

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE

**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 63.00.12

**LES TEMPÉRATURES DANS LES FORAGES**  
**GISEMENTS PÉTROLIERS DU BASSIN PARISIEN**  
**ET DE L'AQUITAINE**

par

H. FABRIS



**Département géothermie**

B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 63.00.12

**75 SGN 062 GTH**

Orléans, février 1975

ERRATA

Page 5 : Paragraphe 2.1.1.

- ligne 2 : lire (4) et non (6)
- ligne 6 : lire (5) et non (7)
- ligne 7 : lire (3) et non (5)

Page 18 : Paragraphe 3.2.9.2 (Résultats - 1er paragraphe)

- ligne 2 : lire "et AZIZ (6)" et non "et AZIZ (8)"

## B I B L I O G R A P H I E

- (1) HENTINGER R. et JOLIVET.J. (1967) - Sur quelques déterminations de flux géothermique en France  
Bulletin B.R.G.M. n° 2.
  - (2) MONGELLI Francesco - Metodi di misure geotermiche sui continenti con particolare riguardo alla prospezione.  
Istituto di geodesia e geofisica Università di Bari,  
Publication n° 53.
  - (3) BAILLY M. - Thermodynamique technique  
Ed. Bordas.
  - (4) Comptes rendus de l'Académie des Sciences : communication de M. ESCLANDON.  
Tome 218 - année 1944, p. 981.
  - (5) Comptes rendus de l'Académie des Sciences : communication de M. GOGUEL.  
Tome 221 - année 1945, p. 421.
  - (6) COMBARNOUS M. et AZIZ.K. - Influence de la convection naturelle dans les réservoirs d'huile ou de gaz.  
Comptes rendus du 4ème colloque de l'ARTEP. Ed. Technip.
  - (7) Rapport annuel 1972 - Recherches et production d'hydrocarbures en France.  
Service de Conservation des gisements d'hydrocarbures.
  - (8) HERITIER F. et VILLEMIN J. (1971) - Mise en évidence de la tectonique profonde du bassin de Paris par l'exploration pétrolière.  
Bulletin du B.R.G.M. (deuxième série), Section I, n° 2.
  - (9) WEBER C. (1973). - Le socle anté-triasique sous la partie sud du bassin de Paris d'après les données géophysiques.  
Section II, n° 3 et 4, Bulletin B.R.G.M.
-

## R E S U M E

L'étude qui fait l'objet de ce rapport a été réalisée sur fonds propres.

Elle a pour but l'analyse des mesures de température faites dans les puits des gisements pétroliers du Bassin parisien et de l'Aquitaine. Ceci afin d'apprécier la validité de ces mesures et d'évaluer le gradient géothermique de ces régions.

Les mesures de température dans les forages sont en général réalisées :

- pendant l'enregistrement des diagraphies,
- lors de l'exécution des tests,
- dans les puits en cours de production.

Les deux dernières catégories de mesures sont les plus représentatives. Mais les plus nombreuses sont issues des diagraphies, elles présentent une erreur moyenne par défaut de 15 à 16°C.

D'autre part l'analyse des gradients entre le sol et le toit des gisements montre que dans le bassin de Paris ils sont plus élevés qu'on ne le pense généralement. Ainsi la valeur moyenne calculée pour les gisements au toit du Dogger est très voisine de 3,6°C/100 m. Cette valeur élevée est confirmée par celle calculée pour d'autres horizons producteurs.

Dans le bassin d'Aquitaine la valeur moyenne calculée pour l'ensemble des gradients des champs pétroliers étudiés est voisine de 3,40°C/100 m.

## SOMMAIRE

1 - INTRODUCTION .....	1
1.1. Généralités .....	1
1.2. Nature des diverses mesures de température réalisées dans les forages pétroliers .....	1
1.2.1. Mesures faites lors de l'enregistrement des diagraphies électriques et nucléaires .....	1
1.2.2. Mesures de température faites lors de l'exécution des tests d'exploration .....	2
1.2.3. Températures enregistrées lors de l'exécution des mesures de production .....	2
1.2.4. Traitement des données .....	2
1.2.5. Définition de quelques termes utilisés en géothermie ....	2
1.3. Zones étudiées .....	4
2 - BASSIN PARISIEN .....	5
2.1. Généralités .....	5
2.1.1. Température du sol .....	5
2.1.2. Champs pétroliers inventoriés .....	5
2.2. Gisements pétroliers au toit du Dogger .....	6
2.2.1. Gisement de St Martin de Bossenay .....	6
2.2.2. Gisement de Villemér .....	6
2.2.3. Champ de Gisy les Nobles .....	7
2.2.4. Champ de Coulommes .....	8
2.2.5. Champ de Chailly en Bière .....	8
2.2.6. Champ de Valence en Brie .....	9
2.2.7. Champ de Marolles en Hurepoix .....	9
2.3. Gisements pétroliers dans les sables du Néocomien .....	10
2.3.1. Champ de Chateaurenard .....	10
2.3.2. Champ de St Firmin des Bois .....	11
2.3.3. Champ de Chuelles .....	11
2.3.4. Champ de Courtenay .....	12
2.4. Conclusion .....	12
2.4.1. Gisements au toit du Dogger .....	12
2.4.2. Gisements des sables du Néocomien .....	13
2.4.3. Remarque .....	13
3 - BASSIN D'AQUITAINE .....	13
3.1. Généralités .....	13
3.1.1. Température de référence du sol .....	13
3.1.2. Champs pétroliers inventoriés .....	13

3.2. Etude des gisements pétroliers d'Aquitaine .....	14
3.2.1. Champ de Parentis .....	14
3.2.2. Champ de Cazaux .....	14
3.2.3. Champ de Lavergne la Teste .....	15
3.2.4. Champ de Mimizan .....	16
3.2.5. Champ de Mothes .....	16
3.2.6. Champ de Lucats .....	16
3.2.7. Champ de Cabeil .....	17
3.2.8. Champ de Lugos .....	17
3.2.9. Champ de Lacq .....	18
3.2.10. Champ de Charlas .....	19
3.3. Conclusion .....	19
4 - CONCLUSION .....	21
BIBLIOGRAPHIE .....	

---

PLANCHES HORS TEXTE

- Fig. 1 : Champ de ST MARTIN DE BOSSENAY -  
Origine des mesures de température
- Fig. 2 : Champ de VILLEMER - Origine des mesures de température
- Fig. 3 : Champ de GISY LES NOBLES -  
Origine des mesures de température
- Fig. 4 : Champ de COULOMMES - Origine des mesures de température
- Fig. 5 : Champ de CHAILLY EN BIÈRE -  
Origine des mesures de température
- Fig. 6 : Champ de VALENCE EN BRIE -  
Origine des mesures de température
- Fig. 7 : Champ de MAROLLES EN HUREPOIX -  
Origine des mesures de température
- Fig. 8 : Champ de CHATEAURENARD -  
Origine des mesures de température
- Fig. 9 : Champ de ST FIRMIN DES BOIS -  
Origine des mesures de température
- Fig. 10 : Champ de CHUELLES - Origine des mesures de température
- Fig. 11 : Champ de COURTENAY - Origine des mesures de température
- Fig. 12 : BASSIN DE PARIS -  
Graphique d'ensemble des champs étudiés
- Fig. 13 : BASSIN DE PARIS -  
Position des gradients par rapport au sol en fonction  
de la profondeur du point de référence de chaque gise-  
ment
- Fig. 14 : Champ de PARENTIS - Origine des mesures de température
- Fig. 15 : Champ de CAZAUX - Origine des mesures de température
- Fig. 16 : Champ de LAVERGNE LA TESTE -  
Origine des mesures de température

- Fig. 17 : Champ de MIMIZAN - Origine des mesures de température
- Fig. 18 : Champ de MOTHEs - Origine des mesures de température
- Fig. 19 : Champ de LUCATS - Origine des mesures de température
- Fig. 20 : Champs de CABEIL - Origine des mesures de température
- Fig. 21 : Champs de LUGOS - Origine des mesures de température
- Fig. 22 : Champs de LACQ supérieur et profond -  
Origine des mesures de température
- Fig. 23 : Champ de CHARLAS - Origine des mesures de température
- Fig. 24 : Graphique d'ensemble des champs étudiés en AQUITAINE
- Fig. 25 : BASSIN D'AQUITAINE -  
Position des gradients par rapport au sol en fonction du  
point de référence de chaque gisement.

## 1 - INTRODUCTION

### 1.1. Généralités

L'étude qui fait l'objet de ce rapport a été financée sur fonds propres.

But :

A partir des mesures de température existant sur les champs pétroliers français, il s'agissait :

1) D'étudier leur représentativité, particulièrement pour les mesures faites à l'occasion de l'enregistrement des diagraphies électriques et nucléaires qui sont les plus nombreuses.

2) De dégager si possible un index de correction. En effet l'examen des diverses valeurs montre qu'on observe des écarts importants à des profondeurs équivalentes, entre les mesures faites lors des enregistrements de diagraphies mais aussi entre ces dernières et les mesures faites lors des tests d'exploration ou de production.

3) De rechercher les anomalies éventuelles de température zone par zone à l'aide des résultats précédents.

### 1.2. Nature des diverses mesures de température réalisées dans les forages pétroliers.

#### 1.2.1. Mesures faites lors de l'enregistrement des diagraphies électriques et nucléaires

Lors de l'exécution des diagraphies, une mesure de température est faite par adjonction au-dessus de la sonde électrique ou nucléaire d'un thermomètre à maximum qui enregistre la température maximale de la boue dans le forage. En général, des diagraphies différentes sont enregistrées successivement, mais en pratique la mesure de température n'est faite qu'à la descente du premier outil qui est généralement une sonde de résistivité.

Les mesures ainsi obtenues ne sont pas représentatives pour la plupart, et sont entachées d'une erreur par défaut qui peut être très importante (jusqu'à 25 et 30°C).

Ceci peut s'expliquer par le conditionnement du puits avant les enregistrements. Il est en effet nécessaire :

- que le trou soit débarrassé de tous les déblais en suspension dans la boue,
- que ses parois ne s'éboulent pas,
- qu'il soit stable, c'est-à-dire que la colonne de boue soit en équilibre de pression avec le (ou les) réservoir(s) traversé(s).

Pour cela une circulation assez longue (plusieurs heures) est réalisée durant laquelle les paramètres régissant les caractéristiques de la boue sont adaptés aux conditions à remplir. Il en résulte un refroidissement de la formation par la boue qui est injectée dans le puits à la température de surface.

La température maximale relevée lors de l'enregistrement des diagraphies n'est donc pas nécessairement celle du fond du trou. Elle pourra être au droit d'une zone poreuse qui en débitant (même faiblement) entraîne la présence d'une zone chaude dans la colonne de boue.

### 1.2.2. Mesures de température faites lors de l'exécution des tests d'exploration

Lors de la réalisation des tests de formation un obturateur à garniture en caoutchouc (packer) est mis en place au-dessus du réservoir qui se trouve ainsi isolé du reste du puits et ne supporte plus la pression de la colonne de boue. Le packer est relié au train de tiges. L'ouverture d'une valve située au-dessus de l'obturateur permet de mettre la couche en dépression. Si elle est productrice, le fluide remonte par l'intérieur des tiges jusqu'à une hauteur qui est fonction de la pression régnant dans le réservoir.

Sous le packer sont placés des crépines et des enregistreurs de pression. A l'extrémité de chaque enregistreur est placé un thermomètre à maximum. Lorsque la couche débite le fluide, la formation est au contact des enregistreurs.

Entre les périodes de prise de pression et les périodes de débit un test dure en moyenne de une à trois heures s'il est en trou ouvert, et bien plus longtemps s'il est réalisé en casing (packer ancré dans le tubage).

Dans ces conditions si la couche testée est productrice les mesures sont généralement représentatives, bien qu'entachées d'une erreur par défaut.

### 1.2.3. Températures enregistrées lors de l'exécution des mesures de production

Les températures collectées ont été enregistrées à l'occasion des mesures de pression de fond. Ces mesures sont faites régulièrement pour suivre le comportement des champs pétroliers. Un ou plusieurs enregistreurs de pression sont descendus dans le puits généralement au niveau du réservoir et le débit est interrompu. Ces mesures sont généralement de longue durée (un ou plusieurs jours) de façon à permettre l'enregistrement de la remontée de pression et de la pression statique. Comme précédemment un thermomètre à maximum est placé dans chaque enregistreur. Les températures obtenues dans ces conditions sont les plus représentatives, toutes les conditions favorables sont réunies : thermomètre au niveau du réservoir baignant dans le fluide de la formation et mesure de longue durée.

### 1.2.4. Traitement des données

Toutes les mesures collectées qui sont reportées sur les diagrammes joints au texte ont été ramenées à un plan de référence commun qui est le niveau de la mer. De plus lorsque des mesures provenaient de puits déviés, les corrections de déviation ont été faites.

### 1.2.5. Définition de quelques termes utilisés en géothermie

#### 1.2.5.1. Flux géothermique

C'est une émission de chaleur à partir des zones profondes vers les zones froides superficielles de la terre. L'augmentation de température avec la profondeur est due à l'existence de ce flux. Il varie selon les régions, mais il est constant pour une région déterminée et un régime permanent est établi. C'est-à-dire que la masse profonde émet à chaque instant la même quantité de chaleur et que la température moyenne du sol est constante.

Dans ces conditions les surfaces isothermes sont fixes et indépendantes du temps. En d'autres termes, la température mesurée dans un forage qui est en équilibre thermique avec la formation augmente avec la profondeur, et elle est constante pour une profondeur déterminée.

Ces hypothèses sont valables à l'échelle humaine mais probablement pas à celle des temps géologiques qui ne sera pas considérée ici.

Cependant les premiers mètres situés sous la surface du sol montrent des variations de température qui sont dues aux agents climatiques dont les effets se font encore sentir. Mais l'amplitude de ces fluctuations décroît avec la profondeur et le calcul montre que même les variations annuelles de grande amplitude (50°C) ont un effet négligeable après 15 mètres (profondeur où la variation a une amplitude inférieure à 0,1°C). Il ne sera donc pas tenu compte de cette frange perturbée dans la suite du texte.

Le flux se mesure en calories s'écoulant à travers une surface donnée en un temps donné.

Soit pour l'unité de surface (cm<sup>2</sup> en système CGS) :

$$\Phi = \frac{dQ}{dt} \quad (1)$$

où :

$\Phi$  : est le flux exprimé en cal/cm<sup>2</sup> x S  
dQ : est la quantité de chaleur en calories.  
dt : est l'intervalle de temps correspondant en secondes.

L'équation du flux peut s'écrire également :

$$\Phi = \lambda \cdot \frac{d\theta}{dp} \quad (2) \quad \text{toujours pour l'unité de surface.}$$

où :

d $\theta$  : est la variation de température en degrés centigrades.  
dp : est la variation correspondante de profondeur en centimètres.  
 $\lambda$  : est le coefficient de conductivité thermique du milieu traversé exprimé en cal/cm x S x °C.

