

**A. Legeley**

**Y. Albouy**

**R. Baraud**

**R. Godivier**

---

**CARTA GRAVIMETRICA**

**LEVÉ GRAVIMÉTRIQUE**

---

**NORDESTE DO BRASIL**

**NORD-EST DU BRÉSIL**

**dezembro 1986**

**décembre 1986**

---

**Editions de l'ORSTOM**

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

**CARTA GRAVIMÉTRICA  
DO NORDESTE DO BRASIL**

**LEVÉ GRAVIMÉTRIQUE  
DU NORD-EST DU BRÉSIL**

**A. LEGELEY  
Y. ALBOUY  
R. BARAUD  
R. GODIVIER**

---

**Editions de l'ORSTOM**

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Paris 1986

"La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les "copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective" et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, "toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite" (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40). "Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon, sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal".

## INTRODUÇÃO

Esta publicação apresenta o Mapa Bouguer da margem continental nordeste do Brasil na escala 1/2.000.000, atendendo ao projeto "Anomalias Gravimétricas Maiores do Brasil e seus Possíveis Prolongamentos no Continente Africano", projeto da cooperação bilateral entre o Observatorio Nacional-CNPq (Brasil) e o ORSTOM (França).

Além do comentario, este fasciculo contém :

- O Mapa Bouguer, representado por isolinhas com intervalo de 5 mgal, em uma unica folha na escala 1/2.000.000.
- O Mapa de Estações com os valores de Bouguer, em 3 folhas na escala 1/1.000.000 : Setor Norte, Setor Oeste e Setor Sul.

Os dados selecionados em 1984, provenientes da PETROBRAS-PETROLEOS BRASILEIROS S/A e da CPRM-COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, foram reprocessados e editados no ORSTOM em 1986, em trabalho conjunto ON/CNPq e ORSTOM.

### LIMITES DA AREA

A area estudada abrange a margem costeira brasileira entre os paralelos - 4° e 19°, incluindo, ainda, a plataforma continental.

Além da cobertura marinha, este mapa reúne dados do levantamento do Estado da Bahia e das bacias sedimentares costeiras entre o Ceara e o sul da Bahia. Porém, exceto neste ultimo estado, onde a cobertura gravimétrica é adequada, a faixa aqui apresentada é ainda estreita e devera ser proximamente ampliada com a integração das novas aquisições realizadas pelo Observatorio Nacional em convenio com a CPRM.

### ORIGEM DOS DADOS

As medidas gravimétricas aqui apresentadas provêm de duas fontes, ja citadas :

- A PETROBRAS forneceu 11.000 pontos sobre a margem continental, representados nos mapas "Setor Norte" e "Setor Sul", oriundos de levantamentos de diversos tipos : reconhecimento, semi-detalhe, onde a malha varia de 3 a 0.5 km entre pontos. Estes levantamentos são caracterizados por uma planimetria e uma altimetria precisas (nivelamento geométrico ou trigonométrico), porém a cobertura, tanto terrestre quanto marinha, apresenta descontinuidades. O valor adotado para a densidade é 2.0, proprio das bacias sedimentares costeiras.

- A CPRM executou, entre 1977 e 1980, o levantamento sistematico do Estado da Bahia, excluidas as areas ja cobertas pela PETROBRAS. As estações são distribuidas homogeneamente, com uma malha superior a 20 km entre pontos, porém a precisao planialtimétrica nao é uniforme : uma parte das medidas foi realizada sobre a rede brasileira de nivelamento, outra com barometria e outra, ainda, com suporte cartografico na escala 1/100.000.

Este levantamento é representado no mapa do Setor Oeste e, parcialmente, nos dois demais setores. O valor adotado para a densidade é 2.67.

- Os arquivos-fontes reunidos totalizavam 13.000 pontos com os seguintes dados : coordenadas geograficas, altitude, gravidade observada, densidade, correção de relevo.

## PROCESSAMENTO DAS MEDIDAS

O processamento consistiu nas seguintes etapas :

- Homogeneização da distribuição total das estações ;
- Calculo das anomalias de Bouguer com a densidade unica 2,67 ;
- Construção da rede de interpolação ;
- Edição do mapa de contorno.

### 1) Homogeneização da distribuição

Para adequar a distribuição dos pontos à escala do mapa de contorno em 1/2.000.000, foram selecionados nos arquivos dois pontos por malha quadrada de 12' de lado, reduzindo os arquivos iniciais da PETROBRAS para 4.000 pontos, e mantendo inalterado o arquivos CPRM, de 2.084 pontos. O arquivo-fonte total reduziu-se para 6.084 pontos, correspondendo à uma densidade média de distribuição de uma estação/200 km<sup>2</sup>.

