

Matériaux pour la Géologie de la Suisse

**GÉOPHYSIQUE**

**Nr. 26**

Publiés par la Commission Suisse de Géophysique  
Organe de l'Académie suisse des sciences naturelles,  
subventionnée par la Confédération

**ETUDE DES ANOMALIES  
MAGNETIQUE ET GRAVIMETRIQUE  
DE LA REGION DU CHASSERAL**

KRISTEN RISNES  
BERTRAND DUMONT  
RAYMOND OLIVIER  
JEAN-JACQUES WAGNER

Atelier d'impression, Université de Genève  
1993

---

Adresse des Auteurs:

Kristen Risnes  
Jean-Jacques Wagner  
Lab. de Pétrophysique  
Dpt. de Minéralogie de l'Université  
13, rue des Maraîchers  
1211 Genève 4

Bertrand Dumont  
Raymond Olivier  
Institut de Géophysique  
BFSH-2  
1015 Dorigny - Lausanne

## *Préface de l'éditeur*

*La présente publication intitulée "Etude des anomalies magnétique et gravimétrique de la région du Chasseral" est la contribution numéro 26 des matériaux pour la géologie de la Suisse - série géophysique.*

*Elle contient une description résumée des travaux de mesures et de réductions des données ainsi qu'une très intéressante synthèse géologique de la zone étudiée.*

*Un paragraphe d'un intérêt certain est consacré aux données pétrophysiques du socle. La partie la plus importante consiste en une présentation des résultats sous forme de cartes magnétiques et gravimétriques en couleur qui représentent une contribution précieuse pour la connaissance géophysique de détail du Jura Suisse. Enfin "last but not the least" les auteurs présentent un modèle du corps perturbateur d'un intérêt tout particulier.*

*La commission géophysique suisse remercie chaleureusement MM. K. Risnes, B. Dumont, R. Olivier et J.-J. Wagner de cette contribution de valeur à la connaissance géologique de la Suisse.*

*L'office fédéral de l'éducation et de la science a entièrement subventionné les coûts de ce travail, qu'il trouve ici toute notre reconnaissance.*

*L'académie suisse des sciences naturelles a supporté les frais de publication et d'impression du présent fascicule. La commission tient à lui exprimer sa gratitude pour cette aide.*

*Zürich, septembre 1993*

*Au nom de la Commission  
Géophysique Suisse*

*Le président: Prof. E. Klingelé*

## **Remerciements**

Nous tenons à remercier MM. les professeurs E. Klingelé , J.B. Edel et J. Bertrand qui ont bien voulu réviser cette publication. Nos remerciements vont également au Dr. Hedley, à E. Germain, O. Risnes et M. Venturelli qui ont participé aux campagnes de mesures magnétiques et gravimétriques.

## Table des matières

Liste des figures et tableaux.....	2
Résumé .....	3
Abstract.....	3
1 Introduction.....	4
2 Contexte géologique.....	5
3 Magnétisme.....	10
3.1 Mesures du champ magnétique.....	10
3.2 Traitement des données .....	12
3.2.1 Champ total mesuré .....	12
3.2.2 Champ de référence IGRF .....	12
4 Gravimétrie .....	15
4.1 Mesures gravimétriques.....	15
4.2 Traitement des données .....	15
5 Cartes magnétiques et gravimétriques.....	22
6 Modélisation .....	22
7 Propriétés physiques du socle.....	25
8 Résultats.....	27
9 Interprétation.....	33
10 Conclusion .....	33
Bibliographie.....	35
Annexe.....	39

## Liste des figures et tableaux

- Figure 1 : Carte tectonique du Jura
- Figure 2 : Carte du socle anté-triasique du Sud-Est de la France
- Figure 3 : Carte des stations de mesures géomagnétiques
- Figure 4 : Carte du champ magnétique total (nT)
- Figure 5 : Carte du champ magnétique résiduel (nT)
- Figure 6 : Carte de l'anomalie de Bouguer
- Figure 7 : Carte de l'effet gravimétrique régional
- Figure 8 : Carte de l'anomalie gravimétrique résiduelle
- Figure 9 (a-b-c) : Cartes des coefficients de corrélation (g résiduel / relief)
- Figure 10 : Carte de l'effet gravimétrique régional profond
- Figure 11 : Carte de l'anomalie résiduelle profonde
- Figure 12 : Modèle n° 1 du corps perturbateur de la région du Chasseral
- Figure 13 : Modèle n° 2 du corps perturbateur de la région du Chasseral
- Figure 14 : Carte de l'anomalie magnétique résiduelle avec les contours du modèle n° 2

Tableau 1 : Propriétés physiques de quelques échantillons des massifs anciens et du socle

Tableau 2 : Caractéristiques physiques des modèles 1 et 2

## Résumé

Un levé magnétique détaillé a été réalisé dans le Jura Suisse, plus spécifiquement dans la région du Jura Bernois et des Franches Montagnes, avec pour objectif l'étude et l'interprétation de l'anomalie magnétique du Chasseral, dont l'amplitude totale est d'une centaine de nanoteslas. Ces données magnétiques, recueillies à l'aide de deux magnétomètres à protons, ont permis d'entreprendre une première modélisation du corps responsable de cette anomalie. Des données gravimétriques ont été intégrées à cette étude dans le but de mieux définir cette structure. L'anomalie gravimétrique résiduelle est moins bien détaillée que l'anomalie magnétique, son amplitude étant faible, de l'ordre de 5 mgal. Cette modélisation effectuée en 2,5 D, conduit à une structure à susceptibilité magnétique forte et à masse volumique moyenne à forte, située au niveau du socle anté-triasique, et orientée suivant une direction varisque SW-NE à WSW-ENE. En ce qui concerne sa composition, l'hypothèse la plus vraisemblable est qu'elle serait formée soit de roches magmatiques basiques, soit de schistes cristallins.

## Abstract

A detailed ground magnetic survey has been carried out in the Swiss Jura mountains, more specifically in the area of the "Jura Bernois" and the "Franches Montagnes". The aim was to study and interpret the Chasseral magnetic anomaly, whose amplitude is around 100 nanoteslas. The magnetic data, obtained with two proton magnetometers, have enabled us to propose a model for the anomalous body. Gravimetric data were integrated into this study in order to provide an additional modelling constraint. The gravity anomaly is not so well defined as the magnetic one, its amplitude being low, around 5 mgal. Two and a half dimension modelling, indicates a body with a high magnetic susceptibility and a medium to high density, which is situated in the pre-Triassic basement, and oriented along a Variscan SW-NE to WSW-ENE direction. Its most likely composition corresponds to that of basic magmatic, or metamorphic rocks.

# 1 Introduction

Dans le cadre des travaux de la Commission Suisse de Géophysique, il a été décidé de procéder à l'étude des principales anomalies magnétiques et gravimétriques régionales rencontrées en Suisse.

Les levés magnétiques menés par Fischer et Schnegg (carte du champ total au sol en Suisse, 1979) ainsi que par Klingelé (carte aéromagnétique de la Suisse et carte aéromagnétique du Plateau et du Jura Suisse, respectivement à une altitude de vol de 5000 mètres et de 1829 mètres (6000 pieds), 1983) mettent en évidence la présence de deux anomalies magnétiques principales situées dans l'ouest de la Suisse, le long de la bordure externe de l'arc alpin. L'une d'elles, dite "Anomalie du Jorat", se situe dans la région de Lausanne et a fait l'objet de plusieurs études interprétatives (Mercanton et Wanner, 1943, 1946; Meyer de Stadelhofen et al., 1973; Fischer et Le Quang, 1980). Son amplitude est de l'ordre de 500 nanoteslas au niveau du sol. La seconde, d'amplitude moins importante, est située dans la région du Jura Bernois et des Franches Montagnes. Son pic positif est plus ou moins centré sur la montagne du Chasseral d'où son appellation "Anomalie du Chasseral".

Plusieurs campagnes de mesures au sol ont été menées au cours de ces dernières années afin de réaliser une cartographie détaillée des caractéristiques du champ magnétique de cette région du Jura Suisse.

Par ailleurs, parallèlement à ce levé géomagnétique, des mesures gravimétriques ont été effectuées, nous donnant ainsi des informations supplémentaires pour l'interprétation.

## 2 Contexte géologique

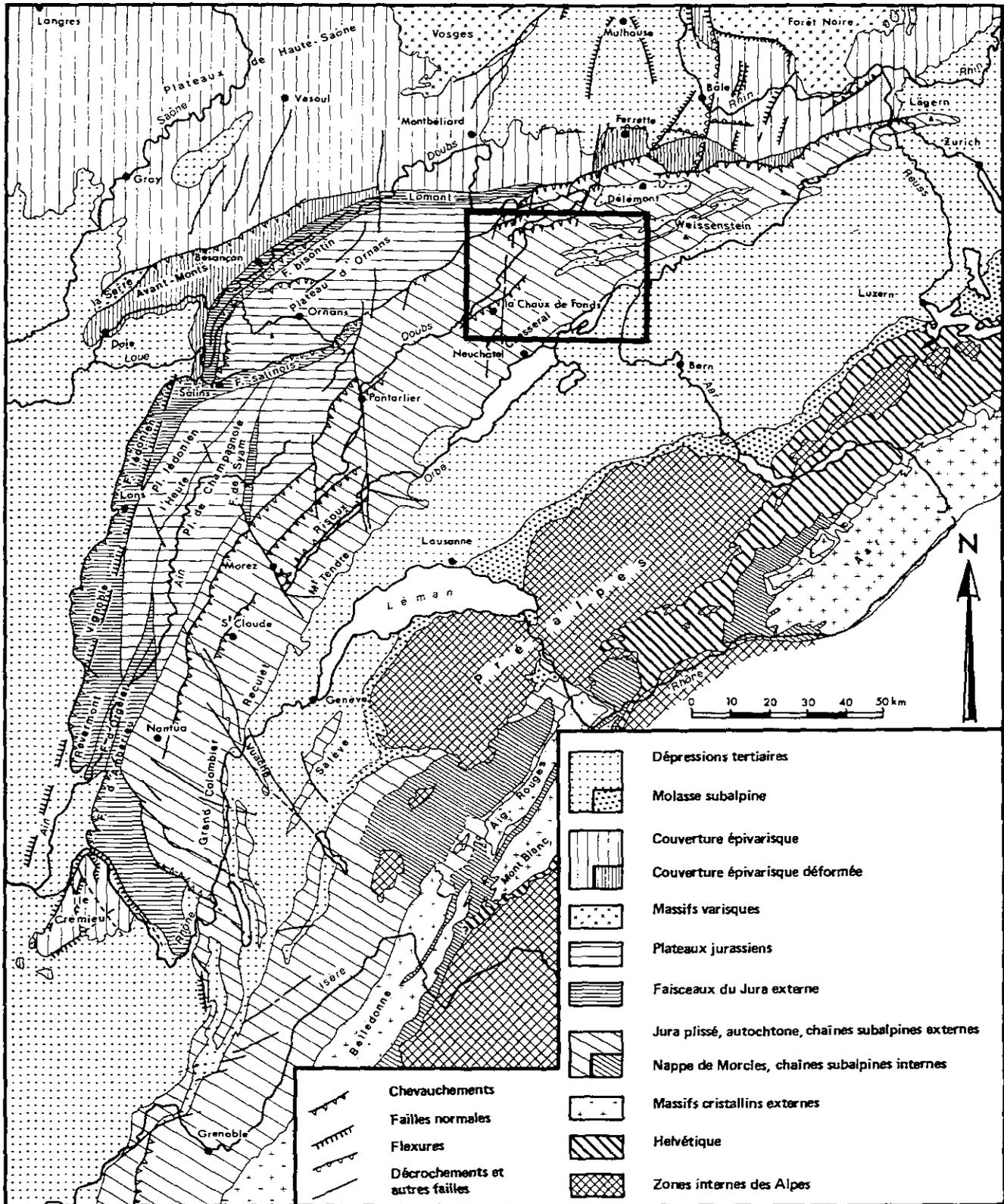
Le Jura, constitué d'une couverture sédimentaire reposant sur un socle d'âge anté-triasique, se divise en trois domaines structuraux principaux (fig. 1): le domaine des faisceaux (faisceaux Bisontin, Salinois, Ledonien) à sa bordure externe, le domaine des plateaux, et le domaine interne de la Haute-Chaîne. Il est bordé par deux accidents tectoniques majeurs : le fossé Bressan, à l'ouest, et le fossé Rhénan, au nord. Du côté interne, il est délimité par le Bassin Molassique. Dans sa partie sud, les plis de la Haute Chaîne rejoignent les chaînes subalpines.

La formation de la chaîne du Jura est liée à l'orogénèse alpine. Elle peut être interprétée comme résultant d'un poinçonnement en direction du NW, transmis par le Bassin Molassique sous l'effet de la poussée alpine (Laubscher, 1972), et représente ainsi la bordure externe NW de la chaîne des Alpes. Cette interprétation a pour mérite de fournir une explication à l'orientation des plis du Jura, qui passe de N-S dans sa partie méridionale, à E-W du côté oriental, l'orientation principale de la partie centrale étant NE-SW (Tschanz, 1990).

Les séries sédimentaires mésozoïques se sont plissées grâce à leur décollement du socle au niveau des formations évaporitiques triasiques. Elles sont traversées par d'importants réseaux de fractures que l'on peut regrouper en trois familles (Chauve et al., 1980):

- les failles SW-NE, dites "varisques", provenant sans doute de la réactivation de structures varisques-hercyniennes.
- les failles sub-méridiennes, qui font partie du grand système de dislocations ayant provoqué la naissance du fossé rhénan. Elles constituent un héritage tardi-hercynien.
- les failles rayonnantes, le plus souvent des décrochements sénestres, transversaux aux plis du Haut-Jura et qui peuvent se prolonger dans le Jura externe (failles de Pontarlier, de Morez). Elles sont génétiquement liées au mécanisme de plissement, qui a pu se manifester de manière différente de part et d'autre de ces failles.

Fig. 1 : Carte tectonique du Jura (modifiée d'après P. Chauve, avec contributions de H. Laubscher et R. Trümpy; Trümpy et al., 1980). La zone du levé magnétique est encadrée.



Le soubassement cristallin de la couverture sédimentaire jurassienne est formé de roches primaires ayant subi l'orogénèse varisque - hercynienne , caractérisée par des structures de direction SW-NE. Sa profondeur augmente en direction du SE. Les données concernant ce socle sont peu nombreuses. Elles proviennent de sondages profonds et d'observations faites sur quelques affleurements situés le long de la bordure externe de la chaîne (extrémité méridionale des Vosges, Massif de la Serre, Ile Crémieu).

Les roches rencontrées sont principalement des gneiss, des micaschistes et des granites. La synthèse des données de sondages avec celles obtenues par les méthodes géophysiques telles que le magnétisme, la gravimétrie, la sismique réfraction et la sismique réflexion, a permis de réaliser une carte structurale du toit du socle anté-triasique d'une partie du sud-est de la France (fig. 2; Debeglia et Gable, 1984). Ce procédé ne fournit pas une carte détaillée, avec la nature précise des roches, mais il permet de mettre en évidence les différentes catégories de formations rencontrées dans la partie "superficielle" du socle, en fonction de leurs propriétés magnétiques et gravimétriques. La sismique donne, dans le meilleur des cas, des informations sur la profondeur du toit du socle. Les lithologies exprimées résultent de l'extrapolation à partir des affleurements et des données de sondages. Ce document fait apparaître dans la région du Jura externe, un soubassement granitique à susceptibilité faible et à masse volumique faible à moyenne, traversé par des séries volcano-sédimentaires dévono-dinantiennes et des schistes cristallins à susceptibilités et masses volumiques moyennes à fortes, ainsi que des structures d'orientation SW-NE constituées de formations basiques, magmatiques ou métamorphiques, fortement magnétiques et denses.

