléocène inférieur.

##### **Maastrichtien supérieur**

La corrélation du toit du Maastrichtien dans les cinq puits (Gd-1, Gd-2, Sa-4, Sa-5 et Sa-3) n'est pas évidente car le pic qui marque le passage des grès calcaires dolomitiques aux grès à intercalations d'argiles du Maastrichtien supérieur dans le secteur de Gadiaga et moins évidente vers Sadiaratou ceci s'explique par l'augmentation des argiles dans ce secteur. Les diagraphies GR montre donc une légère différence.

##### **Maastrichtien inférieur**

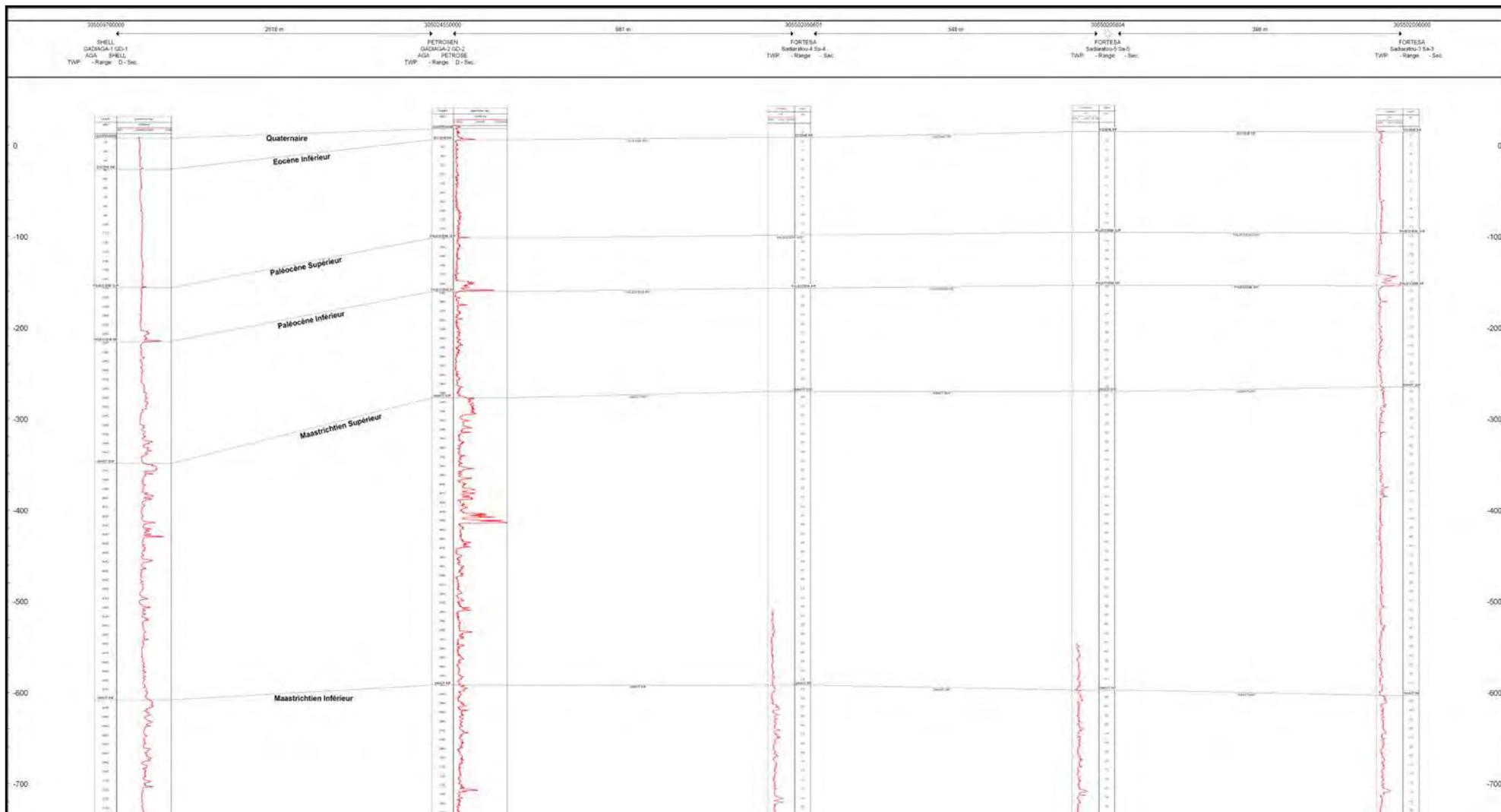
Le pic qui marque le toit du Maastrichtien est bien corrélable dans les cinq puits et marque le passage des grès à intercalations d'argiles aux argiles à intercalations de grès du Maastrichtien inférieur.