### 2) Calculo das anomalias de Bouguer

- g observado

As medidas da PETROBRAS e as medidas da CPRM já tinham sido reduzidos ao mesmo datum gravimétrico : a rede Woollard brasileira, estabelecida a partir do valor de Postdam. Por razão de coerencia com os levantamentos da ORSTOM na Africa, ajustados ao valor de Postdam, os valores de g observado não foram convertidos ao datum IGSN-71.

O g teorico ao nivel do mar foi calculado utilizando-se a formula internacional de 1930 :  
 $g_t = 978049 (1 + 0.0052884 \text{ sen}^2 L - 0.0000059 \text{ sen}^2 2L)$  onde L/latitude

A diferença entre a gravidade observada e a gravidade teorica deve ser diminuida dos efeitos :

- |                 |               |           |                              |
|-----------------|---------------|-----------|------------------------------|
| - de altitude   | = -0.3086.z   | com z     | : cota da estação            |
| - de topografia | = 2. .G.d.z   | com G     | : constante gravitacional    |
|                 |               | d         | : densidade do terreno       |
| - de relevo     | = $r_1 d/d_1$ | com $r_1$ | : efeito de relevo fornecido |
|                 |               | $d_1$     | : densidade correspondente   |

O valor da densidade escolhido é o valor padrão da crosta,  $d=2.67$ , o mesmo que foi considerado para os mapas gravimétricos da Africa. As correções de relevo realizadas pela PETROBRAS foram reprocessadas para este valor.

A anomalia de Bouguer é dada por :

$$B = G_m - G_t + 0.1966699 z + r$$

com z: cota do ponto

r : correção de relevo

$G_m$  : gravidade observada

$G_t$  : gravidade teorica

B : valor de Bouguer

### 3) Construção da rede de interpolação

O programa de contorno do ORSTOM, inspirado na publicação de La Porte (1962), opera com pontos interpolados dispostos numa rede de malha quadrada.

Para compatibilizar a dimensão da malha com a distribuição das estações gravimétricas e a escala do mapa, escolheu-se uma malha de 22.2 km de largura.

O programa de interpolação utilizado foi desenvolvido no ORSTOM e descrito em publicações anteriores (R. Godivier, A. Legeley, Y. Albouy, 1986). Os parametros de interpolação, numero e distância limite de interpolação entre pontos, considerados no calculo, foram definidos a partir de uma sucessão de testes. Os blocos iniciais, com largura de 12 malhas, foram progressivamente reduzidos a 6 e, finalmente, a 4 malhas, sendo este valor considerado o melhor para o mapa de contorno.

### 4) Mapa de contorno

O mapa de contorno é apresentado em projeção UTM, com um intervalo de 5 miligals entre linhas. Desenhado diretamente a partir do arquivo de pontos interpolados, não apresenta descontinuidades entre as areas de levantamento.

### 5) Errata

Em redigindo esta nota explicativa e uma vez as cartas ja impressas os autores se sentem na obrigação de indicar a existencia de erros nas correções efetuadas sobre as medidas marinhas. Tais erros, proporcionais a batimetria local, pouco alteram o traçado das isolinhas,deverão ser corrigidos numa proxima edição.

## BIBLIOGRAFIA

1. R. Godivier - Programme Grill 5, Programme Region X - ORSTOM.
2. R. Godivier - A. Legeley, Y. Albouy - Levés gravimétriques de reconnaissance Congo-Gabon - ORSTOM 1986.
3. M. La Porte - Elaboration rapide de cartes gravimétriques à l'aide d'une calculatrice électronique - Geophysical Prospecting, X, 3 - 1962.
4. J.L. Mallet - Programmes de Cartographie Automatique - Sciences de la Terre n°7, Nancy - 1976.
5. A.C. Motta, R.A. Dias Gomes - Projeto Levantamento Gravimétrico no Estado da Bahia - CPRM - 1980.
6. PETROBRAS - Levantamentos Gravimétricos das Bacias do Maranhao, Potiguar, Sergipe-Alagoas, Recôncavo-Tucano - Relatório de Exploração.

## INTRODUCTION

Cette publication présente les cartes de Bouguer du Nord-Est du Brésil et de sa marge continentale, établies dans le cadre du projet "Anomalies Gravimétriques du Brésil et prolongement possible dans le continent Africain", projet de coopération entre l'Observatoire National du CNPq et l'ORSTOM.