Une telle synthèse a également été réalisée pour le socle varisque de l'Europe Moyenne que l'on peut subdiviser en trois zones principales, avec du nord au sud (Edel, 1978 ; Edel, 1982) :

- la zone rhéno-hercynienne, marquée par une anomalie gravimétrique d'amplitude forte à moyenne liée aux formations dévoniennes, et par de faibles anomalies magnétiques liées à des diabases (diabases du Lahn-Dill).
- la zone saxo-thuringienne, où l'on trouve à la fois de nombreuses anomalies magnétiques intenses provoquées par des intrusions basiques, des diorites, des granodiorites et du métamorphisme de contact, et des anomalies gravimétriques de forte amplitude causées par la présence

Bureau de recherches géologiques et minières  
SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE DU SUD-EST DE LA FRANCE

## Socle ÉCORCHÉ ANTÉ-TRIASIQUE

Par N. Debégia et R. Gable

### LÉGENDE

Comportement géophysique moyen	Nature pétrographique possible, d'après forages et affleurements proches	
Magnétisme	Géométrie	
Susceptibilité faible	Densité faible à moyenne	<p>Permien ou Permo-Trias et volcanisme associé (V)</p> <p>Stephanien</p> <p>Pélicézoïque anté-Stephanien</p> <p>1 - Schistes des Cévennes</p> <p>Leucogranites</p> <p>Granites et métagranites prédominants (Socle cristallin indifférencié)</p>
Susceptibilité moyenne à forte	Densité moyenne à forte	<p>Volcano-sédimentaire dévono-dinartien</p> <p>Roches cristallophylliennes prédominantes (Socle cristallin indifférencié)</p>
Susceptibilité forte	Densité forte	<p>Roches magmatiques et/ou denses, roches basiques (magmatiques ou cristallophylliennes, métamorphisme de contact)</p>

--- Failles  
◇ sommaire 1 Principaux sondages

ISOHYPSES DU TOIT DU SOCLE (en kilomètres)

—5— issues directement de l'interprétation des données sismiques

- - -5- - établies à l'aide d'autres méthodes

N.B. : Les teintes sont renforcées sur le socle affleurant

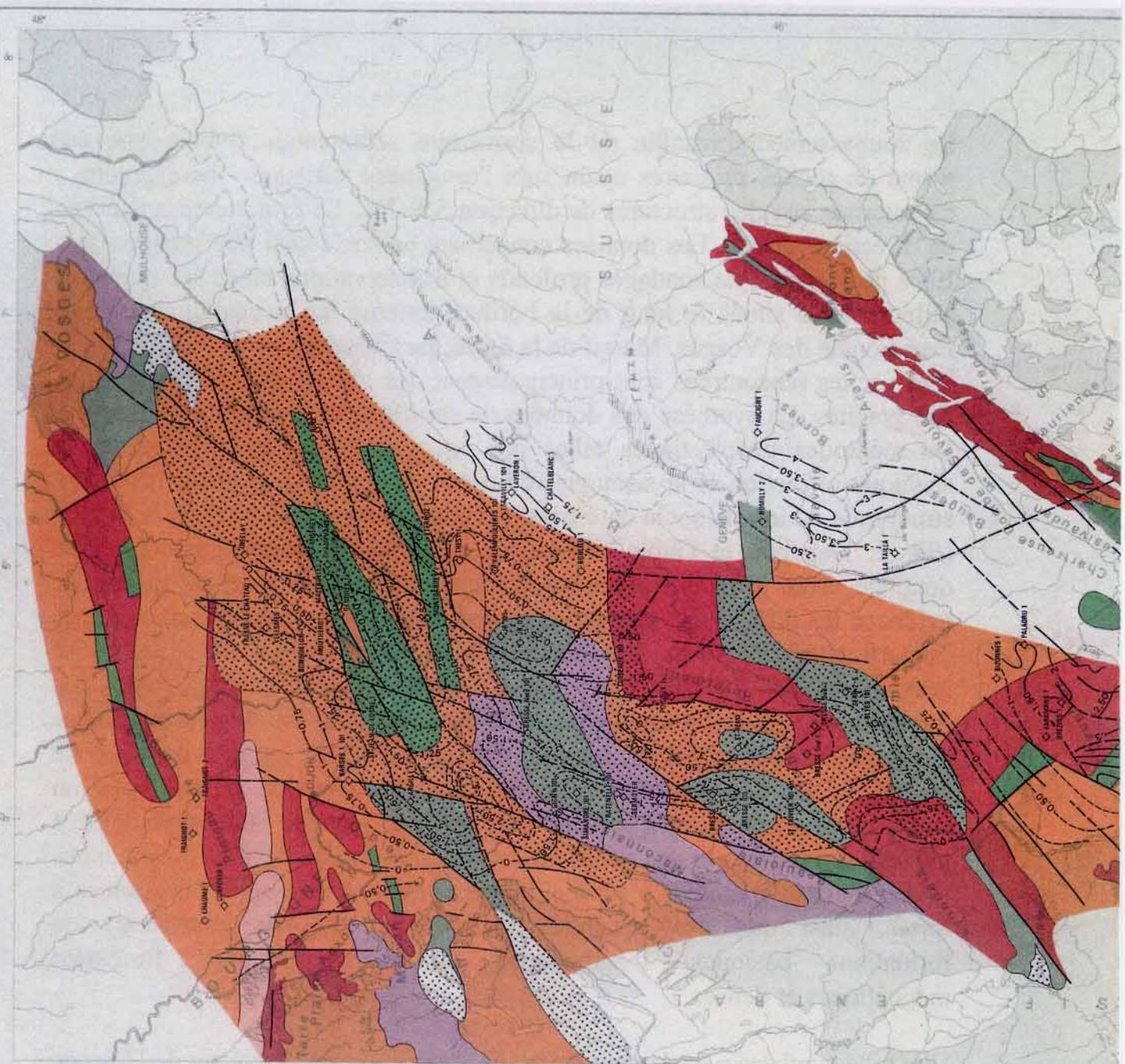
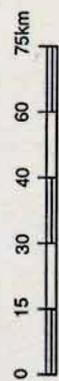


Fig. 2 : Carte structurale du socle anté-triasique obtenue à l'aide des données de la géophysique et des forages profonds (Debégia et Gable, 1984; extrait de carte reproduit avec l'autorisation des Editions du BRGM - BP 6009 - 45060 ORLEANS CEDEX 2).

de métasédiments paléozoïques surmontant un socle cadomien (schistes de Steige, de Villé et de Baden-Baden) (Edel et Weber, 1993).

- la zone moldanubienne, située le long de la bordure externe du Jura, qui se distingue par des anomalies de faible amplitude dues aux granites, des anomalies d'amplitude moyenne dues aux roches métamorphiques et aux migmatites, et par la présence de linéaments magnétiques d'orientation E-W à ENE-WSW qui peuvent correspondre à des amphibolites, des plutonites et/ou des volcanites basiques hercyniennes.

Le secteur qui nous intéresse dans le cadre de cette étude se trouve en majeure partie dans le domaine de la Haute Chaîne du Jura Suisse (fig. 1), composée principalement de formations calcaires d'âge jurassique - crétacé, parfois recouvertes de molasse tertiaire. Il s'étend jusqu'en France dans la région de Franche - Comté. La rivière "Le Doubs" marque la frontière entre les deux pays. Le coin sud-est se situe dans le domaine du Bassin Molassique Suisse.

Le sommet principal de cette région est le Chasseral qui culmine à une altitude de 1607 mètres.

## 3 Magnétisme

### 3.1 Mesures du champ magnétique

L'intensité du champ magnétique total a été mesurée à l'aide de deux magnétomètres à protons Geometrics G-856, pourvus d'un microprocesseur. L'un d'eux a été utilisé comme station de base fixe afin d'enregistrer à intervalles réguliers les variations diurnes du champ. La durée de la période d'enregistrement, imposée par l'autonomie des piles et par la capacité de la mémoire de l'appareil, est de 2 à 3 jours .

Un total de 627 mesures couvrant la région du Chasseral, et réparties en plusieurs séries ont été enregistrées avec le deuxième magnétomètre (fig. 3 et annexe). La sonde a été placée sur une perche de 2,5 mètres de hauteur afin d'éviter les effets d'hétérogénéités superficielles. De plus, des précautions ont été prises avant chaque enregistrement d'une mesure pour s'assurer de l'absence d'un gradient horizontal important, provoqué par un corps magnétique perturbateur (ligne électrique, conduite métallique, automobile ...). Lorsque de telles conditions étaient réunies, la valeur du champ total ainsi que l'heure exacte de la mesure ont été enregistrées dans la mémoire de l'appareil .

Un certain nombre de stations ont été mesurées à plusieurs reprises au cours des différentes séries de mesures, afin de pouvoir déterminer la variation séculaire du champ magnétique terrestre correspondant à la période du levé. Celui-ci a été réalisé entre les mois de septembre 1986 et juin 1990, soit sur une période de près de 4 années, durant laquelle on a relevé une augmentation de l'intensité du champ de 106 nanoteslas, ce qui représente un taux de 27,5 nT / an.

ANOMALIE MAGNETIQUE DU CHASSERAL  
 STATIONS DE MESURE

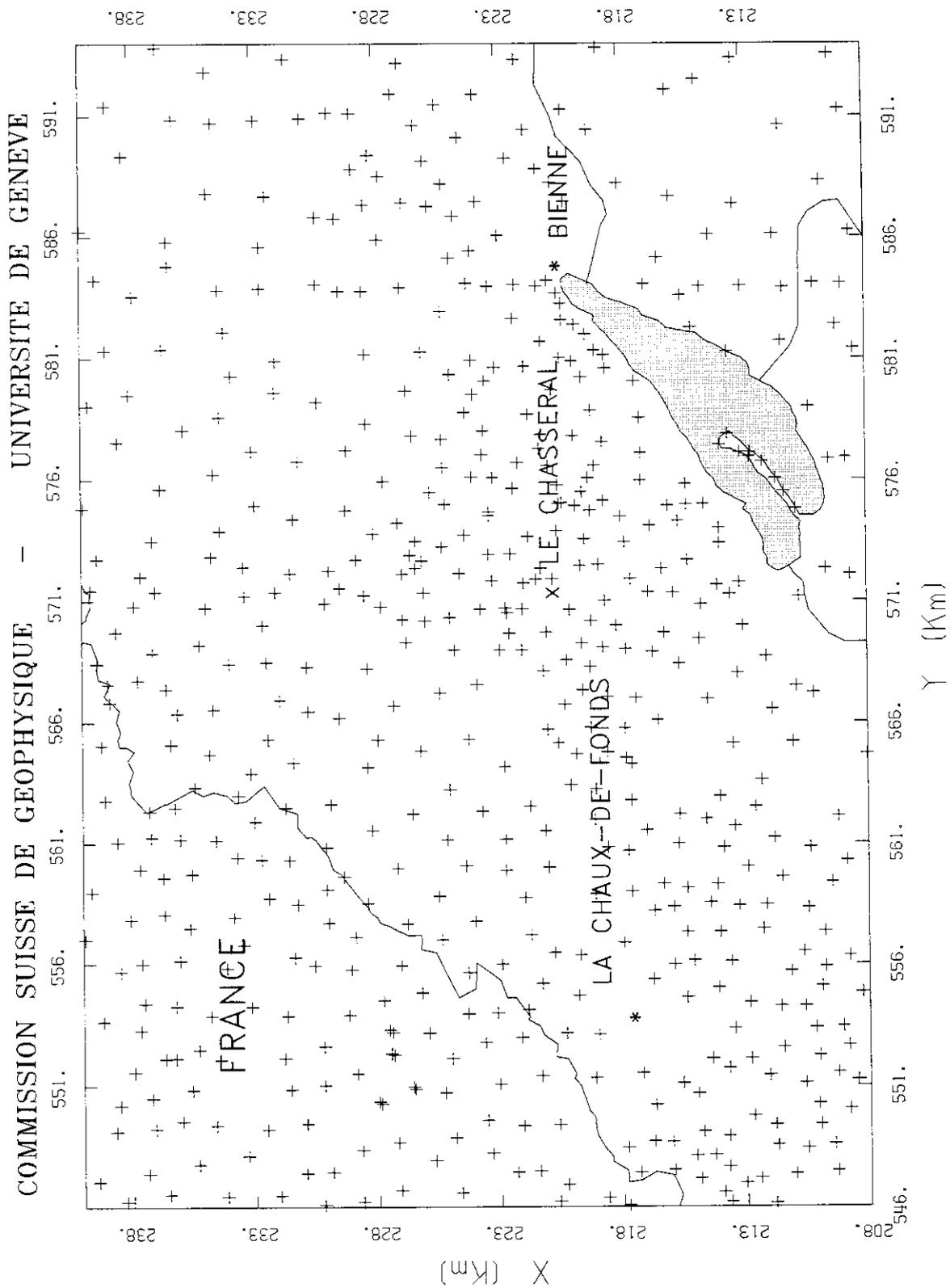


Fig. 3 : Localisation des stations de mesures géomagnétiques.

## 3.2 Traitement des données

### 3.2.1 Champ total mesuré

Les données recueillies avec les deux magnétomètres ont été transférées sur support magnétique puis traitées à l'aide du logiciel MAGPAC<sup>1</sup> de Geometrics.

Ce programme permet d'éliminer l'effet de la variation diurne du champ terrestre sur les valeurs du champ total mesurées à chaque station, en utilisant l'enregistrement de la station de base. Cette correction est effectuée en prenant pour niveau de référence la valeur du champ total moyen calculé à partir de l'ensemble des mesures de la station fixe (pour chaque série de mesures). Elle est possible grâce à la synchronisation des horloges des deux magnétomètres.

Connaissant le taux de variation séculaire (27,5 nT / an ou 2,3 nT / mois), toutes les valeurs ont pu être ramenées à une même date. La date retenue correspond à celle du début du levé c'est-à-dire début septembre 1986 (1986.9). Les intensités obtenues figurent en annexe et sont représentées sur la carte du champ total (fig.4).

### 3.2.2 Champ de référence IGRF

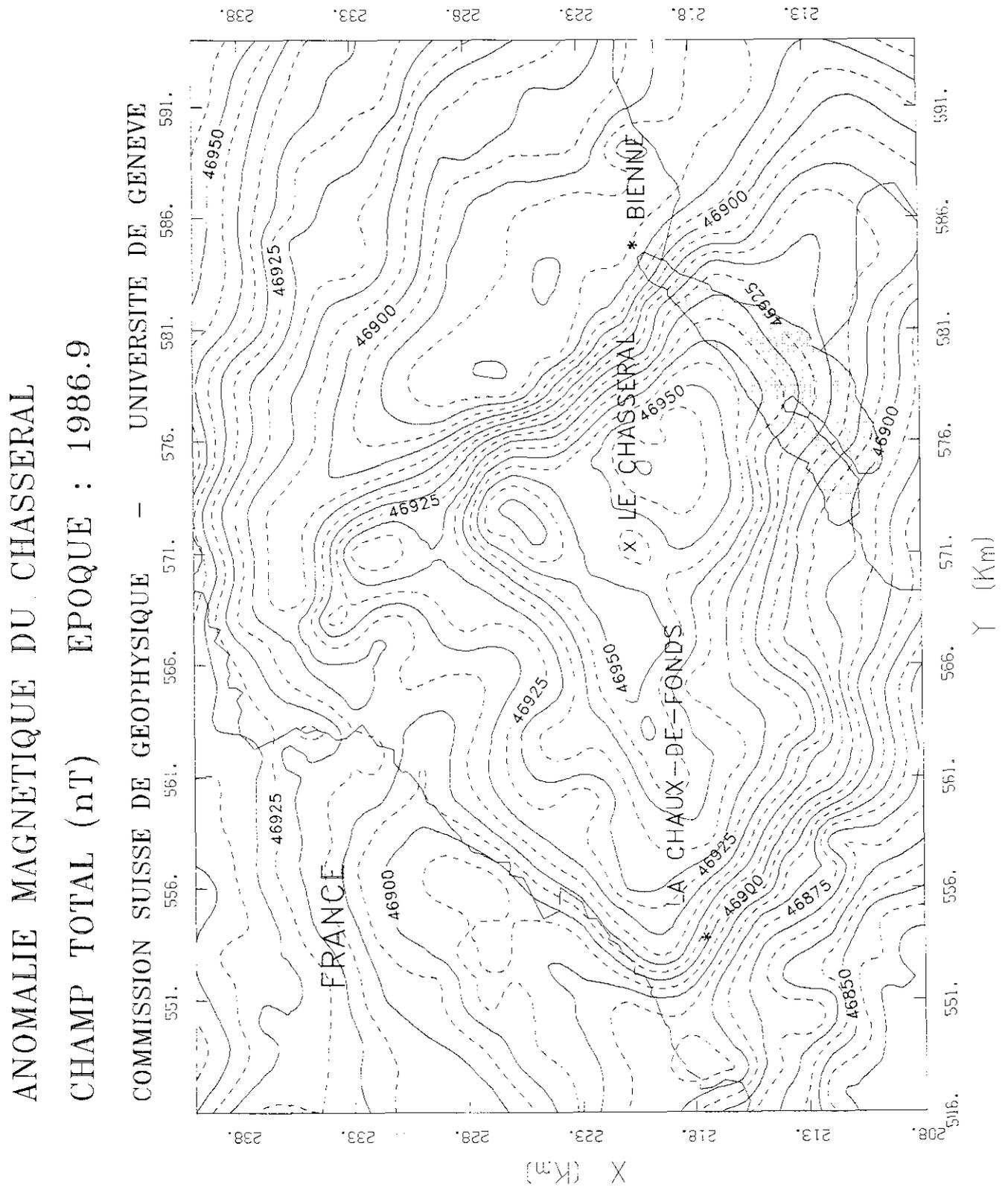
Le modèle IGRF 1985 ( International Geomagnetic Reference Field ) a été utilisé pour mettre en évidence le champ anomalique de la région du Chasseral. Pour une altitude donnée (1000 mètres), le champ de référence calculé est un plan incliné ayant un gradient nord-sud de 2,7 nT / Km et un gradient est-ouest de 0,6 nT / Km (croissant vers l'est). Pour chaque station de mesure, une valeur de champ de référence a été calculée en fonction de ses coordonnées géographiques et de son altitude. Cette valeur a ensuite été soustraite de la valeur du champ total mesurée en ce point afin de déterminer l'anomalie "résiduelle" (fig. 5).

