

Contribution à la géologie de la Suisse

GÉOPHYSIQUE

N. 43

Publié avec la Commission
Suisse de Géophysique

L'ATLAS GRAVIMÉTRIQUE DE LA SUISSE

*ou les 22 cartes des **Anomalies de Bouguer** de la Suisse au 1/100'000,
calculées avec : ellipsoïde de 1967, masse volumique de 2'670 kg/m³ et
corrections topographiques jusqu'à 166.6 km.*

Raymond **OLIVIER**, Bertrand **DUMONT**
et Emile **KLINGELÉ**

ISSN 0253-1186

Avec la collaboration de :
Philippe **LOGEAN**, Philippe **ROSSET** et Francis **PERRET**
Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne

2010

Adresse des auteurs :

Raymond OLIVIER
Bertrand DUMONT

Institut de Géophysique
Bâtiment Collège Propédeutique
Université de Lausanne
1015 Lausanne

Emile KLINGELE

Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
ETH-Hönggerberg
8093 Zürich

Commande des cartes de l'Atlas :

Les 22 cartes au 1/100'000 des Anomalies de Bouguer de la Suisse peuvent être commandées, sous forme papier, à l'Office Fédéral de Topographie : Seftigenstrasse 264. Case postale 3084 Wabern, Suisse ou sur le Net à l'adresse suivante :

<http://www.toposhop.admin.ch/fr/shop/products/maps/geology/gravi>

Préface de l'éditeur

La présente publication intitulée "Atlas Gravimétrique de la Suisse ou 22 cartes au 1/100'000 des Anomalies de Bouguer" est la 43^{ème} publication de la série Géophysique des Matériaux pour la Géologie de la Suisse, et représente l'un des plus importants projets géophysiques que notre Commission ait publiée. En effet, elle reflète l'accomplissement de plus de 15 ans de travail et d'efforts de la part de nombreux collaborateurs et étudiants des instituts de Géophysique de l'Université de Lausanne et de l'Ecole Polytechnique de Zürich. L'on y trouve un ensemble de 22 cartes à l'échelle du 1/100'000 des Anomalies de Bouguer donnant une vue saisissante des détails des variations de la pesanteur sur tout le territoire de la Suisse. Les auteurs se sont attachés à présenter une notice explicative aussi claire et lisible que possible et ils ont pleinement réussi dans leur tâche. Ils ont décrit le processus du traitement des différentes cartes des Anomalies de Bouguer tout en soulignant que le but de ces documents de base est de servir de point de départ aux interprétations locales ou personnalisées de la part des futurs lecteurs selon la spécificité de leur domaine d'application. L'impression des 22 cartes a été réalisée par l'Office Fédéral de la Topographie en 4 éditions, respectivement en 1994, 1998, 2000 et 2002.

La Commission Suisse de Géophysique remercie très vivement Messieurs R. Olivier, B. Dumont et E. Klingelé pour cette contribution exemplaire et de grande valeur scientifique pour la recherche géophysique en Suisse.

Zürich, mai 2010

Au nom de la Commission Suisse de
Géophysique

Professeur **Edouard KISSLING**

Table des Matières

Préface de l'éditeur	page 3
Tables des Matières	page 4
Résumé	page 5
Zusammenfassung	page 5-6
Summary	page 6-7
Remerciements	page 7-8
Liste des Abréviations	page 9
Liste des Figures	page 9-10
Liste des Tables	page 10
Liste des Annexes	page 11
Listes des Cartes Gravimétriques de Suisse	page 11-13
1. Historique des cartes et atlas gravimétriques de Suisse	page 14
2. Edition de l'Atlas Gravimétrique de la Suisse au 1/100.000	page 15-18
2.1 Première publication des cartes de l'Atlas (édition 1994)	
2.2 Editions successives de l'Atlas gravimétrique	
2.3 Découpage et caractéristiques générales de l'Atlas	
3. Bases gravimétriques utilisées	page 19-20
3.1 Réseaux des bases gravimétriques suisses	
3.2 Liste des bases gravimétriques utilisées	
4. Source des données gravimétriques utilisées	page 20-22
4.1 Diverses sources suisses	
5. Mise en œuvre sur le terrain	page 23-27
5.1 Acquisition des données sur le terrain	
5.2 Elaboration de l'Anomalie de Bouguer	
5.3 Validation de l'acquisition	
6. Rappels théoriques	page 27-29
6.1 Le g mesuré	
6.2 Le g modèle	
7. Correction topographique.....	page 29-35
7.1 Choix des zones	
7.2 Digitalisation ou numérisation du relief	
8. Base générale de données gravimétriques GRAVI-CH	page 35-37
8.1 Précision de l'Anomalie de Bouguer	
8.2 Base de données GRAVI-CH et cartographie de la zone de travail	
8.3 Contenu de la base de données GRAVI-CH	
9. Calcul des grilles numériques, cartographie et création de la base de données GRAVI-ATLAS	page 37-42
9.1 Choix de caractéristiques de la cartographie et sélection des données	
9.2 Calcul des grilles numériques des cartes et validation	
9.3 Mise en forme des cartes pour l'éditeur (OFT)	
9.4 Enregistrement définitif de la base de données GRAVI-ATLAS	
9.5 Mise des données gravimétriques GRAVI-ATLAS sur le CD de la Commission Suisse de Géophysique	
9.6 Introduction à la lecture des cartes	
10. Conclusion	page 43
11. Bibliographie	page 44-47
11.1 Références bibliographiques	
11.2 Bibliographie des travaux gravimétriques	
11.3 Bibliographie des cartes de l'Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse	
11.4 Bibliographie des cartes de gravimétriques en Suisse:	
12. Publications de la Commission Suisse de Géophysique	page 48-49
13. Annexes 1 à 8	page 50-62

Résumé

L'Atlas gravimétrique de la Suisse couvre tout le territoire suisse selon le découpage des cartes topographiques nationales au 1/100'000. Certaines parties limitrophes situées à l'extérieur de la Suisse ont été reprises du Bureau Gravimétrique International (BGI) ou ont été levées par nous-mêmes. Globalement, il s'agit de 22 cartes des Anomalies de Bouguer calculées avec l'ellipsoïde de 1967, avec une masse volumique de 2670 kg/m^3 , et corrigées du relief jusqu'à une distance de 167 km autour de chaque station. Ces cartes ont été élaborées à partir de 29'900 stations de mesures sélectionnées à partir de notre base de données gravimétriques GRAVI-CH sur un territoire d'environ $56'000 \text{ km}^2$, ce qui représente une densité moyenne d'implantation de 0.5 stations par km^2 . Ce sont quelque 85 campagnes gravimétriques qui se sont succédé de 1986 à 2000.

Afin d'obtenir une distribution homogène sur l'ensemble du territoire nous avons dû opérer une sélection des stations sur la région du Plateau suisse suivant un maillage de 500 m. Les données antérieures à 1987 proviennent essentiellement des deux instituts de Géophysique de Lausanne et Zürich (IG-EPFZ), depuis cette date elles ont été acquises essentiellement par l'institut de Géophysique de l'Université de Lausanne (IG-UNIL) dans le cadre d'un mandat de recherche de la Commission Suisse de Géophysique (SGPK) sous les présidences successives des Professeurs Mueller et Klingelé. Les levés gravimétriques ont été effectués à l'aide de gravimètres L&R, type G, et rattachés aux divers réseaux gravimétriques normalisés de Suisse. Le réseau suisse des points de triangulation a servi, dans la majorité des cas, au positionnement et au repère altimétrique aux levés gravimétriques de l'Atlas. A partir de 1995, le positionnement de précision par satellites (DGPS, LEICA™) a été utilisé, en particulier dans les régions peu accessibles des Alpes. Les levés de ces zones alpines ont été complétés par l'utilisation d'hélicoptères privés et militaires afin d'obtenir une meilleure homogénéité des levés.

La cartographie des cartes a été réalisée à l'aide du logiciel SURFER à partir d'une grille numérique interpolée, calculée par la méthode du minimum de courbure, selon un maillage carré de 200 m, sur la base des points de mesure. Enfin, ces cartes brutes ont été reprises graphiquement par ILLUSTRATOR afin de les superposer sur les fonds topographiques des cartes nationales suisses au 1/100'000. Finalement, c'est l'Office Fédéral de la Topographie (OFT) qui a réalisé l'impression des 22 cartes de l'Atlas sur le fond topographique des cartes nationales au 1/100'000 en 4 éditions ; 1994, 1998, 2000 et 2002.

En conclusion, nous avons donné quelques pistes à la lecture des cartes des Anomalies de Bouguer en ce qui concerne les anomalies gravifiques les plus marquantes dans le but que ces cartes puissent servir de base à des interprétations personnalisées de la part des futurs lecteurs selon la spécificité de leur domaine d'application. Le financement a été supporté par ASNV et la publication est sous forme PDF sur le site de la Commission Suisse de Géophysique : www.sgpk.ethz.ch

Zusammenfassung

Der gravimetrische Atlas der Schweiz bedeckt das ganze Gebiet der Schweiz entsprechend der Gliederung der nationalen topographischen Karten 1/100'000. Die Daten für bestimmte angrenzende Gebiete ausserhalb der Schweiz kommen vom internationalen gravimetrischen Büro oder sind von uns erhoben worden. Beim gravimetrischen Atlas handelt es sich insgesamt um 22 Karten der Anomalien von Bouguer, die mit dem Ellipsoid von 1967, mit einer Dichte von 2670 Kg/m^3 und unter Berücksichtigung der Topographie bis zu einer Distanz von 167 km um jede Station berechnet wurden. Die Karten basieren auf 29'900 über eine Fläche von ungefähr $56'000 \text{ km}^2$ verteilte Messstationen, was einer durchschnittlichen Dichte von 0.5 Stationen pro km^2 entspricht.

Um eine einheitliche Stationsdichte über das gesamte Territorium zu erhalten, wurde in gewissen Gebieten eine Auswahl der Stationen derart getroffen, dass ein minimaler

Stationsabstand von 500 m besteht. Die Daten von vor 1987 stammen hauptsächlich aus den zwei Instituten für Geophysik der ETH Zürich und der Uni Lausanne. Die Mehrzahl der Daten wurden in 85 gravimetrischen Feld-Kampagnen in den Jahren 1987 bis 2000 hauptsächlich durch das Institut für Geophysik der Universität Lausanne im Rahmen eines Forschungsmandats der geophysikalischen Kommission der Schweiz unter dem aufeinanderfolgenden Vorsitz der Professoren Müller und Klingelé erhoben. Die gravimetrischen Aufnahmen wurden mit LACOSTE&ROMBERG™ Gravimeter, Typ G, durchgeführt und basieren auf dem gravimetrischen Basis-Netz der Schweiz. Die Lokalisierung und Höhenbestimmung für die Mehrzahl der gravimetrischen Stationen basiert auf den Netzknoten der schweizerischen trigonometrischen Vermessung der Landestopographie. Ab 1995 wurde vor allem für Alpengebiete die Satellitenlokalisierung durch das differenzielle GPS-System verwendet. Um eine homogenere Stationsverteilung zu erreichen, sind in den unzugänglichen Alpengebieten zivile und militärische Helikopter zum Einsatz gekommen.

Die Kartographie der Karten ist mittels der SURFER™ Software ausgehend von einem interpolierten Gitter verwirklicht worden, das durch die Mindestwertmethode der Biegung nach einer viereckigen Maschenöffnung von 200 m auf Grund der Massnahmepunkte berechnet wurde. Die Schwerekarten auf der Basis der topographischen Landeskarten 1/100'000 sind mit ILLUSTRATOR™ graphisch bearbeitet worden. Der Druck der 22 Karten des gravimetrischen Atlas erfolgte auf dem Hintergrund der topographischen Karten 1/100'000 in 4 Ausgaben (1994, 1998, 2000 und 2002) durch das Bundesamt für Landestopografie (swisstopo).

Summary

The Gravimetric Atlas of Switzerland covers the entire area of Switzerland according to the subdivision of the National Topographic Maps at 1/100,000 scale. Certain bordering parts located outside of Switzerland were taken from the International Gravimetric Office (BGI) or were acquired ourselves. It comprises 22 map sheets of the Bouguer anomalies calculated with the ellipsoid of 1967, a density of $2,670 \text{ kg/m}^3$ and corrected relief to a distance of 167 km around each station. These maps are based on 29,900 measurement sites selected from our data base GRAVI-CH and distributed over an area of approximately $56,000 \text{ km}^2$. This coverage has an average density of 0.5 stations per km^2 and represents some 85 successive gravimetric campaigns between 1987 and 2000.

In order to obtain a homogeneous distribution over the whole area, a selection of the stations in the region of the Swiss Plateau had to follow a grid-spacing of 500 m. The data prior to 1987 come primarily from the two Institutes of Geophysics in Zürich (IG-ETHZ) and Lausanne (IG-UNIL). Afterwards they were acquired primarily by the Institute of Geophysics at the University of Lausanne within the framework of a research mandate of the Swiss Geophysical Commission (SGPK) and under the successive presidencies of Professors Mueller and Klingelé. The gravimetric surveys were carried out using L&R, type G gravimeters and were coupled with the various standardized gravimetric networks of Switzerland. In most cases the Swiss network of triangulation points was useful in positioning and altimetric referencing of the gravimetric surveys. Since 1995 accurate satellite positioning by DGPS was successfully conducted, in particular in alpine areas with difficult accessibility. In order to obtain a better homogeneity, the surveys in the alpine zones were supplemented by the use of private and military helicopters.

The cartography of the maps was carried out using the software SURFER and started from an interpolated grid, which was calculated by the minimum curvature method according to a 200-m grid-spacing based upon the measurement points. The resulting maps were redrawn with ILLUSTRATOR in order to be properly superposed on the National

Topographic Maps at 1/100'000 scale. The Federal Office of Topography printed all the Atlas sheets in four editions: 1994, 1998, 2000 and 2002.

Finally, we provide text to orient the readers to the most pronounced Bouguer anomalies and thus establish a basis for interpretation that can then be personalized according to the field of application. The financing was supported by ASNV and the PDF-article is available at the following address: www.sgpk.ethz.ch

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier très chaleureusement Monsieur Bertrand DUMONT, notre opérateur principal et gravimétricien chevronné, pour la qualité de son travail, sa compétence, sa disponibilité et sa gentillesse tout au long de ces nombreuses années de collaboration tant sur le terrain qu'à l'institut de géophysique de Lausanne dans la préparation des campagnes, l'élaboration des résultats et finalement leur cartographie. Sans oublier Monsieur Philippe ROSSET, comme second opérateur, Madame Siau DUMONT et Monsieur Giang GONG, en qualité d'aides opérateurs. Un grand merci pour le dévouement et la compétence avec lesquels ils se sont consacrés avec zèle à ce travail de longue durée.

Nous tenons à remercier chaleureusement le professeur Eduard KISSLING, président actuel de la SGPK et à titre posthume le professeur Stefan MUELLER, ancien président, ainsi qu'à tous les membres de la Commission pour nous avoir soutenus dans cette très longue campagne gravimétrique qui s'est portée sur 15 années de 1987 à 2001 et finalement de nous avoir fait confiance pour mener à chef une telle entreprise.

Nos remerciements vont à MM Eduard KISSLING et Jean-Jacques WAGNER pour avoir réalisé une révision consciencieuse du texte; à Maren SCHEIDHAUER et à Milan BERES pour avoir très aimablement traduit les résumés respectivement en allemand et en anglais. Nous remercions tout particulièrement l'Office Fédéral de Topographie (OFT) à Berne pour l'utilisation des cartes nationales au 1/100'000 comme fond topographique des cartes de l'Atlas et pour nous avoir autorisés à utiliser leur modèle numérique d'altitude (MNT50 et 25) pour le calcul des corrections topographiques et enfin, d'avoir pris en charge l'impression des cartes avec tout le soin et la qualité dont cet Office sait faire preuve, ainsi nos remerciements vont-ils spécialement à ses directeurs Messieurs JEANRICHARD et GÜBLER ainsi que Messieurs ROGGLI, TSCHANZ et CASTY.

Nous remercions spécialement l'Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne et tout spécialement son ancien directeur le professeur Camille MEYER de STADELHOFEN pour avoir stimulé dès 1967 l'application de la méthode gravimétrique dans les Sciences de la Terre et trouvé le financement à de nombreuses campagnes gravimétriques dans le cadre des recherches de l'institut. Ces études ont permis de mettre au point les nombreuses améliorations techniques d'acquisition tant du point de vue gravimétrique et topographique que du traitement informatique. C'est également sous son impulsion que le projet d'un tel Atlas gravimétrique a vu le jour au sein de la SGPK en 1975 déjà et qui s'est concrétisé d'une part par la nouvelle carte gravimétrique de la Suisse (1980) et d'autre part par l'Atlas gravimétrique de la partie ouest du Plateau suisse en 1983.

Nous voulons également rendre hommage au Fonds National qui a financé quelque 892 stations gravimétriques dans le cadre de la requête n° FN 916-0.85.20 du PNR20 (Olivier, 1987). Ce sont 9 études gravimétriques principalement situées dans les Alpes bernoises et valaisannes.

Un grand merci à tous les opérateurs et aides de terrain qui se sont succédé dans le cadre de thèses de doctorat, de diplômes, de travaux de recherche des instituts IG-UNIL et IG-EPFZ, ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué directement aux campagnes gravimétriques de cet Atlas Gravimétrique de la Suisse au 1/100'000. C'est avec un grand plaisir que nous

saisissons cette occasion pour remercier chaleureusement environ 117 collaborateurs qui par leur travail de précision ont contribué à l'édification de cet Atlas (Annexe 3).

Un vif remerciement tout spécial s'adresse à Philippe LOGEAN, notre concepteur informatique à IG-UNIL, avec qui nous avons développé le processus de traitement informatique des données gravimétriques de cet Atlas ainsi qu'à Francis PERRET, notre dessinateur à IG-UNIL, pour le soin apporté à la réalisation définitive des cartes en DAO sous ILLUSTRATOR en vue de leur impression par l'OFT.

Les professeurs **Raymond OLIVIER** et **Emile KLINGELE**

Liste des Abréviations

ASSN	Académie Suisse des Sciences Naturelles
BGI	Bureau Gravimétrique International, Toulouse, France
CGS	Commission Géophysique Suisse
DAO	Dessin Assisté par Ordinateur
DGPS	Differential Global Positioning System
EKN76	Réseau gravimétrique suisse de contrôle, 1976
EXCEL™	Tableur numérique de Microsoft, USA
GPS	Global Positioning System
HP	Hewlett-Packard, a computer company, USA
IG-EPFZ	Institut de Géophysique de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich
IG-UNIGE	Institut de Géophysique de l'Université de Genève
IG-UNIL	Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne
ILLUSTRATOR™	Programme de cartographie de la compagnie Adobe, USA
IUGG	International Union of Geodesy and Geophysics, Karlsruhe, Allemagne
L&R	Lacoste & Romberg, a gravimeter company by SCINTREX, Canada
LEICA™	Leica Geosystem, une compagnie de géomatique et de mensuration
MNA	Modèle Numérique d'Altitude
MNT50 / MNT25	Modèle Numérique de Terrain de maille 50m ou 25m de l'OFT
OFT	Office Fédéral de Topographie, Wabern
PFDS	Points fixes de la mensuration nationale et officielle (OFT)
PNR20	Programme National de la Recherche scientifique suisse, n° 20
REUN	Réseau Européen Unifié de Nivellement
SEAG	Aktiengesellschaft für schweizerisches Erdöl
SG95	Das neue Schweregrundnetz des Schweiz, 1995
SGPK	Schweizerische Geophysikalische Kommission
SKN	Réseau fondamental des bases gravimétriques, 1953/54
SNG	Réseau de contrôle de la Commission Géodésique suisse, 1968/69
SURFER™	Programme de cartographie de la compagnie Golden Software, USA
VENUS	Programme du calcul de la correction topographique, IG-UNIL

Liste des Figures

- Figure 1 : Schéma des cartes de l'Atlas avec leurs dates d'édition ainsi que leurs numéros de référence aux cartes nationales au 1/100'000.
- Figure 2 : Schéma géographique du positionnement des bases gravimétriques utilisées dans l'Atlas selon les 4 classes : A) le réseau SG95 (101 à 102), B) le réseau REUN 1959 (201 à 244), C) le réseau intermédiaire CG-Fischer (301 – 317) et D) les bases locales UNIL-IG (401 à 430).
- Figure 3 : Distribution des stations gravimétriques de l'ATLAS. Le découpage est celui des cartes topographiques suisses au 1/100'000.
- Figure 4 : Histogramme des écarts du g mesuré des différentes campagnes gravimétriques : Nombre des écarts indépendants : 354 ; nb. total des stations mesurées pour ce

test : 9'312 ; % du contrôle indépendant : 3.8% ; déviation standard des écarts : 0.065 mGals (report dans l'Annexe 6).

- Figure 5 : Schéma des 4 zones concentriques disposées autour de la station pour le calcul de la correction topographique à l'aide de modèles numériques d'altitude : La Zone **A** de 0m à 20 m est évaluée sur le terrain ; la Zone **B** de 20 m à 2'500 m est couverte par les MNT50 d'IGL et MNT25 de l'OFT ; la Zone **C** de 2.5 km à 21 km et la Zone **D** de 21 km à 167 km sont couvertes par des MNA d'altitude moyenne de l'IGL, respectivement MODELES A et B de l'IGL.
- Figure 6 : Schéma de la Zone A de 0 à 20 m, dite de terrain, elle est découpée en 8 secteurs répartis en 2 couronnes, les 8 Δh sont relevés visuellement sur le terrain lors de la mesure gravifique.
- Figure 7 : Situation des zones de digitalisation (46'549 km²) d'après les cartes topographiques au 1/10'000 (grisé foncé) et 1/25'000 (grisé clair) à l'aide d'un maillage de 50 m. Digitalisation exécutée de 1967 à 1991 par l'IG-UNIL et l'IG-EPFZ.
- Figure 8 : Situation des 253 cartes au 1/25'000 digitalisées disponibles dans le DHM50 de l'OFT (53'130 km²), zone numérisée selon une maille de 50 m à partir des cartes topographiques nationales au 1/10'000 et/ou 1/25'000 (version 1993) et complétée des altitudes bathymétriques.
- Figure 9 : La zone C s'étend de 2.5 km à 21km, 194 modèles d'altitude moyenne de 15' x 15', chacun divisé en coupures de 15 x 15 compartiments de 1' x 1', soit environ 1.3 km x 1.8 km. Chaque coupure porte un numéro d'identification. L'altitude moyenne de chaque compartiment est calculée à partir de 13 altitudes digitalisées des cartes topographiques au 1/25'000 ou au 1/50'000. Le calcul de la correction topographique est réalisé à l'aide de la Ligne de Masse (Plouff, 1966).
- Figure 10 : La zone D s'étend de 21 km à 167 km, 20 modèles d'altitude moyenne de 2° x 1°, chacun divisé en coupures de 40 x 20 compartiments de 3' x 3', soit environ 3.8 km x 5.5 km, l'altitude moyenne de chaque compartiment est calculée à partir de 13 altitudes digitalisées de cartes topographique au 1/50'000 ou au 1/100'000, le calcul de la correction topographique est réalisée à l'aide de la Ligne de Masse (Plouff, 1966).

Listes des Tables

- Table 1 : Les différentes éditions avec la liste des cartes (nom et numéro) par carte au 1/100'000.
- Table 2 : Statistique des stations de mesure gravimétrique, donnée par carte de l'Atlas sur les fichiers GRAVI-ATLAS et GRAVI-CH.
- Table 3 : Récapitulation par année de l'acquisition gravimétrique entre 1986 et 2000, soit 9'312 stations mesurées. En moyenne sur 15 ans, avec une équipe opérationnelle de deux personnes, une durée annuelle de terrain répartie sur 15 semaines, soit près de 4 mois avec une cadence de 13.2 stations par jour, pour un déplacement de 15 km par station, compté sur des périodes d'acquisition de 5 jours à partir de Lausanne.
- Table 4 : Références des formules de la correction topographique employées pour les zones A, B, C et D.

Listes des Annexes

- Annexe 1 : Exemple du contenu de la base de données GRAVI-CH.
- Annexe 2 : Liste des bases gravimétriques utilisées réparties selon 4 classes : A) le réseau SG95 (2 bases), B) le réseau REUN 1959 (44 bases), C) le réseau intermédiaire CG-Fischer (16 bases) et D) les bases locales UNIL-IG (30 bases)
- Annexe 3 : Liste des opérateurs et aides qui se sont succédé dans le cadre du présent ATLAS au cours de 220 campagnes gravimétriques des Instituts de Géophysique de Lausanne (UNIL), de Genève (UNIGE) et de Zürich (EPFZ)
- Annexe 4 : Exemple du formulaire électronique DATA de la feuille d'acquisition des données gravimétriques et topographiques lors du cycle de mesure sur le terrain. L'acquisition de ces données est réalisée sur un formulaire papier ou directement sur un tableur électronique DATA (EXCEL).
- Annexe 5 : Evaluation de l'erreur de la correction topographique des zones A, B, C et D soit de 0 à 167 km.
- Annexe 6 : Calcul de la précision de l'Anomalie de Bouguer de l'ATLAS
- Annexe 7 : Liste de toutes les études gravimétriques avec le nom des études, les dates et le nom de tous les opérateurs qui ont œuvré dans l'acquisition des données gravimétriques lors des 85 campagnes gravimétriques financées par la Commission Suisse de Géophysique entre 1987 et 2000.
- Annexe 8 : Liste récapitulative des 220 campagnes gravimétriques considérées dans la base de données GRAVI-ATLAS, exécutées par les instituts de géophysiques de Lausanne (UNIL), de Genève (UNIGE) et Zürich (EPFZ) qui se sont succédé entre 1954 et 2000, avec les noms des opérateurs. Cette liste de noms n'est pas exhaustive.

Listes des cartes gravimétriques de la Suisse

A) Cartes de l'Atlas gravimétrique suisse au 1/100'000

Auteurs: Réalisation par l'Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne (IG) pour la Commission Suisse de Géophysique ; Rédaction : **R. Olivier, B. Dumont et E. Klingelé**
 Editeur : Office Fédéral de Topographie

<i>Noms, numéros et dates d'éditions des cartes</i>	<i>Participants</i>
1. Basel, n° 26, édition 1994 :	DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., RISNES, K., & PERRET, F.,
2. Bözberg, n° 27, édition 1994 :	DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., RISNES, K., & PERRET, F.,
3. Besançon, n° 30, édition 1994 :	DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., RISNES, K., & PERRET, F.,
4. Biel/Bienne, n° 31, édition 1994 :	DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., RISNES, K., & PERRET, F.,
5. Vallorbe, n° 35, édition 1994 :	DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., RISNES, K. & PERRET, F.,
6. Saane/Sarine, n° 36, édition 1994 :	DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., RISNES, K. & PERRET, F.,
7. Le Léman, n° 40, édition 1994 :	DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., RISNES, K. & PERRET, F.,

8. **Bodensee/Lindau, n° 28/28bis**, édition 1998 : DUMONT, B., GRABER-BRUNNER, V., HEIM, C., KISSLING, E., KLINGELE, E., LEUTHOLD, A., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & SCHWENDENER, H.,
9. **Beromünster, n° 32**, édition 1998 : DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & RISNES, K.
10. **Toggenburg, n° 33**, édition 1998 : DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., PERRET, F., & ROSSET, PH.
11. **Brünigpass, n° 37**, édition 1998 : DUMONT, B., BARRIOS, L., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & ROSSET, PH.
12. **Panixerpass, n° 38**, édition 2000 : DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & ROSSET, PH.
13. **Col du Pillon, n° 41**, édition 2000 : DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., RISNES, K. & ROSSET, PH.
14. **Vorarlberg, n° 34**, édition 2002 : DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & ROSSET, PH.
15. **Flüelapass, n° 39**, édition 2002 : DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & ROSSET, PH.
16. **Oberwallis, n° 42**, édition 2002 : DUMONT, B., BARRIOS, L., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & ROSSET, PH.
17. **Sopra Ceneri, n° 43**, édition 2002 : DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & ROSSET, PH.
18. **Passo del Maloja, n° 44**, édition 2002 : DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & ROSSET, PH.
19. **Haute Savoie, n° 45**, édition 2002 : DUMONT, B., BARRIOS, L., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., & PERRET, F.,
20. **Val de Bagnes, n° 46**, édition 2002 : DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F. & ROSSET, PH.
21. **Monte Rosa, n° 47**, édition 2002 : DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F. & ROSSET, PH.
22. **Sotto Ceneri, n° 48**, édition 2002 : DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F. & ROSSET, PH.,

Ces cartes peuvent être commandées, sous forme papier, à l'Office Fédéral de Topographie : Seftigenstrasse 264. Case postale 3084 Wabern, Suisse ou sur le Net à l'adresse suivante :

<http://www.toposhop.admin.ch/fr/shop/products/maps/geology/gravi>

B) Carte gravimétrique de la Suisse au 1/500'000

Carte gravimétrique de la Suisse 1:500 000 - Anomalies de Bouguer Edition 2008

Auteurs: Réalisation par l'Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne (IG)
pour la Commission Suisse de Géophysique
Rédaction : **R. Olivier, B. Dumont et E. Klingelé**

Cette carte peut être commandée, sous forme papier ou de CD-ROM, à l'Office Fédéral de Topographie : Seftigenstrasse 264. Case postale 3084 Wabern, Suisse ou sur le Net à l'adresse suivante :

<http://www.toposhop.admin.ch/fr/shop/products/maps/geology/grav500>

Cette nouvelle carte remplace la première carte éditée en 1980 : KLINGELE, E. & OLIVIER, R., 1980: La nouvelle carte gravimétrique de la Suisse, (Anomalies de Bouguer), Matér. Géol. Suisse, Sér. Géophys., n° 20, 96 p.

