



géologie profonde de la France

**évolution des interprétations
l'anomalie magnétique du bassin de Paris
et historique des travaux géophysiques
associés au forage de Sancerre-Couy**

R. Millon

**juin 1988
88 DT 019 GPH**

**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
DIRECTION DE LA TECHNOLOGIE
Département Géophysique
B.P. 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2 - Tél.: 38.64.34.34**

**DIRECTION DE LA RECHERCHE DU MINISTÈRE
CHARGÉ DE L'ÉDUCATION NATIONALE
ET DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
61-65, rue Dutot - 75015 PARIS**

**INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES DE L'UNIVERS (C.N.R.S.)
77, avenue Denfert-Rochereau - 75014 PARIS**

EVOLUTION DES INTERPRETATIONS DE
L'ANOMALIE MAGNETIQUE DU BASSIN DE PARIS
ET HISTORIQUE DES TRAVAUX GEOPHYSIQUES
ASSOCIES AU FORAGE DE SANCERRE COUY

par
P. MILLON

88 DT 019 GPH

Juin 1988

DOCUMENT NON PUBLIC

RESUME

Cet historique, établi à la demande de GPF, retrace l'évolution des interprétations géophysiques effectuées sur l'A.M.B.P..

Les travaux géophysiques y sont classés par méthodes (magnétisme, gravimétrie, sismique, M.T.) au sein de deux périodes : avant et après l'implantation du forage de Sancerre-Couy.

Ce rapport contient : 29 pages de texte, 7 tableaux, 22 figures.

LISTE DES SIGLES UTILISES DANS CE RAPPORT

A.M.B.P.	Anomalie Magnétique du Bassin de Paris
B.R.G.M.	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
C.N.R.S.	Centre National de la Recherche Scientifique
C.E.P.	Compagnie d'Exploration Pétrolière
S.N.E.A.	Société Nationale Elf Aquitaine
E.R.A.P.	Entreprise de Recherches et d'Activités Pétrolières
INAG	Institut National d'Astronomie et de Géophysique
M.T.	Magnéto-tellurique
LETI	Laboratoire d'Electronique et de Technologie de l'Informatique
C.R.G.	Centre de Recherches Géophysiques de Garchy
ENS	Ecole Normale Supérieure de Paris
C.R.A.S.	Compte Rendu à l'Académie des Sciences
EVA	Evaluation des Vitesses et des Atténuations (sonde S.N.E.A.)
WBK	West fällische. Berggewerkschaft Kasse
P.S.V.	Profil sismique vertical

Les numéros entre crochets renvoient à la bibliographie :

[P2]	Publication n° 2
[R6]	Rapport n° 6
[N5]	Note n° 5

SOMMAIRE

	Page
<u>RESUME</u>	
<u>INTRODUCTION</u>	1
<u>1. DE L'ORIGINE A JUIN 1986 (IMPLANTATION DU FORAGE)</u>	1
1.1. <u>La découverte. Les mesures au sol et les premières interprétations</u>	1
1.2. <u>Les levés aéroportés</u>	2
1.3. <u>Les interprétations jusqu'en 1986</u>	2
1.4. <u>Discussion sur ces interprétations magnétiques</u>	5
1.5. <u>Utilisation de méthodes indirectes</u>	6
1.5.1. <u>Gravimétrie</u>	7
1.5.2. <u>Sismique réfraction</u>	8
1.5.3. <u>Sismique réflexion</u>	9
1.5.4. <u>Magnéto-tellurique</u>	10
1.5.5. <u>Bases et profil magnétique au sol</u>	11
1.6. <u>Conclusion sur cette première période</u>	11
<u>2. PENDANT ET AUSSITOT APRES LA REALISATION DU FORAGE</u>	11
2.1. <u>Les profils magnétiques verticaux</u>	11
2.1.1. <u>Les modélisations préliminaires</u>	12
2.1.2. <u>Les diagaphies magnétiques</u>	12
2.1.3. <u>Résultats et interprétations</u>	13
2.2. <u>Les nouvelles modélisations magnétiques</u>	14
2.2.1. <u>Couy</u>	14
2.2.2. <u>Gien</u>	15
2.3. <u>Les diagaphies</u>	16
2.4. <u>Les opérations sismiques en forage</u>	17
<u>3. COMPLEMENT DE LEVE GRAVIMETRIQUE</u>	19
<u>CONCLUSION TOURNEE VERS LE FUTUR PROCHE</u>	20
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	

INTRODUCTION

L'anomalie magnétique du Bassin de Paris (A.M.B.P.) est l'expression d'une structure géologique à l'échelle de la France : elle s'étend de la bordure Nord du Massif Central (Sud de Sancoins) jusqu'à la Manche (Fécamp) en passant un peu à l'Ouest de Paris ; sa longueur dépasse 400 km, pour une largeur de l'ordre de 50 km.

L'historique de sa reconnaissance et de son interprétation peut se décomposer en deux grandes périodes :

- 1) avant l'implantation du forage (juin 1986),
- 2) après l'implantation du forage à aujourd'hui.

1. DE L'ORIGINE A JUIN 1986 (IMPLANTATION DU FORAGE) (voir tableau chronologique)

1.1. La découverte. Les mesures au sol et les premières interprétations

C'est T. MOUREAUX [P1] qui découvre cette anomalie il y a près d'un siècle (1885) et en précise les formes par des mesures relativement serrées de la composante verticale (1896 et 1904). Ces mesures sont reprises et complétées par EBLE et BRAZIER en 1924, puis par J.P. ROTHE [P2] de 1930 à 1935 (fig. 1 et 2), qui émet l'hypothèse de variations d'amplitude sur certaines parties de l'A.M.B.P. (noyaux de variation).

C'est ce dernier qui fait la première ébauche d'interprétation en 1937 et qui trouve une profondeur de l'ordre de 5 km pour le toit de la structure dans la région parisienne.

Il faut attendre encore 27 ans pour qu'une autre interprétation soit réalisée (D. TOURNIER [P4], 1964) : en utilisant des abaques pour filons épais infinis vers le bas (champ et dérivée seconde), il trouve des profondeurs de 5 à 6 km pour le toit dans la moitié sud de l'anomalie et une susceptibilité magnétique de l'ordre de $1,5 \cdot 10^{-3}$ uem CGS ($2 \cdot 10^{-2}$ uSI).

1.2. Les levés aéroportés

Les années 1960 voient se développer des levés aéroportés qui permettent une meilleure visualisation de l'A.M.B.P. :

Tableau 1

Date	Client	Altitude barométrique	Lignes de vol		Traverses		Référence
			Espac.	Orient.	Espac.	Orient.	
1964	C.N.R.S.	3 km	10 km	N-S	100 km	EW	Fig. 3
1965	CEP-SNEA	520 m	3 km	ENE-WSW	5 km	WNW-ESE	Fig. 4-2
1965	C.N.R.S.	610 m	2 km	EW	5 km	NS	Fig. 4-3
1966	ERAP	1500 m	3 km		5 km		Fig. 4-1
1972	CNRS-INAG	1200 m	2 km	EW	10 km	NS	Fig. 4-4

Tous ces levés ont été réalisés par C.G.G. avec un magnétomètre CSF à vapeur de Cs (pompage optique).

Le levé général de la France (1964), avec des lignes de vol très espacées (10 km) et orientées N-S, était peu propice à une bonne définition de l'anomalie, surtout dans sa partie sud (où sa direction est subméridienne) ; les levés détaillés qui ont suivi, avec des lignes de vol perpendiculaires à l'anomalie, ont permis d'en obtenir une meilleure image (fig. 5).

1.3. Les interprétations jusqu'en 1986

Le tableau 2 montre l'évolution des méthodes d'interprétation et les différents résultats obtenus par de nombreux géophysiciens jusqu'en 1986 sur la moitié sud de l'A.M.B.P..

Deux interprétations sont faites à partir des données du levé général de la France : LE MOUEL [P9] (1969) et A. GALDEANO [P24] (1984). Le premier a utilisé la méthode HAHN (relief d'une couche aimantée) qui permet de trouver, pour un secteur donné, la profondeur minimale du toit du corps en fonction de l'aimantation minimale choisie (fig. 6) ; il trouve ainsi une profondeur de 7 km avec une aimantation de 100 nT (1 A/m) pour l'anomalie de GIEN. Le second s'est servi des discontinuités du potentiel magnétique pour définir une surface de convergence correspondant au toit de

Auteur	Date	Nature des données		Méthode d'interprétation	Zone d'application	Forme	Modèle Limite inférieure	Contraste		Interprétation profondeur du toit sous le plan de vol	Largeur	Contraste de densité	Profondeur du socle	
		Z = vert. F = total G = gravi	Altitude baro Profil ou grille					aimantation magnétique	suscept. magnétique					
J.P. ROTHE	1937	Z, sol, profil Maille ~ 10 x 4 km		Rapports caractéristiques de la forme de l'anomalie	Rambouillet	Ellipsoïde		A/m	10 ⁻² SI	5 km				
D. TOURNIER	1964	S, sol profil Espacement des stations ~ 2-4 km		Abaques pour filons épais Abaques de dérivée seconde pour filons épais	De Chambon-la-Forêt à Garchy Gien	Filon épais à toit plat infiniment long	∞		2	6-6,5 km				
														2
J. CORPEL	1966	F, aéro, profil 600 m		Filon épais Abaques de Parker-Gay	Profil Villequiers- Garigny	Filon épais à toit plat infiniment long	∞		3	6 km	12 km			
C. WEBER	1968	F, aéro, profil 600 m		Filon épais Abaques Parker-Gay	reprend l'interprétation de J. CORPEL (1966)								1,5 km	
J. CORPEL C. WEBER	1968	F, aéro, profil 600 m		Calcul en bidimensionnel (2D)	Profil passant près de Couy	Cylindre hori. ∞ long	∞			2,5	6 km			
						Filon à toit plat ∞	∞							
LE MOUEL	1969	F, aéro, profil interpolé 3 km profils N-S, espac. 10 km		Hahn : relief couche aimantée	Gien	profondeur moyenne du relief 10 km		aimantation minimale	2,5	10 km (7 km de profondeur)				
B. LAMBOLEZ	1970	F, aéro, profil 600 m		Abaques, formule du filon	Gien					Résultats peu cohérents	+ ~ 7 km			
N. DEBEGLIA	1970	F, aéro, carte 600 m		Approximations successives en 2,5 D	Sud de l'AMBP	Prismes verticaux			3,6	10	toit à 6 km par hypothèse	11 km		
M. OGIER	1971	F, aéro, profil 600 m		Calcul en bidimensionnel (2 D)	Profil passant près de Couy	Filons épais limités vers le bas	64 km				non déterminés	~ 6 km		
						Cylindre horiz. ∞ à section trapézoïdale	36 km			~ 7 km	4 km au sommet 50 km à la base			
N. DEBEGLIA	1972	G		Spectral Gradient vertical Modèles équivalents	Sud de l'AMBP	Prisme	8 km						0,13	2 km
					Gien	Empilement de plaques polygonales	25 km					0,19	2,8 km	
A. GERARD	1973	F, aéro, grille 2 x 2 600 m ou 2 x 1,6 4 profils		Carte du gradient vertical réduit au pôle	Sud de l'AMBP	Corps magnétique large dont le coeur est lourd	∞		0,5		2 km (remontée par- fois jusqu'à 1,2 km)	Corps aimanté : Aimanté 20 km et pesant : 5 km	0,19	
					Gien		20 km		1,4		6-12 km			
A. GALDEANO	1984	F, aéro, grille 3 km 10 x 1 km		Discontinuités du potentiel magnétique + surface de convergence	Sud de l'AMBP	Non imposée				pas d'hypothèse sur l'intensité d'aiman- tation	7 km (4 km de prof.)			
					Gien						6 km (3 km de prof.)			
N. DEBEGLIA A. GUILLEN V. MENICHETTI	1984	F, aéro 500 m G	grille 1 x 1 2 x 2 km + 3 profils	Programmation linéaire en 2,5 D Gradient prolongé de 0,5 km vers le haut	Région Sud de l'AMBP	Non imposée	20 km			1 à 3	2,5 km à 6 km		0,15	
A. GUILLEN	1985	F, aéro 500 m		Programmation linéaire en 3 D Modélisation par isobathes	Région Sud de l'AMBP	Non imposée	si erreur de 30 nT si erreur de 15 nT		> 2,5	+	h < 3,5 km si h = 2,5 km			

Rappel de conversion des unités magnétiques : aimantation = J 1 A/m = 10⁻³ uem CGS
induction magnétique = F 1 Tesla = 10⁴ gauss ou oersted
susceptibilité = σ 1 uSI = 1/4π uem CGS

Système SI Système uem CGS

Dans le Nivernais F ~ 47 000 nT = 0,47 G(Oe)
et comme J = σF
on a l'équivalence =

1 A/m	2,67.10 ⁻² uSI
ou 100 nT	ou 2,13.10 ⁻³ uem CGS

la structure : il trouve ainsi des profondeurs de 3 et 4 km respectivement pour GIEN et l'extrémité sud, sans faire d'hypothèse sur l'aimantation ; il reconnaît d'ailleurs que l'orientation NS des lignes de vol et leur grand espacement ne sont pas favorables pour l'interprétation

Tous les autres géophysiciens ont utilisé les levés détaillés où les lignes de vol sont plus serrées et recourent normalement l'anomalie avec une altitude moins élevée :

* J. CORPEL et C. WEBER [P8] (1966 et 1968) ainsi que B. LAMBOLEZ [P10] (1970) utilisent la méthode du filon épais infini vers le bas sur un profil passant à 6 km au Sud de Couy et trouvent une profondeur du toit de l'ordre de 6 km pour une susceptibilité de $2,4 \cdot 10^{-3}$ uem CGS ($3 \cdot 10^{-2}$ SI) et une largeur de 12 km. Les premiers trouvent un résultat équivalent en prenant un modèle cylindrique horizontal infiniment long, ce qui est une première tentative pour un modèle limité vers le bas (fig. 7).

C'est en effet J. GOGUEL qui attire l'attention sur cet effet de limitation vers le bas provoqué par la perte de l'aimantation en-dessous de la surface de Curie.

* Dans cette optique, M. OGIER [R3] (1971) tente de trouver, pour le même profil, la base de la structure aimantée en utilisant un modèle limité vers le bas : il trouve que le modèle filon épais ne convient pas car il implique que la base soit située à 64 km de profondeur. Un modèle cylindrique horizontal infini à section trapézoïdale convient déjà mieux car la base n'est plus qu'à 36 km (une profondeur de 20 ou 25 km aurait mieux correspondu à un gradient normal de température pour cette surface de Curie). Ce modèle aurait un toit de 4 km de large à 7 km de profondeur et sa base serait large de 50 km ; la susceptibilité n'est pas déterminée (fig. 8).

* Entre temps, N. DEBGLIA [R2] (1970) avait, la première, fait un modèle en 2,5 dimensions avec des prismes infinis vers le bas ajustés par approximations successives : en fait, la profondeur générale du toit de la structure dans la partie sud de l'A.M.B.P. avait été fixée à 5,4 km de profondeur ce qui donnait une aimantation de 3,6 A/m pour une largeur de 11 km et permettait de mieux interpréter l'apophyse de la Charité-sur-

Loire. Deux ans plus tard, elle fait une modélisation gravimétrique de la région Sud de l'A.M.B.P. et trouve des profondeurs de toit de 2 et 2,8 km respectivement pour Couy et Gien avec des contrastes de 0,13 et 0,19 ; la base de ces corps lourds était prise à 8 et 25 km [P14].

* En 1973, A. GERARD [P15], en s'appuyant sur la carte du gradient magnétique vertical réduit au pôle, modélise de façon différente les anomalies de GIEN et du Sud de l'A.M.B.P. :

- à Gien, le corps magnétique était limité à 20 km vers le bas et son aimantation était de 140 nT (1,4 A/m) : dans ces conditions, le toit est entre 6 et 12 km de profondeur ;
- dans la région de Couy (fig. 9), le corps, infini vers le bas, avait une largeur de 20 km, une aimantation de 0,5 A/m et possédait un coeur plus lourd (contraste 0,19) avec la même aimantation : le toit de ce modèle est alors à 2 km avec des remontées allant jusqu'à 1,2 km de la surface (on remarquera que cette détermination de profondeur par la gravimétrie devait plutôt refléter l'allure du socle).

* En 1984, N. DEBEGLIA, A. GUILLEN [P26] et V. MENICHETTI [P25] utilisent une nouvelle méthode : la programmation linéaire en 2,5 dimensions appliquée à la fois sur des profils tirés de la carte de l'anomalie magnétique réduite au pôle et au gradient gravimétrique vertical prolongé de 500 m vers le haut. Sans faire d'hypothèse sur la forme du corps, ils trouvent que la profondeur du toit peut varier de 2,5 à 6 km de profondeur pour des contrastes d'aimantation de 1 à 3 A/m (le corps magnétique étant limité vers le bas à une profondeur de 20 km). Le contraste de densité serait alors de 0,15 (fig. 6bis et 10) (voir également les résultats dans l'article de A. AUTRAN, C. CASTAING, N. DEBEGLIA, A. GUILLEN et C. WEBER, Bull. S.G.F. 1986).

* Enfin, en 1985, la programmation linéaire est réalisée en trois dimensions permettant de donner une profondeur maximale de 3 km pour le toit des structures magnétiques. Ces résultats permettent une modélisation en isobathes (A. GUILLEN [P29]), les résultats sont assez complexes et font intervenir les erreurs pouvant entacher les données : on en retiendra que pour une erreur inférieure à 15 nT, la profondeur du toit pourrait être de 2,5 km à 3,5 km avec une aimantation de 1,5 à 2,5 A/m (fig. 11 et 12).

1.4. Discussion sur ces interprétations magnétiques

A l'issue de ces interprétations, qui ont été faites d'abord avec des moyens et des modèles simples, puis, au fur et à mesure que les capacités de calcul s'accroissaient, avec des modèles de plus en plus variés et complexes, faisant varier à la fois forme et profondeur du toit et aimantation du corps, on se rend compte que jusqu'en 1984, la profondeur du toit, dans la moitié sud de l'A.M.B.P., était estimée entre 5 et 7 km.

Il ne pouvait en être autrement car les interprétations étaient "biaisées" d'entrée de jeu :

- soit que les données de base utilisées étaient celles du levé général de la France (lignes de vol N-S -donc parallèles à l'anomalie- et espacées de 10 km), de sorte qu'un profil transverse à l'anomalie était défini par 4 ou 5 points espacés de 10 km : les courtes longueurs d'onde étaient filtrées et on ne pouvait donc espérer extraire un "signal" dont la profondeur soit de 2 ou 3 km ;
- soit que les modèles comportaient des toits plats avec des limites anguleuses : de tels modèles ne pouvaient pas monter plus haut que 5 km car l'effet de ces dièdres se serait alors manifesté sur les profils magnétiques par de courtes longueurs d'onde, non observées sur les levés magnétiques de détail.

Il était pourtant une évidence que peu de personnes ont formulée par écrit jusqu'en 1984, à savoir que l'on pouvait bâtir autant de modèles que l'on veut en jouant sur la forme du toit et l'aimantation du corps, mais en restant entre deux limites pour la profondeur du toit :

- une limite supérieure, fixée par la géologie : le corps magnétique ne doit pas monter dans les terrains sédimentaires ;
- une limite inférieure, imposée par les calculs géophysiques : le corps le plus profond pouvant expliquer l'anomalie est un cylindre horizontal dont l'axe est situé vers 8 km de profondeur pour l'extrémité sud de l'A.M.B.P. (davantage pour Gien) ; le rayon du cylindre est fonction de la susceptibilité (ou de l'aimantation) attribuée au corps.

Pour des aimantations fortes, le rayon pourrait être de 2 km, c'est-à-dire que la partie supérieure du cylindre pourrait se trouver au maximum à 6 km de profondeur (bien entendu, on aurait pu, avec des faibles aimantations, trouver un cylindre de 6 ou 7 km de diamètre, tangentant la partie supérieure du socle).

Entre ces deux limites, on peut donc avoir une infinité de solutions, entre lesquelles il n'a pas été possible de trancher ; même après 1984, la méthode de programmation linéaire (en 2,5 ou 3D) où l'on contraignait le modèle par les incertitudes sur les données et le caractère raisonnable de l'aimantation à attribuer au corps magnétique, n'a pas permis de fournir de solution unique.

Dans ces conditions, c'était bien à l'endroit où l'anomalie était la plus étroite qu'il fallait se placer pour faire un forage, car, tout en reconnaissant que le corps magnétique pouvait être plus proche de la surface à un autre emplacement (mais lequel ?), il était plus sûr de forer là où la limite inférieure du toit se trouvait le plus près de la surface.