#### 1.2.5.2. Conductivité thermique

C'est la quantité de chaleur qui traverse normalement pendant l'unité de temps l'unité de surface isotherme quand la température présente un écart de 1° sur l'unité de longueur de distance.

La conductivité  $\lambda$  est un coefficient qui caractérise le milieu.

L'équation peut s'écrire sous la forme :

$$d\theta = \frac{\Phi}{\lambda} dp \quad (3)$$

qui montre que dans un milieu de conductivité constante la variation de température en fonction de la profondeur est linéaire, et que le coefficient  $\lambda$  définit la pente de la droite dans le milieu.

Les terrains traversés par forage se présentent comme un empilement de couches hétérogènes et donc de conductivité différente, si il y a n couches, le flux étant constant sur une verticale on aura :

$$\Phi = \lambda_1 \frac{d\theta_1}{dp_1} = \lambda_2 \frac{d\theta_2}{dp_2} = \dots = \lambda_n \frac{d\theta_n}{dp_n} \quad (4)$$

Ce qui signifie que dans un forage en équilibre thermique avec les formations encaissantes la courbe des températures en fonction de la profondeur sera une succession de segments de droites de pentes différentes, chaque segment correspondant à un niveau de conductivité déterminée.

Remarques :

1) La mise en équilibre thermique d'un forage est un phénomène très lent, et pour des raisons économiques de tels profils de température sont rarement réalisés.

2) Dans les formations perméables les transferts de chaleur par convection s'ajoutent à la conduction. Les formules mentionnées ne s'appliquent pas et la détermination de  $\lambda$  dans ces terrains pose des problèmes complexes. En outre il n'est pas certain que dans ce cas la liaison (température, profondeur) soit rigoureusement linéaire.

En résumé le phénomène de conduction n'intervient seul que dans les terrains imperméables (dits de couverture) où le flux et la conductivité s'interprètent de façon simple. C'est pour cette raison que les tentatives de détermination de  $\lambda$  et  $\phi$  se font dans ces formations.

1.2.5.3. Gradient

Le gradient est la pente de la droite qui joint deux points ayant des températures et des profondeurs différentes. Les cas particuliers (droite verticale ou horizontale) ne seront pas considérés dans ce rapport.

Il est toujours possible de calculer un gradient, deux cas sont à signaler :

- Dans les formules précédentes (2) et (4) le gradient est calculé au sein d'un milieu de conductivité constante.

- Dans la pratique le calcul est souvent fait à partir de points de mesure pris dans des milieux de conductivités différentes, dans ce cas les formules citées ne sont plus applicables, mais un tel calcul peut fournir une base de comparaison.

1.2.5.4. Droite de température

Il est impossible, dans la pratique, de disposer de toutes les mesures nécessaires pour tracer la courbe des températures en fonction de la profondeur. De ce fait la droite de corrélation des valeurs les plus représentatives sera appelée dans la suite du texte : droite des températures.

1.3. Zones étudiées

Les champs pétroliers ont été étudiés par région dans l'ordre suivant :

- Bassin parisien,
- Bassin aquitain.

Cette étude n'est pas exhaustive, seuls les exemples les plus significatifs sont présentés.

## 2 - BASSIN PARISIEN

### 2.1. Généralités

#### 2.1.1. Température du sol

Des mesures de température ont été faites de façon plus ou moins continue dans les caves de l'Observatoire de Paris depuis 1671 (6). Ces caves situées à 28 mètres sous la surface du sol font partie des anciennes catacombes. La température moyenne à cette profondeur est de 12°C. Il y a de faibles oscillations autour de cette valeur, l'origine en serait une oscillation thermique superficielle de très grande période (7). En effet, le calcul montre que l'amplitude des variations thermiques annuelles cesse de se faire sentir (moins de 0,1°C) au-delà de 15 m (5).

La valeur de 12°C à 30 m sous la surface du sol sera prise comme valeur de température de référence des niveaux superficiels.

#### 2.1.2. Champs pétroliers inventoriés

Les champs étudiés sont :

- d'une part les gisements au toit du Jurassique :
  - . Saint Martin de Bossenay,
  - . Villemer,
  - . Gisy les Nobles,
  - . Coulommes,
  - . Chailly en Bière,
  - . Valence en Brie,
  - . Marolles en Hurepoix.
- d'autre part les gisements des sables du Néocomien :
  - . Chateaurenard,
  - . St Firmin des Bois,
  - . Chuelles,
  - . Courtenay.

Pour chaque gisement les corrections d'altitude une fois faites les mesures sont reportées sur un diagramme donnant la température en fonction de la profondeur. Les symboles indicatifs des mesures sont fonction de leur origine (tests, diagraphies, etc.). Ces graphiques permettent de mettre en évidence des groupements de points.

Au toit du Dogger où les mesures sont nombreuses, les valeurs de température mesurées lors de l'exécution des tests ou de l'enregistrement des diagraphies ont été comparées entre elles pour chaque puits. De ces comparaisons un écart moyen a été déterminé pour chaque champ, c'est la moyenne arithmétique des écarts observés sur les puits du gisement, elle est notée ea. De même en traçant les limites des groupements de valeurs de même origine et en prenant le centre de gravité de chaque surface il est possible de faire apparaître un écart moyen et des valeurs moyennes. L'écart déterminé par cette méthode est noté eg.

D'autre part les gradients entre la température de surface (12°C à 30 m sous le sol) et les températures représentatives au toit du Dogger ont été calculés et comparés.

---

(6) : référence bibliographique.

## 2.2. Gisements pétroliers au toit du Dogger

### 2.2.1. Gisement de St Martin de Bossenay (figure 1)

#### 2.2.1.1. Eléments utilisés

Les données de température relevées correspondent aux puits suivants :

SMB 1	SMB 5	SMB 10	SMB 15
" 2	" 6	" 11	" 16
" 2 bis	" 7	" 12	" 201
" 3	" 8	" 13	
" 4	" 9	" 14	

L'altitude moyenne du sol est évaluée à + 120 m et la température de référence du sol est de 12°C à + 90 m.

#### 2.2.1.2. Résultats

Les valeurs des écarts moyens sont :

$$ea = eg = 12^{\circ}\text{C}$$

Ceci signifie que les valeurs mesurées lors de l'enregistrement des diagraphies sont entachées d'une erreur moyenne par défaut de 12°C par rapport aux valeurs de température enregistrées lors de l'exécution des tests.

D'autre part la méthode graphique permet de déterminer deux valeurs de température moyenne au toit du Dogger :

- Tests : 62°C à - 1 310 m,
- Diagraphies : 50°C à - 1 350 m.

Le gradient entre la température de référence de surface et la température moyenne de test au toit du Dogger est :

$$G = 3,57^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$$

### 2.2.2. Gisement de Villemer (figure 2)

#### 2.2.2.1. Eléments utilisés

Les mesures de température utilisées correspondent aux puits suivants :

VM 101	VM 107	VM 112	VM 120
" 102	" 108	" 115	" 121
" 103	" 109	" 116	" 122
" 104	" 110	" 118	" 123
" 106	" 111	" 119	

Altitude moyenne du sol : + 75 mètres.

Température de référence du sol : 12°C à + 45 mètres.

#### Remarques :

Sur la figure 2 les valeurs maximales des thermomètres sont figurées par des points. Cette diagraphie est enregistrée après une cimentation, en effet la prise du ciment est un phénomène exothermique et le toit de la zone cimentée

d'un tubage est repéré par ce procédé.

Les valeurs maximales relevées sur les thermomètres ne sont généralement pas représentatives car la quantité de chaleur dégagée par le ciment entraîne une élévation de température qui n'est pas due à la formation. Sur le graphique, les thermomètres montrent une erreur par excès.

Lorsque les enregistrements ne présentent pas d'ambiguïté, l'accroissement de température dû à la cimentation peut être chiffré. Dans ce cas la valeur de température la plus élevée au-dessus de la zone cimentée est reportée sur le graphique par un point entouré d'un cercle.

#### 2.2.2.2. Résultats

- Ecart moyen :

$$ea = 16^{\circ}\text{C}$$

$$eg = 18^{\circ}\text{C}$$

- Températures moyennes :

. Tests :  $69^{\circ}\text{C}$  à - 1 440 m,

. Diagraphies :  $51^{\circ}\text{C}$  à - 1 500 m.

- Gradient entre la température de référence de surface et la température moyenne de test au toit du Dogger :

$$G = 3,84^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$$

#### 2.2.3. Champ de Gisy les Nobles (figure 3)

##### 2.2.3.1. Éléments utilisés

Les mesures de température utilisées correspondent aux puits suivants :

GN 1, GN 2, GN 3.

Altitude moyenne du sol : + 80 m.

Température de référence du sol :  $12^{\circ}\text{C}$  à + 50 m.

##### 2.2.3.2. Résultats

- Ecart moyen :

$$ea = 3^{\circ}\text{C}$$

Cette valeur n'est pas significative car elle est tirée de la comparaison de deux mesures seulement.

- Température moyenne :

. diagraphies :  $65^{\circ}\text{C}$  à - 1 400 m.

Ce chiffre est d'une représentativité hypothétique compte tenu du faible nombre de mesures figurant sur le diagramme.

- Gradient entre la température de référence de surface et la température moyenne des diagraphies au toit du Dogger. :

$$G = 3,65^{\circ}\text{C}/100 \text{ m.}$$

### 2.2.4. Champ de Coulommes (figure 4)

#### 2.2.4.1. Eléments utilisés

Les mesures de température reportées sur la figure 4 correspondent aux puits suivants :

BE 1	F 39	CS 4	CSF 49	BG 2	BG 61
" 2	BF 1	CSD 9	CSG 9	" 11	BH 1
" 3	BF 21	CSE 8	CSG 19	" 12	BH 11
CS 1	BG 21	CSE 18	CSG 29	" 21	
CSD 7	BG 31	CSE 19	BE 4	" 22	
CS 5	BG 41	CSE 28	BF 2	" 31	
E 19	CS 2	CSE 29	BF 11	" 32	
E 38	CS 3	CSF 39	BG 1	" 41	

Altitude moyenne du sol : + 150 m.

Température de référence du sol : 12°C à + 120 m.

#### 2.2.4.2. Résultats

- Ecartes moyens :

ea = 20°C

eg = 18°C

- Températures moyennes :

. mesures de production : 74°C à - 1 710 m.

. diagraphies : 56°C à - 1 710 m.

- Gradient entre la température de référence de surface et la température moyenne de production au toit du Dogger :

$$G = 3,4^{\circ}\text{C}/100 \text{ m.}$$

### 2.2.5. Champ de Chailly en Bière (figure 5)

#### 2.2.5.1. Eléments utilisés

Les températures reportées sur la figure 5 correspondent aux puits suivants :

Cb 1	Cb 8	Cb 14	Cb 20	Cb 27
" 2	" 9	" 15	" 21	" 28
" 3	" 10	" 16	" 22	" 29
" 4	" 11	" 17	" 23	" 101
" 5	" 12	" 18	" 24	" 102
" 6	" 13	" 19	" 26	

Altitude moyenne du sol : + 85 m.

Température de référence du sol : 12°C à + 55 m.

#### 2.2.5.2. Résultats

- Ecartes moyens :

ea = 14°C

eg = 15°C

- Températures moyennes :
  - . Tests : 71°C à - 1 600 m,
  - . Diagraphies : 56°C à - 1 610 m.

- Gradient entre la température de référence de surface et la température moyenne de test au toit du Dogger :

$$G = 3,56^{\circ}\text{C}/100 \text{ m.}$$

## 2.2.6. Champ de Valence en Brie (figure 6)

### 2.2.6.1. Eléments utilisés

Les mesures de température proviennent des puits suivants :

Vl 101	Vl 106
" 102	Vl 107
" 103	" 108
" 104	" 109
" 105	" 110

Altitude moyenne du sol : + 110 m.

Température de référence du sol : 12°C à + 80 m.

### 2.2.6.2. Résultats

- Ecartés moyens :

$$\begin{aligned} ea &= 16^{\circ}\text{C} \\ eg &= 15^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

- Températures moyennes :

- . Production : 73°C à - 1 630 m,
- . Diagraphies : 58°C à - 1 670 m.

- Gradient entre la température de référence de surface et la température moyenne de production au toit du Dogger :

$$G = 3,57^{\circ}\text{C}/100 \text{ m.}$$

## 2.2.7. Champ de Marolles en Hurepoix (figure 7)

### 2.2.7.1. Eléments utilisés.

Les mesures de température proviennent des puits suivants :

MA2, MA3, MA4.

Altitude moyenne du sol : + 85 m.

Température de référence du sol : 12°C à + 55 m.

### 2.2.7.2. Résultats

- Ecartés moyens :

$$\begin{aligned} ea &= 7^{\circ}\text{C} \\ eg &= 7,5^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

- Températures moyennes :

- . Tests et mesures de production : 63°C à - 1 380 m.

. Diagraphies : les mesures reportées sur le graphique sont trop peu nombreuses pour donner lieu à une valeur moyenne représentative.

- Gradient entre la température de référence de surface et la température moyenne des tests au toit du Dogger :

$$G = 3,55^{\circ}\text{C}/100 \text{ m.}$$

### 2.3. Gisements pétroliers dans les sables du Néocomien

Sur ces gisements, un grand nombre de données étaient accessibles. Il n'a pas été mis en évidence d'écart entre les valeurs de température tirées des tests ou diagraphies, en effet comme le montrent les graphiques ces deux types de mesures sont imbriqués.

#### 2.3.1. Champ de Chateaurenard (figure 8)

##### 2.3.1.1. Eléments utilisés

Les mesures de température proviennent des puits suivants :

CHR 2	CHR 4	CHR 30	CHR 39
" 3	" 17	" 31	" 40
" 5	" 18	" 32	" 42
" 8	" 19	" 33	" 45
" 13	" 21	" 34	" 46
" 14	" 24	" 36	" 48
" 15	" 28	" 37	
" 16	" 29	" 138	

Altitude moyenne du sol : + 170 m.

Température de référence du sol : 12°C à + 140 m.

##### 2.3.1.2. Résultats

- Température moyenne : l'ensemble des valeurs se groupe entre 30 et 35°C dans une surface qui a été cerclée. Il y a cependant quatre valeurs comprises entre 45 et 50°C dont l'origine ne peut être expliquée.

La température moyenne est prise à 35°C à - 440 m car cette valeur groupe un nombre important de mesures.

La valeur moyenne des quatre températures élevées est 47°C à - 395 m.

- Gradients entre la température de référence de surface et la température moyenne dans les sables du Néocomien :

$$G_1 = 3,97^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$$

$$G_2 = 6,54^{\circ}\text{C}/100 \text{ m.}$$

Seul le premier gradient paraît représentatif.

