

Bilan d'activités du gravimètre absolu portable français FG5

Equipe de gravimétrie EOST Strasbourg

janvier 1997-mai 2001

1. Introduction

La communauté gravimétrique française a acquis fin 1996 un gravimètre absolu (modèle FG5-206) de Micro-g Solutions Inc., Colorado, USA). L'INSU a choisi la station gravimétrique de Strasbourg (site appelé J9 près de Griesheim-sur-Souffel) comme site de base de cet instrument, ce qui rend l'EOST de Strasbourg responsable de cet **outil national**. C'est à ce titre que nous mettons en œuvre les campagnes de gravimétrie absolue au profit des organismes et laboratoires de la **communauté gravimétrique** qui ont participé au projet d'acquisition du gravimètre absolu.

Cet instrument portable est un gravimètre balistique (principe basé sur la chute d'un corps dans le vide et détermination de la trajectoire par des mesures très fines de position par interférométrie laser et de temps par horloge atomique) qui est capable de mesurer la vraie valeur de la gravité g avec une précision de 1 microgal (ce qui représente $10^{-9}g$). Une photographie de l'instrument en opération à Strasbourg est donnée ci-dessous. L'ensemble de l'équipement pèse environ 500 kg et peut être transporté en plusieurs caisses à l'aide d'une camionnette. En général, cet instrument mesure dans des conditions de type laboratoire mais il peut aussi mesurer en extérieur (sous tente) et en complète autonomie (groupe électrogène) comme cela a été le cas en Iran.



Gravimètre absolu FG5 modèle 206 dans son site d'accueil à Strasbourg.

Les **objectifs scientifiques** dans lesquels interviennent les mesures du gravimètre absolu sont variés :

- étude des variations temporelles de la gravité en divers lieux à partir de mesures répétées sur de longs intervalles de temps afin de mettre en évidence les mouvements verticaux et les transferts de masse; applications à des problèmes de volcanisme, de tectonique, de géodésie (positionnement DORIS, GPS et VLBI) et de marégraphie (niveau moyen des mers et surcharges de marée océanique);
- développement du réseau de bases gravimétriques absolues en France;
- établissement de lignes de base d'étalonnage pour micro-gravimètres ;
- participation au réseau gravimétrique mondial de bases IAGBN (A) et (B);
- étalonnage des gravimètres relatifs portables et de gravimètres cryogéniques du réseau GGP (dont l'instrument français à Strasbourg).

Chaque mission de mesures de gravimétrie absolue hors site nécessite la participation de deux personnes : un Ingénieur responsable de la maîtrise technique de l'instrument et un scientifique responsable de la mission. Dans certains cas (mission lointaine de type IF RTP avec embarquement sur bateau), les missions sont longues et peuvent requérir une absence continue de presque deux mois. De plus, le rythme des missions est extrêmement soutenu et, s'il est possible d'alterner actuellement entre deux scientifiques, la partie technique ne repose que sur une seule personne. Une des priorités est clairement l'obtention d'un autre poste de technicien pour poursuivre dans de meilleures conditions cette activité en constant développement comme le souligne d'ailleurs une motion adoptée lors de l'assemblée générale du CNFGG en février 2001.

Il existe un Comité de Suivi et de Planification des mesures de gravité absolue qui se réunit en principe une fois par an (mai 1998, janvier 2000, janvier 2001) ; les membres de ce comité sont les représentants des différents organismes qui ont

contrubué à l'achat de l'instrument. Les rapports d'activités sont disponibles sur le site WEB de l'Observatoire Gravimétrique (<http://eost.u-strasbg.fr/obsgrav/>).

Le rapport ci-après essaie de résumer notre activité au cours de la période 1997 à 2001. Il est bien entendu impossible de détailler l'ensemble des campagnes de mesures et des travaux scientifiques qui en ont découlé. Nous suggérons au lecteur intéressé par un point plus particulier de se référer à la bibliographie jointe en annexe.

2. Mesures sur site (et en zone proche)

A. Station gravimétrique de Strasbourg: site principal d'accueil du gravimètre absolu FG5#206 33 séries de mesures

objectifs: **étalonnage précis** du gravimètre relatif et suivi de la dérive instrumentale, détermination des variations de **gravité à longue période;**

En dehors des missions sur le terrain, un des intérêts des mesures répétées de gravité absolue au site de base de Strasbourg est la superposition de celles-ci avec les mesures en continu du gravimètre supraconducteur GWR C026, ce qui nous permet de mener les recherches sur les variations temporelles de gravité dans d'excellentes conditions. Ces séries de mesures en parallèle sont faites autant que possible (en fonction de la disponibilité de l'instrument) à intervalle régulier de l'ordre de 2 mois (en général 5-6 jours en continu).

L'Observatoire gravimétrique de Strasbourg effectue des mesures de variations relatives de gravité depuis plus de 12 ans à l'aide d'un gravimètre supraconducteur qui est, à l'heure actuelle, l'instrument le plus précis en gravimétrie relative, rendant possible, par intégration sur des séries de quelques années, l'observation de très faibles signaux de l'ordre de quelques nanogals (soit un pico-g = 10^{-12} g, où g est la pesanteur moyenne de la Terre en surface).



Gravimètre supraconducteur GWR modèle C026 (Strasbourg)

Nous sommes une des stations du projet GGP (Global Geodynamics Project) du réseau international de gravimètres à supraconductivité qui est opérationnel depuis juillet 1997.

Un des avantages des gravimètres à supraconductivité est leur très faible dérive instrumentale. Pour preuve, les résultats de l'analyse de la période 1996-2000 du nouvel instrument qui montre une dérive quasi-nulle (inférieure à 3 microgal/an), alors qu'elle était de l'ordre de quelques dizaines de microgal sur l'ancienne génération de gravimètres cryogéniques et de plusieurs centaines de microgal sur les bons gravimètres à ressort de type LaCoste-Romberg par exemple. Une application immédiate est par conséquent la détection et le suivi des variations de gravité à long terme d'origine physique variée (géodynamique, tectonique ou hydrogéologique).

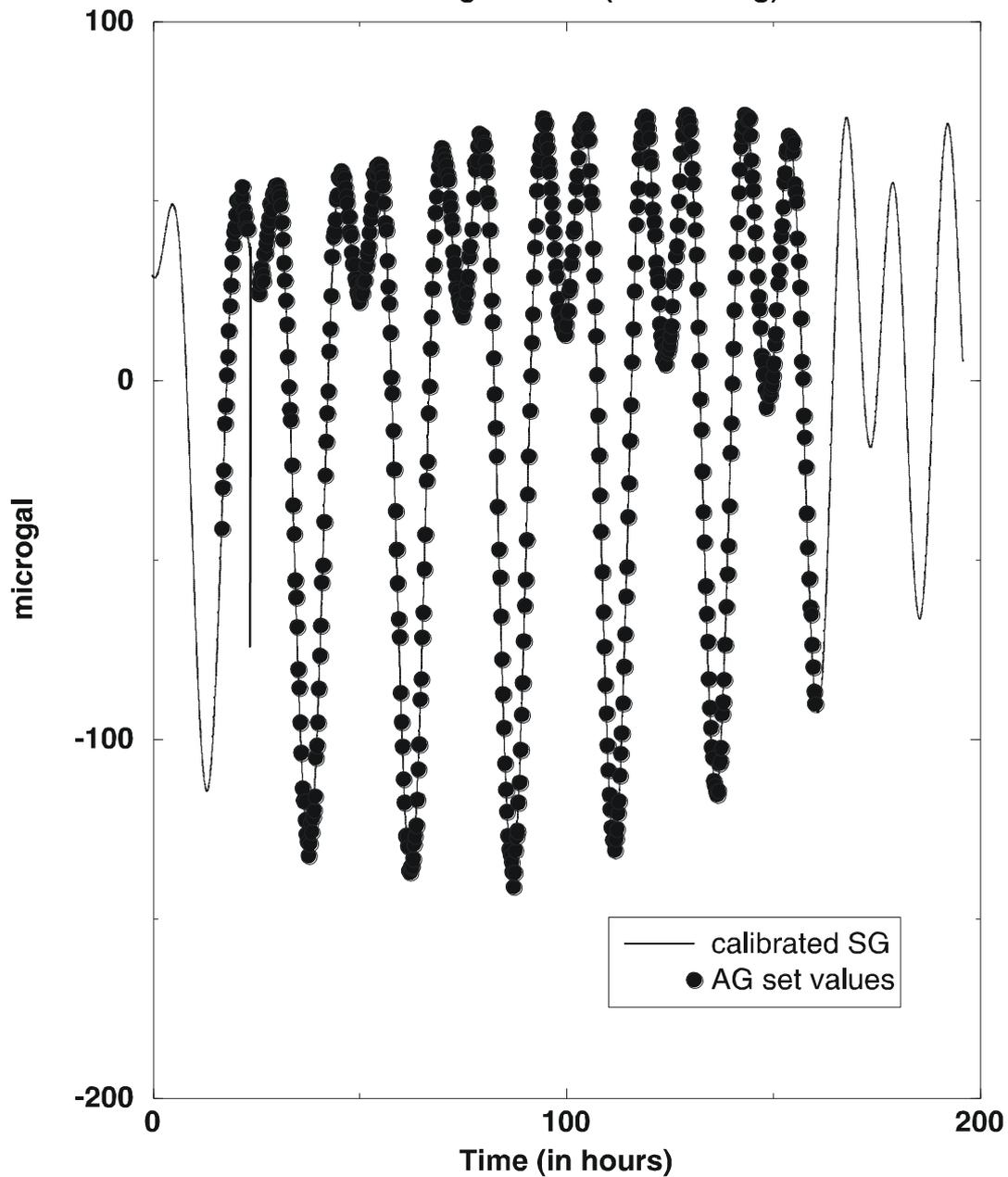
Ces études ont grandement bénéficié de l'arrivée à Strasbourg en 1997 du gravimètre absolu FG5 (Micro-g Solutions Inc.). Ces deux instruments sont parfaitement complémentaires et permettent de mener les recherches en gravimétrie du laboratoire dans des conditions optimales.