Rechercher le meilleur emplacement tout le long de l'A.M.B.P. aurait nécessité de faire un levé aéromagnétique détaillé (lignes espacées de 2 à 3 km, et orientées perpendiculairement à l'axe de l'anomalie, altitude modérée : 500 m) sur les 3/4 nord de l'A.M.B.P. (de Rouen à Orléans) : ce ne serait jamais que l'affaire de 10 000 km de vol. Un tel levé aurait pu mettre en évidence d'éventuelles courtes longueurs d'onde qui soient l'expression de parties du corps magnétique plus proches de la surface.

1.5. Utilisation de méthodes indirectes (gravimétrie - sismique - MT)

La gravimétrie d'une part, les sismiques réfraction et réflexion d'autre part, la magnéto-tellurique enfin ont été employées en espérant que le corps magnétique pourrait avoir une signature avec ces méthodes. Les éventuelles anomalies lourdes ou légères, conductrices ou résistantes et les réflecteurs ou réfracteurs ne pouvaient, de toute manière, que contribuer à améliorer les connaissances sur cette structure majeure.

1.5.1. Gravimétrie

Les données gravimétriques disponibles consistaient en cartes au 1/80 000 (cartes gravimétriques de la France, fig. 4) où les stations ne sont pas réparties régulièrement mais sont disposées suivant un réseau maillé.

Dès 1954, J. GOGUEL [P3] avait noté qu'un accident subméridien jalonné par les villes de Rambouillet, Orléans et Bourges interrompait les anomalies gravimétriques orientées EW et il avait fait le rapprochement avec l'A.M.B.P. tout en remarquant que la coïncidence n'était pas parfaite puisque à Rambouillet on avait une anomalie légère et, entre Bourges et Nevers, une anomalie lourde.

C'est en effet à son extrémité Sud qu'une anomalie gravimétrique lourde (et non légère - A. GERARD, 1971) se superpose à l'A.M.B.P.. Egalement en 1971, A. GERARD et C. WEBER [P11] remarquent que le sondage de Blancafort a trouvé un socle granitique alors qu'il y a une anomalie lourde qu'ils attribuent à l'influence du corps profond responsable de l'anomalie magnétique de Gien ; pour eux, la gravimétrie met en évidence une zone de transition (l'accident subméridien de J. GOGUEL) qui paraît étroitement liée à l'A.M.B.P. ; plus tard, en 1973, C. WEBER [P16] écrira que : "l'anomalie (gravimétrique) méridionale, positive, culminant entre Sancergues et Nérondes, représente la seule perturbation nette du champ de pesanteur qui soit directement superposée à l'A.M.B.P.".

N. DEBEGLIA, en 1972 [P14], fait les premières modélisations gravimétriques sur la partie sud de l'A.M.B.P. : elle trouve ainsi le toit du corps lourd à 2,8 km à Gien et à 2 km à l'extrémité sud pour des contrastes de densité de 0,19 et 0,13 respectivement.

C'est A. GERARD, en 1973 [P15], qui associe plus étroitement la gravimétrie au magnétisme dans sa modélisation de l'extrémité sud de l'A.M.B.P. : il arrive ainsi à faire remonter le corps lourd localement jusqu'à 1,2 km, plus généralement à 2 km de profondeur, mais ne peut pas faire coïncider corps lourd et corps magnétique : dans le modèle, fig. 9, le premier forme un noyau au sein du second (contraste de densité : 0,19). Ce résultat est remarquable car il montre déjà qu'il faut séparer les causes des anomalies magnétique et gravimétrique.

A. GUILLEN et N. DEBGLIA (1984) [P26], par des voies différentes, arrivent à un résultat voisin en éliminant l'effet des formations sédimentaires et en corrigeant l'isostasie : ils montrent que l'A.M.B.P. a une expression gravimétrique positive et notamment près de Rouen et de Rambouillet et à l'extrémité sud, mais ils remarquent que l'axe lourd a une longueur ainsi qu'onde plus petite que l'axe magnétique, ce qui peut amener à dissocier les deux effets : seule, la partie "superficielle" de la structure a un effet gravimétrique alors que le comportement magnétique se manifeste jusqu'à la base. Avec V. MENICHETTI [P25], ils vont plus loin en supposant que c'est à l'extrémité sud de l'A.M.B.P., où l'effet gravimétrique est le mieux marqué (+ 20 mGal), que les marqueurs lourds et magnétiques sont en grande partie identiques et justifient ainsi une inversion simultanée des données gravimétriques et magnétiques (fig. 10). C'est une hypothèse comme une autre, mais on verra que des mesures gravimétriques complémentaires effectuées plus tard (1987) ont invalidé ce modèle.

1.5.2. Sismique réfraction

On trouve dans la thèse de C. WEBER (1973) [P16] un inventaire des profils de sismique réfraction effectués dans le périmètre Orléans - Gien - Nevers - Bourges ; il distingue entre les travaux destinés à l'investigation du toit du socle et ceux se rapportant au Moho. Dans le premier cas, il présente un profil traversant l'A.M.B.P. à hauteur de Gien (SBPR2) où le socle est placé à 1500 m de profondeur. Dans le deuxième cas, il cite le travail de P. BALTENBERGER (1972) [P12] qui a pu établir que les vitesses apparentes dans le socle à l'extérieur de l'A.M.B.P. sont de l'ordre de 6 km/s, alors que dans l'axe de ce corps (dans sa partie sud) elles s'élèvent de 6,5 à 7,2 km/s pour des réfractions correspondant à des distances horizontales de plus de 100 km, avec disparitions concomitantes des ondes qui se propagent sous le Moho.

P. BALTENBERGER et A. BOYER (1984) [P20] précisent ces résultats par l'étude de 13 profils de séismologie expérimentale (tirs de carrière et grands profils de l'INAG) : au voisinage de l'A.M.B.P., il y a disparition des ondes liées à l'existence d'un Moho normal et des dénivellations du Moho sont mises en évidence. Le réflecteur-réfracteur intermédiaire à vitesse voisine de 7 km/s se trouve à une profondeur de 18 km dans l'axe de l'A.M.B.P. : il y a donc bien une anomalie mantellique sous l'A.M.B.P..

En 1984, P. BALTENBERGER complète ce travail en adoptant un nouveau modèle pour la croûte supérieure et peut établir une carte en courbes isobathes du Moho au voisinage de la partie sud de l'A.M.B.P. où il note une remontée du Moho à l'approche de l'anomalie (fig. 13).

En automne 1985 et au printemps 1986, après que l'extrémité sud de l'A.M.B.P. ait été choisie pour y faire un forage profond, une étude plus détaillée en sismique réfraction est réalisée par A. HIRN, J. PERAGALLO et J. PERRIN [R6]. Cette étude s'est déroulée sur une bande axiale longue de 15 km et centrée sur Couy (fig. 14), il s'agissait :

- dans une première phase, de déterminer l'épaisseur des couches sédimentaires sur le socle anté-permien et d'effectuer un sondage sismique pour trouver un éventuel marqueur rapide intra-socle ;
- dans une deuxième phase, de confirmer ce marqueur rapide par des tirs inverses et d'en rechercher l'extension avec des dispositifs d'écoute en nappes.

C'est ainsi qu'à l'aplomb de Couy, l'épaisseur des terrains sédimentaires (vitesse 3,2 à 3,6 km/s) sera estimée à 1100 m - 1300 m et qu'un marqueur rapide intra-socle sera repéré dans l'axe de l'anomalie magnétique, sa profondeur a été déterminée selon deux hypothèses (fig. 15) :

- vitesse de 6,2 km/s ---> profondeur de 2,3 km
- vitesse de 6,7 km/s ---> profondeur de 3 km environ.

Ce marqueur rapide s'étendrait sur 6 km environ en direction N-S et coïnciderait avec la zone de maximum gravimétrique. L'étude n'a pas permis de préciser si l'extension vers le Nord était limitée à 1 km au Nord de Couy ou si cette limitation n'était qu'apparente à cause d'un pendage nord éventuel.

1.5.3. Sismique réflexion

Les profils de sismique réflexion pétrolière cités par C. WEBER [P16] (1973) pour montrer l'allure du toit du Lias intéressent peu l'A.M.B.P., sauf le profil SBPR2 déjà cité.

Ce sont les profils réalisés par Prakla pour la société ESSO [R7] entre Brécy et Garigny qui ont apporté les informations les plus intéressantes. Une interprétation des sections du profil CHER 34 par R. MILLON et J. PERAGALLO [N10] (fig. 15) (avril 1986), après une exploitation de la diagraphe sonique du forage de Brécy par R. MILLON [N9] (mars 86) et une visite de C. MEGNIEN et C. WEBER à ESSO-REP [N8] (fév. 86) permettent de situer les différents réflecteurs du sédimentaire, du toit du socle et dans le socle : on trouve ainsi que le toit du Stéphanien sera à 1100 m de profondeur et que sa base serait vers 1250 m. Les réflecteurs intra-socle seraient à des profondeurs de 2300 m, 2560 m, 3350 m, 4350 m et 7250 m en supposant une vitesse de 5 km/s dans le socle. Lors d'une réunion ultérieure, cette vitesse sera jugée trop faible et avec une vitesse de 5,5 km/s, les profondeurs calculées seront portées à 2500 m, 2800 m, 3650 m, 4750 m et 7650 m pour ces mêmes réflecteurs.

[On verra plus loin que si la réalité des réflecteurs ne fait pas de doute (sauf pour certains, peu marqués, dans le socle), leur identification d'une part, le calcul de leur profondeur d'autre part, n'ont pu se faire avec succès].

Une modélisation magnétique fut même réalisée par A. GUILLEN (1986) en prenant comme limite du corps magnétique deux réflecteurs du profil CHER 34 (fig. 16) : le toit du corps serait alors à 3,5 km de la surface et sa susceptibilité assez élevée 6.10^{-3} uem CGS ($7,5.10^{-2}$ uSI).

1.5.4. Magnéto-tellurique (M.T.)

En 1984, A. DUPIS [P22] et A. BOYER [P20] qui s'étaient servi de la M.T. jusqu'alors surtout pour cartographier la morphologie du socle, tentent la recherche d'anomalies de résistivité intra-socle dans l'A.M.B.P. dans la région de Gien : si le socle apparaît bien en résistant dans les sondages M.T. et si la profondeur de son toit peut être estimée (900 à 1300 m environ pour le top de l'anomalie de Gien, avec cependant de grandes variations sur de faibles distances), par contre, aucune anomalie de résistivité intra-socle ne peut être détectée à cet endroit.

Une extension de ce travail est effectuée en 1985 par les mêmes auteurs [P30 et P31] sur deux profils en croix passant à Garigny (au Sud de Couy) avec des séries de trois sondages espacés de 400 à 800 m : sur l'axe

de l'A.M.B.P., le socle se trouverait entre 700 et 1100 m de profondeur (700 m à Couy) et les ellipses de résistivité (fig. 17) y deviennent des cercles (ce qui signifie que la structure est homogène et isotrope à moins qu'il n'y ait compensation entre anisotropie et hétérogénéité).

1.5.5. Bases et profil magnétique au sol

Un peu avant le début du forage, trois bases magnétiques sont installées à une centaine de mètres du site choisi, pour servir de référence aux opérations magnétiques en forage ; à cette occasion un profil magnétique au sol, long de 20 km (stations tous les 500 m), sera réalisé (P. CHARBONNEYRE, R. MILLON, 1986) [R9].

1.6. Conclusion sur cette première période

A l'issue de cette phase de travaux géophysiques accompagnés d'études géologiques régionales, un projet de forage est présenté par C. MEGNIEN, G. LEROUGE, C. LORENZ et C. WEBER [R5] (Avril 1986).

L'emplacement de ce forage, initialement prévu à 1,5 km au NE du village de Couy, est par la suite légèrement modifié (1 km à l'ENE du village) pour rester à la fois dans l'axe de l'anomalie magnétique, au-dessus du réfracteur intra-socle et sur le profil de sismique réflexion CHER 34 (notes R. MILLON [N11] (19/6/1986) et C. WEBER [N12] (28/8/86)).

2. PENDANT ET AUSSITOT APRES LA REALISATION DU FORAGE

Les opérations géophysiques réalisées pendant cette période sont découpées et imbriquées de telle sorte qu'il est difficile de suivre l'ordre chronologique sans nuire à la clarté de l'historique ; c'est pourquoi nous présenterons les résultats classés par méthodes.

2.1. Les profils magnétiques verticaux

Dans la programmation du forage, il avait été prévu de mesurer le champ et la susceptibilité magnétique dans le forage avec deux objectifs bien distincts (cf. projet de forage [R5] (avril 1986), notes C, D et E du

complément de projet [R8] (mai 1986) et notes diverses [N2 à N7] R. MILLON 1985-86).

- établir une échelle magnétostratigraphique dans le sédimentaire au moyen :
 - . d'un log magnétique fait avec la sonde LETI/TOTAL/ENS,
 - . d'un log de susceptibilité fait avec les sondes ROMULUS (B.R.G.M.) et marine (C.R.G.),
 - . de mesures de susceptibilité et d'aimantation (Laboratoire de paléomagnétisme de Gif-sur-Yvette).

- se servir du profil magnétique vertical pour déterminer le gradient vertical et après corrections de traversées des couches plus ou moins magnétiques, établir des prévisions sur l'approche du corps magnétique responsable de l'A.M.B.P..

2.1.1. Les modélisations préliminaires

Des profils magnétiques verticaux avaient été calculés pour des corps magnétiques de différentes formes [N7] (en dôme : N. DEBEGLIA, 1986 ; en écaille : A. GUILLEN, 1986) et placés à différentes profondeurs : ces calculs ont montré que, suivant la forme choisie pour le toit du corps, on pouvait avoir des gradients notablement différents, tout en remarquant que pour un profil magnétique vertical donné, on n'avait pas de solution unique en terme de profondeur, forme et susceptibilité.

Par ailleurs, les effets pouvant perturber le profil magnétique vertical avaient été recensés (R. MILLON [N3], déc. 1985, [N5 et N6], avril 1986) : corrections imparfaites, bruit magnético-géologique, irrégularités horizontales et effets latéraux. Ceci montrait les difficultés d'interprétation d'un tel profil.

2.1.2. Les diagraphies magnétiques

Les logs magnétiques ou de susceptibilité ont été réalisés en plusieurs étapes précédant les poses de tubage métallique (voir rapport de fin de forage [R22], janvier 1988). On rappellera simplement que la sonde

LETI/TOTAL/ENS fut utilisée de 20 à 1800 m dans le forage 1 et de 200 à 980 m dans le forage 1bis. C'est la sonde GPIT modifiée de Schlumberger qui opéra dans le forage 1a (1800 à 2678 m) et 1b (1800 à 3500 m) ce qu'elle pouvait supporter de plus hautes températures.

Les logs de susceptibilité ont été faits avec la sonde ROMULUS (B.R.G.M.) avec de bons résultats jusqu'à 3300 m.

On citera, enfin, un essai en décembre 1986 avec la sonde MAGLOG de MORRIS Magnetics, qui n'a pu opérer qu'entre 400 et 500 m car le forage était obstrué par des lamelles d'acier (R. MILLON [R13], 1987).

2.1.3. Résultats et interprétations

Si les résultats de magnétostratigraphie ne sont que partiellement publiés (J.P. POZZI et al. [P53] 1987 - P. TUCHOLKA [P51] 1988), les mesures ont cependant été utilisées très rapidement pour observer les variations du gradient magnétique vertical dans le forage.

On trouvera une synthèse des logs magnétiques dans le rapport de fin de forage [R21] de R. MILLON (janvier 1988), dans un article à paraître dans une publication B.R.G.M. (Documents n° 138 [P40], A. TABBAGH et al.) et également dans un C.R.A.S. à paraître en 1988 [P38].

La figure 18 montre l'aspect du profil magnétique vertical, filtré et lissé vigoureusement, mais différemment avant et après 1800 m de profondeur (par rapport au document original, nous avons rectifié une erreur de cote et éliminé le pic positif, entre 1800 et 1850 m, dû à l'effet du tubage). On remarquera que le gradient est positif jusqu'à 2000 m (ce qui est normal puisqu'on se rapproche à la fois du corps magnétique et du dipôle central terrestre), puis devient négatif, probablement à la suite de la traversée de couches légèrement magnétiques. Le gradient résiduel, dans les 2000 premiers mètres, est d'environ 26 nT/km (gradient du champ normal : 20 nT/km) : il doit être comparé au gradient calculé à partir de l'anomalie magnétique (vol à 400 m au-dessus du sol) et prolongé vers le bas à 400 m sous la surface, soit environ 40 nT/km : il y a donc un écart entre le gradient mesuré et le gradient calculé (A. GUILLEN, 1987).

TABLEAU COMPARATIF DES MODELES USTL/BRGM (1986/87 - 1988)

TABLEAU 3

(WEBER, 11/2/1989)

METHODE D'INTERPRETATION	RAPPORT USTL/CRAS		NOTE GPF 10.02.88		
	Programmation linéaire	Inverses stochastiques	Inverses stochastiques		
			Contraintes libres en-dessous de 3,5 km	Contraintes libres en dessous de 7 km	Contraintes libres en-dessous de 3,5 km Gradient mesuré de 0 à 3,5 km
Limite inférieure du modèle	20 km	8 km	20 km	20 km	20 km
Nombre de couches (programmation linéaire)		1 : 0 - 1 2 : 1 - 1,5 3 : 1,5 - 2 4 : 2 - 2,5 5 : 2,5 - 3 6 : 3 - 4 7 : 4 - 6 8 : 6 - 8	1 : 2,5 - 3 2 : 3 - 3,5 3 : 3,5 - 4 4 : 4 - 5 5 : 5 - 6 6 : 6 - 7 7 : 7 - 10 8 : 10 - 14 9 : 14 - 20	id.	id.
Profondeur maximale du toit du modèle	3,5 km	entre 4 et 6 km	7 km	7 km	7 km
Profondeur "probable" du toit du modèle		entre 3 et 4 km	1er niveau entre 4 et 5 km 2ème niveau entre 7 et 20 km	entre 7 et 20 km	1er niveau entre 4 et 5 km 2ème niveau entre 7 et 20 km
Aimantation du modèle	1,5 A/m	entre 1,5 et et 2,5 A/m	1) entre 0,5 et 1 A/m 2) ≈ 1,5 A/m	entre 1,5 et 2 A/m	1) entre 0,25 et 1 A/m 2) ≈ 1,5 A/m

La bosse située vers 1000 m de profondeur a été interprétée comme l'effet d'un petit corps légèrement magnétique situé à 100 ou 200 m du forage (A. TABBAGH, 1987) ou comme l'effet du socle légèrement plus magnétique que les terrains sédimentaires (A. GUILLEN [N16], 1987). En effet, ces derniers ont une susceptibilité magnétique qui est de 10 à $30 \cdot 10^{-5}$ uSI, alors que les roches du socle font 30 à $100 \cdot 10^{-5}$ uSI (en moyenne $30 \cdot 10^{-5}$ pour les amphibolites, $60 \cdot 10^{-5}$ pour les métagabbros, $80 \cdot 10^{-5}$ pour les métagrauwackes avec alternances métasédimentaires, avec des pics pouvant atteindre $400 \cdot 10^{-5}$ dus à un peu de pyrrhotine (R. GABLE, F. LEBERT [P43], 1988).

Les variations du magnétisme des roches du socle, pourtant peu importantes, perturbent suffisamment le profil magnétique vertical pour empêcher de faire une quelconque évaluation de la position du corps magnétique profond. Ce résultat est négatif, mais le profil magnétique vertical méritait d'être mesuré car les mesures magnétiques en forage ont permis de contraindre davantage la modélisation magnétique qui a suivi (inverse stochastique).

2.2. Les nouvelles modélisations magnétiques

2.2.1. Couy

Le tableau 3 (C. WEBER, 1988), reprend les résultats d'interprétations qui ont été faites après l'implantation du forage.

L'inversion stochastique en 3D (distribution gaussienne des aimantations et densités), supposant que le corps était limité à 8 km de profondeur (réflecteur de la coupe sismique CHER 34), a permis à A. GUILLEN (1985) [P29] de montrer une répartition des contrastes de densité (0,1 de 1 à 2,5 km de profondeur passant à 0,2 vers 4 km) et d'aimantation (1,5 à 2,5 A/m à partir de 3 km) et de confirmer les formes de la structure suggérée par la programmation linéaire (fig. 19 et 20).