### 2.3.2. Champ de St. Firmin des Bois (figure 9)

#### 2.3.2.1. Eléments utilisés

Les mesures de température proviennent des puits suivants :

SF 1	SF 9	SF 17	SF 25	SF 39
" 3	" 109	" 18	" 26	" 42
" 4	" 10	" 19	" 27	" 46
" 104	" 11	" 20	" 28	" 48
" 5	" 12	" 21	" 29	
" 6	" 112	" 22	" 30	
" 7	" 14	" 23	" 31	
" 8	" 16	" 24	" 38	

Altitude moyenne du sol : + 160 m.

Température de référence du sol : 12°C à + 130 m.

#### 2.3.2.2. Résultats

- Température moyenne des tests : 35°C à - 440 m. Cette valeur regroupe un nombre important de mesures.

- Gradient :  $G = 4^{\circ}\text{C}/100 \text{ m.}$

### 2.3.3. Champ de Chuelles (figure 10)

#### 2.3.3.1. Eléments utilisés

Les mesures de température proviennent des puits suivants :

CH 101	CH 7	CH 111	CH 17	CH 27
" 102	" 8	" 12	" 19	" 28
" 3	" 108	" 13	" 21	" 30
" 103	" 9	" 14	" 22	" 33
" 4	" 10	" 15	" 23	
" 145	" 110	" 115	" 24	
" 6	" 11	" 16	" 26	

Niveau moyen du sol : + 160 m.

Température de référence du sol : 12°C à + 130 m.

#### 2.3.3.2. Résultats

- Température moyenne : 35°C à - 460 m. Cette valeur regroupe un nombre important de mesures d'origine diagraphique. Les données de tests à l'exception de trois n'ont pu être rassemblées, l'une d'elles a une valeur très élevée 48°C à - 477 m.

- Gradient :

$$G = 3,9^{\circ}\text{C}/100 \text{ m.}$$

La valeur de test élevée donne un gradient de 5,93°C/100 m.

## 2.3.4. Champ de Courtenay (figure 11)

### 2.3.4.1. Éléments utilisés

Les mesures de température proviennent des puits suivants :

CY 1	CY 5
" 2	" 6
" 3	" 7
" 4	

Altitude moyenne du sol : + 170 m.

Température de référence du sol : 12°C à + 140 m.

### 2.3.4.2. Résultats

- Les quelques mesures qui ont pu être rassemblées permettent de dégager une température moyenne de 35°C à - 450 m.

- Gradient : 3,9°C/100 m.

## 2.4. Conclusion

### 2.4.1. Gisements au toit du Dogger

Toutes les mesures inventoriées des gisements au toit du Dogger sont reportées sur la figure 12. Il apparaît nettement que :

- Les valeurs de température enregistrées avec les diagraphies ne sont pas représentatives et présentent une erreur par défaut importante par rapport aux températures tirées des tests.

- Les écarts moyens entre les deux types de mesures varient de 12°C à 20°C avec une valeur moyenne de 15°C qui apparaît nettement.

On peut donc dire, en première approximation, qu'aux valeurs de température mesurées au toit du Dogger lors des enregistrements de diagraphies il faut ajouter 15°C.

- Les gradients calculés entre la température du sol et les températures moyennes au toit du Dogger sont tous supérieurs à la valeur classiquement admise de 3,3°C/100 m.

Ils sont reportés sur la figure 13 en fonction de la profondeur correspondant à la température moyenne utilisée pour le calcul du gradient. Le graphique montre que certains de ces points sont grossièrement alignés, ils correspondent aux champs de : Coulommes, Valence en Brie, Chailly en Bière, Villemer (et aussi Saint Martin de Bossenay si le gradient est calculé avec la valeur maximale tirée des tests soit 67°C à - 1 270 m, le point est marqué SMB').

Sur cette droite les gradients les moins élevés correspondent aux champs les plus profonds. On peut supposer qu'une telle distribution représente une concavité sensible des surfaces isothermes vers le centre du bassin où le gradient devient plus faible car la température varie proportionnellement moins que la profondeur. Cette courbure refléterait, partiellement du moins, celle du socle car la tranche de terrain comprise entre ce dernier et chacun des gisements alignés est de l'ordre de 1 200 mètres, à l'exception de Chailly en Bière où elle n'est que de 800 mètres environ.

Cette hypothèse, qui n'est mentionnée, que brièvement ici, sera l'objet d'une étude ultérieure plus détaillée.

#### 2.4.2. Gisements des sables du Néocomien

Les 4 gisements inventoriés sont très semblables du point de vue géologique. Ils correspondent à un ensemble de petites structures groupées à 15 km à l'Est de Montargis.

Ceci explique que les gradients calculés soient homogènes. Ils sont en outre élevés puisque compris entre 3,9 et 4°C pour 100 m.

A ces profondeurs, somme toute faibles (400 à 500 m), les mesures provenant des diagraphies et des tests ne présentent pas d'écart significatif.

#### 2.4.3. Remarque

Les gradients passés en revue dans les deux paragraphes précédents sont assez élevés mais ces valeurs sont confirmées par des mesures effectuées à plus grande profondeur. C'est le cas du gisement de Grandville où de l'huile est produite dans le Rhétien.

Un extrait d'un rapport d'exploitation indique une température de 95°C à la cote moyenne de - 1 919 m avec une cote sol de + 141 m. Ce qui donne un gradient entre le sol et le gisement de 4,1°C pour 100 m.

### 3 - BASSIN D'AQUITAINE

#### 3.1. Généralités

##### 3.1.1. Température de référence du sol

En Aquitaine, la température moyenne annuelle de la surface du sol est de 12,6°C. Ce calcul est fait à partir des données rassemblées par la Météorologie nationale sur trois stations pendant 19 ans. Si une correction identique à celle du Bassin parisien est appliquée entre la température à la surface du sol et celle à 30 m sous la surface on obtient pour l'Aquitaine une valeur très voisine de 14°C.

Cette température de 14°C à 30 m sous la surface du sol est utilisée comme mesure de référence des niveaux superficiels.

##### 3.1.2. Champs pétroliers inventoriés

Les champs étudiés sont :

- Parentis,
- Cazaux,
- Lavergne la Teste
- Mimizan
- Mothes
- Lucats
- Cabeil
- Lugos
- Lacq
- Charlas.

Comme pour le Bassin parisien on a tenté de calculer les écarts, les températures moyennes, les gradients, et, de comparer entre eux tous les résultats. Mais à cause de l'insuffisance des données recueillies dans certains cas, de la diversité des horizons producteurs et de la complexité des structures, la représentativité des résultats obtenus est assez aléatoire pour l'Aquitaine. De plus, la tectonique importante de la région rend bien fragile, *a priori*, tout essai d'interprétation.

### 3.2. Etude des gisements pétroliers d'Aquitaine

#### 3.2.1. Champ de Parentis (figure 14)

##### 3.2.1.1. Eléments utilisés

Les mesures de température utilisées correspondent aux puits suivants :

Pa 1	Pa 13	Pa 23	Pa 33
" 3	" 14	" 24	" 34
" 4	" 15	" 25	" 35
" 5	" 16	" 26	" 36
" 7	" 17	" 27	" 37
" 8	" 18	" 28	" 39
" 9	" 19	" 29	" 40
" 10	" 20	" 30	" 101
" 11	" 21	" 31	" 102
" 12	" 22	" 32	

Altitude moyenne du sol : + 25 m.

Température de référence du sol : 14°C à - 5 m.

##### 3.2.1.2. Résultats

- Ecarts moyens :

ea = 16°C  
eg : non calculable

- Température moyenne : 90°C. Comme le montre le graphique la plupart des températures enregistrées lors des tests ou des mesures de production s'alignent sur une verticale de valeur 90°C.

Ceci est vraisemblablement dû à des phénomènes de convection dans le réservoir.

- Gradient : en admettant que le sommet du réservoir (- 2 070 m) est à la même température, le gradient entre le sol et le sommet de la structure est de : 3,68°C/100 m. Il n'est plus que de 3,28°C/100 m entre la surface et la base du réservoir située à la verticale du point le plus haut.

#### 3.2.2. Champ de Cazaux (figure 15)

##### 3.2.2.1. Eléments utilisés

Les mesures de température utilisées proviennent des puits suivants :

Ca 1	Ca 11	Ca 21	Ca 31	Ca 42
" 2	" 12	" 22	" 32	" 43
" 3	" 13	" 23	" 33	" 44
" 4	" 14	" 24	" 34	" 45
" 5	" 15	" 25	" 35	" 46
" 6	" 16	" 26	" 36	" 47
" 7	" 17	" 27	" 37	
" 8	" 18	" 28	" 38	
" 9	" 19	" 29	" 39	
" 10	" 20	" 30	" 41	

Altitude moyenne du sol : + 35 m.

Température de référence du sol : + 14°C à + 5 m.

### 3.2.2.2. Résultats

- Ecartés moyens :

ea = 16°C

eg = non calculable

- Températures moyennes d'après les tests et les mesures de production :

. Réservoir supérieur : 87,5°C à - 2 440 m. C'est la valeur moyenne des 3 mesures faites au sommet de la structure.

. Réservoir inférieur : 116°C à - 3 062 m.

- Gradients entre le sol et le sommet de la structure :

. Réservoir supérieur : G = 3°C/100 m.

. Réservoir inférieur : G = 3,33°C/100 m.

### 3.2.3. Champ de Lavergne la Teste (figure 16)

#### 3.2.3.1. Éléments utilisés

Les mesures de température utilisées proviennent des puits suivants :

La 1	La 4	La 7
" 2	" 5	" 8
" 3	" 6	

Altitude moyenne du sol : + 10 m.

Température de référence du sol : + 14°C à - 20 m.

#### 3.2.3.2. Résultats

- Ecartés moyens :

ea = 18°C (calculé à partir de 4 puits seulement)

eg = non défini

- Température moyenne d'après les tests et mesures de production :

116°C à - 3 280 m.

- Gradient entre le sol et le réservoir :

3,13°C/100 m (calculé d'après la température moyenne)

3,22°C/100 m si le calcul est fait avec la mesure de production répertoriée.

### 3.2.4. Champ de Mimizan (figure 17)

#### 3.2.4.1. Eléments utilisés

Les mesures de température utilisées proviennent des puits suivants :

MNd 1	MNd 4
" 2	" 6
" 3	" 7

Altitude moyenne du sol : + 20 m.

Température de référence du sol : 14°C à - 10 m.

#### 3.2.4.2. Résultats

- Ecart moyen : ea, eg non définis.
- Température moyenne : 60°C à - 1 368 m. C'est la seule mesure dans le réservoir qui ne paraisse pas entachée d'une erreur importante.
- Gradient entre le sol et le réservoir :

$$G = 3,38^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$$

### 3.2.5. Champ de Mothes (figure 18)

#### 3.2.5.1. Eléments utilisés

Les puits d'où proviennent les mesures sont :

MO 1      MO 2      MO 3      MO 4

Altitude moyenne du sol : + 55 m.

Température de référence du sol : 14°C à + 25 m.

#### 3.2.5.2. Résultats

- Ecart : non définis.
- Température du réservoir : une seule mesure de production est répertoriée, elle est de 92°C à - 2 257 m. D'après la position du toit du réservoir (- 2 350 m) la profondeur indiquée n'est pas représentative, des raisons techniques ont pu, par exemple, empêcher la descente d'un enregistreur à une cote inférieure.
- Si la température de 92°C est ramenée au toit du réservoir, le gradient calculé entre ce dernier et le sol est :

$$G = 3,28^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$$

### 3.2.6. Champ de Lucats (figure 19)

#### 3.2.6.1. Eléments utilisés

Les mesures de température utilisées proviennent des puits suivants :

Lts : 1, 2, 3, 4, 5.

Altitude moyenne du sol : + 50 m.

Température de référence du sol : 14°C à + 20 m.

### 3.2.6.2. Résultats

- Ecart non défini.

- Température : une seule mesure de production est répertoriée, elle est de 78°C à - 1 949 m. Ramenée au sommet du réservoir elle donne un gradient entre ce dernier et le sol de 3,17°C/100 m.

### 3.2.7. Champ de Cabeil (figure 20)

#### 3.2.7.1. Eléments utilisés

Les mesures proviennent des puits suivants :

Cab 1, 2, 3.

Altitude moyenne du sol : + 50 m.

Température de référence du sol : 14°C à + 20 m.

#### 3.2.7.2. Résultats

- Ecart non défini.

- Température du réservoir 75°C à - 2 000 m (c'est la moyenne des deux tests réalisés dans la zone productrice).

- Gradient entre le sol et le réservoir :

$$G = 3,02^{\circ}\text{C}/100 \text{ m.}$$

### 3.2.8. Champ de Lugos (figure 21)

#### 3.2.8.1. Eléments utilisés

Les mesures de température proviennent des puits suivants :

Lu : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 et LuW 2.

Altitude moyenne du sol : + 40 m.

Température de référence du sol : 14°C à + 10 m.

#### 3.2.8.2. Résultats

- Ecart non défini.

- Température : 71,6°C à - 1 550 m (seule donnée de production).

- Gradient : entre le sol et le réservoir il est de : 3,7°C/100 m.

Mais cette valeur paraît trop forte pour être représentative. Les gradients définis à partir des mesures tirées des tests réalisés dans le réservoir varient de 2,6 à 2,9°C/100 ; ces valeurs paraissent bien faibles, en outre on n'observe pas d'écart entre les mesures tirées des diagraphies et des tests : dans ce cas précis ces derniers ne sont probablement pas représentatifs.

Il faut signaler pour terminer qu'un test réalisé à - 2 590 m a donné une température de 98°C ce qui permet de calculer un gradient de 3,23°C/100 m.

### 3.2.9. Champ de Lacq (figure 22)

#### 3.2.9.1. Champ de Lacq supérieur.

##### Eléments utilisés

Les températures répertoriées proviennent des puits suivants :

La 37	La 71	La 73
" 74	" 75	" 77
" 78	" 80	

Altitude moyenne du sol : + 110 m.

Température de référence du sol : 14°C à + 80 m.

##### Résultats

- Ecart non définis.

- Température moyenne : quelques mesures seulement ont pu être répertoriées, elles ont toutes été enregistrées lors de l'exécution des diagraphies, la valeur moyenne est de 44°C à - 600 m, sa représentativité est hypothétique.