L'anomalie magnétique du Chasseral est caractérisée par une amplitude totale d'une centaine de nanoteslas. Son gradient magnétique maximum est orienté SW-NE.

---

<sup>1</sup>Trade mark: EG&G Geometrics, Sunnyvale, CA 94086, USA.

Fig. 4 : Intensité du champ magnétique total, en nanoteslas, à l'époque 1986.9 .



ANOMALIE MAGNETIQUE DU CHASSERAL  
CHAMP RESIDUEL (nT) EPOQUE : 1986.9

COMMISSION SUISSE DE GEOPHYSIQUE - UNIVERSITE DE GENEVE

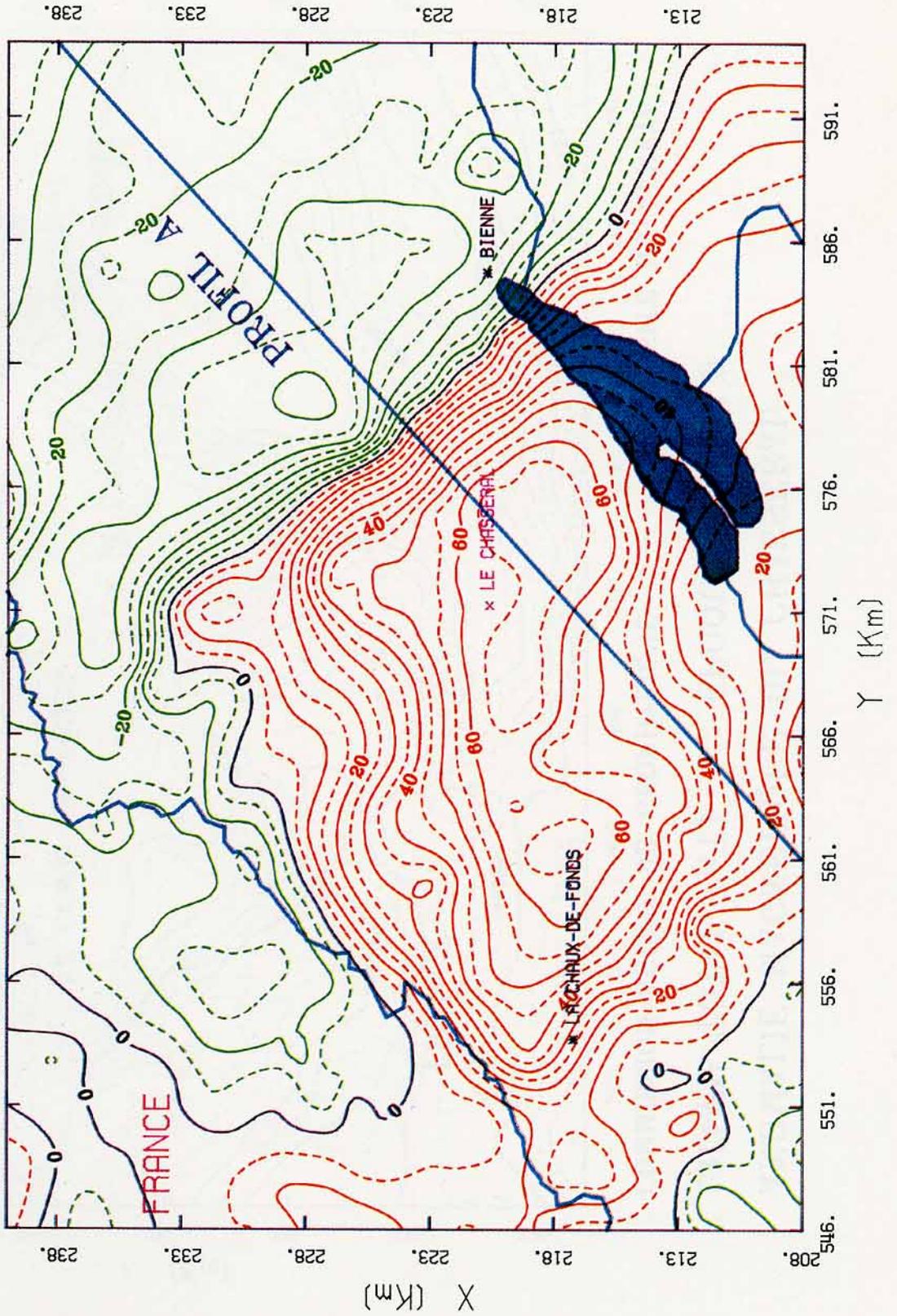


Fig. 5 : Intensité du champ magnétique résiduel à l'époque 1986.9, obtenu par soustraction de l'effet régional (calculé à l'aide du modèle IGRF 1985) au champ total.

## **4 Gravimétrie**

Parallèlement au levé magnétique, des campagnes de mesures gravimétriques ont été menées dans toute la partie du Jura Suisse entre Genève et Bâle, afin de compléter l'atlas gravimétrique suisse. Il était donc intéressant d'utiliser ces données complémentaires dans le cadre de cette étude afin d'apporter une nouvelle contrainte à la modélisation de l'anomalie magnétique.

### **4.1 Mesures gravimétriques**

Toute la partie située sur le Plateau Suisse a été levée au cours d'études antérieures (Olivier et al., 1983).

Les mesures ont été réalisées à l'aide de gravimètres Lacoste - Romberg, en procédant par cycles journaliers de mesures, à partir de bases gravimétriques. Les stations de mesures ont été placées à proximité de points de triangulation ou de points de nivellement (fédéraux ou cantonaux) afin de connaître avec précision l'altitude du gravimètre. Dans le cas où aucun point d'altitude connue était facilement accessible, des points photogramétriques, dont l'altitude est beaucoup moins précise (au mètre près), ont été utilisés.

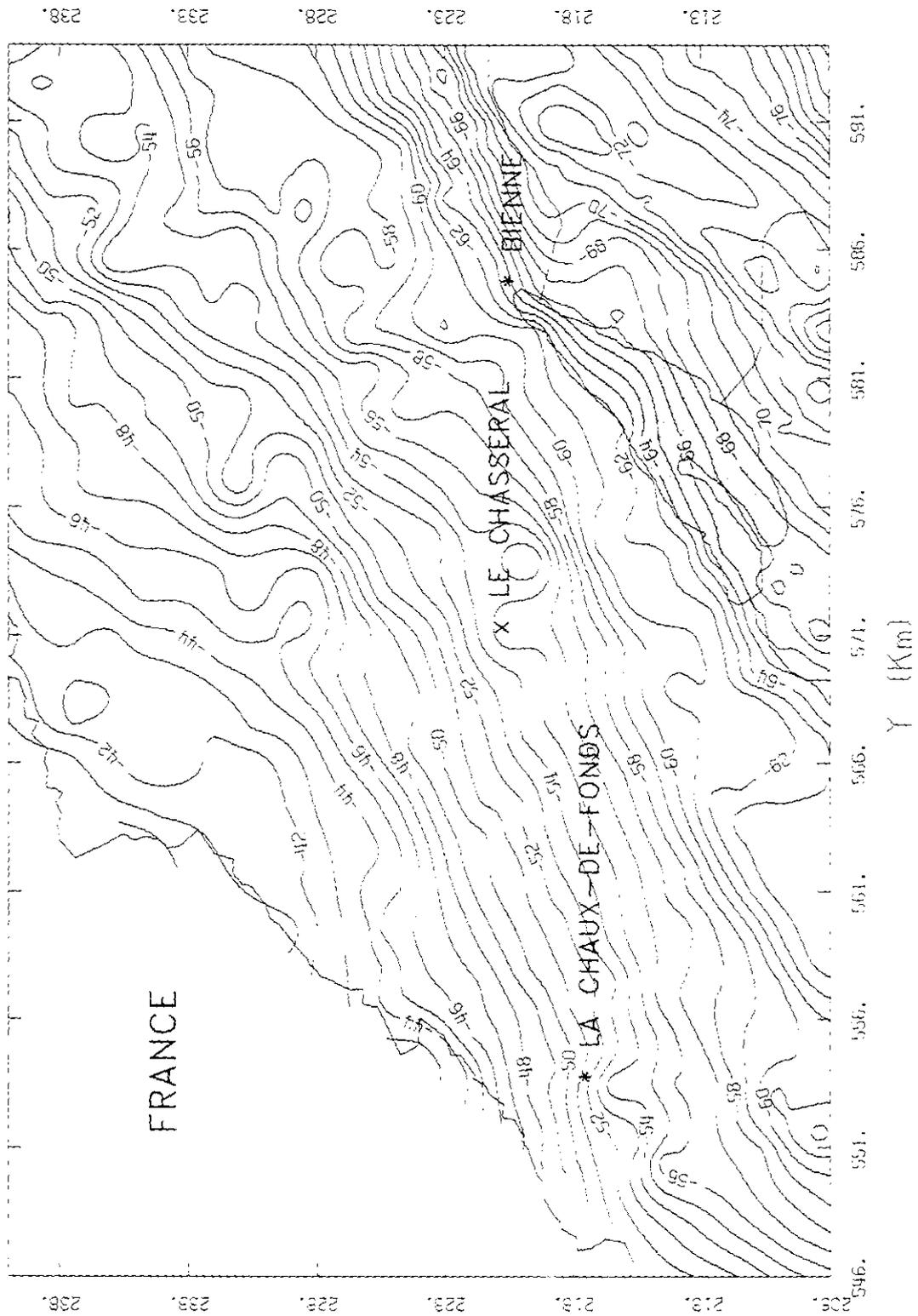
### **4.2 Traitement des données**

L'anomalie de Bouguer (fig. 6) a été obtenue de manière standard à l'aide du programme SYSGRAVI de l'Institut de Géophysique de Lausanne (Olivier, 1983). Mentionnons que l'effet topographique a été calculé en définissant, autour de chaque station de mesure, 4 zones concentriques divisées en secteurs. L'altitude moyenne de chaque secteur est estimée sur le terrain pour la zone la plus proche ( jusqu'à 20 mètres ), et calculée pour les autres zones (jusqu'à 167 kilomètres) en utilisant des fichiers altimétriques (MNA) du relief digitalisé de la Suisse. A partir de 14 kilomètres, une correction est introduite afin de tenir compte de la courbure terrestre.

Fig. 6 : Anomalie de Bouguer, en mgal, pour une masse volumique de 2670 kg/m<sup>3</sup>.

REGION DU CHASSERAL      MASSE VOLUMIQUE : 2670 Kg/m<sup>3</sup>  
 ANOMALIE DE BOUGUER      ( mgal )

COMMISSION SUISSE DE GEOPHYSIQUE — UNIVERSITE DE LAUSANNE



**Fig. 7 :** Tendence régionale de l'anomalie de Bouguer, en mgal, pour une masse volumique de 2670 kg/m<sup>3</sup>.

REGION DU CHASSERAL MASSE VOLUMIQUE : 2670 Kg/m<sup>3</sup>

REGIONALE ( mgal )

COMMISSION SUISSE DE GEOPHYSIQUE - UNIVERSITE DE LAUSANNE

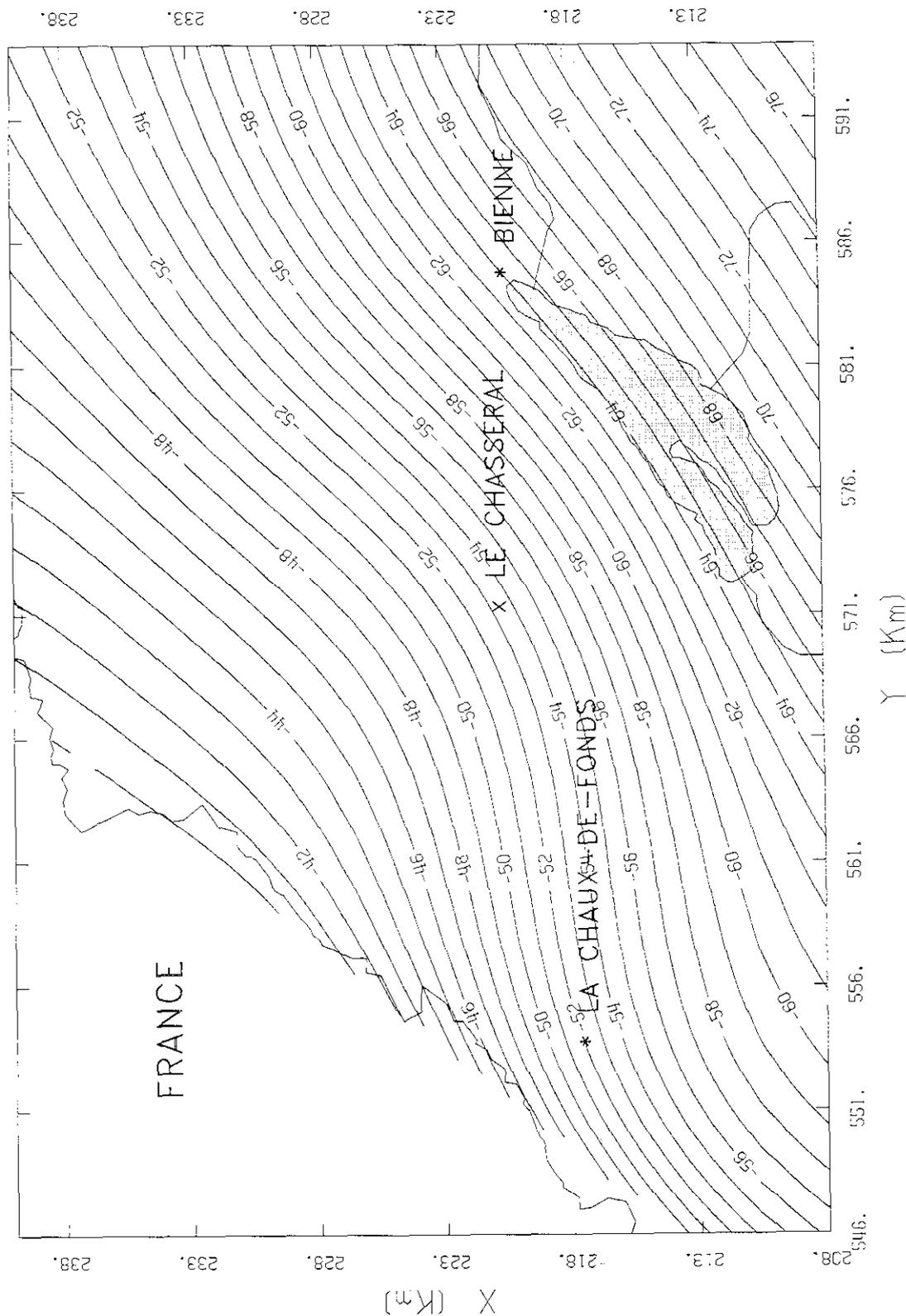
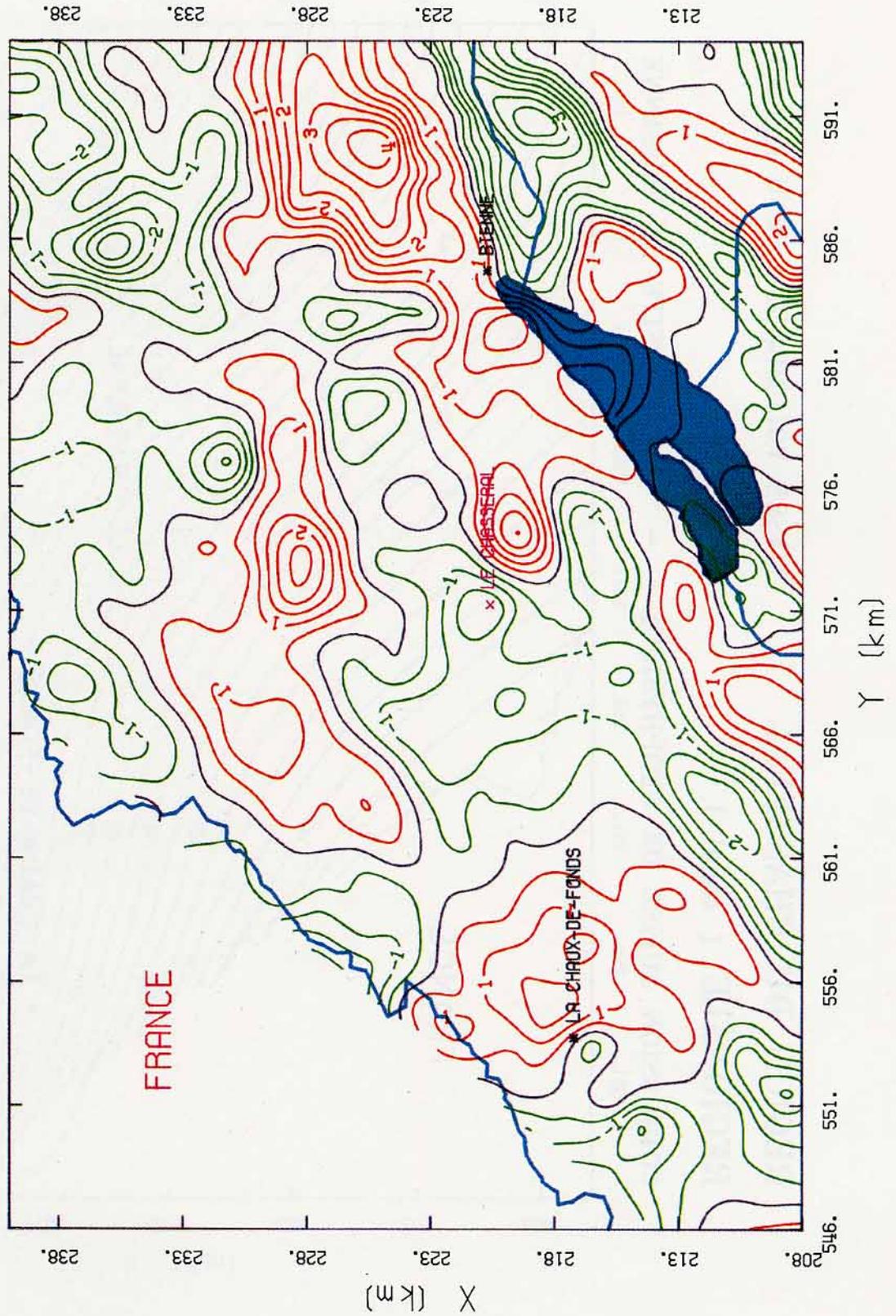


Fig. 8 : Anomalie gravimétrique résiduelle, en mgal, pour une masse volumique de  $2670 \text{ kg/m}^3$ .