En hors texte sont présentées

- la carte des anomalies de Bouguer sur une seule feuille au 1:2 000 000
- la carte des stations valuées sur 3 feuilles au 1:1 000 000 : Nord, Ouest et Sud.

Les données proviennent de la C.P.R.M. (Companhia De Pesquisa De Recursos Minerais) et de la PETROBRAS (Pétrobras Brasileiros S.A.) où elles ont été sélectionnées en 1984.

## LIMITES DE L'ETUDE

La surface étudiée comprend l'ensemble de l'état de Bahia plus les bassins de la côte brésilienne et le plateau continental entre les parallèles – 4° et – 19°.

Au Nord de l'état de Bahia, la zone couverte ne représente qu'une bande étroite. De nouvelles mesures dans ces régions sont actuellement réalisées par l'Observatorio Nacional en accord avec la C.P.R.M. Elles devront être intégrées à la prochaine édition de nos levés gravimétriques.

## ORIGINE DES DONNEES

Les mesures gravimétriques proviennent des deux sources déjà citées.

– La PETROBRAS nous a fourni 11 000 points sur les bassins côtiers et le plateau continental, extraits de levés de plusieurs types de reconnaissance, de semi-détail ou de détail, pour lesquels la maille de mesures varie de 3 à 0.5 km. Lors de ces levés la planimétrie et l'altimétrie sont établies avec une très bonne précision par nivellement et trigonométrie classiques. La densité choisie pour le calcul des anomalies est celle des terrains superficiels : le plus souvent 2.0.

– La C.P.R.M. a réalisé, entre 1977 et 1980 un levé systématique de l'Etat de Bahia, en dehors des zones déjà couvertes par la PETROBRAS. Ces données sont figurées sur la feuille Ouest et sur une partie des 2 autres feuilles. Cette couverture régionale correspond à une distribution régulière des stations, sur une maille un peu supérieure à 20 km. Mais la précision sur les coordonnées des points peut être très différente d'un point à l'autre : une partie des mesures a utilisé le réseau de nivellement du Brésil, une autre partie des points a été nivelée aux baromètres, et l'altitude des autres points a été déterminée par lecture des cartes au 1:200 000.

La valeur de la densité choisie pour le calcul des anomalies est 2.67. L'ensemble des données correspond à 13 000 mesures, comprenant : coordonnées géographiques, altitude, g observé, densité, correction de relief.



## TRAITEMENT DES DONNEES

Le traitement comporte les étapes suivantes :

- Distribution homogène par choix des données.
- Calcul des anomalies de Bouguer avec la densité de 2.67
- Calcul des anomalies aux nœuds d'une grille régulière.
- Edition des cartes d'is anomalies.

### Distribution homogène.

Pour obtenir une répartition des points compatible avec l'échelle de 1:2 000 000, nous avons sélectionné dans les archives sources 2 points par maille carrée de 3 minutes de côté. Le nombre des données utiles des fichiers Pétrobas a été ainsi ramené à 4 000, auxquelles s'ajoutent les 2 084 données de la C.P.R.M. Cet ensemble correspond à une distribution moyenne de 1 donnée pour 200 km<sup>2</sup>.

### Calcul des anomalies de Bouguer.

Les mesures de la PETROBAS et celles de la C.P.R.M. avaient déjà été rapportées au réseau de base brésilien, réseau Woolard, établi dans le système de Potsdam.

Nous n'avons pas converti les valeurs de g observé dans le système IGSN-71 pour maintenir la cohérence avec les levés de l'ORSTOM d'Afrique, également rapportés au système de Potsdam.

- g théorique

La formule de 1930 (Potsdam) calcule le g sur l'ellipsoïde de référence en fonction de la latitude :

$$G_L = 978049 (1 + 0,00052884 \sin^2 L - 0,0000059 \sin^2 2L)$$

L = latitude

La différence entre le g théorique et le g observé doit être diminuée des effets :

d'altitude =  $- 0.3086 Z$  (Z = altitude)

de plateau =  $+ 2 \pi G d Z$  (G = constante de Newton)

(d = densité des terrains)

de relief =  $- r = - r_1 d/d_1$  (r<sub>1</sub>, effet de relief correspondant à la densité d<sub>1</sub> des fichiers sources)

La densité d choisie est égale à 2.67, densité utilisée pour le calcul de toutes les cartes gravimétriques de l'ORSTOM en Afrique.