Un des premiers intérêts d'effectuer des enregistrements en parallèle entre gravimètres supraconducteurs et absolus est l'étalonnage précis des premiers, de même que la vérification de la stabilité de cet étalonnage.

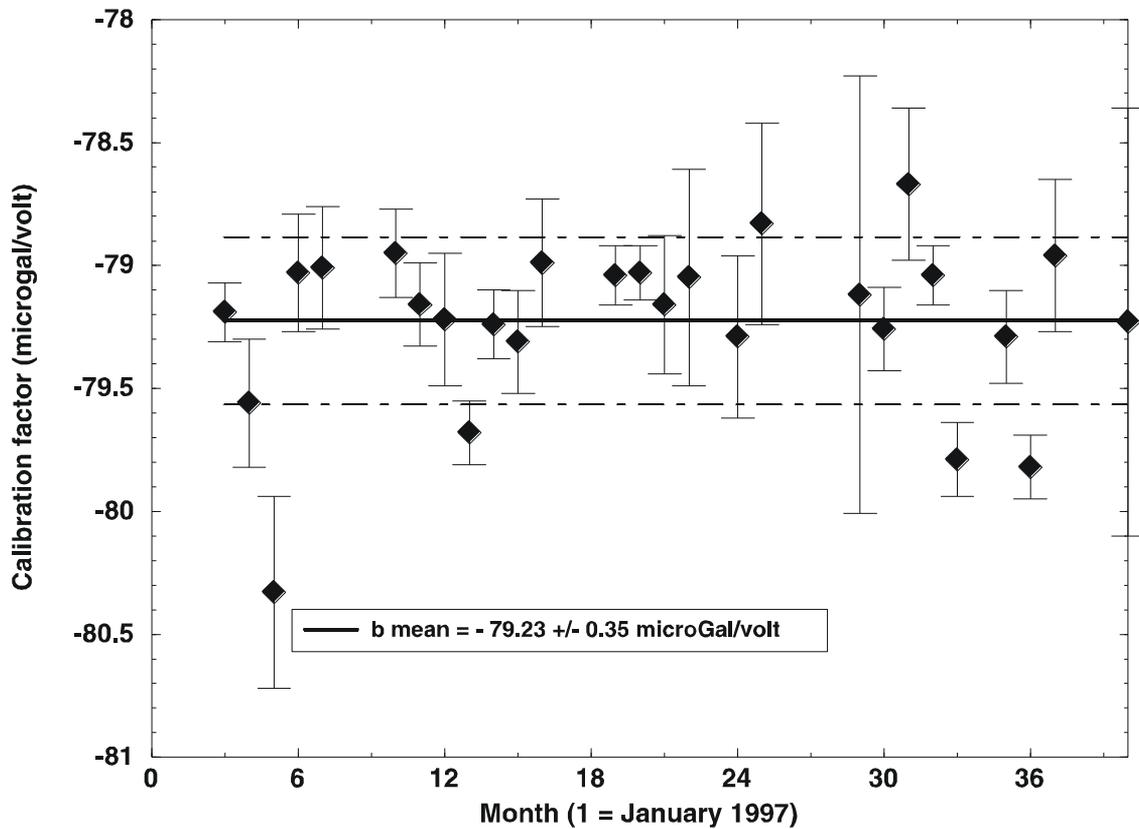
La figure ci-dessous montre un exemple d'une telle superposition en août 1998 sur quelques cycles de marée.

Calibration experiment

4-10 August 1998 (Strasbourg)



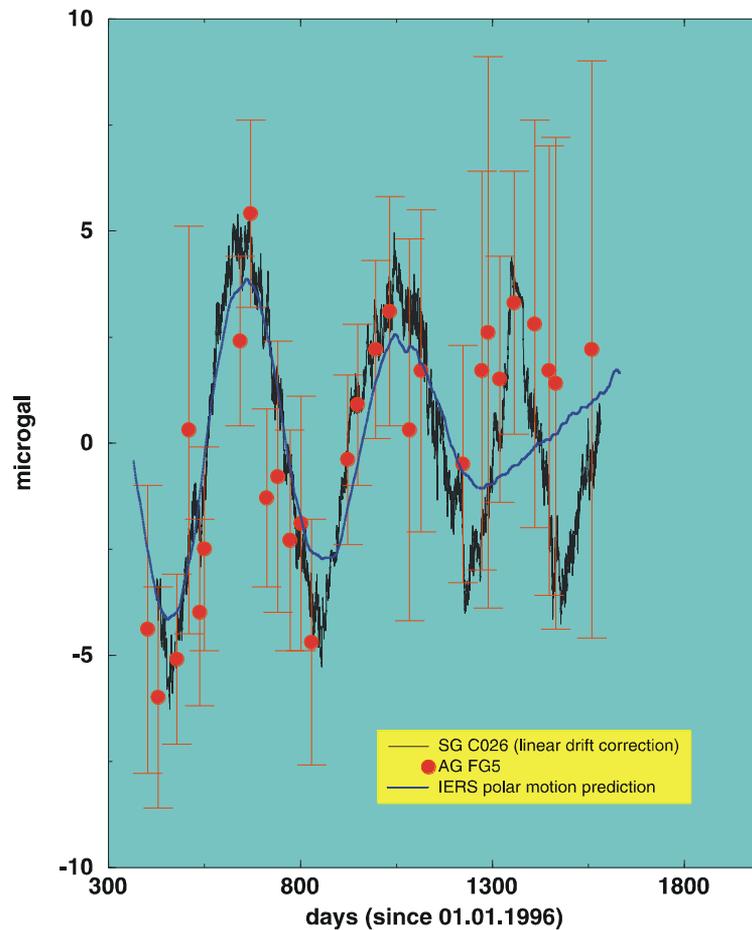
La stabilité du facteur d'échelle est montrée ci-dessous où chaque détermination correspond à un expérience de superposition sur quelques jours des deux types de gravimètres.



Très récemment, nous avons pu montrer que les deux types de gravimètres sont capables de déceler la signature du mouvement du pôle de rotation terrestre (terme Chandlérien de 435 jours de période, comme le montre la figure ci-dessous). Cette estimation faite dans un domaine de fréquence tout à fait inhabituel (à comparer aux ondes de marée diurnes et semi-diurnes, et aux ondes sismiques) est importante pour notre connaissance de la rhéologie terrestre (anélasticité du manteau).

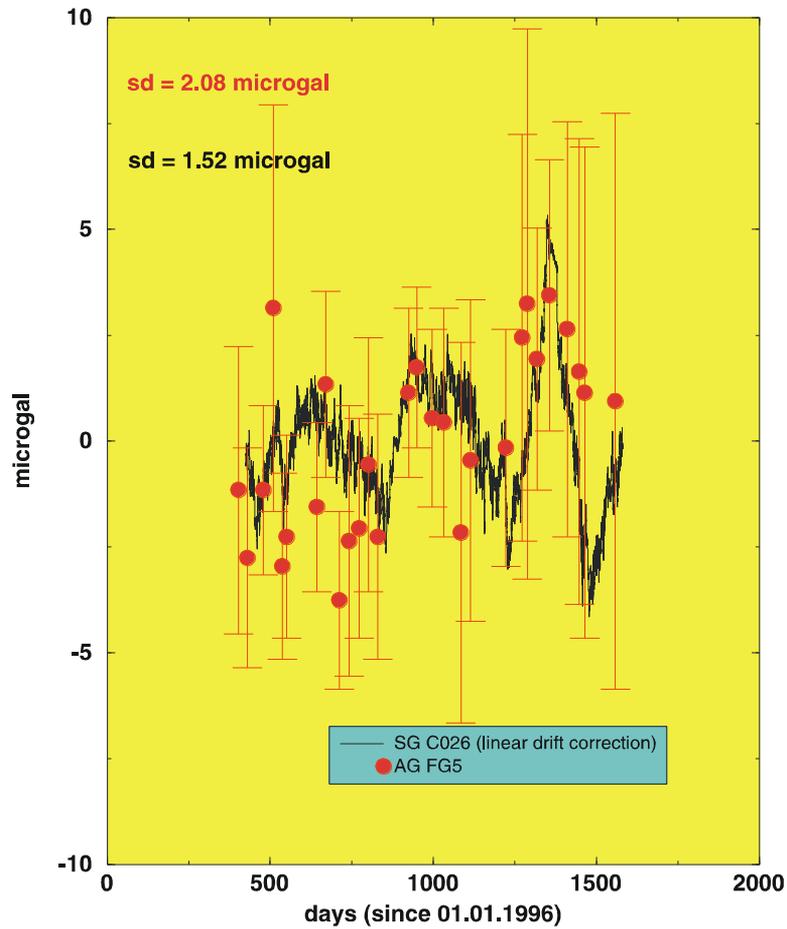
Après un suivi très proche du mouvement du pôle, on s'aperçoit que les observations de gravité s'écartent de la signature prédite notamment quand la contribution du mouvement du pôle est voisine de 0 ; il n'y a pas d'explication claire pour le moment de ce fait mais les deux instruments (supraconducteur et absolu) sont en accord.