REGION DU CHASSERAL  
RESIDUELLE ( mgal )  
MASSE VOLUMIQUE :  $2670 \text{ Kg/m}^3$

COMMISSION SUISSE DE GEOPHYSIQUE - UNIVERSITE DE LAUSANNE

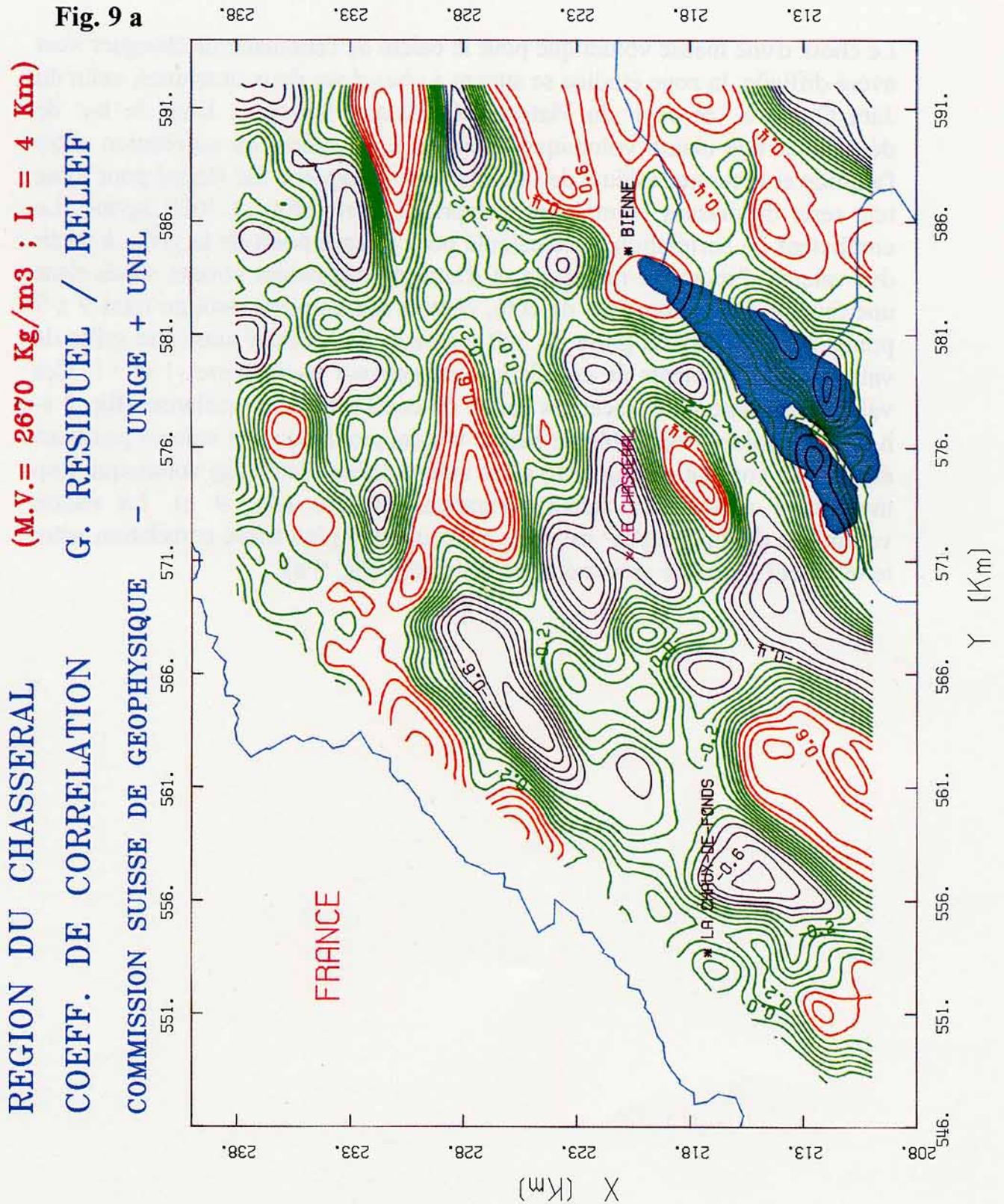
FRANCE



La tendance régionale a été déterminée à partir de données provenant d'une zone beaucoup plus étendue que notre zone d'étude. Cette tendance régionale (fig. 7), calculée à l'aide d'un ensemble de fonctions trigonométriques déterminées par l'algorithme d'Efroymsou (Efroymsou, 1960), a été soustraite à l'anomalie de Bouguer pour obtenir la carte de la résiduelle (fig. 8), et ceci pour plusieurs valeurs de masse volumique.

Le choix d'une masse volumique pour le calcul de l'anomalie de Bouguer s'est avéré difficile, la zone étudiée se situant à cheval sur deux domaines, celui du Jura Calcaire et celui du Plateau Molassique Suisse. Dans le but de déterminer une masse volumique appropriée, un calcul de corrélation entre l'altitude et le terme résiduel de l'anomalie de Bouguer a été réalisé pour toute une série de masses volumiques comprises entre 2400 et 3000 kg/m<sup>3</sup>. Le coefficient de corrélation a été calculé pour chaque point de la grille à partir des valeurs d'anomalie résiduelle et d'altitude des points voisins situés dans une fenêtre de 4 kilomètres de côté, centrée sur ce point (soit au total 9 x 9 points pour un pas de grille de 500 mètres). On obtient ainsi une grille de valeurs de coefficients de corrélation qui peuvent varier entre -1 et +1. Ces valeurs permettent de tracer les cartes de coefficient de corrélation (fig. 9 a-b-c). Une valeur trop faible de masse volumique donne des valeurs positives élevées de corrélation (fig. 9 b) alors qu'une valeur de masse volumique trop importante donne des valeurs négatives élevées (fig. 9 c). La masse volumique de 2670 kg/m<sup>3</sup> est celle qui produit la plus faible corrélation entre le relief et l'anomalie gravimétrique résiduelle (fig. 9 a).

Fig. 9 (a-b-c): Valeurs des coefficients de corrélation entre l'anomalie gravimétrique résiduelle et la topographie. Les trois cartes a,b et c correspondent à trois valeurs de masses volumiques, respectivement de 2670, 2400 et 2900 kg/m<sup>3</sup>.



REGION DU CHASSERAL  
 COEFF. DE CORRELATION

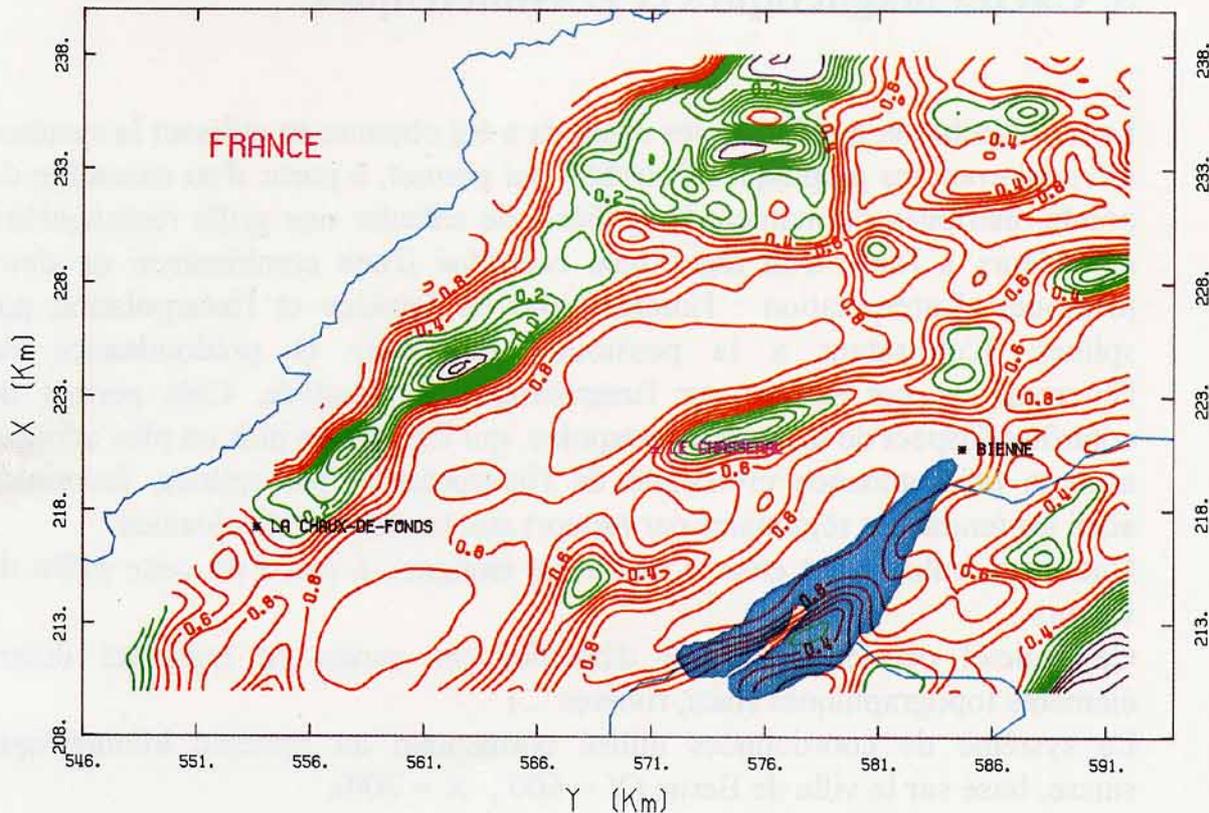
(M.V.= 2400 Kg/m<sup>3</sup> ; L = 4 Km)

G. RESIDUEL / RELIEF

COMMISSION SUISSE DE GEOPHYSIQUE - UNIGE + UNIL

551. 556. 561. 566. 571. 576. 581. 586. 591.

Fig. 9 b



REGION DU CHASSERAL  
 COEFF. DE CORRELATION

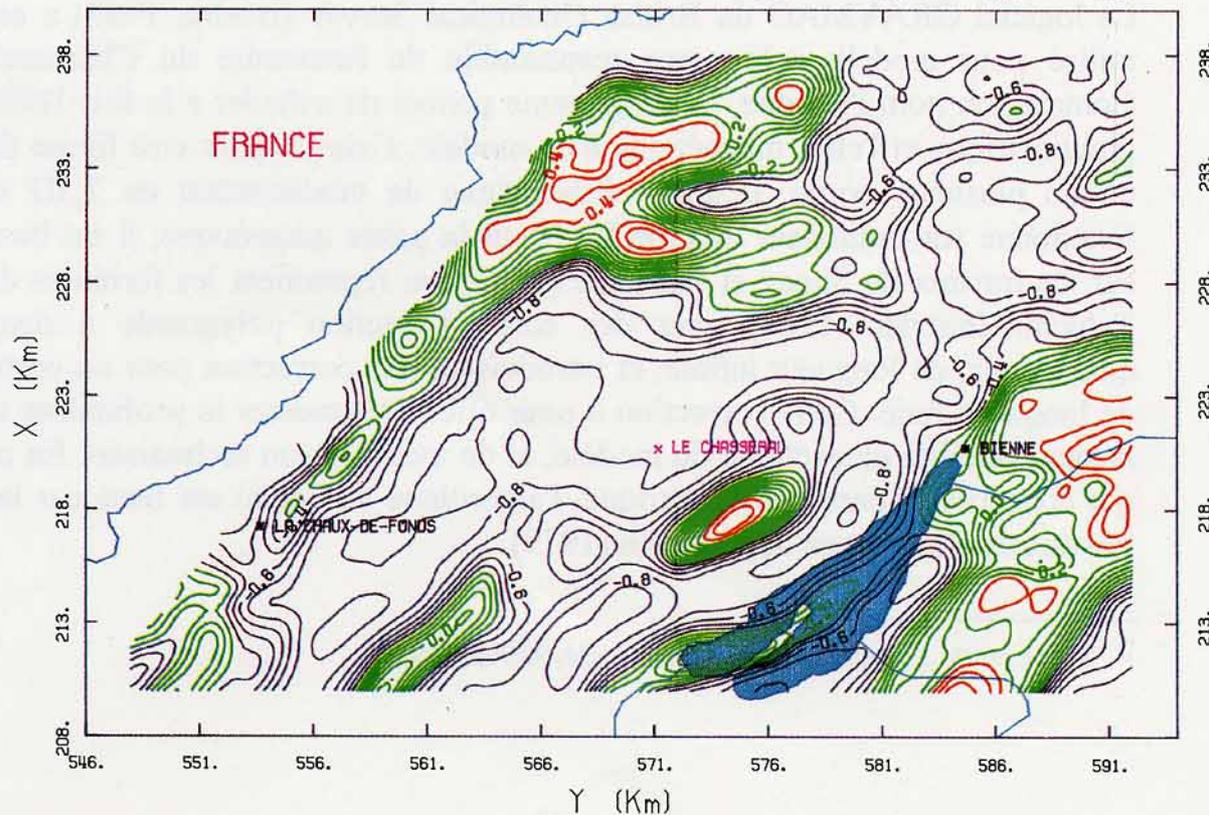
(M.V.= 2900 Kg/m<sup>3</sup> ; L = 4 Km)

G. RESIDUEL / RELIEF

COMMISSION SUISSE DE GEOPHYSIQUE - UNIGE + UNIL

551. 556. 561. 566. 571. 576. 581. 586. 591.

Fig. 9 c



## 5 Cartes magnétiques et gravimétriques

La représentation graphique des résultats a été obtenue en utilisant le système de sous-routines graphiques PLOT88<sup>2</sup> qui permet, à partir d'un ensemble de points distribués de manière irrégulière, de calculer une grille rectangulaire de valeurs à l'aide d'un algorithme constitué d'une combinaison de deux méthodes d'interpolation : l'interpolation de Laplace et l'interpolation par splines. L'utilisateur a la possibilité de doser la prédominance de l'interpolation par splines sur l'interpolation de Laplace. Cela permet de contrôler l'aspect de la surface interpolée, qui devient de plus en plus adoucie avec la prédominance croissante de l'interpolation par splines, favorisant ainsi les tendances régionales par rapport aux tendances plus locales.

Une sous-routine peut ensuite tracer les isolignes à partir de cette grille de valeurs.

Ce logiciel permet également d'habiller ces cartes en reportant divers éléments topographiques (lacs, rivières ...).

Le système de coordonnées utilisé correspond au système kilométrique suisse, basé sur la ville de Berne ( $Y = 600$ ,  $X = 200$ ).