- Gradient entre le sol et le réservoir :

$$G = 4,41^{\circ}\text{C}/100 \text{ m.}$$

#### 3.2.9.2. Champ de Lacq profond

##### Eléments utilisés

Les températures répertoriées proviennent des puits suivants :

La 3	La 111	La 122	La 131
" 101	" 112	" 122 bis	" 132
" 102	" 113	" 123	" 133
" 103	" 114	" 124	" 301
" 104	" 115	" 124 bis	
" 105 bis	" 116	" 125	
" 106	" 117	" 126	
" 107	" 118	" 127	
" 108	" 119	" 128	
" 109	" 120	" 129	
" 110	" 121	" 130	

Altitude et température du sol : cf. paragraphe "Eléments utilisés",  
Champ de Lacq supérieur.

##### Résultats

- Ecart :                   ea = 16°C  
                                 eg = non défini.

- Température au toit du réservoir : ce sont les résultats de MM. COMBARNOUS et AZIZ (8) qui ont été utilisés et les mesures qu'ils ont publiées sont reportées sur le graphique. Ils définissent pour le réservoir la loi suivante :

$$T(^{\circ}\text{C}) = 53,63 + 0,02061 \times (\text{mètres})$$

Le sommet du piège étant à - 3 100 m la température calculée au toit du réservoir est de 117,5°C à - 3 100 m.

- Le gradient entre le sol et le réservoir est :

$$G = 3,25^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$$

Dans leur publication les deux auteurs ont mis en évidence d'importants phénomènes de convection et ont distingué des zones plus ou moins chaudes à l'échelle du gisement. Ils définissent dans le réservoir un gradient de  $2,06^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$ .

### 3.2.10. Champ de Charlas

#### 3.2.10.1. Eléments utilisés

Les températures répertoriées proviennent des puits : Ch 1, 2, 3.

Altitude moyenne du sol : + 365 m.

Température moyenne du sol :  $14^{\circ}\text{C}$  à + 335 m.

#### 3.2.10.2. Résultats

- Ecart : non définis.

- Température du réservoir : une seule donnée de production :  $76^{\circ}\text{C}$  à - 1 761 m.

- Gradient entre le sol et le réservoir :

$$G = 2,95^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$$

Il est à noter que cette valeur tombe à  $2,7^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$ , si le calcul est fait avec la valeur moyenne des 5 mesures réalisées dans le réservoir soit  $72^{\circ}\text{C}$  à - 1 796m.

### 3.3. Conclusion

Des conclusions semblables à celles du bassin de Paris se dégagent sur plusieurs points, à savoir :

- La non représentativité des mesures tirées des diagraphies qui sont des valeurs par défaut si on les compare à celles provenant des tests ou des mesures de production (figure 24).

- La moyenne des écarts entre les mesures provenant des diagraphies et des tests est de  $16^{\circ}\text{C}$ . Elle est très voisine des  $15^{\circ}\text{C}$  déterminés pour le Bassin parisien, mais elle est sujette aux mêmes restrictions.

- Les gradients moyens entre le sol et le sommet des réservoirs dans chaque champ sont reportés sur la figure 25 en fonction de la profondeur correspondante. On remarquera sur ce graphique la grande dispersion des points. Des essais de comparaison en fonction de la hauteur au-dessus du socle et de l'étage atteint n'ont rien donné de concluant.

Cependant l'examen des planches 13 et 25 montre que les gradients dans le Bassin parisien sont supérieurs dans l'ensemble à ceux de l'Aquitaine. Les valeurs moyennes calculées sont de  $3,59^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$  pour les gisements au toit du Dogger dans le bassin de Paris et de  $3,36^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$  pour l'ensemble des gisements en Aquitaine.

Cette moyenne assez élevée pour l'Aquitaine est due à l'influence des fortes valeurs de : Parentis - Lugos - Lacq. supérieur. Si on ne tient pas compte de ces trois gradients la moyenne est de  $3,2^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ . Ce chiffre paraît plus vraisemblable, il est en accord avec la corrélation linéaire faite à partir des points représentatifs de chaque champs qui donne une droite de corrélation de pente  $3^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  avec un coefficient de corrélation de 0,98.

#### 4 - CONCLUSION

L'étude des enregistrements de température dans les puits pétroliers montre qu'il en existe plusieurs catégories. Les mesures les plus nombreuses sont faites lors des enregistrements de diagraphies électriques et nucléaires qui ont lieu pendant le forage du puits.

L'examen des températures enregistrées dans la plupart des gisements pétroliers a permis de comparer les températures tirées des diagraphies à celles mesurées au cours d'essais de débit ou de prises de pression statique. Ces deux derniers types d'enregistrements donnent des valeurs de température généralement représentatives des formations intéressées ; mais ils sont relativement peu répandus. Si on les compare aux températures tirées des diagraphies ces dernières montrent une erreur par défaut systématique qui a pu être évaluée entre 15°C et 16°C.

Les gradients entre le sol et le sommet des gisements ont été calculés. Les températures de référence du sol sont de 12°C à 30 mètres sous la surface pour le Bassin parisien et de 14°C pour l'Aquitaine.

Dans le bassin de Paris les gradients sont plus élevés qu'on ne le pense généralement et la moyenne calculée pour les gisements au toit du Dogger est de 3,6°C/100 m. Cette valeur élevée est en accord avec des mesures faites dans d'autres horizons producteurs de pétrole. Ainsi des gradients variant entre 3,9 et 4°C/100 m ont été calculés pour les gisements dans les sables du Néocomien. A plus grande profondeur le gradient est de 4,1°C/100 m pour le gisement de Grandville localisé dans le Rhétien.

On peut objecter en ce qui concerne le Bassin parisien que les gradients élevés ne concernent que des gisements pétroliers. Cependant le gradient entre le sol et le toit du Dogger est de 3,54°C/100 m pour les puits géothermiques de Melun. Ce chiffre confirme bien les résultats précédents.

En Aquitaine la moyenne calculée est voisine de 3,4°C/100 m pour l'ensemble des champs inventoriés, mais cette valeur est à considérer avec prudence.

Le troisième objectif de l'étude, la localisation d'anomalies de température grâce à l'interprétation de l'ensemble des forages pétroliers n'a pas été abordé.

Il fera l'objet d'un travail ultérieur.

## B I B L I O G R A P H I E

- (1) HENTINGER R. et JOLIVET J. (1967) - Sur quelques déterminations de flux géothermique en France.  
Bulletin B.R.G.M. n° 2.
  - (2) MONGELLI Francesco - Metodi di misura geotermiche sui continenti con particolare riguardo alla prospezione.  
Istituto di geodesia e geofisica Università di Bari, Publication n° 53.
  - (3) MAUTORT J. de (1972) - Etude hydrogéologique préliminaire du Permien du bassin de Lodève et de son substratum.  
(Confidentiel) S.G.R. Languedoc-Roussillon, Janvier 1972.
  - (4) BOURGEOIS M. et MAUTORT J. de (1974) - Bassin de Lodève (Hérault) - Etude hydrogéologique et géothermique.  
S.G.R. Languedoc-Roussillon, Février 1974.
  - (5) BAILLY M. - Thermodynamique technique.  
Ed. Bordas.
  - (6) Comptes rendus de l'Académie des Sciences : communication de M. ESCLANDON.  
Tome 218 - année 1944, p. 981.
  - (7) Comptes rendus de l'Académie des Sciences : communication de M. GOGUEL.  
Tome 221 - année 1945, p. 421.
  - (8) COMBARNOUS M. et AZIZ K. - Influence de la convection naturelle dans les réservoirs d'huile ou de gaz.  
Comptes rendus du 4ème colloque de l'ARTEP. Ed. Technip.
  - (9) Rapport annuel 1972 - Recherches et production d'hydrocarbures en France.  
Service de Conservation des gisements d'hydrocarbures.
  - (10) HERITIER F. et VILLEMIN J. (1971) - Mise en évidence de la tectonique profonde du bassin de Paris par l'exploration pétrolière.  
Bulletin du B.R.G.M. (deuxième série), Section I, n° 2.
  - (11) WEBER C. (1973) - Le socle anté-triasique sous la partie sud du bassin de Paris d'après les données géophysiques.  
Section II, n° 3 et 4, Bulletin B.R.G.M..
-

50

100

150°C

+100  
0  
mer  
-100  
500  
1000  
1500  
2000  
2500

# CHAMP DE ST MARTIN DE BOSSENAY

Origine des mesures de température

x Diagraphies

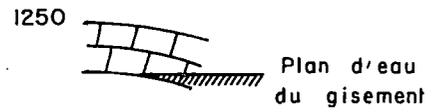
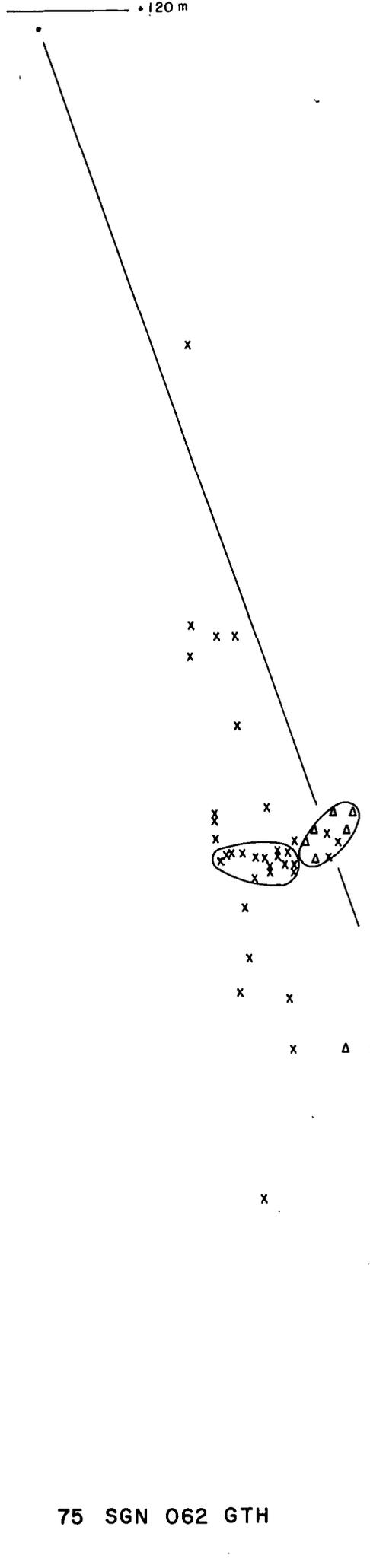
Δ Tests d'exploration