Long term gravity changes in Strasbourg SG C026 /AG FG5



La figure ci-dessous se déduit de la précédente en retranchant la contribution théorique du mouvement du pôle de rotation. On constate que les écarts-type résiduel sont voisins de 1.5 microgal pour le gravimètre cryogénique et de 2 microgal pour le gravimètre absolu. Comme, en première approximation, il y a une variation de gravité de 3 microgal par cm de déplacement vertical (anomalie à l'air libre), on en déduit que nos observations de gravité ont une sensibilité proche du cm, ce qui les rend très complémentaires des observations directes de déplacement vertical fournies par les méthodes de géodésie spatiale comme le GPS, DORIS, VLBI ou la télémétrie laser (LLR ou SLR).

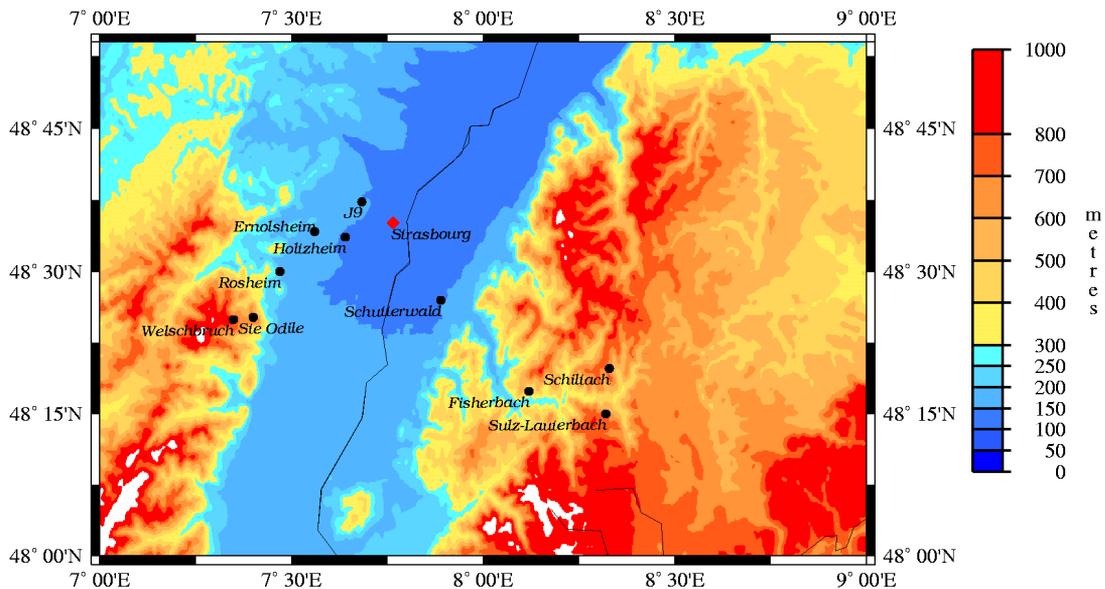
Long term stability in gravity in Strasbourg SG C026/AG FG5



B. Vosges-Forêt Noire-Fossé Rhénan:

objectifs: détermination par ré-occupation régulière de la stabilité des profils micro-gravimétriques à long terme en liaison avec la tectonique locale et les variations hydrogéologiques.

PROFIL VOSGES - FORET-NOIRE



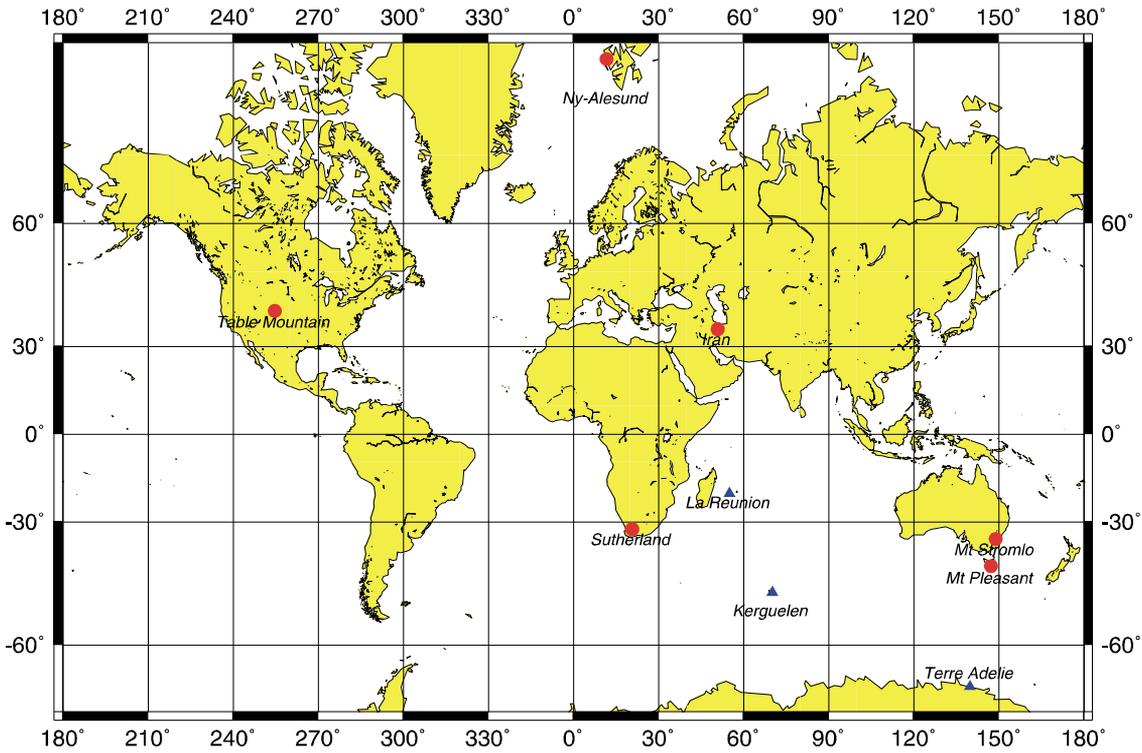
En complément des mesures de gravité absolue effectuées dans notre site de base près de Strasbourg, nous effectuons également régulièrement des mesures au Welschbruch (station vosgienne appartenant à l'EOST) ce qui a conduit à 6 répétitions. Une des raisons est de comparer les mesures dans des sites voisins mais de caractéristiques très différentes d'un point de vue géologique.

Au printemps 2001, dans le cadre du projet GéoFrance 3D Fossé Rhéna ; nous effectuons pour le compte du BRGM des traverses Est-Ouest à différentes latitudes dont la première est celle du Welschbruch-Strasbourg-Schiltach (Allemagne). En particulier, nous avons fait la première mesure de gravité absolue au site de BFO (Black Forest Observatory) et avons contribué à l'étalonnage précis d'un gravimètre de marée ET19 et de sismomètres STS 1 et 2.

3. Missions hors site effectuées

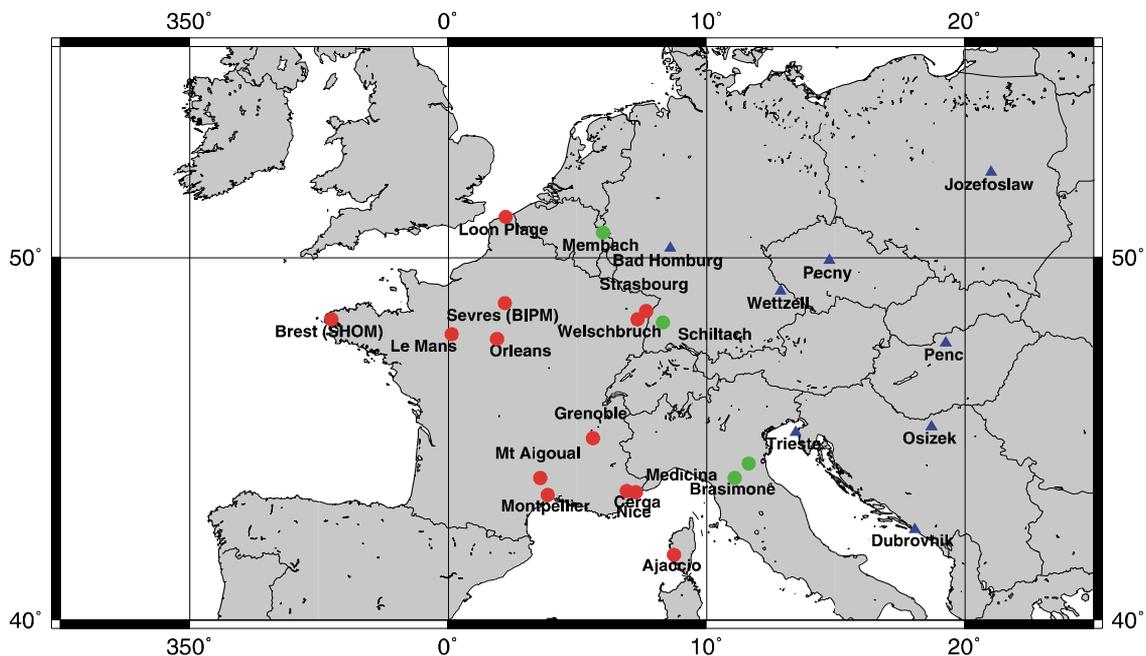
Au total, 54 séries de mesures ont été effectuées en France et à l'étranger. La figure ci-dessous indique les emplacements des sites lointains qui ont tous nécessité un transport aérien et/ou maritime.