* Lorsque le forage était à 1800 m, R. BAYER et A. GUILLEN [P36] (1987) ont fait une inversion des données gravimétriques et magnétiques pour rechercher la profondeur à laquelle le forage pourrait rencontrer les roches denses et aimantées et préciser la forme de ces structures. La

TABLEAU 4

Diagraphies techniques pour forage et tubage

(R. MILLON, 1988)

Schlumberger

Double diamètreur XY :

15 avril 1987	440 - 1800 m	
25 novembre 1987	1800 - 3500 m	(COUY 1b)
16 mai 1988 (diamètreur orienté)	1800 - 3000 m	"

Déviatiou : :

. gyroscope continu

29 mai 1987	0 - 2100 m	(COUY 1a)
-------------	------------	-----------

. GPIT

26 juillet 1987	1800 - 2670 m	(COUY 1a)
25 novembre 1987	1800 - 3500 m	(COUY 1b)

Epaisseur tubage et qualité cimentation (CET)

25 novembre 1987	0 - 1800 m
------------------	------------

B.R.G.M. - Département Géophysique

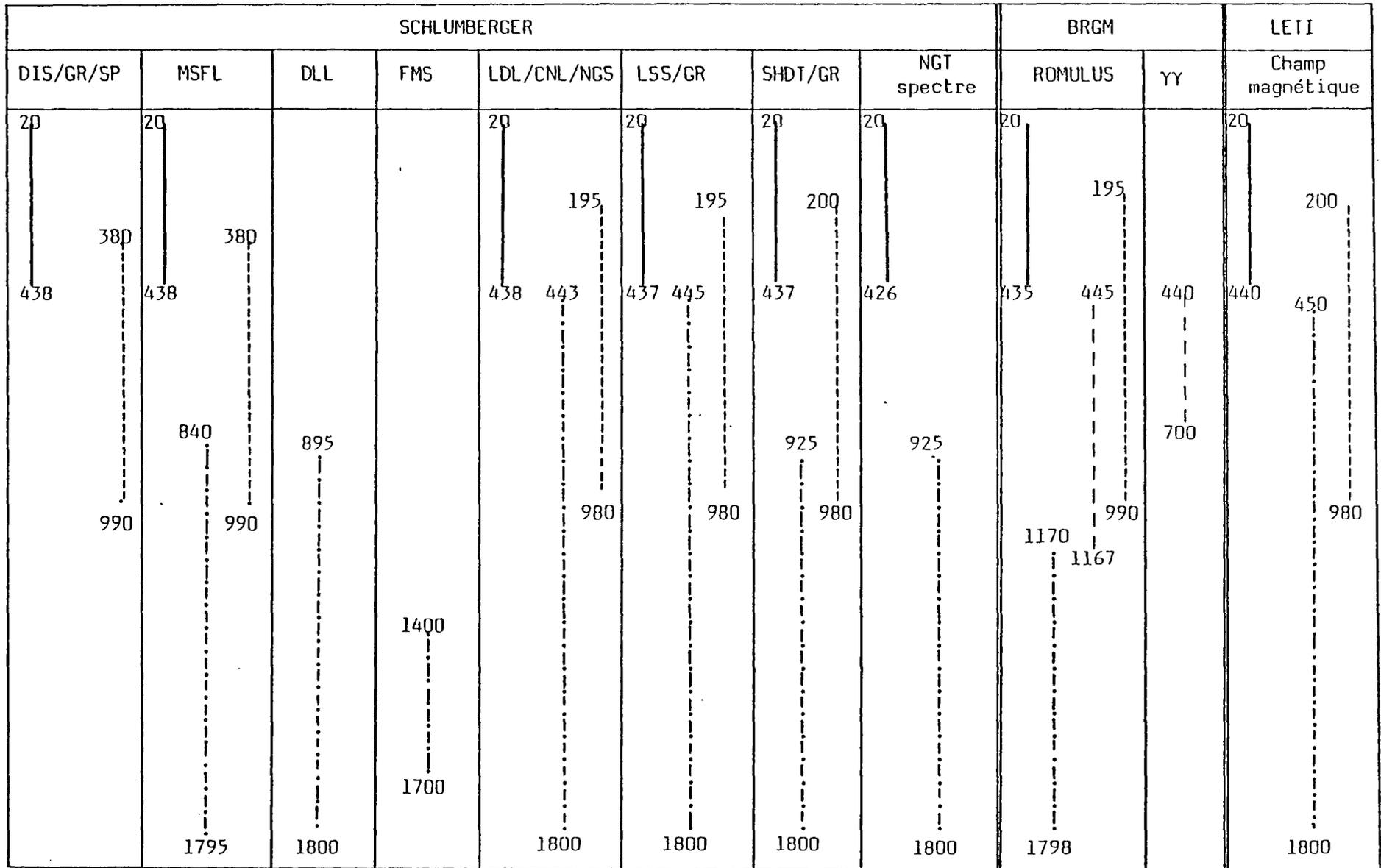
Localisation de pièces métalliques avec sonde électromagnétique ROMULUS

8 janvier 1987	444 à 577 m
12 janvier 1987	444 à 676 m
4 février 1987	444 à 1165 m

Tableau 5

Diagraphies réalisées dans le forage de Sancerre-Couy jusqu'à 1800 m

(R. MILLON, 1987)



programmation linéaire (valeurs équiprobables des paramètres aimantation et densité) a pu montrer que l'aimantation minimale était de 70 nT (0,7 A/m) en bidimensionnel et de 150 nT (en 3D) pour un corps homogène culminant à 3,5 km de profondeur, aux flancs vertical à l'Est, moyennement penté à l'Ouest et limité à 20 km de profondeur.

* Après que le forage ait atteint 3500 m sans avoir recoupé le corps magnétique principal, une autre modélisation par inverse stochastique (R. BAYER, A. GUILLEN et D. ROUSSET [P41], 1988) a pris en compte les (faibles) aimantations rencontrées dans le forage jusqu'à 3500 m et en limitant à 20 km la base du corps magnétique. Cette modélisation suggère l'existence probable d'un niveau magnétique entre 3,5 et 4 km de profondeur (0,25 à 1 A/m) ; le corps principal, plus magnétique (1,5 A/m) se rencontrerait vers 7 km de profondeur.

2.2.2. Gien

A peu près à la même époque, une réinterprétation par inversion en isobathes fut demandée pour la partie sud de l'A.M.B.P., anomalie de Gien incluse. Il s'agissait de comparer les profondeurs de toit de la structure à Gien et à Couy en utilisant le même type de données et la même méthode d'interprétation.

On rappelle en effet que l'anomalie de Gien n'avait été étudiée jusqu'alors qu'avec les données du levé général de la France (1964 - lignes N-S espacées de 10 km) par LE MOUEL [P9] (1969) et GALDEANO [P24] (1984) ; une interprétation utilisant les levés de détail avait été faite par A. GERARD [P15] (1973) sur une carte du gradient vertical réduit au pôle. En comparaison, l'A.M.B.P. dans la région de Couy avait été étudiée avec des moyens plus performants.

Avec les hypothèses de base adoptées déduites de l'interprétation 3D de A. GUILLEN et al. [R23] (1988), à savoir que la profondeur de la base et l'aimantation moyenne du corps magnétique ne changeaient pas entre Couy et Gien, N. DEBGLIA [R20 et P46] (mars 1988) montre que la profondeur du toit de la structure à Couy peut être égale ou inférieure à celle obtenue à Gien ; en outre, les profondeurs maximales admissibles du toit de la structure aimantée peuvent être estimées à :

TABLEAU 7

P.S.V. effectués dans le forage de COUY

(R. MILLON, 1988)

P.S.V. sans déport

14-15 avril 1987 Réception de 1800 m à 650 m
23 novembre 1987 Réception de 3500 m à 1800 m (40 niveaux).

P.S.V. avec déport

- 1100 m à l'Est :

8-9 mai 1987 Réception de 1780 à 1380 m (40 niveaux)
24 novembre 1987 Réception de 1300 à 900 m (16 niveaux)
3500 à 1800 m (40 niveaux) (COUY 1b)

- 1200 m au NNW :

8-9 mai 1987 Réception de 1780 à 1380 m (40 niveaux).
16 mai 1988 Réception de 1820 à 3500 m (43 niveaux)

P.S.V. avec tirs au fond du forage 1 bis (8 mai 1987)

17 tirs espacés de 7 m de 848 à 890 m dans COUY 1bis (125g de Primacord).
Réception sur 17 niveaux espacés de 10 m de 1790 à 1630 m dans COUY 1.

Tomographie sismique (8 mai 1987)

15 tirs (capsules) de 848 à 950 m dans COUY 1bis.

Réception sur 16 niveaux espacés de 7 m entre 927 et 1032 m dans COUY 1.

- 4 à 5 km pour l'anomalie de La Charité-sur-Loire,
- 7 à 8 km à Couy,
- > 10 km pour l'anomalie de Gien.

avec des contrastes d'aimantation de l'ordre de 1,5 à 3 A/m (ces profondeurs pouvant être plus faibles avec des aimantations plus faibles).

2.3. Les diagraphies

De nombreuses diagraphies ont été faites dans les forages de Couy à la fin de chaque phase de forage. Les tableaux 4, 5 et 6 montrent les différentes opérations réalisées mais ils doivent être complétés :

- par les enregistrements de la sonde E.V.A. (S.N.E.A.) en avril 1987 ;
- par un log de température en trou stabilisé (R. GABLE [P42 et R24], B.R.G.M., avril 1988) ;
- par les images SABIS enregistrées par WBK, à la mi-avril 1988.

Les diagraphies ont été exploitées rapidement pour déterminer les propriétés physiques des roches recoupées par le forage et aider à la constitution du log pétrographique de la partie non carottée (R. MILLON et R. VEZAT [R15] 1987). Elles seront analysées plus en détail ultérieurement.

Les enregistrements EVA [P48 et R16] ont permis de faire une étude de fracturation entre 938 et 1778 m en s'appuyant sur les diagraphies Schlumberger et sur les descriptions des carottes.

Le log de température à l'équilibre a amélioré la connaissance du gradient de température à Couy (le précédent log en trou non stabilisé n'en donnait qu'une estimation imprécise). Dans le socle, le gradient est voisin de 30°/km et il justifie la profondeur adoptée pour la surface de Curie dans les dernières modélisations magnétiques (20 km environ).

Les images SABIS sont très détériorées à cause du mauvais état des parois du forage Couy 1B (1800 à 3500 m) et de son ovalisation ; elles permettront néanmoins d'étudier la distribution des plans de fracturation dans les parties exploitables des enregistrements.

Une étude de l'ovalisation du forage 1B (B. BOURGEOIS [N28] 1988) a montré que cette ovalisation se produisait essentiellement dans la direction NE-SW, moins souvent dans la direction perpendiculaire.

2.4. Les opérations sismiques en forage

Plusieurs profils sismiques verticaux ont été faits en 1987 et 1988 dans le forage de Sancerre-Couy [R17], avec ou sans déport, par Schlumberger, avec vibrations en surface ou tirs à l'explosif dans le forage 1bis : le tableau 7 en donne le détail. En outre, une tomographie sismique a été réalisée sous la direction de P. MECHLER [P49] (1988) entre les forages 1 et 1bis aux alentours de l'interface sédimentaire-socle.

Les P.S.V. avaient plusieurs objectifs :

- confirmer les réflecteurs du sédimentaire et du socle jusqu'à 3500 m repérés sur la coupe sismique CHER 34 ;
- détecter des réflecteurs latéraux ou plus profonds que 3500 m : c'est notamment dans ce but que des tirs à l'explosif ont été faits dans le forage 1bis vers 900 m de profondeur : en évitant les pertes d'énergie des ondes descendantes dans le sédimentaire, la profondeur d'investigation était augmentée.

L'idée de base était donc de détecter un éventuel réflecteur profond pouvant correspondre au toit de la structure magnétique.

Ces P.S.V. sont en cours de traitement et les résultats viendront compléter ceux publiés par A. PAUL et al. [P39] (1988) (profondeurs de réception jusqu'à 1800 m seulement) : actuellement, on peut donner les informations suivantes :

- la comparaison entre la section sismique de surface, le log synthétique (établi à partir des diagraphies de vitesse et de densité) et la section sismique de puits permet de préciser et souvent d'identifier les réflecteurs : la section sismique de surface (profil CHER 34) a pu ainsi être recalée en se passant des corrections statiques (fig. 21).

TABLEAU 8

Identification des réflecteurs dans le sédimentaire

Temps doubles lus sur la section sismique (sans correction statique)	Temps doubles lus sur le log synthétique	Nature lithologique du réflecteur	Profondeur
90 ms	170 ms	Calcaire de Dejointes	175 m
300 ms	380 ms	Interface marne-calcaire à la base du Toarcien	330-340 m
350 ms	430-440 ms	Argile de Chalain	560-580 m
550 ms	640 ms	Contact grès-argile (Permo-Trias)	810 m
590 ms	680 ms	Toit du socle	950 m

En comparant ces résultats avec la coupe prévisionnelle de la figure 15, on remarque les écarts importants dans les estimations de profondeurs et les erreurs d'identification des réflecteurs : c'est ainsi qu'on avait pu prendre (R. MILLON et J. PERAGALLO, 1986 [N10]) :

- l'argile de Chalin pour le toit du Permien,
- la limite Permien-Trias pour le toit du Stéphanien.

Les causes de cette mauvaise interprétation ont été cherchées et ont pu être attribuées, au moins en partie :

- aux corrections statiques imparfaites,
- à une différence importante des distributions vitesse-épaisseur entre les forages de Couy et de Brécy (fig. 22),
- à une extrapolation peu valable des résultats de Brécy où le Permien et le Stéphanien sont bien développés, ce qui n'est pas le cas à Couy.

Quant à la tomographie sismique réalisée à proximité du toit du socle (P. MECHLER [P49], 1988), elle fait apparaître, malgré des conditions d'exécution peu idéales, l'accident connu passant entre les forages 1 et 1bis, mais ne peut en donner la direction.

3. COMPLEMENT DE LEVE GRAVIMETRIQUE

La carte gravimétrique au 1/80 000 existante convenait pour des études régionales, mais à l'échelle locale, elle comportait beaucoup de vides (fig. 23a) : dès 1982, N. DEBGLIA [P19] avait proposé un complément de levé gravimétrique sur la partie sud de l'A.M.B.P. ; l'implantation du forage de Couy en plein milieu d'une maille (voir fig. 23a) amena A. GUILLEN [N17] (1987) puis R. MILLON (1987) à proposer un levé complémentaire qui sera effectué sur 150 km² autour du forage de Couy en 1988 [R19 et P47].

Les résultats (voir fig. 23b) ont montré une grande amélioration de l'image gravimétrique du secteur de Couy : une densité de deux stations au km² a révélé que le horst de Couy avait une partie relativement plate et qu'il était coupé en deux par un accident senestre E-W (rejet horizontal de 4 km). La modélisation 3D par inversion en isobathes a confirmé que l'anomalie gravimétrique pouvait être expliquée par la morphologie du socle telle qu'elle est actuellement connue par les forages et la sismique, à condition d'admettre une densité moyenne de 2,84 pour le socle. De plus, on ne pouvait pas introduire de corps lourd intra-socle sans déséquilibrer irrémédiablement le modèle.

C'était la démonstration de ce qui était déjà suspecté, à savoir que le horst de Couy était bien la seule cause de l'anomalie gravimétrique de l'extrémité sud de l'A.M.B.P..

Il était cependant difficile d'en apporter la preuve avant la réalisation du forage, car, d'une part on ne pouvait penser que le socle avait une densité aussi forte (les deux forages les plus proches ayant atteint le socle - Blancafort et Pougues - avaient trouvé du granite) et, d'autre part, la qualité du levé gravimétrique existant ne permettait pas de faire une interprétation poussée.

On remarquera enfin que l'accident situé entre les forages 1 et 1bis n'a pas une amplitude suffisante, compte tenu de la profondeur, pour se manifester sur la carte gravimétrique.

CONCLUSION TOURNEE VERS LE FUTUR PROCHE

A l'heure de la parution de cette étude, plusieurs travaux importants sont en cours et les résultats ne peuvent y être insérés, ce sont :

- le retraitement de la coupe sismique réflexion CHER 34 associée à l'interprétation des différents P.S.V. effectués dans le forage de Couy (Schlumberger, 1988) ;
- une nouvelle campagne de sismique réfraction avec des tirs éloignés (10 à 15 km) pour compléter les résultats des deux premières campagnes et avoir des informations sur le réflecteur-réfracteur rapide qui devrait se trouver vers 4000 m de profondeur (B.R.G.M. - C.R.G. 1988).

Enfin, un appel d'offres devrait être lancé prochainement par GPF pour l'exploitation plus complète des données acquises (dont des données géophysiques).

Il ne fait pas de doute que tous ces travaux feront progresser les connaissances sur l'A.M.B.P., sans toutefois élucider cette énigme géologique et géophysique qui ne pourra être résolue que par la poursuite du forage entrepris.

BIBLIOGRAPHIE

1. Publications

- [P1] MOUREAUX T. (1898) - Réseau magnétique de la France au 1er janvier 1896. Ann. Bur. Central Météo, pp. 1-57.
- [P2] ROTHE J.P. (1937) - Contribution à l'étude des anomalies du champ magnétique terrestre. Ann. Inst. Phys. Globe, Paris, n° 15.
- [P3] GOGUEL J. (1954) - Levé gravimétrique détaillé du Bassin Parisien. B.R.G.G.M. n° 15, Paris, Impr. Nat. 1954.
- [P4] TOURNIER D. (1964) - Etude et interprétation du prolongement méridional de l'A.M.B.P.. Annales de géophysique, t. 20, n° 3, pp. 336-341.
- [P5] LE BORGNE E., ROSSIGNOL J.C. (1966) - Sur une étude aéromagnétique du Morvan et du Nivernais. Note I.P.G., n° 16.
- [P6] WEBER C. (1968) - Les grandes lignes géologiques du socle antépermien dans la bordure sud du Bassin Parisien d'après la gravimétrie et l'aéromagnétisme. Int. Géol. Cong. Prague, 1968.
- [P7] WEBER C. (1968) - Le levé aéromagnétique du Morvan et du Nivernais. Bull. B.R.G.M. 2ème série, sect. IX, n° 1, 1968.
- [P8] CORPEL J. et WEBER C. (1968) - Notice de la carte aéromagnétique au 1/80 000, feuille Nevers.
- [P9] LE MOUËL J. (1969) - Sur la distribution des éléments magnétiques en France. Thèse, Sciences. Paris.
- [P10] LAMBOLEZ B. (1970) - Notice de la carte aéromagnétique au 1/80 000 (feuille Gien).

- [P11] GERARD A. et WEBER C. (1971) - L'anomalie magnétique du Bassin de Paris interprétée comme élément structural majeur dans l'histoire géologique de la France. C.R. Acad. Sc., Paris, (D), t. 272, pp. 921-923.
- [P12] BALTENBERGER P. (1972) - Etude sismique de la zone d'anomalie magnétique du Bassin Parisien. C.R. Acad. Sc., Paris, t. 276, série D, pp. 277-280.
- [P13] GERARD A. (1971) - Apport de la gravimétrie à la connaissance de la tectonique profonde du Bassin de Paris. Bull. B.R.G.M., 2ème série, n° 2, 1971.
- [P14] DEBEGLIA N. (1972) - Notice de la carte gravimétrique au 1/320 000, feuille Bourges.
- [P15] GERARD A. (1973) - L'interprétation par cartes transformées des champs magnétiques et gravimétriques. Application à une étude géophysique du bassin parisien et de l'anomalie magnétique de la Manche. Thèse université de Strasbourg.
- [P16] WEBER C. (1973) - Le socle antétriasique dans la partie sud du Bassin de Paris d'après les données géophysiques. Bull. B.R.G.M., Sect. 2, n° 2 et 3, pp. 219-343.
- [P17] DEBEGLIA N. et WEBER C. (1978) - Apport des corrélations géophysiques à la connaissance du socle du Bassin de Paris. Mém. B.R.G.M., n° 91.
- [P18] DEBEGLIA N. et DEBRAND-PASSARD S. (1980) - Principaux accidents tectoniques issus des corrélations entre les données géophysiques et les données de terrain (au sens large) dans le Sud-Ouest du Bassin de Paris. Bull. Soc. Géol. Fr., (7), XXII, pp. 639-648.
- [P19] AUTRAN A., DEBEGLIA N., DEBRAND-PASSARD S., GABLE R., MEDIONI R. (1982) - Recherche des structures à l'origine de la grande anomalie magnétique du Bassin de Paris et leur liaison avec le socle affleurant. Programme GPF. Paris, 15 juin 1982.