## 6 Modélisation

Le logiciel GRAVMAG du British Geological Survey (Busby, 1987) a été utilisé pour modéliser le corps responsable de l'anomalie du Chasseral. Comme son nom l'indique, ce programme permet de calculer à la fois l'effet gravimétrique et l'effet magnétique d'un modèle. Celui-ci peut être formé de un ou plusieurs corps. Il utilise l'algorithme de modélisation en 2,5D et fonctionne sur ordinateur de type PC. Pour la partie magnétique, il est basé sur les travaux de Shuey et Pasquale (1973) qui reprennent les formules de Talwani-Heirtzler (1964) pour des corps à section polygonale à deux dimensions, de longueur infinie, et introduisent une correction pour un corps de longueur finie. Cette correction a pour effet d'augmenter la profondeur et la susceptibilité magnétique du modèle, et de modifier son inclinaison. En ce qui concerne la partie gravimétrique, l'algorithme de calcul est basé sur les travaux de Rasmussen et Pederson (1979).

---

<sup>2</sup> Trade mark: Plotworks Inc., Ramona, CA 92065, USA

Les champs anomaliques magnétique et gravimétrique sont calculés le long d'un profil passant au-dessus du corps à section polygonale constante, à mi-chemin entre ses deux extrémités déterminées par la demi-largeur du corps. En plus des caractéristiques physiques et géométriques du corps perturbateur et de sa profondeur, le programme tient compte, pour le magnétisme, de la latitude de la zone d'étude, des valeurs régionales de l'intensité, de la déclinaison et de l'inclinaison du champ magnétique terrestre, et bien entendu de l'orientation du profil choisi par rapport au nord. Parmi les caractéristiques physiques, il est possible de donner en plus de la masse volumique et de la susceptibilité magnétique, la direction et l'intensité d'une éventuelle aimantation rémanente.

Le profil retenu pour un premier essai de modélisation est un profil SW-NE, avec une orientation de 48 degrés est par rapport au nord, qui passe par les extrema de l'anomalie selon la direction de gradient magnétique maximum (fig. 5). Une telle orientation constitue une particularité de cette anomalie, qui peut être liée à la géométrie du corps perturbateur mais aussi à l'éventuelle contribution d'une composante d'aimantation rémanente s'ajoutant à l'aimantation induite. Ne disposant pas d'information concernant les propriétés magnétiques du soubassement de cette région, seule l'aimantation induite a été considérée. On peut cependant mentionner que des mesures faites sur des roches fortement magnétiques du nord du Massif Central (diorites, gabbros-diorites, migmatites ...) ont montré que leurs facteurs de Koenigsberger (rapport de l'aimantation rémanente sur l'aimantation induite) étaient inférieurs à 1, la valeur minimale étant de 0,06 (Edel, 1985). Ceci est en faveur de l'hypothèse de la prédominance de l'aimantation induite.

Dans le cas de cette étude, la modélisation est rendue difficile par le manque de paramètres contraignants permettant de limiter le nombre de modèles possibles. Parmi ces paramètres on peut citer les propriétés physiques du corps perturbateur, sa profondeur, et le style tectonique régional. Il est évident que la présence dans cette région d'un sondage profond faciliterait grandement la tâche en diminuant le nombre d'inconnues.

Une estimation de la profondeur du corps a été faite, à partir du profil magnétique de l'anomalie, en utilisant une méthode graphique (Peters, 1949). Le résultat obtenu, qui doit être pris comme un ordre de grandeur, est de -2700 mètres (sous le niveau de la mer). Cette profondeur est légèrement supérieure à celle du toit du soubassement magnétique obtenue dans la région du Chasseral par Klingelé et Mueller (1987) à l'aide de la méthode des

spectres de puissance (Treitel et al., 1971; Klingelé et Mueller, 1987). Par contre, elle est largement supérieure à la profondeur du socle prédite par les observations géologiques, qui est de l'ordre de -1000 mètres, selon l'hypothèse d'une couverture sédimentaire simple et pour cette même région du Chasseral (Burkhard, 1990). Une telle divergence pourrait s'expliquer par le redoublement de la couverture mésozoïque ou par la présence de sédiments permo-carbonifères (Burkhard, 1990). Une autre possibilité serait que la détermination de la profondeur de l'interface entre le soubassement magnétique et la couverture sédimentaire est faussée par la présence du corps magnétique du Chasseral, comme c'est le cas par exemple pour la région de Lausanne avec le corps fortement magnétique du Jorat (Klingelé et Mueller, 1987).

Par ailleurs, on peut mentionner que plus au SE, le forage pétrolier de Hermrigen, situé sur le plateau molassique près de la ville de Bienne et d'une profondeur de -1600 mètres, n'a pas atteint le socle mais des formations d'âge triasique (Chenevart et Riesen, 1985).

En ce qui concerne les caractéristiques physiques des roches du soubassement, il est nécessaire de se rapporter aux données provenant d'affleurements et de sondages dans les régions limitrophes.

## 7 Propriétés physiques du socle

Les propriétés physiques d'échantillons de socle issus de régions voisines de notre zone d'étude sont rassemblées dans un tableau récapitulatif (Tableau 1). Les principales régions concernées sont le Jura du nord-est de la Suisse, avec les données des sondages profonds de la Cédra, les affleurements du Morvan, du nord du Massif Central, des Vosges et du Schwarzwald, ainsi que les sondages du Fossé rhénan .

En plus de ces données éparses on peut signaler la classification des roches, faite à partir d'échantillons provenant des Vosges, du massif de la Forêt Noire et du nord du Massif Central, en fonction de leurs caractéristiques physiques, et proposée par Edel (1982). Selon leur masse volumique, ces roches peuvent se répartir en trois catégories:

- les roches "légères", avec une masse volumique comprise entre 2550 et 2650  $\text{kg/m}^3$ , composées principalement de granites, parfois de volcanites acides.
- les roches "intermédiaires", entre 2600 et 2750  $\text{kg/m}^3$ , avec notamment des gneiss, granodiorites et des échantillons des formations volcano-sédimentaires dévono-dinantiennes.
- les roches "lourdes", de masse volumique variant entre 2700 et 3000  $\text{kg/m}^3$ , qui comprennent des schistes métamorphiques du Précambrien au Dévonien, des plutonites basiques (diorites, gabbros) et des volcanites basiques (spilites, diabases).

De même, les propriétés magnétiques peuvent conduire à une répartition en trois familles:

- les roches à aimantation "négligeable", avec des granites acides et des roches sédimentaires.
- les roches à aimantation "moyenne", constituées de plutonites (granites à biotite et hornblende, granodiorites), des volcanites acides, des volcanites basiques chloritisées et des roches métamorphiques telles que des migmatites, amphibolites et des orthogneiss.

- les roches à aimantation "forte", comprenant des volcanites basiques (spilites, diabases, labradorites), des plutonites intermédiaires à basiques (granodiorites, diorites, gabbros) et des schistes métamorphiques (cornéennes).

**Tableau 1** : Propriétés physiques de quelques échantillons des massifs anciens et du socle.

Type de roche	Localisation	Masse vol. [kg/m <sup>3</sup> ]	Susceptibilité [ * 10 <sup>-6</sup> SI ]	Référence
Granite	Forage Böttstein		117	Klingelé et al., 1984.
Gneiss	Jura - NE Suisse Forage Weiach NE Suisse		303	
Cristallin	Socle Jura NE Suisse	2650		Klingelé et Schwendener, 1984.
Gneiss	Morvan	2650-2660	126-276	Weber, 1973.
Anatexite		2620-2670	138-264	
Granite		2560-2680	29-264	
Leucogranite		2600	56-117	
Rhyolite		2530	56	
Schiste micacé		2660	465	
Microgranite		2540	79	
Gabbro-diorite, diorite, migmatite	Nord Massif Central		> 12500	Edel, 1985.
Granodiorite	Sondage Ober- modern. Fossé rhénan		17580	Edel et al., 1982.
Granodiorite	Jägerthal Fossé rhénan		628-25120	

## 8 Résultats

La carte de l'anomalie magnétique résiduelle (fig. 5) fait apparaître une anomalie bien délimitée, avec une partie positive de 65 nT et une partie négative de -40 nT, soit une amplitude totale de l'ordre d'une centaine de nanoteslas. En première analyse cette anomalie suggère une structure de large dimension et à grande profondeur. La carte des anomalies gravimétriques résiduelles (fig. 8) fait apparaître des anomalies manifestement en rapport avec des structures proches de la surface du sol qui ne peuvent être mises en corrélation avec l'anomalie magnétique résiduelle. Par contre, si nous observons la carte de l'anomalie régionale gravifique (fig. 7), obtenue par analyse de Fourier sur une région plus étendue, nous notons une tendance générale SW-NE, avec au nord-ouest du Lac de Bièvre une déflexion des isolignes, à large rayon de courbure avec une convexité tournée vers le SE. En traçant manuellement une seconde surface de tendance encore plus tendue (fig. 10) et en la soustrayant de la première nous obtenons la carte résiduelle dite "profonde" (fig. 11); il apparaît alors une importante anomalie gravifique de 5 mgal d'amplitude, d'orientation SW-NE.

Dans un premier temps, la modélisation a été faite en tenant compte uniquement des données magnétiques le long du profil A (fig. 5). Un modèle de type "faille" a été essayé mais n'a pas donné de résultat satisfaisant. On constate que le type de corps qui semble être le mieux adapté est un prisme plus ou moins incliné en direction du SW. Sa susceptibilité peut varier en fonction de son épaisseur, sa profondeur et son inclinaison. Le modèle retenu est représenté sur la figure 12. Ses caractéristiques physiques sont indiquées sur le tableau 2.

Dans un deuxième temps, les données de la résiduelle gravimétrique "profonde" ont été intégrées afin de fournir une nouvelle contrainte à la modélisation. Celle-ci a été réalisée le long du profil B (fig. 14), parallèle au profil A et passant par le maximum de l'anomalie gravimétrique. En optant pour l'hypothèse selon laquelle les anomalies magnétique et gravimétrique sont liées à une même source, la modélisation d'un corps perturbateur a été réalisée en choisissant de donner une certaine priorité au profil magnétique, l'anomalie gravimétrique étant moins bien définie. Le modèle qui semble donner les meilleurs résultats est constitué d'un corps formé de deux parties, SW et NE, la partie NE étant caractérisée par une demi-largeur et une masse

Fig. 10 : Régionale gravimétrique profonde (en mgal), pour une masse volumique de  $2670 \text{ kg/m}^3$ .

REGION DU CHASSERAL MASSE VOLUMIQUE :  $2670 \text{ Kg/m}^3$

REGIONALE PROFONDE ( mgal )

COMMISSION SUISSE DE GEOPHYSIQUE - UNIVERSITE DE LAUSANNE

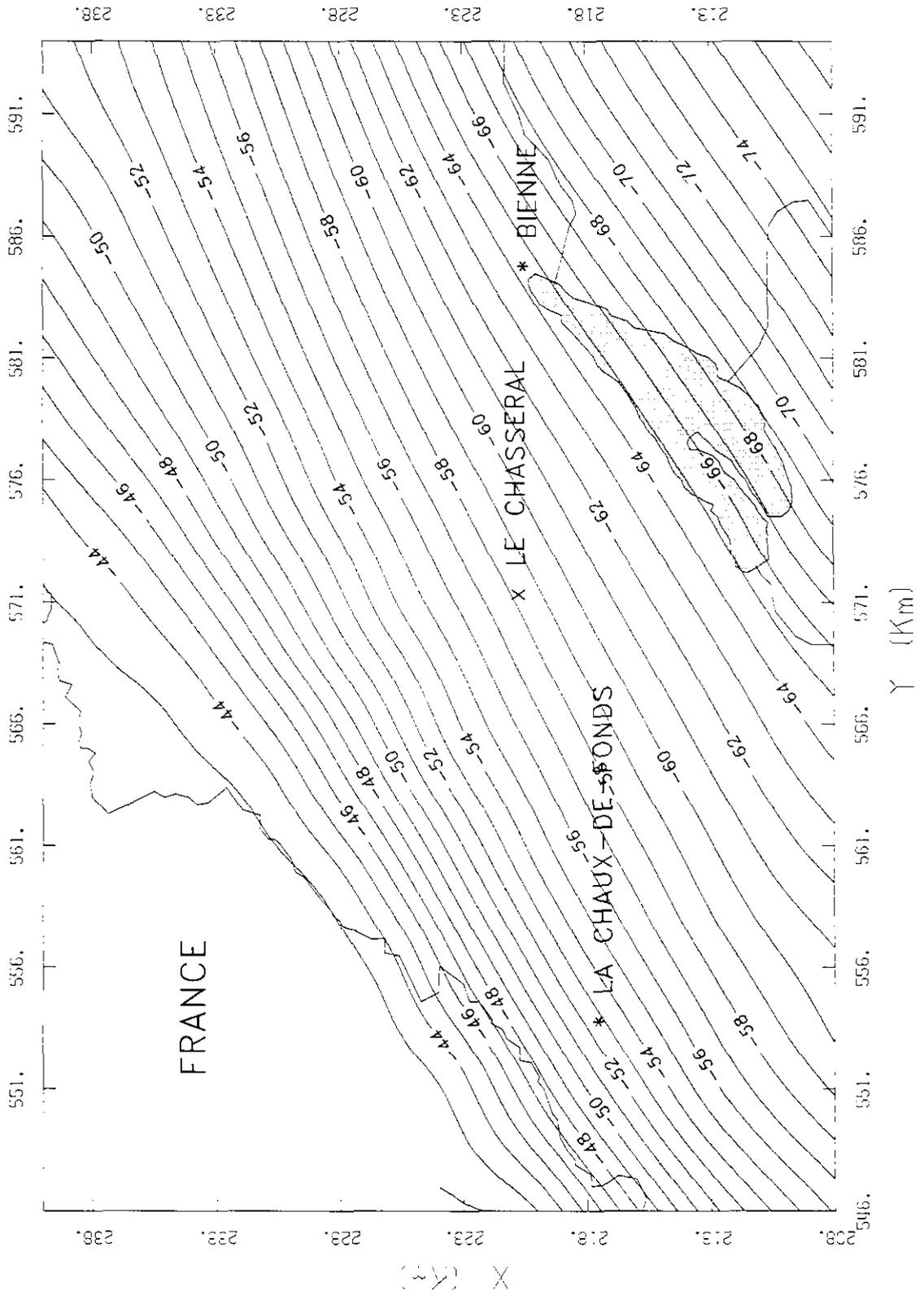
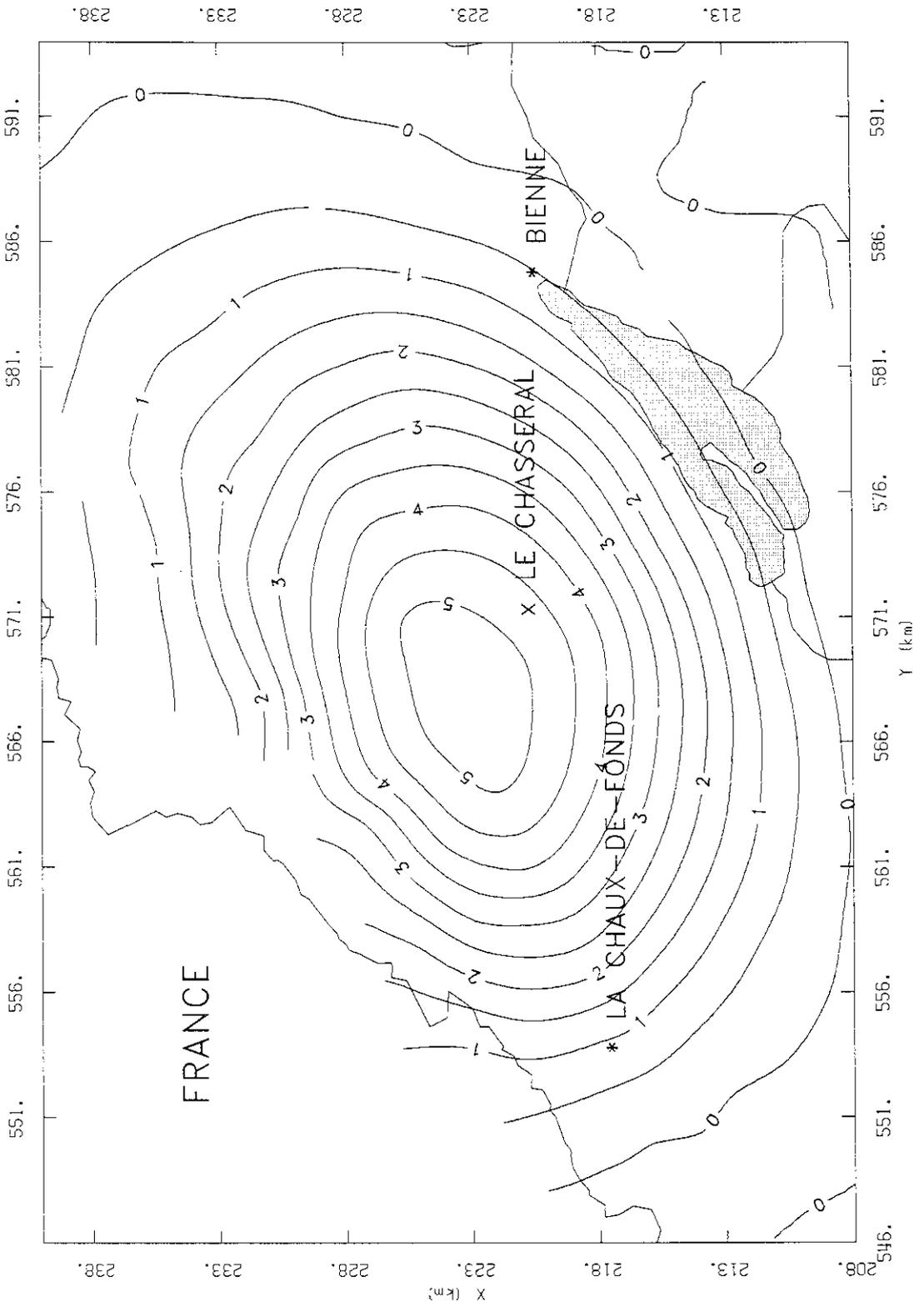


Fig. 11 : Résiduelle gravimétrique profonde (en mgal), pour une masse volumique de  $2670 \text{ kg/m}^3$ .