##### **Campanien**

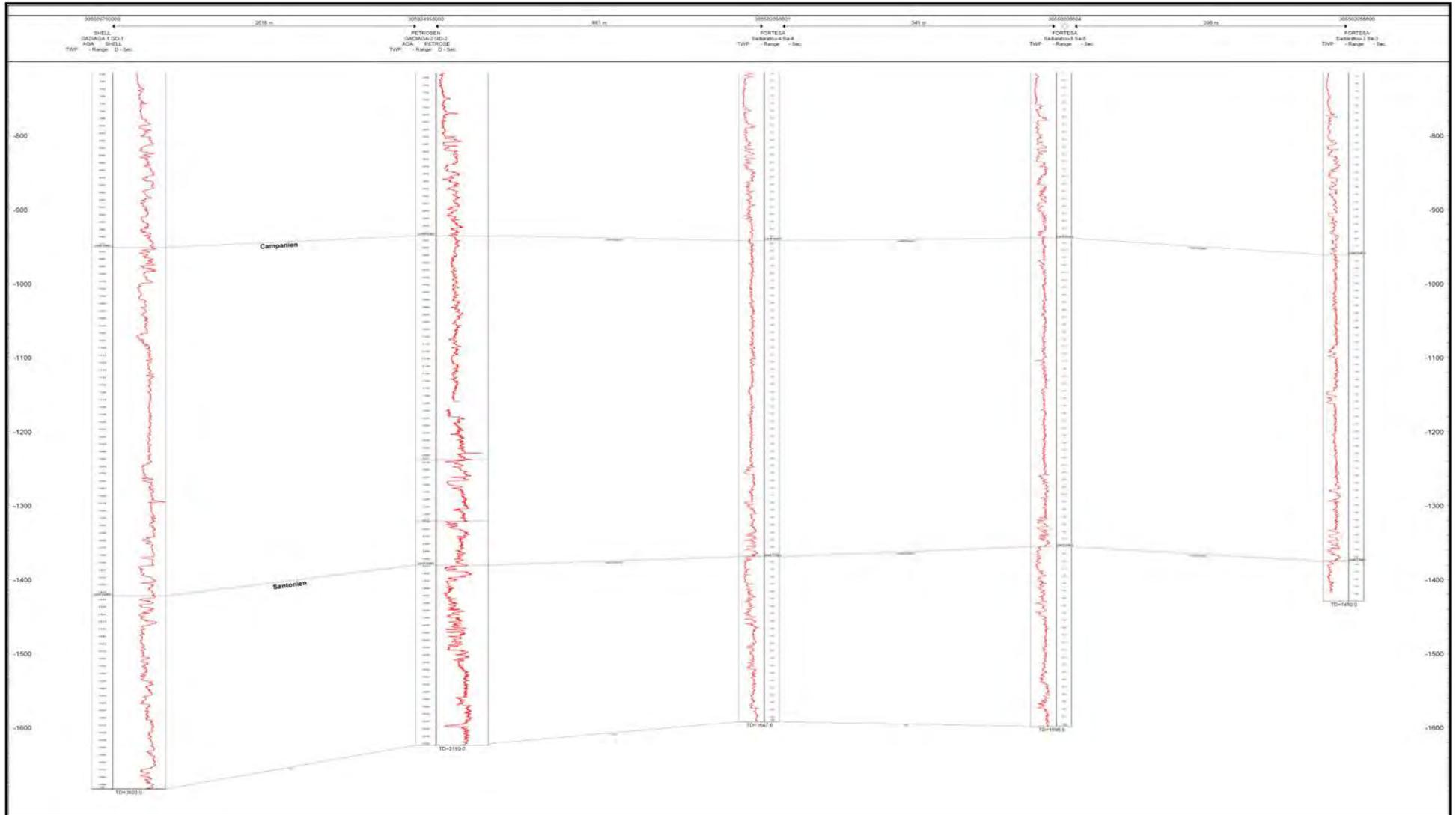
Le pic qui marque le toit du Campanien se retrouve dans les cinq puits et marque le passage des argiles à intercalations de grès vers un milieu plus calcaires caractéristique du Campanien.