- [P20] BOYER A. (1984) - Etude de l'anomalie magnétique du Bassin de Paris par les méthodes sismologiques et magnéto-telluriques. Thèse 3ème cycle, université de Paris VI.
- [P21] WEBER C. (1984) - Note de synthèse. Doc. B.R.G.M., n° 81-2, p. XII-XIV.
- [P22] DUPIS A., BALTENBERGER P. (1984) - Etudes sismiques et magnéto-telluriques complémentaires de l'anomalie magnétique du Bassin parisien. Doc. B.R.G.M., n° 81-2, pp. 17-39.
- [P23] EDEL J.B. (1984) - Etude paléomagnétique du Nord du Massif Central (extrémité méridionale de l'anomalie magnétique du Bassin parisien). Doc. B.R.G.M., n° 81-2, pp. 45-60.
- [P24] GALDEANO A. (1984) - Détermination de la profondeur du toit des sources dans la partie méridionale de l'anomalie magnétique du Bassin de Paris. Doc. B.R.G.M., n° 81-2, pp. 185-208.
- [P25] MENICHETTI V. (1984) - Techniques inverses en gravimétrie et magnétisme. Application à la terminaison sud de l'anomalie magnétique du Bassin de Paris. Doc. B.R.G.M., n° 74, 115 p. (avec la collaboration de A. GUILLEN).
- [P26] GUILLEN A. et DEBEGLIA N. (1984) - Contribution à l'étude de l'anomalie magnétique du Bassin de Paris. Doc. B.R.G.M., n° 81-2, pp. 1-15.
- [P26 bis] C. WEBER et N. DEBEGLIA (1985) - Geologic mapping of the basement of the Paris basin (France) by gravity -and magnetic- data interpretation. In : The utility of regional gravity and magnetic anomaly maps, Society of Exploration Geophysicists, W.J. HINZE Editor, pp. 154-163.
- [P26 ter] C. WEBER et C. MEGNIEN (1985) - Programme on the deep geology of France - First year's results. In : Observation of the Continental Crust through Drilling I, C.B. RALEIGH Editor, pp. 16-27.

- [P27] WEBER C. (1985) - Note de synthèse. Doc. B.R.G.M., n° 95-2, pp. 7-16.
- [P28] EDEL J.B. (1985) - Magnétisme et paléomagnétisme des roches du socle au Sud de l'anomalie magnétique du Bassin de Paris. Doc. B.R.G.M., n° 95-2, pp. 17-28.
- [P29] GUILLEN A. (1985) - Modélisation 3D de l'anomalie magnétique du Bassin de Paris. Doc. B.R.G.M., n° 95-2, pp. 29-45.
- [P30] DUPIS A., BALTENBERGER P., BOYER A., GHORBEL N., MARIE P., PETIAU G., SHOUT H. (1985) - Etude magnéto-tellurique et sismologique complémentaire de l'anomalie supérieure du Bassin parisien. Doc. B.R.G.M., n° 95-2, pp. 47-79.
- [P31] SHOUT H., DUPIS A., BARTHES V., FABRIOL H., MARIE P. (1986) - Résultats d'investigations magnéto-telluriques sur l'anomalie magnétique du Bassin parisien. 11ème R.S.T., Clermont-Ferrand, p. 166, Soc. Géol. Fr., édit.
- [P32] GHORBEL N. (1986) - Profils sismiques E-W dans la partie Sud de l'A.M.B.P. et le val de Loire. 11ème R.A.S.T. Clermont-Ferrand, 1986.
- [P33] AUTRAN A., CASTAING C., DEBEGLIA N., GUILLEN A. et WEBER C. (1986) - Nouvelles contraintes géophysiques et géodynamiques pour l'interprétation de l'anomalie magnétique du Bassin de Paris : hypothèse d'un rift paléozoïque refermé au Carbonifère. Bull. Soc. Géol. Fr., (8), II, pp. 125-141.
- [P34] LORENZ C., MEGNIEN C. et WEBER C. (1986) - Programme GPF. Le projet de forage au Sud de Sancerre et l'étude du magnétisme terrestre. Géochronique, n° 19.
- [P35] GHORBEL N. (1987) - Etude sismique et magnéto-tellurique du socle et de la couverture sédimentaire dans la partie sud de l'A.M.B.P., le Val de Loire et le Nivernais. Thèse université P. et M. Curie, Paris 6, Déc. 1987.

- [P36] BAYER R., GUILLEN A. et WEBER C. (1987) - Investigation par forage profond de l'A.M.B.P. (région de Sancerre) : modélisation préalable à partir des données magnétiques et gravimétriques. C.R.A.S., Paris, t. 305, série II, pp. 203-208.
- [P37] MILLON R. et LORENZ C. (1988) - Principaux résultats des diagraphies du forage de Sancerre-Couy (partie sédimentaire : 0-950 m). Doc. B.R.G.M., n° 138.
- [P38] Collectif - Logs magnétiques de 20 à 450 m dans le forage de Couy. C.R.A.S., en cours, 1988.
- [P39] PAUL A., JEGOUZO M., MILLON R., TRACK A. et VEZAT R. (1988) - Forage de Sancerre-Couy : Signification des réflecteurs sismiques dans le socle. Doc. B.R.G.M., n° 138.
- [P40] TABBAGH A., ALVAREZ F., BAYER R., GUILLEN A., HUTIN R., LEBERT F., MARTIN J.P., MILLON R., POCACHARD J., POZZI J.P., SMITH B. et TUCHOLKA P. (1988) - Evolution du champ magnétique et de la susceptibilité avec la profondeur dans le forage de Sancerre-Couy. Doc. B.R.G.M., n° 138.
- [P41] BAYER R., GUILLEN A., ROUSSET D. (1988) - Forage de Sancerre-Couy : Les nouvelles contraintes dans l'interprétation de l'A.M.B.P.. Doc. B.R.G.M., n° 138.
- [P42] GABLE R. et LEBERT F. (1988) - Diagraphies de susceptibilité magnétique (ROMULUS) dans le forage de Sancerre-Couy. Doc. B.R.G.M., n° 138.
- [P43] MILLON R. (1988) - Propriétés physiques déterminées par diagraphies. Application à l'affinage du log pétrographique dans la partie non carottée du forage de Sancerre-Couy. Doc. B.R.G.M., n° 138.
- [P44] SMITH B. (1988) - Etudes des principales caractéristiques magnétiques d'échantillons du socle du forage de Sancerre-Couy. Doc. B.R.G.M., n° 138.

- [P45] BALTENBERGER P., GHORBEL N. (1988) - Nouvelles interprétations des données sismiques obtenues dans la partie sud de l'A.M.B.P.. Doc. B.R.G.M., n° 138.
- [P46] DEBEGLIA N. (1988) - Modélisation comparative des anomalies magnétiques de Gien et de Couy (Cher). Doc. B.R.G.M., n° 138.
- [P47] DEBEGLIA N. et al. (1988) - Levé gravimétrique du horst de Couy. Doc. B.R.G.M., n° 138.
- [P48] MATHIEU F., SCHEIN F. et STARON Ph. (1988) - Interprétation des données de diagraphie EVA dans le forage de Sancerre. Doc. B.R.G.M., n° 138.
- [P49] MECHLER P. et CHANET A. (1988) - Tomographie sismique. Interprétation des données acquises dans les forages de Sancerre-Couy. Doc. B.R.G.M., n° 138.
- [P50] GHORBEL N., BALTENBERGER P. et DUPIS A. (1988) - Interprétation des mesures géophysiques effectuées dans la région sud de l'A.M.B.P.. R.S.T. 1988 Clermont-Ferrand.
- [P51] TUCHOLKA P. (1988) - Résultats magnétostratigraphiques du Permien et du Trias du forage de Couy. R.S.T. 1988 Clermont-Ferrand.
- [P52] WEBER C. (1988) - Le sondage de Couy à 3500 m : les méthodes géophysiques à l'épreuve. R.S.T. 1988 Clermont-Ferrand.
- [P53] POZZI J.P., MARTIN J.P., POCACHARD J., ALVAREZ F., BARTHES V., PAGES G. et FEINBERG H. (1987) - Magnetic well logging in sediments : interpretation of the first results for in situ separation of induced and remanent magnetization of rocks. Terra Cognita, vol. 7, n° 2-3, 1987.

2. Rapports

- [R1] CORPEL J. (1966) - Etude préliminaire de l'anomalie magnétique de la Charité-sur-Loire. Rapport B.R.G.M. DS 66 A 122.
- [R2] DEBEGLIA N. (1970) - Interprétation de l'extrémité Sud de l'A.M.B.P.. D.E.A. Géoph. Appl., CRG-LGA.
- [R3] OGIER M. (1971) - Essai d'interprétation de l'A.M.B.P. par modèles limités en profondeur. Rapport B.R.G.M. 71 GPH 004.
- [R4] GPF 3-2 (1985-86) - Appel d'offres sur le thème 2 : A.M.B.P..
- [R5] MEGNIEN C., LEROUGE G., LORENZ C. et WEBER C. (Avril 1986) - A.M.B.P. - Projet d'implantation de forage au Sud de Sancerre (Cher).
- [R6] HIRN A., PERAGALLO J. et PERRIN J. (1986) - Investigation par méthode sismique de la partie sud de l'A.M.B.P. (région de Couy - Cher). Rapport B.R.G.M. 86 DT 015 GPH, juin 1986.
- [R7] ESSO-REP/PRAKLA (déc. 85-janv. 86) - Coupes sismiques profils CHER 34 33.
- [R8] GPF-A.M.B.P. (Mai 1986) - Documents complémentaires au projet du forage "Sancerre". Rapport B.R.G.M. 86 SGN 746 GEO.
- [R9] CHARBONNEYRE P. et MILLON R. (1986) - Levé magnétique au sol autour du site de forage A.M.B.P. près de Couy. Rapport B.R.G.M. 86 GPH 065.
- [R10] HIRN A., PERAGALLO J. et PERRIN J. (juin 1986) - Investigation par méthode sismique de la partie sud de l'A.M.B.P. (région de Couy). Rapport B.R.G.M. 86 DT 015 GPH.
- [R11] MILLON R. (1986) - Interprétation des diagraphies réalisées dans le forage de Couy de 20 à 440 m. Rapport B.R.G.M. 86 DT 033 GPH.

- [R12] GUILLEN A. (1986) - Interprétation de l'anomalie magnétique du Bassin de Paris (nouvelle contrainte sismique). Rapport B.R.G.M. 86 DT 036 GPH.
- [R13] MILLON R. (1987) - Evaluation des possibilités du MAGLOG (magnétisme en forage à Couy). Rapport B.R.G.M. 87 GPH 009. Mars 1987.
- [R14] MILLON R. (1987) - Principaux résultats des diagraphies et P.S.P. effectués dans le forage de Couy à la fin de la première phase (0 - 180 m). Rapport B.R.G.M. 87 GPH 040.
- [R15] MILLON R. (Oct. 87) - Les roches du socle dans le forage de Sancerre-Couy. Propriétés physiques déterminées par diagraphies. Application à l'affinage du log pétrographique dans la partie non carottée. Rapport B.R.G.M. 87 GPH 063.
- [R16] MATHIEU F. et SCHEIN F. (1987) - Opération EVA. Rapport Elf-Aquitaine.
- [R17] SCHLUMBERGER (1987) - Rapports techniques :
- | | | |
|-----------|------------------------------|------------|
| - COUY 1 | VSP VERT/SONIC/CAL/SYNTHETIC | Avril 1987 |
| - COUY 1 | OFFSET VSP EST | Avril 1987 |
| - COUY 1 | OFFSET VSP NORD | Avril 1987 |
| - COUY 1B | VSP/sans déport | |
| | avec déport 1 km Est | |
| | SONIC/CAL/GEOGRAM | Nov. 1987 |
- [R18] MILLON R. (1987) - Calcul de l'effet magnétique des tiges laissées dans le forage Couy 1A. Rapport B.R.G.M. 87 GPH 088.
- [R19] DEBGLIA N., DUPONT F., MATHIEU F., MERCIER F. et MILLON R. (1988) - Levé gravimétrique du horst de Couy. Rapport B.R.G.M. 88 DT 004 GPH.
- [R20] DEBGLIA N. (1988) - Anomalie Magnétique du Bassin de Paris. Modélisation comparative des anomalies magnétiques de Gien et de Couy. Rapport B.R.G.M. 88 DT 012 GPH.
- [R21] MILLON R. (1988) - Rapport de fin de forage sur les diagraphies. Rapport B.R.G.M. 88 GPH 002.

- [R22] Collectif GPF-A.M.B.P. (1988) - Forage scientifique de Sancerre-Couy. Rapport de fin de forage. Janvier 1988. Rapport B.R.G.M. 88 SGN 121 GEO. pp. 37-44.
- [R23] BAYER R., GUILLEN A. et ROUSSET D. (1988) - Réactualisation de l'interprétation de l'A.M.B.P. sur la région de Sancerre-Couy. Sans référence 10/2/1988.
- [R24] GABLE R. (1988) - Mesure de la température à l'équilibre et du gradient thermique dans le forage 1b de Sancerre-Couy. Rapport B.R.G.M. 88 GPH 038.

3. Notes diverses

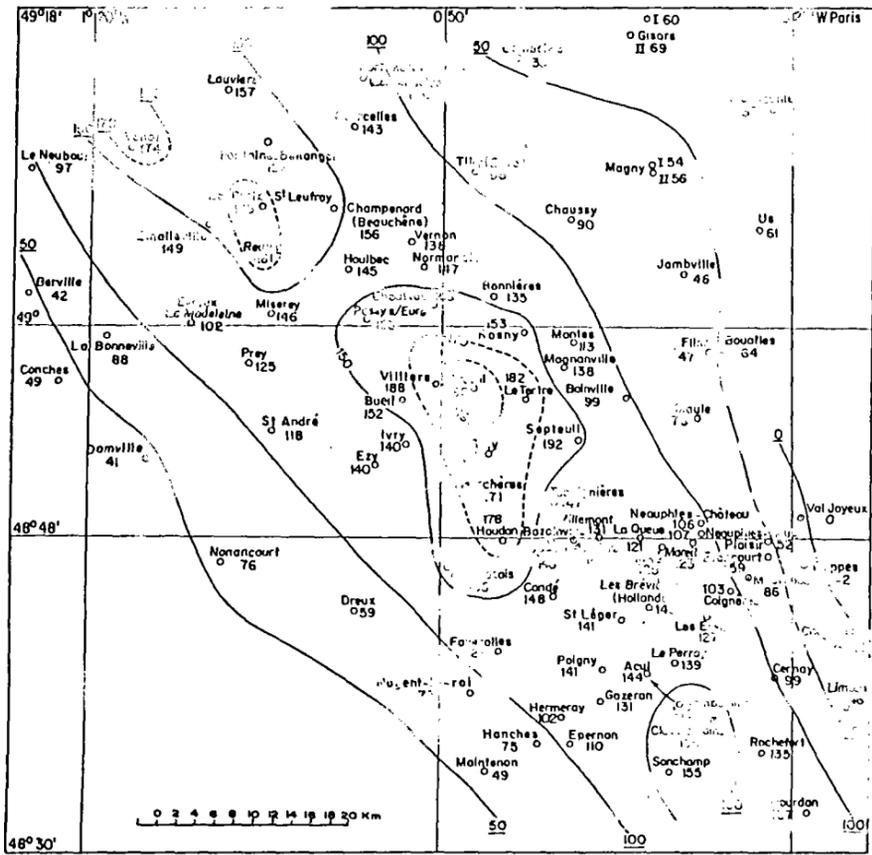
- [N1] GHORBEL N. (1986) - Profils sismiques E-W dans la partie sud de l'A.M.B.P. et le Val de Loire. Note du 27/3/1986 (reçue le 16/12/86).
- [N2] MILLON R. (1985) - Mesure du champ magnétique et de la susceptibilité magnétique dans le futur forage A.M.B.P.. Note DT/GPH n° 443 du 16/9/1985.
- [N3] MILLON R. (1985) - Degré de confiance à accorder aux mesures magnétiques dans le forage A.M.B.P.. Note DT/GPH n° 624 du 18/12/1985.
- [N4] MILLON R. (1986) - Opérations géophysiques en forage (A.M.B.P.). Note DT/GPH n° 98 du 14/2/1986.
- [N5] MILLON R. (1986) - Mesures magnétiques dans le forage A.M.B.P.. Note DT/GPH n° 219 du 7/4/1986.
- [N6] MILLON R. (1986) - Magnétométrie dans le forage de Couy. Note DT/GPH n° 226 du 9/4/1986.
- [N7] MILLON R. (1986) - Profil magnétique vertical modélisé. Note DT/GPH n° 293 du 16/5/1986.
- [N8] MEGNIEN C. (1986) - Compte rendu de la visite à ESSO-REP le 10/2/1986. Note GPF 86/57.

- [N9] MILLON R. (1986) - Note du 11/3/1986 à GPF (RM/cb n° 157). Diagraphie sonique du forage de Brécy. Extrapolation au futur forage A.M.B.P..
- [N10] MILLON R. et PERAGALLO J. (1986) - Note à GPF n° 225 du 9/4/1986. Interprétation des sections de sismique réflexion sur l'A.M.B.P..
- [N11] MILLON R. (1986) - Implantation forage A.M.B.P.. Note DT/GPH à GPF n° 356 du 19/6/1986.
- [N12] WEBER C. (1986) - Note sur l'implantation du forage A.M.B.P.. Note DT 86/200 du 28/8/1986.
- [N13] MILLON R. (1986) - Note à GPF n° 607 du 11/12/1986. Révision de l'identification des réflecteurs de la coupe sismique Cher 34 après les premiers résultats du forage de Couy (socle à 950 m).
- [N14] GUILLEN A. (1986) - Note à DT/GPH à l'attention de C. WEBER, n° 634 du 19/12/1986 (résultat du forage de Couy : rencontre du socle à 950 m).
- [N15] TABBAGH A. (1986) - Le problème de l'exploitation des mesures de gradient. Note manuscrite à C. WEBER du 22/12/1986.
- [N16] GUILLEN A. et MILLON R. (1987) - Forage de Couy - Gradient magnétique vertical. Note DT/GPH n° 42 du 30/1/1987.
- [N17] GUILLEN A. (1987) - Proposition de levé gravimétrique à Couy. Note DT/GPH n° 158 du 10/3/1987.
- [N18] PAUL A. (1987) - Interprétation des P.S.V. avec et sans offsets dans le forage de Couy. Lettre du 23/7/1987.
- [N19] ALVAREZ F. (1987) - Résultats magnétiques préliminaires du site de Couy 1. Note sans référence.
- [N20] WEBER C. (1987) - Note au Comité Directeur GPF présentant les informations sur les niveaux magnétiques rencontrés jusqu'à 2675 m dans le forage de Couy. Note DT 87/345 du 19/10/1987.

- [N21] WEBER C. (1987) - Actualisation des modèles géophysiques sur l'A.M.B.P. en fonction des résultats acquis. Note DT 87/368 du 3/11/1987.
- [N22] MEGNIEN C. (1987) - Les conditions de la poursuite du forage de Sancerre-Couy. Note GPF n° 318 du 17/12/1987.
- [N23] WEBER C. (1987) - Note à M. Le Directeur du programme GPF sur les conditions de la poursuite du forage de Couy. Note DT 87/431 du 18/12/1987.
- [N24] MILLON R. (1988) - Le champ magnétique mesuré dans le forage de Couy. Note DT/GPH du 8/2/1988.
- [N25] GUILLEN A. (1988) - Inversion stochastique en 2D sur profils magnétiques à Couy et à Gien (A.M.B.P. - GPF). Note DT/GPH n° 64 du 2/3/1988.
- [N26] LE MOUËL J.L. (1988) - Avis sur le forage GPF de Sancerre-Couy et l'A.M.B.P.. Lettre à M. Aubert du 22/3/1988.
- [N27] O'ROURKE T.J. (1988) - Reprocessing of borehole seismic - COUY 1B. Reprocessing of surface seismic line CHER 34. Note Schlumberger du 15/6/1988.
- [N28] BOURGEOIS B. (1988) - Résultats du double diamètre orienté réalisé dans le forage COUY 1B. Note DT/GPH n° 195 du 16/6/1988.