C) Atlas gravimétrique au 1/50'000

L'Atlas Gravimétrique du Plateau suisse, partie Ouest – Edition 1983
14 cartes des Anomalies de Bouguer, anomalies régionales et résiduelles

Auteurs: Réalisation par l'Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne (IG)
Rédaction : **R. Olivier**
Publication : Bull. Inst. Géophys. Univ. Lausanne, n° 5, 49 p., format A3.

Cet Atlas A3 peut être obtenu à l'institut de Géophysique de l'Université de Lausanne, bâtiment Amphipôle, 1015 Lausanne.

1. Historique des cartes et atlas gravimétriques suisses

La première carte des anomalies de la pesanteur de la Suisse a été exécutée par Th. NIETHAMMER (1921) sous l'égide de la Commission Géodésique Suisse (CGS) à partir de 321 mesures absolues de la pesanteur, exécutée au moyen d'une pendule réversible Sterneck entre les années 1900 et 1918. En 1954, P. GRETENER, publia en Suisse, le premier article d'interprétation géologique d'une région située au nord-ouest de Zürich, réalisé à partir d'un levé gravimétrique avec un gravimètre Worden. La même année une interprétation de même type fut présentée à Genève sur une partie du canton de Genève par le professeur E. POLDINI (Poldini, 1963) à l'aide d'un gravimètre North-American.

C'est avec la publication des anomalies gravifiques de ces deux régions de Suisse respectivement dans le canton de Zürich en 1962 par F. GASSMANN (ETHZ) et du Canton de Genève en 1963 par E. POLDINI (UNIGE) que la Commission Suisse de Géophysique (SGPK) présenta pour la première fois des cartes des anomalies de Bouguer et des cartes résiduelles associées, dans le cadre d'une interprétation hydrogéologique. En effet, les Professeurs F. GASSMANN et E. POLDINI donnent une description des différents axes gravifiques en relation avec des sillons quaternaires ou des remontées anticlinales du substratum calcaire (Gassmann, 1962 ; Poldini, 1963). Ces publications reflètent les résultats de plus de 1'200 stations de mesure effectuées par les deux groupes avec des gravimètres Worden et North-American.

La SGPK finança durant la fin des années septante un levé gravimétrique sur toute la Suisse conduit par E. KLINGELE (ETHZ) et R. OLIVIER (UNIL) en vue d'éditer la Nouvelle carte gravimétrique de la Suisse. Cette dernière parut en 1980 sous la forme d'une carte au 1/500'000 (Klingelé & Olivier, 1980). La nouvelle carte gravimétrique de la Suisse fut le résultat d'un levé de plus de 2'000 stations gravimétriques réparties sur l'ensemble du territoire suisse.

Entre 1962 et 1980, un grand nombre de thèses et de travaux en gravimétrie ont vu le jour aussi bien à l'ETHZ que dans les Universités romandes de Genève et Lausanne mais ce n'est qu'en 1983 que parut en Suisse le premier Atlas gravimétrique proprement dit sous l'impulsion du professeur Camille MEYER DE STADELHOFEN de l'Université de Lausanne. En effet, il s'agit de l'Atlas gravimétrique du Plateau Suisse, partie Ouest publié par IG-UNIL (Olivier, 1983). Cet Atlas présente les cartes des Anomalies de Bouguer et d'une anomalie régionale ainsi que les cartes résiduelles associées sous la forme de 28 feuilles, au format A3, au 1/100'000 sur la partie ouest du Plateau Suisse entre Genève et Soleure.

Au milieu des années quatre-vingt, la SGPK, sous la présidence du professeur Stephan MUELLER (ETHZ) mit les moyens logistiques à disposition de IG-UNIL pour mener à chef l'acquisition des données gravimétriques et la cartographie d'un Atlas gravimétrique couvrant toute la Suisse. Dès 1987, ce sont 85 campagnes gravimétriques qui se sont succédé jusqu'à l'automne 2000 (Annexe 7).

Finalement, son successeur (E. KLINGELE) à la présidence de la SGPK permit, dès 1993, de terminer le financement des campagnes de terrain jusqu'en été 2001 et de publier les 22 cartes de l'Atlas au 1/100'000 en quatre éditions : 1994, 1998, 2000 et 2002.

De nombreuses autres études gravimétriques exécutées dans le cadre de diplômes et de thèses de doctorat sont venues compléter la base de données gravimétrique de la Suisse de 1980 à 2001. L'Annexe 8 donne la récapitulation des 220 études sélectionnées pour l'Atlas avec le nom de tous les opérateurs de 1954 à 2001, c'est la base de données GRAVI-CH qui rassemble toutes les mesures gravimétriques de Suisse, réalisée en 262 études gravimétriques et l'Annexe 1 donne un aperçu du contenu de cette base de données GRAVI-CH.

La dernière réalisation de cartographie gravimétrique fut d'établir une nouvelle carte gravimétrique de la Suisse à l'échelle du 1/500'000 afin de remplacer l'édition de 1980. Cette nouvelle carte élaborée par l'IG-UNIL en 2003 a finalement été éditée par l'OFT en 2008 (Olivier & Klingelé, 2008). Elle a été élaborée sur la base des 22 cartes normalisées du présent Atlas.

2. Edition de l'Atlas Gravimétrique de la Suisse au 1/100'000

Alors que la réalisation de l'Atlas a été exécutée par l'IG-UNIL, du traitement des données gravimétriques et topographiques jusqu'à la cartographie des cartes définitives en DAO, l'édition a été réalisée par l'OFT à Wabern.

Les cartes de base de l'Atlas sont constituées essentiellement de courbes de niveau et des points des stations de mesures, elles ont été élaborées à l'aide du logiciel SURFER (voir § 9 sur la cartographie des cartes) mais elles ont dû toutes être reprises par le logiciel ILLUSTRATOR afin de mieux insérer les courbes de niveaux sur le fond topographique des cartes nationales au 1/100'000. En effet, les valeurs des courbes maîtresses ont dû toutes être placées en fonction de la lisibilité du fond topographique, corrigées des aberrations esthétiques de traçage et complétées par quelques symboles conventionnels de cartographie.

C'est cette dernière version graphique qui a été communiquée à l'OFT pour l'édition. Nous avons voulu que chaque carte ait une impression au recto avec l'emplacement de toutes les stations de mesure. Ainsi, lors de la lecture de la carte, la position de ces stations se voit par transparence, ce qui donne au lecteur un renseignement important sur la validité du traçage des isolignes par rapport à la densité d'implantation des stations de mesure.

C'est également l'OFT qui est chargée de la commercialisation des 22 cartes de l'Atlas gravimétrique de la Suisse au 1/100'000, comme de la nouvelle édition de la carte gravimétrique de la Suisse au 1/500'000 issue de l'Atlas (Olivier & Klingelé, 2008).

2.1 Première publication des cartes de l'Atlas (édition 1994)

Au cours de l'élaboration de la première édition (1994) une erreur s'est malheureusement glissée dans un algorithme de calcul. En effet, nous avons remarqué après la cartographie de l'édition de 1998 que les nouvelles cartes présentaient une discontinuité dans les valeurs de l'Anomalie de Bouguer aux limites des cartes quand celles-ci se trouvaient sur un relief topographique important. La cause de ce saut provenait d'une erreur d'écriture d'une formule de transformation géographique où un logarithme népérien avait été transcrit en base 10.

Ainsi les cartes de l'édition 1992, à savoir les cartes de Basel (26), Bözberg (27), Besançon (30), Bienne (31), Vallorbe (35), Sarine (36) et Le Léman (40), présentent-elles une valeur de l'Anomalie de Bouguer trop élevée dont l'amplitude est située entre 0.80 à 2.90 mGals. Comme il s'agit d'une erreur qui est fonction de l'altitude, elle se manifeste progressivement sans altérer fondamentalement l'allure des courbes de l'Anomalie de Bouguer. Pour ceux qui voudraient obtenir la valeur correcte de l'Anomalie de Bouguer, la formule de correction suivante:

$$\text{Correction AB } (\rho = 2'670 \text{ kg/m}^3) = 0.0016567 * \text{altitude (m)}$$

Cette correction est absolument nécessaire pour ceux qui voudraient réaliser des profils gravimétriques afin d'obtenir une interprétation quantitative pour modéliser une structure géologique. Nous recommandons alors de tracer le graphique de l'Anomalie de Bouguer et celui du relief topographique et de les placer l'un sous l'autre. Puis de relever un certain nombre de points à équidistance sur le relief, d'en noter l'altitude, de calculer la correction AB avec la formule et de corriger le profil de l'anomalie de Bouguer associé pour les mêmes points.

Finalement, de tracer le nouveau profil de l'Anomalie de Bouguer et de continuer avec ce tracé l'interprétation en vue de déterminer l'anomalie régionale, puis la résiduelle, et enfin d'ajuster le modèle géologique.

Les cartes citées précédemment (édition 1994) et qui se trouvent sur la Banque de Données géophysiques de la SGPK (Dumont & Klingelé, 2003) ont été corrigées de cette erreur, par conséquent, elles ne se superposent pas exactement avec celles publiées en 1994.

2.2 Editions successives de l'Atlas gravimétrique

D'entente avec la SGPK et l'OFT, nous avons décidé de publier les cartes au 1/100'000 de l'Atlas au fur et à mesure de leur élaboration sur la base de 5 cartes en moyenne par édition.

Le rythme d'élaboration est d'environ 2 cartes par an.

En définitive, les 22 cartes ont été éditées en quatre éditions comme le montre la Table 1.

1)	Edition 1994	7 cartes	<i>Basel</i> n° 26	<i>Bözberg</i> n° 27	<i>Besançon</i> n° 30	<i>Biel/Bienne</i> n° 31
			<i>Vallorbe</i> n° 35	<i>Saane/Sarine</i> n° 36	<i>Le Léman</i> n° 40	
2)	Edition 1998	4 cartes	<i>Bodensee/Lindau</i> n° 28/28bis	<i>Beromünster</i> n° 32	<i>Toggenburg</i> n° 33	<i>Brünigpass</i> n° 37
3)	Edition 2000	2 cartes	<i>Panixerpass</i> n° 38	<i>Col du Pillon</i> n° 41		
4)	Edition 2002	9 cartes	<i>Vorarlberg</i> n° 34	<i>Flüelapass</i> n° 39	<i>Oberwallis</i> n° 42	<i>Sopra Ceneri</i> n° 43
			<i>Passo del Maloja</i> n° 44	<i>Haute Savoie</i> n° 45	<i>Val de Bagnes</i> n° 46	<i>Monte Rosa</i> n° 47
			<i>Sotto Ceneri</i> n° 48			

Table 1 : Les différentes éditions avec la liste des cartes avec les noms et numéros des cartes au 1/100'000.

La situation géographique des cartes est donnée à la Figure 1. La liste de toutes les cartes de l'Atlas gravimétrique au 1/100'000 est donnée en début de texte. Ces cartes peuvent être commandées, sous forme papier ou sur CD-ROM, à l'Office Fédéral de Topographie : Seftigenstrasse 264. Case postale 3084 Wabern, Suisse ou sur le Net à l'adresse suivante :

<http://www.toposhop.admin.ch/fr/shop/products/maps/geology/grav500>

La référence géographique est donnée par les coordonnées rectangulaires kilométriques suisses situées en marge. Les noms et les numéros des cartes sont identiques à ceux des cartes topographiques nationales au 1/100'000 (Figure 1).

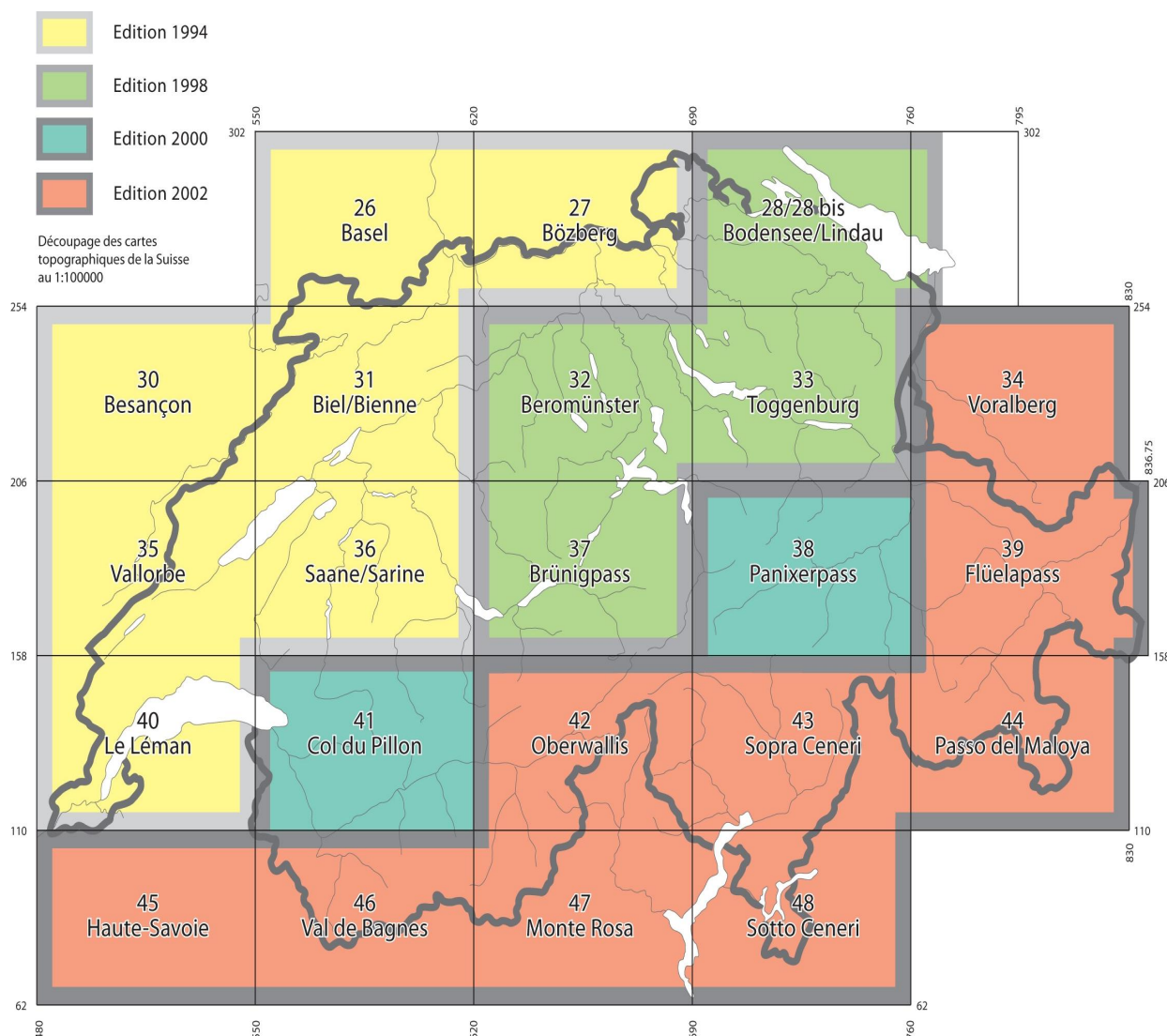


Figure 1 : Schéma des cartes de l'ATLAS avec leurs dates d'édition ainsi que le numéro de référence des cartes nationales au 1/100'000.

2.3 Découpage et caractéristiques générales de l'Atlas

Nous avons choisi comme fond topographique les cartes topographiques nationales au 1/100'000. Comme nous l'avons vu précédemment le découpage des cartes de l'Atlas correspond par l'assemblage de ces cartes topographiques nationales, soit au total 22 cartes, voir Figure 2.

Ce sont exactement 45'261 stations gravimétriques référées à l'ellipsoïde de 1967 (IUGG, 1967) qui constituent la base de données globale **GRAVI-CH**, la statistique de la Table 2 donne des éléments de cette base à la colonne 4. Ces données couvrent un territoire de quelque 56'000 km², soit un peu plus que le territoire suisse. En effet, nous avons incorporé quelques 1'000 stations provenant du BGI, couvrant une zone limitrophe autour de la Suisse en plus de celles que nous avons mesurées nous-mêmes. Ces dernières ont été au préalable corrigées du relief topographique jusqu'à 167 km.

Noms des cartes au 1:100'000	n° des cartes	nombre stations ATLAS- GRAVI	nombre stations dans le fichier général GRAVI- CH	surface totale couverte (km ²)	nb des sta/km ² ATLAS- GRAVI	nb des sta/km ² dans le fichier général GRAVI- CH
1	2	3	4	5	6	7
BASEL	26	785	1029	910	0.86	1.13
BÖLZBERG	27	3778	4461	2000	1.89	2.23
BODENSEE- LINDAU	28	1993	2159	3358	0.59	0.64
BESANCON	30	140	141	564	0.25	0.25
BIENNE	31	2041	2352	3360	0.61	0.7
BEROMÜNSTER	32	2597	2719	3360	0.77	0.81
TOGGENBURG	33	978	1125	3360	0.29	0.33
VORARLBERG	34	244	190	450	0.54	0.42
VALLORBE	35	2064	4622	2490	0.83	1.86
SARINE	36	2864	4215	3360	0.85	1.25
BRÜNIGPASS	37	1140	1203	3360	0.34	0.36
PANIXERPASS	38	1007	1059	3360	0.3	0.32
FLÜELAPASS	39	1067	1082	2567	0.42	0.42
LE LEMAN	40	2934	9429	3240	0.91	2.91
COL DU PILLON	41	2593	4804	3360	0.77	1.43
OBERWALLIS	42	855	1071	3360	0.25	0.32
SOPRA CENERI	43	730	788	3360	0.22	0.23
MALJOJAPASS	44	355	375	2630	0.13	0.14
HAUTE-SAVOIE	45	342	418	1400	0.24	0.3
VAL DE BAGNES	46	578	815	2290	0.25	0.36
MONTE ROSA	47	236	314	1625	0.15	0.19
SOTTO CENERI	48	571	890	2179	0.26	0.41
			<i>total des stations</i>		<i>moyenne sta/km²</i>	
			29892	45261	55943	0.53 0.81

Table 2 : Statistique des stations de mesure gravimétrique, donnée par carte de l'Atlas sur les fichiers GRAVI-ATLAS et GRAVI-CH.

A partir de cette base de données **GRAVI-CH**, nous avons effectué une sélection afin que la distribution spatiale des stations soit, sur l'ensemble du territoire de la Suisse, la plus homogène possible. Une sélection automatique a été mise en œuvre sur la base d'une distance minimale de 500 m entre stations (colonne 3). De cette façon les stations distribuées en profils serrés n'ont pas toutes été prises en considération (Table 2). Le sous ensemble résultant comporte **29'892** stations réparties sur les 22 cartes de l'Atlas, ce qui représente en moyenne 0.53 station gravimétrique par km². Nous avons appelé cette nouvelle base de données **GRAVI-ATLAS**.

3. Bases gravimétriques utilisées

3.1 Réseaux des bases gravimétriques suisses

En Suisse, plusieurs réseaux de bases gravimétriques cohabitent, ils ont tous été mis en place par la CGS et par la SGPK. Dans le cadre de la nouvelle carte gravimétrique de la Suisse (Klingelé & Olivier, 1980), un réseau de contrôle (EKN76) montra une distorsion notable entre les réseaux existants ; SKN, SGN et REUN. Ceci a mis en évidence que seuls les réseaux REUN et de contrôle pouvaient être pris en considération. Dès lors ce sont les bases de ces réseaux qui ont été couramment utilisées dans tous les travaux gravimétriques entrepris par les IG-UNIL et IG-EPFZ, principalement le REUN (Hunziker, 1959). Dans les années septante et quatre-vingt la CGS a entrepris l'établissement d'un réseau complémentaire rattaché au réseau REUN. Nous avons utilisé 30 bases de ce réseau (Fischer, 1987).

Au cours de toutes les campagnes de 1988 à 2001, nous avons utilisés 62 bases de 3 réseaux, en plus nous avons implanté nous-mêmes 30 bases locales (IG-UNIL). Ces dernières ont été établies soigneusement à partir d'un triple raccordement à une base du réseau REUN. Dans la mesure du possible, elles ont été implantées sur des points de nivellement cantonaux ou fédéraux. L'erreur de fermeture est en moyenne de **0.02 mGals**.

En 1995, un nouveau réseau SG95 fut établi à partir de 125 nouvelles bases réparties de façon uniforme sur toute la Suisse (Klingelé & Arnet, 1997). Malheureusement, ce réseau disponible à partir de 1997 n'a été utilisé, dans le cadre de ce travail que dans la région zurichoise.

3.2 Liste des bases gravimétriques utilisées

La liste des différentes bases utilisées, avec leur valeur absolue de la pesanteur, leurs coordonnées, leur lieu et le type de rattachement cadastral, est décrite dans l'Annexe 2.

La Figure 2 montre la situation géographique en Suisse des 92 bases utilisées avec le découpage des cartes de l'Atlas. Les bases sont identifiées en 4 groupes :

- A) le réseau SG95 (2 bases, 101 à 102)
- B) le réseau REUN 1959 (44 bases, 201 à 244)
- C) le réseau intermédiaire CG-Fischer (16 bases, 301 à 317)
- D) les bases locales UNIL-IG (30 bases, 401 à 430)

POSITION DES BASES GRAVIMÉTRIQUES UTILISÉES POUR L'ÉLABORATION DES CARTES 1:100'000 C.G.S.

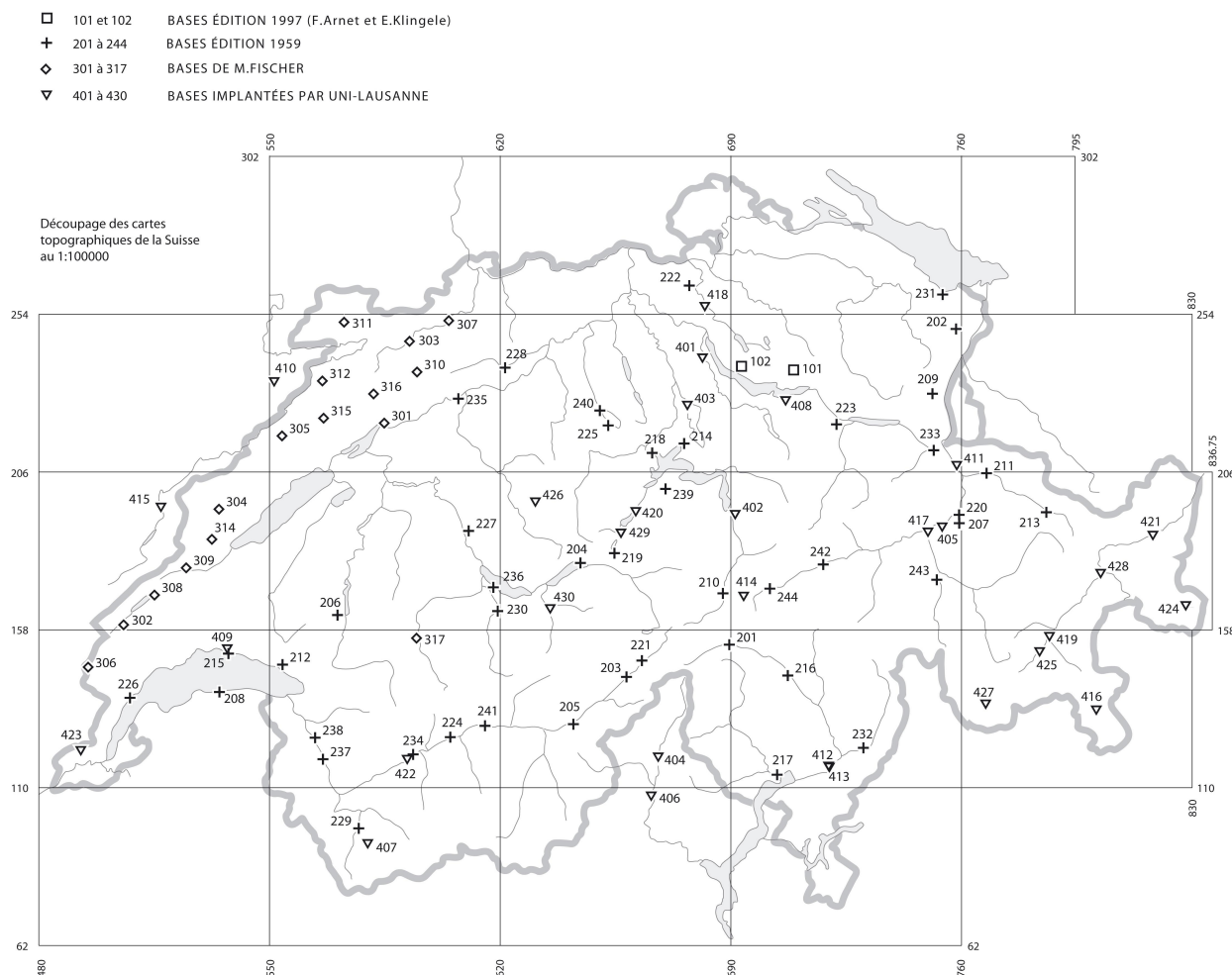


Figure 2 : Schéma géographique du positionnement des bases gravimétriques utilisées dans l'Atlas selon les 4 classes : A) le réseau SG95 (101 à 102), B) le réseau REUN 1959 (201 à 244), C) le réseau intermédiaire CG-Fischer (301 – 317) et D) les bases locales UNIL-IG (401 à 430).

4. Sources des données gravimétriques utilisées

4.1 Diverses sources suisses

Dans une première étape, nous avons utilisé toutes les mesures de la pesanteur exclusivement exécutées en Suisse par les Instituts de géophysique des Universités de Lausanne (UNIL), de Genève (UNIGE) (avant 1972) et de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich (EPFZ). Ces mesures ont été réalisées dans le cadre de diplômes, de thèses de doctorat, ainsi que dans de nombreuses études particulières. La SGPK finança la Nouvelle Carte Gravimétrique de la Suisse, publication n° 20 de la série Géophysique des Matériaux pour la Géologie de la Suisse (Klingelé & Olivier, 1980). Nous avons mentionné toutes les campagnes et études gravimétriques rattachées à la base gravimétrique fondamentale suisse de Zürich qui se sont, à notre connaissance, déroulées entre 1954 et 2000 et qui se trouvent dans la base de données gravimétriques de la Suisse **GRAVI-CH**. Toutes ces études ont été recalculées avec l'ellipsoïde de 1967 (IUGG, 1967).

La Figure 3 présente une carte schématique de la Suisse avec le positionnement de toutes les stations de GRAVI-ATLAS, soit 29'892 stations, et le découpage de cartes aux 1/100'000. Il

est à remarquer que les stations ont été sélectionnées (§ 2.3) dans la majeure partie de la Suisse afin d'obtenir une meilleur homogénéité d'implantation sauf dans la partie nord où toutes les stations ont été conservées.