$$g = 3,57^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$$

$$e_a = e_g = 12^{\circ}\text{C}$$

-1250m = Sommet de la structure,  
toit du Dogger

Profondeur en mètres



75 SGN 062 GTH

figure 1

Δ

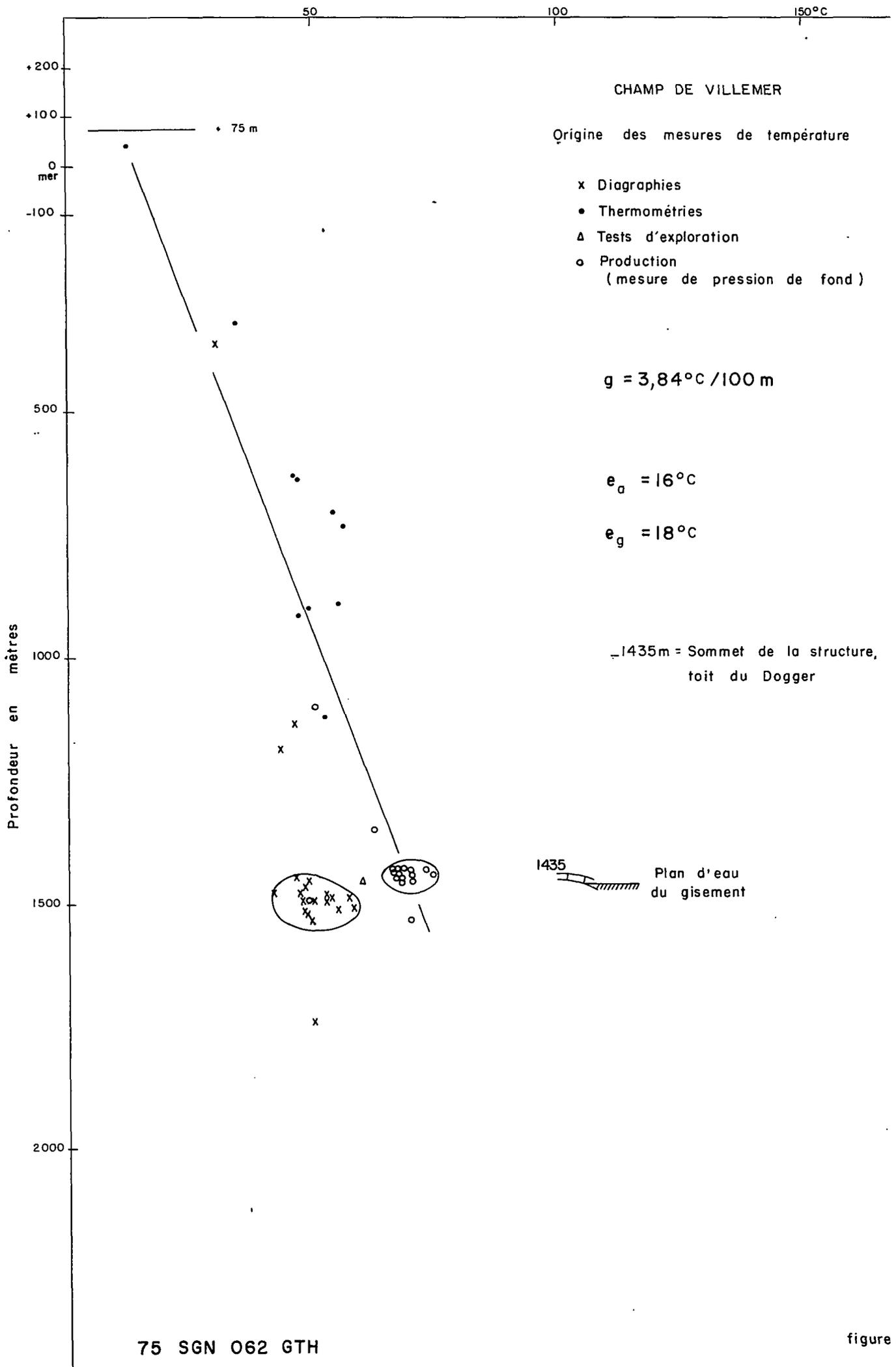


figure 2

50

100

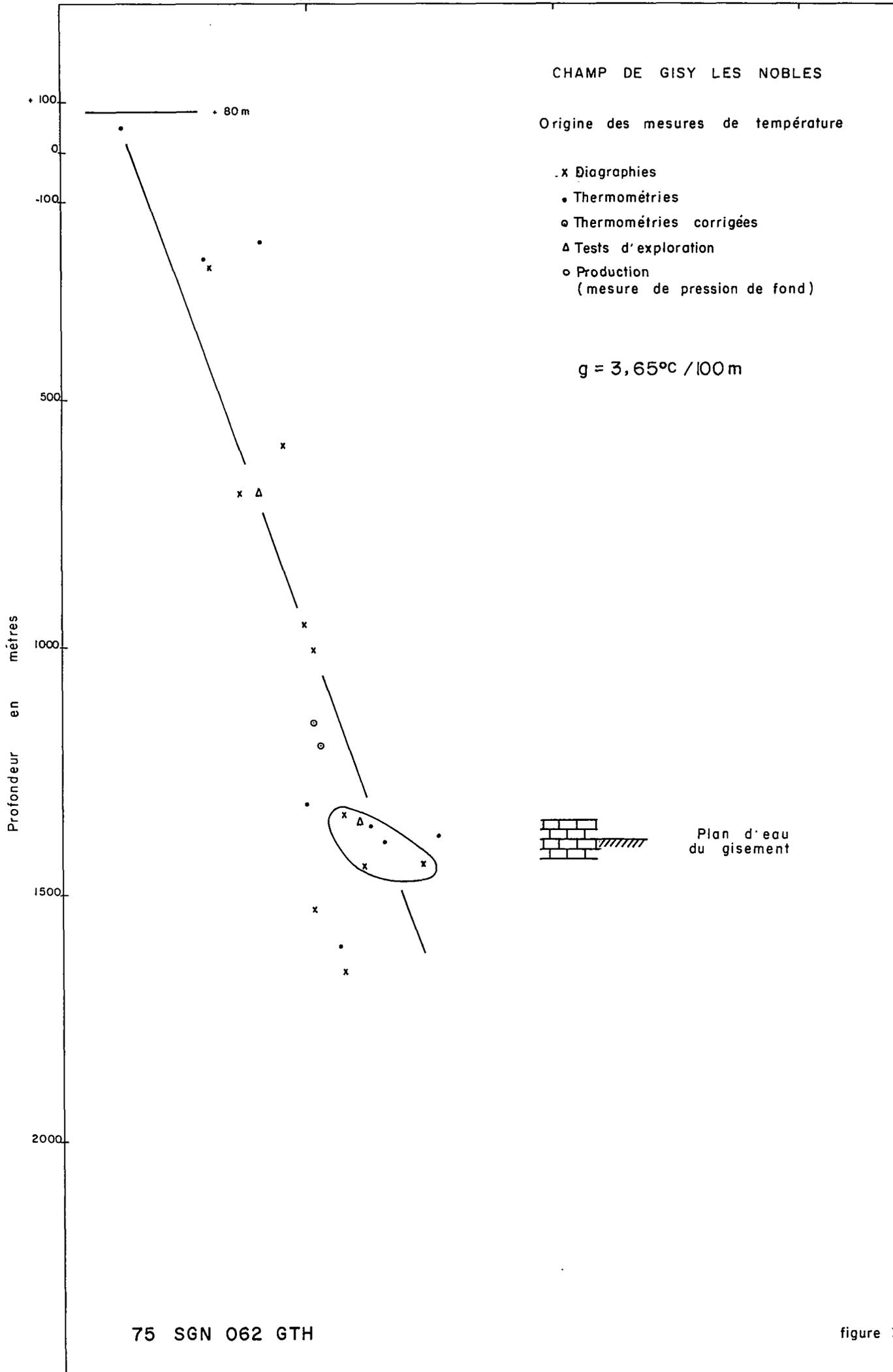
150° C

### CHAMP DE GISY LES NOBLES

Origine des mesures de température

- x Diagraphies
- Thermométries
- Thermométries corrigées
- Δ Tests d'exploration
- Production (mesure de pression de fond)

$$g = 3,65^{\circ}\text{C} / 100\text{ m}$$



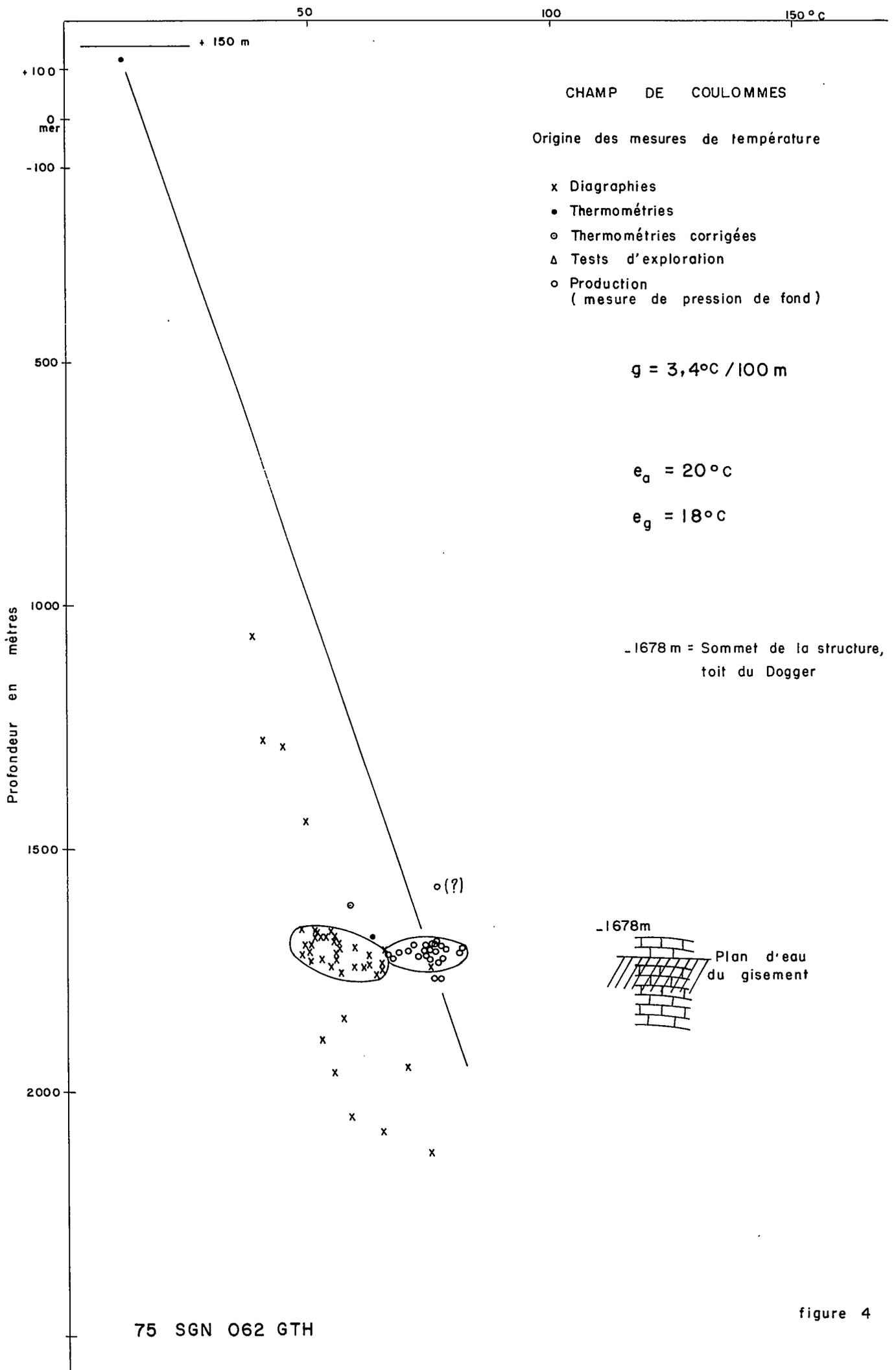


figure 4



50

100

150°C

### CHAMP DE VALENCE EN BRIE

Origine des mesures de température

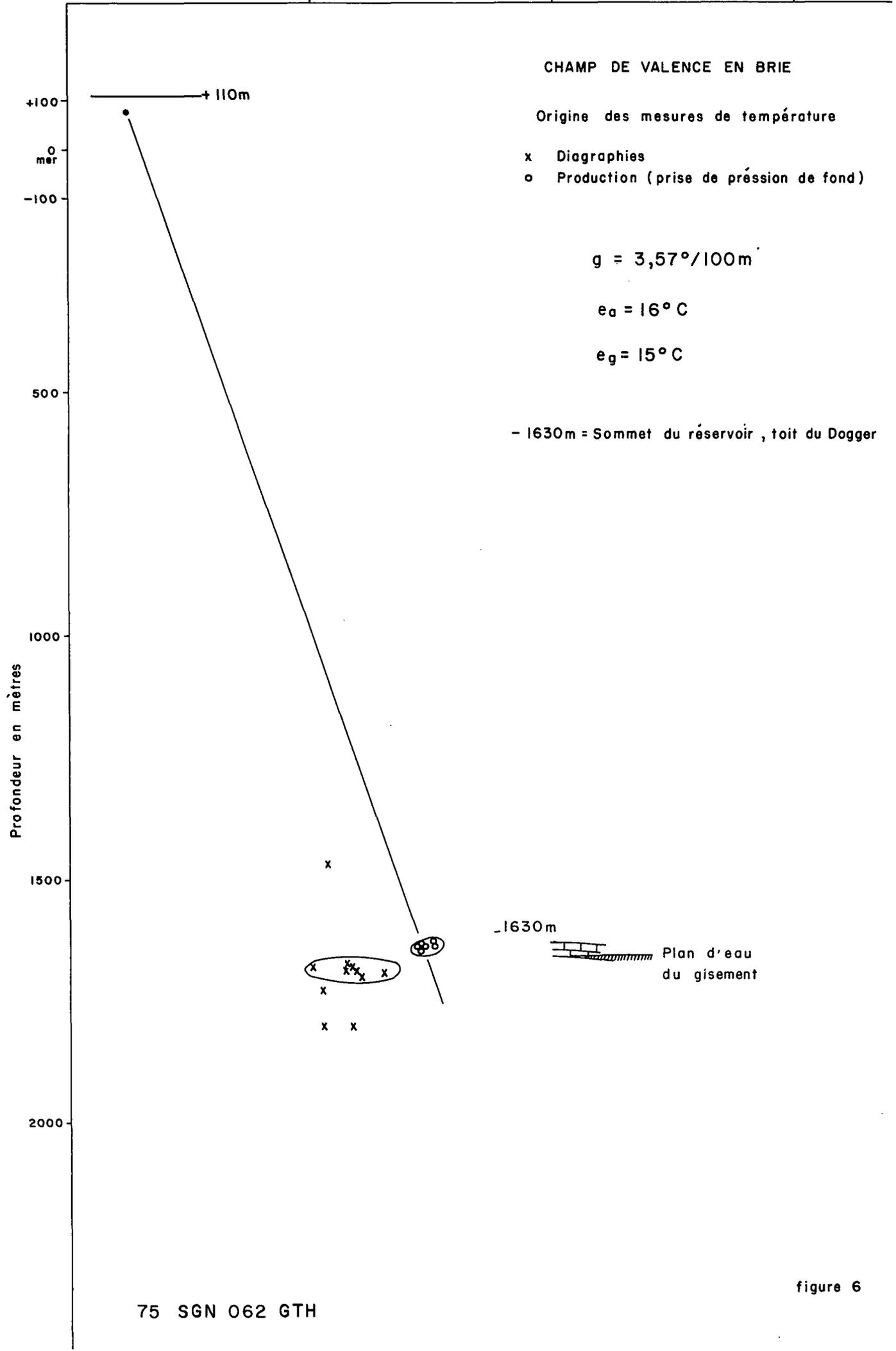
- x Diagraphies
- o Production (prise de pression de fond)

$g = 3,57^\circ/100m$

$e_a = 16^\circ C$

$e_g = 15^\circ C$

- 1630m = Sommet du réservoir , toit du Dogger



### CHAMP DE MAROLLES EN HUREPOIX

Origine des mesures de température

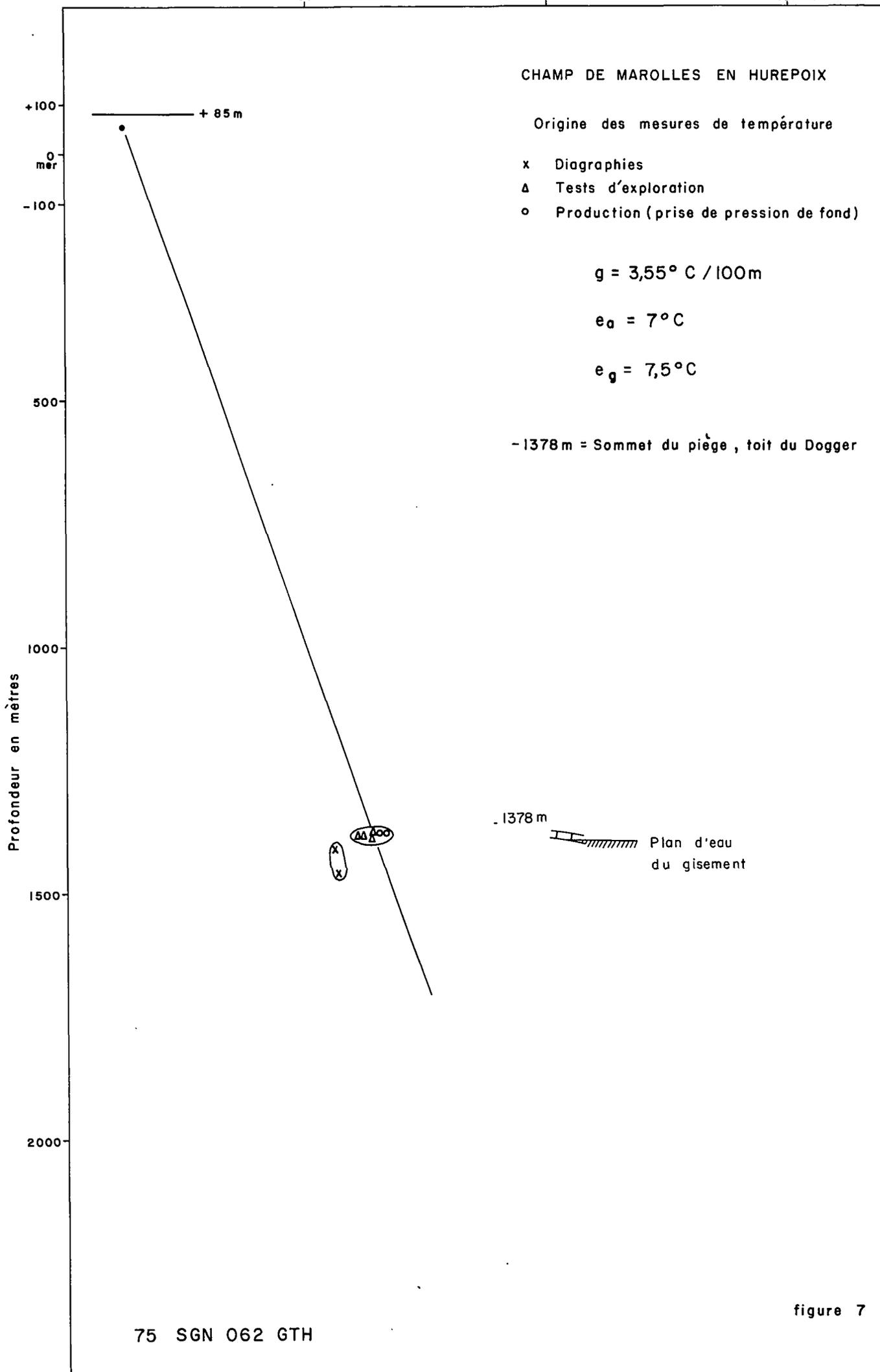
- x Diagraphies
- Δ Tests d'exploration
- Production (prise de pression de fond)