REGION DU CHASSERAL  
 RESIDUELLE PROFONDE ( mgal )  
 MASSE VOLUMIQUE :  $2670 \text{ Kg/m}^3$

COMMISSION SUISSE DE GEOPHYSIQUE - UNIVERSITE DE LAUSANNE

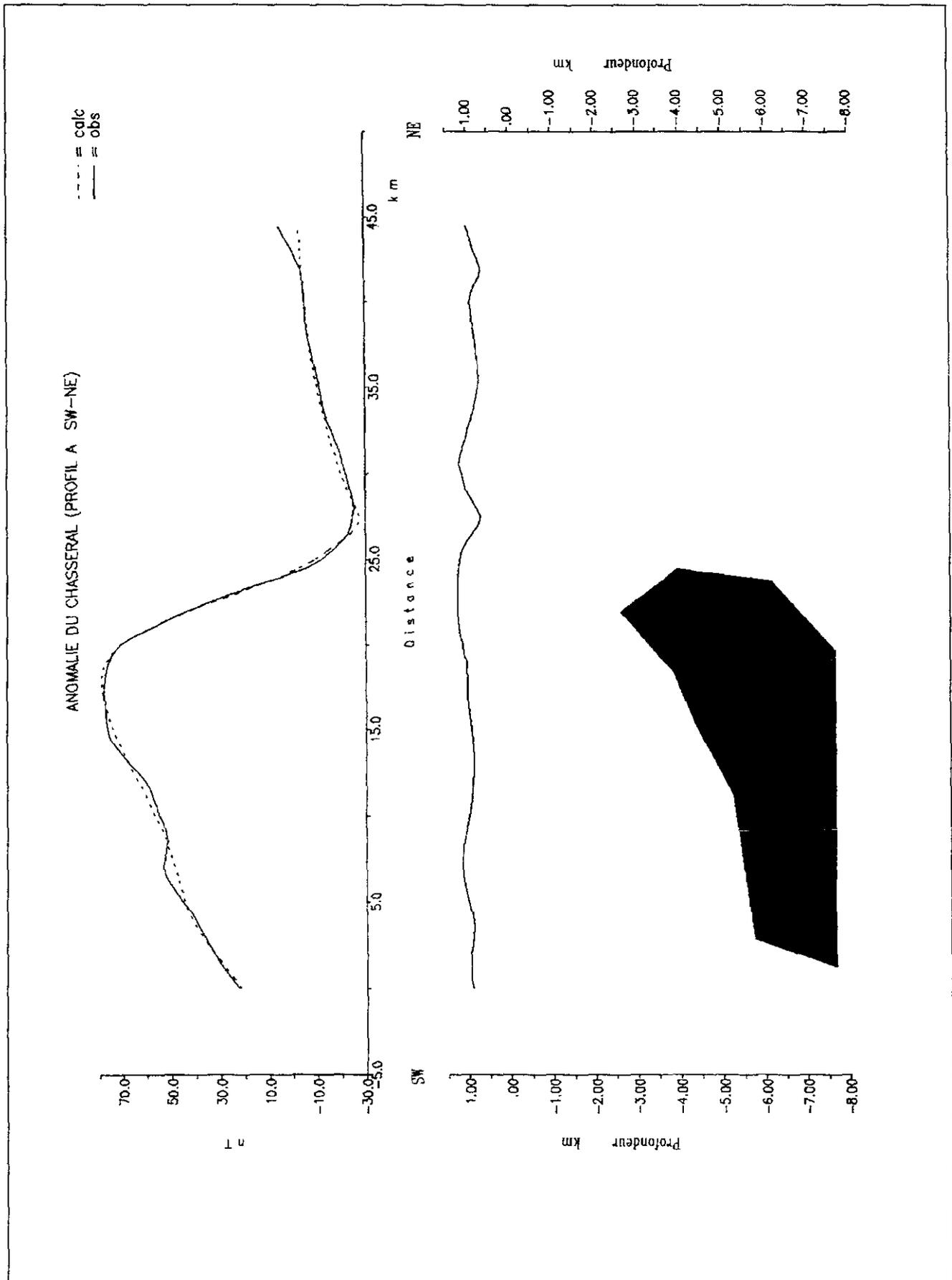


volumique plus importantes (fig. 14). La section du modèle obtenu apparaît sur la fig 13; les caractéristiques physiques sont données dans le tableau 2. L'extension totale SW-NE du corps est de 21 km. La partie NE, formant la majeure partie du corps perturbateur, possède une demi-largeur de 8 km, et une masse volumique de  $2745 \text{ kg/m}^3$  ce qui représente un contraste de  $75 \text{ kg/m}^3$  par rapport à celle de l'encaissant. Sa susceptibilité magnétique est de  $0,0195 \text{ SI}$ . La partie SW du modèle, plus réduite, pourrait être individualisée de la partie NE par une faille orientée NNW-SSE.

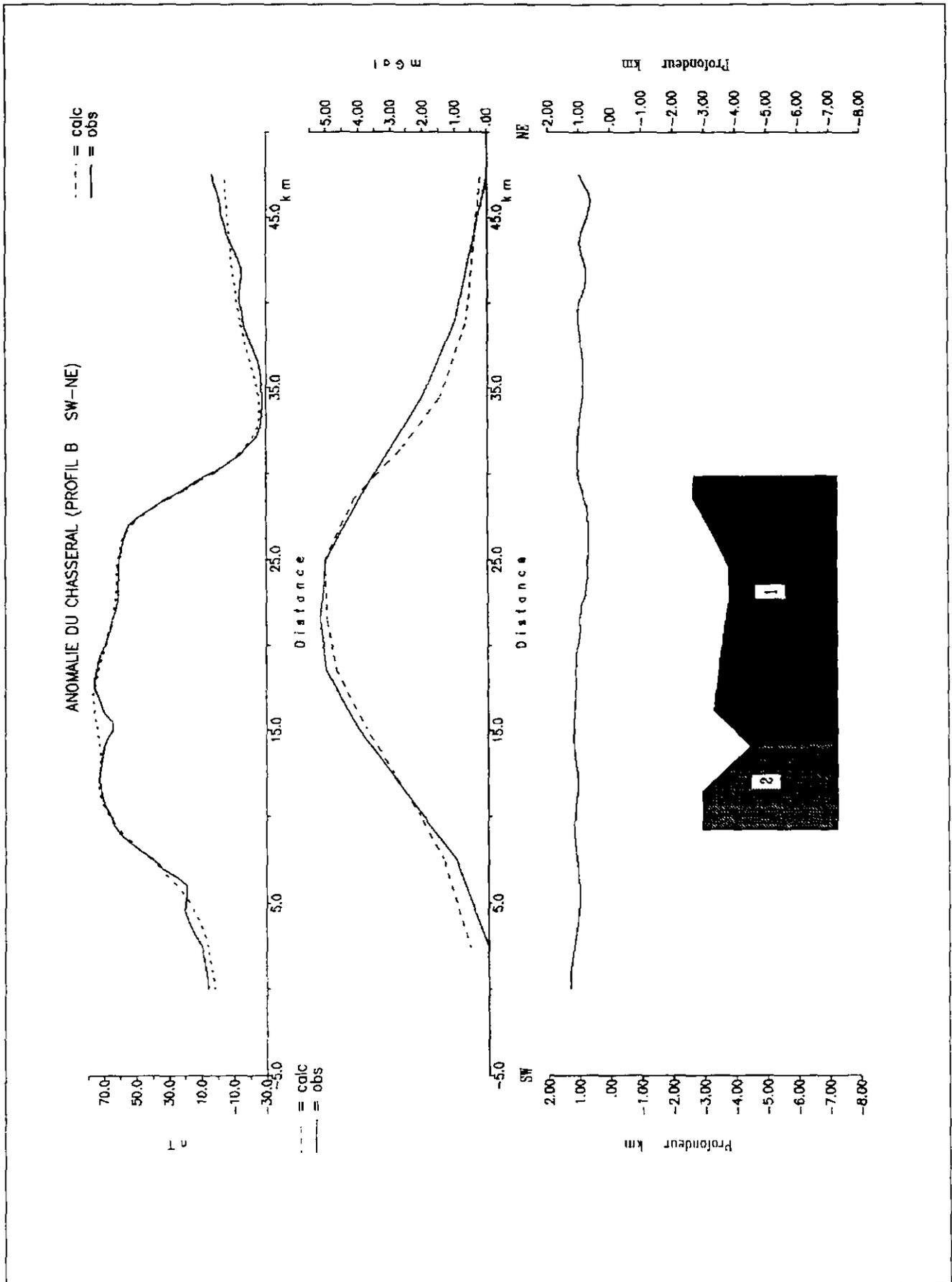
**Tableau 2** : Caractéristiques physiques des modèles.

Paramètres	Modèle 1 Magnétisme (Fig.12)	Modèle 2 Magnétisme + Gravimétrie (Fig.13) Partie SW / Partie NE
Susceptibilité mag. de l'encaissant	0	0
Susceptibilité mag. du corps perturbateur	0,023 SI	0,0175 SI / 0,0195 SI
Masse volumique de l'encaissant	-	$2670 \text{ kg/m}^3$
Masse volumique du corps perturbateur	-	$2700 / 2745 \text{ kg/m}^3$
Demi-largeur du corps	7 km	5 / 8 km
Profondeur minimum du corps	2,6 km	2,6 km
Extension SW-NE du corps	23 km	21 km

Fig. 12 : Modèle 1 : modélisation magnétique selon un profil A (SW-NE). Les caractéristiques physiques du modèle sont décrites dans le tableau 2.



**Fig. 13** : Modèle 2 : modélisation magnétique et gravimétrique selon un profil B (SW-NE) . Les caractéristiques physiques du modèle sont décrites dans le tableau 2.



## 9 Interprétation

Au vu de ces résultats, on peut expliquer l'anomalie du Chasseral par la présence, à l'intérieur même du socle, d'une structure magnétique et dense qui va en s'approfondissant en direction du SW, puis qui se prolonge en une partie moins large, moins profonde et moins dense (fig. 13 et 14). Son orientation, qui dépend dans une certaine mesure du rapport entre son extension le long du profil et sa largeur, définie dans le programme de modélisation par le paramètre de "demi-largeur", est SW-NE. L'aspect de la résiduelle gravimétrique profonde (fig. 11) est en faveur de cette orientation. On note toutefois une extension de l'anomalie magnétique en direction du SE. Ce corps présente une certaine similitude avec les structures magnétiques et denses mentionnées précédemment (fig. 2), de direction WSW-ENE, situées dans le socle anté-triasique de la région de Besançon, en France, et composées de roches basiques magmatiques ou métamorphiques. De plus, il se situe dans leur prolongement vers l'est. On peut donc suggérer que le corps responsable de l'anomalie du Chasseral est une structure analogue, composée de roches plus ou moins basiques, qui peuvent être du type granodiorite, diorite, gabbro, ou encore d'équivalents métamorphiques de type schiste, micaschiste, ou de migmatite, orientée suivant une direction varisque.

## 10 Conclusion

Le traitement des données géophysiques obtenues suite à des levés au sol détaillés dans la région du Chasseral, laisse apparaître une anomalie magnétique importante, d'une centaine de nanoteslas d'amplitude, et une anomalie gravimétrique crustale profonde, d'une amplitude d'environ 5 mgal. En supposant que ces deux anomalies soient provoquées par un même corps perturbateur, un essai de modélisation en deux dimensions et demi nous permet de suggérer la présence d'une structure située au niveau du socle anté-triasique, formée de roches à susceptibilité magnétique élevée et à masse volumique moyenne à forte, et orientée SW-NE à WSW-ENE. Il s'agit vraisemblablement d'une structure varisque, composée de roches basiques magmatiques ou du type schistes cristallins, semblable et dans le prolongement de structures observées en France voisine, dans la région de Franche-Comté.

ANOMALIE MAGNETIQUE DU CHASSERAL

CHAMP RESIDUEL (nT) EPOQUE : 1986.9

COMMISSION SUISSE DE GEOPHYSIQUE - UNIVERSITE DE GENEVE

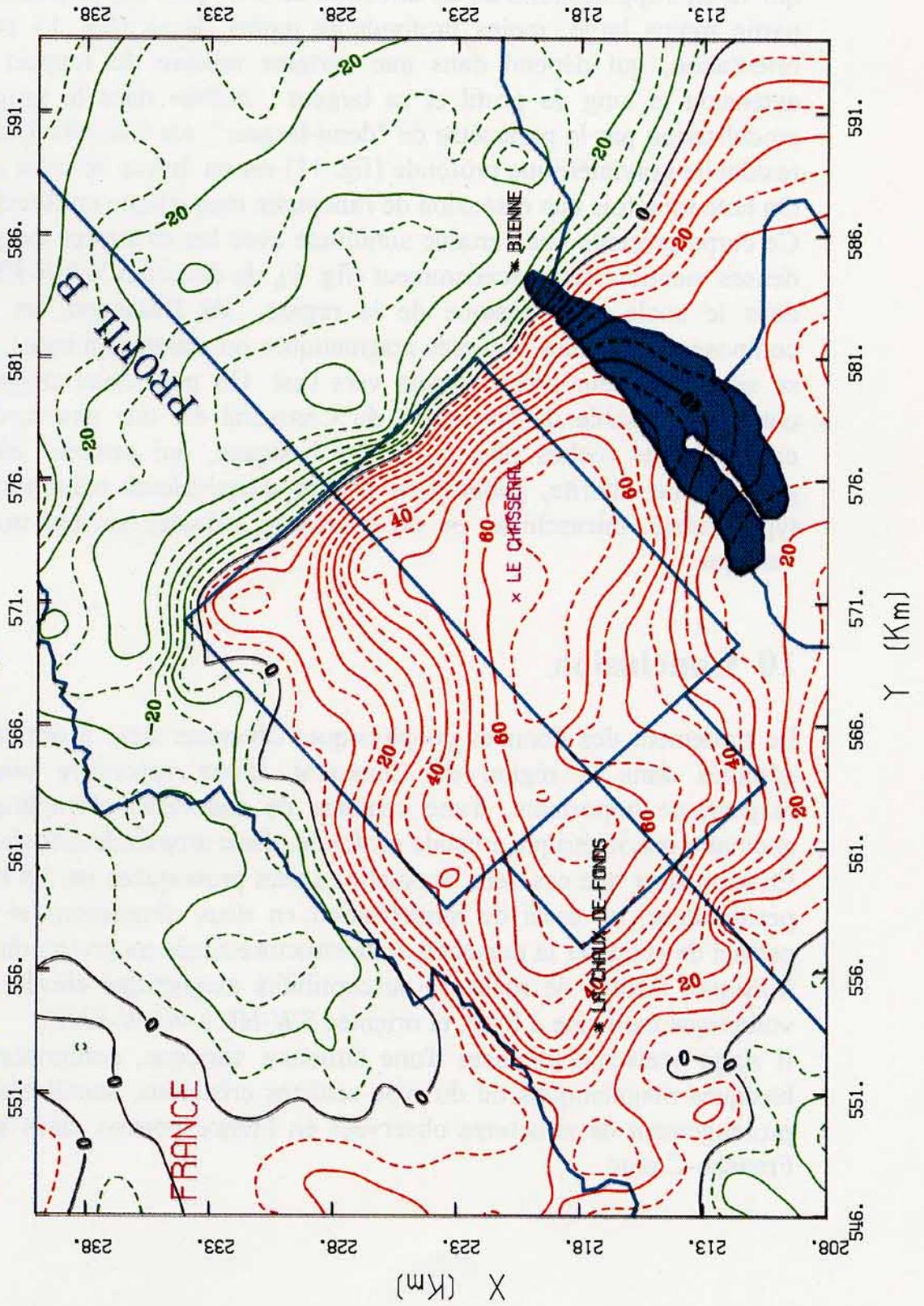


Fig. 14 : Carte de l'intensité du champ magnétique résiduel pour l'époque 1986.9, avec le tracé du profil B et les contours du modèle No 2.