##### **Le Santonien**

Le toit du Santonien est bien marqué par un pic corrélable dans les cinq puits et souligne le passage des argiles à intercalations de grès calcaires aux argiles avec des passées de grès caractéristiques du Santonien dans le secteur.



**Fig.19a** : Corrélation du toit des étages entre les puits Gd-1, Gd-2, Sa-4, Sa-5 et Sa-3 (On note leurs signatures diagraphiques du toit de l'Eocène Inférieur au toit du Maastrichtien Inférieur) (Courbes : En rouge : Gamma Ray)



**Fig.19b** : Corrélation du toit des étages entre les puits Gd-1, Gd-2, Sa-4, Sa-5 et Sa-3 (On note leurs signatures diagraphiques du Campanien et du Coniacien)

(Courbes : En rouge : Gamma Ray)

## **B / Corrélation des réservoirs**

A Gadiaga, il s'agira de voir les relations entre les réservoirs gréseux du Maastrichtien en utilisant la technique d'interpolation à partir des diagraphies Gama Ray.

### **1 - Corrélation entre Gd-1 et Gd-2**

La corrélation entre ces deux puits (Fig. 20) montre dans l'ensemble une continuité des couches avec des intercalations de quelques lentilles de sables principalement au niveau du Campanien.

Par exemple le réservoir rencontré à 1393 m de profondeur dans Gd-1 (Fig. 21) se situe plus haut à Gd-2 (1349 m de profondeur). A ce niveau on note que les réservoirs sont lenticulaires.

Le niveau LS-1 de Gd-2 avec un épais banc de sable et qui constitue un bon réservoir entre 1422 et 1550 m se retrouve à Gd-1 un peu plus en profondeur entre 1460 et 1600 m.

Le décalage des couches entre Gd-1 et Gd-2 qui est moins profond peut s'expliquer par le jeu de faille qui existe dans cette région, mais dans l'ensemble on rencontre les mêmes niveaux. On note aussi de nombreux petits réservoirs qui sont sous forme de lentilles dans tout Crétacé supérieur.