Finalement l'anomalie de Bouguer s'écrit :

$$B = G_m - G_t + 0.1966699 Z + r$$

(Z = altitude)

(r = correction de relief)

(G<sub>m</sub> = g mesuré)

(G<sub>t</sub> = g théorique)

### **Etablissement de la grille d'interpolation**

Le programme ORSTOM de calcul de la grille régulière, nécessaire au tracé automatique des isanomales s'inspire des travaux de La Porte (1962). Ce programme de calcul de grille a déjà été décrit dans des publications antérieures (R. Godivier, A. Legeley, Y. Albouy – 1986).

Pour notre carte, nous avons comparé les résultats obtenus avec différentes valeurs de la dimension de la zone de calcul, dans laquelle sont prélevés les points utilisés pour obtenir les valeurs interpolées : ont été essayées les zones de dimensions égales à 12, 6, 4 fois le côté de la maille de la grille. C'est cette dernière valeur qui a donné le meilleur tracé d'isanomales.

### **Tracé des cartes**

Les tracés, en projection UTM, ont été réalisés sur table graphique commandée par ordinateur, l'intervalle entre isanomales est de 5 mgal.

### **Errata**

Au moment où cette notice est rédigée, les auteurs se doivent de signaler, alors que les cartes sont déjà imprimées, l'existence d'erreurs sur les corrections apportées aux mesures en mer. Ces erreurs, proportionnelles à la bathymétrie locale modifient fort peu les tracés des isanomales. Elles devront être corrigées dans une prochaine édition.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 – R. GODIVIER – Programme Grill5, Programme RégionX – ORSTOM. (note du laboratoire de Géophysique).
- 2 – R. GODIVIER, A. LEGELEY, Y. ALBOUY – Levés gravimétriques de reconnaissance Congo-Gabon – ORSTOM 1986.
- 3 – M. LAPORTE – Elaboration rapide de cartes gravimétriques à l'aide d'une calculatrice électronique – Géophysical Prospecting, X, 3 – 1962.
- 4 – J.L. MALLET – Programmes de Cartographie Automatique – Sciences de la Terre n° 7, Nancy – 1976.
- 5 – A.C. MOTTA, R.A. DIAS GOMES – Projeto Levantamento Gravimétrico no Estado da Bahia – CPRM – 1980.
- 6 – PETROBRAS – Levantamentos Gravimétricos das Bacias do Maranhão, Potiguar, Sergipe-Alagoas, Recôncavo-Tucano – Relatório de Exploração.

Dezembro 1986

Décembre 1986

CARTA GRAVIMÉTRICA DO NORDESTE DO BRASIL

LEVÉ GRAVIMÉTRIQUE DU NORD-EST DU BRÉSIL

ANOMALIAS DE BOUGUER

ANOMALIES DE BOUGUER

(d = 2,67)

LINHAS DE ISOANOMALIAS

TRACÉ DES ISANOMALES

ESCALA 1 : 2 000 000

ÉCHELLE 1 : 2 000 000

A. LEGELEY\*, Y. ALBOUY\*, R. BARAUD\*\*, R. GODIVIER\*  
\*CNPq - Observatório Nacional (BRASIL)  
\*\*ORSTOM - Brest (FRANÇA)

levantamentos executados por:

levés exécutés par:

PETROBRAS, CPRM (BRASIL)