## Bibliographie

Burkhard M. (1990): Aspects of the large-scale Miocene deformation in the most external part of the Swiss Alps (Subalpine Molasse to Jura fold belt). - *Eclogae geol. Helv.*, 83, 3, p. 559-583.

Busby J.P. (1987): An interactive fortran 77 program using GKS graphics for 2.5 D modeling of gravity and magnetic data. - *Computers & Geosciences*, 13, 6, p. 639-644.

Chauve P., Enay R., Fluck P., Sittler C. (1980): France - Vosges, Fossé Rhénan, Bresse, Jura. in : *Géologie des pays européens - France, Belgique, Luxembourg* - Ed. Dunod, Paris, p. 353-430.

Chenevart C.J. and Riesen A.R. (1985): Possible significance of Eurafrikan wrench-fault zones: differential drift and driving mechanism, *Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u.-Ing.*, 51,121, p. 23-58.

Debeglia N. et Gable R. (1984) Socle. Ecorché anté-triasique (planche G3). in: *Synthèse géologique du Sud-Est de la France. Atlas*. - *Mémoire du BRGM*, 126.

Edel J.B. (1978): Contribution du magnétisme et de la gravimétrie à la connaissance du socle varisque dans l'est de la France et le sud de l'Allemagne. - *Sci. Géol. Bull.*, 31, 2, p. 45-55.

Edel J.B. (1982): Le socle varisque de l'Europe Moyenne. Apports du magnétisme et de la gravimétrie. - *Sci. Géol.,Bull.*, 35,4,p. 207-224.

Edel J.B., Campos-Enriquez O., Goupillot M., Kiro K.N. (1982): Levé magnétique au sol du Fossé rhénan supérieur. Interprétation géologique. - *Bull. du BRGM*, (2), I,3, p. 179-192.

Edel J.B. (1985): Magnétisme et paleomagnétisme des roches du socle au sud de l'anomalie magnétique du Bassin de Paris. - *GPF 2, Document du BRGM*, 95-2, p. 17-28.

Edel J.B. et Weber K. (1993): The Cadomian terrane and the Variscan tectonomagmatic features of the Western Europe Hercynides derived from gravimetric and magnetic data. - Abstract in *Annales Geophysicae*, Suppl. 1, 11, C 69.

Efroymson M.A. (1960): Multiple regression analysis. Mathematical method for digital computer. - Part V (17), Ed. A. Ratson and H.S. Wilf Wiley.

Fischer G. et Schnegg P.A. (1979): Carte de l'intensité totale du champ magnétique en Suisse. - Comm. Suisse de Géophysique, Office Fédéral de Topographie, Wabern.

Fischer G. et Le Quang B. (1980): A model of the Jorat magnetic anomaly based on the three field components. - *Eclogae geol. Helv.*, 73, 2, p. 663-679.

Klingelé E. (1983): Carte aéromagnétique de la Suisse. Champ total 1/500000. - Comm. Suisse de Géophysique, Office Fédéral de Topographie, Wabern.

Klingelé E. (1983): Carte aéromagnétique du Plateau et du Jura Suisse. Champ total 1/500000. - Comm. Suisse de Géophysique, Office Fédéral de topographie, Wabern.

Klingelé E., Schwendener H., Heim C. (1984): Aeromagnetische und bodenmagnetische Messungen 81. - Geophysikalisches Untersuchungsprogramm Nordschweiz, Technischer Bericht 84-14, Nagra, 65 p.

Klingelé E., Schwendener H. (1984): Gravimetrische Messungen 81/82. - Geophysikalisches Untersuchungs - Programm Nordschweiz, Technischer Bericht 84-22, Nagra., 60 p.

Klingelé E. et Mueller S. (1987): La cartographie du soubassement magnétique du bassin molassique et du Jura Suisse. - *Eclogae geol. Helv.*, 80,1, p. 17-36.

Laubscher H.P. (1972): Some overall aspects of Jura dynamics. - *Amer. J. Sci.*, 272, p. 293-304.

Mercanton P.L. & Wanner E. (1943): Die magnetische Anomalie im Jorat (Kanton Waadt). 1.Teil: Die Verteilung der Vertikalintensität. - Ann. schweiz. meteorol. Zentralanst., Addendum.

Mercanton P.L. & Wanner E. (1946): Die magnetische Anomalie im Jorat, Kanton Waadt. 2.Teil: Horizontalintensität und Deklination. - Ann. schweiz. meteorol. Zentralanst., 6.

Meyer de Stadelhofen C., Sigrist W. et Donzé A. (1973): L'anomalie magnétique du Jorat. - Bull. des lab. de géol., minér., géophys. et du Musée géol. de l'Uni. de Lausanne, 202, p. 1-8.

Olivier R. (1983): SYSGRAVI, Système Gravimétrique Atlas, Rapport inédit, I.G. Uni. Lausanne, 35 p.

Olivier R., Donzé A, Simard R., Scartezzini J.-L., Daverio P.-A. et Perret F. (1983): Atlas Gravimétrique du Plateau Suisse, Partie Ouest. - IGL, Bulletin n° 5, Lausanne.

Peters L.J. (1949): The direct approach to magnetic interpretation and its practical application. - Geophysics, 14, 1 p. 290-320.

Rasmussen R. and Pedersen L.B. (1979): End corrections in potential field modeling. - Geophys. Prospecting, 27, 4, p. 749-760.

Shuey R.T. and Pasquale A.S. (1973): End corrections in magnetic profile interpretation. - Geophysics, 38,3, p. 507-512.

Talwani M. and Heirtzler J.R. (1964): Computation of magnetic anomalies caused by two-dimensional structures of arbitrary shape, in: Computers in the mineral industries, part 1: Stanford University Publications, Geological Sciences, 9, p. 464-480.

Treitel S., Clement W.G. and Kaul R.K. (1971): The spectral determination of depths to buried magnetic basement rocks. - Geophys. J.R. astr. Soc., 24, p. 415-428.

Trümpy R., Bernoulli D., Grunenfelder M., Köppel V., Müller S., Trommsdorf V. (1980): Switzerland. in: Geology of the European countries. - Ed. Dunod, Paris, p. 227-326.

Tschanz X. (1990): Analyse de la déformation du Jura central entre Neuchâtel (Suisse) et Besançon (France). - *Eclogae geol. Helv.*, 83, 3, p. 543-558.

Weber C. (1973): Le socle antétriasique sous la partie sud du Bassin de Paris d'après les données géophysiques. - *Bulletin du BRGM (deuxième série) Section II*, 4, p. 293-343.

## Annexe

Liste des stations de mesures magnétiques. **X** et **Y** sont les coordonnées de ces stations dans le système métrique suisse (origine Berne : 200 000 / 600 000), **Z** leur altitude. **Tmes** est la valeur de l'intensité du champ magnétique total pour l'époque 1986.9. **Tres** représente la valeur du champ résiduel obtenu par soustraction du champ de référence IGRF 1985 à Tmes.

X	Y	Z	Tmes	Tres	X	Y	Z	Tmes	Tres	X	Y	Z	Tmes	Tres
236400	565080	660	46918	-21	216850	571350	833	46945	59	213600	577900	432	46934	45
236125	566360	918	46912	-22	216305	572325	804	46946	61	213100	577137	430	46925	38
236586	567360	960	46912	-24	215850	571325	821	46938	55	212687	577125	430	46926	40
237125	568825	957	46907	-30	214712	570850	850	46921	42	212712	576950	430	46923	37
239635	571425	480	46934	-22	215240	572675	795	46940	57	211325	575525	430	46912	30
238625	569700	760	46927	-19	214050	571650	786	46917	38	209500	576850	540	46901	26
237875	570775	955	46915	-26	213550	571275	725	46913	34	208800	576925	750	46897	28
237600	572000	956	46911	-29	213150	571750	625	46906	26	207970	575325	530	46893	23
237000	571362	975	46906	-32	210750	571160	431	46901	24	207500	576925	551	46894	25
234960	570712	1040	46905	-25	208640	572090	555	46884	15	205950	576975	460	46885	18
234700	572825	990	46904	-28	207445	572010	469	46878	10	206400	584060	500	46896	24
233400	572418	1005	46922	-6	209650	572325	515	46893	20	208962	584062	443	46914	34
233360	571205	1015	46937	10	227375	594387	647	46914	-19	210100	584085	444	46916	33
232100	571350	1028	46940	17	226950	593187	690	46910	-20	211325	583910	441	46917	31
231475	572125	993	46936	13	227237	591925	817	46903	-24	213037	583960	445	46922	31
229900	572250	1012	46927	9	226312	590607	735	46905	-20	214700	583950	540	46920	26
229460	571515	1039	46927	11	225937	589162	718	46896	-28	210312	579000	530	46911	32
228460	571225	1090	46934	22	225200	588200	725	46894	-27	207275	579850	465	46889	17
227775	570750	1180	46934	26	224725	586875	680	46885	-35	207500	582300	439	46900	25
226887	570225	1231	46935	31	224050	585425	568	46885	-35	209207	582375	441	46906	26
226750	569275	1212	46930	27	223325	583970	638	46883	-32	211425	581700	441	46917	32
225980	570167	1115	46943	39	219160	578837	930	46945	51	215475	583575	495	46922	25
224967	570312	796	46951	43	218687	577562	822	46956	61	216950	584050	439	46923	21
223717	570650	771	46955	50	217975	574490	907	46957	68	221350	583975	730	46886	-22
222682	570700	1110	46950	55	217812	573425	880	46956	68	222225	584025	764	46883	-27
222607	570510	1102	46948	53	228375	581175	818	46885	-39	224200	584085	978	46877	-33
222525	569650	1134	46950	56	226700	579675	722	46880	-40	226900	583925	705	46889	-36
222025	568950	970	46953	58	223050	580625	1040	46887	-17	228475	583775	1250	46887	-29
222920	568950	800	46951	50	221725	578700	1108	46924	27	229425	583775	938	46894	-31
220980	565700	920	46955	63	220925	576575	1100	46953	59	230375	584060	855	46904	-26
219550	567300	1126	46954	70	219825	574925	1005	46960	68	241600	584140	548	46968	1
220207	568530	1238	46954	70	225250	577675	960	46894	-16	239375	584225	635	46949	-10
219237	568260	1320	46948	68	226475	577825	713	46884	-35	237850	583560	620	46942	-13
219575	569225	1391	46948	68	225250	573225	730	46960	48	236425	584800	748	46922	-27
218705	569075	1505	46942	67	223225	571825	1135	46949	52	232675	583875	779	46918	-20
221420	571887	1458	46949	64	223350	572925	1220	46946	50	234375	583825	1070	46917	-19
221237	572350	1536	46944	61	224350	573725	1040	46951	48	234600	576250	1080	46906	-26
220775	571900	1530	46939	57	228350	578325	905	46881	-39	233025	577200	1062	46895	-34
220075	570625	1580	46943	65	229150	577225	1113	46885	-32	236775	575625	995	46915	-24
213950	573375	785	46921	41	229200	574750	1030	46913	-4	230075	570875	1008	46932	14
214587	575000	793	46928	46	228075	573775	1175	46930	20	231350	574375	1060	46907	-15
215300	575825	798	46935	50	228775	572700	1050	46931	17	226900	572115	1010	46960	50
217112	577100	813	46953	63	232080	579600	893	46893	-38	227650	575950	772	46914	-5
219200	570175	1440	46945	67	233850	580275	925	46904	-32	223340	574525	1305	46950	55
217787	569000	1260	46938	61	232025	580900	775	46899	-35	223550	578025	1277	46909	11
218162	569975	1180	46944	63	213975	574000	795	46922	42	224900	580350	1070	46883	-25
218625	571000	1140	46951	67	210850	574800	429	46903	23	224312	578775	1190	46895	-8
218887	572500	1027	46955	67	211662	576050	429	46916	33	217137	575975	820	46955	66
219430	573550	1010	46957	67	212200	576750	432	46921	36	216775	574100	806	46953	65
217575	571900	872	46952	65	213925	577425	430	46936	46	215635	574287	818	46946	62

X	Y	Z	Tmes	Tres	X	Y	Z	Tmes	Tres	X	Y	Z	Tmes	Tres
217175	578550	718	46949	56	228175	589375	870	46906	-22	233670	562985	552	46924	-9
218600	581125	680	46931	31	227750	588525	885	46899	-27	237280	562335	485	46934	-10
220325	582575	820	46900	-2	226800	587425	913	46891	-30	235430	563335	555	46927	-11
220400	581025	1075	46912	16	225770	587265	930	46887	-31	235220	569170	938	46900	-32
219887	577810	1150	46944	53	223790	587450	693	46887	-30	234650	566520	1037	46910	-17
219025	576575	985	46959	68	224525	590100	480	46896	-30	237735	567700	820	46912	-29
220575	573887	1167	46957	67	225425	591490	745	46899	-24	239355	572735	910	46925	-21
219625	572450	1205	46950	64	223870	591900	535	46901	-24	239920	574825	832	46949	-2
216225	569675	905	46930	49	222575	589260	515	46894	-25	240620	577345	980	46943	-9
214787	569425	958	46920	44	220750	588250	460	46886	-29	237120	573470	925	46907	-34
213025	569975	745	46905	29	220275	591275	431	46891	-25	238500	577550	945	46928	-18
213600	581250	430	46922	31	218000	588225	500	46885	-21	239700	579040	860	46939	-13
215050	582250	435	46927	31	216000	592100	495	46881	-22	240510	582735	755	46952	-8
220900	584200	594	46882	-28	209000	591300	590	46896	15	238990	581320	637	46945	-12
220530	583675	610	46886	-23	208600	586250	500	46910	31	236680	581375	822	46930	-16
220350	583250	635	46895	-12	211730	586100	445	46919	30	234350	578600	954	46906	-29
219810	582375	663	46915	11	216700	568875	1043	46931	52	232915	574950	1025	46897	-31
219350	581975	660	46922	19	224780	568950	985	46939	36	234350	573900	1004	46900	-31
219000	581310	740	46930	30	228350	568200	1000	46929	17	235825	578050	995	46910	-28
218545	580585	830	46935	39	230820	568250	1040	46913	-5	238050	579490	980	46926	-19
217380	580050	650	46943	47	232475	568450	988	46920	-3	234150	582080	1018	46910	-26
216050	574925	824	46949	63	234000	568390	950	46931	3	239980	586225	705	46955	-6
219290	576080	1170	46954	66	232425	565290	1003	46908	-14	238250	589340	815	46945	-11
219550	575500	1200	46956	68	229515	566165	1105	46917	6	238925	591420	793	46954	-5
220490	575005	1003	46965	71	227925	565280	1096	46913	6	236450	585800	795	46929	-20
220360	575060	985	46964	70	226160	564825	1025	46919	16	236200	590850	800	46934	-17
220535	575770	1070	46961	68	224210	565300	1200	46925	31	236850	593820	690	46948	-9
221200	577875	1140	46939	44	225375	567200	1212	46923	25	234825	592825	735	46931	-19
222150	576710	1228	46943	48	219825	564680	1090	46947	63	231615	593365	795	46928	-12
222360	575650	1260	46947	53	217835	565750	1128	46934	56	232860	590825	725	46925	-19
223175	576090	1198	46939	41	216500	566090	915	46931	51	230365	579200	1032	46884	-39
223600	577035	1167	46923	23	215625	562200	965	46936	62	231150	576760	894	46891	-37
224025	576120	1145	46931	30	212300	563625	758	46916	46	232630	570000	1017	46933	9
223325	574675	1208	46949	52	214475	566950	1202	46912	44	227260	566675	1026	46919	12
225210	576525	985	46920	12	211850	566515	1048	46903	39	228350	564150	1128	46910	4
225750	575500	784	46938	24	210175	567200	623	46893	24	226525	562225	1089	46923	22
226565	572900	778	46963	49	210880	567475	680	46898	28	223675	562325	1050	46938	44
226085	572660	727	46967	53	220550	565150	918	46953	63	222750	564175	1200	46939	50
227080	574225	775	46949	32	220075	563410	886	46954	66	221725	562550	1187	46936	50
225250	582925	888	46880	-34	219075	561970	1010	46946	64	227820	585890	780	46889	-37
226060	581275	785	46883	-35	219025	563235	1110	46946	65	228400	587325	981	46893	-31
224900	585125	625	46883	-38	216975	561550	1180	46940	68	228850	588820	1065	46899	-25
222900	586060	635	46879	-36	217600	562775	1178	46938	63	221315	588820	457	46877	-40
215290	574970	922	46932	51	217580	564290	1197	46935	60	220190	587450	468	46881	-31
232665	585600	794	46915	-23	218550	564775	1210	46935	57	221815	590425	505	46893	-25
230380	586815	908	46906	-25	219225	565775	1115	46945	62	222135	593350	430	46900	-23
229575	586750	1245	46898	-23	220285	566725	1112	46953	67	218800	593825	455	46887	-26
234800	587810	1262	46921	-15	230785	566430	984	46915	-3	219225	590420	433	46885	-27
232420	587700	748	46919	-21	231940	566900	1010	46907	-13	214825	592510	518	46886	-15
234600	590725	790	46931	-16	231400	564335	1062	46916	0	213325	593400	556	46891	-4
230950	590900	830	46923	-13	229875	562635	1025	46903	-9	211425	590620	515	46904	15
229840	591140	1192	46908	-18	234820	564685	840	46913	-18	209400	593575	610	46886	3
228925	591115	1030	46905	-22	233140	563900	683	46909	-20	206800	593100	748	46876	3