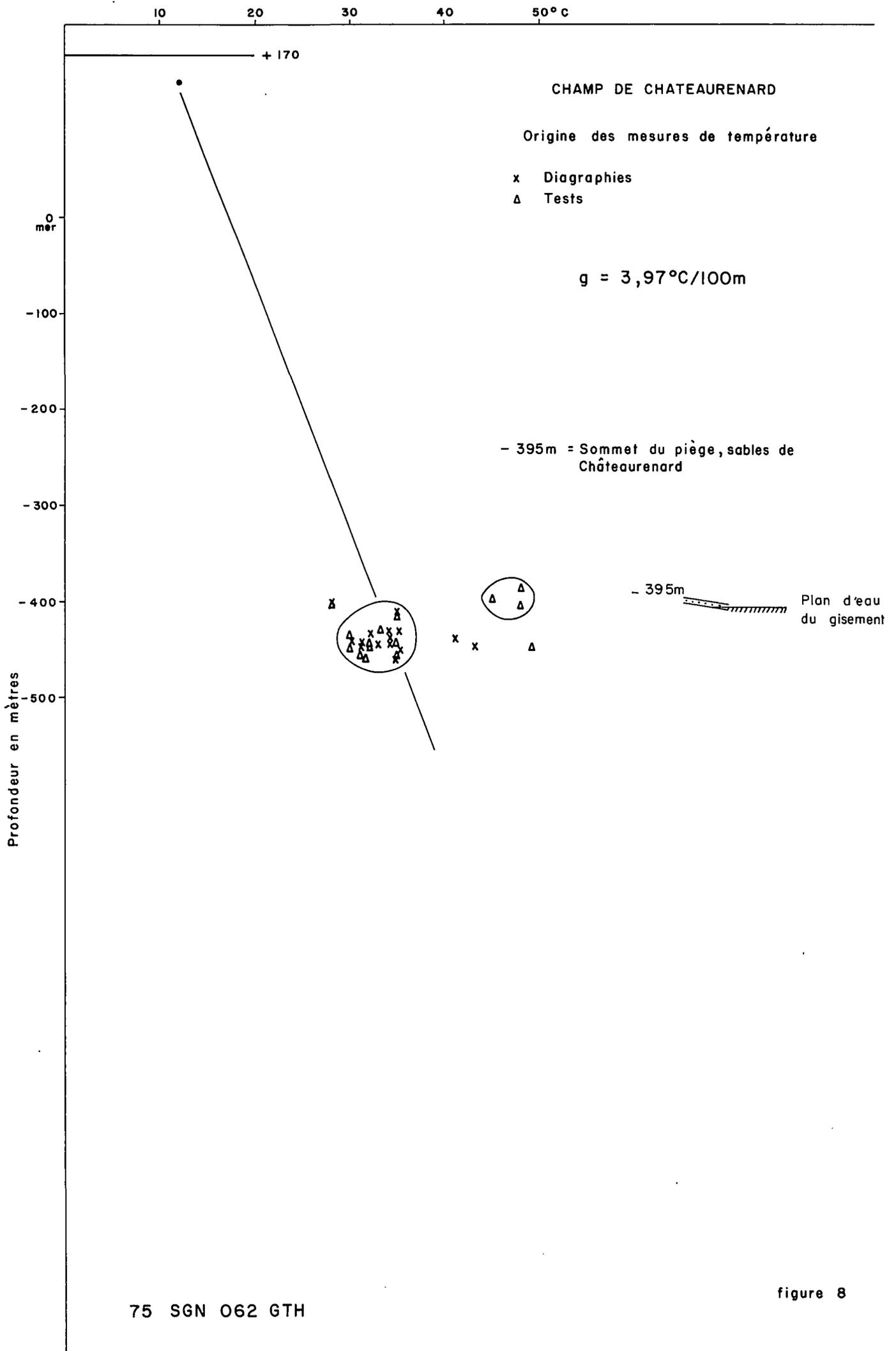
$g = 3,55^{\circ} C / 100m$

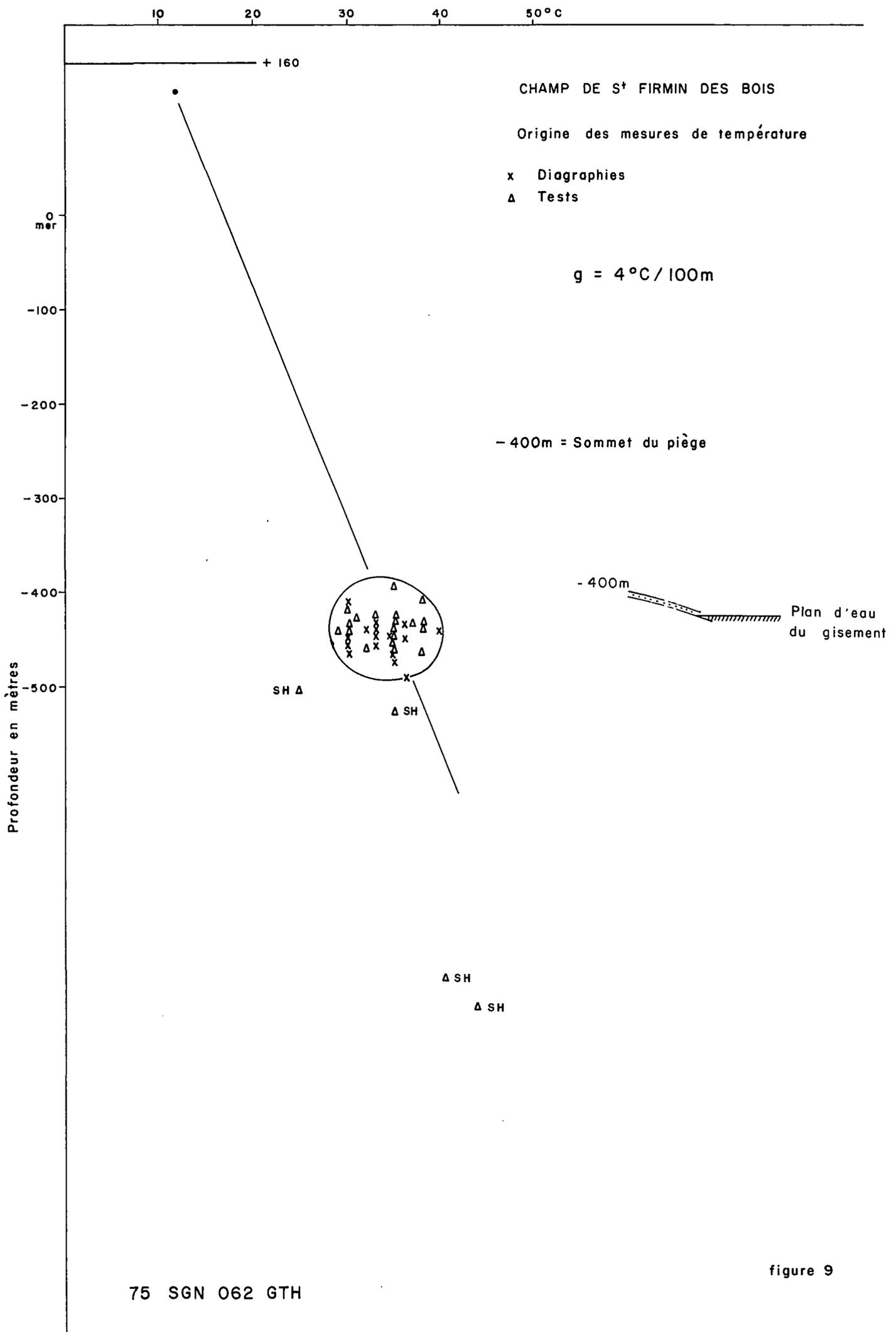
$e_a = 7^{\circ} C$

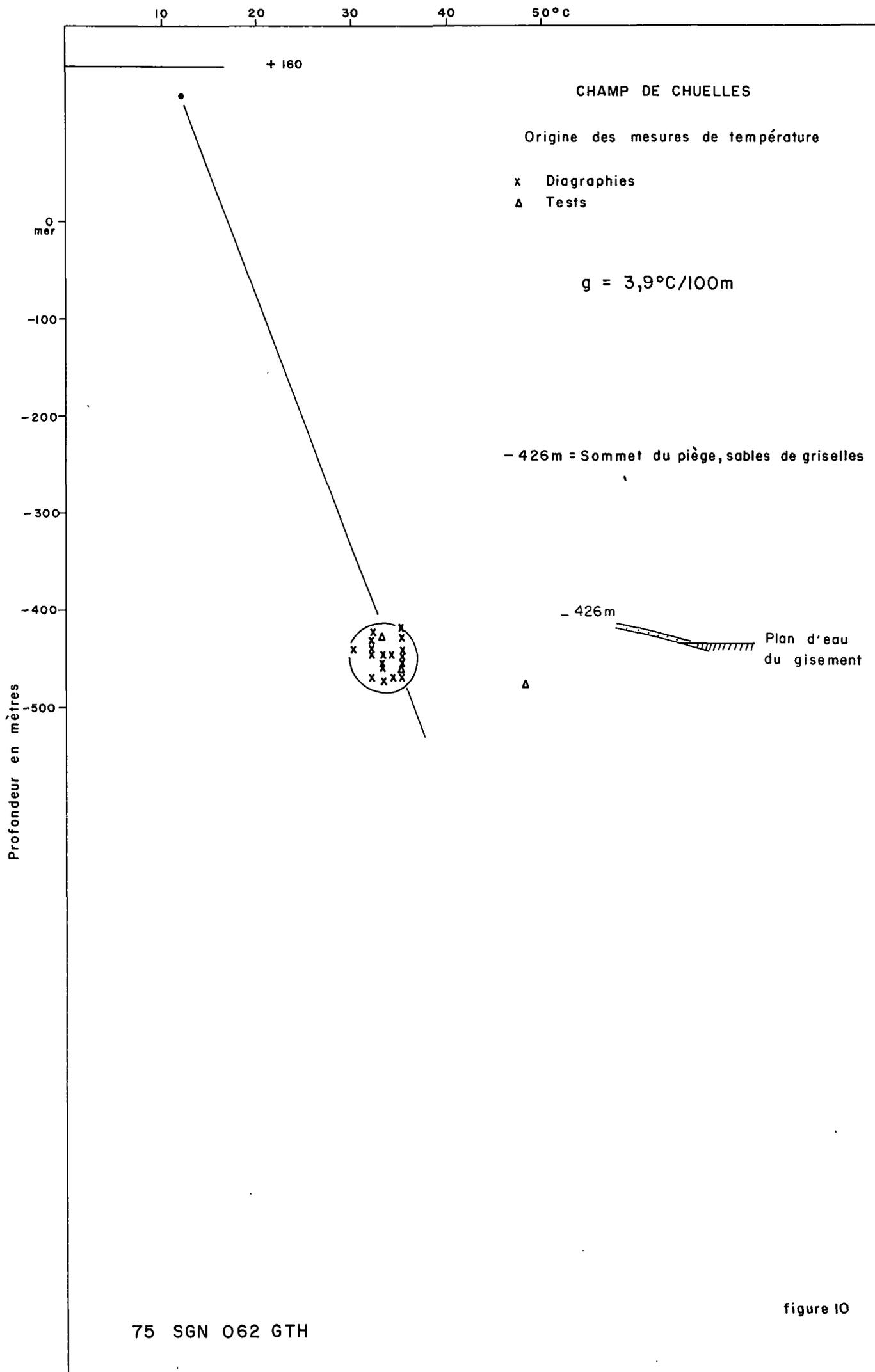
$e_g = 7,5^{\circ} C$

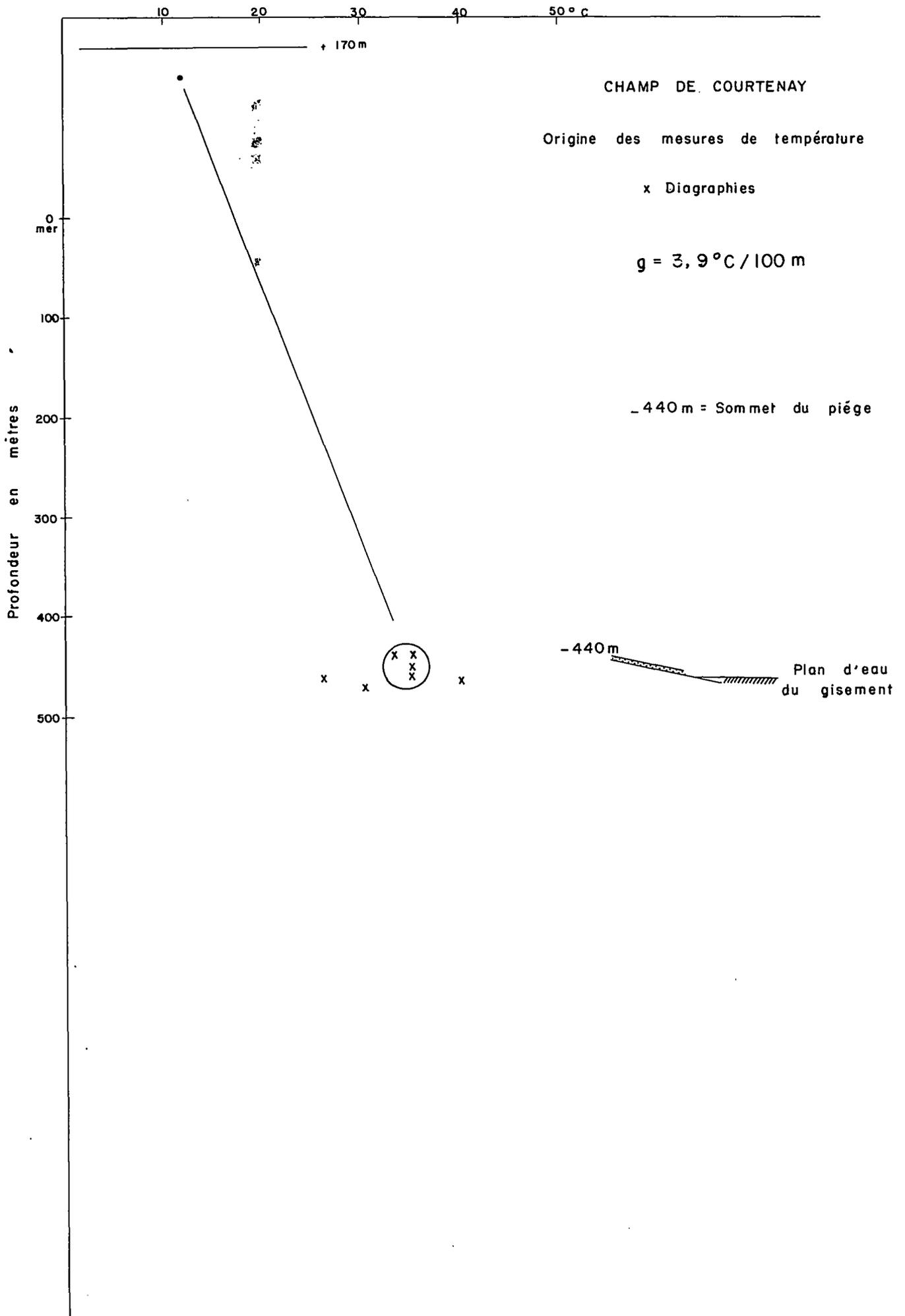
-1378 m = Sommet du piège, toit du Dogger