DADOS TÉCNICOS

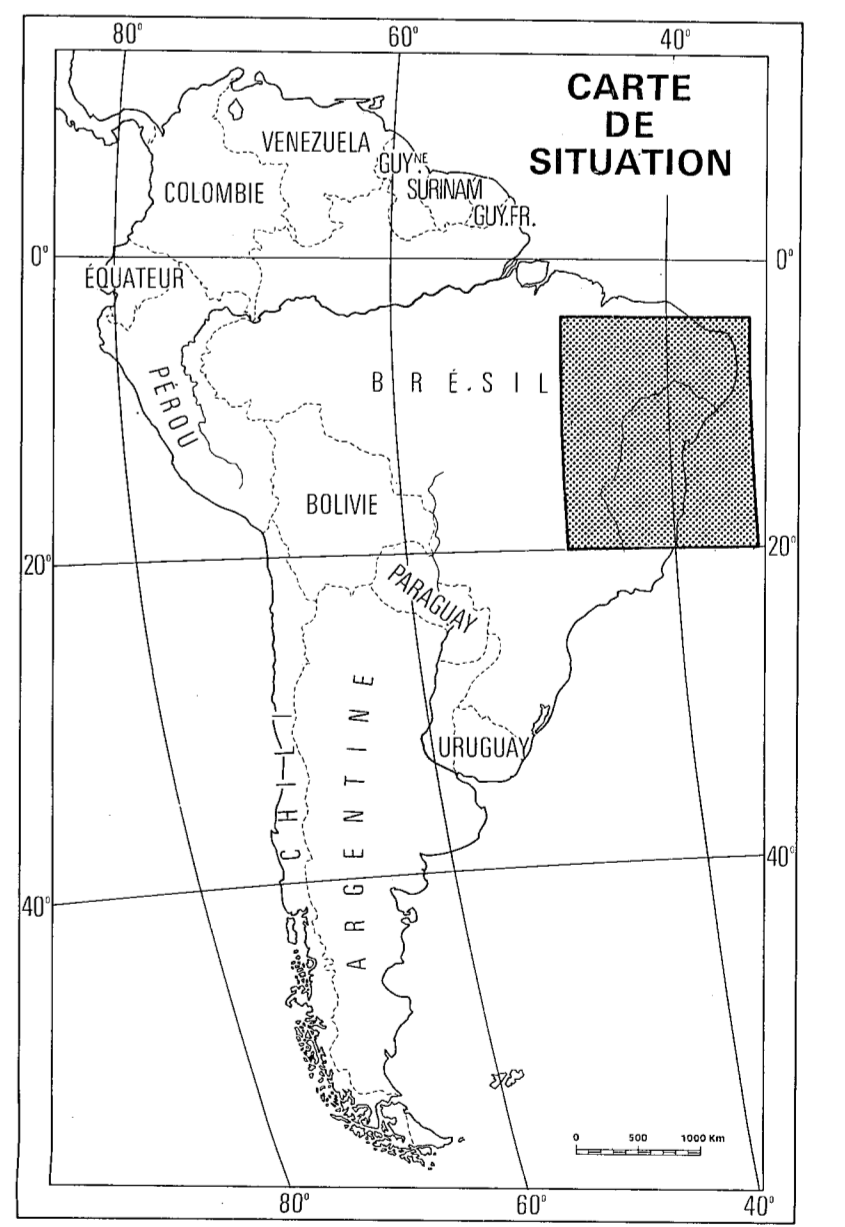
DONNÉES TECHNIQUES

- a - Gravímetros *Gravimètres*  
Worden
- b - Redução das medidas *Réduction des mesures*  
Cálculo dos valores de gravidade no sistema POTSDAM 1930  
Calcul des valeurs de la pesanteur à partir des valeurs théoriques définies dans le système POTSDAM 1930
- c - Meridiano central -41° *Meridien central -41°*
- d - Projção U.T.M. Elipsóide Internacional de HAYFORD 1909  
*Projection U.T.M. Ellipsoïde International de HAYFORD 1909*

LEGENDA

LEGENDE

- Ponto de medida  
*Point de mesure*
- Linha isogal (intervalo : 5 mgal) desenhada por computador a partir de uma rede de malha quadrada interpolada  
*Isanomale (intervalle : 5 mgal) tracée par ordinateur à partir des valeurs calculées aux nœuds d'un réseau de mailles carrées*



ESCALA 1 : 2 000 000  
ÉCHELLE 1 : 2 000 000



Dezembro 1986

Décembre 1986

CARTA GRAVIMÉTRICA DO NORDESTE DO BRASIL

LEVÉ GRAVIMÉTRIQUE DU NORD-EST DU BRÉSIL

ANOMALIAS DE BOUGUER

ANOMALIES DE BOUGUER

(d = 2,67)

ESTACÕES GRAVIMÉTRICAS

STATIONS GRAVIMÉTRIQUES

FOLHA II

FEUILLE II

ESCALA 1 : 1 000 000

ÉCHELLE 1 : 1 000 000

A. LEGELEY\*, Y. ALBOUY\*, R. BARAUD\*\*, R. GODIVIER\*

\*CNPq - Observatório Nacional (BRASIL)  
\*\*ORSTOM - Brest (FRANCE)

levantamentos executados por:

levés effectués par:

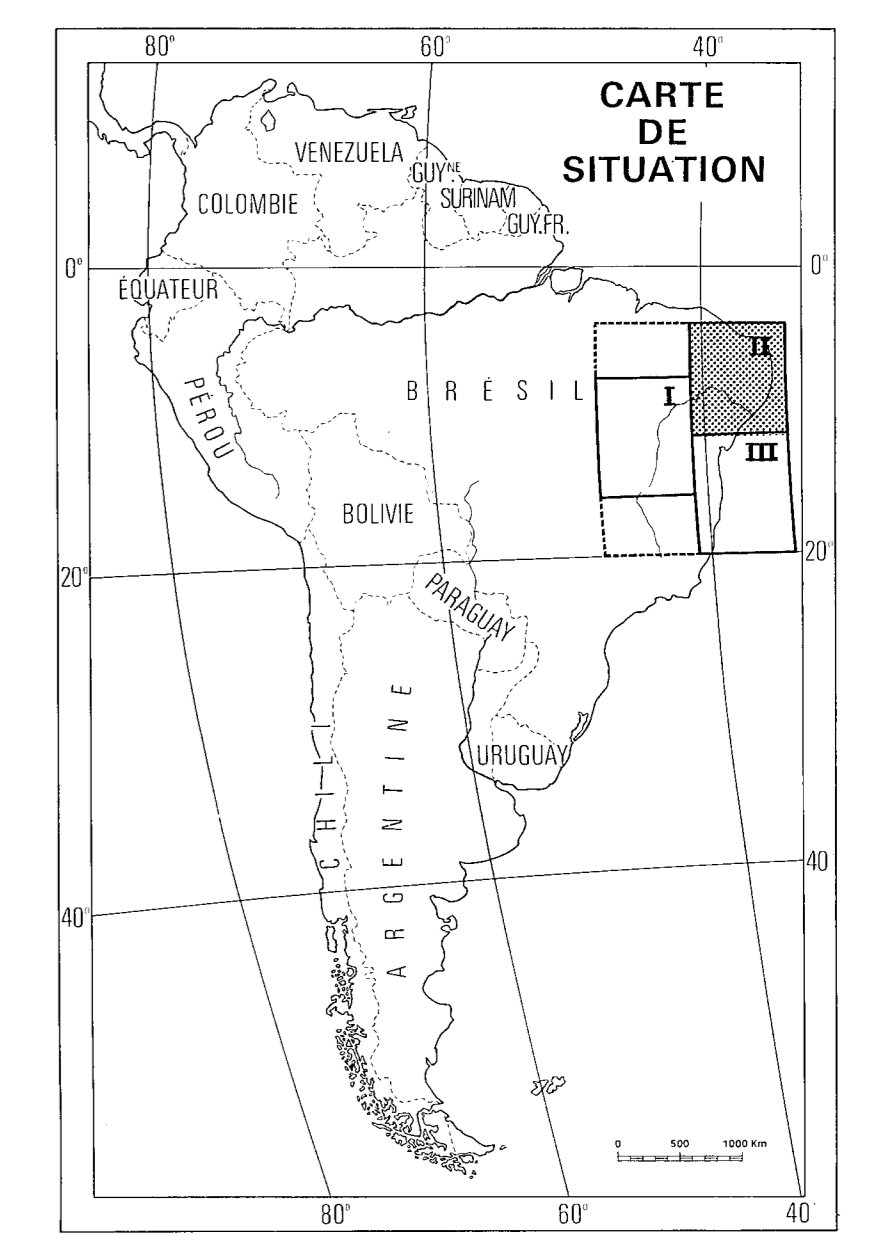
PETROBRAS, CPRM (BRASIL)