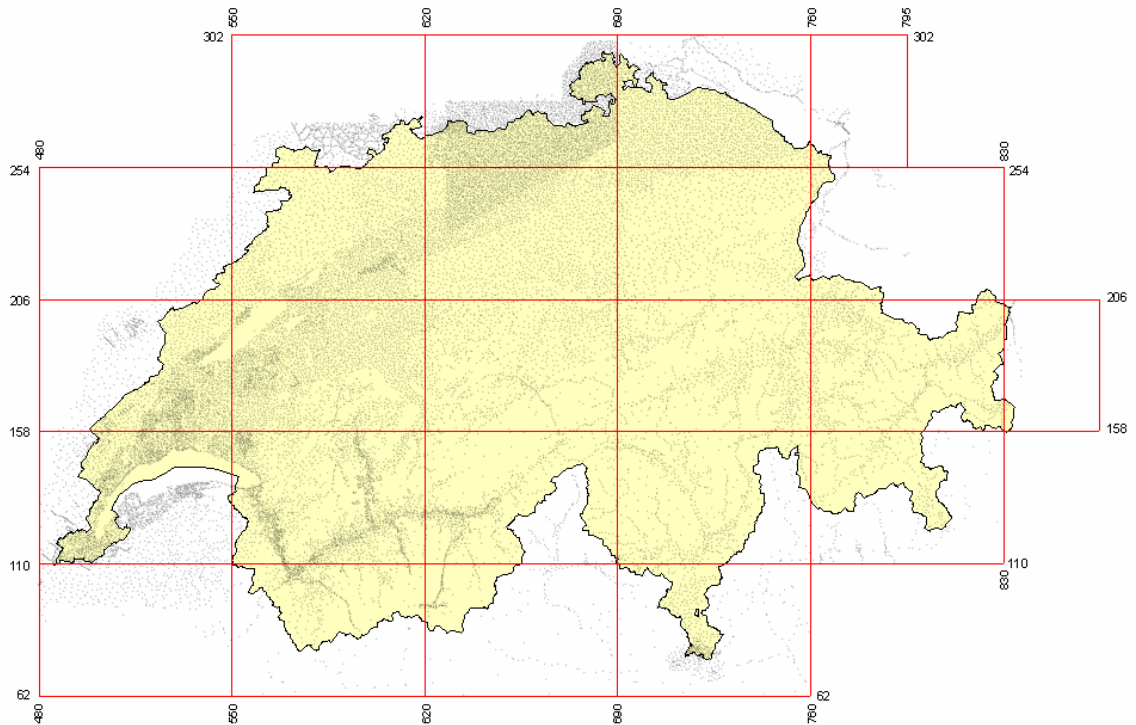


Figure 3 *Distribution des stations gravimétriques de l'ATLAS. Le découpage est celui des cartes topographiques suisses au 1/100'000.*

Dans le chapitre 11.2 des bibliographies, nous avons mentionné les références bibliographiques des travaux de gravimétrie de l'IG-UNIGE avant 1972 et de l'IG-UNIL jusqu'à 2000.

Ces travaux se retrouvent dans l'Annexe 8 qui donne la liste récapitulative non exhaustive des **210** campagnes gravimétriques exécutées par des Instituts IG-UNIGE, IG-UNIL et IG-EPFL qui se sont succédé entre 1954 et 2000, avec les noms des opérateurs des campagnes gravimétriques selon le type d'étude suivant :

<i>n° type</i>	<i>type d'étude</i>	<i>n° code</i>	<i>type d'étude</i>	<i>n° code</i>	<i>type d'étude</i>
1	Diplôme-Master IGL	5	CGS Atlas gravi	9	Etudes gravi GE
2	Thèses IGL	6	CGS New map CH IGL	10	PNR 20 IGL
3	Camp gravi IGL	7	Etudes gravi IGL	11	Expertises IGL
4	Atlas Plateau IGL	8	Etudes gravi EPFZ	12	BGI

avec pour chaque campagne les informations suivantes :

n° d'étude, nb de stations, n° code, nom d'étude, opérateurs et aides, désignation de l'étude, année et date.

La Table 3 montre la récapitulation par année de l'acquisition des données gravimétriques strictement financées par la SGPK entre 1986 et 2000. Il est à noter que sur une période de 14 années et avec une équipe opérationnelle de deux personnes, la durée annuelle de terrain fût de 15 semaines, soit près de 4 mois avec une cadence de 13.4 stations par jour. Le déplacement moyen fût de 15 km par station compté sur des périodes d'acquisition de 5 jours à partir de Lausanne.

Durant cette période 757 stations de contrôle furent remesurées soit le 8.1% de l'ensemble des stations.

	<i>année</i>	<i>nb de campagnes</i>	<i>nb de jours de terrain</i>	<i>nb de stations mesurées</i>	<i>nb moyen de stations par jour</i>
1)	1986	7	52	717	13.78
2)	1987	3	54	693	12.83
3)	1988	13	97	1375	14.17
4)	1989	1	34	341	10.03
5)	1990	5	41	630	15.36
6)	1991	6	38	659	17.34
7)	1992	2	46	651	14.15
8)	1993	3	32	426	13.31
9)	1994	3	40	518	12.95
10)	1995	3	12	132	11.00
11)	1996	3	14	233	16.64
12)	1997	8	65	867	13.33
13)	1998	10	82	905	11.03
14)	1999	9	71	790	11.12
15)	2000	9	36	375	10.41
	<i>total:</i>	85	714	9312	197.45
	<i>moyenne:</i>	5.5	47.6	620.8	13.2

Table 3 : *Récapitulation par année de l'acquisition gravimétrique entre 1986 et 2000, soit 9'312 stations mesurées. En moyenne sur 15 ans, avec une équipe opérationnelle de deux personnes, une durée annuelle de terrain répartie sur 15 semaines, soit près de 4 mois avec une cadence de 13.2 stations par jour, pour un déplacement de 15 km par station, compté sur des périodes d'acquisition de 5 jours à partir de Lausanne.*

L'Annexe 7 donne le détail de toutes les études gravimétriques financées par la SGPK avec le nom des études, les dates et le nom des opérateurs qui ont œuvré à l'acquisition des données lors des 85 campagnes gravimétriques entre 1986 et 2000 et comprenant les informations suivantes :

n° séquentiel, noms des campagnes, numéro d'identification, année, noms des opérateurs et aides.

5. Mise en œuvre sur le terrain

Nous avons appliqué la méthode standard d'un levé gravimétrique avec validation directe sur le terrain du cycle de mesures. C'est pourquoi, l'opérateur effectue une première mesure à une base appartenant à un réseau gravimétrique, local (implanté par l'opérateur) ou national (rattaché au réseau international) où par ailleurs la valeur absolue de la pesanteur est connue (voir § 3, le réseau des bases). Ainsi l'opérateur peut sur le terrain juger du comportement du gravimètre en calculant la dérive instrumentale de l'appareil et la comparer avec la dérive théorique fournie par le constructeur. En effet, le type d'instrument que nous avons utilisé (L&R type G) donne une dérive instrumentale positive de l'ordre de **0.02 - 0.05** mGals pour 8 heures. La dérive instrumentale est obtenue en éliminant de la dérive brute (différence entre la valeur de départ et celle de la fin du cycle) la correction lunisolaire (perturbation de la pesanteur due au soleil et à la lune).

Bien que l'opérateur connaisse parfaitement le déroulement de la journée de mesures, c'est-à-dire l'état des routes et chemins, le trafic à proximité des mesures, la présence de forts vents, la présence de hauts arbres à proximité de la mesure en cas de vent, le gravimètre peut réagir de façon inattendue. La dérive instrumentale renseigne l'opérateur sur l'adéquation du comportement du gravimètre avec la pratique standard.

Si la valeur de la dérive instrumentale calculée est par contre plusieurs fois en dehors de la norme, le cycle est partiellement repris le lendemain, 3 à 4 stations de la veille. Afin de minimiser le travail de topographie nous avons opté pour un positionnement des stations gravimétriques à partir du réseau des points de triangulation de la Suisse. En effet, l'OFT entretient plus de 75'000 points fixes de triangulation où chaque point est visité périodiquement et dispose d'une fiche signalétique permettant un repérage facilité, ce sont les points PFDS. Depuis quelques années, l'OFT a implanté un nouveau réseau fondé sur des points GPS (MN95) sur la base de quelque 200 points.

Idéalement, l'opérateur doit, dans la mesure du possible, choisir un emplacement de mesure relativement plat dans un rayon de 20 m afin de faciliter l'évaluation de la correction proche. Si le point de triangulation est situé dans un relief proche trop accentué (talus, mur de soutènement, falaise, etc...), difficile à corriger par la suite (correction topographique proche), l'opérateur le déplace en utilisant un niveau de chantier ou un théodolite. C'est cette procédure qui a été systématiquement appliquée pour les mesures de l'Atlas gravimétrique de la Suisse.

Afin de confirmer la cohérence du levé gravimétrique, nous avons repris 354 stations on été reprises dans des cycles de mesure différents. La Figure 3 montre l'histogramme des écarts obtenus par ces reprises.

Dans la réalité ce sont 8.1% des stations mesurées qui ont été reprises, soit 757 stations, au cours des 85 campagnes gravimétriques de 1986 à 2000 lors de 1014 cycles de mesures (Figure 3), mais 403 autres contrôles ont été exécutés dans le même cycle et ne sont pas directement indépendants, c'est pourquoi ils ne sont pas dans l'histogramme.

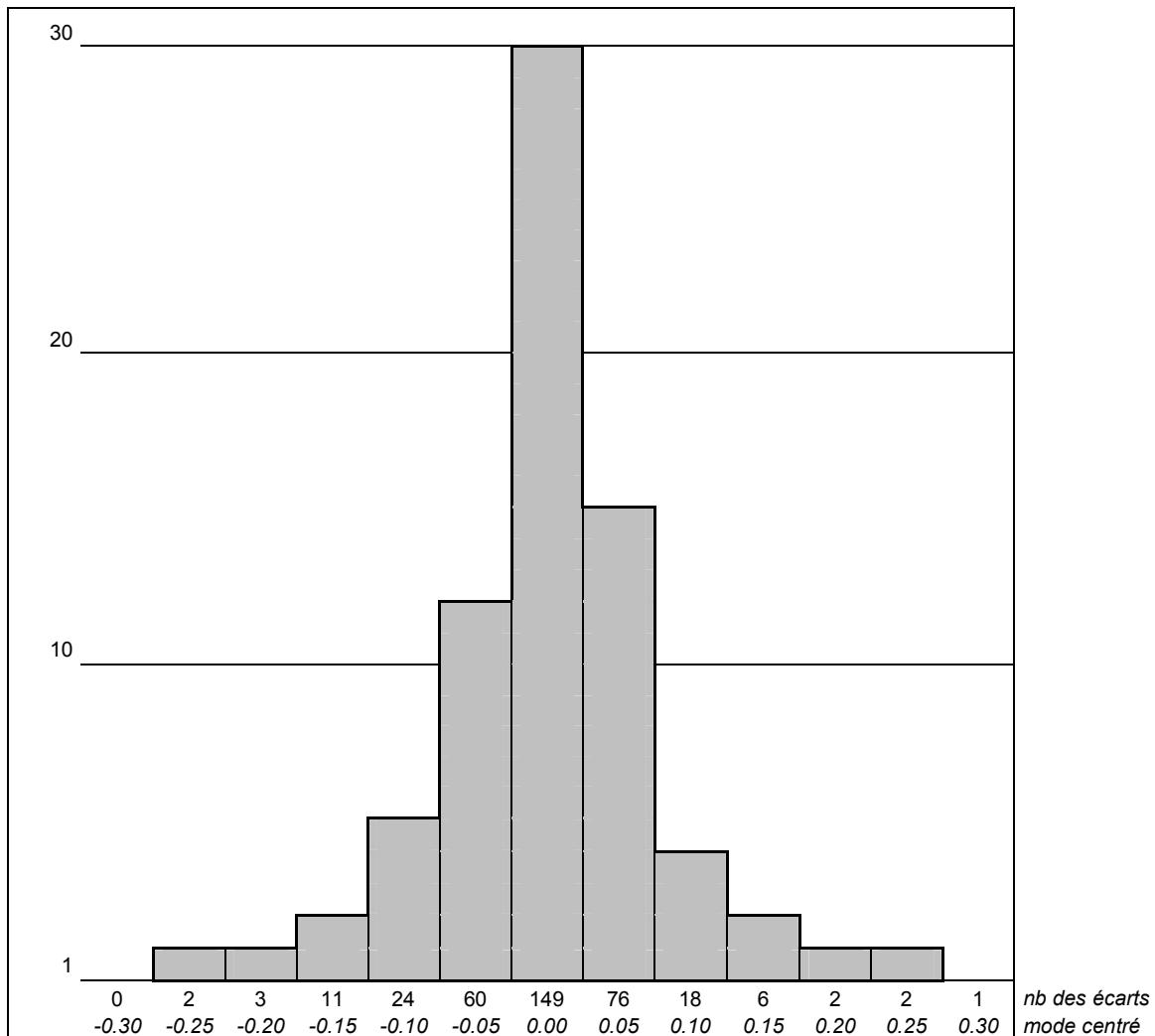


Figure 4 : *Histogramme des écarts du g mesuré des différentes campagnes gravimétriques : Nombre des écarts indépendants : 354 ; nb. total des stations mesurées pour ce test : 9'312 ; % du contrôle indépendant : 3.8% ; déviation standard des écarts : 0.065 mGals (report dans l'Annexe 6).*

5.1 Acquisition des données sur le terrain

Nous pensons qu'il est indispensable de donner au lecteur une idée précise des opérations auquel l'opérateur doit se livrer lors de l'acquisition des données sur le terrain. Il doit acquérir des données de deux types :

- **Le premier est d'ordre gravimétrique**
- **Le second est d'ordre topographique**

5.1.1 Acquisition gravimétrique

L'opérateur procède aux mesures de la pesanteur à l'aide d'un gravimètre, lors de nos levés nous avons utilisé essentiellement des gravimètres WORDEN, n° 40, 805 et 879 de 1953 à 1973, puis des L&R, de type G, n° 317, 369, 479 et 846. L'acquisition a toujours été réalisée selon la méthode des cycles. Voici en quelques mots, l'une des méthodologies appliquées pour cette acquisition, il s'agit de la méthode standard.

Les mesures commencent toujours, en début de journée, à une base gravimétrique pour y revenir en fin de journée. La valeur de la pesanteur relative étant mesurée, l'opérateur se déplace successivement vers chacune des stations à mesurer, où il a noté le numéro de la station, la valeur lue de la pesanteur relative et l'heure de la mesure. En fin de journée, il retourne à la base du début du cycle pour une dernière mesure. Les lectures sur le gravimètre sont effectuées en divisions, unités propres du gravimètre, qui seront transformées en milligals à l'aide d'une table d'étalonnage propre à chaque gravimètre. Toutes ces données sont relevées à la main sur un formulaire (Olivier, 1974) ou directement entrées sur un tableur électronique EXCEL comme le montre l'Annexe 4.

Après avoir introduit la correction Luni-solaire (variation gravifique due essentiellement à la lune et au soleil, marées terrestres) à l'heure de chacune des mesures (Logean, 1985), l'opérateur peut déduire la valeur de la dérive instrumentale du gravimètre et contrôler si celle-ci correspond bien à la valeur recommandée par le constructeur. La valeur de la dérive instrumentale donne à l'opérateur une information importante sur le comportement du gravimètre et par-là sur la validité des stations mesurées pendant ce cycle de mesures. Les valeurs de la pesanteur mesurée seront corrigées de la dérive instrumentale linéairement avec le temps, puis rabattue au sol.

Finalement, l'opérateur obtient les écarts de pesanteur par rapport à la base pour chacune des stations et conséquemment la valeur absolue de g (en milligals, mGals).

5.1.2 Acquisition topographique

Plusieurs sortes de données topographiques doivent être relevées sur le terrain par l'opérateur :

- a) Il s'agit tout d'abord de la hauteur relative du gravimètre par rapport au sol, appelée hauteur du statif. En effet, nous avons utilisé lors de nos campagnes un statif à trois pieds standard L&R, sur lequel est posé le gravimètre, d'une hauteur approximative de 50 cm afin de faciliter la mesure dans tous les types de terrains. Puis la hauteur du statif par rapport au point de repère altimétrique afin de déterminer l'altitude réelle de la mesure et son rabattement au sol.
- b) Ensuite, l'opérateur relève systématiquement le relief environnant par les écarts d'altitude de 8 secteurs de couronnes répartis en deux couronnes placées à 2m et 20m. Ces écarts d'altitude, relatifs au sol de la station de mesure, sont évalués visuellement pour autant que ceux-ci le soient dans le même rapport de précision que la mesure, c'est-à-dire ± 0.03 mGals près. Ce qui impose que ces écarts d'altitude doivent être donnés à ± 0.1 m dans la première couronne et à ± 0.5 m dans la seconde couronne, respectivement à 1 m et 11 m de la station de mesure.
- c) Finalement, l'altitude au sol de la station de mesure doit être connue avec une précision de l'ordre de quelques centimètres jusqu'à 10 cm au maximum. Presque toutes les stations ont été implantées sur des points de triangulation de 4^{ème} ordre, matérialisés par des bornes en granite où le positionnement est déterminé par les coordonnées rectangulaires suisses et l'altitude. Ces coordonnées sont connues au centimètre près avec une précision de l'ordre de 5 à 10 cm. Depuis plusieurs années, ce type de positionnement a été couplé avec un positionnement indépendant grâce au système GPS de précision (LEICA 500). En effet, à l'aide de deux antennes, l'une placée sur un point de référence et l'autre itinérante sur la station de mesure gravimétrique, il est possible d'atteindre, presque dans toutes les situations une précision de l'ordre de ± 2 cm. Ce mode de positionnement a été indispensable lors des levés gravimétriques en haute altitude à l'aide d'hélicoptères.

5.1.3 Tableau DATA

Nous présentons dans l'Annexe 4, le formulaire d'acquisition ou le tableur électronique d'acquisition DATA. Ainsi, après avoir identifié le nom de l'étude, la date, le n° du cycle et les noms des opérateurs, les données sont entrées dans les 5 zones d'acquisition suivantes (formulaire de 1 à 5), les zones 6 à 7 sont calculées par le tableur :

- Zone 1 : Définition des caractéristiques de la base et du gravimètre
- Zone 2 : Mesures à la base, au début et à la fin du cycle.
- Zone 3 : Mesure aux stations
- Zone 4 : Acquisition des écarts d'altitude du relief environnant en cm
- Zone 5 : Positionnement : coordonnées rectangulaires X, Y et altitude
- Zone 6 : Cette zone établit le temps écoulé pour chaque station.
- Zone 7 : Cette zone donne les éléments de validation du cycle. Ainsi directement sur le terrain, les valeurs de la pesanteur mesurée sont calculées et les stations de contrôle vérifiées et finalement le comportement du gravimètre établi. A ce stade, l'opérateur prépare son programme de cycle pour le jour suivant.

5.2 Elaboration de l'Anomalie de Bouguer

Le calcul de l'Anomalie de Bouguer est effectué en deux phases. Ce traitement peut être effectué directement sur le terrain ou de manière différée après la journée d'acquisition ou encore après la campagne. Mais nous le verrons la première option est la meilleure car elle assure un contrôle optimum. La première phase traite la correction topographique et la deuxième le calcul de l'Anomalie de Bouguer.

5.2.1 Tableau CORTOPO

Dans le cas d'un traitement des données directement sur le terrain, c'est-à-dire en fin de journée, le calcul de la correction topographique reprend les données des écarts topographique du tableur DATA pour effectuer les opérations suivantes :

- Calcul de la correction proche de 0 à 20 m, à partir de l'acquisition des écarts d'altitude proche de 0 à 20m
- Adjonction de la correction topographique de 20 m à 2.5 km et de 2.5 km à 167 km. Ces valeurs sont calculées directement à l'aide des fichiers du relief topographique (voir § 7) ou entrées à l'aide d'un fichier élaboré lors de la préparation de la campagne.

5.2.2 Tableau BOUGUER

Dans une deuxième phase, réalisée de suite après l'acquisition du cycle ou de manière différée, un second tableur appelé BOUGUER permet de calculer l'Anomalie de Bouguer préliminaire avec les opérations suivantes:

- Calcul de l'Anomalie de Bouguer pour la masse volumique spécifiée, dans notre cas : **2'670 kg/m³**
 1. transformation des coordonnées rectangulaires suisses en coordonnées géographiques
 2. calcul du g théorique ou de latitude sur l'ellipsoïde
 3. calcul de la correction air libre
 4. calcul de la correction plateau
 5. calcul de la correction topographique
 6. calcul de l'Anomalie de Bouguer
- Ces résultats de la journée sont rajoutés à ceux obtenus les jours précédents.

5.3 Validation de l'acquisition

Directement sur le terrain, l'opérateur peut cartographier à l'aide du logiciel SURFER l'Anomalie de Bouguer de la région levée étendue afin de pouvoir juger le plus rapidement possible de la continuité du tracé des "isonomales". Il pourra ainsi apprécier la qualité de son levé gravimétrique en cours et prendre toutes décisions nécessaires quant à la poursuite du levé gravimétrique, le contrôle, le resserrement et l'espacement des mesures etc...

C'est un des points essentiels de l'acquisition. L'opérateur doit toujours être en mesure d'apprécier le comportement de son levé gravimétrique après toute journée de travail. En effet, il a à sa disposition plusieurs outils pour cela, nous les avons vus lors de la description de l'acquisition elle-même. Il est intéressant de les énumérer à nouveau :

- a) Tenir compte de l'effet de la correction luni-solaire afin de pouvoir bien déterminer la dérive instrumentale de l'appareil. Celle-ci donne à l'opérateur des indications sur le comportement de l'instrument. Sitôt que la dérive instrumentale est hors norme, l'opérateur doit vérifier le lendemain un certain nombre de stations afin de pouvoir contrôler l'acquisition des données gravimétriques par des mesures indépendantes lors d'un autre cycle et le cas échéants de reprendre toutes les mesures du cycle défectueux.
- b) Cartographier l'Anomalie de Bouguer le plus rapidement possible après la journée de travail est le meilleur garant d'un levé correct. L'opérateur peut ainsi remesurer certaines stations douteuses dans un cycle ultérieur. Cette façon de procéder nécessite une préparation soigneuse de la part de l'opérateur des fichiers MNA du relief considéré, d'une maîtrise certaine de la gestion des données et des fichiers y relatifs et finalement d'un savoir faire opérationnel du positionnement précis de la station opéré simultanément avec la mesure gravifique.

6 Rappels théoriques

Il est de coutume de définir une anomalie propre à la méthode gravimétrique, il s'agit de **l'Anomalie de Bouguer (*)**. En effet, l'Anomalie de Bouguer est la différence entre la pesanteur mesurée et une valeur calculée pour d'un modèle simple et homogène, du sous-sol à la surface de la terre en un même point (Telford et al, 1990 ; Blakely, 1996) Dans les applications géodésiques ou la création d'un Atlas à l'échelle d'un pays, le sous-sol est généralement considéré comme étant constitué par une formation de masse volumique moyenne de 2'670 kg/m³, c'est-à-dire la valeur moyenne de l'écorce terrestre (Hinze, 2000).

() du nom de Pierre Bouguer (1698-1758), hydrographe et mathématicien français. Il mesure, avec La Condamine et Jussieux, la longueur d'un arc d'un degré de méridien au Pérou, lors d'une expédition en 1735 de l'Académie Royale des Sciences de Paris.*

Anomalie de Bouguer (A.B.) = Pesanteur mesurée ($g_{\text{mesuré}}$) — Pesanteur calculée ($g_{\text{modèle}}$)
--

Ainsi **l'Anomalie de Bouguer** représente-t-elle, gravimétriquement parlant, le résidu entre la réalité du sous-sol et un modèle géologique très simple constitué d'une seule formation homogène. En d'autres termes, elle montre les variations de masse volumiques des structures géologiques enfouies dans le sous-sol par rapport au modèle homogène construit.

6.1 Le g mesuré

Le premier terme de l'Anomalie de Bouguer est la pesanteur mesurée ou le $g_{\text{mesuré}}$. Les caractéristiques techniques sont les suivants :

$g_{\text{mesuré}}$

gravimètres utilisés:	North-American, Worden et Lacoste&Romberg.
méthode de mesure:	Cycle journalier, compte tenu de la variation Luni-solaire, rattachement à une base gravimétrique fédérale, réduction au sol de la valeur de g et validation du cycle à l'aide de la dérive instrumentale.
g absolu:	Référence Zurich : 980'667.00 mGals (système de Potsdam).
précision:	± 0.020 à ± 0.065 mGals.
réseau des bases :	Toutes les mesures relatives de g aux stations de mesure ont été rattachées aux réseaux fédéraux des bases gravimétriques, mis en place par la CGS (Hunziker, 1959) et unifiés lors de la nouvelle carte gravimétrique de la Suisse (Klingelé et Olivier, 1980), puis par le nouveau réseau SGPK (Klingelé, 1995).

6.1 Le g modèle

Le second terme de l'Anomalie de Bouguer est celui de la pesanteur calculée appelée le modèle de l'Anomalie de Bouguer ou plus simplement $g_{\text{modèle}}$. Il est construit de la façon suivante:

A partir d'une pesanteur théorique calculée à l'aplomb de la station de mesure sur un ellipsoïde de référence situé à l'altitude zéro (niveau de la mer), trois corrections sont ajoutées afin d'obtenir une valeur de g au niveau de la mesure. Ainsi la comparaison entre la valeur mesurée et le modèle s'effectue au même niveau. Ces 3 corrections sont les suivantes:

- la correction air libre (free air ou air libre), c'est le produit du gradient vertical (Δg_z), et de l'altitude de la station, elle est négative
- la correction plateau (de Bouguer), elle est positive
- la correction topographique (terrain), elle est négative

Modèle de l'Anomalie de Bouguer	Pesanteur théorique	Δg air libre	Δg plateau	Δg topographique
$(g_{\text{modèle}})$	(g_{TH})	(Δg_{AL})	(Δg_{PL})	(Δg_{TOPO})

Les caractéristiques techniques du $g_{\text{modèle}}$ sont les suivants :

$g_{\text{théorique}}$:

formule utilisée:	ellipsoïde de 1967 (IUGG, 1967) $g_{\text{théorique}} = 978'031.85 \{1 + 0.005278895 \sin^2 \Phi - 0.000023462 \sin^4 \Phi\}$ Φ : latitude de la station de mesure
précision:	± 0.02 mGals.

$\Delta g_{\text{air libre}}$:

formule utilisée:	$\Delta g_{\text{air libre}} = 0.3086 * \text{altitude (mGals)}$
altitude :	altitude de la station (mètres),
précision:	± 0.015 à ± 0.030 mGals.

$\Delta g_{\text{plateau}}$:

formule utilisée: $\Delta g_{\text{plateau}} = 0.0419 \cdot \text{altitude } z \cdot \text{masse volumique (mGals)}$
altitude : altitude de la station (mètres)
masse volumique: 2'670 kg/m³, masse volumique caractéristique de l'écorce terrestre
correction: un terme correctif tient compte de la courbure terrestre à partir de 14 km.
précision: $\pm 0.011 \text{ mGals}$. (avec une masse volumique constante)

$\Delta g_{\text{topographique}}$:

méthodologie : l'influence gravifique du relief est calculée jusqu'à 167 km autour de chaque station à l'aide de 4 zones concentriques A, B, C et D (Olivier, 1974):
formules par zones: Table 4
formule Hammer: $\Delta g_{\text{topographique}} = 2 \pi \cdot G \cdot \rho \cdot j \{r_2 - r_1 + (r_1^2 + h^2)^{1/2} - (r_2^2 + h^2)^{1/2}\}$
modèles topo: aux zones B, C et D, il correspond des modèles d'altitude digitalisés (MNA) à partir de cartes topographiques (voir § 7)
correction: un terme correctif tient compte de la courbure terrestre à partir de 14 km.
précision : ± 0.20 à $\pm 0.30 \text{ mGals}$. (valeur moyenne selon le type de relief)

avec: latitude Φ (°), altitude z (m), masse volumique ρ (g/cm³), relief h (m), $G = \text{cte de gravitation}$, $6.67428 \cdot 10^{-11} \text{ (m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}\text{)}$, $j = \text{coefficient angulaire}$ et $r_2, r_1 = \text{rayons des couronnes (m)}$

7. Correction topographique

Au paragraphe précédent nous avons donné la définition de l'Anomalie de Bouguer avec les caractéristiques de tous les termes qui la composent, mais il est important de développer un peu plus en détail le dernier de ces termes: **la correction topographique** ou correction de terrain.

En effet, l'établissement de cette correction est une opération déterminante quand le but de l'Anomalie de Bouguer est de mettre en évidence, de la manière la plus significative possible, des anomalies gravifiques provoquées par des structures superficielles ou de moyenne profondeur (sillons graveleux, remontée calcaire, horst et graben, failles, décrochements etc...). Souvent, de telles anomalies gravifiques ont une amplitude du même ordre de grandeur, voire inférieure, à l'influence gravifique du relief topographique. Cette situation se rencontre fréquemment sur le Plateau suisse et à fortiori dans les autres régions du Jura, des Préalpes et des Alpes. La Table 4 donne les références des formules employées.