X	Y	Z	Tmes	Tres	X	Y	Z	Tmes	Tres	X	Y	Z	Tmes	Tres
207125	590800	690	46886	12	213930	546600	1155	46858	3	208750	556335	838	46854	0
207250	588360	600	46897	22	213625	546215	1145	46857	3	207675	556030	830	46844	-10
209800	588325	480	46908	24	212900	545420	1045	46855	1	208270	554840	1070	46843	-4
208450	581400	440	46898	21	215400	545035	750	46866	-1	207425	553200	1275	46836	-3
213325	587360	443	46913	19	215575	545900	800	46873	6	209045	553440	1360	46838	-4
214320	586080	443	46913	17	215950	547540	790	46885	16	208800	552650	1255	46837	-6
215900	587660	438	46893	-8	217320	547425	865	46884	13	209750	555900	1075	46854	3
216400	585120	518	46905	5	217820	548460	940	46890	18	210615	556520	1040	46860	5
222315	582640	760	46889	-20	216750	548725	1140	46884	19	209900	555100	1220	46845	-3
221185	581690	960	46890	-11	216000	548700	1220	46879	18	211165	555700	1253	46862	11
219915	580885	1056	46915	20	215050	548140	1235	46871	13	210580	554270	1325	46847	0
219540	580215	1010	46922	27	214280	548160	1160	46867	10	213575	556120	1288	46880	23
221860	580665	905	46901	-2	211830	546150	1045	46844	-8	219130	551330	935	46891	14
220740	579700	1055	46919	23	213035	546980	1025	46857	1	218970	553110	1070	46918	43
218535	567035	1078	46949	67	211740	548580	1022	46847	-6	220300	553160	855	46916	33
217385	567000	985	46936	55	210525	548450	1045	46843	-6	221850	554120	700	46912	20
217785	564535	920	46931	49	211825	549410	1037	46856	2	224275	555640	660	46904	4
214000	562940	900	46926	55	210000	549420	1112	46844	-3	225350	557010	840	46909	9
213450	565125	836	46922	50	209430	548620	1140	46835	-9	226770	557660	810	46904	-1
209210	562115	875	46880	22	210065	550260	1142	46842	-5	228380	558530	605	46902	-12
211030	565185	1070	46890	29	210600	551125	1134	46843	-6	229350	559630	540	46906	-13
213250	568000	933	46907	36	208775	550050	1068	46832	-13	230060	560825	550	46903	-19
208015	564710	610	46865	3	206840	550050	1068	46823	-17	231715	562475	508	46917	-11
212090	568675	710	46899	26	208465	551250	1018	46838	-8	228175	561560	995	46915	8
215625	568380	1018	46924	48	209260	551550	1020	46842	-6	227150	559970	970	46917	13
218680	575135	994	46957	68	210025	552240	1040	46840	-11	225470	558820	1015	46921	23
219200	574735	1034	46957	67	211575	554260	1220	46859	7	225120	561150	1020	46931	33
221270	577270	1145	46942	47	210165	553385	1100	46849	-1	224350	560065	1040	46927	32
223475	580080	1240	46886	-14	211480	552580	1100	46847	-6	223985	557760	960	46921	27
224035	580915	1288	46879	-22	212820	554410	1088	46867	9	221960	558750	995	46930	42
223975	579525	1280	46884	-16	214100	555030	1125	46879	17	222725	559880	1030	46917	27
221740	573660	1405	46947	59	215070	556150	1150	46900	36	222720	561180	1073	46931	41
222465	572940	1336	46949	58	214020	557310	1310	46885	26	225010	563230	1017	46935	36
221930	571725	1377	46949	61	214400	558550	1385	46901	42	221100	561535	1160	46937	53
221020	569710	1355	46949	64	215330	559160	1322	46917	54	220975	560000	1095	46933	49
222000	570650	1305	46948	59	213240	558425	1175	46890	30	219080	558900	1085	46937	58
224565	572125	762	46965	56	214125	559310	1212	46908	46	217930	556880	1075	46929	55
225135	575000	910	46943	34	213850	560825	1088	46918	53	219700	556375	1030	46933	53
226335	573475	738	46960	45	214550	562010	1030	46927	58	219800	554700	1030	46923	44
226350	572350	788	46957	44	215685	560970	1130	46930	60	220770	556475	995	46935	51
226020	571335	892	46954	45	212550	562525	724	46920	49	221725	557200	970	46928	41
223860	567550	960	46936	36	213400	561720	805	46911	40	222900	556000	945	46914	24
221150	568100	1130	46952	63	212880	560025	850	46900	33	221275	555200	1008	46921	37
213715	547675	1130	46862	6	211800	561230	726	46906	38	216675	550225	1242	46877	14
214870	547180	1175	46865	7	211500	559610	778	46890	25	215560	551125	1080	46869	5
214680	545800	1065	46863	4	212125	558470	890	46864	1	217200	551520	1224	46880	14
214100	544850	930	46862	2	212280	557450	1160	46878	21	215880	555975	1128	46900	33
213100	543625	770	46853	-7	209780	557340	820	46861	3	216750	555360	1057	46904	33
214750	544325	800	46866	2	210440	558325	798	46868	7	216680	558210	990	46933	59
209320	547500	1140	46836	-7	210350	560825	737	46888	25	217590	559010	928	46940	62
209840	545860	1103	46840	-5	208850	560290	700	46873	13	218570	560825	900	46950	68
211030	547360	980	46840	-12	209470	559400	730	46870	10	217725	560690	1090	46942	66
212440	547190	1040	46842	-12	207950	557825	758	46856	2	216300	559320	1160	46929	59

X	Y	Z	Tmes	Tres	X	Y	Z	Tmes	Tres	X	Y	Z	Tmes	Tres
215900	558380	1208	46920	53	231260	558480	970	46902	-12	227175	548680	900	46905	6
215340	557310	1148	46908	42	236220	554265	825	46930	2	228660	548370	880	46912	9
213450	553360	1190	46862	5	236075	556145	790	46924	-6	228630	546200	876	46911	9
215370	554630	1041	46879	12	236700	558045	830	46927	-5	229880	547450	865	46916	10
212810	552100	1117	46853	-3	235650	557480	795	46920	-10	237675	553280	712	46929	-5
212070	551430	1145	46863	10	231375	556280	835	46900	-16	239200	553640	735	46937	-1
213700	551725	1092	46861	2	230580	555940	863	46894	-19	240670	554360	705	46943	0
214950	550700	1048	46870	7	229990	557700	943	46897	-14	237940	551560	520	46935	-3
214370	552100	1040	46854	-8	228870	557100	904	46892	-16	241855	553385	500	46953	3
212700	549770	1035	46870	13	227025	555950	925	46889	-13	240020	550255	680	46941	1
214725	549130	1125	46867	7	226190	554825	948	46895	-4	238530	550195	547	46937	-1
213725	548930	1057	46860	2	227750	554510	875	46895	-9	238710	549120	553	46942	4
233150	554250	810	46913	-7	225920	553170	878	46893	-5	237090	549230	500	46932	-3
234800	553875	897	46920	-3	224975	552130	873	46890	-5	236530	546530	440	46925	-8
234145	555830	785	46915	-10	223615	552780	968	46890	0	237390	547400	565	46929	-4
233460	556790	792	46908	-15	224300	553960	880	46891	-3	238275	546220	757	46929	-2
233860	557930	803	46915	-10	223115	554000	905	46895	4	239410	547055	740	46941	6
235585	550830	740	46931	4	222120	552980	942	46896	10	240010	549015	710	46941	3
235320	552470	790	46929	3	221320	551415	990	46887	5	241290	545930	665	46959	18
236670	552100	810	46930	1	220620	549400	1057	46881	3	239155	544420	665	46943	9
236250	552135	790	46932	4	220275	546930	955	46883	6	236990	544540	700	46933	6
237515	554370	797	46936	3	220625	546230	970	46884	6	235005	545250	557	46926	1
238500	555680	792	46938	2	218635	546380	1028	46881	10	230195	552615	878	46903	-7
237630	556015	826	46932	-1	217780	546065	1000	46874	5	231560	550861	825	46909	-5
238075	557815	760	46934	-3	216775	545975	870	46878	9	230925	549440	840	46912	1
239650	558975	750	46936	-6	218390	545250	955	46877	6	230950	547410	877	46914	5
241250	556970	568	46949	0	219460	544360	925	46881	7	230215	546075	865	46911	5
239930	557000	690	46940	-3	221985	544580	910	46887	5	232005	546485	759	46918	4
240770	558780	800	46935	-9	223570	544940	930	46892	6	232585	544545	570	46925	7
241925	560250	750	46944	-5	222340	547450	898	46891	6	231255	544300	500	46922	6
240480	561100	800	46939	-6	221420	547500	983	46887	7	231345	545635	485	46924	7
238600	561040	910	46935	-2	222085	549350	965	46887	3	234175	546435	500	46925	0
241180	563030	850	46938	-9	223025	551080	1010	46890	4	235335	547770	482	46928	-2
242300	566400	730	46942	-13	223550	549590	907	46891	2	235995	549540	675	46929	1
240920	567290	859	46934	-15	223350	548240	880	46894	6	237220	550495	730	46928	-3
238875	566800	480	46927	-24	224620	546580	875	46901	10	234625	549385	700	46926	2
240065	566160	563	46934	-18	227080	546690	875	46912	14	232535	549215	832	46920	5
240125	564370	765	46935	-12	225250	544450	879	46904	13	233330	548140	790	46922	4
239225	565040	766	46931	-14	227220	544380	865	46908	11	227960	550345	905	46897	-5
239080	562780	865	46930	-11	228900	545000	925	46915	14	226550	550965	890	46893	-5
237690	559930	912	46932	-2	234440	552060	840	46927	5	227455	552325	890	46892	-10
236725	559580	890	46927	-5	231820	552140	810	46909	-6	227515	553295	882	46893	-10
237215	561250	790	46930	-6	230170	551030	895	46907	-1	231690	553870	842	46901	-14
236250	562490	645	46918	-19	228850	551500	875	46906	1	240715	569400	488	46944	-13
235575	559730	862	46919	-10	226480	550880	892	46899	1	239385	568380	479	46928	-25
236040	561160	858	46922	-9	227875	550260	890	46903	1	238950	567540	482	46924	-27
234570	561120	963	46918	-7	225250	550730	865	46895	0	240115	571380	557	46922	-33
233710	560400	972	46914	-8	227360	552250	890	46898	-4	241420	568250	830	46937	-14
232720	560325	1010	46913	-6	227400	553200	880	46900	-2	241335	570730	850	46940	-12
232980	561900	850	46914	-10	229165	553900	850	46898	-10	241585	572415	732	46944	-12
231580	560300	785	46912	-8	229070	555780	865	46894	-15	241980	574575	680	46949	-11
230050	559100	812	46900	-15	224850	548880	875	46894	1	241615	578380	945	46949	-6
232410	558730	935	46906	-12	225675	547935	896	46899	5	241080	580880	760	46951	-8

**Beiträge zur Geologie der Schweiz**  
**Matériaux pour la Géologie de la Suisse**  
**Contributions to Geology of Switzerland**

Geophysik — Géophysique — Geophysics

No.		Fr.
1	<b>H. Röhli</b> berger. Zur seismischen und petrographischen Charakterisierung einiger Molassegesteine, einschliesslich der Beschreibung von Methoden der Korngrössenbestimmung in festmaterail. 91 Seiten, 31 Figuren. 1957 .....	14.-
2	<b>O. Friedenreich</b> . Eine grossräumige Widerstanskartierung nordwestlich von Zürich und ihre geologische Deutung. 47 Seiten, 22 Textfiguren, 9 Karten. 1959 .....	20.-
3	<b>F. Gassmann</b> . Schweremessungen in der Umgebung von Zürich. 70 Seiten, 24 Textfiguren, 2 Tafeln. 1962 .....	24.-
4	<b>E. Poldini</b> . Les Anomalies gravifiques du canton de Genève. Avec 63 pages, 25 figures et 3 planches. 1963 .....	24.-
5	<b>L. Rybach</b> . Refraktionsseismische Untersuchungen im Raum Aare-, Limmat- und Surbtal. 49 Seiten, 42 Figuren. 1962 .....	14.-
6	<b>O. Gonet</b> . Etude gravimétrique de la plaine du Rhône. Région Saint-Maurice—Lac Léman. 50 pages, 30 figures, 2 planches. 1965 .....	14.-
7	<b>C. Meyer de Stadelhofen</b> . Carte des résistivités de la plaine du Rhône. 8 pages, 2 figures, 2 planches. 1966 .....	8.-
8	<b>O. Gonet</b> . Etude gravimétrique du lac Léman à bord du mésoscaphe <i>Auguste Picard</i> . 50 pages, 8 figures, 1 planche. 1969 .....	8.-
9	<b>J.-J. Wagner</b> . Elaboration d'une carte d'anomalie de Bouguer. Etude de la vallée du Rhône de Saint-Maurice à Saxon (Suisse). 91 pages, 32 figures, 2 planches. 1970 .....	22.-
10	<b>H. Lazreg</b> . Etude géophysique, géologique et hydrogéologique de la région de Concise à Pompaples (pied du Jura vaudois). 51 pages, 16 figures, 2 planches. 1971 .....	22.-
11	<b>M. Petch</b> . Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine de l'Orbe. 95 pages, 23 figures, 15 planches. 1970 .....	22.-
12	<b>P.-A. Gilliland</b> . Etude géoélectrique du Klettgau (Suisse), canton de Schaffhouse. 85 pages, 47 figures, 10 annexes, 5 planches. 1970 .....	22.-
13	<b>F. Corniche</b> . Application des méthodes géophysiques à la recherche hydrogéologique. 65 pages, 25 figures. 1973 .....	22.-
14	<b>F. Heller</b> . Magnetische und petrographische Eigenschaften der granitischen Gesteine des Albignagebiets (Nördliches Bergeller Massiv). 66 Seiten, 24 Textfiguren. 1972 .....	22.-
15	<b>E. Klingelé</b> . Contribution à l' étude gravimétrique de la Suisse romande et des régions avoisinantes. 94 pages, 6 figures, 35 planches. 1972 .....	22.-
16	<b>W. Sigrist</b> . Contribution à l'étude géophysique des fonds du lac Léman. 56 pages, 28 figures, 1 planche. 1974 .....	22.-
17	<b>R. Olivier</b> . Elaboration d'un système de traitement gravimétrique géré par l'ordinateur. Etude gravimétrique du plateau romand de Versoix (GE) à Concise (VD). 56 pages, 21 figures, 10 planches. 1974 .....	22.-
18	<b>H. Buchli, R. Paquin, A. Donzé</b> . Etude géoélectrique et gravimétrique du Chablais entre Asnières et Evian. 170 pages, 81 figures, 4 planches. 1976 .....	32.-
19	<b>G. Fischer, P.-A. Schnegg, J. Sesiano</b> . A new geomagnetic survey of Switzerland. 44 pages, 15 figures, 8 tables, 10 cartes. 1979 .....	28.-
20	<b>E. Klingelé, R. Olivier</b> . La nouvelle carte gravimétrique de la Suisse (Anomalies de Bouguer). 96 pages, 9 figures, 4 tables, 1 carte. 1980 .....	28.-
21	<b>J.-J. Wagner, St. Müller</b> . Geomagnetic and gravimetric studies of the Ivrea zone. 64 pages, 44 figures. 1984 .....	32.-
22	<b>Ph. Bodmer, L. Rybach</b> . Geothermal map of Switzerland (Heat flow density). 48 pages, 21 figures, 6 tables. 1984 .....	36.-
23	<b>G. Schwarz</b> . Methodische Entwicklungen zur Aerogammaspektrometrie. 160 Seiten, 56 Figuren. 1991 .....	42.-
24	<b>U. Schärli, L. Rybach</b> . Geothermische Detailkartierung der zentralen Nordschweiz (1:100'000). 59 Seiten, 13 Figuren, 2 Karten. 1991 .....	42.-
25	<b>G. Schwarz, E. Klingelé, L. Rybach</b> . Airborne radiometric mapping in Switzerland. 71 pages, 12 figures, 17 tables, 14 maps, 1 overlay transparency (1 : 500 000). 1992 .....	58.-