Monde



Nos sites de mesures en Europe figurent sur le graphe ci-dessous ; sauf pour Dubrovnik (Croatie) et Ajaccio (Corse), tous les transports ont été effectués par route à l'aide d'une camionnette.

EUROPE



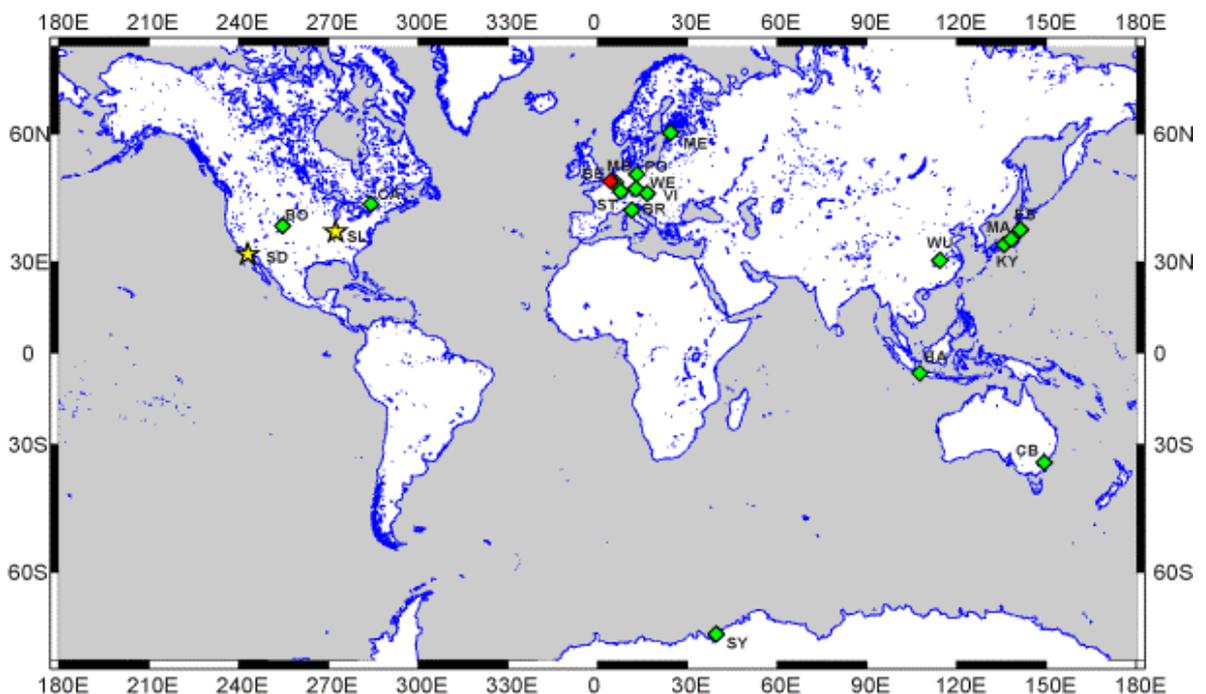
Plutôt que de fournir une liste chronologique des mesures, nous avons préféré choisir une présentation thématique de notre activité qui nous paraît plus cohérente.

Répartition thématique :

- **Etalonnage des gravimètres supraconducteurs du réseau GGP et suivi de leur dérive instrumentale:**

Le projet scientifique GGP (Global Géodynamics Project), qui est un projet de l'UGGI, soutenu par le groupe SEDI (Study of the Earth's Deep Interior), consiste en un réseau mondial de gravimètres supraconducteurs (actuellement 17 instruments répartis en Europe, Amérique du Nord, Japon, Chine, Australie, Indonésie, Antarctique, Arctique). Une première période d'observations communes de 6 ans a débuté le 1er juillet 1997 et il existe une base de données gérée à Bruxelles dans le cadre d'ICET (International Centre for Earth Tides) (cf. GGP Information System and Data Center <http://etggp.oma.be>).

Global Geodynamics Project, 1997-2003 Superconducting Gravimeters, July 1998



GMT Nov 25 17:19

Une description complète du projet GGP est disponible sur le site <http://www.eas.slu.edu/GGP/ggphome.html>.

Strasbourg (33 répétitions)

Membach (Belgique): janvier 1997

mesures en parallèle avec le gravimètre absolu portable FG5 de l'Observatoire Royal de Belgique (Bruxelles) et le gravimètre cryogénique belge GWR C021;

objectifs: étalonnage précis du gravimètre relatif et vérification des performances instrumentales entre deux instruments de même conception;

Brasimone (Italie): octobre 1997

mesures en parallèle avec le gravimètre cryogénique GWR italien;

objectifs: étalonnage précis du gravimètre relatif et comparaison des résultats avec ceux issus d'une méthode indépendante de nature gravitationnelle développée sur place;

MOUNT STROMLO (Australie) mars 1999/mars 2000

répétition d'un point de mesures de gravité effectué par une équipe japonaise ; étalonnage du gravimètre cryogénique faisant partie du réseau GGP

MEDICINA (Italie) janvier 2000/mars 2001

Objectifs : Etalonnage de gravimètres relatifs mécanique et cryogénique et établissement d'un point de référence ; collaboration avec les Universités de Bologne (S. Zerbini) et de Naples (G. Berrino)

SPITZBERG (NORVEGE) 15-26 juillet 2000

mesures de gravité absolue en un point de référence en zone arctique (observatoire de plus haute latitude ($\sim 80^\circ$) au monde) ; financement sur programme européen **LSF (Large Scale Facility)** en collaboration avec NMA (Norwegian Mapping Authority) ; répétition d'un point de mesures effectué par une équipe allemande avec un instrument similaire en 1998.

Objectifs : double : d'une part **étalonner** pour la première fois un gravimètre cryogénique japonais qui a été installé en automne 1999 et qui fait partie du réseau GGP ; d'autre part, vérifier la variation de gravité absolue en 2 ans et la comparer aux données de mouvement vertical disponible par VLBI au même site.

Sutherland (Afrique du Sud) février 2001

dans le cadre du retour du bateau IF RTP sur Durban (Afrique du Sud), mission d'étalonnage du gravimètre supraconducteur allemand (GFZ Potsdam) qui a été installé en 2000 dans cet observatoire et qui fait partie du réseau international GGP

+ 2 autres sites GGP

TABLE MOUNTAIN (COLORADO, USA) mai-juin 2000

mesures en des points de référence de la **station gravimétrique de NOAA** avant et après la maintenance instrumentale chez le constructeur Micro-g Solutions

Wetzell (Allemagne) (cadre UNIGRACE)

- **Applications en Métrologie :**

Grenoble: avril 1997

détermination précise de gravité pour application métrologique (étalonnage de capteurs de pression);

Paris (BIPM Sèvres) décembre 1997

participation à l'intercomparaison internationale de gravimétrie absolue organisée par le BIPM;

LOON-PLAGE janvier 1999

Prestation de service pour le compte de Statoil (g précis pour le calcul de débit de gaz)

TABLE MOUNTAIN (Colorado, USA) novembre 1998/ mai-juin 2000

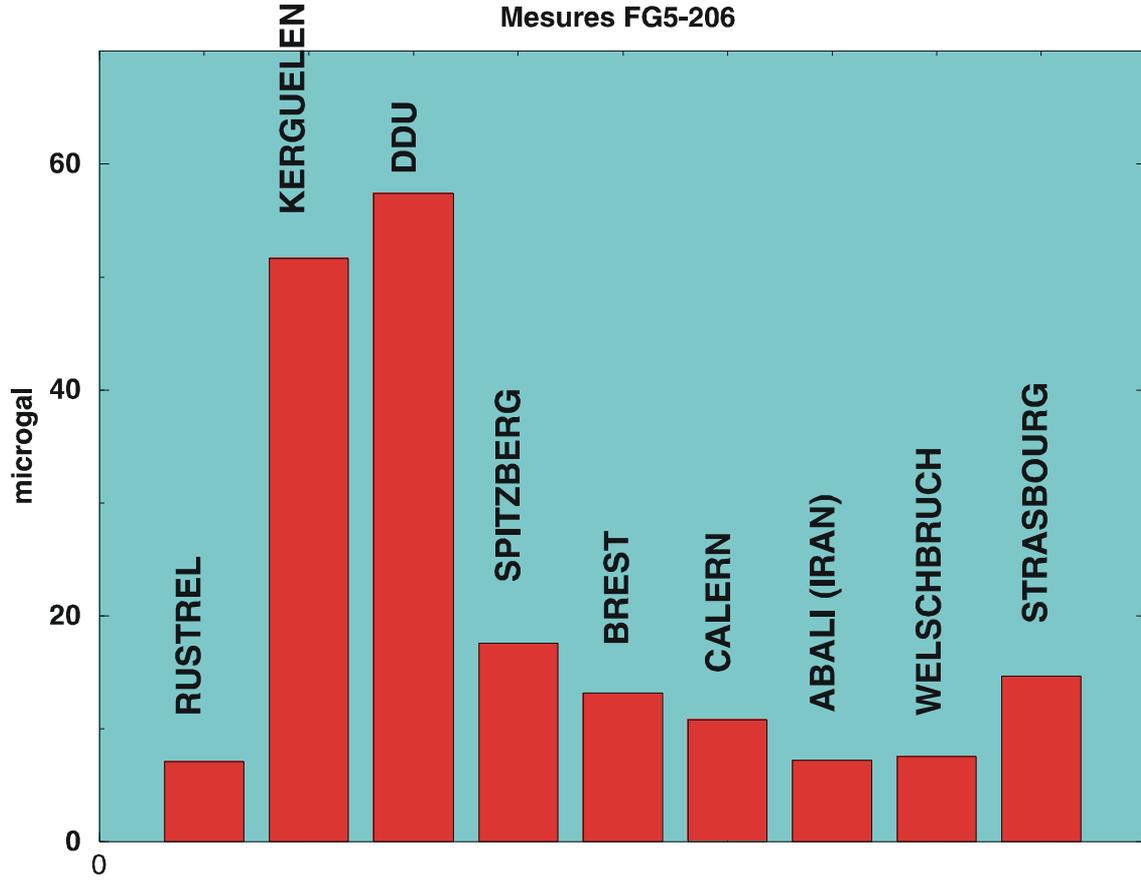
mesures en des points de référence de la station gravimétrique de NOAA avant et après la **maintenance instrumentale** chez le constructeur Micro-g Solutions