Zones	Rayons	Types	Formules employées
A	0 m à 20 m	de terrain	des prismes droits (Hammer, 1939), et coniques (Olivier & Simard, 1980)
B	20 m à 2.5 km	proche	des prismes coniques (Olivier & Simard, 1980) et la Ligne de Masse (Plouff, 1966)
C	2.5 km à 21 km	lointaine	la Ligne de Masse (Plouff, 1966)
D	21 km à 167 km	très lointaine	la Ligne de Masse (Plouff, 1966)

Table 4 : Références des formules de la correction topographique employées pour les zones A, B, C et D

7.1 Choix de zones

Il convient d'établir la correction topographique avec une précision déterminée en fonction de l'éloignement de la station de mesure, car l'effet topographique décroît avec l'inverse du carré de la distance (Newton, 1687).

C'est la raison pour laquelle nous avons adopté un système de correction topographique divisé en 4 zones **A**, **B**, **C** et **D** (Table 4).

La limite extrême de la correction topographique est portée à 167 km (Figure 5), limite adoptée par les géodésiens (Hayford & Bowie, 1912)

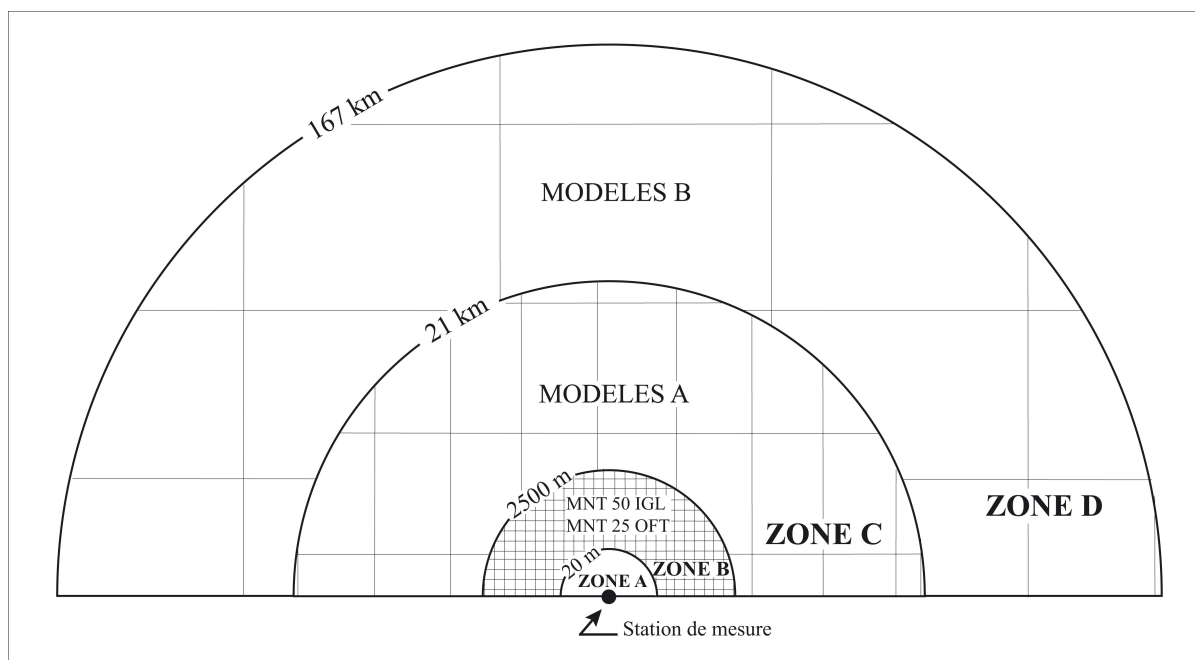


Figure 5 : Schéma des 4 zones concentriques disposées autour de la station pour le calcul de la correction topographique à l'aide de modèles numériques d'altitude : La Zone **A** de 0m à 20 m est évaluée sur le terrain, la Zone **B** de 20 m à 2500 m est couverte par les MNT50 d'IGL et MNT25 de l'OFT, la Zone **C** de 2.5 km à 21 km et la Zone **D** de 21 km à 167 km sont couvertes par des MNA d'altitude moyenne de l'IGL, respectivement **MODELES A** et **B** de l'IG-UNIL.

7.2 Digitalisation ou numérisation du relief

La particularité de notre système de correction topographique repose sur trois concepts :

- 1) le domaine d'application de ce système doit pouvoir s'appliquer sur tout le territoire suisse et ses environs immédiats.
- 2) une numérisation altimétrique systématique du relief (MNA) adaptée pour chacune des zones
- 3) un mode de calcul de l'attraction gravifique approprié à chaque zone d'application

Le calcul de la correction (Δg topo) nécessite la création de plusieurs types de modèles altimétriques du relief (MNA). A chaque zone correspond une digitalisation du relief qui lui est propre.

7.2.1 La zone A ou zone de terrain

La première zone est mesurée ou estimée directement sur le terrain, selon deux couronnes, 0 m à 2 m et 2 m à 20 m, de 4 secteurs chacune (Figure 6). Il est clair que de tels détails topographiques ne peuvent être directement lus sur une carte topographique standard, aussi sont-ils évalués visuellement directement sur le terrain lors de la mesure de g . L'estimation visuelle est admissible car l'erreur admise est de ± 20 cm pour la première couronne et de ± 1 m pour la seconde couronne, ceci pour être en conformité avec l'erreur admise de 0.03 mGals sur le g mesuré. Les écarts d'altitude obtenus sont dépendants de la station de mesure.

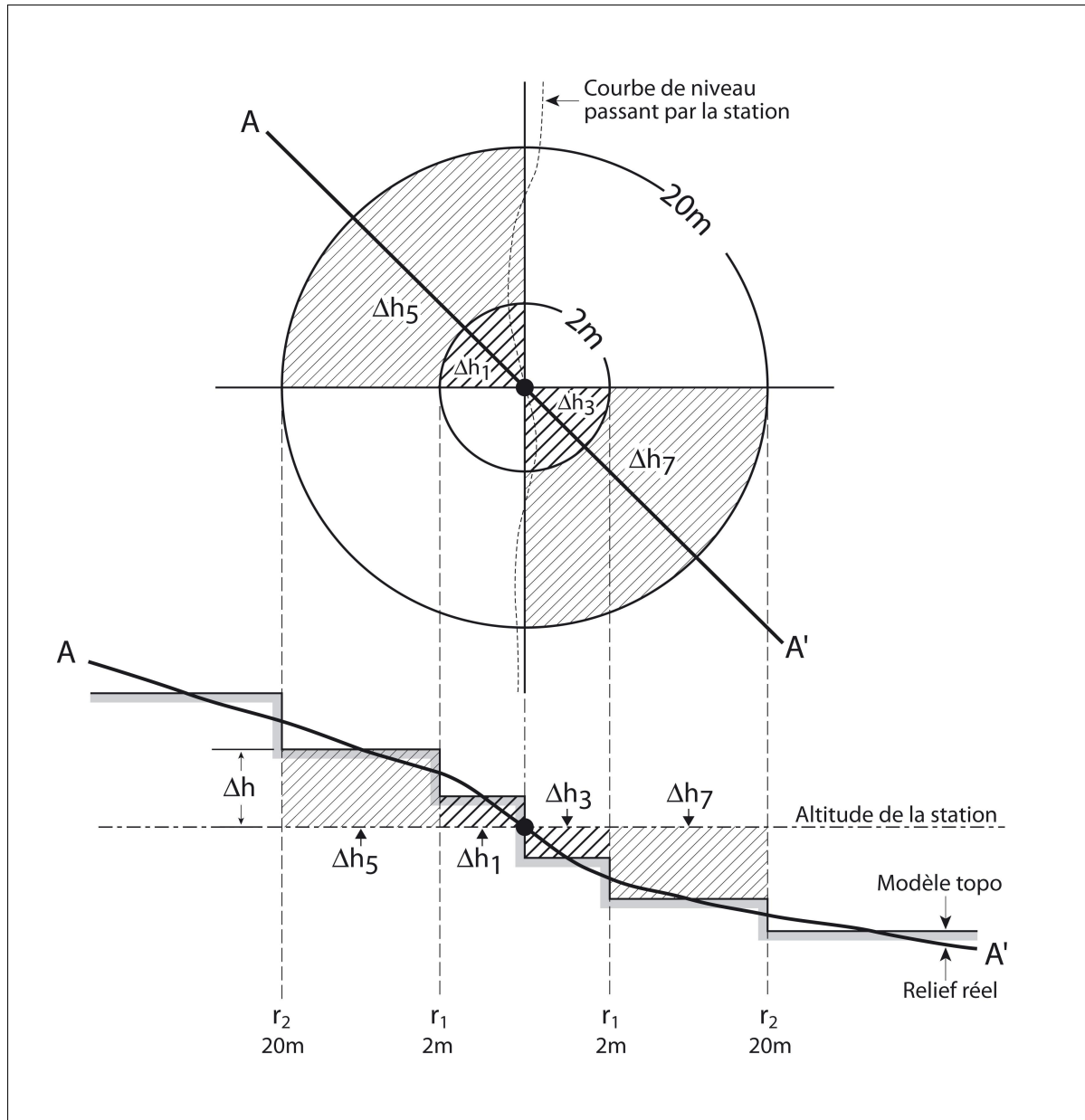


Figure 6 : Schéma de la Zone A, de 0 à 20 m, dite de terrain, est découpée en 8 secteurs répartis en 2 couronnes, les 8 Δh sont relevés visuellement sur le terrain lors de la mesure gravifique

Le calcul de la correction topographique de cette zone de terrain a été effectué à l'aide des prismes droits (Hammer, 1939) ou par les prismes coniques (Olivier & Simard, 1980) suivant le type d'étude ou l'année de la campagne.

7.2.2 La zone B ou zone proche

C'est à l'intérieur de cette zone que les variations gravifiques dues au relief se font le plus sentir. Par conséquent et afin de pouvoir assurer une bonne fiabilité et précision de la correction topographique entre 20 m et 2.5 km et sans nous étendre sur le détail du système employé (Olivier, 1974 et 1983a), disons que les altitudes du relief ont été évaluées à partir des cartes topographiques nationales et numérisées systématiquement par km² de façon indépendante des stations de mesure selon une grille à maille carrée de 50 m de côté. Ces données d'altitude forment un fichier altimétrique que nous avons appelé MNA50 (Modèle Numérique d'Altitude). A l'aide du logiciel VENUS (Olivier, 1983b) en Fortran 77, la correction topographique est calculée sur la base d'une configuration de 11 couronnes centrées sur la station de mesure et subdivisée en 188 secteurs de couronnes où la contribution gravifique globale est calculée à l'aide de la méthode des prismes coniques (Olivier & Simard, 1980). Cette méthode permet d'épouser le relief avec peu de secteurs.

Dès 1991, nous avons changé notre méthodologie pour adopter une nouvelle stratégie, les PC étant devenus de puissants ordinateurs. Ainsi 69 couronnes divisent la zone jusqu'à 2'500m, définissant ainsi 7'533 secteurs. Le calcul de la correction topographique à l'aide du programme Fortran 77 VENAST (Logean, 1995) utilise la méthode de la ligne de Masse (Plouff, 1966). Le grand nombre de secteurs compense la simplicité de l'approximation et supprime le biais toujours présent dans la méthode des prismes coniques quand le relief n'est pas orienté vers la station de mesure. Le choix des rayons des couronnes et du nombre de secteurs par couronne est établi de telle façon que la dimension du secteur soit proche de la maille de 50 m. Quoi qu'il en soit, l'altitude centrale de chaque secteur de couronne est interpolée bi-linéairement à partir de la maille du MNA qui le superpose.

La zone B est couverte par la numérisation des altitudes selon une grille à maille carrée de 50 m de côté, d'après les cartes topographiques nationales au 1/10'000 et 1/25'000 (Olivier, 1971). Jusqu'en 1991, nous avons digitalisé quelque 46549 km² dans le cadre des travaux gravimétriques de l'IGL et IGZ (Figure 7).

Dès 1993, nous avons pu utiliser le MNT50 de l'OFT, soit les 253 cartes digitalisées au 1/25'000 (Figure 8), ce qui représente plus de 85 millions d'altitudes géoréférencées enregistrées au décimètre. Ces données altimétriques sont indépendantes des stations des mesures gravimétriques.

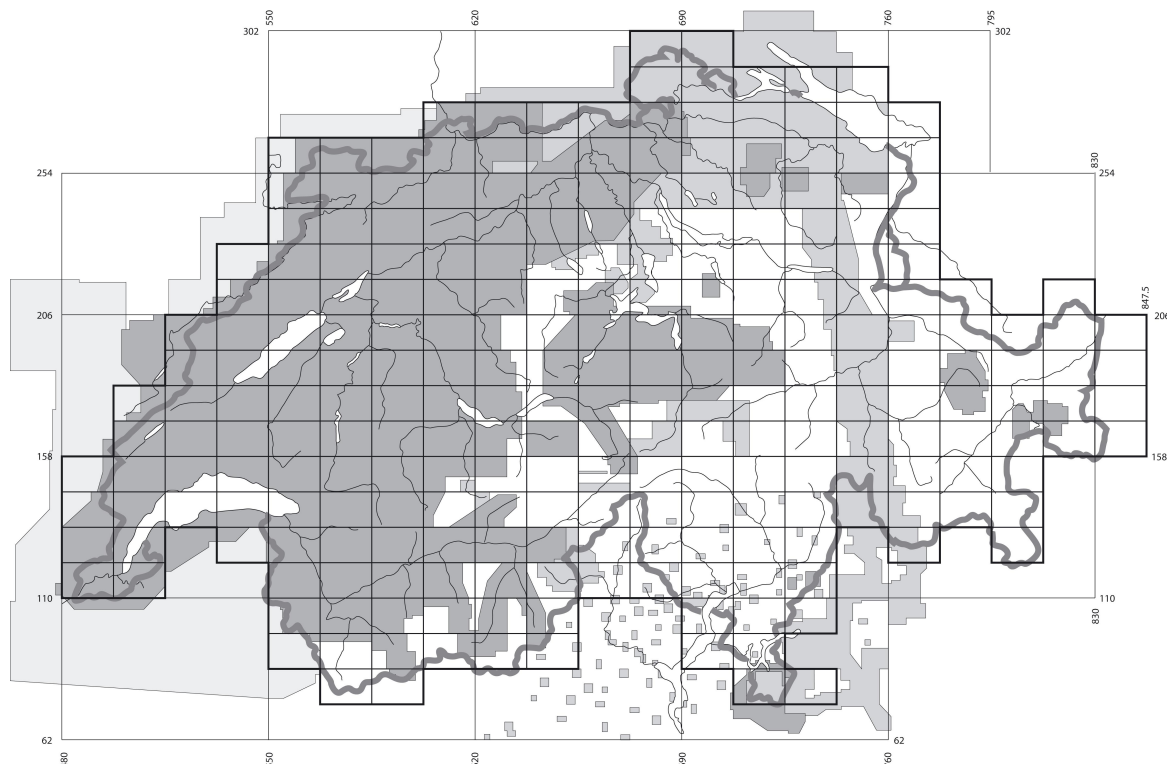


Figure 7 : Situation des zones de digitalisation (46'549 km²) d'après les cartes topographiques au 1/10'000 (grisé foncé) et 1/25'000 (grisé clair) à l'aide d'un maillage de 50 m. Digitalisation exécutée de 1967 à 1991 par l'IG-UNIL et l'IG-EPFZ.

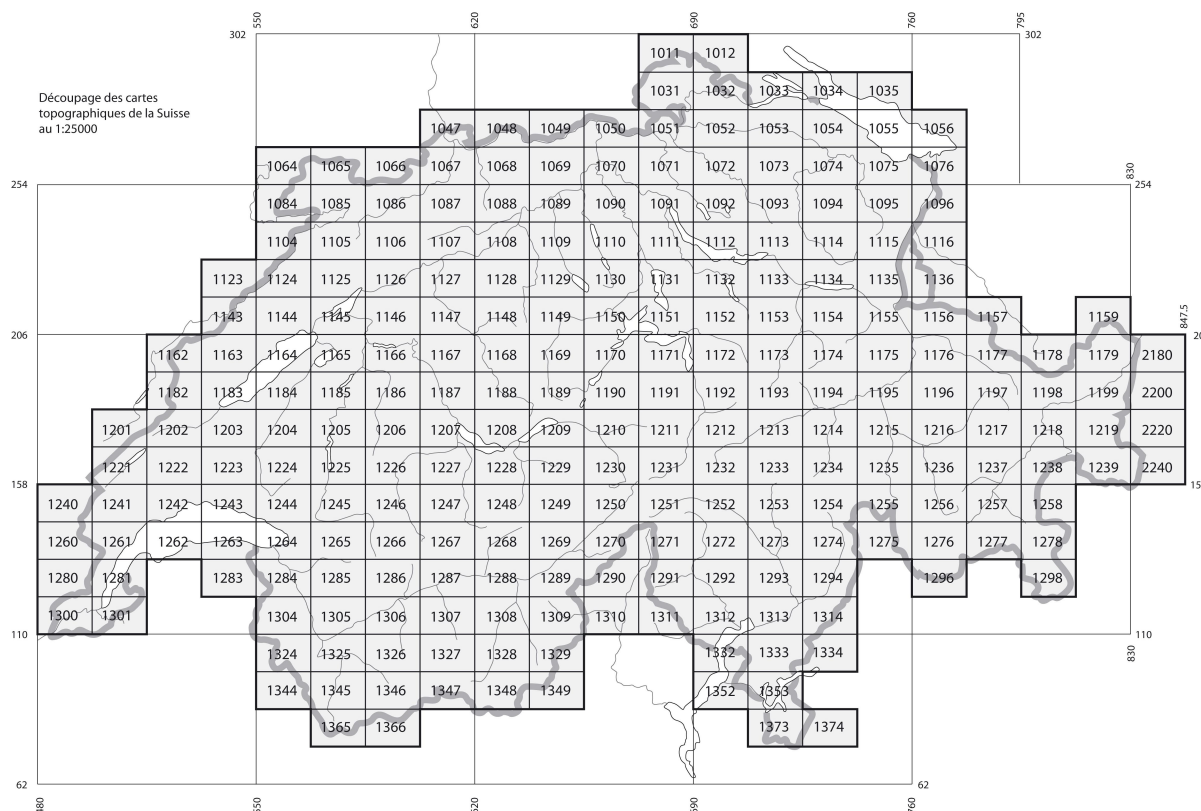


Figure 8 : Situation des 253 cartes au 1/25'000 digitalisées disponibles dans le MNT50 de l'OFT (53'130 km²), zone numérisée selon une maille 50 m à partir des cartes topographiques nationales au 1/10'000 et/ou 1/25'000 (version 1993) et complétée des altitudes bathymétriques.

La Figure 8 donne l'extension de la numérisation systématique de la Suisse avec le MNT25 de l'OFT. En 1993, avec l'accord de l'OFT, nous avons introduit les altitudes bathymétriques dans les lacs car celles-ci n'étaient pas présentes dans MNT25 original. Nous avons établi cette numérisation altimétrique selon la maille de 50 m à partir des courbes bathymétriques digitalisées fournies par l'OFT. Cette version a été complétée avec notre MNA50 pour donner le MNA50 que nous avons utilisé dans le calcul de la correction topographique du présent ATLAS. Ce MNA50, mise à jour en 1993, comporte 71'280 km² digitalisés, avec des altitudes au décimètre.

7.2.3 La zone C ou zone lointaine

Il faut se rappeler que l'effet gravifique du relief décroît de façon inverse au carré de la distance. Par conséquent, il est inutile de constituer une numérisation du relief très détaillée jusqu'à la limite de 167 km de la correction topographique. C'est pourquoi nous avons choisi le même type de découpage que l'USGS des Etats-Unis a mis au point pour leur cartographie gravimétrique (Plouff, 1966). Nous l'avons adapté au contexte suisse en 1967 (Wagner, 1970) et finaliser en 1973 (Olivier, 1973). Et c'est dans le cadre de la Nouvelle Carte Gravimétrique de la Suisse que nous avons généralisé son application à toute la Suisse (Klingelé & Olivier, 1980).

Cette zone C est couverte par des modèles d'altitude moyenne de 15' x 15'. Chaque modèle est composé de 15 x 15 compartiments de 1' x 1'. Les altitudes moyennes sont calculées à partir de 13 altitudes réparties uniformément dans le compartiment d'une dimension d'environ 1.3 km x 1.8 km, digitalisées à partir des cartes topographiques nationales au 1/25'000 et 1/50'000. Actuellement, 207 modèles sont disponibles (Figure 9). Ces données sont indépendantes des stations de mesure.

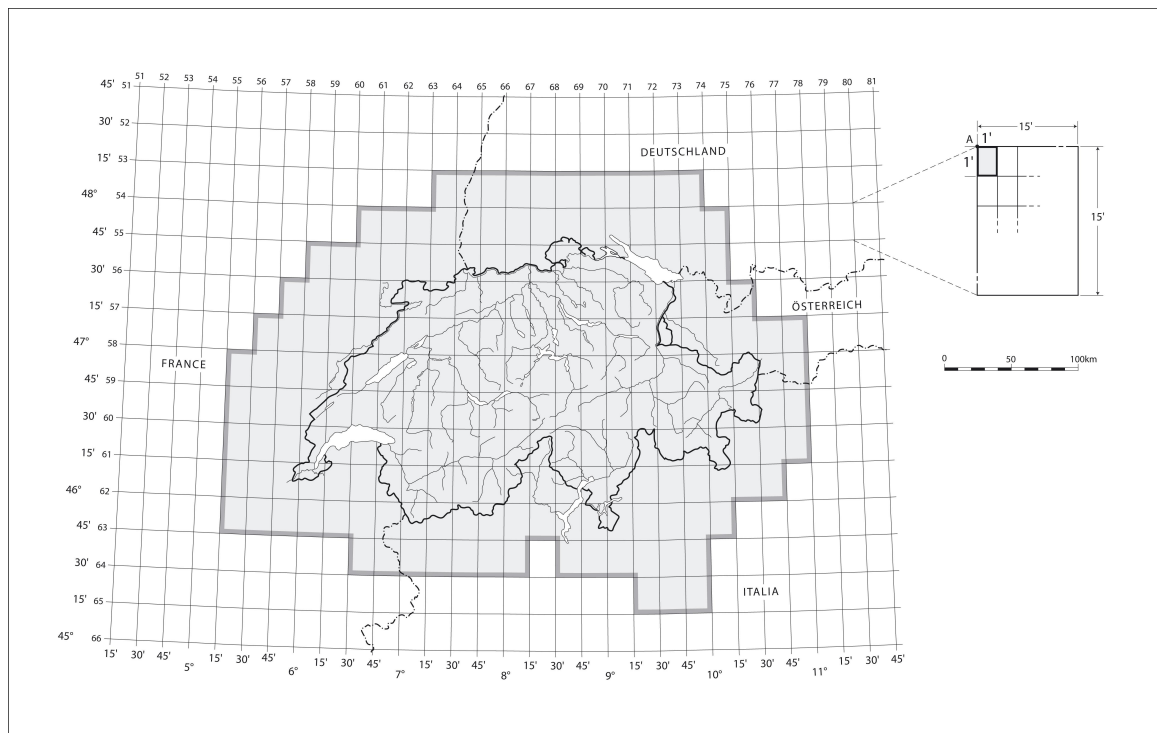


Figure 9 : *La zone C s'étend de 2.5 km à 21km, **194** modèles d'altitudes moyennes de 15' x 15', chacun divisé en coupures de 15 x 15 compartiments de 1' x 1', soit environ 1.3 km x 1.8 km, l'altitude moyenne de chaque compartiment est calculée à partir de 13 altitudes digitalisées de cartes topographiques au 1/25'000 ou au 1/50'000, le calcul de la correction topographique est réalisé à l'aide de la Ligne de Masse (Plouff, 1966)*

7.2.4 La zone D ou zone très lointaine

Cette zone D est couverte par des modèles d'altitudes moyennes de 2° x 1°. Chaque modèle est composé de 40 x 20 compartiments de 3' x 3'. Les altitudes moyennes sont calculées à partir de 13 altitudes réparties uniformément dans le compartiment d'une dimension d'environ 3.8 km x 5.5 km, digitalisées à partir des cartes topographiques nationales au 1/25'000 et 1/50'000. Actuellement, 20 modèles complets et 11 modèles partiels sont disponibles (Figure 10). Ces données sont indépendantes des stations de mesure.

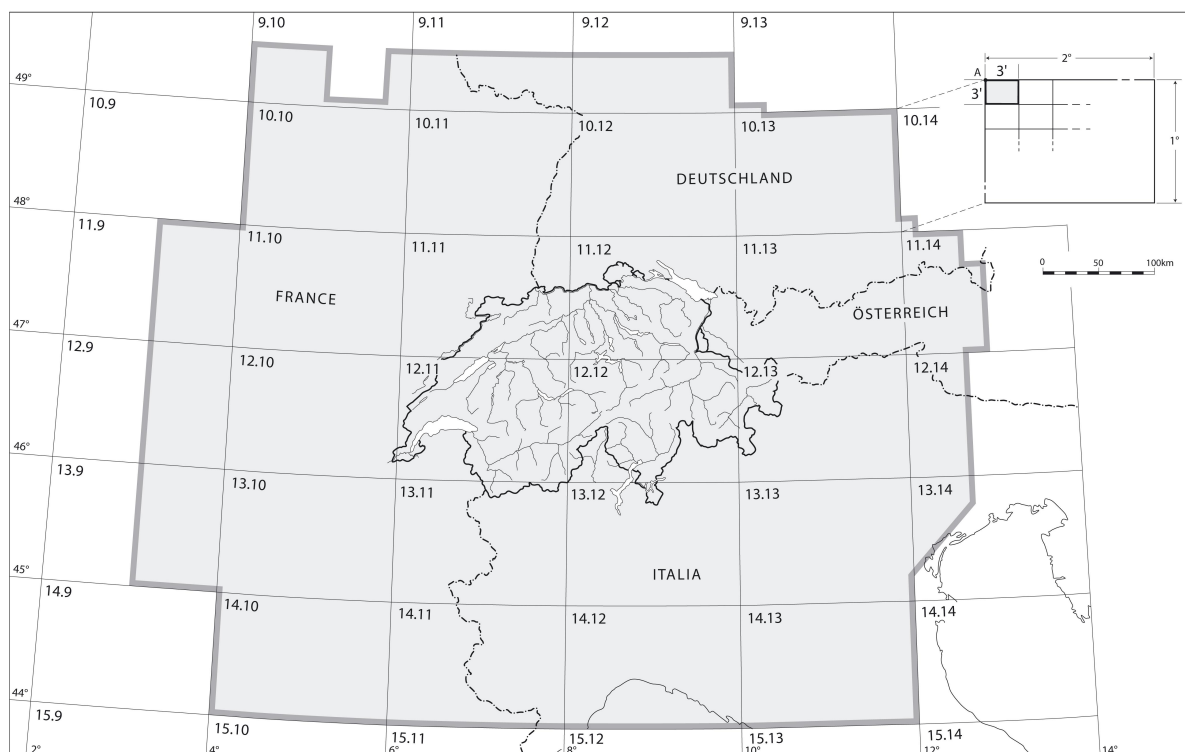


Figure 10 : La zone D s'étend de 21 km à 167 km, 20 modèles d'altitudes moyennes de $2^\circ \times 1^\circ$, chacun divisé en coupures de 40×20 compartiments de $3' \times 3'$, soit environ $3.8 \text{ km} \times 5.5 \text{ km}$, l'altitude moyenne de chaque compartiment est calculée à partir de 13 altitudes digitalisées de cartes topographique au 1/50'000 ou au 1/100'000, le calcul de la correction topographique est réalisée à l'aide de la Ligne de Masse (Plouff, 1966).

7.2.5 Evaluation de l'erreur de la correction topographique de l'Atlas

L'évaluation de l'erreur de la correction topographique entreprise lors de l'édition de la nouvelle carte gravimétrique de la Suisse (Klingelé & Olivier, 1980) montre une déviation standard de 0.08 mGals pour la correction jusqu'à 2.5 km à partir de 25 stations sur le Plateau suisse, réalisée par quatre étudiants.

Nous avons voulu reprendre cette estimation jusqu'à 167 km avec les moyens utilisés dans l'Atlas que nous présentons dans l'Annexe 5.

En considérant des valeurs extrêmes dans l'erreur d'estimation des altitudes lors des différentes digitalisations à partir des cartes topographiques aux 1/25'000, 1/50'000 et 1/100'000 selon les zones, nous obtenons une erreur maximale de l'ordre de **0.30 mGals**. La réalité est certainement plus proche de 0.20 mGals.

8. Base générale de données gravimétriques GRAVI-CH

Rappelons que la base de données GRAVI-CH résulte de toutes les études gravimétriques scientifiques des universités de Genève et Lausanne, ainsi que de l'Ecole Polytechnique de Zürich en Suisse de 1954 à 1987, puis de toutes les campagnes gravimétrique exécutées pour le présent ATLAS par l'Institut de Géophysique de Lausanne (IGL) dans le cadre de la SGPK et

finallement complétée par les études gravimétriques du Master de l'Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne.