### **2 - Corrélation entre Gd-1, Gd-2, Sa-4, Sa-5 et Sa-3**

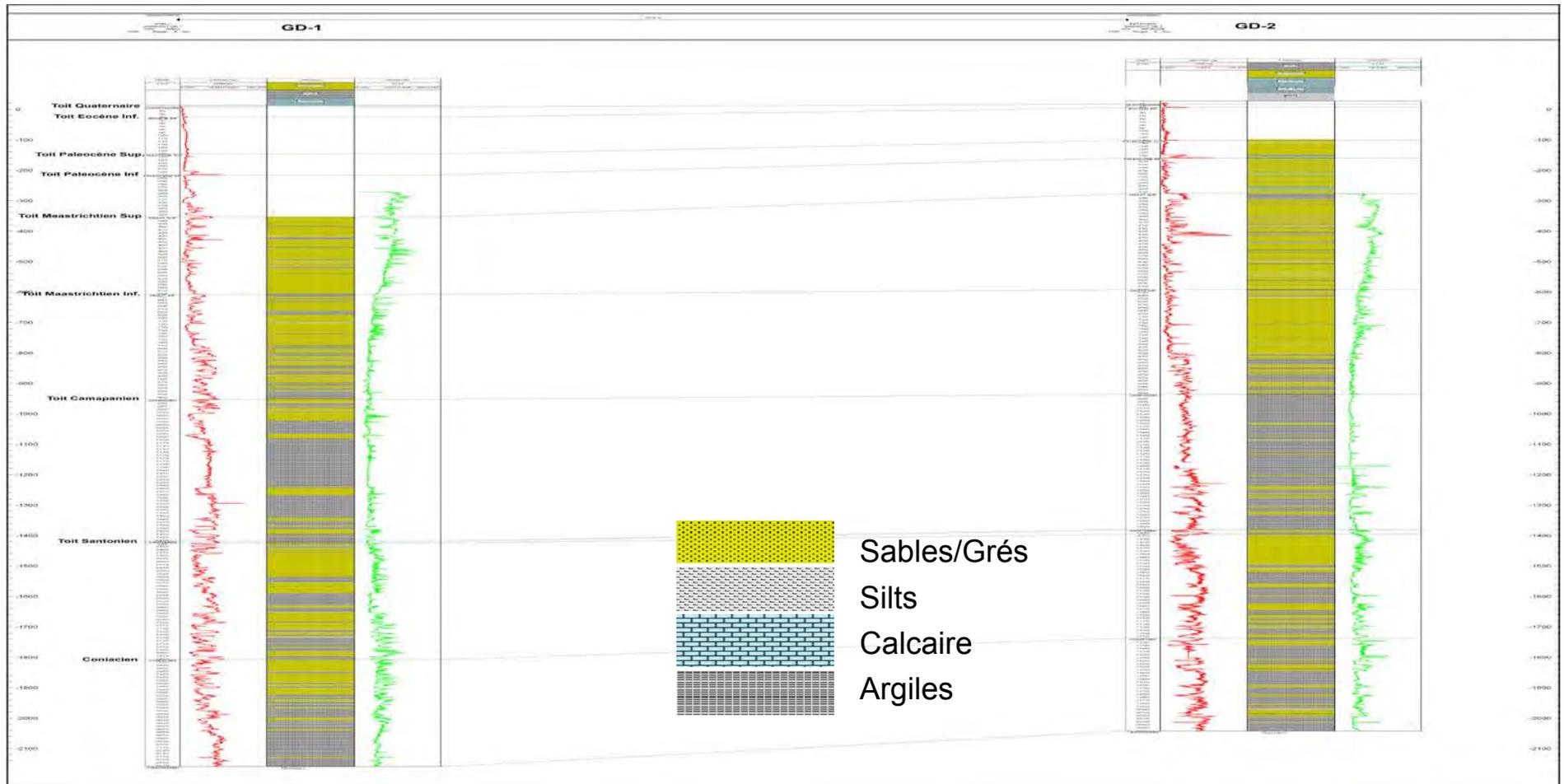
Le campanien de Gd-1 (Fig. 22) est beaucoup plus argileux que celui de Gd-2. Les réservoirs gréseux du Campanien de Gd-2 LC1 (1265 m) et LC2 (1350 m) ne se rencontrent pas à Gd-1 et laissent place à des argiles franches.

Le campanien de Sadiaratou paraît beaucoup plus argileux qu'à Gd-2. Au niveau de Sadiaratou-3 l'épaisseur des réservoirs LC1 (1265 m) et LC2 (1350 m) diminuent à Sa-4 et disparaissent à Sa-5 et Sa-3 laissant place à un milieu beaucoup plus argileux. Les réservoirs LC1 et LC-2 biseautent après Sa-4.