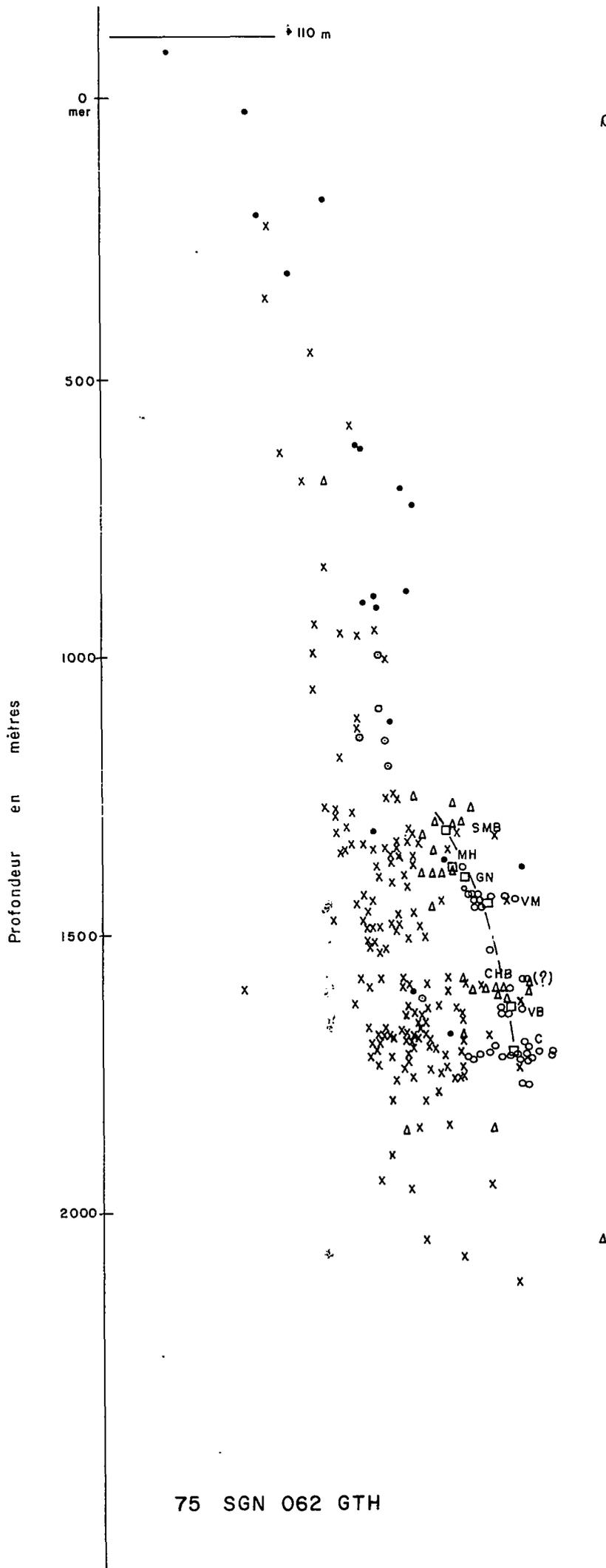






BASSIN DE PARIS

GRAPHIQUE D'ENSEMBLE DES CHAMPS ETUDIES



Origine des mesures de température

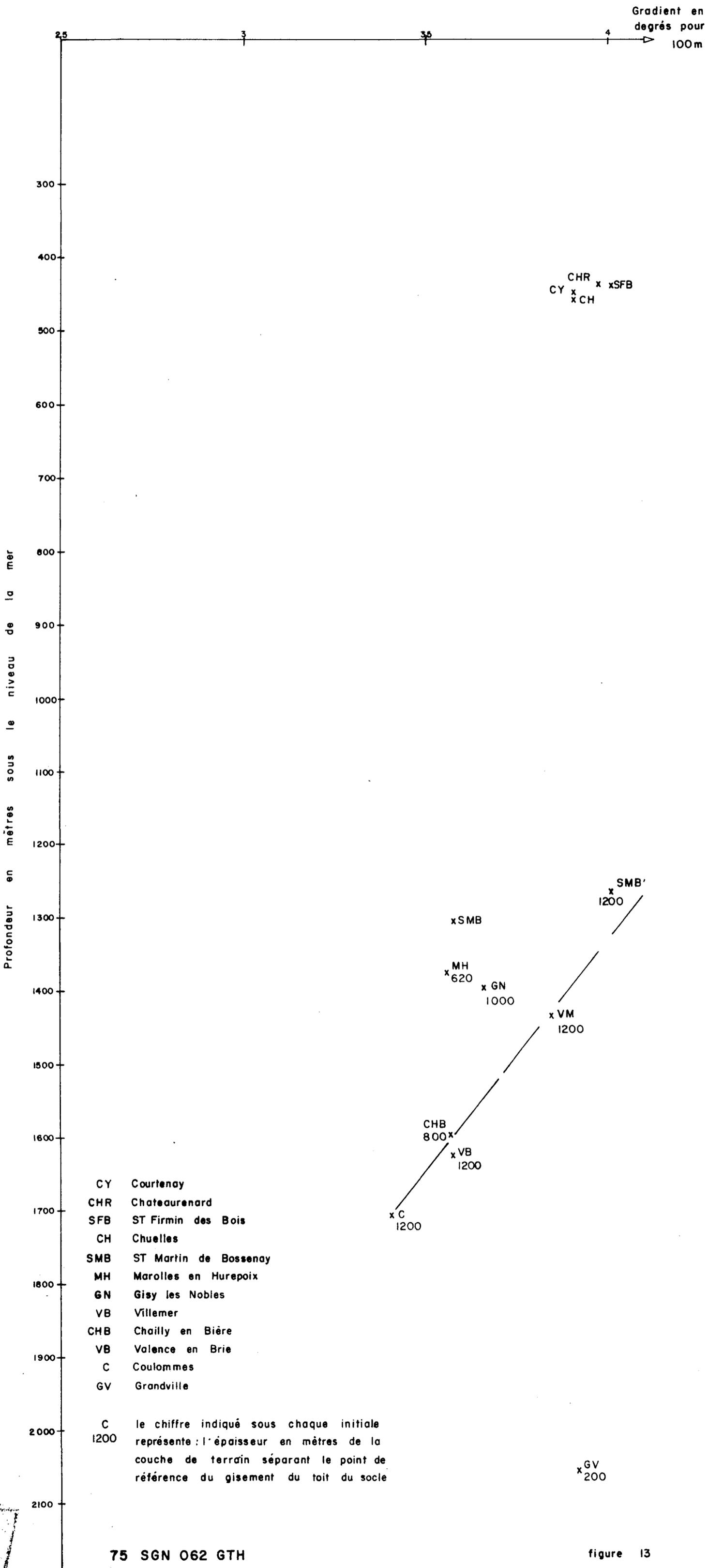
- x Diagraphies
- Thermométries
- ◊ Thermométries corrigées
- Δ Tests d'exploration
- Production (prises de pression de fond)
- ◻ Température moyenne des gisements au toit du Dogger

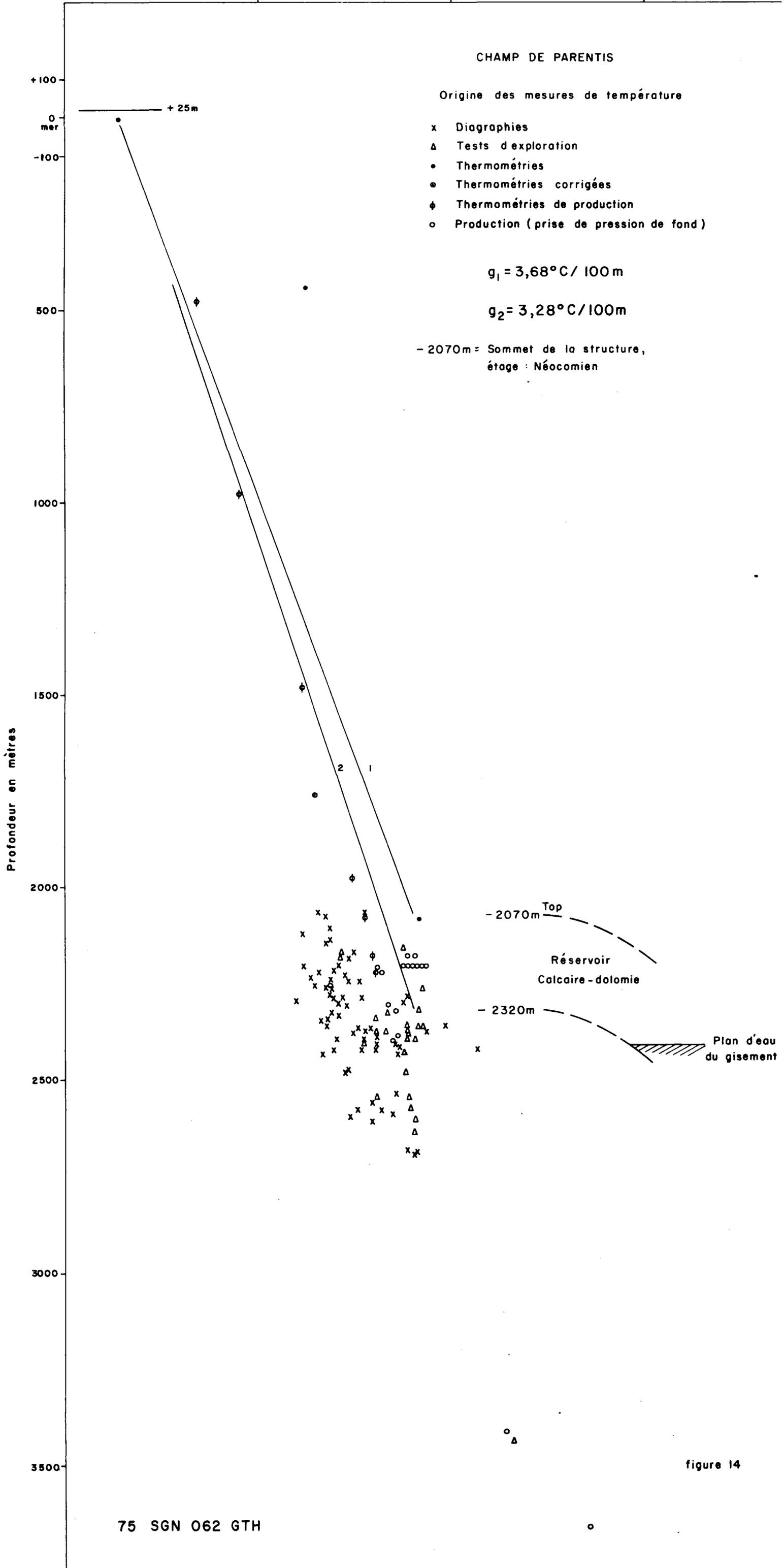
- SMB ST Martin de Bossenoy
- MH Marolles en Hurepoix
- GN Gisy les Nobles
- VM Villemer
- CHB Chailly en Bière
- VB Valence en Brie
- C Coulommès

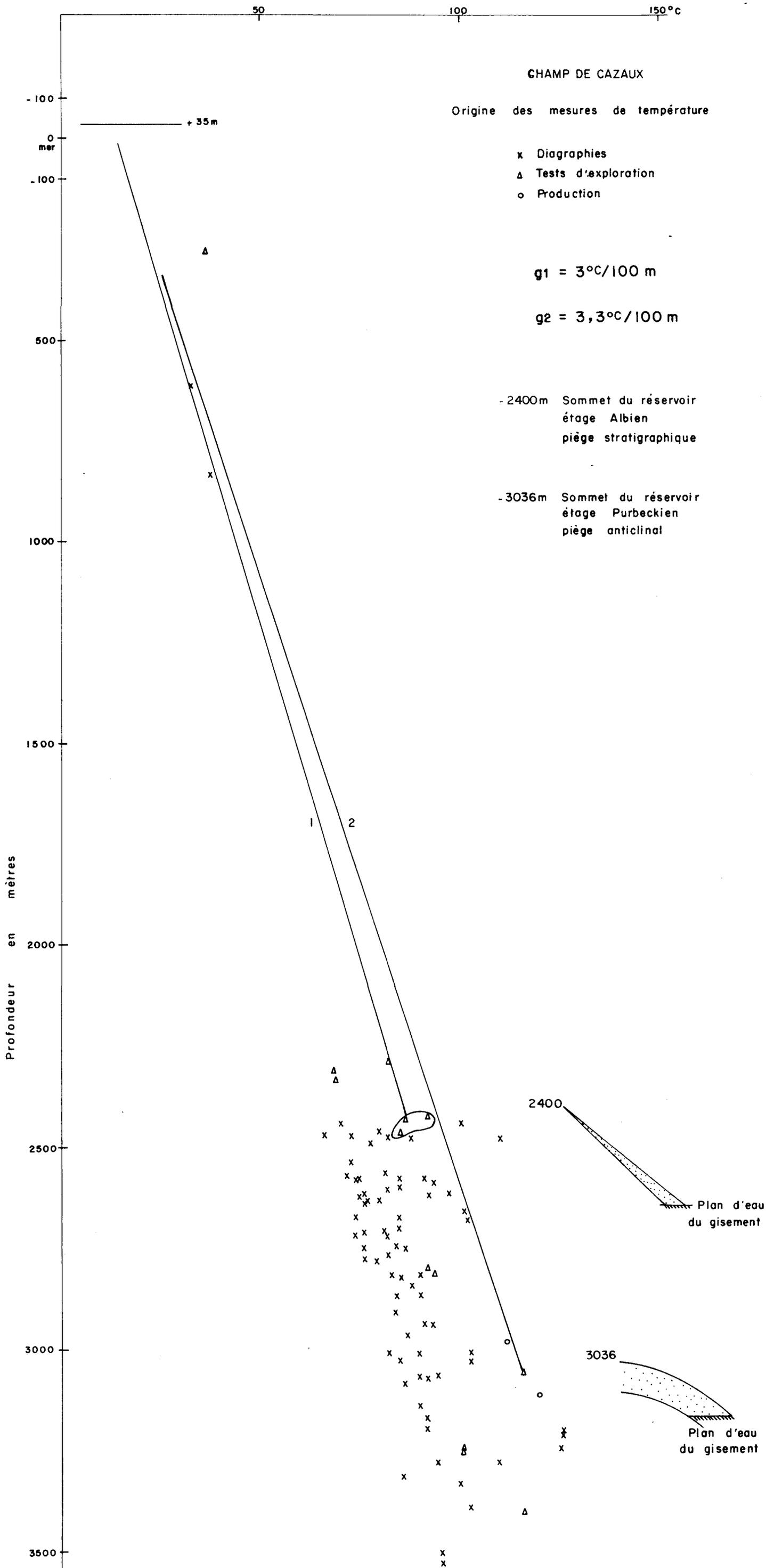
BASSIN DE PARIS

Position des gradients par rapport au sol  
en fonction de la profondeur du point de référence de chaque gisement

Remarque : Ce graphique n'est qu'indicatif car l'exactitude que suppose l'échelle des gradients est bien supérieure à la précision réellement atteinte.