Cette base de données contient **45'261** stations gravimétriques.

Rappelons que les valeurs de l'Anomalie de Bouguer ont été calculées en référence à l'ellipsoïde de 1967, avec une masse volumique de 2670 kg/m^3 et une correction topographique portée jusqu'à 167 km autour de chaque station.

8.1 Précision de l'Anomalie de Bouguer

Aux paragraphes précédents nous avons donné la définition de l'Anomalie de Bouguer avec les caractéristiques de tous les termes qui la compose, en particulier la correction topographique ou correction de terrain. L'erreur quadratique moyenne maximale est de l'ordre de **0.30 mGals**. Nous avons donc choisi l'équidistance des isolignes des cartes de l'Atlas de **0.50 mGals** pour le traçage.

Dans ce tableau de l'Annexe 6, nous avons dû tenir compte des précisions relatives des mesures gravifiques depuis 1954, c'est pourquoi nos évaluations sont aussi restrictives par rapport à ce que l'on peut exécuter actuellement.

8.2 Base de données GRAVI-CH et cartographie de la zone de travail

A la fin d'une campagne gravimétrique, tous les cycles ont été repris et la base de données générale de la campagne en cours sera complétée par ce nouvel apport avec tous les contrôles que cela comporte. L'Anomalie de Bouguer définitive a alors été élaborée pour la masse volumique choisie et toutes les données et résultats ont été implémentés dans la base générale des données gravimétriques **GRAVI-CH**. L'Annexe 1 montre un exemple d'une page du contenu de cette base de données.

Finalement la zone de travail en cours lors d'une campagne a été cartographiée à l'échelle du 1/100'000 à l'aide du logiciel SURFER. L'opérateur a porté une attention toute particulière aux tracés des isolignes à la limite des cartes afin d'assurer la continuité du traçage avec les cartes adjacentes.

8.3 Contenu de la base de données GRAVI-CH

- 1^{ère} colonne : n° code de l'étude gravimétrique
- 2^{ème} colonne : n° d'ordre des stations de l'étude selon le type de station
- 3^{ème} colonne : coordonnées rectangulaires suisses W-E (m)
- 4^{ème} colonne : coordonnées rectangulaires suisses S-N (m)
- 5^{ème} colonne : altitude de la station au sol (m)
- 6^{ème} colonne : écart d'altitude entre la valeur de la station et la valeur interpolée du MNA (m)
- 7^{ème} colonne : valeur du g mesuré (mGals)
- 8^{ème} colonne : correction topographique terrestre: de 0m à 20m, $\rho=2'670 \text{ kg/m}^3$ (mGals)
- 9^{ème} colonne : correction topographique terrestre: de 20m à 2'500m, $\rho=2'670 \text{ kg/m}^3$ (mGals)
- 10^{ème} colonne : correction topographique lacustre: de 20m à 2'500m, $\rho=2'670 \text{ kg/m}^3$ (mGals)
- 11^{ème} colonne : correction topographique terrestre: de 2.5km à 21km, $\rho=2'670 \text{ kg/m}^3$ (mGals)
- 12^{ème} colonne : correction topographique lacustre: de 2.5km à 21km, $\rho=2'670 \text{ kg/m}^3$ (mGals)
- 13^{ème} colonne : correction topographique terrestre: de 21km à 167km, $\rho=2'670 \text{ kg/m}^3$ (mGals)
- 14^{ème} colonne : correction topographique lacustre: de 21km à 167km, $\rho=2'670 \text{ kg/m}^3$ (mGals)
- 15^{ème} colonne : correction topographique terrestre: de 0m à 167km, $\rho=2'670 \text{ kg/m}^3$ (mGals)
- 16^{ème} colonne : coordonnées géographiques suisses, longitude (degrés)
- 17^{ème} colonne : coordonnées géographiques suisses, longitude (minutes décimales)
- 18^{ème} colonne : coordonnées géographiques suisses, latitude (degrés)
- 19^{ème} colonne : coordonnées géographiques suisses, latitude (minutes décimales)

- 20^{ème} colonne : pesanteur théorique, ellipsoïde 1967 (mGals)
- 21^{ème} colonne : correction Air Libre (mGals)
- 22^{ème} colonne : correction Plateau, masse volumique unitaire (mGals)
- 23^{ème} colonne : Anomalie de Bouguer, $\rho=2'670 \text{ kg/m}^3$ (mGals), CT=167km (mGals)
- 24^{ème} colonne : Anomalie de Bouguer, $\rho=2'500 \text{ kg/m}^3$ (mGals), CT=167km (mGals)
- 25^{ème} colonne : Anomalie de Bouguer, $\rho=2'400 \text{ kg/m}^3$ (mGals), CT=167km (mGals)
- 26^{ème} colonne : nom de l'opérateur principal
- 27^{ème} colonne : nom de l'opérateur secondaire ou aide
- 28^{ème} colonne : type des études
- 29^{ème} colonne : date, année du début du terrain
- 30^{ème} colonne : date, période de terrain

L'Annexe 1 donne un aperçu de cette base de données **GRAVI-CH** de quelque **45'261** stations gravimétriques. Les colonnes 26 à 30 n'ont pas été imprimées

La base de données **GRAVI-ATLAS** est de même type que la base de données **GRAVI-CH**, mais ne contient que les stations utilisées dans l'Atlas. L'Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne est dépositaire de ces 2 bases de données.

9. Calcul des grilles numériques, cartographie et création de la base de données GRAVI-ATLAS

La base de données gravimétrique GRAVI-ATLAS résulte des opérations de la cartographie des cartes de l'Atlas.

La cartographie des cartes de l'Atlas a été réalisée numériquement à l'aide du logiciel SURFER de Golden Software, l'impression faite au Plotter HP Design 500 et la mise en forme finale avec le logiciel ILLUSTRATOR.

Plusieurs étapes suivantes ont été nécessaires avant de pouvoir fournir les éléments cartographiques à l'imprimante puis à l'éditeur:

9.1 Choix de caractéristiques de la cartographie et sélection des données

1. Définition des caractéristiques du calcul du « contouring »
 - a) choix d'une grille numérique carrée de **200 m** de côté
 - b) fixation des limites de la carte avec une marge de recouvrement avec les cartes voisines de **3 km** afin d'assurer la continuité des courbes avec les cartes adjacentes.
 - c) la superficie étendue d'une carte correspondra à une grille de **271** lignes par **381** colonnes
 - d) choix de la méthode du **minimum de courbure** pour l'interpolation de la grille numérique à partir des stations de mesure (fichier EXCEL).
 - e) Application d'un léger filtrage **3x3** sur les grilles numériques
 - f) choix de l'équidistance entre les courbes de **0.5 mGals**
 - g) choix de courbes maîtresses tous les **5 mGals**
2. Sélection des stations de mesure dans les limites étendues de la carte considérée à partir de la base générale des données gravimétriques GRAVI-CH et création d'un fichier temporaire avec des stations sélectionnées sur la base d'une distance d'environ 500 m entre les stations.

9.2 Calcul des grilles numériques des cartes et validation

Les étapes suivantes ont été systématiquement appliquées pour les calculs et validations des grilles numériques :

1. Calcul de la grille numérique avec une maille de 200 m par SURFER à partir des valeurs de l'Anomalie de Bouguer aux stations sélectionnées à l'aide de la méthode de minimum de courbure (Briggs, 1974).
2. Traçage des isolignes (0.25 mGals) et du positionnement des stations de mesure avec leur identification (SURFER). Validation de la carte sur l'écran (retour en 1 pour les corrections)
3. Réalisation d'une première épreuve au Plotter HP à l'échelle du 1/100'000 avec une présentation géographique standard. Validation définitive des contours, si correction retour en 1.
4. Redimensionnement de la grille aux limites réelles de la carte (**241** lignes sur **351** colonnes)
5. Réalisation, après plusieurs essais, de la carte finale dans ses dimensions exactes, c'est-à-dire sans la marge de recouvrement de 3 km. Puis validation de la continuité des courbes avec les cartes adjacentes publiées en même temps.

9.3 Mise en forme des cartes pour l'éditeur

1. Mise en forme finale de la carte à l'aide du logiciel ILLUSTRATOR avec la présentation conforme à l'ATLAS. Par exemple : la correction esthétique du tracé de certaines parties des courbes que le calcul numérique impose, la non superposition des identifications des isovaleurs avec la compréhension du fond topographique sous-jacent, la fréquence des identifications des isovaleurs, la signalisation des creux et des culminations gravifiques, l'épaisseur définitive des traits des isovaleurs, le choix de la couleur des traits, etc....
2. Finalement la réalisation d'une carte muette a été tracée avec uniquement la position des stations de mesures selon un point noir de 0.8 mm. Cette carte a été imprimée au verso de la carte afin de voir par transparence la position des stations de mesure.
3. Les cartes sous forme de fichiers numériques EXCEL et ILLUSTRATOR ont été gravées sur CD et transmises par lot à l'OFT.

9.4 Enregistrement définitif de la base de données GRAVI-ATLAS

1. Création de la base de données des stations gravimétriques GRAVI-ATLAS : par station de mesure selon un nombre restreint de paramètres et par carte au 1/100'000 avec la grille numérique.
2. Validation de la cohérence des données entre les éditions.

9.5 Mise des données gravimétriques GRAVI-ATLAS sur le CD de la SGPK

Les données gravimétriques GRAVI-ATLAS constituant l'information des 22 cartes des Anomalies de Bouguer de l'Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse ont été enregistrées dans la Banque de Données Géophysique créée en 2003 (Dumont & Klingelé, 2003).

La Banque de Données Géophysiques contient la majorité des données géophysique de la Suisse acquises par les études conduites par la SGPK depuis les années soixante.

La base de données contient les domaines suivant (en anglais dans le CD):

1. Gravity
2. Magnetic
3. Magnetic property of soils
4. Geothermy
5. Physical properties of rocks
6. Airborne gamma spectrometry

Concernant la **Gravimétrie**, les données à disposition ont la structure suivante :

9.5.1 1^{ère} partie : SWISS.DAT contient 9 colonnes

exemple : **26 1 567'360.0 254'550.0 582.19 980'682.62 -44.38 -40.15**

la précision du point est donnée par 3 valeurs en X, Y et altitude : par exemple : (10m, 10m, 1 cm)

- col 1 : numéro de la carte au 1/100'000
 col 2 : type de station gravimétrique concernant l'altimétrie, avec les 7 codes suivants :
- 1 = point nivelé à partir d'un point de nivellement (10m, 10m, 1 cm)
 - 3 = point de triangulation (5 m, 5 m, 10 cm)
 - 4 = point de nivellement cantonal ou fédéral (10m, 10m, 5 mm)
 - 5 = point photogrammétrique de la carte au 1/25'000 (10m, 10m, 1 m)
 - 6 = point de nivellement barométrique (10m, 10m, 5m)
 - 7 = point GPS (50 cm, 50 cm, 5 cm)
 - 0 = pas de spécification
- col 3 : coordonnée rectangulaire suisse X, W-E (m)
 col 4 : coordonnée rectangulaire suisse Y, S-N (m)
 col 5 : altitude de la mesure rabattue au sol (m)
 col 6 : g mesuré rabattu au sol (mGals)
 col 7 : correction topographique de 0 à 167km, $\rho = 2'670 \text{ kg/m}^3$
 col 8 : Anomalie de Bouguer, $\rho = 2'670 \text{ kg/m}^3$, CT = 167km
 col 9 : Anomalie de Bouguer, $\rho = 2'500 \text{ kg/m}^3$, CT = 167km

Remarque: Certaines stations présentent une altitude et une valeur de la pesanteur mesurée **nulle** car ces données appartiennent à Swisspetrol et à la SEAG. Ces deux sociétés ont donné à la SGPK la permission d'inclure ces données dans la base de données à condition qu'il ne soit pas possible de calculer d'autres anomalies en utilisant g et les altitudes.

9.5.2 2^{ème} partie : Gravity maps of Switzerland

a) Directoire des 22 cartes par la désignation du fichier grille : nomdufichier.grd

	<i>n° carte</i>	<i>Nom de la carte</i>	<i>Nom du fichier</i>
carte 1 :	26	Basel	26Basel.grd
carte 2 :	27	Bölzberg	27Bölz.grd
carte 3 :	28 et 28bis	Bodensee	28Boden.grd
carte 4 :	30	Besançon	30Besan.grd
carte 5 :	31	Biel/Biene	31Biel.grd
carte 6 :	32	Beromünster	32Bero.grd
carte 7 :	33	Toggenburg	33Toggen.grd
carte 8 :	34	Vorarlberg	34Vorarl.grd
carte 9 :	35	Vallorbe	35Vallor.grd
carte 10 :	36	Saane/Sarine	36Sarine.grd
carte 11 :	37	Brünigpass	37Brunig.grd
carte 12 :	38	Panixerpass	38Panix.grd
carte 13 :	39	Flüelapass	39Flüela.grd
carte 14 :	40	Le Léman	40Leman

carte 15 :	41	Col du Pillon	41Pillon.grd
carte 16 :	42	Oberwallis	42Ober.grd
carte 17 :	43	Sopra Ceneri	43Sopra.grd
carte 18 :	44	Malojapass	44Malo.grd
carte 19 :	45	Haute Savoie	45Savoie.grd
carte 20 :	46	Val de Bagnes	46Bagnes.grd
carte 21 :	47	Monte Rosa	47Rosa.grd
carte 22 :	48	Sotto Ceneri	48Sotto.grd

swiss.dat : fichier général de toutes les stations gravimétriques des 22 cartes

avec : la masse volumique de 2'670 kg/m³, les unités en milligals (mGals) et la référence géographique des coordonnées rectangulaires suisses avec X = 600'000 et Y = 200'000 à Berne.

b) Structure des fichiers « grille » : par exemple **46Bagnes.grd**

DSAA

351 241

690 760

206 254

-181.21 -91.45

-134.15 -134.15 -134.19 -134.28 -134.38 -134.49 -134.60 -134.74 -134.89 -135.04

-135.18 -135.31 -135.42 -135.51 -135.57 -135.61 -135.64 -135.65 -135.67 -135.70

-135.76 -135.84 -135.96 -136.10 -136.27 -136.45 -136.64 -136.83 -137.01 -137.17

-137.30 -137.40 -137.46 -137.48 -137.45 -137.39 -137.30 -137.20 -137.11 -137.04

-137.00 -137.00 -137.03 -137.11 -137.22 -137.37 -137.54 -137.74 -137.95 -138.16

-138.37 -138.57 -138.74 -138.91 -139.05 -139.18 -139.29 -139.39 -139.48 -139.57

(.....)

-161.56 -161.74 -161.94 -162.15 -162.38 -162.61 -162.84 -163.08 -163.31 -163.53

-163.73 -163.90 -164.05 -164.17 -164.27 -164.35 -164.40 -164.44 -164.46 -164.47

-164.46 -164.45 -164.43 -164.40 -164.37 -164.34 -164.30 -164.27 -164.23 -164.20

-164.17 -164.15 -164.14 -164.13 -164.14 -164.16 -164.20 -164.26 -164.33 -164.43

-164.54 -164.68 -164.85 -165.04 -165.26 -165.51 -165.79 -166.11 -166.47 -166.86

-167.29 -167.74 -168.22 -168.70 -169.18 -169.64 -170.06 -170.44 -170.77 -171.06

-171.30 -171.49 -171.65 -171.78 -171.92 -172.10 -172.32 -172.61 -172.98 -173.43

-173.98 -174.62 -175.32 -176.09 -176.89 -177.72 -178.55 -179.35 -180.08 -180.71

-181.21

-134.03 -134.06 -134.14 -134.24 -134.35 -134.46 -134.58 -134.71 -134.86 -135.00

-135.12 -135.23 -135.32 -135.40 -135.45 -135.47 -135.48 -135.48 -135.48 -135.50

-135.54 -135.60 -135.70 -135.82 -135.97 -136.13 -136.30 -136.47 -136.63 -136.77

-136.89 -136.97 -137.02 -137.03 -137.00 -136.95

ainsi de suite pour les 241 lignes

First record (DSAA): Surfer sign.

Second record (351): Number of columns

(top of the column 1 : -134.182.....column 351 : -129.811).

Third record (241): Number of lines

(example : first line : from -134.182 to -129.811, 351 numbers)

(Beginning of the second line : -150.274 then 351 values).

Fourth record (550): x coordinate the south west corner of the 1 :100'000 map.

Fiveth record (620): x coordinate the north east corner of the 1 :100'000 map.

Sixeth record (62): y coordinate the south west corner of the 1 :100'000 map.

Seventh record (110): y coordinate the north east corner of the 1 :100'000 map.

Heightth record (-172.345): Minimum value of the grid.

Nineth record (-112.325): Maximum value of the grid.

Following records : Value of the gravity field at the grid nods (mGals)

9.6 Introduction à la lecture des cartes de l'Atlas

Nous n'avons pas la prétention de donner une description exhaustive de chacune des cartes gravimétriques de l'Atlas mais de présenter quelques aides à la lecture des Anomalies de Bouguer.

En premier lieu, il faut rappeler que le changement des rayons de courbures des tracés des isolignes, les ruptures de direction, le resserrement ou l'étalement des isolignes et les anomalies circonscrites sont autant d'anomalies particulières ou locales qu'il faudrait interpréter au travers d'une analyse qualitative propre résultant du choix d'un type d'anomalie régionale dont le rayon de courbure est directement associé à la profondeur des structures géologiques à faire apparaître dans les anomalies résiduelles.

Il n'est donc pas envisageable d'obtenir ce type d'analyse dans de telles notes explicatives de notre Atlas car il faudrait considérer plusieurs anomalies régionales et autant de résiduelles associées. Précisons que si l'intérêt du lecteur est de mettre en évidence des structures semi-profondes ou profondes, il y aurait lieu en premier d'éliminer les anomalies à faibles rayons de courbure par un filtrage approprié.

Nous renvoyons ces lecteurs à la consultation des données brutes qui ont présidé à la cartographie de nos cartes des Anomalies de Bouguer de l'Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse. Ces données se trouvent dans la base de données géophysiques de la SGPK (Dumont & Klingelé, 2003), § 9.5. La « Base de Données Géophysiques » sera disponible sur le site de la SGPK. En particulier, le lecteur trouvera toutes les données brutes des stations de mesures gravimétriques éditées par carte (22) et toutes les grilles numériques (22) qui ont conduit à la cartographie de l'Atlas. Ces dernières sont établies avec une maille carrée de 200 m, elles ont été légèrement filtrées (3x3) mais n'ont été modifiées que par de légères corrections esthétiques de cartographie dues à la lisibilité de la représentation graphique.

Il est en outre un paramètre déterminant dans l'élaboration des Anomalies de Bouguer, c'est la masse volumique (density) du modèle de l'Anomalie de Bouguer, ici de 2'670 kg/m³, qui va grandement orienter l'analyse locale.

Selon les régions analysées ; le Jura, le Plateau, les Préalpes et les Alpes ou encore certaines vallées alpines, cette masse volumique devrait être adaptée à la région considérée, c'est-à-dire que l'Anomalie de Bouguer devrait être recalculée avec la masse volumique représentative du sous-sol considéré. Il est possible d'exécuter de nouveaux calculs en reprenant les données brutes par station de mesure à partir du CD cité plus haut. Attention, suivant l'étendue de votre zone à interpréter, il faudra certainement effectuer au préalable un assemblage de plusieurs cartes.

L'interprétation gravimétrique nécessite un calage de l'anomalie régionale sur des éléments de profondeurs connus de façon indépendante de la gravimétrie :

- **coupes géologiques**
- **forages mécaniques**
- **profils sismiques**
- **sondages électriques ou de pseudo-section**
- **sondages audio magnétotelluriques, etc...**
- **profils magnétiques**

Ceci afin de déterminer une anomalie résiduelle cohérente avec la réalité géologique. Mais il ne faut pas oublier que ce sont autant d'opérations à entreprendre en ayant bien défini les objectifs géophysiques à atteindre doublés d'une bonne connaissance du contexte géologique.

Le premier Atlas gravimétrique du Plateau suisse, partie ouest, publié en 1983 donne un bon exemple du type d'analyse qu'il faudrait conduire. (Olivier, 1983).

Lors de la lecture des cartes de l'Atlas gravimétrique de la Suisse au 1/100'000, il faut être constamment conscient de la disposition des stations de mesures gravimétriques en relation

avec le traçage des isolignes, car la distribution spatiale des stations varie énormément de région à région ; Jura, Plateau, Préalpes et Alpes ou encore les grandes vallées alpines. Il faut donc moduler prudemment ses conclusions tirées de telles cartes afin de ne pas sur-interpréter ces cartes. C'est pourquoi, nous avons toujours imprimé les stations de mesure au verso des cartes afin de ne pas surcharger l'impression au recto. Par simple transparence sur une table lumineuse, les stations de mesure apparaissent clairement.

Pour ceux qui voudront mettre en évidence, directement à la lecture des cartes, les axes gravifiques des anomalies locales dues aux structures superficielles, la simple analyse suivante peut être conduite:

- Par rapport à une direction de tendance imaginée perpendiculaire à la pente générale de l'anomalie de Bouguer considérée sur une région (pente négative vers l'est ou positive vers l'ouest), nous pouvons en déduire une anomalie résiduelle positive si la concavité de l'Anomalie de Bouguer est située à droite.
- Inversement si la concavité est située à gauche, l'anomalie résiduelle est négative.
- L'axe de l'anomalie résiduelle est situé alors au centre de l'anomalie dans la direction de l'allongement.

Le terme anomalie résiduelle négative trouve également sa signification par rapport à la masse volumique choisie pour le modèle de Bouguer, dans notre cas de $2'670 \text{ kg/m}^3$, ce qui veut dire que cette zone géographique de l'anomalie négative présente dans son sous-sol des structures géologiques de masse volumique inférieure à la masse volumique utilisée pour le modèle de Bouguer. Inversement, pour une zone d'anomalie résiduelle positive, son sous-sol présente des structures géologiques de masse volumique supérieure à la masse volumique du modèle de Bouguer.

10. Conclusions

L'ensemble des 22 cartes des Anomalies de Bouguer de l'Atlas Gravimétrique de la Suisse donne une base solide et fondamentale à des analyses des variations de la pesanteur à la surface du sol directement interprétable dans le contexte géologique de la Suisse et de l'Europe. En effet, les références tant au niveau de l'ellipsoïde (1967) que celui des bases gravimétriques utilisées (REUN) correspondent aux normes habituellement employées internationalement, particulièrement en Europe. La correction du relief dans l'élaboration du modèle de Bouguer a été portée jusqu'à 167 km à l'aide de modèles topographiques numériques bien adaptés au contexte alpin de notre Atlas. La masse volumique du modèle de Bouguer est de $2'670 \text{ kg/m}^3$, ordinairement choisie pour de tels Atlas nationaux et particulièrement bien adaptée dans un contexte alpin. Bien que l'implantation des stations de mesures soit variable selon les diverses zones géographiques de la Suisse ; Jura, Plateau suisse, Préalpes et Alpes, la cartographie des Anomalies de Bouguer repose sur plus de 29'000 stations mesurées à l'aide de gravimètres Worden et Lacoste&Romberg depuis 1953 jusqu'à l'automne 2001.

La SGPK s'est engagée dans la réalisation de cet ouvrage à partir de 1987 et en a financé la réalisation des campagnes de terrain jusqu'en 2001. Parallèlement à cette acquisition, les Instituts de Géophysiques de l'Université de Lausanne et de l'Ecole Polytechnique de Zürich se sont également fortement impliqués de part leurs travaux de Master et de thèses de doctorat.

Les 22 cartes de l'Atlas Gravimétrique de la Suisse se présentent selon le découpage des cartes topographiques nationales au 1/100'000. Le tracé des anomalies de Bouguer est effectué avec une équidistance de 0.50 mGals sur le fond topographique des cartes nationales au 1/100'000. Au verso, nous avons imprimé l'emplacement des stations de mesures afin de faire apparaître par transparence la distribution spatiale des mesures, élément important pour l'interprétation des anomalies gravifiques. Ces données numériques se trouvent dans la Banque de Données Géophysiques de la SGPK (Dumont & Klingelé, 2003) intitulé « Le CD de la Base de Données Géophysiques » de la Commission Géophysique Suisse. Cette Banque de Données Géophysique contient la majorité des données géophysiques de la Suisse acquises par les études géophysiques réalisées par la SGPK depuis les années soixante. En particulier, le lecteur trouvera toutes les données brutes des stations de mesures gravimétriques éditées par carte (22) et toutes les grilles numériques (22) qui ont conduit à la cartographie de l'Atlas. Ces grilles numériques ont été calculées avec une maille carrée de 200 m, elles ont été légèrement filtrées (3x3) mais elles n'ont pas été corrigées des légères manipulations cartographiques dues à la lisibilité de la représentation graphique réalisée lors de l'édition des cartes.