ANOMALIE MAGNETIQUE DU BASSIN DE PARIS

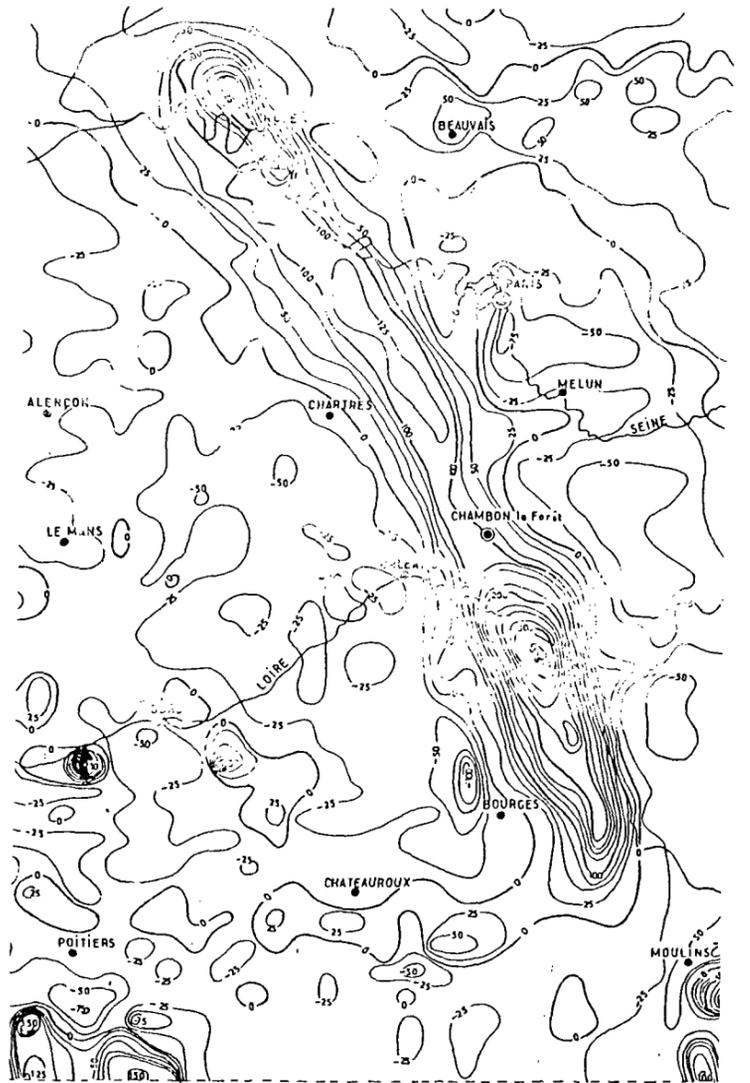
COMPOSANTE VERTICALE AU SOL



Emplacement des stations du réseau 1935 et anomalies en gammas de la composante verticale.
(lire Houdan,170 ; Nonancourt,60)

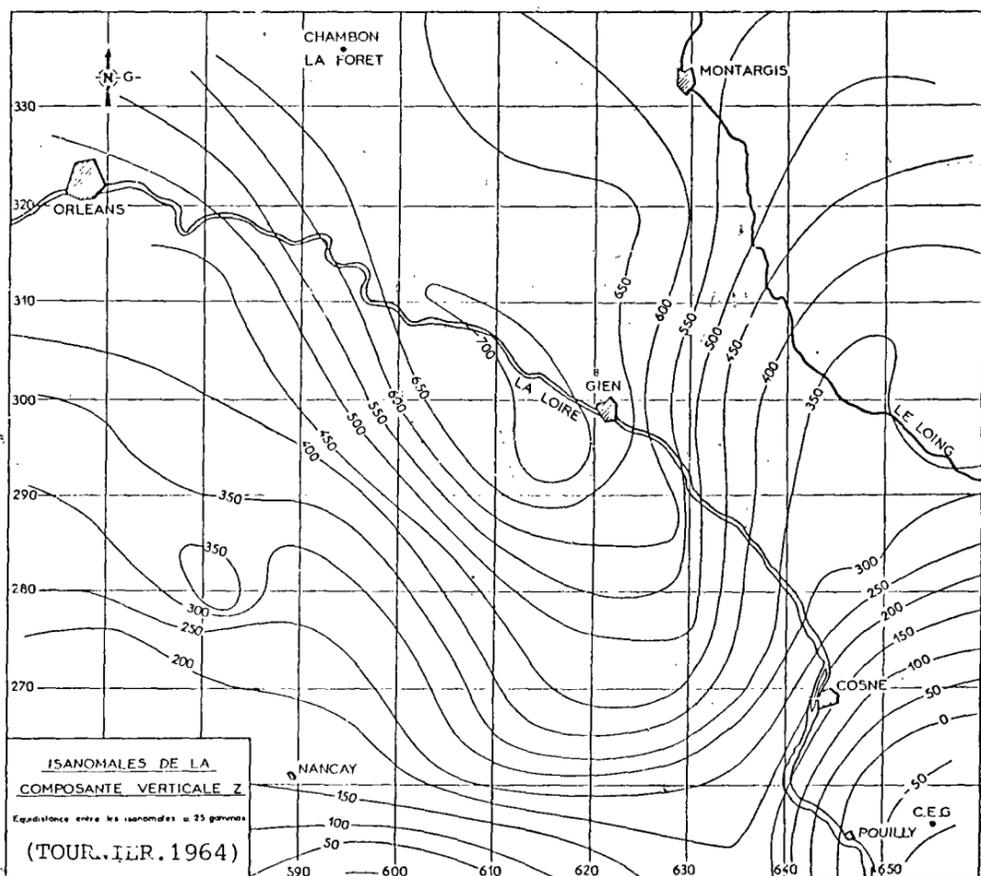
(d'après J. Rothé)

Fig. 1



ANOMALIE DE LA COMPOSANTE VERTICALE AU NIVEAU DU SOL
(LE MOUËL.1969)

Fig. 2



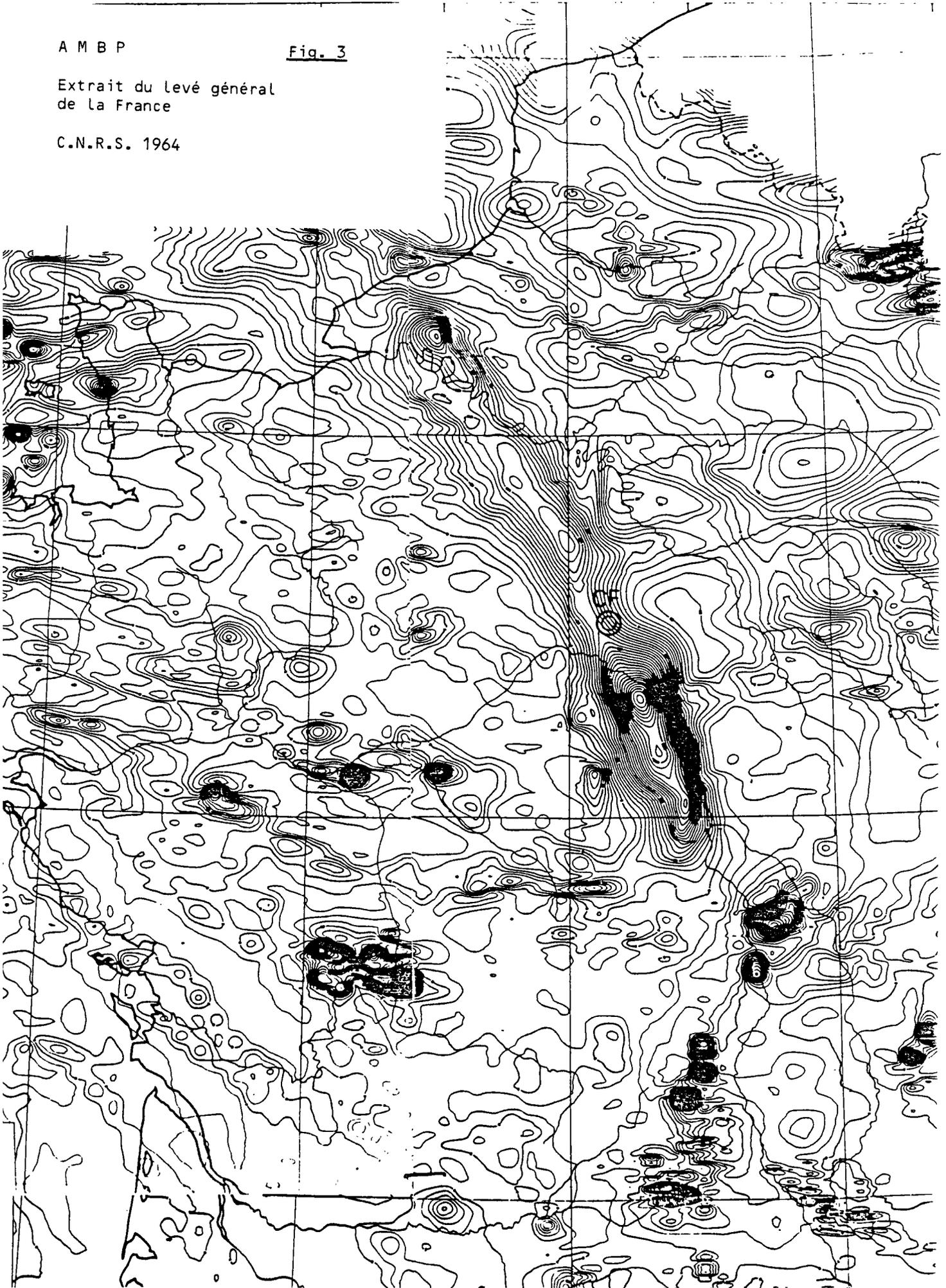
2° 1° 0° 1° 2° 3° 4° 5°

A M B P

Fig. 3

Extrait du levé général
de la France

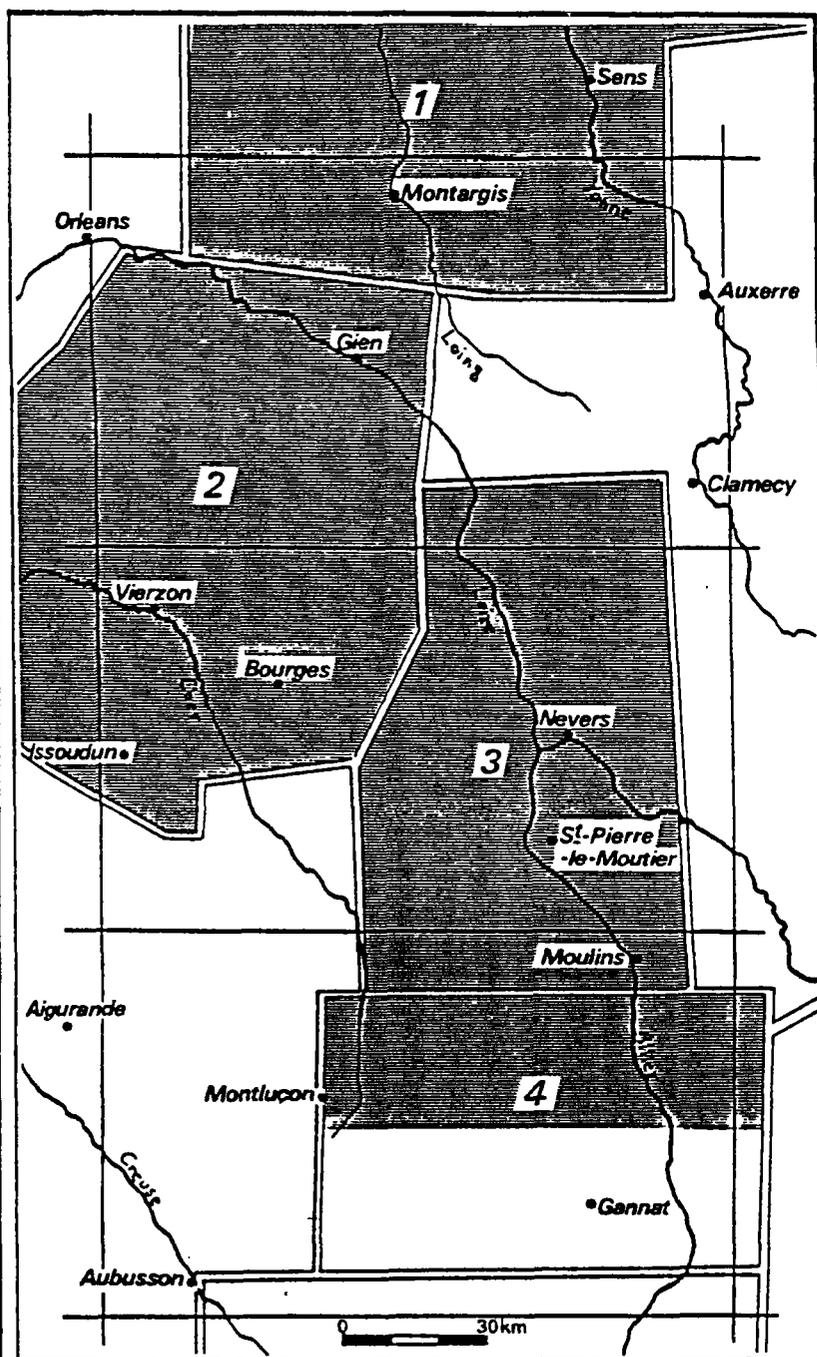
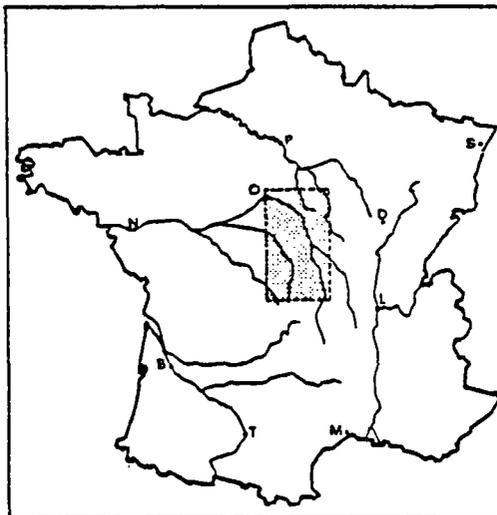
C.N.R.S. 1964



DONNEES GEOPHYSIQUES

Figure 4 : situation géographique.

Le découpage des cartes gravimétriques au 1/200.000 est indiqué ainsi que les différents levés aéromagnétiques de détail (hachurés).

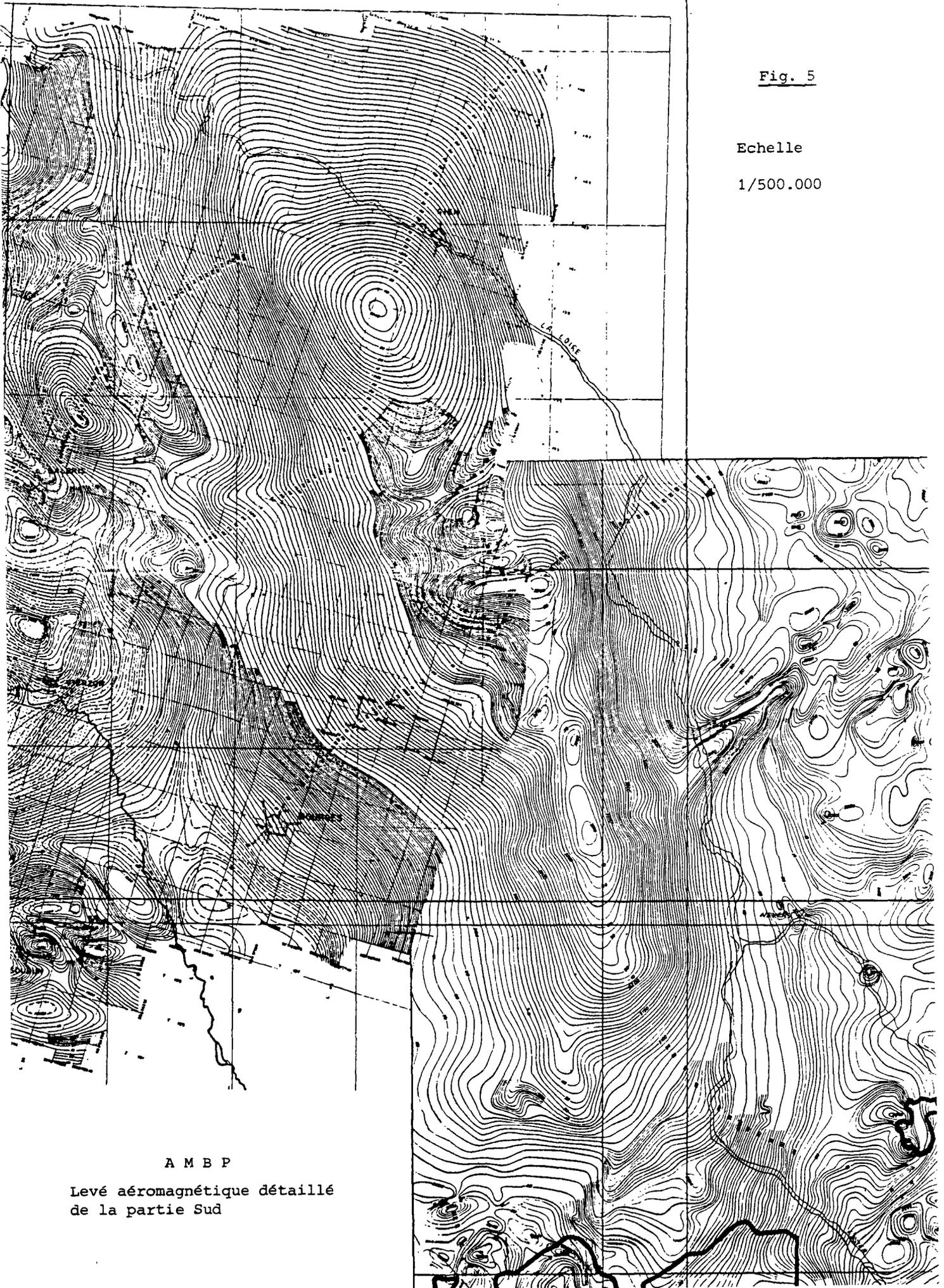
Caractéristiques des levés :

1. ERAP (1966)
altitude de vol : 1500 m
espacement des :
- lignes de vol : 3 km
- traverses : 5 km
2. CEP-SNPA (1965)
altitude de vol : 520 m
espacement des :
- lignes de vol : 3 km
- traverses : 5 km
3. CNRS (1965)
altitude de vol : 600 m
espacement des :
- lignes de vol : 2 km
- traverses : 5 km
4. CNRS-INAG (1972)
altitude de vol : 1200 m
espacement des :
- lignes de vol : 2 km
- traverses : 10 km

Fig. 5

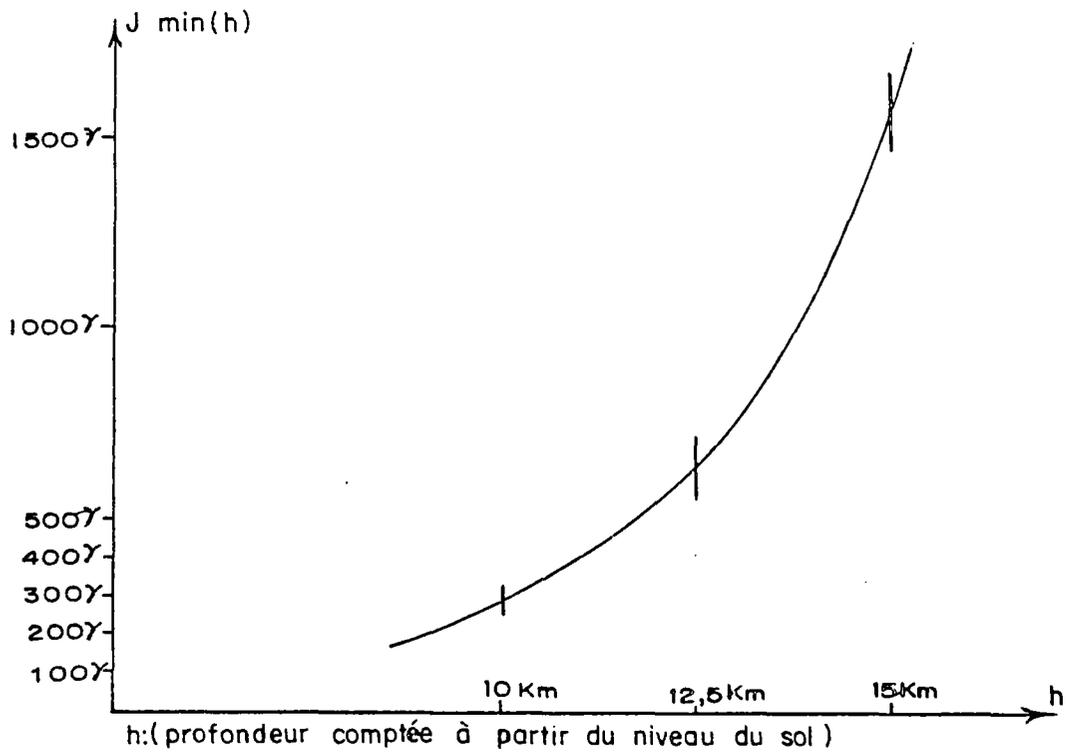
Echelle

1/500.000



A M B P

Levé aéromagnétique détaillé
de la partie Sud



(LE MOUEL, 1969)