## CHAMP DE LAVERGNE LA TESTE

Origine des mesures de température

- x Diagraphies
- Thermométries
- Thermométries corrigées
- Δ Tests d'exploration
- Production (prise de pression de fond)

$$g_1 = 3,13^\circ\text{C}/100\text{ m}$$

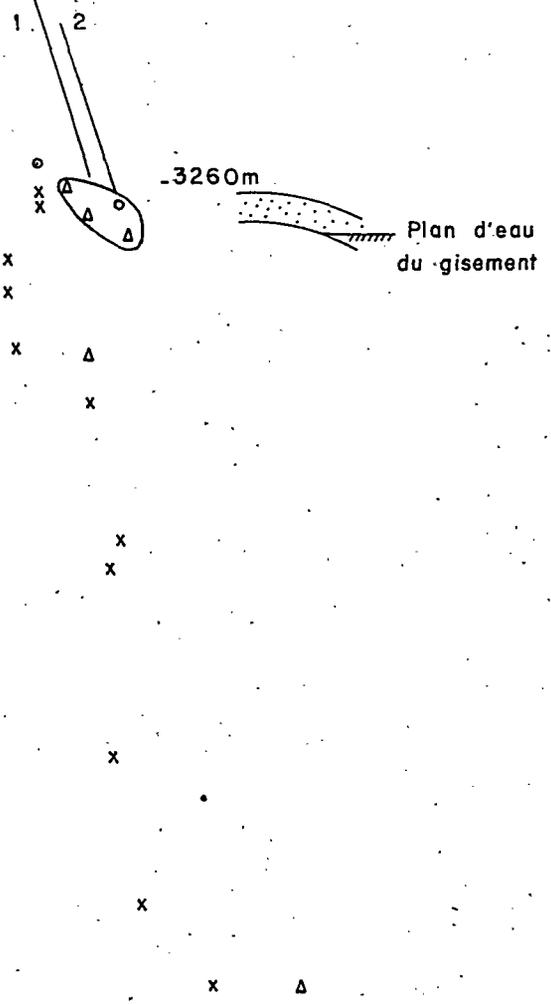
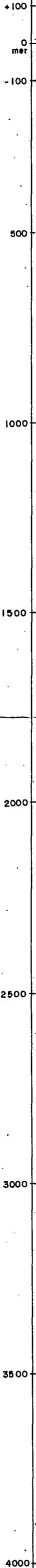
$$g_2 = 3,22^\circ\text{C}/100\text{ m}$$

- 3260 m = Sommet du réservoir

Etage : Purbeckien

Piège : Anticlinal

Profondeur en mètres









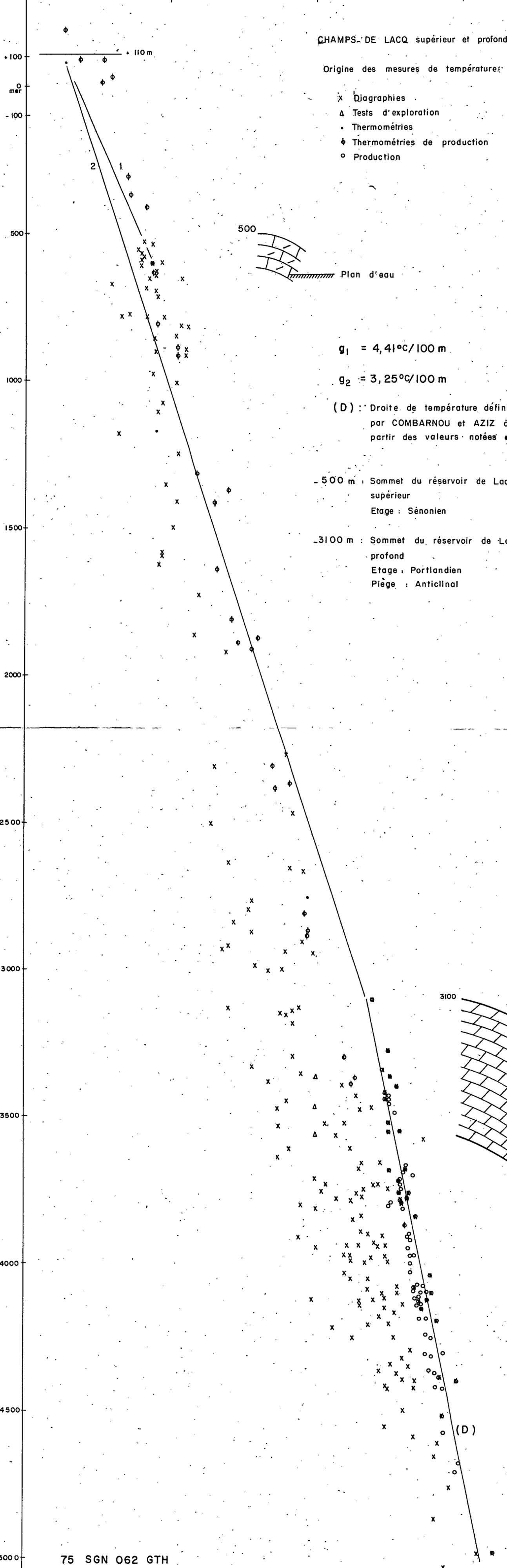




CHAMPS DE LACQ supérieur et profond

Origine des mesures de température:

- x Diagraphies
- Δ Tests d'exploration
- Thermométries
- ◊ Thermométries de production
- Production



$g_1 = 4,41^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$

$g_2 = 3,25^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$

(D) : Droite de température définie par COMBARNOU et AZIZ à partir des valeurs notées •

- 500 m : Sommet du réservoir de Lacq supérieur  
Etage : Sènonien

- 3100 m : Sommet du réservoir de Lacq profond  
Etage : Portlandien  
Piège : Anticlinal

Profondeur en mètres

75 SGN 062 GTH

figure 22



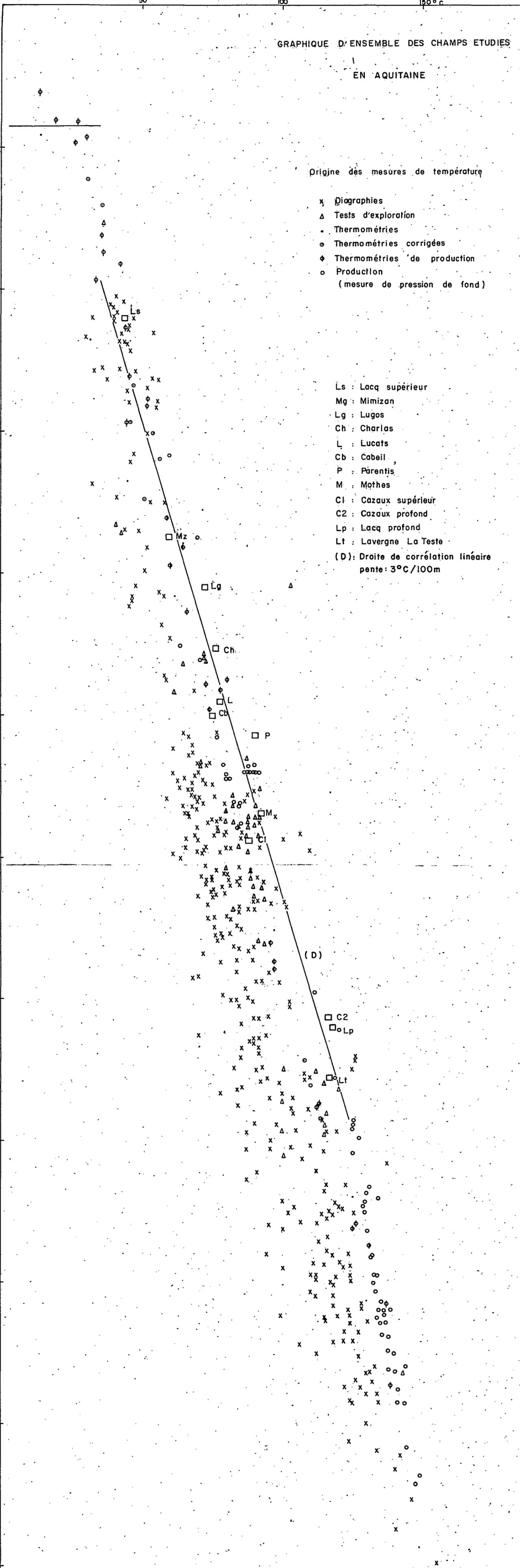
GRAPHIQUE D'ENSEMBLE DES CHAMPS ETUDIÉS  
EN AQUITAINE

Origine des mesures de température

- x Diagraphies
- Δ Tests d'exploration
- Thermométries
- Thermométries corrigées
- ◊ Thermométries de production
- Production (mesure de pression de fond)

- Ls : Lacq supérieur
- Mg : Mimizan
- Lg : Lugos
- Ch : Charlas
- L : Lucats
- Cb : Cabelil
- P : Parentis
- M : Mothes
- Cl : Cazaux supérieur
- C2 : Cazaux profond
- Lp : Lacq profond
- Lt : Lavergne La Teste
- (D) : Droite de corrélation linéaire  
pente: 3°C/100m

Profondeur en mètres



BASSIN D'AQUITAINE

Position des gradients par rapport au sol en fonction du point de référence de chaque gisement

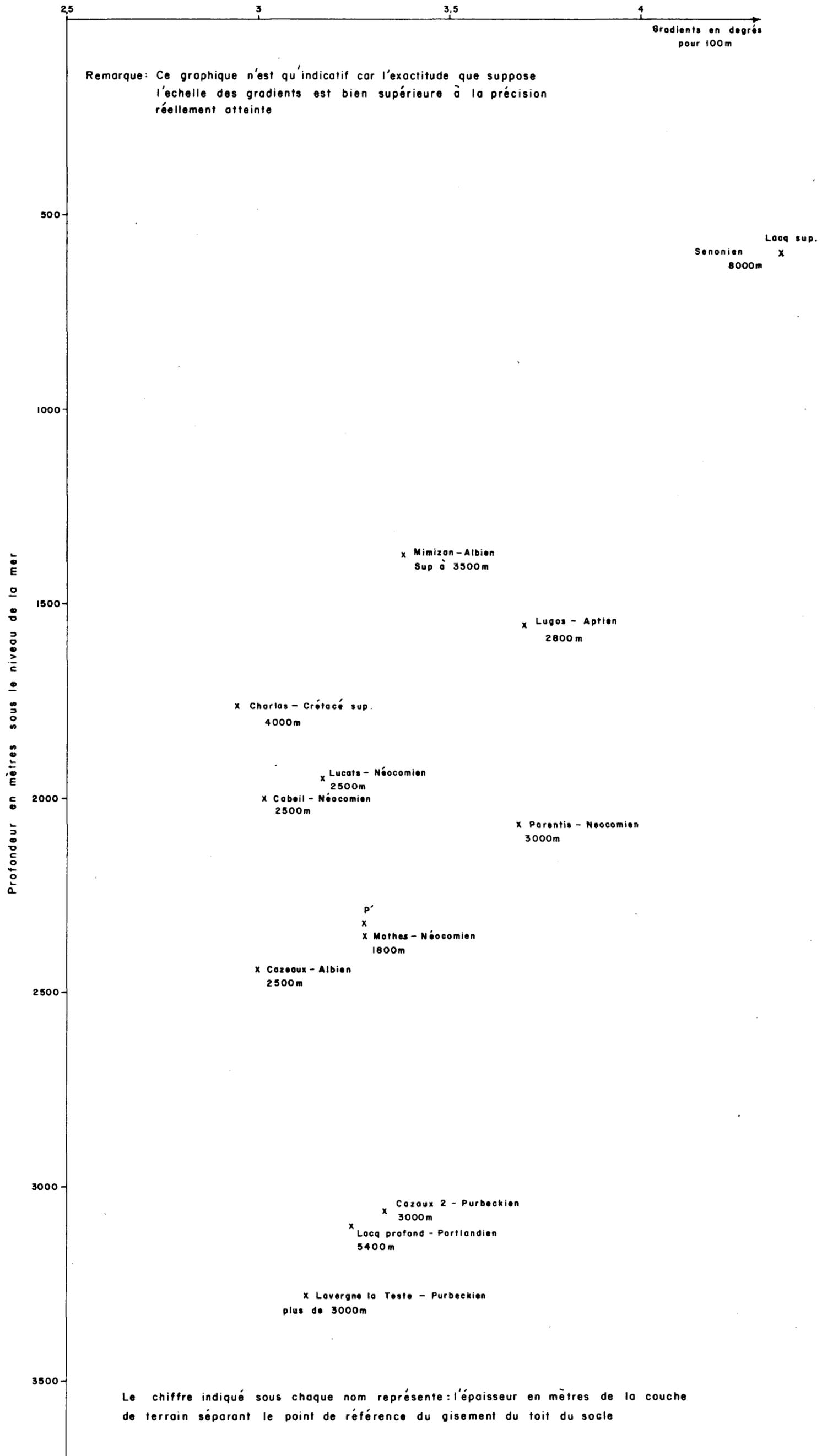


figure 25