11. Bibliographie

11.1 Références bibliographiques

- BLAKELY, R., J., 1996 : Potential Theory in Gravity & Magnetic Applications. Cambridge University Press, 441p.
- BRIGGS, I. C., 1974 : Machine contouring using minimum curvature. *Geophysics*, n° 39, 39-48.
- DUMONT, B. & KLINGELE, E., (2003) : Banque de Données Géophysique de la Suisse , Commission Géophysique Suisse, document interne.
- FISCHER, G., 1987 : Réseau complémentaire gravimétrique suisse, communications personnelles.
- HAMMER, S., 1939 : Terrain corrections for gravimeter stations, *Geophysics*, vol 4, 184-194.
- HAYFORD, J.F., & BOWIE, W, 1912, The effect of topography and isostatic compensation upon the intensity of gravity: U.S. Coast and Geodetic Survey Special Publication no. 10, 132 p
- HINZE, W. J., 2003: Bouguer reduction density, why 2.67?. *Geophysics*, Vol. 68, n° 5, p. 1559-1560.
- HUNZIKER, E., 1959: Gravimetermessungen in den Jahren 1953 bis 1957. *Astronomisch-Geodätisch Arbeiten Eidg.-Landestopographie Wabern-Bern*, 250 p.
- KLINGELE, E., 1995: EK95 : Rapport SGPK sur le nouveau réseau gravimétrique de la Suisse.
- KLINGELÉ, E. & ARNET, F., 1997: SG95 : Das neue Schweregrundnetz des Schweiz, *Geodätisch-geophysikalische Arbeiten in der Schweiz*, vol 54, 37 p.
- KLINGELE, E. & OLIVIER, R., 1980: La nouvelle carte gravimétrique de la Suisse, (Anomalies de Bouguer), *Matér. Géol. Suisse, Sér. Géophys.*, n° 20, 96 p.
- LOGEAN, Ph., 1985 : LUNSOL ou calcul de la correction lunisolaire, développement interne à l'IG.
- LOGEAN, Ph., OLIVIER, R., 1991 : SYSGRAVI II ou le calcul de la correction topographique en Suisse de 0m à 167km, développement interne à l'IG-UNIL.
- LOGEAN, Ph., 1995 : Le calcul de la correction topographique à l'aide du programme Fortran 77 VENAST, développement interne à l'IG-UNIL.
- MNT25 : Modèle numérique de terrain de la Suisse et environs, Office Fédérale Topographique Suisse. Autorisation BA 4780.
- NEWTON, I., 1687: *Philosophiae naturalis principia mathematica*. Reprint of the 1687 first edition, William Dawson & Sons, London, 1953.
- NIETHAMMER, Th., 1921: Kurven gleicher Schwerabweichungen 1:1'000'000 nach Bestimmungen von 1900-1918, *Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz*, 16 band, 1 Textfigur, 8 Tafeln, 1 Karte.
- OLIVIER, R., & SIMARD, R., 1980: Improvement of the conic prism model for terrain correction in rugged topography, *Geophysics*, Vol. 46, n° 7, p. 1054-1056.
- OLIVIER, R., 1971: Digitalisation du relief de la Suisse romande, *Bull. Soc. vaud. Sci. Nat.* n° 70, 12 p.
- OLIVIER, R., 1974: Elaboration d'un système de traitement gravimétrique géré par l'ordinateur. Etude gravimétrique du plateau romand de Versoix (GE) à Concise (VD), *Matér. Géol. Suisse, Sér. Géophys.*, n° 17, 56 p.
- OLIVIER, R., 1983a : L'Atlas Gravimétrique du Plateau suisse, partie Ouest. *Bull. Inst. Géophys. Univ. Lausanne*, n° 5, 49 p., format A3.
- OLIVIER, R., 1983b: SYSGRAVI I, Système informatique du traitement gravimétrique, description et manuel interne, non publiée, 35 p.
- PLOUFF, D., 1966: Digital Digital terrain corrections based on geographic coordinates [abs.]: *Geophysics*, v. 31, no. 6, p. 1208.
- TELFORD, W.M., GELDART, L.P., SHERIF, R.E. and KEYS, D.A., 1990: *Applied Geophysics*, 2nd edn, Cambridge Uni Press

11.2 Bibliographie des travaux gravimétriques

- AXELROD, A., 1978 : Contribution à l'étude géophysique de la région des lacs de Neuchâtel, Bienne et Morat. Thèse Inst. Géophys. Uni. Lausanne, 93 p.
- BERNASCONI R., BUGNON C., HARPAINTNER, T., & VIAZEMSKI, S., 1979: Etude géophysique comparée d'un secteur du Mont-Pélerin (VD). Diplôme IG-Lausanne, 35 p.
- BESSON, O., & MARCHANT, R., 1986 : Etude gravimétrique des collines de Chiètres. Dipl. Inst. Géophys. Uni. Lausanne, 98 p.
- BRODBECK, J.F., HEDIGER, R., & VALENTINI, B., 1978: Etude gravimétrique de l'Areuse (NE). Dipl. Inst. Géophys. Uni. Lausanne, 27 p.
- BÜCHLI, H., PAQUIN, R., & DONZÉ, A., 1976 : Étude géoélectrique et gravimétrique du Chablais entre Anières et Evian. Matér. Géol. Suisse, Sér. Géophys., n° 18, 170 p.
- BUNGENER, J., 1955: Mesures gravimétriques entre Orbe et Yverdon (VD). Dipl. Inst. Géophys. Uni. Lausanne, 41 p.
- BURRI, J.P., 1966: Les anomalies gravifiques du Nord-Ouest du Canton de Vaud. Dipl. Inst. Géophys. Uni. Genève, 40 p.
- CARREL, S., 2000 : Modélisation gravimétrique des collines de St.-Triphon et de leurs environs (Chablais VD et VS). Dipl. Inst. Géophys. Uni. Lausanne, 165 p.
- CAVIN, D., 1971: Etude gravimétrique du Lavaux (VD), Dipl. Inst. Géophys. Uni. Lausanne, 23 p.
- CHAPELLIER, D., OLIVIER, R., & SIMARD, R.G., 1980: Une contribution de la géophysique d'exploration à l'étude de la vallée de Joux. Bull. Ver. Schweiz. Petroleum-Géol. u. -Ing., Vol. 46, n° 110, p. 35-39.
- CORNICHE, P., 1973: Application des méthodes géophysiques à la recherche hydrologique, Matér. Géol. Suisse, Géophys. n° 13, 65 p.
- COTELIOGLU, E., 1984: Contribution à l'étude géophysique de la région Nord-Ouest de Lausanne. Thèse Inst. Géophys. Uni. Lausanne, 56 p.
- FINCKH, P., & KLINGELÉ, E., (1991) : Seismic reflection profiling in the Swiss Rhone valley. Part 2: Gravimetric and geological interpretation of the Roche-Vouvry line. Eclogae geol. Helv., 84/2 : 359 – 368.
- FRANCIOSI, G., & ANTOGNINI, M., (1991) : Etude gravimétrique du Mendrisiotto (Tessin), Dipl. Inst. Géophys. Uni. Lausanne, 45 p.
- GASSMANN, F., 1962: Schweremessungen in der Umgebung von Zürich. Matér. Géol. Suisse, Sér. Géophys., n° 3, 70 seiten, 24 Textfiguren und 2 Tafeln.
- GONET, O., 1965 : Étude gravimétrique de la plaine du Rhône (Région St. Maurice – Lac Léman). Matér. Géol. Suisse, Sér. Géophys., n° 6, 50 p.
- GRETENER, P., 1954 : Schweremessungen nordwestlich von Zürich und ihre gologiscje Interpretation, Eclogae geol. Helv., vol. 47, S. 173-222.
- IUGG, 1967: Geodetic Reference System 1967 adopted at the XIV General. Assembly of I.U.G.G., Lucerne, 1967
- KISSLING, E., & SCHWENDENER, H., 1990 : The quaternary sedimentary fill of some Alpine valleys by gravity modelling . Eclogae geol. Helv., 83/2, 311 – 321.
- KLINGELE, E., 1972: Contribution à l'étude gravimétrique de la Suisse romande et des régions avoisinantes, Matér. Géol. Suisse, Sér. Géophys., n° 15, 94 p.
- KLINGELE, E., 1997: 2-D gravimetric study of the crystallin basement of the Rawil depression, in Deep Structure of the Swiss Alps : results of NRP20. Pfiffner O.A. et al. (Ed.) Basel ; Boston ; Berlin ; Birkhäuser, pp.154-159.
- KOZAK, S., 1970: Etudes des anomalies gravifiques de Moudon Sud. Dipl. Inst. Géophys. Uni. Lausanne, 23 p.
- KUNZ, F., 1977: Etude gravimétrique et électrique de la région de Payerne (VD), Dipl. Inst. Géophys. Uni. Lausanne, 37 p.
- LAZREG, H., 1971: Etude géophysique, géologique et hydrologique de la région de Concise à Pompaples (pied du Jura vaudois), Matér. Géol. Suisse, Sér. Géophys., n° 10, 51 p.
- MARCHANT, R., & BESSON, O., 1986 : Étude gravimétrique des collines de Chiètres. Dipl. Inst. Géophys. Uni. Lausanne, 126 p, 36 pl.

- OLIVIER, R., 1987 : Etude gravimétrique sur le profil sismique Ouest (PNR20), requête FN 916-0.85.20, rapport final.
- OLIVIER, R., 1988 : Étude gravimétrique Collonges-Evionnaz-St-Maurice. Rapport pour le programme GEOTHERMOVAL.
- POLACK, P., 1980: Etude gravimétrique de la Tuffière (FR), Dipl. Inst. Géophys. Uni. Lausanne, 27 p.
- POLDINI, Ed., 1963: Les anomalies gravifiques du Canton de Genève, Matér. Géol. Suisse, Sér. Géophys. n° 4, 63 pages, 3 cartes.
- ROMANESCO, R., 1968: Etude gravimétrique de la région comprise entre la Morges et L'Aubonne (VD), Dipl. Inst. Géophys. Uni. Lausanne, 18 p.
- ROSSELLI, A., OLIVIER, R., DUMONT, B., & LOGEAN, PH., 1999 : Les anomalies gravifiques de la Vallées du Rhône entre Villeneuve et Brig. Matér. Géol. Suisse, Sér. Géophys. n° 34, 64 p.
- VERGITSIS, M., 1978 : Application de la gravimétrie à l'étude hydrologique du pied du Jura vaudois entre l'Isle et Ballens, Certificat Centre d'hydrogéologie, Uni-Neuchâtel, 65 p.
- WAGNER, J.J., 1970: Elaboration d'une carte d'Anomalie de Bouguer. Etude de la vallée du Rhône de St. Maurice à Saxon (Suisse), Matér. Géol. Suisse, Sér. Géophys. n° 9, 91 p.

11.3 Bibliographie des cartes de l'Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse

Mise dans l'ordre de l'année de publication et du numéro de la carte

- DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., RISNES, K., & PERRET, F., 1994 : Carte du "**Basel**", n° 26, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., RISNES, K., & PERRET, F., 1994 : Carte du "**Bözberg**", n° 27, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., RISNES, K., & PERRET, F., 1994 : Carte du "**Besançon**", n° 30, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., RISNES, K., & PERRET, F., 1994 : Carte du "**Biel/Bienne**", n° 31, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., RISNES, K. & PERRET, F., 1994 : Carte du "**Vallorbe**", n° 35, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., RISNES, K. & PERRET, F., 1994 : Carte du "**Saane/Sarine**", n° 36, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Ed. Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., RISNES, K. & PERRET, F. 1994 : Carte du "**Le Léman**", n° 40, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., GRABER-BRUNNER, V., HEIM, C., KISSLING, E., KLINGELE, E., LEUTHOLD, A., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & SCHWENDENER, H., 1998 : Carte du "**Bodensee/Lindau**", n° 28/28bis, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & RISNES, K. 1998 : Carte du "**Beromünster**", n° 32, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., KLINGELE, E., PERRET, F., & ROSSET, PH. 1998 : Carte du "**Toggenburg**", n° 33, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.

- DUMONT, B., BARRIOS, L., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & ROSSET, PH. 1998 : Carte du "**Brünigpass**", n° 37, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & ROSSET, PH. 2000 : Carte du "**Panixerpass**", n° 38, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., RISNES, K. & ROSSET, PH. 2000 : Carte du "**Col du Pillon**", n° 41, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & ROSSET, PH. 2002 : Carte du "**Vorarlberg**", n° 34, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & ROSSET, PH. 2002 : Carte du "**Flüelapass**", n° 39, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., BARRIOS, L., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & ROSSET, PH. 2002 : Carte de l' "**Oberwallis**", n° 42, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & ROSSET, PH. 2002 : Carte du "**Sopra Ceneri**", n° 43, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F., & ROSSET, PH. 2002 : Carte de la "**Passo del Maloja**", n° 44, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., BARRIOS, L., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., & PERRET, F., 2002 : Carte de la "**Haute Savoie**", n° 45, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F. & ROSSET, PH. 2002 : Carte du "**Val de Bagnes**", n° 46, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F. & ROSSET, PH. 2002 : Carte du "**Monte Rosa**", n° 47, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.
- DUMONT, B., KLINGELE, E., LOGEAN, PH., OLIVIER, R., PERRET, F. & ROSSET, PH., 2002 : Carte du "**Sotto Ceneri**", n° 48, Atlas gravimétrique au 1/100'000 de la Suisse, Commission Suisse de Géophysique, Editeur Office Fédéral de Topographie, Berne.

11.4 Bibliographie des cartes gravimétriques suisses:

- NIETHAMMER, Th., 1921: Kurven gleicher Schwerabweichungen 1:1'000'000 nach Bestimmungen von 1900-1918, Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz, 16 band, 1 Textfigur, 8 Tafeln, 1 Karte.
- KLINGELE, E. & OLIVIER, R., 1980: La nouvelle carte gravimétrique de la Suisse, (Anomalies de Bouguer), Matér. Géol. Suisse, Sér. Géophys., n° 20, 96 p.
- KLINGELE, E., KISSLING, E., MEYER, H.J., A., & SCHWENDENER. H., 1983 : Carte gravimétrique des Anomalies de Bouguer de l'Oberland Argovien et des régions avoisinantes au 1/100'000, carte I : masse volumique 2'670 kg/m³ et carte II : masse volumique 2'400 kg/m³, Commission Suisse de Géophysique.
- OLIVIER, R., 1983 : L'Atlas Gravimétrique du Plateau suisse, partie Ouest. Bull. Inst. Géophys. Univ. Lausanne, n° 5, 49 p., format A3. Editeur et diffuseur : Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne, Bât Amphipôle, 1015 Lausanne.
- OLIVIER, R., DUMONT, B., KLINGELE, E., 2008 : Carte gravimétrique de la Suisse. Anomalies de Bouguer, 1/500'000. Editeur et diffuseur : Office fédéral de topographie Swisstopo, CH-3084 Wabern, ISBN 978-3-302-40046-5.

12. Matériaux pour la Géologie de la Suisse

Beiträge zur Geologie der Schweiz
Matériaux pour la Géologie de la Suisse

Contributi alla Geologia Svizzera
Contributions to the Geology of Switzerland

Geophysik - Géophysique - Geofisica – Geophysics

1. **H. Röthlisberger.** Zur seismischen und petrographische Charakterisierung einiger Molassegesteine, einschliesslich der Beschreibung von Methoden der Korngrössenbestimmung in Festmaterial. 91 Seiten und 31 Figuren (1957). 20.-
2. **O. Friedenreich.** Eine grossräumige Widerstandskartierung nordwestlich von Zürich und ihre geologische Deutung. 47 Seiten, 22 Textfiguren und 9 Karten (1959). 24.-
3. **F. Gassmann.** Schweremessungen in der Umgebung von Zürich. 70 Seiten, 24 Textfiguren und 2 Tafeln (1962). 30.-
4. **E. Poldini.** Les Anomalies Gravifiques du Canton de Genève. 63 pages, 25 figures et 3 planches (1963). 30.-
5. **L. Rybach.** Refraktionsseismische Untersuchungen in Raum Aare-, Limmat- und Surbtal. 49 Seiten und 42 Figuren (1962). 20.-
6. **O. Gonet.** Etude gravimétrique de la plaine du Rhône. Région St Maurice - Lac Léman. 50 pages, 30 figures et 2 planches (1965). 20.-
7. **C. Meyer de Stadelhofen.** Carte des résistivités de la plaine du Rhône. 8 pages, 2 figures et 2 planches (1969). 10.-
8. **O. Gonet.** Etude gravimétrique du lac Léman à bord du mésoscaphe Auguste Piccard. 50 pages, 8 figures et 1 planche (1969). 10.-
9. **J.J. Wagner.** Elaboration d'une carte d'anomalie de Bouguer. Etude de la vallée du Rhône de St Maurice à Saxon (Suisse). 91 pages, 32 figures et 2 planches (1970). 27.-
10. **H. Lazreg.** Etude géophysique et hydrogéologique de la région de Concise à Pompaples (Pied du Jura vaudois). 51 pages, 16 figures et 2 planches (1971). 27.-
11. **M. Petch.** Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine de l'Orbe. 95 pages, 23 figures et 15 planches (1970). 27.-
12. **P.-A. Gilliand.** Etude géoélectrique du Klettgau (Suisse), Canton de Schaffhouse. 85 pages, 47 figures, 10 annexes et 5 planches (1970). 27.-
13. **P. Corniche.** Application des méthodes géophysiques à la recherche hydrogéologique. 65 pages et 25 figures (1973). 27.-
14. **F. Heller.** Magnetische und petrographische Eigenschaften der granitischen Gesteine des Albignagebietes (Nördliches Bergeller Massiv). 66 Seiten und 24 Textfiguren (1972). 27.-
15. **E. Klingelé.** Contribution à l'étude gravimétrique de la Suisse romande et des régions avoisinantes. 94 pages, 6 figures et 35 planches (1972). 27.-
16. **W. Sigrist.** Contribution à l'étude géophysique des fonds du lac Léman. 56 pages, 28 figures et 1 planche (1974). 27.-
17. **R. Olivier.** 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 et 10 planches (1974). 27.-
18. **H. Buchli, R. Paquin et A. Donzé.** Etude géoélectrique et gravimétrique du Chablais entre Anières et Evian. 170 pages, 81 figures et 4 planches (1976). 38.-
19. **G. Fischer, P.-A. Schnegg and J. Sesiano.** A new geomagnetic survey of Switzerland. 44 pages, 15 figures, 8 tables and 10 cartes (1979). 34.-
20. **E. Klingelé & R. Olivier.** La nouvelle carte gravimétrique de la Suisse (Anomalies de Bouguer). 96 pages, 9 figures, 4 tables et 1 carte (1980). 34.-
21. **J.J. Wagner & St. Müller.** Geomagnetic and gravimetric studies of the Ivrea zone. 64 pages and 44 figures (1984). 32.-
22. **Ph. Bodmer & L. Rybach.** Geothermal map of Switzerland (Heat flow density). 48 pages, 21 figures and 6 tables (1984). 42.-
23. **G. Schwarz.** Methodische Entwicklungen zur Aerogammaspektrometrie. 160 Seiten und 56 figuren (1991). 42.-
24. **U. Schärli & L. Rybach.** Geothermische Detailkartierung der zentralen Nordschweiz (1:100'000). 59 Seiten, 13 Figuren und 2 Karten (1991). 48.-

25. **G. Schwarz, E. Klingelé and L. Rybach.** Airborne radiometric mapping in Switzerland. 74 pages, 12 figures, 17 tables and 14 maps (1992). 48.-
26. **K. Risnes, B. Dumont, R. Olivier et J.J. Wagner.** Etude des anomalies magnétique et gravimétrique de la région du Chasseral. 42 pages, 14 figures et 3 tables (1993). 26.-
27. **G. Fischer & P.-A. Schnegg.** Up-dating the geomagnetic survey of Switzerland. 8 pages, 5 figures, 3 tables, 6 maps (1994). 30.-
28. **S. Sellami.** Propriétés physiques de roches des Alpes suisses et leur utilisation à l'analyse de la réflectivité de la croûte alpine. 160 pages, 59 figures et 16 tables. (1994). 45.-
29. **E. Rüttener.** Earthquake hazard evaluation for Switzerland. 150 pages, 88 figures and 12 tables (1995).
30. **F. Medici & L. Rybach.** Geothermal map of Switzerland 1995 (Heat flow density). 36 pages, 11 figures, 1 table and 1 carte (1995). 45.-
31. **E. Klingelé, M. Cocard, M. Halliday and H.-G. Kahle.** The airborne gravimetric survey of Switzerland. 104 pages, 66 figures and 10 tables (1996). 55.-
32. **P.-A. Schnegg.** The magnetotelluric survey of the Penninic Alps of Valais. 75 pages, 38 figures and 5 tables (1998). 55.-
33. **J.J. Wagner, G. Gong, M. Sartori and St. Jordi.** A catalog of Physical Properties of Rocks from the Swiss Alps and nearby areas. 80 pages, 14 figures, 5 appendix and 2 disks (1999). 45.-
55.-
34. **A. Rosselli, R. Olivier, Ph. Logean et B. Dumont.** Les anomalies gravifiques de la vallée du Rhône entre Villeneuve et Brigue. Cartes des anomalies de Bouguer et des anomalies résiduelles (échelle : 1/50'000 – masse volumique : 2'670 kg/m³). 63 pages, 14 figures, 2 tables et 16 cartes (1999). 45.-
35. **M. Gurk.** On the distribution of electrical conductivity in the Centra Alps. 121 pages, 55 figures, 14 tables (2000). 55.-
36. **U. Schärli, T. Kohl.** Archivierung und Kompilation geotermischer Daten der Schweiz und angrenzender Gebiete. 134 Seiten, 9 Figuren, 5 Tabellen, 2 Karten (2002). 55.-
37. **I.G. Hedley, G. Gong, W. Silverio.** A magnetic susceptibility study of some Swiss soils: environmental aspects. 22 pages, 8 figures, 7 maps (2002). 55.-
38. **A.A. Becker.** Deformationsmessungen mit der Bohrlochschliutzsonde im Jura und im Schweizerischen Molassebecken - Messkampagne 1995-1997.- 117 Seiten, 14 Abbildungen, 1 Tabelle, 6 Anhänge (2003). 55.-
39. **S. Signorelli, T. Kohl.** Geothermischer ressourcenatlas der Nordschweiz. Gebiet des nördlichen Schweizer Mittellandes - 94 Seiten (2007).
40. **C. Baujard, S. Signorelli & T. Kohl.** Atlas des ressources géothermiques de la Suisse. Domaine Sud-Ouest du Plateau Suisse, 56 pages (2007).
- 41.
- 42.
43. **R. Olivier, B. Dumont et E. Klingelé.** L'Atlas Gravimétrique de la Suisse ou les 22 cartes des Anomalies de Bouguer de la Suisse au 1/100'000 : 60 pages, 10 figures, 4 tables, 8 annexes (2010).

13. Annexes de 1 à 8

ATLAS GRAVIMETRIQUE DE LA SUISSE AU 1/100'000

ANNEXE 1 Exemple d'une page du contenu de la base de données GRAVI-CH

FICHIER GENERAL DES STATIONS GRAVIMETRIQUES DES ANOMALIES DE BOUGUER DE LA SUISSE - GRAVI-CH

Classement des stations selon l'ordre croissant des n° d'étude et des n° de stations

n°	station d'origine	n° d'ordre d'étude actuel	Coordonnées rectangulaires horizontales				Altitude station au sol (m)	Δh = alt sta - alt MNA (m)	g abs mesuré au sol (mGals)	Correction topographique densité = 2.67 g/cm3 (mGals)										Coordonnées géographiques suisses				Pesanteur théorique 1967 (mGals)	Correction		Anomalies de Bouguer				
			1	2	3	4				5	0-20m terre	20 - 2500m terre	2.5 - 21km lac	21-167km lac	0-167km lac global	longitude (°)	latitude (°)	altitude (m)	Air libre (mGals)	Plateau densité (mGals)	Cor. Topo jusqu'à 167 km densités (mGals)										
0	1	1	499000.0	109350.0	581.0	1.00	980518.94	0.01	0.74	0.00	1.22	0.00	0.34	0.00	2.31	6	7.96	46	7.76	980721.26	178.96	24.64	-86.83	-82.79	-80.42	23	24	25			
0	2	2	500600.0	109520.0	643.0	-0.20	980504.69	0.00	3.59	0.00	1.09	0.00	0.36	0.00	5.03	6	9.20	46	7.86	980721.42	198.05	27.26	-86.43	-82.12	-79.58	27	28	29			
0	4	3	505020.0	109800.0	605.0	-13.20	980509.17	0.01	3.60	0.00	0.87	0.00	0.42	0.00	4.90	6	12.62	46	8.05	980721.71	186.35	25.65	-89.78	-85.73	-83.35	28	29	30			
0	5	4	491270.0	109750.0	478.4	4.20	980548.77	0.01	0.12	0.00	0.44	0.00	0.24	0.00	0.80	6	1.95	46	7.90	980721.48	147.36	20.29	-78.73	-75.33	-73.33	29	30	31			
0	7	5	498320.0	109700.0	521.5	0.30	980533.12	0.00	0.36	0.00	1.18	0.00	0.34	0.00	1.89	6	7.42	46	7.94	980721.54	160.63	22.12	-84.95	-81.31	-79.17	30	31	32			
0	8	6	488250.0	109850.0	430.3	3.30	980560.66	0.01	0.10	0.00	0.98	0.00	0.21	0.00	0.91	5	59.60	46	7.93	980721.52	132.55	18.25	-76.14	-73.10	-71.31	31	32	33			
0	9	7	499450.0	109900.0	546.5	-5.50	980526.17	0.01	0.76	0.00	1.30	0.00	0.35	0.00	2.43	6	8.30	46	8.06	980721.72	169.33	23.18	-86.66	-82.88	-80.65	32	33	34			
0	10	8	495520.0	109970.0	504.0	-0.40	980539.31	0.00	0.08	0.00	0.60	0.00	0.30	0.00	0.98	6	5.25	46	8.06	980721.72	155.24	21.38	-83.26	-79.69	-77.59	33	34	35			
0	11	9	502800.0	110050.0	1307.0	5.00	980359.10	0.03	8.65	0.00	9.23	0.00	1.42	0.00	19.33	6	10.90	46	8.17	980721.88	402.51	55.29	-88.58	-80.41	-75.61	34	35	36			
0	12	10	493050.0	110000.0	486.8	-0.20	980546.14	0.03	0.38	0.00	0.45	0.00	0.26	0.00	1.73	6	3.33	46	8.05	980721.71	149.95	20.65	-79.62	-76.19	-74.16	35	36	37			
0	13	11	487090.0	110170.0	425.4	0.48	980563.15	0.01	0.15	0.00	0.67	0.00	0.19	0.00	1.02	5	58.70	46	8.09	980721.76	131.04	18.05	-74.74	-71.74	-69.97	36	37	38			
0	15	12	492350.0	110270.0	481.6	2.40	980548.42	0.01	0.10	0.00	0.43	0.00	0.25	0.00	0.79	6	2.78	46	8.19	980721.92	148.35	20.43	-78.90	-75.48	-73.47	37	38	39			
0	16	13	487010.0	110350.0	421.5	1.50	980564.74	0.00	0.21	0.00	0.69	0.00	0.19	0.00	1.09	5	58.63	46	8.18	980721.90	129.83	17.88	-73.98	-71.01	-69.26	38	39	40			
0	17	14	501070.0	110350.0	637.7	7.50	980505.83	0.00	4.43	0.00	1.02	0.00	0.36	0.00	5.81	6	9.55	46	8.32	980722.10	196.42	27.04	-86.22	-82.00	-79.51	39	40	41			
0	19	15	498550.0	110500.0	497.8	-6.20	980538.89	0.01	0.26	0.00	1.10	0.00	0.35	0.00	1.72	6	7.59	46	8.37	980722.19	153.33	21.11	-84.62	-81.14	-79.09	40	41	42			
0	20	16	491600.0	110520.0	463.3	2.30	980553.21	0.00	0.10	0.00	0.44	0.00	0.25	0.00	0.79	6	2.20	46	8.32	980722.11	142.71	19.65	-77.88	-74.59	-72.65	41	42	43			
0	21	17	493100.0	110550.0	449.2	-1.80	980553.87	0.01	0.13	0.00	0.50	0.00	0.28	0.00	0.91	6	3.36	46	8.35	980722.16	138.37	19.06	-79.89	-76.71	-74.84	42	43	44			
0	22	18	486820.0	110650.0	404.4	1.40	980568.68	0.00	0.35	0.00	0.78	0.00	0.20	0.00	1.33	5	58.48	46	8.34	980722.15	124.57	17.16	-73.38	-70.54	-68.88	43	44	45			
0	23	19	501320.0	110650.0	618.5	4.30	980506.95	0.00	5.51	0.00	0.98	0.00	0.36	0.00	6.85	6	9.74	46	8.48	980722.35	190.51	26.22	-88.06	-84.04	-81.67	44	45	46			
0	24	20	486500.0	110710.0	370.6	-5.20	980575.49	0.00	0.47	0.00	0.99	0.00	0.21	0.00	1.67	5	58.23	46	8.37	980722.19	114.16	15.72	-72.86	-70.29	-68.78	45	46	47			
0	25	21	500720.0	110720.0	565.0	-0.88	980521.80	0.01	2.36	0.00	1.15	0.00	0.36	0.00	3.89	6	9.27	46	8.51	980722.40	174.03	23.96	-86.65	-82.83	-80.58	46	47	48			
0	26	22	499000.0	110770.0	485.1	1.70	980540.63	0.00	0.21	0.00	1.20	0.00	0.37	0.00	1.78	6	7.94	46	8.52	980722.42	149.42	20.58	-85.52	-82.14	-80.15	47	48	49			
0	27	23	490400.0	110850.0	436.0	6.00	980559.48	0.02	0.26	0.00	0.50	0.00	0.24	0.00	1.01	6	1.26	46	8.49	980722.36	134.30	18.50	-76.95	-73.87	-72.06	48	49	50			
0	28	24	498050.0	110900.0	473.5	-2.50	980544.21	0.01	0.25	0.00	0.95	0.00	0.36	0.00	1.57	6	7.20	46	8.59	980722.51	145.85	20.08	-84.51	-81.19	-79.24	49	50	51			
0	29	25	499750.0	110900.0	476.1	-0.90	980541.79	0.01	0.57	0.00	1.40	0.00	0.39	0.00	2.36	6	8.52	46	8.60	980722.53	148.65	20.19	-85.65	-82.37	-80.43	50	51	52			
0	30	26	505520.0	110900.0	586.9	-12.10	980514.45	0.00	3.79	0.00	0.78	0.00	0.43	0.00	5.00	6	13.00	46	8.65	980722.61	180.78	24.89	-88.82	-84.91	-82.61	51	52	53			
0	31	27	499160.0	110940.0	486.3	-0.30	980540.87	0.00	0.17	0.00	1.18	0.00	0.37	0.00	1.72	6	8.06	46	8.62	980722.56	149.79	20.63	-85.25	-81.85	-79.85	52	53	54			
0	32	28	495420.0	110950.0	460.8	-1.40	980550.59	0.00	0.09	0.00	0.58	0.00	0.31	0.00	0.99	6	5.16	46	8.59	980722.52	141.94	19.55	-81.19	-77.93	-76.01	53	54	55			
0	33	29	495750.0	111000.0	462.0	-5.00	980549.61	0.00	0.15	0.00	0.60	0.00	0.32	0.00	1.07	6	5.41	46	8.62	980722.56	142.31	19.60	-81.90	-78.64	-76.72	54	55	56			
0	34	30	491960.0	111100.0	452.1	0.90	980554.83	0.00	0.04	0.00	0.45	0.00	0.25	0.00	0.74	6	2.47	46	8.64	980722.59	139.26	19.18	-78.96	-75.75	-73.86	55	56	57			
0	35	31	496970.0	111100.0	467.1	1.10	980546.43	0.01	0.14	0.00	0.72	0.00	0.34	0.00	1.20	6	6.36	46	8.68	980722.66	143.88	19.81	-84.05	-80.76	-78.82	56	57	58			
0	36	32	493750.0	111120.0	453.2	1.80	980552.95	0.01	0.13	0.00	0.48	0.00	0.28	0.00	0.91	6	3.86	46	8.66	980722.63	139.60	19.22	-80.51	-77.30	-75.41	57	58	59			
0	37	33	497070.0	111120.0	466.0	-2.00	980546.68	0.01	0.11	0.00	0.73	0.00	0.34	0.00	1.19	6	6.43	46	8.70	980722.68	143.54	19.77	-84.04	-80.76	-78.83	58	59	60			
0	38	34	501300.0	111370.0	531.5	-5.90	980528.32	0.00	2.98	0.00	1.10	0.00	0.38	0.00	4.46	6	9.72	46	8.87	980722.94	163.71	22.54	-86.63	-83.08	-80.99	59	60	61			
0	39	35	486350.0	111420.0	341.4	-9.00	980582.94	0.00	0.26	0.00	1.23	0.00	0.22	0.00	1.70	5	58.11	46	8.75	980722.77	105.16	14.49	-71.64	-69.28	-67.90	60	61	62			
0	40	36	505700.0	111450.0	586.0	-7.00	980515.43	0.02	3.41	0.00	0.76	0.00	0.43	0.00	4.62	6	13.13	46	8.95	980723.06	180.50	24.85	-88.85	-84.92	-82.61	61	62	63			
0	41	37	491910.0	111530.0	449.0	2.12	980556.10	0.01	0.04	0.00	0.45	0.00	0.25	0.00	0.74	6	2.42	46	8.87	980723.04	136.30	19.05	-78.65	-75.46	-73.58	62	63	64			

ainsi de suite ...