Rustrel (près d'Avignon) mai 2001

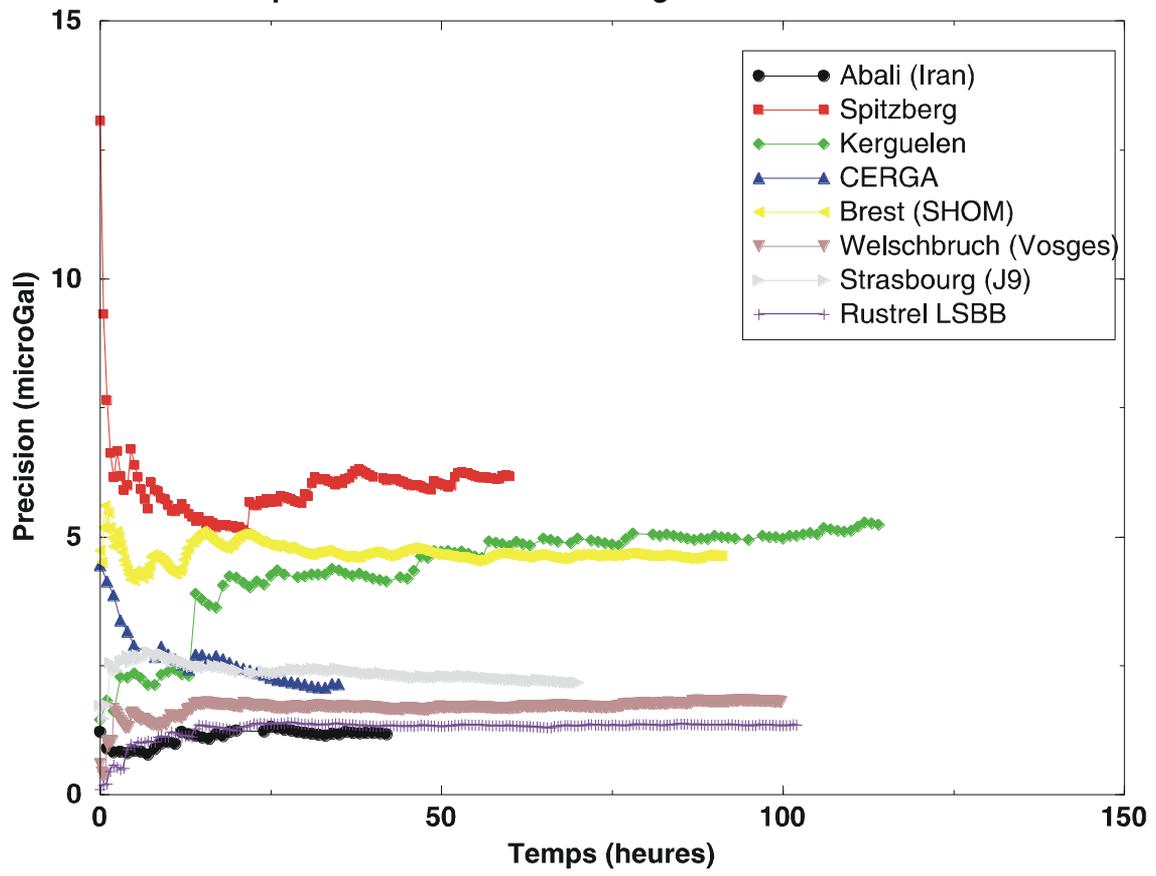
test in situ d'étalonnage de capteurs **(ancien site d'Albion)** sismologiques (en prévision de la mission NETLANDER-SEIS de sismo-gravimètres martiens)

Erreur chute par chute

Mesures FG5-206

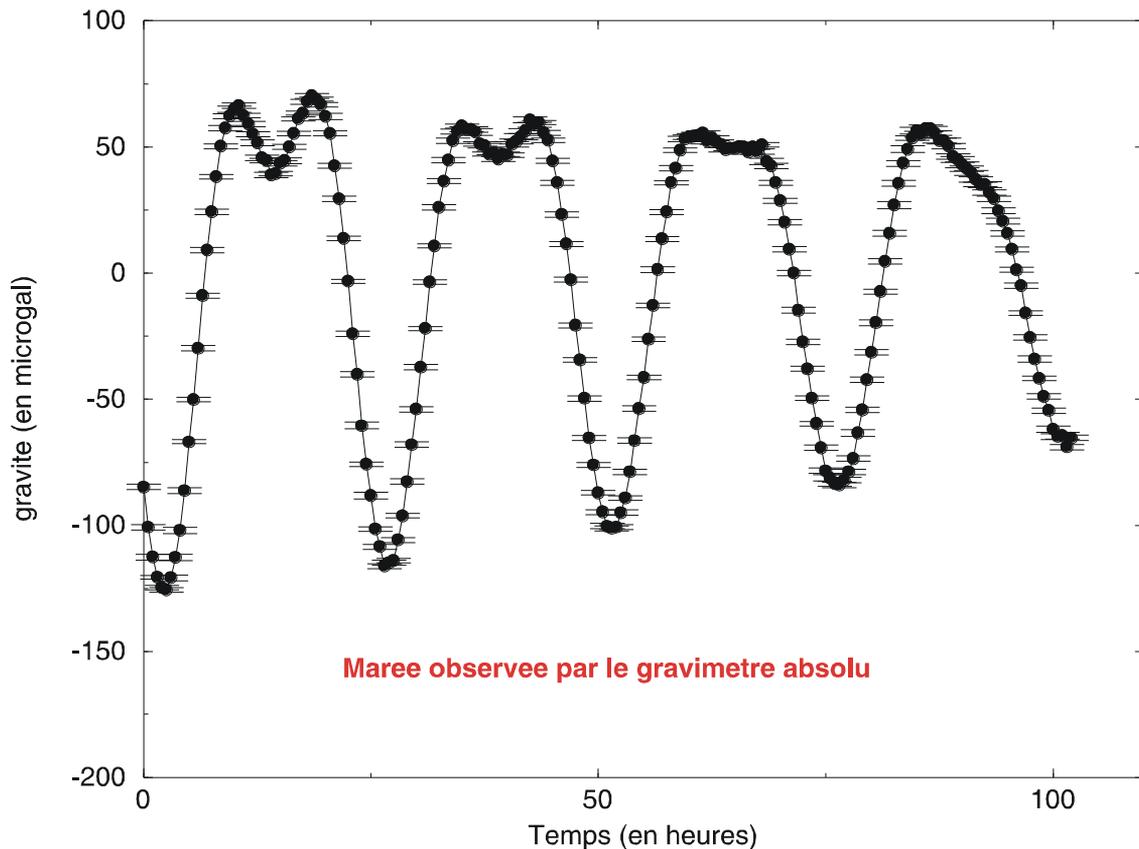


Comparaison des précisions des mesures de gravité absolue pour diverses stations et longueurs d'observations



RUSTREL LSBB

mesures FG5 mai 2001



- **Observations des variations temporelles de gravité en des sites privilégiés/ Suivi du mouvement vertical du sol/ Site multi-technique**