DADOS TÉCNICOS DONNÉES TECHNIQUES

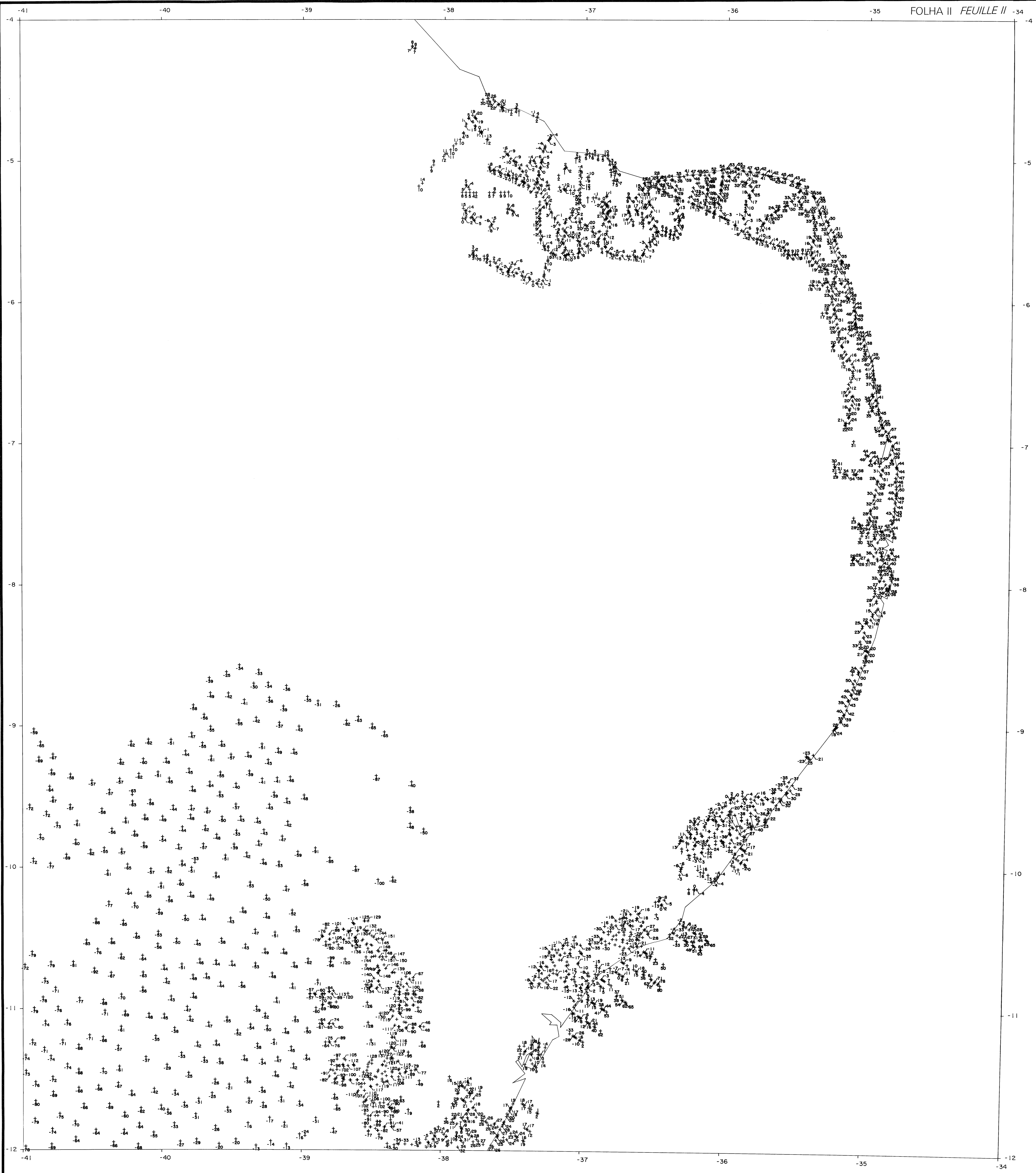
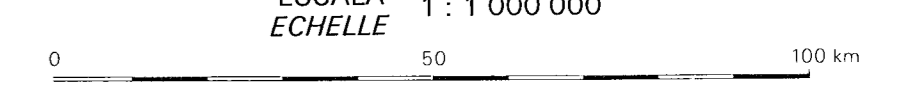
- a - Gravímetros Worden Gravimètres
- b - Redução das medidas Cálculo dos valores de gravidade no sistema POTSDAM 1930 Réduction des mesures Calcul des valeurs de la pesanteur à partir des valeurs théoriques définies dans le système POTSDAM 1930
- c - Meridiano central - 41° Méridien central - 41°
- d - Projeção U.T.M. Elipsóide Internacional de HAYFORD 1909 Projection U.T.M. Ellipsoïde International de HAYFORD 1909

LEGENDA LÉGENDE

- Estação Gravimétrica Station de mesure
- + Valor da anomalia em miligal Valeur de l'anomalie en milligal



ESCALA 1 : 1 000 000



Dezembro 1986

Décembre 1986

**CARTA GRAVIMÉTRICA  
DO NORDESTE DO BRASIL**

**LEVÉ GRAVIMÉTRIQUE  
DU NORD-EST DU BRÉSIL**

ANOMALIAS DE BOUGUER

ANOMALIES DE BOUGUER

(d = 2,67)

ESTAÇÕES GRAVIMÉTRICAS

STATIONS GRAVIMÉTRIQUES

FOLHA III

FEUILLE III

ESCALA 1 : 1 000 000

ÉCHELLE 1 : 1 000 000

A. LEGELEY\*, Y. ALBOUY\*, R. BARAUD\*\*, R. GODVIER\*

\*CNPq - Observatório Nacional (BRASIL)  
\*\*ORSTOM - Brest (FRANÇA)

levantamentos executados por :

levés exécutés par :