Fig. 6

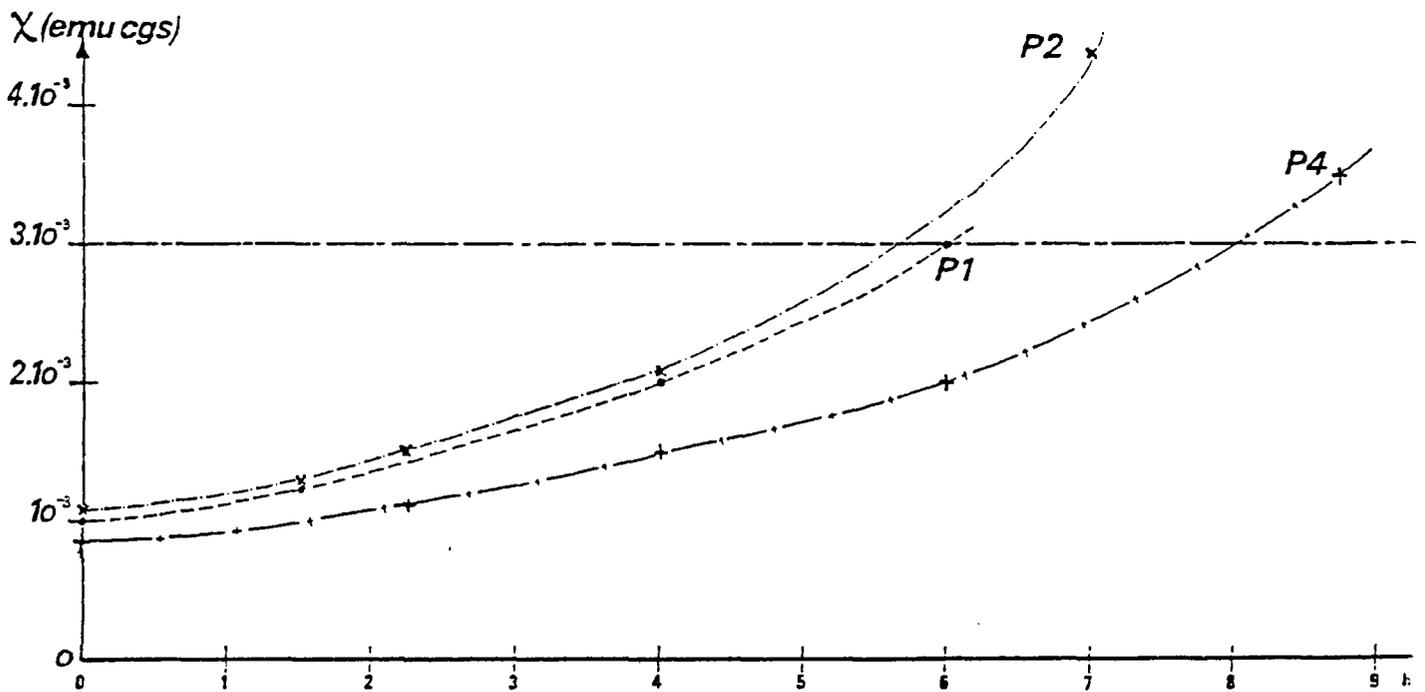


Fig. 6 bis : susceptibilité minimale en fonction de la profondeur du toit des structures d'après la programmation linéaire (erreur admise : 15 nT).

(N. DEBGLIA, A. GUILLEN, V. MENICHETTI; 1984)

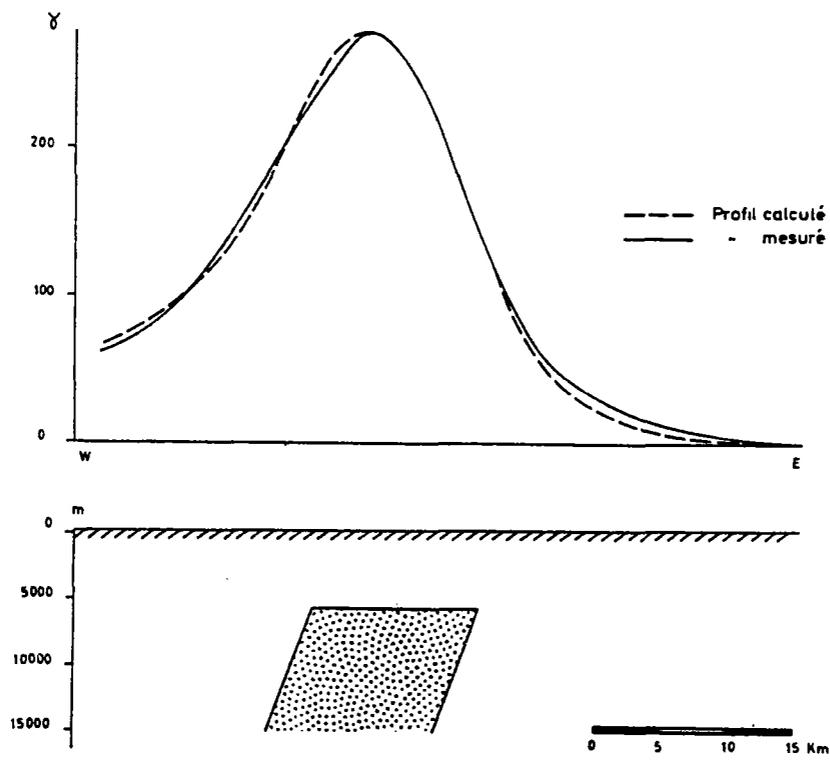


Fig. 7

(notice de la carte magnétique au 1/80.000
feuille Nevers; J.CORPEL & C.WEBER, 1968)

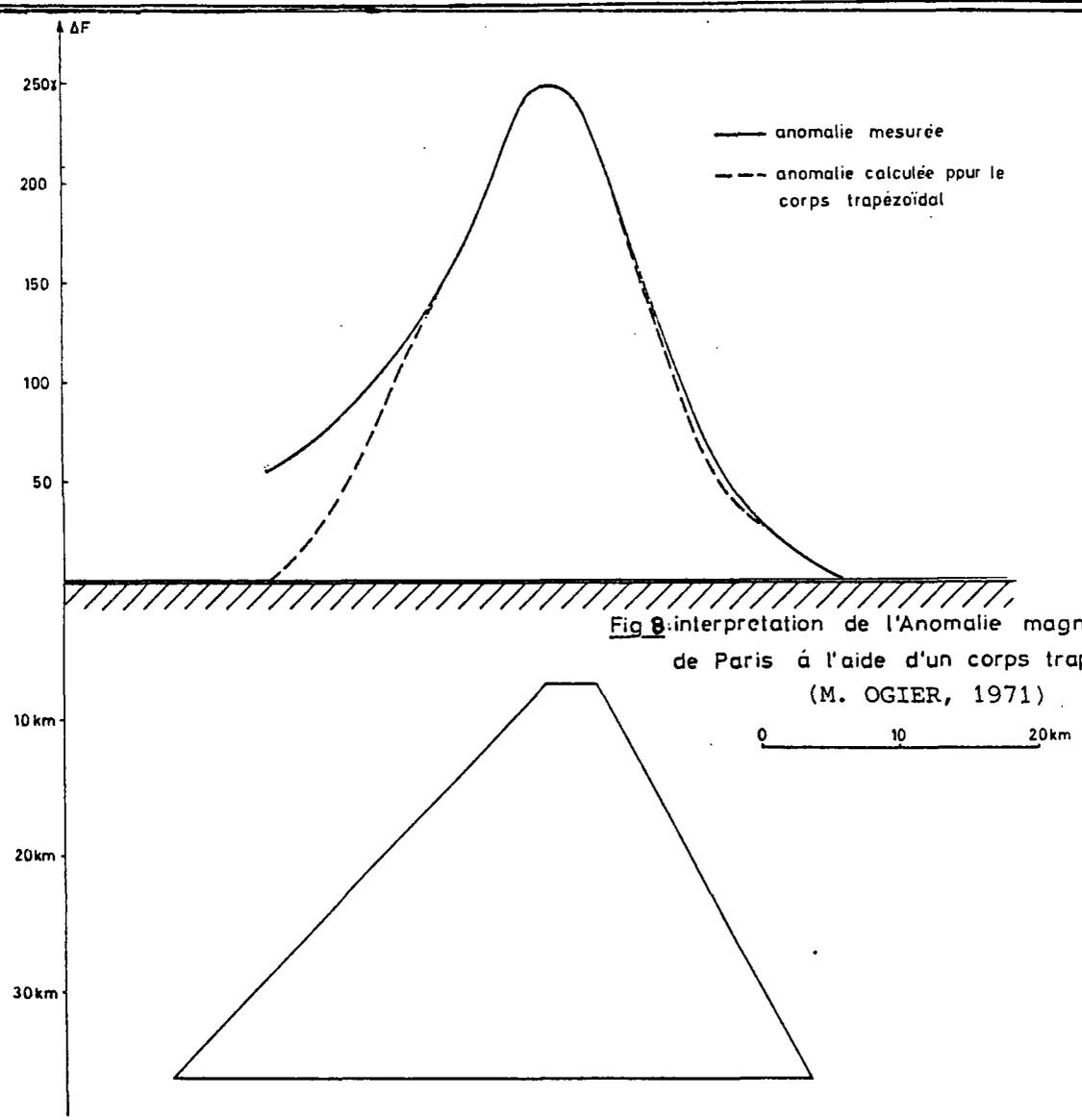
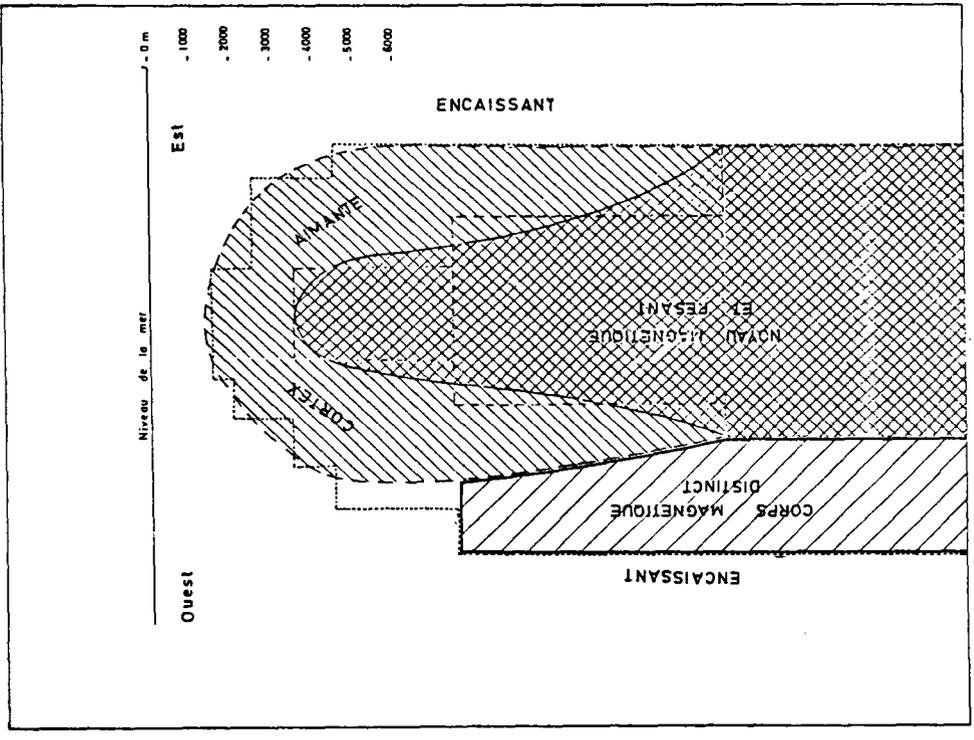
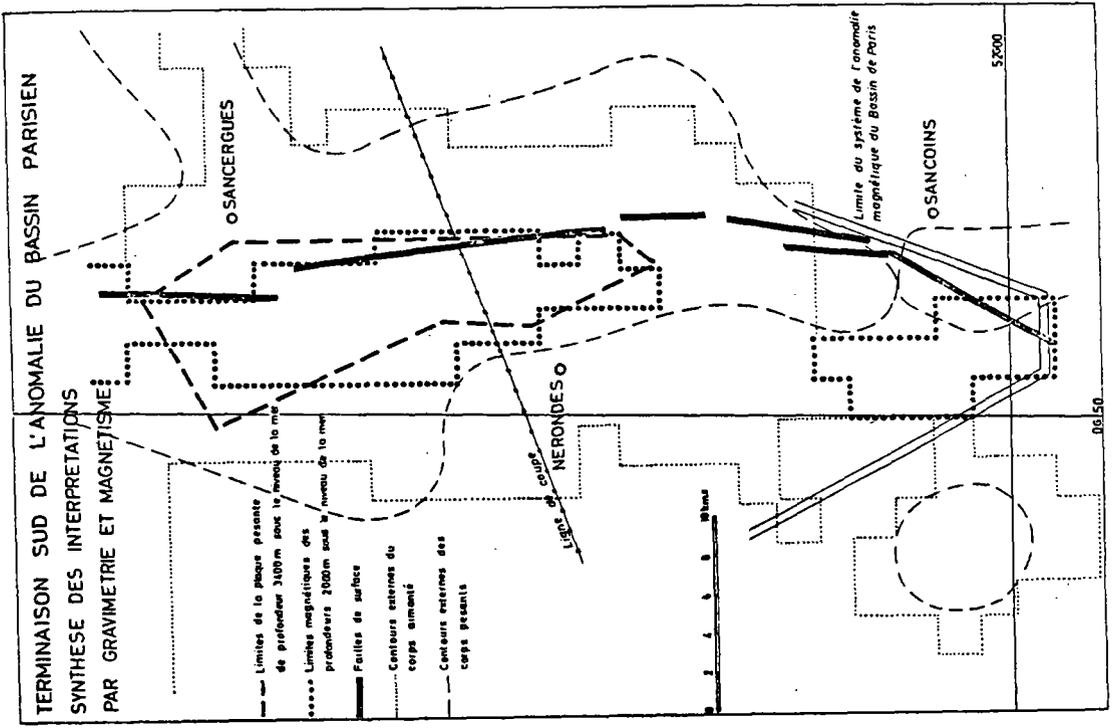
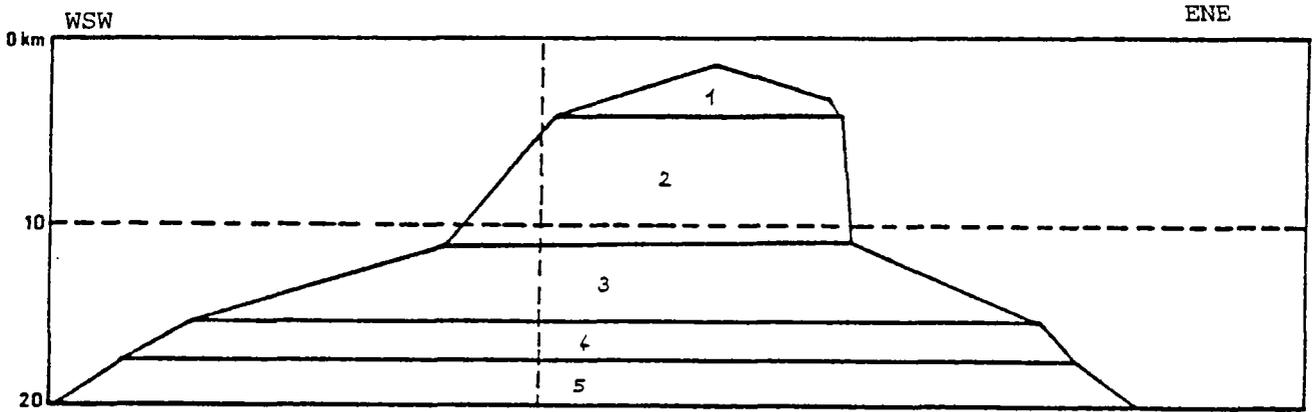
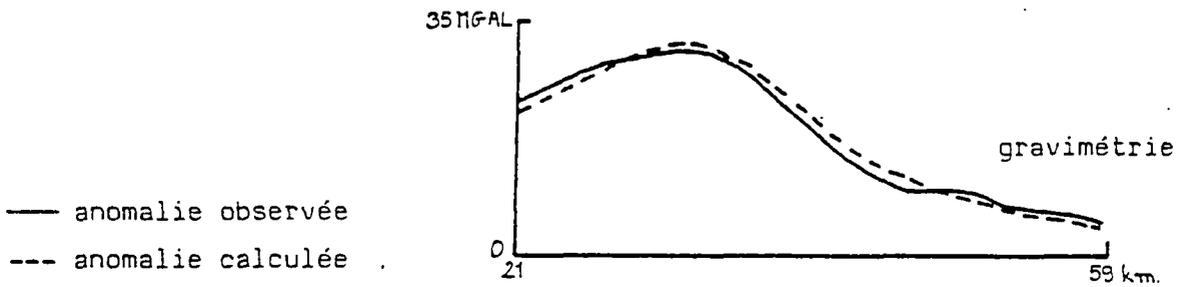
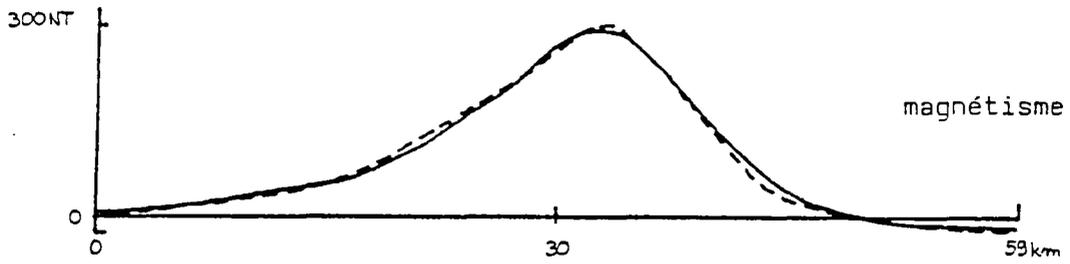


Fig 8: interpretation de l'Anomalie magnétique du bassin -
de Paris à l'aide d'un corps trapézoïdal disymétrique
(M. OGIER, 1971)



(A. GERARD, 1973) Figure 9



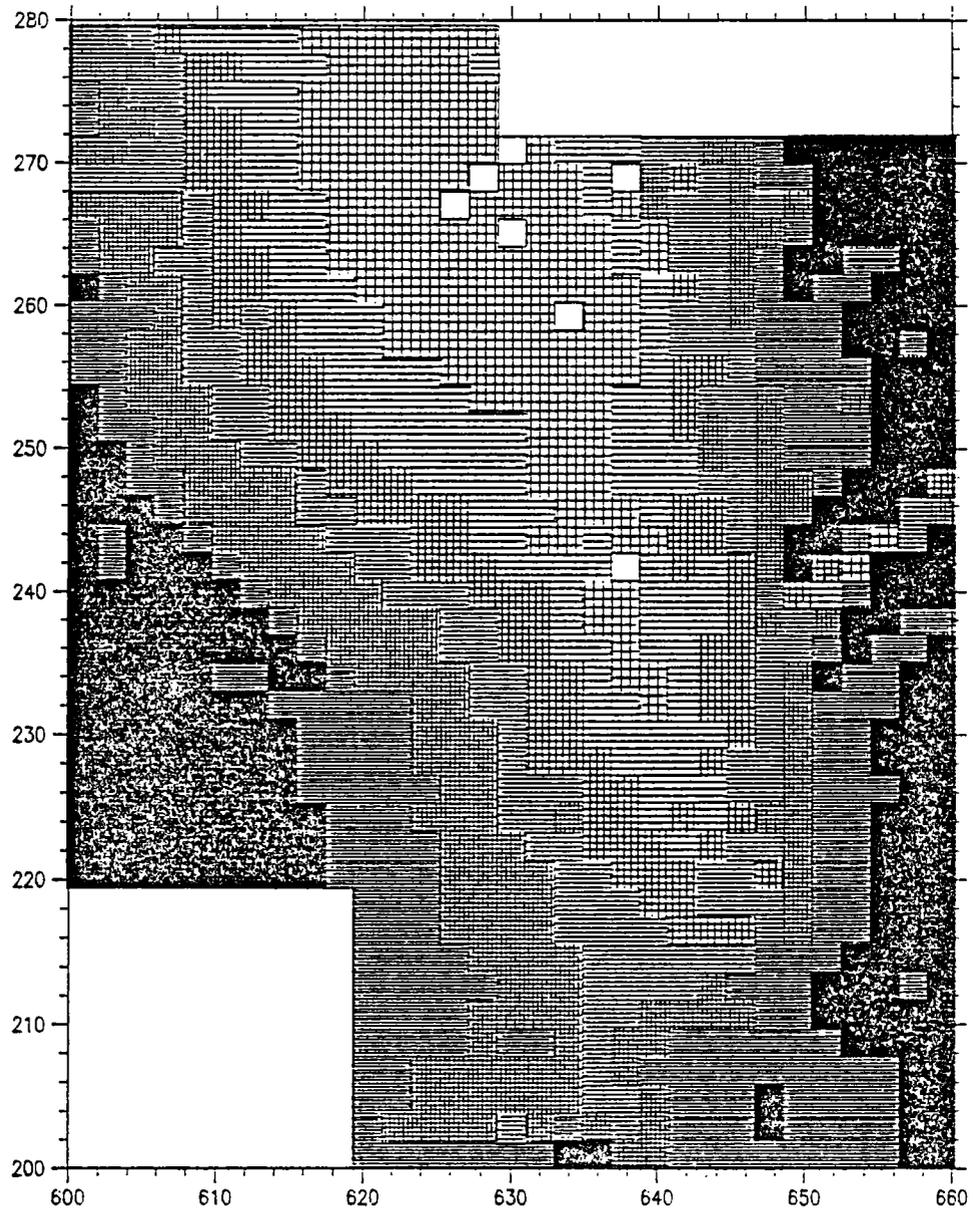


inversion simultanée gravimétrique et magnétique.
 couple (densité-susceptibilité) le plus élevé.