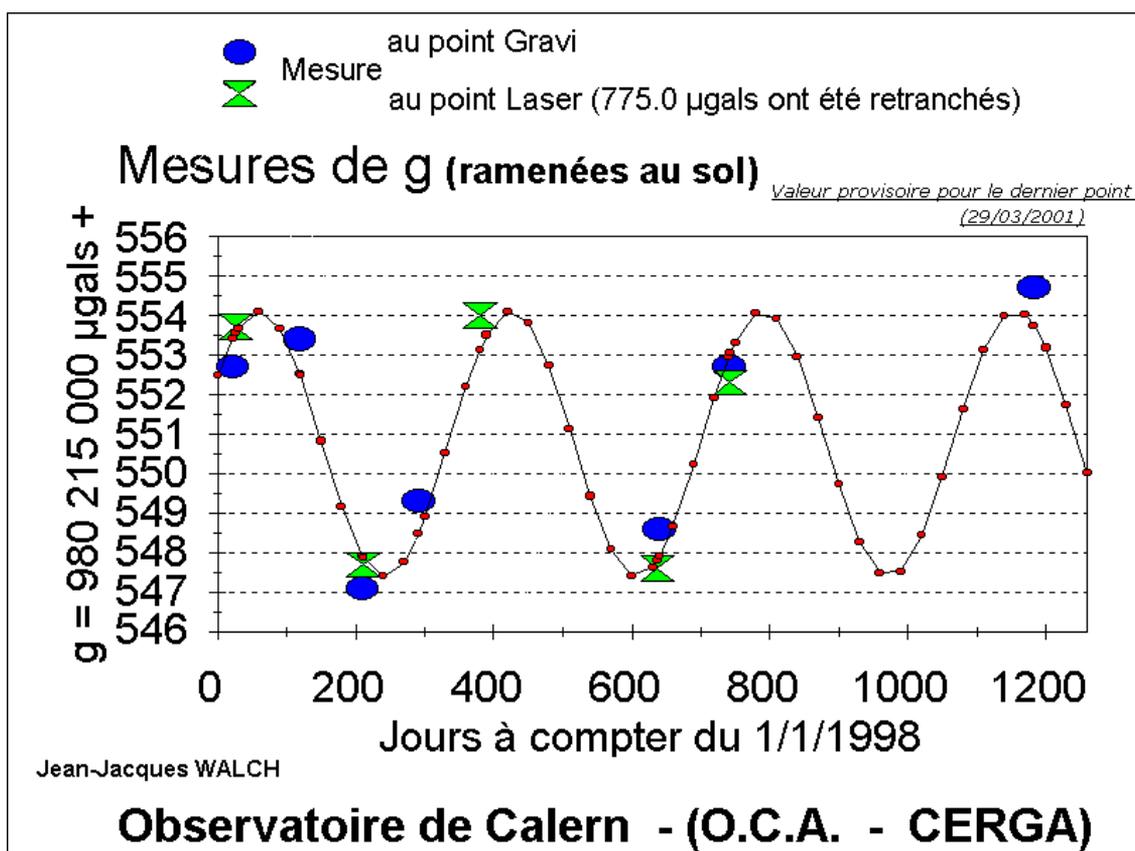
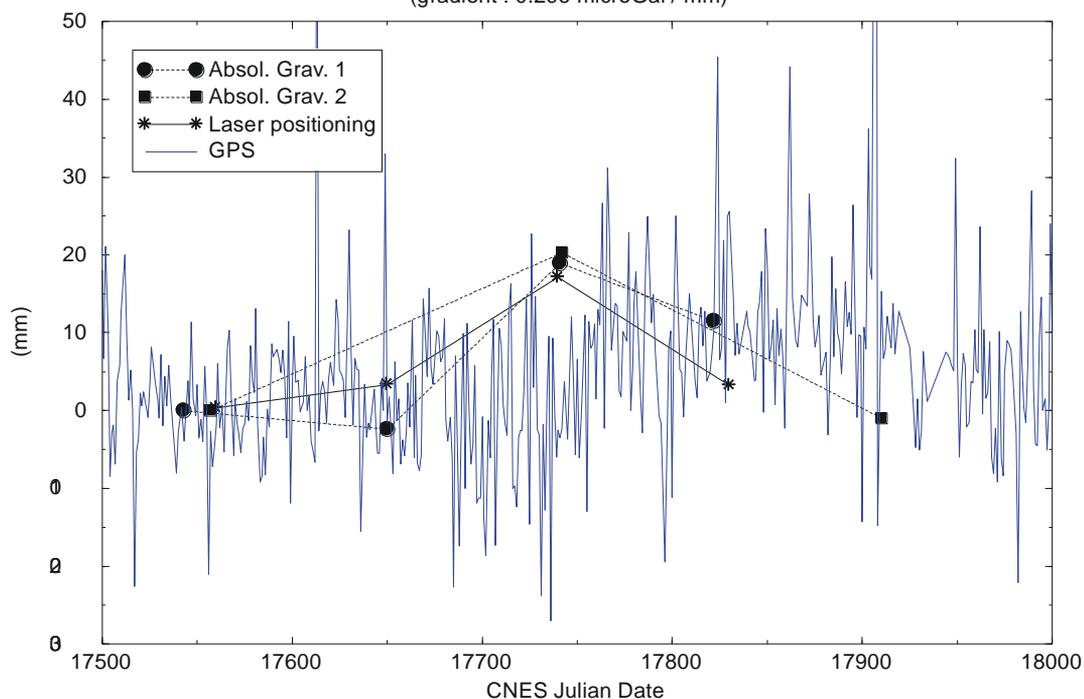
GRASSE (CERGA, plateau de Calern) 8 missions

mesures de gravité en deux points de référence (**station gravimétrique et au pied du laser Lune**) dans le cadre d'une série répétitive à **rythme saisonnier**;

objectifs: étude de la stabilité du site de Calern à long terme et comparaison avec les techniques de géodésie spatiale présentes sur le plateau (interférométrie laser satellite et laser Lune, VLBI, GPS, DORIS); en particulier, étude de faisabilité de détection d'un mouvement vertical sub-centimétrique

GRASSE : VERTICAL COMPONENT (1 y)

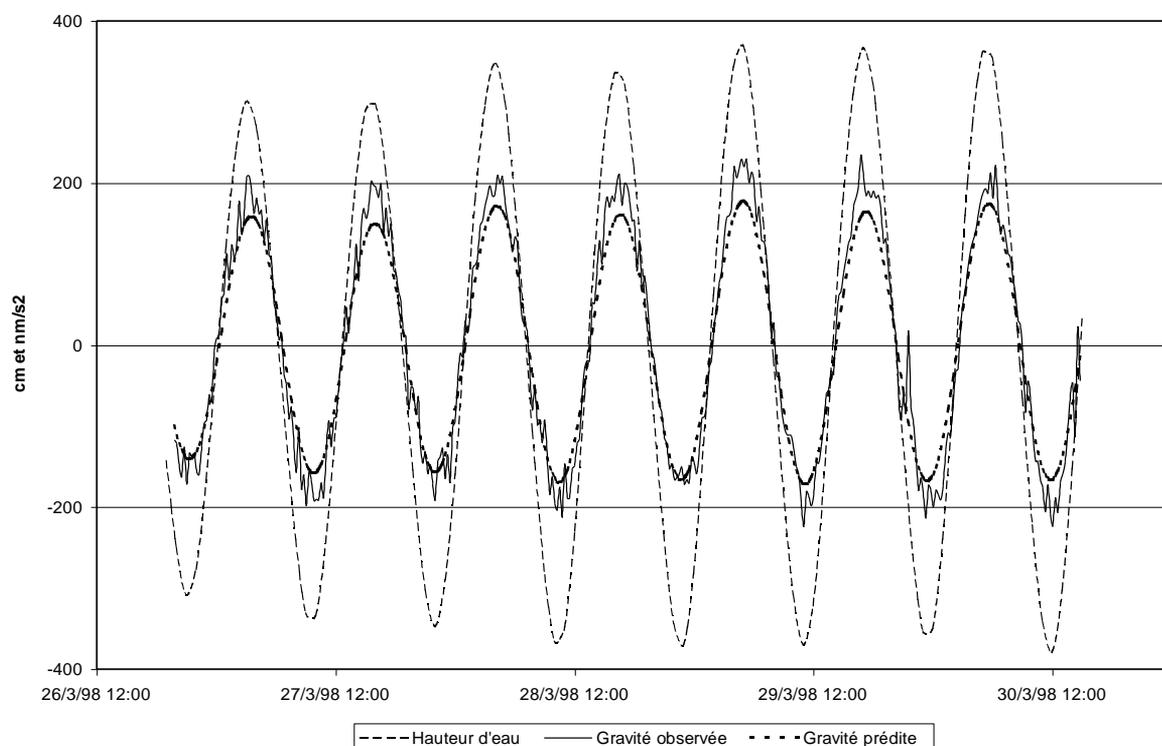
(gradient : 0.296 microGal / mm)