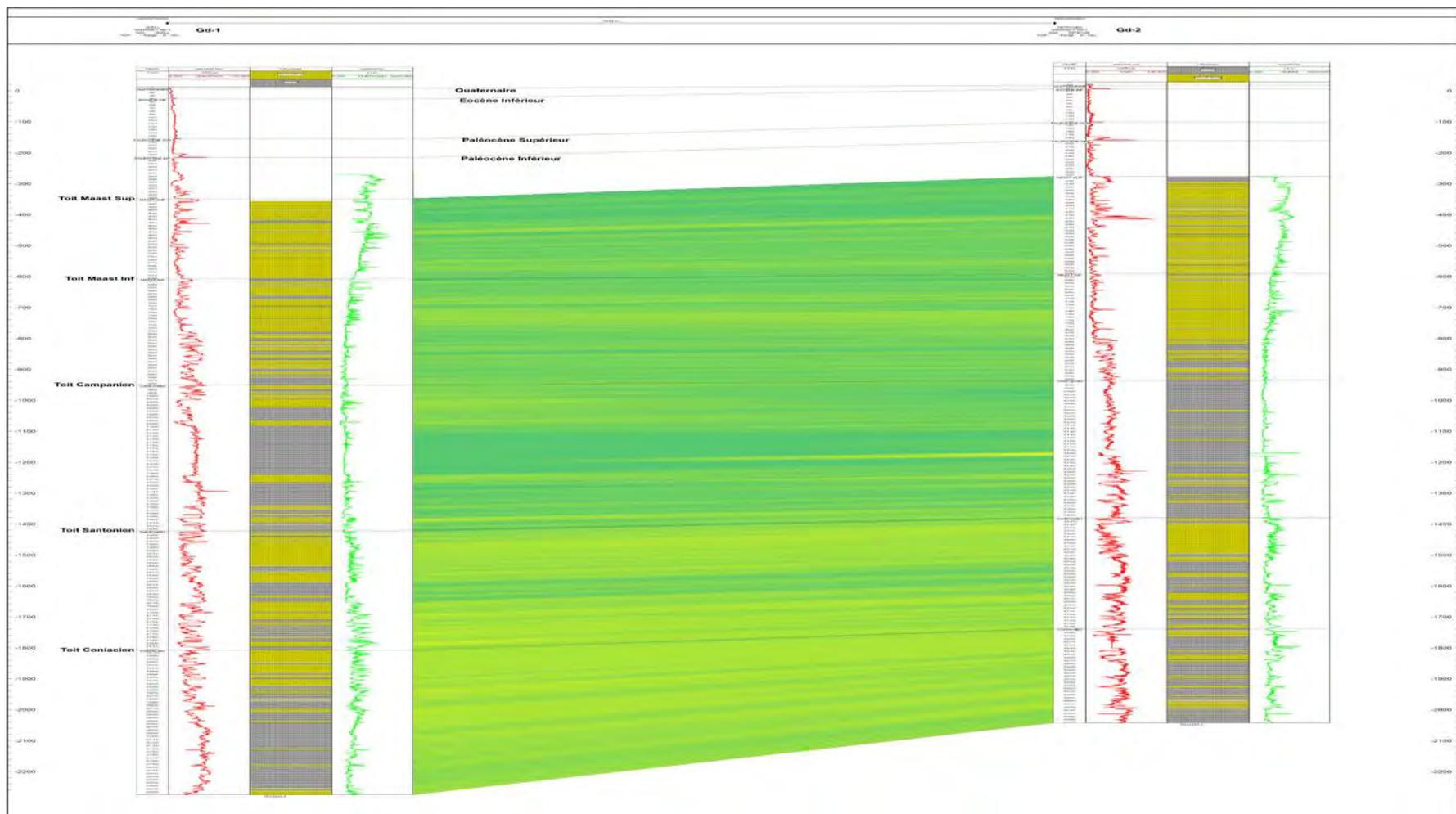
On peut donc dire que les réservoirs dans ce secteur se présentent sous forme de lentilles et que le milieu devient moins argileux en passant de Gadiaga à Sadiaratou.