(N. DEBGLIA, A. GUILLEN, V. MENICHETTI; 1984)

Corps	1	2	3	4	5	
$\Delta\rho$	0.12	0.09	0.06	0.03	0.	g/cm ³
X	0.0014					uem cgs

PROFONDEUR SOUS LE NIVEAU DU SOL POUR UNE STRUCTURE
 HOMOGENE D'AIMANTATION 250 nT ET TROIS PROFONDEURS DE
 CONTRAINTES A 2,5 km PAR RAPPORT AU SOL



A. GUILLEN (1986)

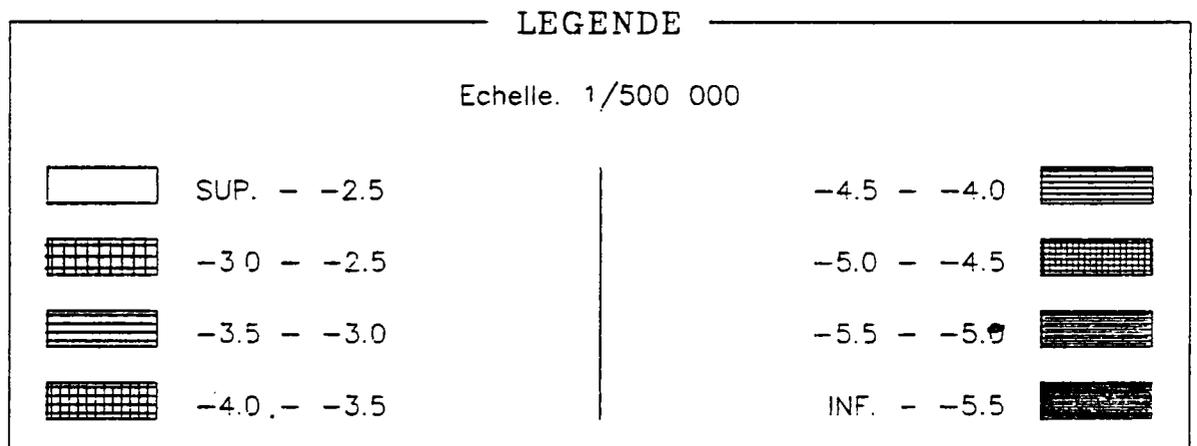
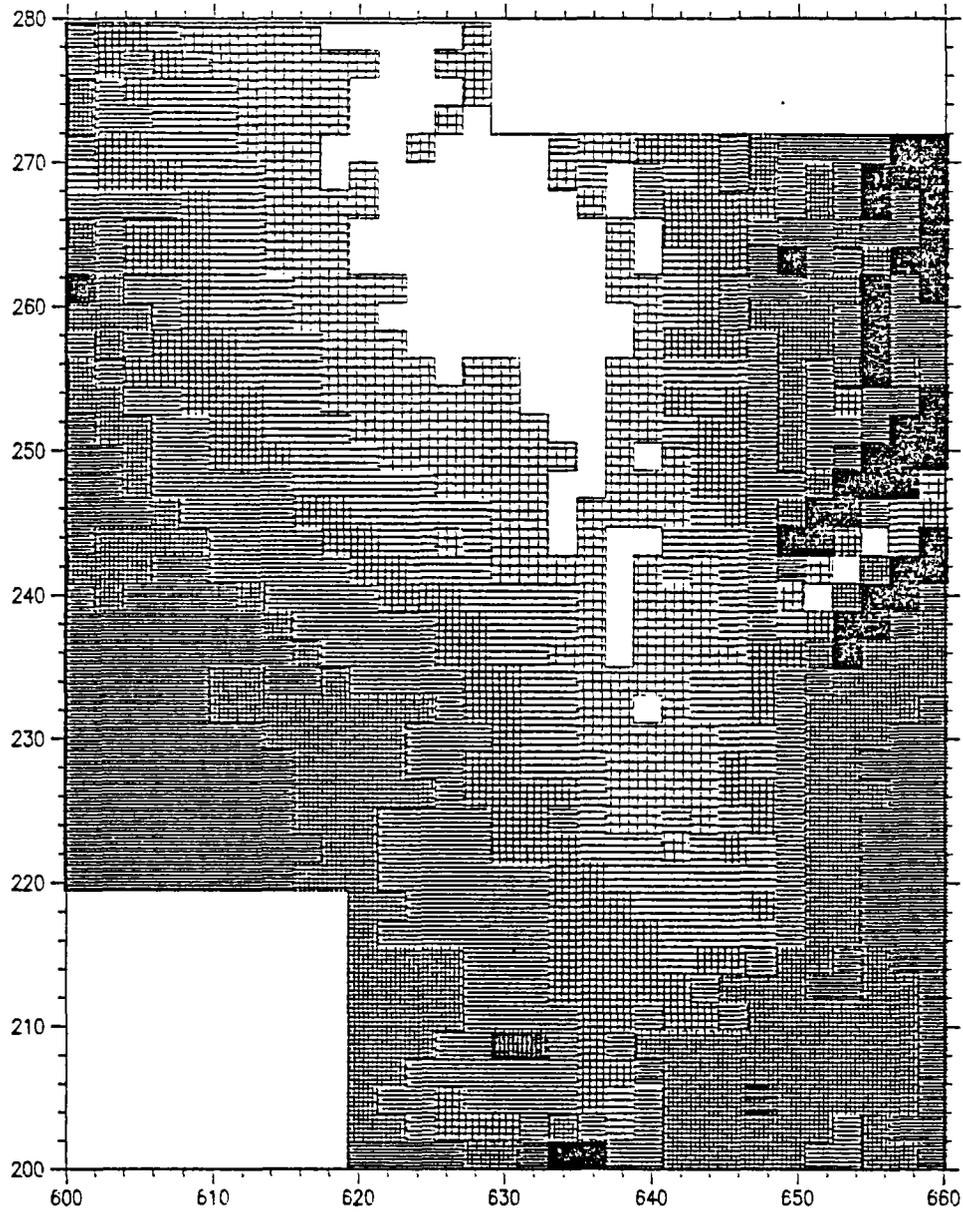


Figure 11

PROFONDEUR SOUS LE NIVEAU DU SOL POUR UNE STRUCTURE
HOMOGENE D'AIMANTATION 150 nT ET TROIS PROFONDEURS DE
CONSTRAINTES A 2,5 km PAR RAPPORT AU SOL



A. GUILLEN (1986)

LEGENDE

Echelle: 1/500 000

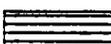
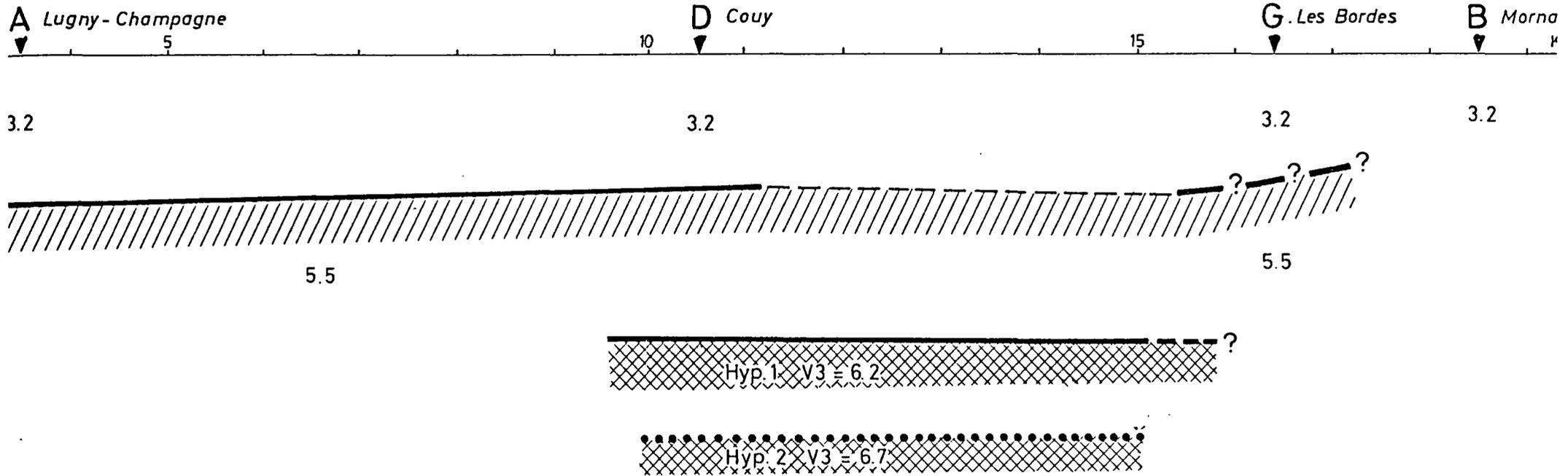
	SUP. - -3.0	-7.0 - -6.0	
	-4.0 - -3.0	-8.0 - -7.0	
	-5.0 - -4.0	-9.0 - -8.0	
	-6.0 - -5.0	INF. - -9.0	

Figure 12

Figure 15



Coupe sismique interprétative à l'aplomb de l'AMBP

(A.HIRN, J.PERAGALLO, J.PERRIN; 1986)

Vitesses sismiques en km/s

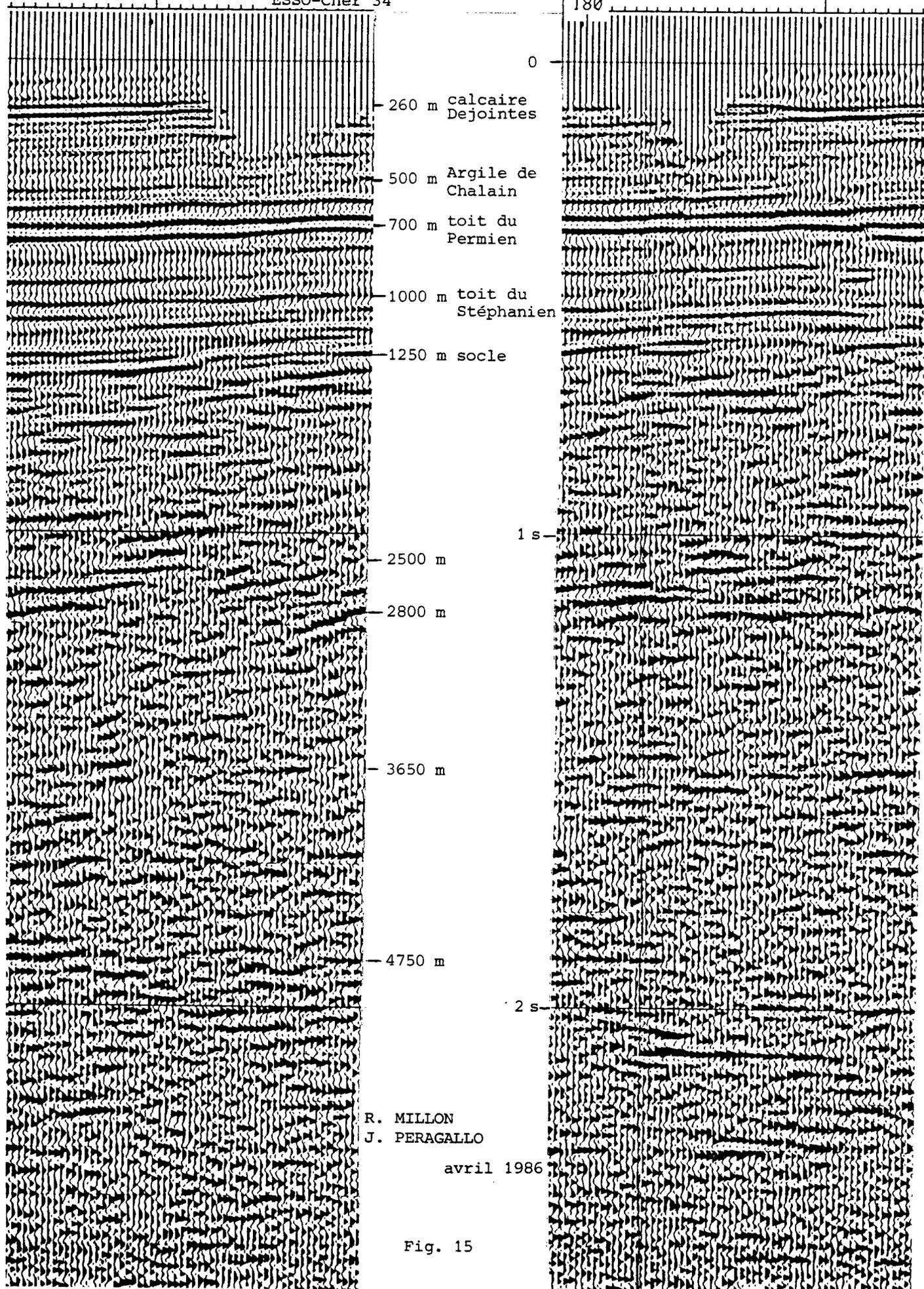
Ouest

200

Coupe prévisionnelle du forage de Couy
d'après la coupe sismique réflexion
ESSO-Cher 34

Est
160

180

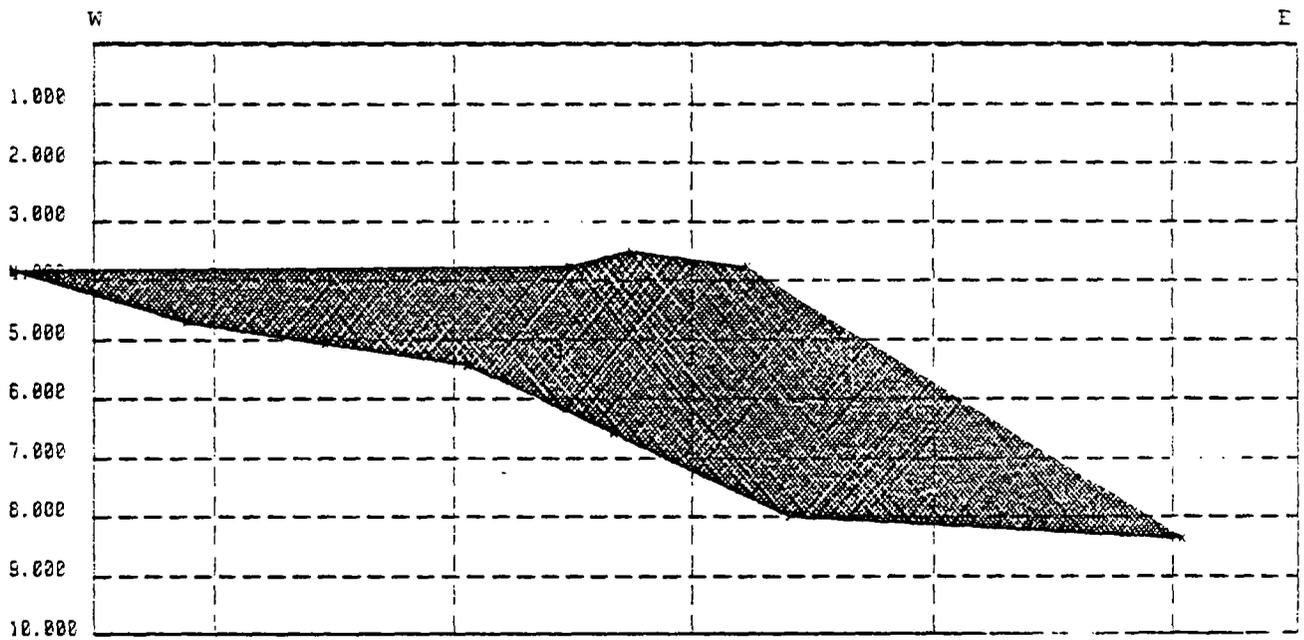
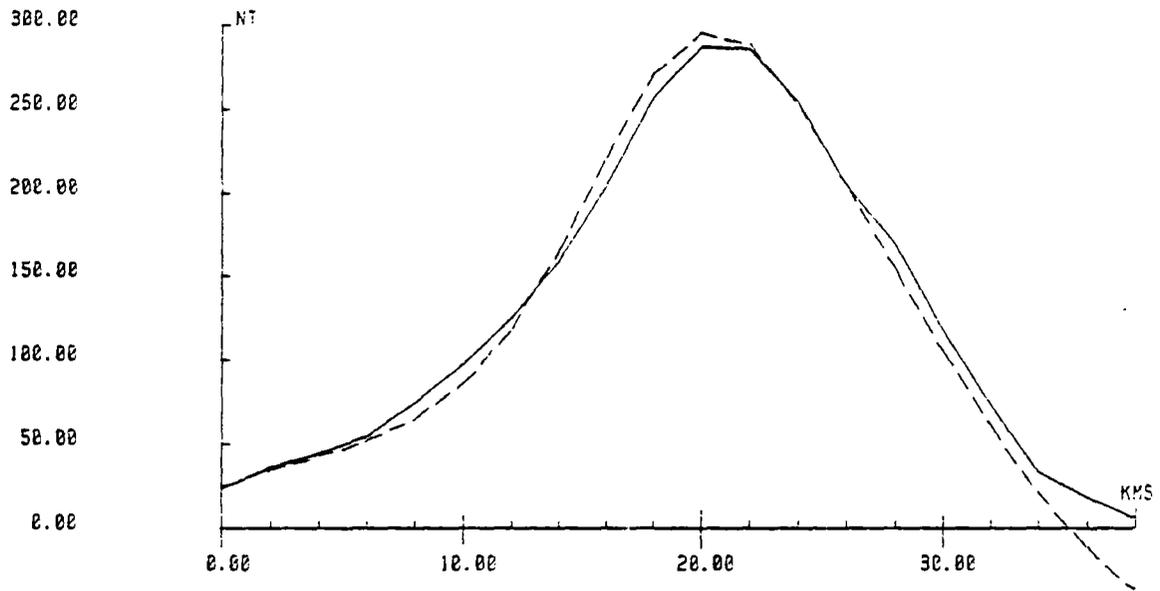


R. MILLON
J. PERAGALLO

avril 1986

Fig. 15

Figure 16



Interprétation du profil transversal à l'anomalie magnétique prenant en compte des réflecteurs profonds décelés sur les profils sismiques (logiciel GMI-PACK)

(A. GUILLEN, 1986)