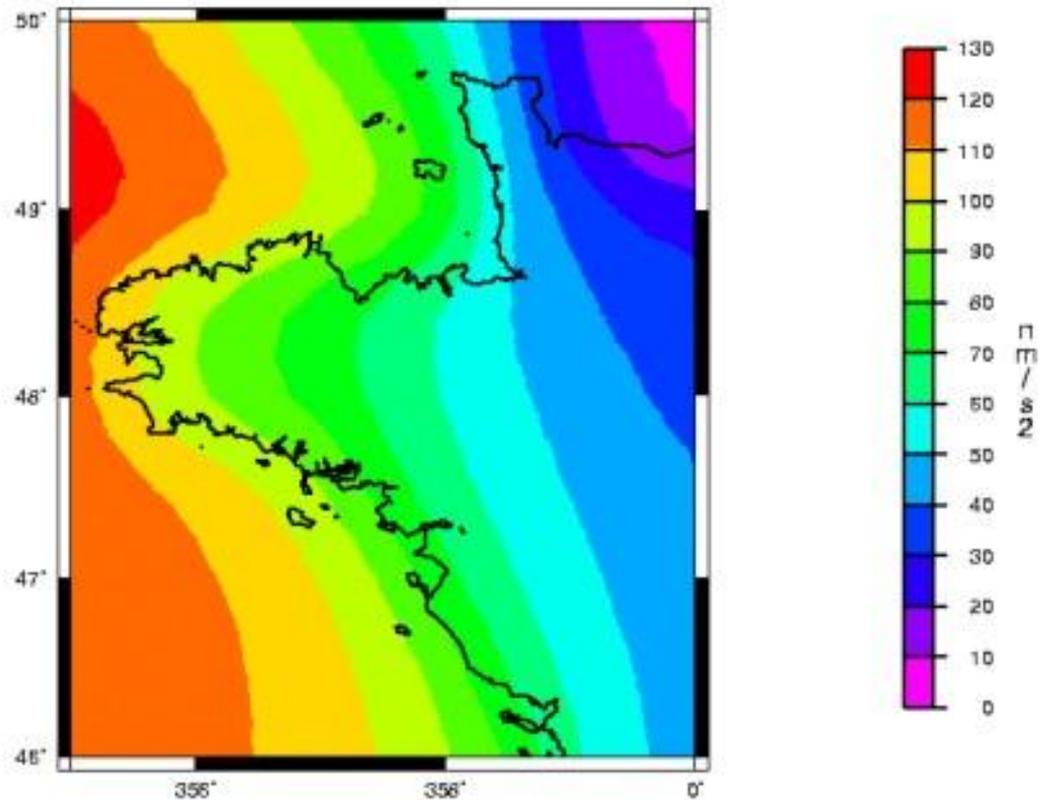


- **BREST (SHOM)** mars 98 / octobre 1999

mesures de gravité en un point de référence à l'intérieur de l'EPSHOM dans le cadre d'une série répétitive à rythme annuel (mesure précédente en mars 1998); applications à l'étude des **surcharges océaniques** en zone proche (marées d'équinoxe);

objectifs: permettre des rattachements de qualité de balises en zone portuaire (notamment pour les campagnes de géophysique marine du SHOM et de l'IFREMER); site pilote pour discriminer à l'aide de mesures répétées de gravité absolue, de positionnement GPS permanent et de **marégraphie**, la déformation crustale et la variation du niveau moyen des océans.

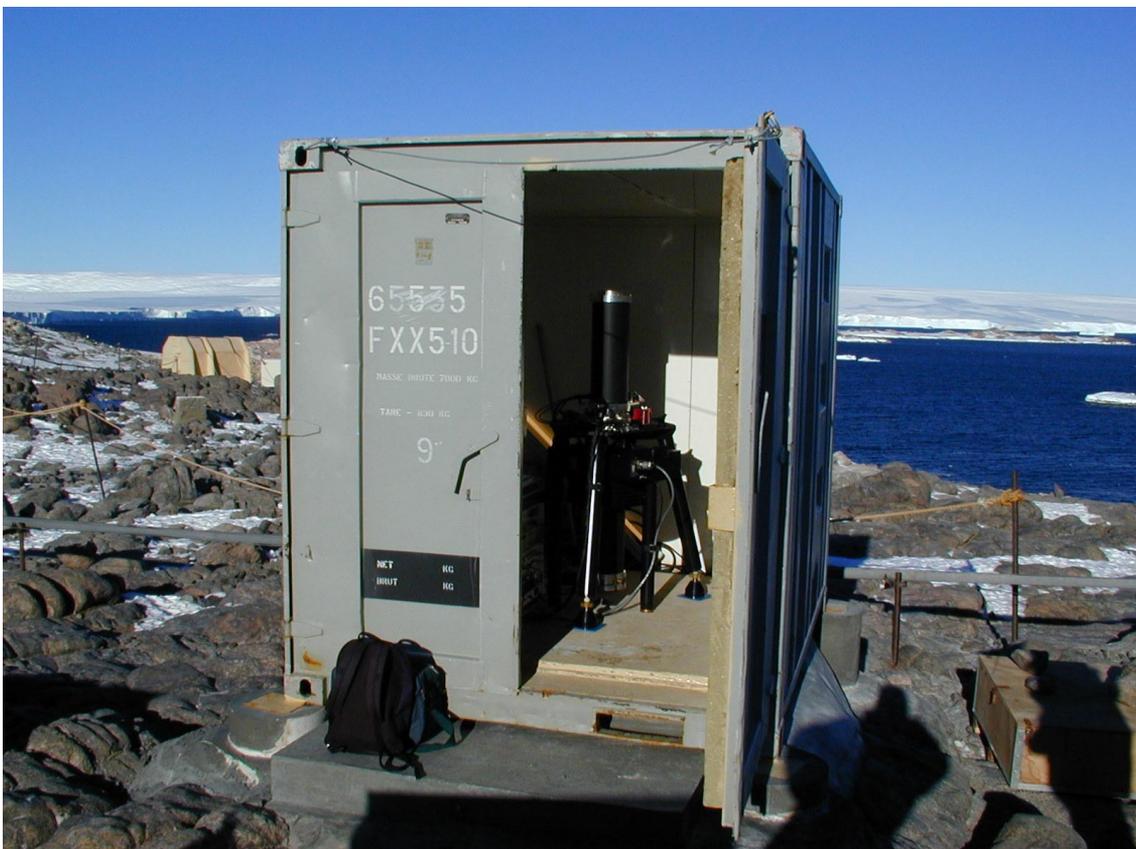
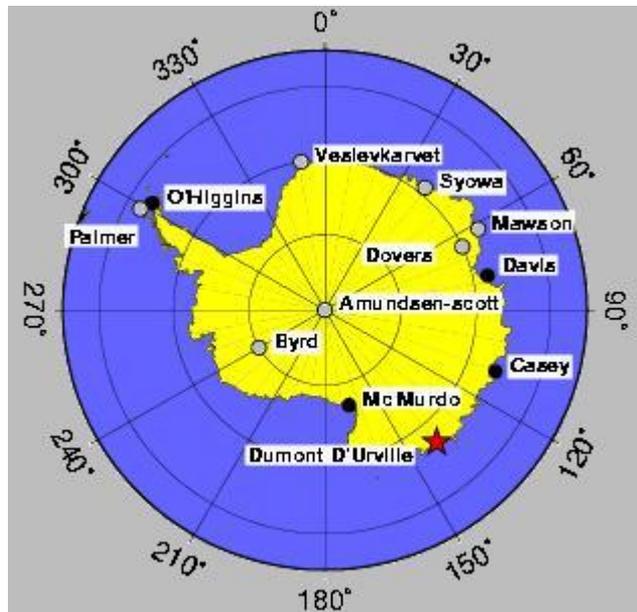




- **DUMONT D'URVILLE (ANTARCTIQUE) 26 février- 2mars 2000**

début effectif d'un programme IF RTP de 5 ans de mesures de gravité absolue dans les Terres Australes et Sub-Australes;

objectifs: pallier le manque de mesures de gravité absolue dans cette région; rattachement des ports et des marégraphes du SHOM ; co-localisation avec stations permanentes GPS et DORIS ; implication pour les études de rebond post-glaciaire et de déglaciation actuelle ; vérification du mouvement vertical crustal.

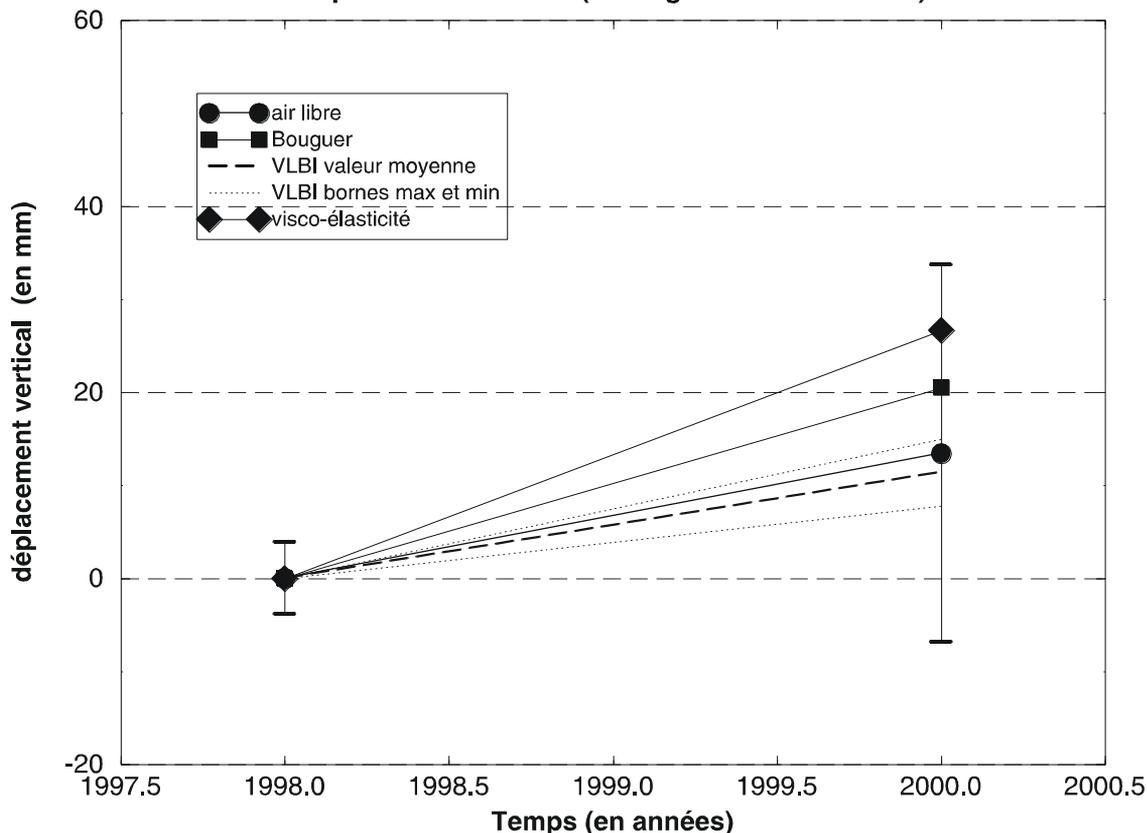


- Kerguelen janvier 2001
- Spitzberg (Norvège)