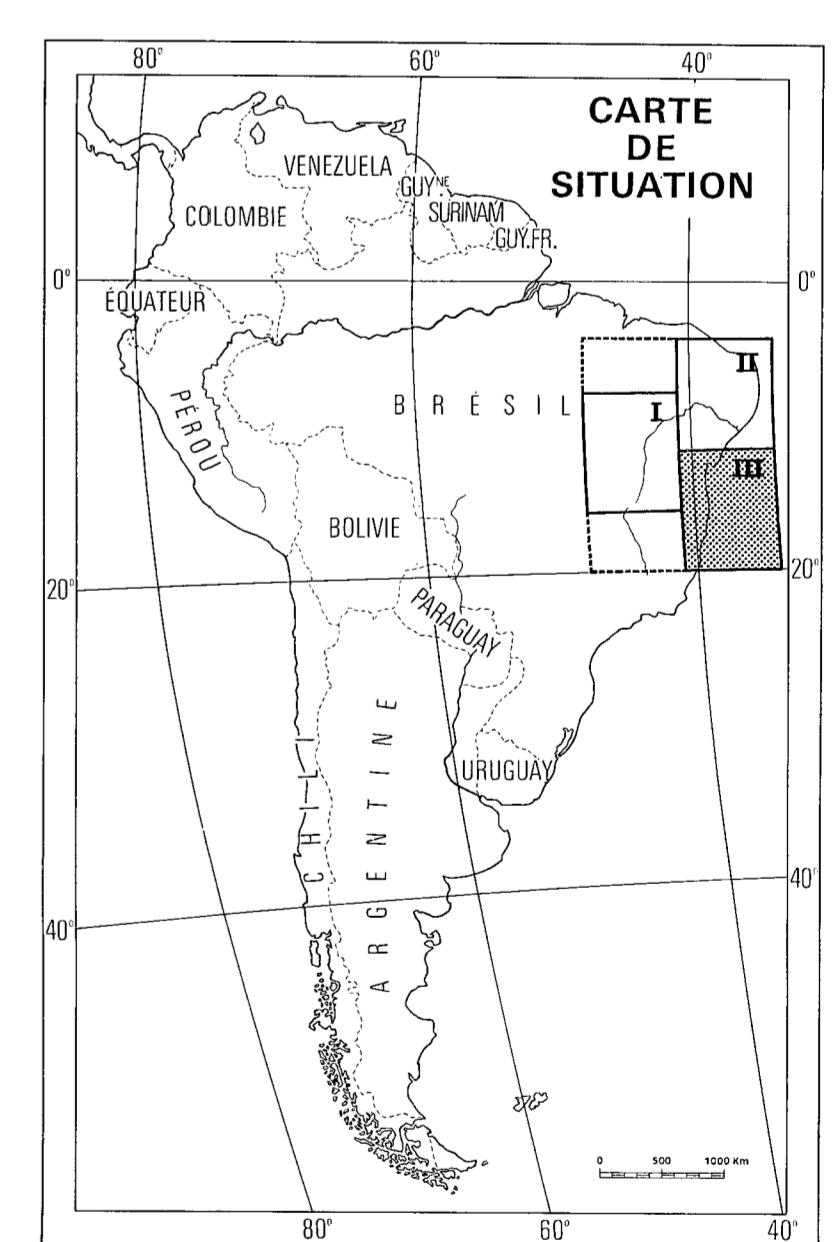
PETROBRAS, CPRM (BRASIL)

**DADOS TÉCNICOS  
DONNÉES TECHNIQUES**

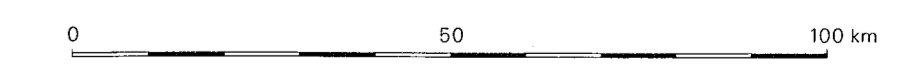
- a - Gravímetros *Gravimètres*  
Worden
- b - Redução das medidas *Réduction des mesures*  
Cálculo dos valores de gravidade no sistema POTSDAM 1930  
Calcul des valeurs de la pesanteur à partir des valeurs théoriques  
définies dans le système POTSDAM 1930
- c - Meridiano central -41° *Méridien central -41°*
- d - Projeção U.T.M. Elipsóide Internacional de HAYFORD 1909  
*Projection U.T.M. Ellipsoïde International de HAYFORD 1909*

**LEGENDA  
LÉGENDE**

- + Estação Gravimétrica  
*Station de mesure*
- 10 Valor da anomalia em miligal  
*Valeur de l'anomalie en milligal*



ESCALA 1 : 1 000 000  
ECHELLE



ISSN : 0767-8665  
ISBN : 2-7099-0855-7  
Editions de l'ORSTOM  
70, route d'Aulnay F-93140 BONDY

© ORSTOM 1986