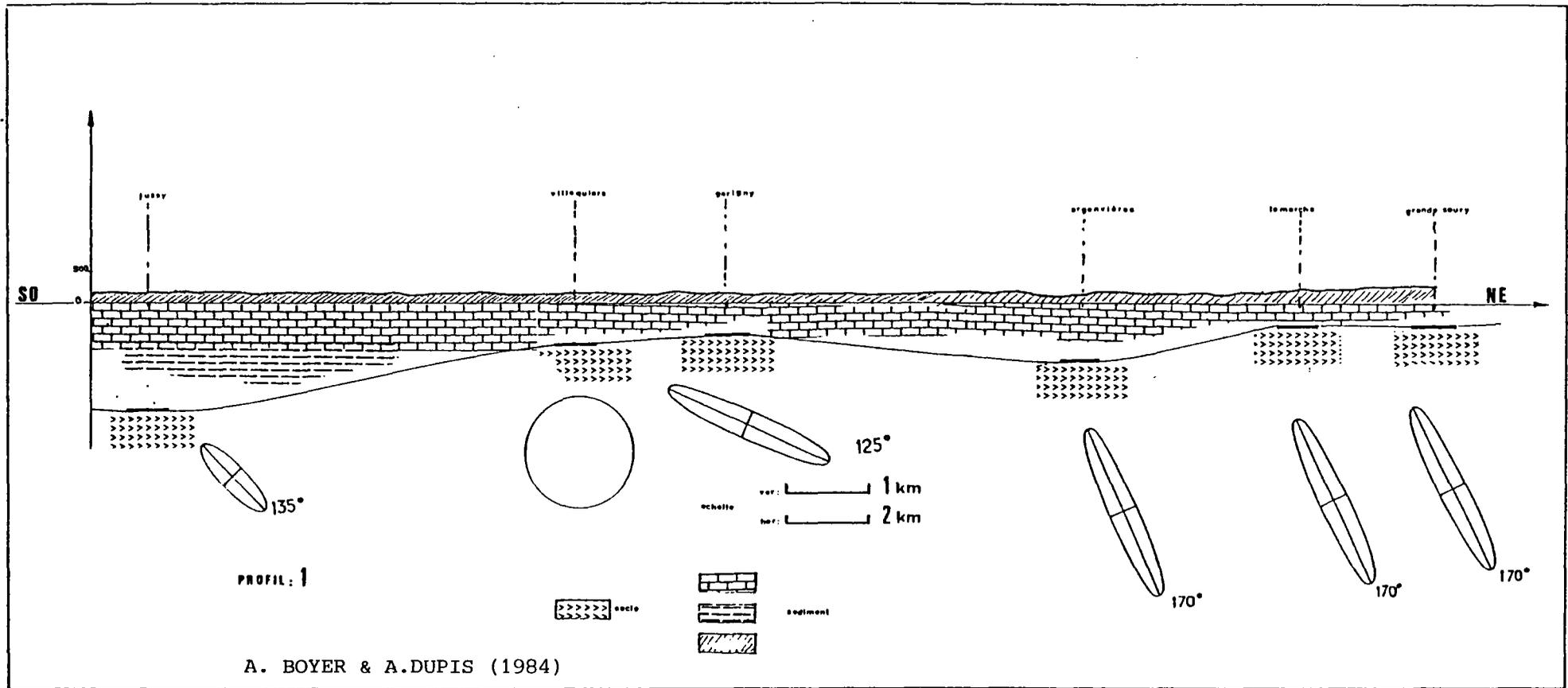
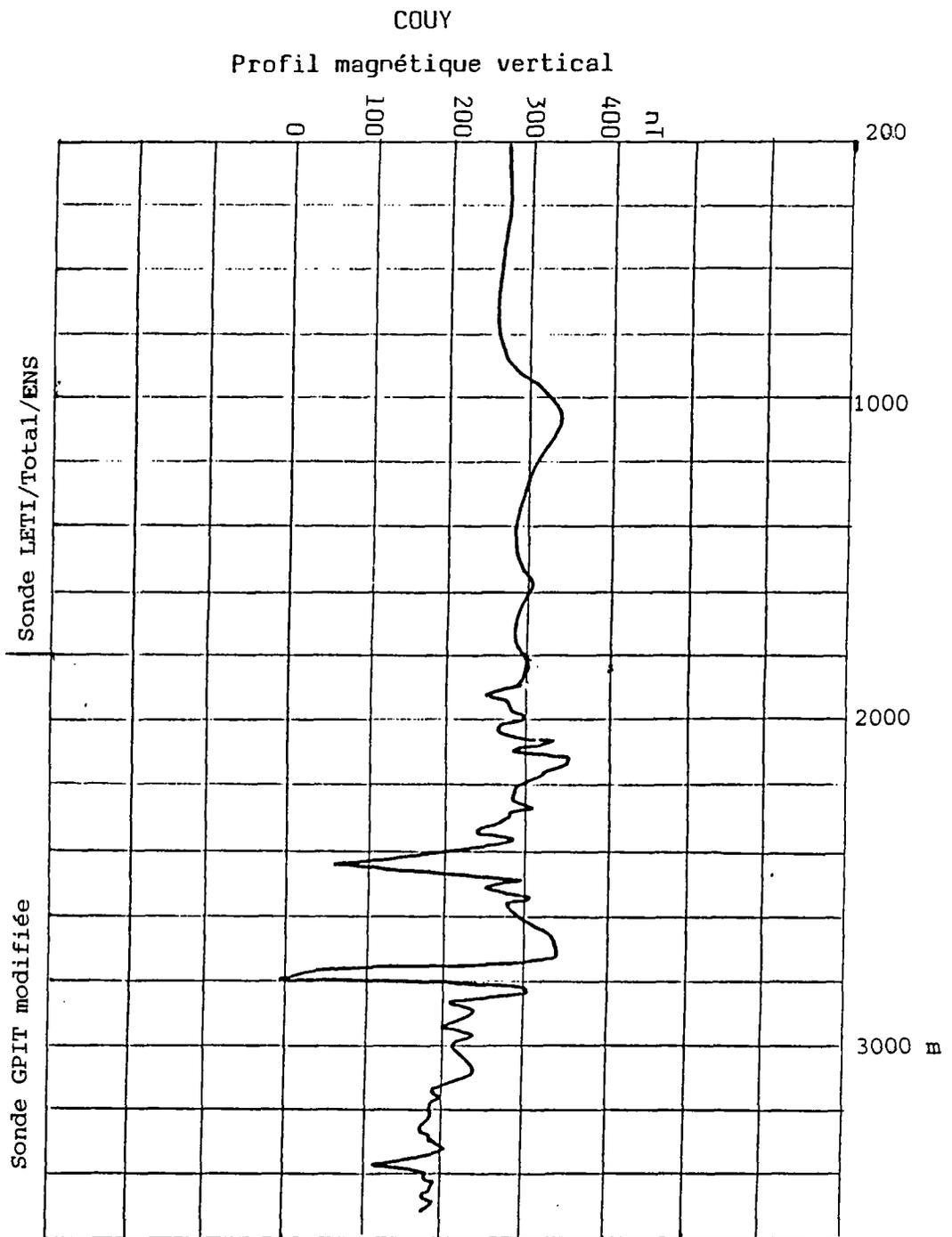


Fig.17 Profil S.O - N.E. : coupe géoélectrique et ellipse de résistivité du socle.



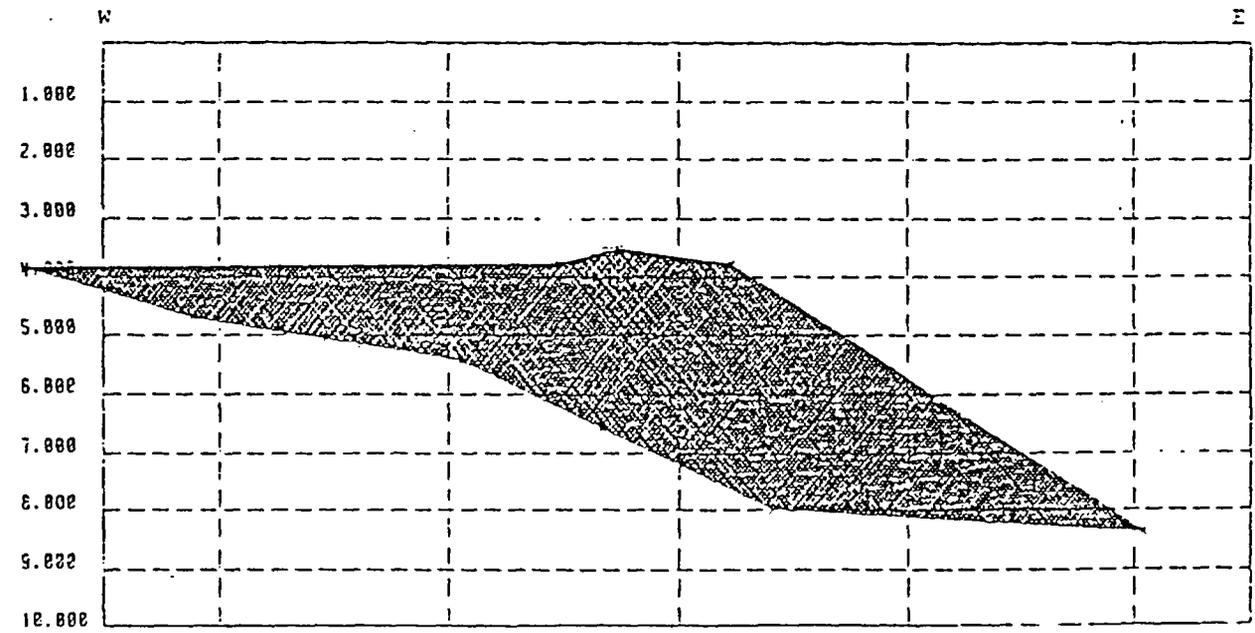
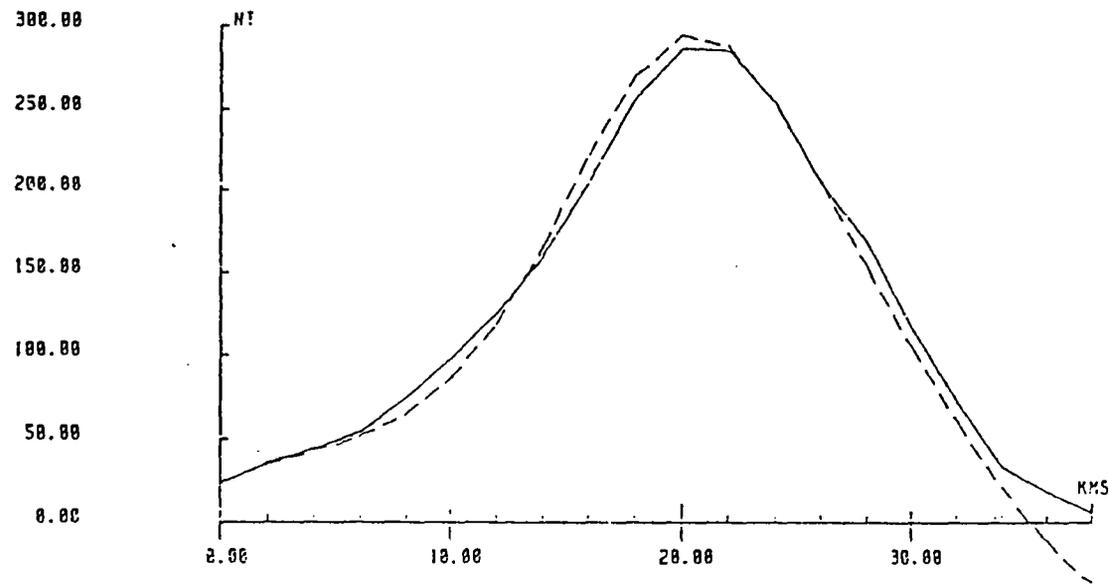
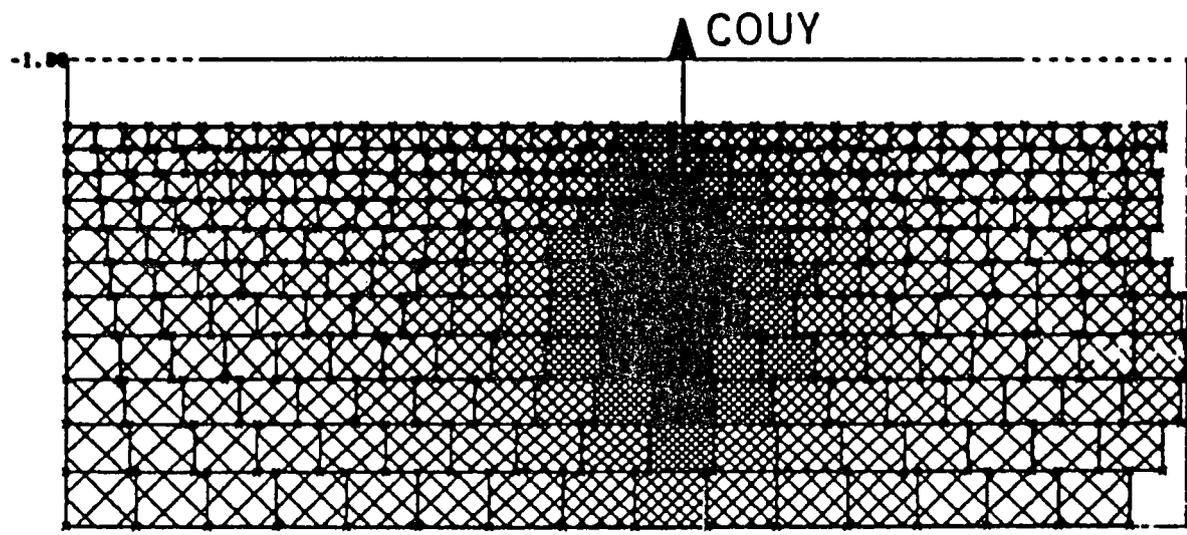
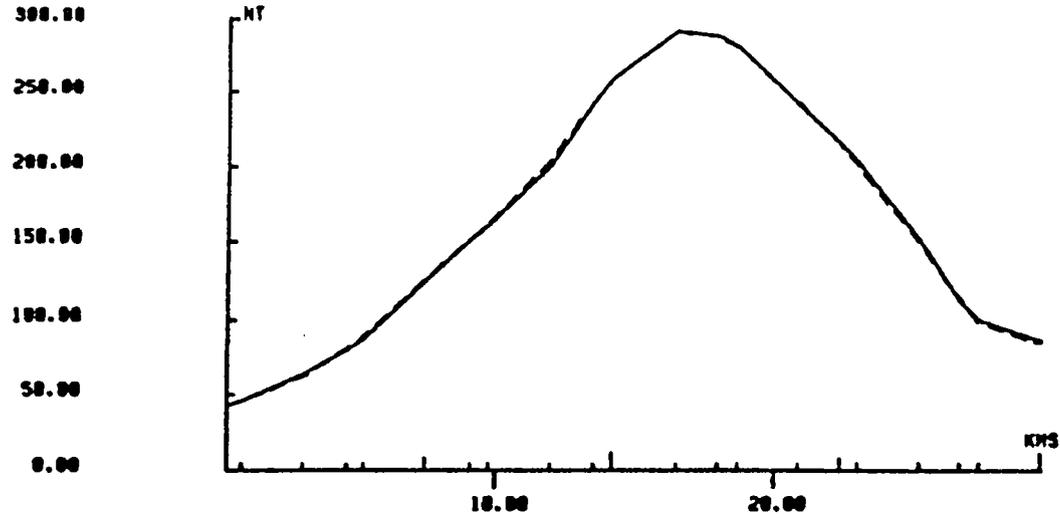
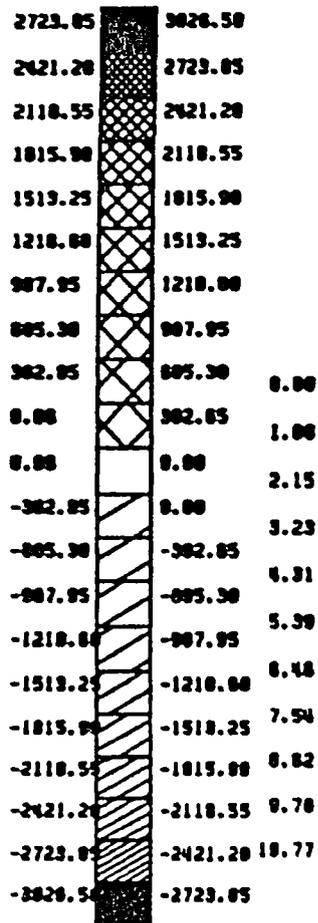


Fig. 19 Interprétation du profil transversal à l'anomalie magnétique prenant en compte des réflecteurs profonds décelés sur les profils sismiques (A. GUILLEN) 1986)

MODELE DE SUSCEPTIBILITE A POSTERIORI

(A. GUILLEN, 1986)

SUSCEPTIBILITE CGS
* 10⁶



FORAGE DE SANCERRE-COUY. COMPARAISON DES SECTIONS SISMIQUES DE SURFACE ET EN FORAGE, DU LOG SYNTHETIQUE, DES DIAGRAPHIES

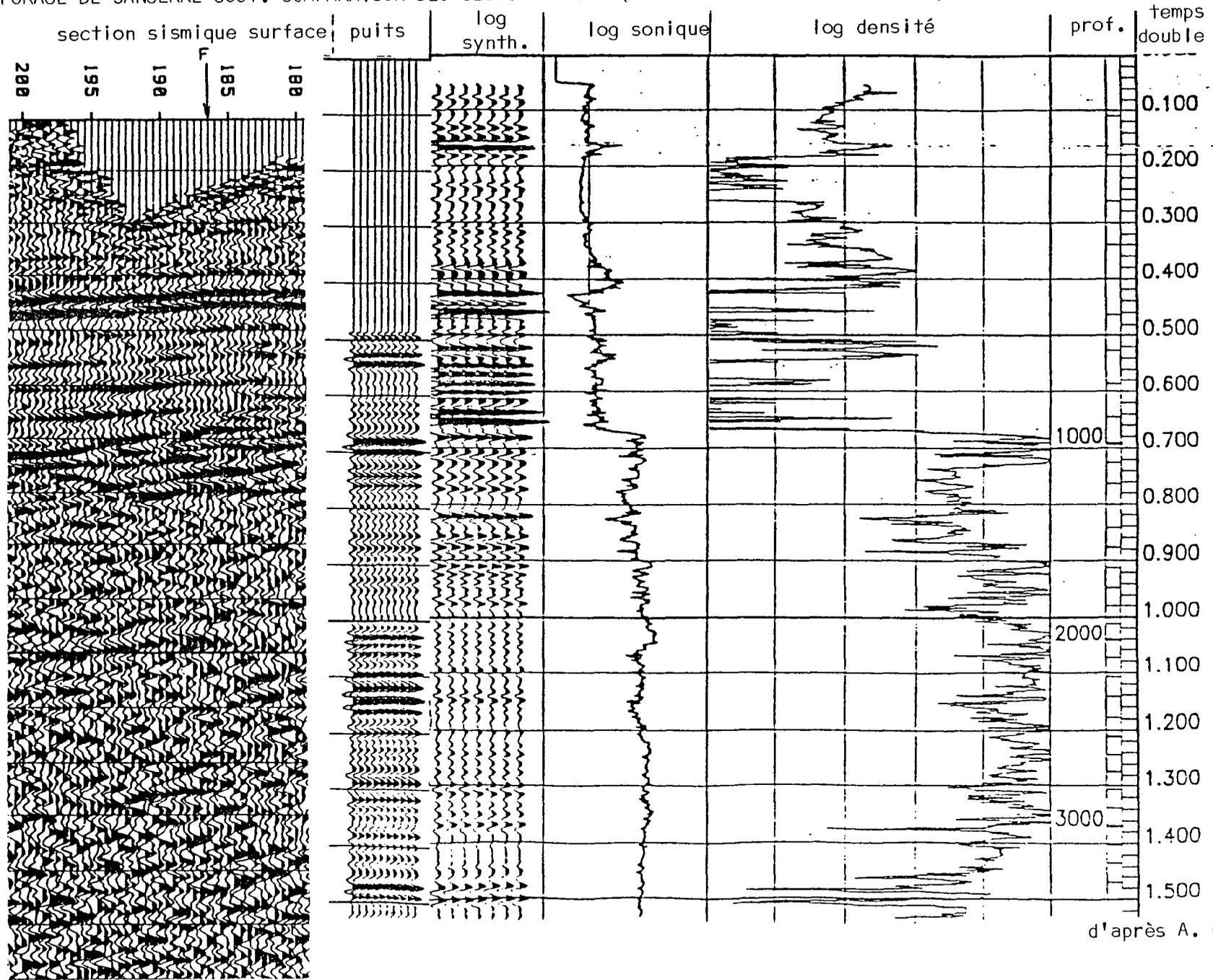


Fig. 21

d'après A. PAUL (1988)

BRECY

COUY