ATLAS GRAVIMETRIQUE DE LA SUISSE AU 1/100'000

ANNEXE 2.1

Liste des bases gravimétriques utilisées réparties selon 4 classes : A) le réseau SG95 (2 bases); B) le réseau REUN 1959 (44 bases); C) le réseau intermédiaire CG-Fischer (16 bases) et D) les bases locales IG-UNIL (30 bases)

N° d'ordre interne	Coordonnées rectangulaires suisses		Valeurs de g abs relatives à 980000 mGals	Noms des bases	Description des lieux	Type de classe	Description des points de nivellement
	S-N (m)	O-E (m)					
A)	Le réseau SG95						
101	237240	709470	564.441	BACHTEL	BACHTEL	A	
102	238350	693620	559.726	PFANNENSTIEL	PFANNENSTIEL	A	
B)	Le réseau REUN 1959						
201	153633	689911	380.385	AIOLO	Maison d'habitation	B	A
202	249705	758810	632.33	ALTSTÄTTEN	Eglise	B	+ A
203	143828	658689	328.840	BLITZINGEN	Eglise	B	107
204	178495	644690	521.815	BRIENZ	Eglise Niv. "B"	B	B
205	129440	642550	425.267	BRIG	Stockalperschloss	B	B 214
206	162640	570878	521.425	BULLE	Temple réformé Niv. D	B	+D
207	190605	759775	475.200	COIRE	Place St. Martin n° 14	B	+ 21
208	139240	535000	601.750	EVIAN	Monument aux Morts	B	
209	230005	751640	588.963	GAMS	Eglise	B	430
210	169245	687980	372.850	GÖSCHENEN	Eglise Niv. 897	B	A 897
211	205815	768075	491.370	GRÜSCH	Gemeinde Haus	B	+ 7
212	147572	554180	554.990	JONGNY	Ecole Niv. 359	B	359
213	193920	786250	359.850	KLOSTERS	Eglise	B	+ 28
214	214840	676200	604.970	KÜSNACHT	Ecole	B	N0F 160
215	150925	537740	618.115	LAUSANNE	Château d'Ouchy	B	+ 2
216	144242	707696	457.540	LAVORGO	Gare	B	N0F197
217	114060	704450	644.785	LOCARNO	Eglise San Antonio	B	+1501
218	211980	666480	614.590	LUCERNE	Hofkirche	B	
219	181475	655020	504.230	LUNGERN	Eglise	B	T
220	193145	759740	478.290	MASANS	Kapelle	B	+ A
221	148798	663357	316.235	MÜNSTER (VS)	Hôtel Goldenen	B	A
222	262915	677765	702.530	NEERACH	Habitation	B	225
223	220670	722490	592.932	NIEDERURNEN	Eglise	B	B
224	125496	605140	465.320	NOES	Café des Voyageurs	B	+B
225	220345	653120	615.900	NOTTWIL	Kirche	B	+24
226	137456	507828	610.500	NYON	Château	B	A
227	188258	610723	582.780	OBERWICHTRACH	Eglise Niv. 12	B	
228	237910	621800	684.290	OENSINGEN	Cure Niv. F113	B	N0F113
229	97755	577329	359.165	ORSIERES	Eglise	B	N0F 96
230	163865	619550	500.165	REICHENBACH	Pfarrhaus	B	A
231	260175	754735	661.750	RORSCHACH	Eglise protest.	B	B
232	122245	730650	551.970	ROVEREDO	Eglise	B	+ 1987
233	212780	752035	548.635	SARGANS	Kapelle	B	
234	120248	593851	469.540	SION	Eglise St. Théodule	B	+ 1260
235	228480	607600	678.115	SOLEURE	Evêché	B	+ 475
236	171085	618225	531.990	SPIEZ	Eglise réform. Niv. B	B	B
237	118785	566443	502.035	ST MAURICE	Abbaye	B	+A
238	125338	564075	540.835	ST TRIPHON	Gare	B	41
239	201040	670545	582.300	STANS	Pfarrkirche	B	B160
240	224870	650600	632.165	SURSEE	Ecole	B	N0F 129
241	128955	615692	441.430	SUSTEN	Gare	B	A
242	173395	752960	441.315	THUSIS	Eglise	B	N0F 17
243	178040	718450	421.616	TRUN	Ecole	B	A
244	170690	702250	334.160	SEDRUN	Edlise	B	A 276

ATLAS GRAVIMETRIQUE DE LA SUISSE AU 1/100'000

ANNEXE 2.2

N° d'ordre interne	Coordonnées rectangulaires suisses		Valeurs de g abs relatives à 980000 mGals	Noms des bases	Description des lieux	Type de classe	Description des points de nivellement
	S-N (m)	O-E (m)					
C)	Le réseau intermédiaire CG-Fischer						
301	221061	585083	668.917	BIENNE	Eglise française	C	F
302	159680	505888	517.648	BRASSUS	Casino	C	444
303	245956	592753	710.597	DELEMONT	Hôtel de Ville	C	
304	194873	534850	593.848	FLEURIER	Grand Rue n° 3	C	54
305	217170	554027	569.119	LA CHAUX DE FOND	Temple National	C	28
306	146800	495120	469.460	LA CURE	Douane	C	pt triang.
307	252240	604675	734.166	LAUFEN	Rathaus	C	+9
308	168737	515273	521.076	LE PONT	Eglise	C	448
309	177019	524911	574.010	LIGNEROLLE	Eglise	C	144
310	236615	595035	671.337	MOUTIER	Cour du Collège	C	
311	251775	572862	723.536	PORRENTROY	Eglise St. Germain	C	30
312	233883	566276	596.970	SAIGNELEGIER	Hôtel de Ville	C	528
314	185701	532711	552.372	ST CROIX	Grand Contour	C	RV6 inexistant
315	222560	566640	608.395	ST IMIER	Rue Collège n°3	C	+ 6
316	229935	581835	625.730	TAVANNES	Hôtel de Ville	C	42
317	155630	594880	465.368	ZWEISIMMEN	Eglise	C	+ 62
D)	Les bases locales implantées par l'institut de Géophysique de Lausanne (IG-UNIL)						
401	240805	681770	647.690	ADLISWIL	Téléphéri. Felsenberg	D	
402	193175	691700	542.060	ALTDORF	Eglise catholique	D	C311
403	226400	677180	638.710	CHAM	Eglise protestante	D	
404	119380	668325	481.400	CRODO	Eglise St. Stephano	D	
405	189385	754595	475.110	DOMAT	Héliport	D	
406	107520	666190	568.380	DOMODOSSOLA	Gare principale	D	
407	93025	580060	282.710	DRANSES	Chalet	D	
408	227795	707025	620.450	LACHEN	Eglise Niv. "K"	D	K
409	152295	537375	602.490	LAUSANNE	Ch. de Villard 19	D	
410	233590	551630	641.897	MAICHE	Eglise	D	repère I.G.N.
411	208100	759022	529.710	MAIENFELD	Fontaine	D	
412	116585	720075	567.590	MAISON	Chez Mme. Grossi	D	
413	116260	720320	594.630	MONTE CARASSO	Eglise	D	
414	168290	694280	218.440	OBERALP	Base de fortune	D	
415	195400	517245	593.970	PONTARLIER	Porte St. Pierre	D	B21
416	133690	801430	370.640	POSCHIAVO	Gare	D	
417	187835	750280	476.630	REICHNAU	Parking	D	
418	256480	682490	689.940	RÜMLANG	Gare	D	
419	156060	787185	246.470	SAMEDAN	Aérodrome	D	
420	194052	661500	575.880	SARNEN	Banque cantonale	D	
421	186845	818615	360.000	SCUOL	Ecole	D	
422	118660	592050	467.230	SION	Aérodrome militaire	D	
423	121340	492890	591.880	ST GENIS (MEYRIN)	Parking douane	D	
424	165450	828610	308.850	ST MARIA	Ecole	D	
425	151415	784195	238.610	ST MORITZ	Eglise St. Karl	D	
426	197000	631000	547.195	TRUBSCHACHEN	Gasthof Bären	D	
427	135500	767820	355.120	VICOSOPRANO	Poste	D	
428	175260	802755	299.810	ZERNEZ	Gare	D	
429	187500	657000	556.310	GISWIL	Hôtel Krone	D	
430	164500	635500	477.820	ZWEILÜTSCHEN	Hôtel Bären	D	
Rattachement à la base gravimétrique fondamentale de Zürich: g abs = 980667.00 mGals							

ATLAS GRAVIMETRIQUE DE LA SUISSE AU 1/100'000

ANNEXE 3:		<i>Liste des opérateurs et aides qui se sont succédé dans le cadre du présent ATLAS au cours de 220 campagnes gravimétriques des Instituts de Géophysique de Lausanne (UNIL), de Genève (UNIGE) et de Zürich (EPFZ)</i>			
EPFZ:		Graber-Brunner Vreni, Heim Christian, Kissling Eduard, Klingelé Emile, Leuthold Alfred et Schwendener Heini.			
UNIGE:		Angelillo Vito, Baltassat Jean Michel, Bungener Jean, Burri Jean-Paul, Carletti Laurent, Cervera Guillaume, Corniche Patrice, Donzé Alain, Fontannaz Lionel, Frischknecht Corine, Germain Eric, Gong Gangyan, Hedley Ian, Larraz Christofer, Miglietti Yves, Moschella Anna, Paquin Roland, Pleines Christophe, Poldini Edouard, Rapin François, Risnes Kristen et Wagner Jean-Jacques.			
UNIL:		Adamer Monique, Afsin Gélal, Alleman Guy, Antognini Francesco, Arreaza Andréa, Axelrod André, Barraud Michel, Barrios José, Barrios Juan, Baumgartner François, Baumgartner Régine, Belhia Abdelkrim, Bernasconi Ricardo, Besson Aline, Besson Olivier, Brodbeck Jean-François, Buche Pierre-Yves, Büchli Hans, Bugnon Christian, Carrel Sophie, Cavin Daniel, Chappuis André, Clavien David, Corniolet Jean Philippe, Coteli Esber, Cruz Juan, Da Veiga Nuno, De Coulomb Sandrine, Di Marco Gianni, Djeddou Abdelkader, Dodo Abdelkader, Dumont Bertrand, Dumont Siauww, Eggimann François, El Agamy Hischam, Franciosi Guiseppe, Gex Pierre, Gilly Marco, Gonet Olivier, Haediger René, Harpaintner Tito, Hops Tony, Hürlimann Alexandre, Jaboyedoff Michel, Jackou Kouré, Jaquier Adrien, Kosak S, Lapaire Frédéric, Lazreg Habib, Logean Philippe, Loth Sylvie, Maire Stéphane, Marchant Robin, Mathier Jean-François, Meyer de Stadelhofen Franz, Montandon Laure, Müller Guy, Neipp Serge, Olivier Caroline, Olivier Denise, Olivier Frédéric, Olivier Raymond, Perret Francis, Pillevuit Alain, Polack Paul, Pugin André, Rawiler Alexandre, Robert Antoine, Romanesco Alexandre, Rosselli Alberto, Rosset Philippe, Rossetti Sandro, Saudan Frédéric, Schächtelin Philippe, Schaeren Georg, Sigrist Walter, Simard Réjean, Tabotta Alain, Tacher Laurent, Valentini Bruno, Van Derstricht Michel, Venezia Laurent, Vergitsis Michel, Viazemski Serge, Viredaz Philippe, Wolfgang Jean-Roger, Zerdazi Abdelhamid et Zwahlen François.			
CGG		Rocheux Raymond.			
		<i>Cette liste n'est pas exhaustive</i>			

Version 3.2 / 12 décembre 2001 / R.O.
ACQUISITION D'UN CYCLE GRAVIMETRIQUE
DELL Portable LATITUDE
INSTITUT DE GEOPHYSIQUE
UNIVERSITE DE LAUSANNE
EXEL 6 Fr

Version 3.2 / 12 décembre 2001 / R.O.

ETUDE:	POSCHIAVO	Cycle n°:	05	CODE:	222	Aide:	Dumont Siauwh Ing
Date:	28 juin 1998	Opérateur:	Dumont Bertrand				

EXEL 6 Fr UNIVERSITE DE LAUSANNE page 1

1) Définition des caractéristiques de la base et du gravimètre

2) Mesures à la base									
heure de la mesure		lecture en		DH sol cm	DH rep cm	DH neige cm	val. cor. lunisol (mGals)		
		h	min						
au début du cycle >		6	30	3864.28	48		-0.054		
à la fin du cycle >		16	34	3864.18	49		0.079		
3) Mesures aux stations									
n°	Station	Δ	n° carte	1 cm				< de correction	
1	3042	412	1278	6	54	3719.95	49	49	-0.057
2	4043	504	1278	7	11	3864.67	48	48	-0.059
3	4044	511	1278	7	30	3710.76	43	43	-0.061
4	3045	210	1278	8	16	3653.12	50	50	-0.065
5	3046	615	1257	9	00	3727.07	49	49	-0.063
6	3047	20	1258	9	20	3682.92	47	47	-0.061
7	5048		1278	9	49	3654.89	44	44	-0.056
8	3049	301	1258	10	05	3635.25	36	20	-0.052
9	5050		1278	10	17	3676.94	35	35	-0.049
10	4051	421	1278	12	02	3709.50	41	41	-0.006
11	3052	428	1278	12	28	3772.13	48	48	0.010
12	5053		1278	12	41	3776.54	48	68	0.015
13	3054	346	1278	13	28	3860.01	48	48	0.041
14	3055	403	1298	14	25	3707.43	49	49	0.064
15	5056		1298	14	35	3676.43	40	40	0.067
16	4044	511	1278	14	59	3710.78	43	43	0.073
17	3042	412	1278	15	42	3719.84	47	46	0.080

a) Base gravi: début du cycle: Base locale gare de Poschiavo g relatif à 980'000 mGals; 370.640 mGals												
fin du cycle: Base locale gare de Poschiavo g relatif à 980'000 mGals; 370.640 mGals												
b) Gravimètre utilisé: L&R 479 Code: 8 en valeur et accroissement: 3591.12 1.02696 mGals												
4) Acquisition des écarts d'altitude en cm. 5) Positionnement												
Transformation de Divisions en mGals:				coordonnées rectangulaires		altitude		6) Durée (min)				
DH 1 (cm)	DH 2 (cm)	DH 3 (cm)	DH 4 (cm)	DH 5 (cm)	DH 6 (cm)	DH 7 (cm)	DH 8 (cm)	verticale (m)	horizontale (m)	durée cumulée	n° sta	
0	0	0	-50	50	-80	-100	-100	140'865.21	804'391.57	1'859.36	24	3042
0	0	0	30	-100	-150	-300	-300	142'501.10	806'134.40	2'067.01	41	4043
10	-10	-10	-150	400	400	-300	-300	141'530.00	805'545.00	1'904.02	60	4044
5	-10	-10	-50	50	-700	-500	-500	141'921.08	799'389.12	2'263.65	106	3045
0	0	0	0	0	0	0	0	151'509.42	789'466.07	1'823.97	150	3046
-20	10	10	-50	50	-50	-50	-50	146'658.67	795'351.13	2'087.39	170	3047
-10	-10	-5	100	-50	200	-100	-100	145'845.00	800'780.00	2'206.00	199	5048
0	0	0	-200	-150	-150	-200	-200	146'585.33	801'033.70	2'336.06	215	3049
20	-20	-20	50	50	-250	-50	-50	144'690.00	800'850.00	2'082.00	227	5050
10	-10	-10	100	-400	-400	150	150	138'625.00	803'850.00	1'917.77	332	4051
5	-10	-10	50	50	-150	-300	-300	137'072.41	803'323.30	1'529.85	358	3052
0	0	0	0	50	100	-50	-50	135'640.00	803'045.00	1'538.00	371	5053
0	0	0	0	0	50	-50	-50	134'358.34	801'629.06	1'033.88	418	3054
-20	30	20	-400	-100	-300	-600	-600	133'013.30	804'083.64	1'906.28	475	3055
0	0	0	-250	100	50	-200	-200	132'875.00	804'820.00	2'089.00	485	5056
10	-10	-10	-150	400	400	-300	-300	141'530.00	805'545.00	1'904.02	509	4044
0	0	0	-50	50	-80	-100	-100	140'865.21	804'391.57	1'859.36	552	3042

d) Statistique des stations remesurées:

c) Durée du cycle:

a) Stations exécutées:

VALIDATION

nb de stations:	17	globale:	0.033	mgals
nb. de lectures:	17	horaire:	0.003	mgals
durée/sta (min):	35.5	durée:	10.07	heures

départ:	390	min.
arrivée:	994	min.
durée:	604	min.

a) Statistique des stations rennessees:						
	station	1ere	2eme	3eme	Moyenne	Ecart type
1	3042	-151.910	-151.880		-151.895	0.021
2	4044	-161.620	-161.640		-161.630	0.014
3						
					Moyenne:	0.018

ATLAS GRAVIMETRIQUE DE LA SUISSE AU 1/100'000

Annexe 5 Evaluation de l'erreur de la correction topographique des zones A, B, C et D soit de 0 à 167 km

Formule de Hammer

(Correction Topographique ou de relief ou de terrain)

$$\Delta g_{\text{Topo}} = G * \rho * \beta \{ (r_2 - r_1 + (r_1^2 + h^2)^{1/2} - (r_2^2 + h^2)^{1/2} \} \text{ (mGals)}$$

avec: écart d'altitude h (m),
masse volumique ρ (g/cm³): **2.67** g/cm³, Cte de gravitation $G = 6.67428 \cdot 10^{-11}$ (m³ k⁻¹ s⁻²),
 β = coefficient angulaire dû au nombre de secteurs par couronne et r_2, r_1 = rayons des couronnes (m)

ZONE A de 0 à 20m				estimat. terrain							
			couronnes:	1	2						
			rayon 1 (m):	0	2						
			rayon 2 (m):	2	20						
			nb. de secteurs par couronne:	4	4						
erreur sur l'estimation de l'altitude (m):				0.2	1						
erreur du $\Delta g(z)$ d'un prisme droit (mGals):				0.0213	0.0236						
erreur du $\Delta g(z)^2$ des N secteurs de couronne (mGals):				0.00181	0.00223						
			nombre de couronnes:	2							
			nombre de secteurs:	8							

ATLAS GRAVIMETRIQUE DE LA SUISSE AU 1/100'000

Annexe 6

Calcul de la précision de l'Anomalie de Bouguer de l'ATLAS

A) Formules employées:

$AB = g \text{ mesuré} - g \text{ modèle}$

masse volumique

$g \text{ modèle} = g_{th} - \Delta g_{air \text{ libre}} + \Delta g_{plateau} - \Delta g_{topo}$

2.67

écorce terrestre

B) Caractéristiques de l'étude gravimétrique de l'Atlas gravimétrique de la Suisse au 1/100'000

Les stations sont dans leur majorité placées sur des points de triangulation de 4ème ordre.

Les mesures ont été faites à l'aide des gravimètres L&R G 369, 479, 517 et 849.

La correction topographique a été exécutée à l'aide des prismes droits sur le MNT25 avec une grille de 50 m et des modèles d'altitude moyenne A et B

C) Erreurs extrêmes agissant sur les paramètres (Er):

						erreur
1) Er g théorique	précision	précision	précision	g th	g th + erreur	Dg th
calcul de l'erreur	latitude	latitude	latitude	(mGals)	(mGals)	(mGals)
de position:	en (°)	en (rad)	en (rad)			
situation à Lausanne:	0.000225	0.80285146	3.927E-06	980719.649	980719.670	0.020
2) Er g mesuré						Dg mes
				voir Figure 7		(mGals)
	mGals		dispersion:	0.065	mGals	0.065
3) Er Δg air libre						Dg al
Δg al = 0.3086 * altitude				10 cm		(mGals)
						0.031
4) Er Δg plateau		la masse volumique utilisée:		2.67		Dg pl
Δg pl = 0.0419 * masse volumique * altitude				10 cm		(mGals)
						0.011
5) Er Δg topo						
	L'étude a été réalisée sur l'ensemble de la Suisse, report des erreurs quadratiques moyennes, voir § 7					
	Cette évaluation est certainement exagérée car elle considère toujours les cas les plus défavorables					
1) ZONE TOPO	20 cm à 1 m et 1 m à 11 m, terrain				0.064	Dg topo
2) ZONE TOPO	3 m à 30 m, cartes au 1/25'000 (grille maille 50m)				0.060	
3) ZONE TOPO	30 m à 100 m, cartes au 1/50'000, mod alt moy A				0.079	
4) ZONE TOPO	100 m, cartes au 1/100'000, mod alt moy B				0.072	
	erreur quadratique moyenne de la correction topographique de 0 à 167 km:					0.275

D) Calcul de l'erreur quadratique moyenne

Erreur globale = racine ($Er_{g_{th}}^2 + Er_{g_{mes}}^2 + Er_{\Delta g_{al}}^2 + Er_{\Delta g_{pl}}^2 + Er_{\Delta g_{topo}}^2$)

Er g th	Er g mes	Er Δg al	Er Δg pl	Er Δg topo	globale
(mGals)	(mGals)	(mGals)	(mGals)	(mGals)	(mGals)
0.020	0.065	0.031	0.011	0.275	0.285

E) Conclusion

- Nous pouvons choisir l'équidistance des isolignes à **0.50** mGals sans introduire des artefacts graphiques.
- Mais en tenant compte de l'exagération sur Δg topo, nous pouvons dire que la précision de l'Anomalie de Bouguer est conforme à celle que nous nous sommes fixée, soit de **0.25** mGals.

ATLAS GRAVIMETRIQUE DE LA SUISSE AU 1/100'000

ANNEXE 7.1

La liste de toutes les études gravimétriques GRAVI-ATLAS; noms, dates et tous les opérateurs qui ont œuvrés dans l'acquisition des données gravimétriques lors des **85** campagnes gravimétriques financées par la Commission Géophysique Suisse entre 1986 et 2000.

Classement selon l'année de la campagne

n° séqu	noms des campagnes	numéro ident.	année	opérateurs et aides			
1	Bellelay	27	1986	Risnes K.	Hedley I.		
2	Bâle 2	117	1986	Dumont B.	Afsin J.		
3	Burgdorf	118	1986	Dumont B.	Afsin J.		
4	Stefisburg	119	1986	Dumont B.	Rosseti S.		
5	Simmental	120	1986	Dumont B.	Rosseti S.		
6	Bulle	121	1986	Risnes K.	Germain R.		
7	Moleson	122	1986	Risnes K.	Moschella A.		
8	Midi A	136	1987	Dumont B.	Afsin J.		
9	Midi B	136	1987	Olivier R.	Olivier F.		
10	Locle	139	1987	Dumont B.	Dumont S.		
11	Chaux	70	1988	Perret F.	Dumont B.		
12	Ursanne	28	1988	Risnes K.	Afsin J.		
13	Mtendre 2	29	1988	Angelillo V.	Afsin J.		
14	Mtendre 1	71	1988	Risnes K.	Hedley I.	Afsin J.	
15	Aloha	72	1988	Olivier R.	Olivier F.		
16	Maiche	133	1988	Risnes K.	Hedley I.		
17	Belgarde	134	1988	Risnes K.	Hedley I.		
18	Gruyère	144	1988	Dumont B.	Dumont S.		
19	Frutigen	145	1988	Dumont B.	Dumont S.		
20	Emmental	146	1988	Dumont B.	Dumont S.		
21	Sumiswald	147	1988	Dumont B.	Dumont S.		
22	Oensingen	148	1988	Dumont B.	Dumont S.		
23	Kloten	149	1988	Dumont B.	Dumont S.		
24	Bâle 1	116	1989	Dumont B.	Afsin J.		
25	Schwytz	182	1990	Dumont B.	Dumont S.		
26	Susten	183	1990	Dumont B.	Dumont S.		
27	Sursee	184	1990	Dumont B.	Dumont S.		
28	Toggenburg	190	1990	Rosset Ph.	Frappa E.		
29	Eiger	191	1990	Rosset Ph.	Gong G.		
30	Lacure	113	1991	Risnes K.	Derron M.		
31	Abondance	140	1991	Barrios L.	Barrios J.		
32	Gothard	203	1991	Dumont B.	Dumont S.		
33	Sargans	205	1991	Dumont B.	Dumont S.		
34	Einsiedeln	206	1991	Dumont B.	Dumont S.		
35	Appenzell	207	1991	Rosset Ph.	Frichknecht C.		
36	Domodossola	212	1992	Rosset Ph.	Gong G.		
37	Biasca	214	1992	Rosset Ph.	Gong G.		
38	Sempach	160	1993	Risnes K.	Bugnard E.	Monoiz C.	Jordy S.
39	St Gall	165	1993	Dumont B.	Dumont S.		
40	Zürich	166	1993	Dumont B.	Dumont S.		
41	Langnau	186	1994	Risnes K.	Dumont B.		
42	Pillon	188	1994	Rosset Ph.	Gong G.		
43	Brienzi	192	1994	Barrios L.	Barrios J.		
44	Locarno	208	1995	Rosset Ph.	Gong G.		
45	Simplon	209	1995	Rosset Ph.	Gong G.		
46	Liechtenstein	210	1995	Rosset Ph.	Frichknecht C.		
47	Glaris	198	1996	Rosset Ph.	Gong G.		
48	Disentis	213	1996	Rosset Ph.	Gong G.		
49	Coire	215	1996	Dumont B.	Dumont S.		

ATLAS GRAVIMETRIQUE DE LA SUISSE AU 1/100'000

ANNEXE 7.2

Classement selon l'année de la campagne
Version du 10.11.2009

<i>n° séq</i>	<i>noms des campagnes</i>	<i>numéro ident.</i>	<i>année</i>	<i>opérateurs et aides</i>				
50	Arosa	216	1997	Dumont B.	Dumont S.			
51	Euseigne	235	1997	Dumont B.	Dumont S.			
52	Conche	236	1997	Rosset Ph.	Gong G.			
53	Roveredo	237	1997	Rosset Ph.	Gong G.			
54	Scuol	238	1997	Dumont B.	Dumont S.			
55	Davos	239	1997	Rosset Ph.	Gong G.			
56	Tinizong	240	1997	Dumont B.	Dumont S.			
57	Prätti	241	1997	Dumont B.	Dumont S.			
58	Vanil	221	1998	Dumont B.	Dumont S.			
59	Poschiavo	222	1998	Dumont B.	Dumont S.			
60	Montana	223	1998	Rosset Ph.	Gong G.			
61	Adel	224	1998	Rosset Ph.	Gong G.			
62	Zerne	225	1998	Dumont B.	Dumont S.			
63	Tesserete	228	1998	Dumont B.	Rosset Ph.			
64	Magadino	229	1998	Dumont B.	Rosset Ph.			
65	Dufour	230	1998	Dumont B.	Lütscher M.	Dumont S.	Olivier R.	Logean Ph.
66	Via Mala	231	1998	Dumont B.	Dumont S.			
67	Isérables	234	1998	Dumont B.	Dumont S.			
68	Catogne	204	1999	Dumont B.	Dumont S.			
69	Müstair	227	1999	Dumont B.	Dumont S.			
70	Ulrichen	232	1999	Rosset Ph.	Gong G.			
71	St Moritz	242	1999	Rosset Ph.	Gong G.			
72	Maienfeld	243	1999	Dumont B.	Dumont S.			
73	Albula	244	1999	Dumont B.	Dumont S.			
74	Fluela	245	1999	Dumont B.	Dumont S.			
75	Rogneux	247	1999	Dumont B.	Dumont S.			
76	Ceneri	248	1999	Dumont B.	Dumont S.			
77	Generoso	233	2000	Dumont B.	Dumont S.			
78	Bellinzone	246	2000	Dumont B.	Dumont S.			
79	Jungfrau	255	2000	Dumont B.	Dumont S.			
80	Campo Tencia	256	2000	Dumont B.	Dumont S.			
81	Bregalia	258	2000	Dumont B.	Dumont S.			
82	Bernina	259	2000	Dumont B.	Dumont S.			
83	Ferret	260	2000	Dumont B.	Dumont S.			
84	Combin	261	2000	Dumont B.	Dumont S.			
85	Osogne	262	2000	Dumont B.	Dumont S.			