### **3 - Corrélation entre GD-2, SA-1 et Rd-2**

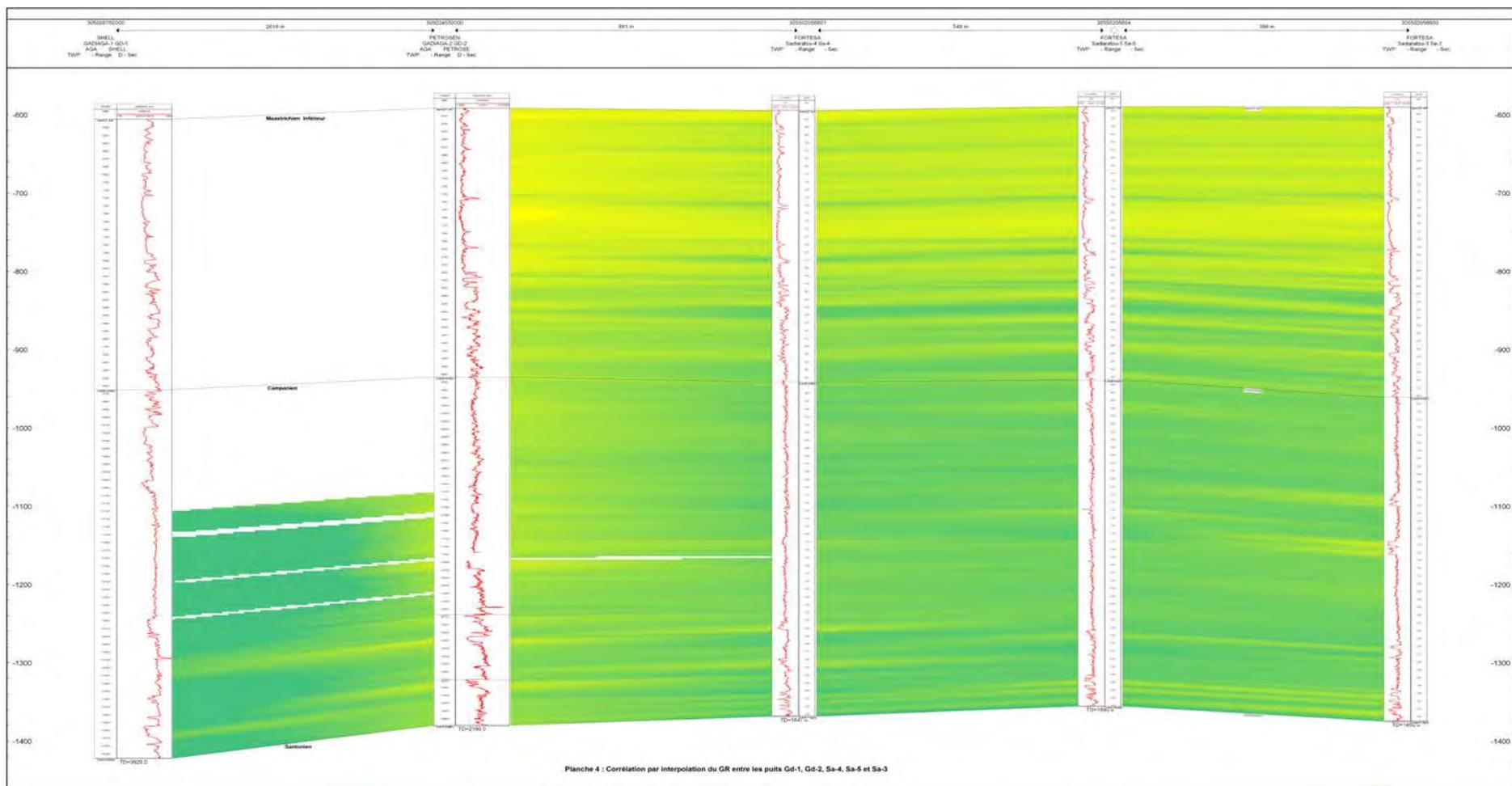
La corrélation entre les puits Gd-2 et Sa-1 (Fig. 23 et 24) montre les mêmes niveaux, on a une continuité des couches. Le réservoir LS-1 de Gd-2 se rencontre légèrement plus haut à Sa-1 et constitue le même réservoir, ceci peut s'expliquer par la faible distance existant entre les deux sondages (643 m). Cependant, on note que le milieu



**Figure 20** : Corrélation du toit des étages entre les puits Gd-1 et Gd-2  
 (Courbes : En Rouge : Gamma Ray et en Vert : le sonique DT)



**Figure 21** : Corrélation par interpolation du GR entre Gd-1 et Gd-2  
 (la couleur verte représente les argiles, la jaune les sables)  
 (Courbes : En Rouge : Gamma Ray et en Vert : le sonique DT)



**Fig.22** : Corrélation par interpolation du GR entre les puits Gd-1, Gd-2, Sa-4, Sa-5 et Sa-3 (la couleur verte représente les argiles et la jaune les sables)  
 (Courbes : En rouge : Gamma Ray)

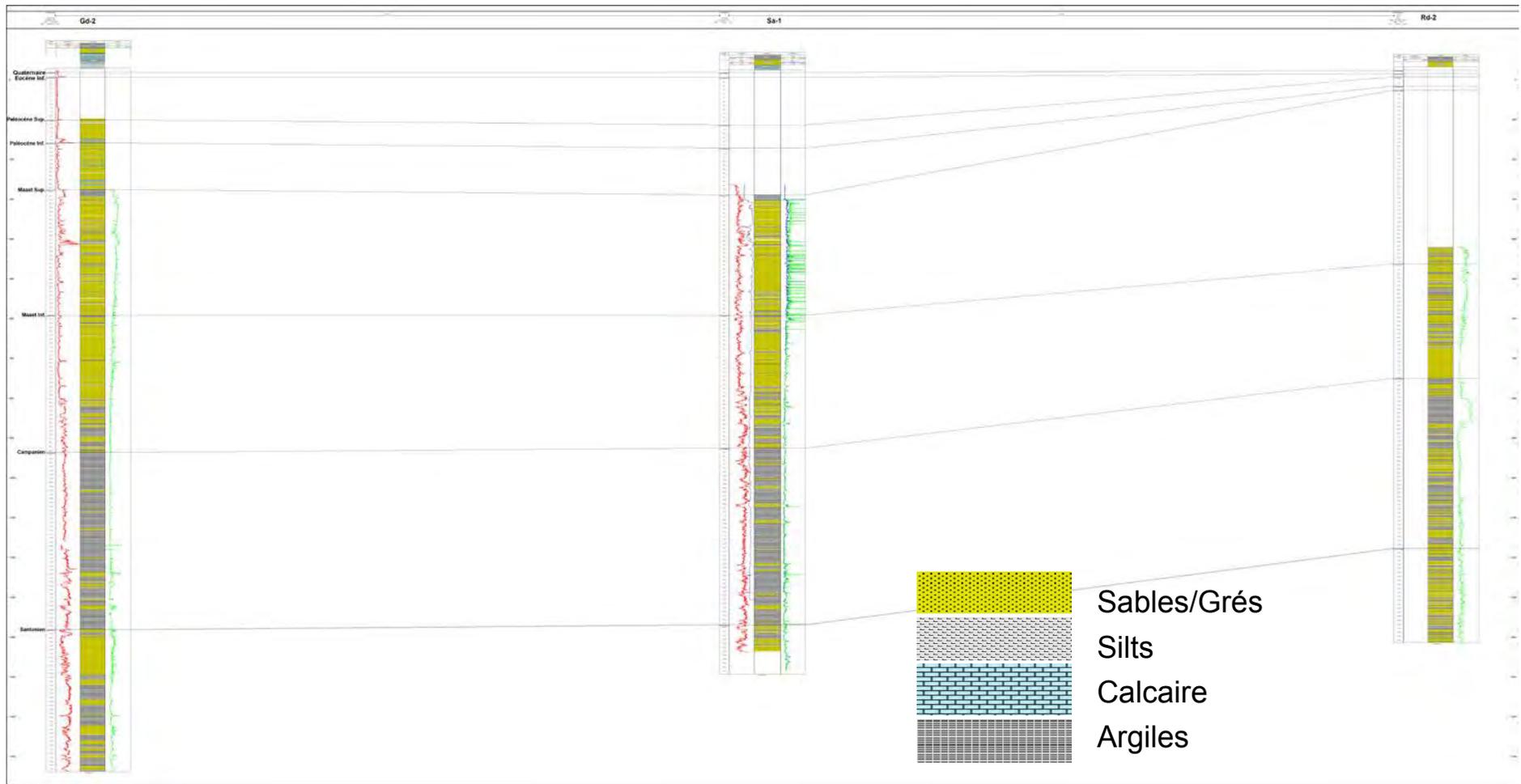


Fig.23 : Corrélation du toit des étages entre les puits Gd-2, Sa-1 et Rd-2  
 (Courbes : En Rouge : Gamma Ray et en Vert : le sonique DT)