ATLAS GRAVIMETRIQUE DE LA SUISSE AU 1/100'000

ANNEXE 8.1

Liste récapitulative des **220** campagnes gravimétriques considérées dans la base de données **GRAVI-ATLAS**, exécutées par les instituts de géophysiques de Lausanne (UNIL), de Genève (UNIGE) et Zürich (EPFZ) qui se sont succédé entre 1954 et 2000, avec les noms des opérateurs. Cette liste de noms n'est pas exhaustive.

Classement selon le code d'étude, désignation de l'étude et l'année en mode croissant

Version du 3.11.2009

Légende du code d'étude:

n° code	Type d'étude	n° code	Type d'étude	n° code	Type d'étude
1	DIPLÔME-MASTER UNIL	5	CGS ATLAS GRAVI CH (IGL)	9	ETUDES GRAVI DE GENEVE
2	THESE GE & LS	6	CGS NOUVELLE CARTE CH	10	ETUDES GRAVI LS PNR20
3	CAMP GRAVI 3ème & Certificat (IGL)	7	ETUDES GRAVI DE LAUSANNE	11	EXPERTISES LS
4	ATLAS PLATEAU IGL	8	ETUDES GRAVI DE ZURICH	12	BUREAU GRAVI INTERNATIONAL

n° d'étude	nb de stations	n° code	Nom de l'étude	Opérateurs et aides		Désignation de l'étude	Année	Date
0	543	9	Genève	Ed. Poldini	assistant	Etude Gravi de Genève	1953	53 - 60
1	248	2	Molasse	R. Olivier	F. Perret	Thèse GE Olivier	1970	70 - 72
2	233	2	Hyon	H. Lazreg	F. Perret	Thèse GE Olivier	1968	68 - 69
3	41	1	Aubonne	R. Olivier	A. Romanesco	Diplôme-Master UNIL	1967	67 - 68
4	130	2	Cossonay	P. Corniche	assistant	Thèse GE Corniche	1968	68 - 69
5	93	1	Orbe 1	J. Bungener	assistant	Diplôme-Master UNIL	1956	56
6	251	1	Orbe 2	J.P. Burri	assistant	Diplôme-Master UNIL	1959	59 - 60
7	117	2	Yverdon	H. Lazreg	assistant	Thèse LS Lazreg	1967	67
8	134	1	Lavaux	D. Cavin	F. Perret	Diplôme-Master UNIL	1969	69
9	421	2	Chablais(F)	A. Donzé	R. Paquin - H. Büchli	Thèse LS Donzé	1970	70 - 71
10	188	2	Gonet	O. Gonet	assistant	Thèse LS Gonet	1960	60 - 64
11	176	2	Pluton	J.J. Wagner	assistant	Thèse GE Wagner	1968	64 - 68
12	52	1	Moudon	S. Kosak	F. Perret	Diplôme-Master UNIL	1970	70
13	130	4	Zatopek	F. Perret	A. Jaquier	Atlas Plateau IGL	1971	71 / 72
14	174	4	Broye	F. Perret	A. Jaquier	Atlas Plateau IGL	1972	3/72 - 12/72
15	6	7	Henniez	R. Olivier	F. Perret	Etude Gravi de Lausanne	1973	janv.73
16	6	7	Trey	R. Olivier	F. Perret	Etude Gravi de Lausanne	1973	6,7/73
17	16	4	Brofil	F. Perret	A. Jaquier	Atlas Plateau IGL	1973	7,8 / 73
18	82	4	Est	A. Donzé	F. Perret	Atlas Plateau IGL	1974	74 / 75
19	448	4	Zozet	Ph. Viredaz	F. Perret	Atlas Plateau IGL	1975	2/75 - 9/75
20	296	4	Boutfa	Ph. Viredaz	F. Perret	Atlas Plateau IGL	1975	01.07.1975
21	29	4	Jura	Ph. Viredaz	F. Perret	Atlas Plateau IGL	1975	8/75 - 9/75
22	369	4	Schmerz	Ph. Viredaz	F. Perret	Atlas Plateau IGL	1975	9/75 - 11/75
24	1036	4	Berne	Ph. Viredaz	F. Perret	Atlas Plateau IGL	1975	11/75 - 5/76
25	247	4	Büren	Ph. Viredaz	F. Perret	Atlas Plateau IGL	1976	5,6/76
26	474	2	Morat	A. Axelrod	M. Axelrod	Thèse LS Axelrod	1976	2/76 - 4/76
27	202	5	Bellelay	K. Risnes	I. Hedley	CGS ATLAS GRAVI CH	1986	8/86 : 8-10/87
28	143	5	Ursanne	K. Risnes	I. Hedley - J. Afsin	CGS ATLAS GRAVI CH	1988	01.07.1988
29	219	5	Mtendre 2	V. Angellillo	J. Afsin	CGS ATLAS GRAVI CH	1988	8,9/88
30	52	3	Ecoteaux	R. Olivier	G. Cervera - A. Pugin	Camp gravi 3ème - IGL	1984	01.07.1983
32	96	7	Athena	M. Vergitsis	G. Schaeren	Etude Gravi de Lausanne	1977	3/77 - 8/77
33	42	1	Areuse (NE)	J.F. Brodbeck	R. Hediger - B. Valentini	Diplôme-Master UNIL	1977	01.12.1977
34	113	3	Limpach	R. Olivier	G. Schaeren - étudiants	Camp gravi 3ème - IGL	1978	4,5/78
35	151	11	Soleure Langenthal	F. Zwahlen	E. Coteli - R. Olivier	Expertise LS SMSSP	1978	3,4/78
36	314	11	BEAG Langenthal	F. Perret	E. Coteli	Expertise LS SMSSP	1978	7,8/78
37	581	11	LEAG Otten	F. Perret	F. Meyer de Stadelhofen	Expertise LS SMSSP	1978	9,10/78
38	356	11	SEAG Eglisau	F. Perret	A. Jaquier	Expertise LS SMSSP	1978	11,12/78
39	39	7	Lucens(VD) 1	A. Arreaza	R. Bernasconi	Etude Gravi de Lausanne	1978	28/78
40	325	2	Poseidon(Ribourg)	M. Vergitsis	M. Gilly	Thèse LS Vergitsis	1978	78 - 79
41	22	2	Salines Rheinfelden	M. Vergitsis	R. Olivier	Thèse LS Vergitsis	1978	01.11.1978
42	4	11	Ballaigues(VD)	F. Perret	W. Sigrist	Expertise LS AUTOROUTE	1978	01.12.1978
43	6	1	Mont Pélerin(VD)	R. Olivier	C. Bugnon, R. Bernasconi et al	Diplôme-Master UNIL	1978	01.10.1978
45	6	11	Croy(VD)	F. Perret	W. Sigrist	Expertise LS AUTOROUTE	1979	79
46	12	7	Joux (VD)	W. Sigrist	F. Perret	Etude Gravi de Lausanne	1979	01.04.1979
47	46	7	Romont(FR)	R. Simard	E. Coteli	Etude Gravi de Lausanne	1979	01.02.1979
48	45	3	Mormont(VD)	R. Olivier	E. Coteli - étudiants	Camp gravi 3ème - IGL	1980	5,6/80
49	17	1	Tuffière(FR)	P. Polack	H. El Agamy	Diplôme-Master UNIL	1979	01.10.1979
50	26	7	Lucens 2	G. Cerverra	Y. Miglietti	Etude Gravi de Lausanne	1987	01.10.1987
51	80	4	Gaston	R. Olivier	A. Donzé	Atlas Plateau IGL	1973	73 - 74
52	2	7	Phoque(Romont)	R. Olivier	R. Simard	Etude Gravi de Lausanne	1979	79
53	2	11	Landronet(VD)	F. Perret	F. Meyer de Stadelhofen	Expertise LS AUTOROUTE	1984	84
54	56	7	Nettleton 1	A. Tabotta	J.R. Corniolet	Etude Gravi de Lausanne	1983	juil.-août 83
55	33	7	Nettleton 2	A. Tabotta	T. Harpaintner	Etude Gravi de Lausanne	1984	juil.-août 84

ATLAS GRAVIMETRIQUE DE LA SUISSE AU 1/100'000

ANNEXE 8.2

Classement selon le code d'étude, désignation de l'étude et l'année en mode croissant
Version du 3.11.2009
Légende du code d'étude:

<i>n° code</i>	<i>Type d'étude</i>	<i>n° code</i>	<i>Type d'étude</i>	<i>n° code</i>	<i>Type d'étude</i>
1	DIPLOME-MASTER UNIL	5	CGS ATLAS GRAVI CH (IGL)	9	ETUDES GRAVI DE GENEVE
2	THESE GE & LS	6	CGS NOUVELLE CARTE CH	10	ETUDES GRAVI LS PNR20
3	CAMP GRAVI 3ème & Certificat (IGL)	7	ETUDES GRAVI DE LAUSANNE	11	EXPERTISES LS
4	ATLAS PLATEAU IGL	8	ETUDES GRAVI DE ZURICH	12	BUREAU GRAVI INTERNATIONAL

<i>n° d'étude</i>	<i>nb de stations</i>	<i>n° code</i>	<i>Nom de l'étude</i>	<i>Opérateurs et aides</i>		<i>Désignation de l'étude</i>	<i>Année</i>	<i>Date</i>
56	59	7	Moronyon	F. Perret	J.R. Wolfgang	Etude Gravi de Lausanne	1984	02.05.1984
57	30	11	CERN 1	S. Neipp	assistant	Expertise LS CERN	1983	83
58	225	2	Venoge(VD)	E. Coteli	assistant	Thèse LS Cotéloglu	1982	78 - 81
60	1347	6	New Swiss Gravi Map	E. Klingelé	R. Olivier - A. Donzé	CGS nouvelle carte CH	1975	75 - 79
63	128	7	Payerne	Ph. Mathier	T. Hops	Etude Gravi de Lausanne	1984	84
64	38	7	Nettleton 3	Ph. Mathier	T. Hops	Etude Gravi de Lausanne	1981	01.09.1981
65	27	11	Evian Chablais (F)	A. Tabotta	S. Neipp	Expertise LS EVIAN	1981	9,10,11/81
66	23	1	Ballens	S. Loth	G. Müller - P.Y. Buche - L. Venzek	Diplôme-Master UNIL	1987	10,11/87
67	16	11	CERN 2	R. Olivier	F. Perret	Expertise LS CERN	1982	01.01.1982
68	8	11	Collonges (VS)	R. Olivier	G. Cerverra - O. Besson	Expertise LS CREALP	1984	01.09.1984
69	43	11	BP-Chancy(GE)	F. Perret	assistant	Expertise LS BP	1982	01.05.1982
70	145	5	Chaux	F. Perret	B. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1988	08.10.1988
71	155	5	Mtendre 1	K. Risnes	I. Hedley - J. Afsin	CGS ATLAS GRAVI CH	1988	01.08.1988
72	75	5	Aloha	R. Olivier	F. Olivier	CGS ATLAS GRAVI CH	1988	01.10.1988
73	22	11	Lep 1 - CERN	R. Olivier	A. Robert	Expertise LS CERN	1982	11,12/82
75	10	3	Rousses	R. Olivier	étudiants	Camp gravi 3ème - IGL	1983	5,6/83
76	34	3	Saxon	J. Cruz	A. Dodo - R. Olivier	Cert. Spé. Gravi LS	1977	01.06.1977
77	25	11	Evian-Est	A. Miglietti	assistant	Expertise LS EVIAN	1984	7,8/84
79	1102	8	Schaffhausen	E. Klingelé	Leuthold A.	Etude Gravi de Zürich	-	-
83	49	3	Joux	K. Jackou	R. Olivier	Cert. Spé. Gravi LS	1983	01.11.1983
84	26	1	Marin 2 (Evian)	C. Larraz	Y. Miglietti	Diplôme-Master UNIL	1984	09-11,11/84
85	2	11	Marin 1 (Evian)	L. Fontannaz	J-M. Baltassat	Expertise LS EVIAN	1985	01.11.1985
86	40	1	Aubonne	F. Saudan	M. Jaboyedoff	Diplôme-Master UNIL	1985	84/85
89	53	3	Orbe	R. Olivier	étudiants	Camp gravi 3ème - IGL	1980	01.05.1985
92	47	1	Pontarlier	L. Tacher	L. Barrios	Diplôme-Master UNIL	1985	01.12.1985
93	33	1	Chiètres	O. Besson	R. Marchant	Diplôme-Master UNIL	1981	10.12.1981
94	79	7	Joux 2	R. Olivier	F. Olivier	Etude Gravi de Lausanne	1985	01.10.1985
95	10	11	Lentigny	F. Perret	assistant	Expertise LS BP	1986	01.11.1986
97	20	7	Lac de Joux	F. Perret	F. Saudan	Etude Gravi de Lausanne	1987	01.02.1987
98	83	1	Trelex	G. Di Marco	A. Pillevuit	Diplôme-Master UNIL	1988	11,12/88
99	509	11	T.G.K.	R. Olivier	B. Dumont	Expertise LS TGK	1989	7,10/89
100	13	11	Pomy	F. Perret	Ch. Pleines	Expertise LS AUTOROUTE	1983	05.07.1983
101	31	8	Rawil	E. Klingelé	Schwandener H.	Etude Gravi de Zürich	-	-
102	2440	8	Nagra	E. Klingelé	Kissling E.	Etude Gravi ZH expertise	-	-
103	1562	8	Seag	E. Klingelé	Kissling E.	Etude Gravi ZH expertise	-	-
104	79	1	Chatel	S. De Coulomb	F. Eggimann	Diplôme-Master UNIL	1989	jui-dec 89
105	40	10	Profil du Lac Noir	Ph. Logean	R. Olivier	Etude Gravi LS PNR20	1987	7/87 - 12/88
106	313	10	Profil Boltigen-Grône	Ph. Logean	R. Olivier	Etude Gravi LS PNR20	1987	7/87 - 12/88
107	84	10	Profil Sierre-Zinal	Ph. Logean	R. Olivier	Etude Gravi LS PNR20	1987	7/87 - 12/88
108	98	10	Profil Viège-Zermatt	Ph. Logean	R. Olivier	Etude Gravi LS PNR20	1987	7/87 - 12/88
109	43	10	Profil Zmutt-Riffelalp	Ph. Logean	R. Olivier	Etude Gravi LS PNR20	1987	7/87 - 12/88
112	626	8	Altkirch	E. Klingelé	Graber V.	Etude Gravi de Zürich	-	-
113	136	5	Lacure	K. Risnes	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1991	1991
114	38	8	Tessin	E. Klingelé	Graber V.	Etude Gravi de Zürich	-	-
115	7	3	Cossonay	G. Alleman	N. De La Veiga	Cert. Spé. Gravi LS	1992	01.06.1992
116	341	5	Bâle 1	K. Risnes	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1989	jui-oct 1989
117	69	5	Bâle 2	B. Dumont	J. Afsin	CGS ATLAS GRAVI CH	1986	01.06.1986
118	32	5	Burgdorf	B. Dumont	J. Afsin	CGS ATLAS GRAVI CH	1986	01.06.1986
119	52	5	Stefisburg	B. Dumont	J. Afsin	CGS ATLAS GRAVI CH	1986	01.05.1986
120	208	5	Simmental	B. Dumont	S. Rossetti	CGS ATLAS GRAVI CH	1986	01.07.1986
121	99	5	Bulle	K. Risnes	E. Germain	CGS ATLAS GRAVI CH	1986	01.08.1986
122	55	5	Moleson	K. Risnes	A. Moschella	CGS ATLAS GRAVI CH	1986	01.08.1986
123	85	10	Bagnes 1 & 2	R. Olivier	F. Olivier	Etude Gravi LS PNR20	1985	01.09.1985
124	162	10	Gstaad 1 & 2	R. Olivier	F. Olivier	Etude Gravi LS PNR20	1985	01.09.1985
125	28	10	Saas	R. Olivier	F. Olivier	Etude Gravi LS PNR20	1986	01.08.1986

ATLAS GRAVIMETRIQUE DE LA SUISSE AU 1/100'000

ANNEXE 8.3

Classement selon le code d'étude, désignation de l'étude et l'année en mode croissant
Version du 3.11.2009
Légende du code d'étude:

<i>n° code</i>	<i>Type d'étude</i>	<i>n° code</i>	<i>Type d'étude</i>	<i>n° code</i>	<i>Type d'étude</i>
1	DIPLOME-MASTER UNIL	5	CGS ATLAS GRAVI CH (IGL)	9	ETUDES GRAVI DE GENEVE
2	THESE GE & LS	6	CGS NOUVELLE CARTE CH	10	ETUDES GRAVI LS PNR20
3	CAMP GRAVI 3ème & Certificat (IGL)	7	ETUDES GRAVI DE LAUSANNE	11	EXPERTISES LS
4	ATLAS PLATEAU IGL	8	ETUDES GRAVI DE ZURICH	12	BUREAU GRAVI INTERNATIONAL

<i>n° d'étude</i>	<i>nb de stations</i>	<i>n° code</i>	<i>Nom de l'étude</i>	<i>Opérateurs et aides</i>		<i>Désignation de l'étude</i>	<i>Année</i>	<i>Date</i>
126	43	10	Haslital	R. Olivier	F. Olivier	Etude Gravi LS PNR20	1985	01.09.1985
127	67	1	Balerna	F. Antognini	G. Franciosi	Diplôme-Master UNIL	1990	oct-nov 90
128	20	11	St Paul	L. Carletti	Y. Miglietti	Expertise LS EVIAN	1990	11.12.90
129	90	8	Liestal	E. Klingelé	H. Schwandener	Etude Gravi de Zürich	-	-
130	9	11	Evian 4	F. Antognini	G. Franciosi	Expertise LS EVIAN	1986	01.10.1986
131	89	7	Sotto	F. Antognini	G. Franciosi	Etude Gravi de Lausanne	1992	mai-juin 92
132	136	7	Bordo	F. Antognini	G. Franciosi	Etude Gravi de Lausanne	1992	mai-juin 92
133	353	5	Maiche	J. Barrios	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1988	01.06.1988
134	10	5	Belgarde	K. Risnes	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1988	01.06.1988
135	141	7	Rhône 1/2/3	R. Olivier	J. Barrios	Etude Gravi LS RHÔNE	1987	01.03.1987
136	178	5	Midi A	B. Dumont	G. Afsin	CGS ATLAS GRAVI CH	1987	01.06.1987
136	3	5	Midi B	R. Olivier	F. Olivier	CGS ATLAS GRAVI CH	1987	01.09.1987
137	216	7	Savatan	B. Dumont	G. Afsin	Etude Gravi LS RHÔNE	1987	01.06.1987
138	23	7	Mijoux	B. Dumont	assistant	Etude Gravi de Lausanne	1987	01.07.1987
139	512	5	Locle	B. Dumont	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1987	01.07.1987
140	13	5	Abondance	J. Barrios	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1991	07.09.1991
141	7	11	Viandox	F. Perret	assistant	Expertise LS EVIAN	1987	01.03.1987
142	34	11	Thièze	A. Rawiler	assistant	Expertise LS EVIAN	1987	01.10.1987
143	25	11	Marine	J. Barrios	assistant	Expertise LS EVIAN	1988	01.01.1988
144	104	5	Gruyère	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1988	01.06.1988
145	30	5	Frutigen	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1988	01.06.1988
146	22	5	Emmental	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1988	01.06.1988
147	34	5	Sumiswald	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1988	01.06.1988
148	43	5	Oesingen	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1988	01.06.1988
149	42	5	Kloten	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1988	01.07.1988
150	85	7	Pontarlier 1	B. Dumont	assistant	Etude Gravi de Lausanne	1991	nov-déc 91
152	11	7	Profils Etoy	J. Barrios	assistant	Etude Gravi LS LEMAN	1988	01.12.1988
153	68	7	Thomas	J. Barrios	assistant	Etude Gravi LS LEMAN	1993	fév.93
154	67	7	Aigle 1/2	B. Dumont	J. Barrios	Etude Gravi LS RHÔNE	1989	01.03.1989
155	78	7	Sierre 1/2	R. Olivier	J. Barrios	Etude Gravi LS RHÔNE	1993	avr.-mai 93
159	434	7	Maxli	J. Barrios	assistant	Etude Gravi LS LEMAN	1989	01.04.1989
160	106	5	Sempach	K. Risnes	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1993	juil-sept 93
164	124	7	Cully	J. Barrios	assistant	Etude Gravi de Lausanne	1989	01.06.1989
165	204	5	St Gall	B. Dumont	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1993	juil-août 93
166	116	5	Zürich	B. Dumont	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1993	juil-août 93
168	17	7	Echallens	J. Barrios	assistant	Etude Gravi LS LEMAN	1989	01.06.1989
169	22	7	Seyssel	J. Barrios	assistant	Etude Gravi LS LEMAN	1993	01.08.1993
171	60	7	Salin	J. Barrios	assistant	Etude Gravi de Lausanne	1989	01.09.1989
180	61	7	Ilyonb	J. Barrios	assistant	Etude Gravi LS LAC FN	1990	01.04.1990
181	98	7	Gamsen	J. Barrios	assistant	Etude Gravi LS RHÔNE	1990	01.05.1990
182	102	5	Schwytz	B. Dumont	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1990	01.06.1990
183	66	5	Susten	B. Dumont	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1990	01.06.1990
184	148	5	Sursee	K. Risnes	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1990	01.05.1990
185	125	7	Nater	R. Olivier	D. Olivier	Etude Gravi LS RHÔNE	1994	août-oct.94
186	141	5	Langnau	K. Risnes	B. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1994	1994
187	134	7	Geny	M. Barrault	assistant	Etude Gravi LS LAC FN	1990	01.05.1990
188	137	5	Pillon	P. Rosset	G. Gong	CGS ATLAS GRAVI CH	1994	janv-mai 94
189	92	7	Finge (Chippis)	B. Dumont	R. Olivier	Etude Gravi LS FINGES	1994	janv-mai 94
190	110	5	Toggenburg	Ph. Rosset	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1990	01.09.1990
191	204	5	Eiger	Ph. Rosset	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1990	01.06.1990
192	240	5	Brienz	L. Barrios	J. Barrios	CGS ATLAS GRAVI CH	1994	1994
195	8	7	Allaman	R. Olivier	assistant	Etude Gravi LS AUBONNE	1991	01.08.1991
197	67	7	Eviez	M. Barraud	A. Chappuis	Etude Gravi LS LAC FN	1994	juin-juillet 94
198	44	5	Glaris	Ph. Rosset	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1996	1996
199	36	11	Cédra	R. Rocheux	aide	Expertise CGG CEDRA	1983	1983

ATLAS GRAVIMETRIQUE DE LA SUISSE AU 1/100'000

ANNEXE 8.4

Classement selon le code d'étude, désignation de l'étude et l'année en mode croissant

Version du 3.11.2009

Légende du code d'étude:

n° code	Type d'étude	n° code	Type d'étude	n° code	Type d'étude
1	DIPLOME-MASTER UNIL	5	CGS ATLAS GRAVI CH (IGL)	9	ETUDES GRAVI DE GENEVE
2	THESE GE & LS	6	CGS NOUVELLE CARTE CH	10	ETUDES GRAVI LS PNR20
3	CAMP GRAVI 3ème & Certificat (IGL)	7	ETUDES GRAVI DE LAUSANNE	11	EXPERTISES LS
4	ATLAS PLATEAU IGL	8	ETUDES GRAVI DE ZÜRICH	12	BUREAU GRAVI INTERNATIONAL

n° d'étude	nb de stations	n° code	Nom de l'étude	Opérateurs et aides		Désignation de l'étude	Année	Date
202	30	7	Sciez	M. Barraud	A. Chappuis	Etude Gravi LS LAC FN	1995	1995
203	23	5	Gothard	B. Dumont	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1991	01.09.1991
204	103	5	Catogne	B. Dumont	Ph. Rosset	CGS ATLAS GRAVI CH	1999	01.05.1991
205	190	5	Sargans	B. Dumont	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1991	01.06.1991
206	263	5	Einsiedeln	B. Dumont	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1991	01.08.1991
207	34	5	Appenzell	Ph. Rosset	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1991	01.06.1991
208	60	5	Locarno	Ph. Rosset	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1995	1995
209	35	5	Simplon	Ph. Rosset	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1995	1995
210	37	5	Liechtenstein	Ph. Rosset	C. Fricknecht	CGS ATLAS GRAVI CH	1995	1995
211	94	7	Martel	B. Dumont	assistant	Etude Gravi de Lausanne	1992	01.05.1992
212	126	5	Domodossola	Ph. Rosset	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1992	01.03.1992
213	115	5	Disentis	Ph. Rosset	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1996	mai-juin 96
214	525	5	Biasca	Ph. Rosset	assistant	CGS ATLAS GRAVI CH	1992	01.05.1992
215	74	5	Coire	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1996	juin-sept 96
216	74	5	Arosa	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1997	1997
217	18	3	Lavigny	R. Olivier	Ph. Logean - étudiants	Camp gravi 3ème - IGL	1997	01.03.1997
218	96	8	Zürich 5000	E. Klingelé	H. Schwandener	Etude Gravi de Zürich	-	-
219	315	8	Zürich 6000	E. Klingelé	A. Leuthold	Etude Gravi de Zürich	-	-
220	101	8	Zürich 7000	E. Klingelé	C. Heim	Etude Gravi de Zürich	-	-
221	96	5	Vanil	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1998	avril-mai 98
222	168	5	Poschiavo	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1998	juin-juillet 98
223	149	5	Montana	Ph. Rosset	G. Gong	CGS ATLAS GRAVI CH	1998	01.07.1998
224	108	5	Adel	Ph. Rosset	G. Gong	CGS ATLAS GRAVI CH	1998	juil.-août 98
225	122	5	Zernez	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1998	1998
226	82	3	Aubonne 99	R. Olivier	A. Rosselli - étudiants	Camp gravi 3ème - IGL	1999	01.05.1999
227	64	5	Müstair	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1999	juin-juillet 99
228	47	5	Tesserete	B. Dumont	Ph. Rosset	CGS ATLAS GRAVI CH	1998	01.11.1998
229	60	5	Magadino	B. Dumont	Ph. Rosset	CGS ATLAS GRAVI CH	1998	01.11.1998
230	72	5	Dufour	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1998	01.08.1998
231	57	5	Via Mala	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1998	01.10.1998
232	76	5	Ulrichen	Ph. Rosset	G. Gong	CGS ATLAS GRAVI CH	1999	01.07.1999
233	122	5	Generoso	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	2000	2000
234	26	5	Isérables	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1998	01.09.1998
235	51	5	Euseigne	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1997	1997
236	158	5	Conche	Ph. Rosset	G. Gong	CGS ATLAS GRAVI CH	1997	1997
237	146	5	Roveredo	Ph. Rosset	G. Gong	CGS ATLAS GRAVI CH	1997	1997
238	146	5	Scuol	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1997	1997
239	79	5	Davos	Ph. Rosset	G. Gong	CGS ATLAS GRAVI CH	1997	1997
240	151	5	Tinizong	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1997	1997
241	62	5	Prätti	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1997	1997
242	78	5	St Moritz	Ph. Rosset	G. Gong	CGS ATLAS GRAVI CH	1999	1999
243	119	5	Maienfeld	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1999	1999
244	39	5	Albula	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1999	1999
245	61	5	Fluela	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1999	1999
246	74	5	Bellinzone	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	2000	2000
247	97	5	Rogneux	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1999	1999
248	153	5	Ceneri	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	1999	1999
254	38	1	LEP	M. Adamer	L. Montandon	Diplôme-Master UNIL	1999	1999
255	27	5	Jungfrau	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	2000	2000
256	28	5	Campo Tencia	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	2000	2000
257	34	1	Sierre - Chippis	Ph. Schächtelein	étudiant	Diplôme-Master UNIL	2000	2000
258	12	5	Bregalia	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	2000	2000
259	18	5	Bernina	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	2000	2000
260	17	5	Combin	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	2000	2000
261	17	5	Ferret	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	2000	2000
262	60	5	Osogne	B. Dumont	S. Dumont	CGS ATLAS GRAVI CH	2000	2000
999	414	12	BGI	Stations hors de Suisse		Fichier international		