NY-ALESUND (SPITZBERG)

Déplacement vertical (VLBI /gravimétrie absolue)



- **Etablissement des points du 1^{er} ordre de réseaux gravimétriques :**

France :

LE MANS (site ESGT)

avril 1999

premières mesures de gravité absolues en collocation avec une station GPS permanente (réseau RGP de l'IGN)

MONTPELLIER et MONT AIGOUAL

juin 1999

mesures de gravité sur le site du CNRS en zone urbaine et à l'Observatoire de Météo-France sur le Mont Aigoual (1567 m);

objectifs: test de qualité du site secondaire de Montpellier et établissement d'une ligne de calibration de haute précision;

CORSE (AJACCIO, base d'Aspretto)

octobre 99

mesures de gravité en site côtier en co-localisation avec un récepteur GPS permanent et un marégraphe ; site de mesures prévues de la station laser mobile du CERGA

objectifs : site pilote pour discriminer à l'aide de mesures de gravité absolue, de positionnement GPS permanent et télémétrie laser, et de marégraphie la déformation crustale et la variation du niveau moyen des océans. Applications à l'étalonnage du radar embarqué à bord de **satellites altimétriques** (TOPEX-POSEIDON et JASON)

- **ORLEANS (site du BRGM)** décembre 1999

Mesures de gravité sur le même pilier que Sakuma ; établissement d'une ligne de calibration Sèvres-Orléans

+ **Strasbourg, Brest, Grasse, Nice, Sèvres**
+ **points IFRTP Antarctique + Sub-Antarctique**

- **DUMONT D'URVILLE (ANTARCTIQUE)** 26 février- 2mars 2000
- **ILE DE LA REUNION** 26-31 décembre 2000
- **Kerguelen** janvier 2001

Europe :

Mesures de gravité effectuées dans des sites de référence européens dans le cadre du projet **UNIGRACE (Unification of Gravity Systems in Central and Eastern Europe)**

Bad Homburg (Allemagne)	mai 1999
Jozefoslaw (Pologne)	juin 1999
Dubrovnik (Croatie)	août 1999
Trieste (Italie)	septembre 1999

Wetzell (Allemagne)	17-19 novembre
Pecny (Tchéquie)	19-21 novembre
Jozefoslaw (Pologne)	22-24 novembre
Penc (Hongrie)	25-27 novembre
Osijek (Croatie)	27-29 novembre

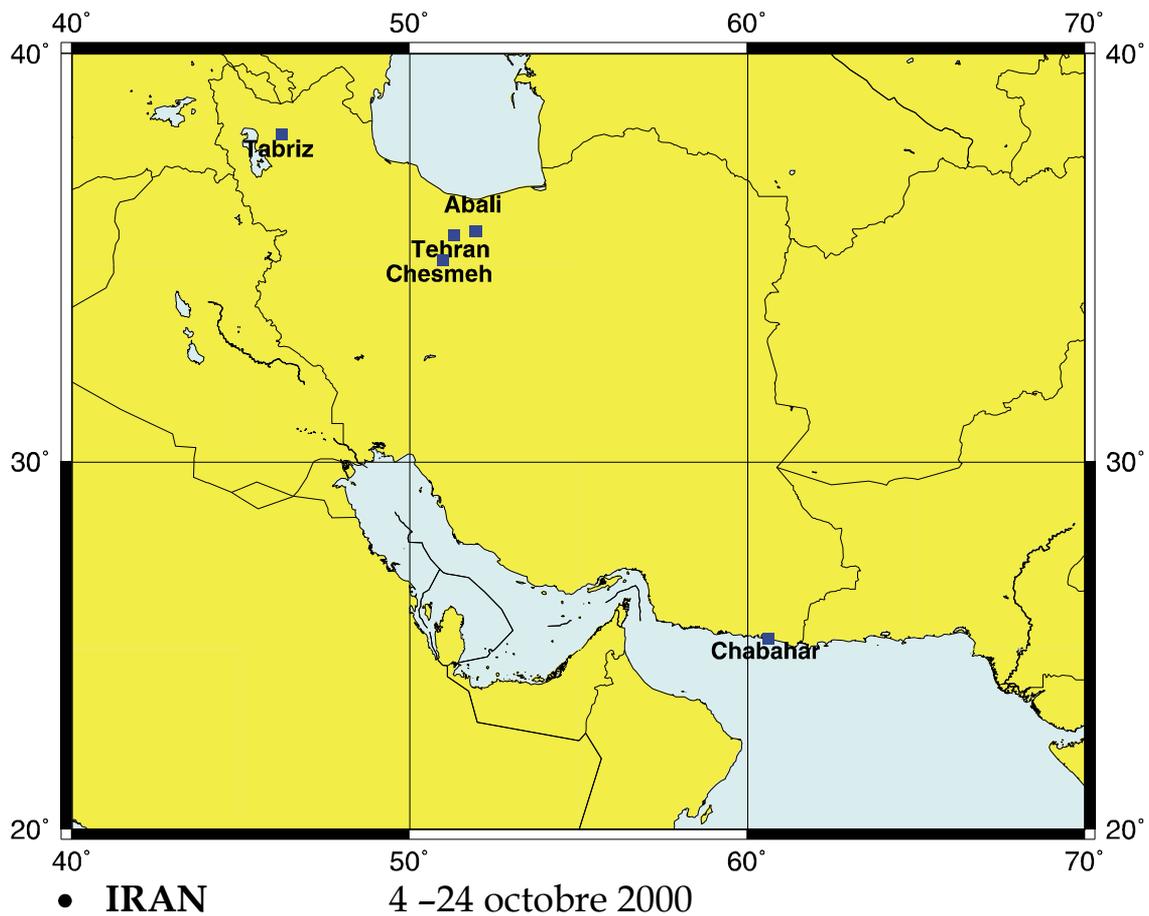


Objectifs : Unification des réseaux gravimétriques européens après l'ouverture de certains anciens pays de l'Est ; programme terminé fin 2000

Monde :

réseau iranien (9 points fondamentaux prévus dont 3 ont été faits en 2000)

Iran



5 sites de mesures dans le cadre d'un programme de coopération entre la France et l'Iran soutenu par l'INSU-CNRS (IT) et dont R. Bayer est le coordinateur pour la partie Géodésie :

- Tehran 4-7 octobre
- Chesmeh 8-10 octobre
- Ab-Ali 11-13 octobre
- Tabriz 16-19 octobre
- Chabahar 21-24 octobre

Objectifs : d'une part la mise en œuvre d'un nouveau réseau gravimétrique de 9 points de bases absolues sur 3 ans (3 par an) ; l'initialisation de 3 points de mesures (Chesmeh, Tehran, Ab-Ali) en co-localisation avec de mesures GPS (+ nivellement + micro-gravimétrie) d'intérêt tectonique dans le massif de l'Elborz (points qui seront répétés annuellement).

MOUNT PLEASANT (TASMANIE, AUSTRALIE) 10-12 mars 2000
point fondamental du réseau mondial IAGBN

Tectonique

- **IRAN** 4 -24 octobre 2000
 - Tehran 4-7 octobre
 - Chesmeh 8-10 octobre
 - Ab-Ali 11-13 octobre

Objectifs : mesures de gravité absolue en co-localisation avec de mesures GPS (+ nivellement + micro-gravimétrie) d'intérêt tectonique dans le massif de l'Elborz (points qui seront répétés annuellement).

- **Arctique (Spitzberg)**
- **Antarctique + SubAntarctique**
- **Fossé Rhénan**

Prospectives

France

- **Marseille (BRGM/IGN)** 1ère mesure de rattachement du marégraphe
- **CERGA** répétition de mesures
- **Brest (SHOM):** 3ème mission de mesures
- **Sèvres (BIPM)** participation à la campagne internationale 2001 d'intercomparaison des gravimètres absolus

ETRANGER

- **Chili (collaboration IRD/MAE) novembre 2001**

Etablissement d'un premier profil gravimétrique absolu en co-localisation avec du GPS (5 points sur ≠ unités tectoniques)

- **Iran (programme IT) septembre 2001**

Poursuite de la 2ème campagne de mesures (2 points nouveaux du réseau + répétition de 3 points à finalité tectonique)

- **Ile de La Réunion répétition printemps 2002**

- répétition du point de rattachement portuaire et marégraphe fait en décembre 2000;
- établissement de plusieurs stations de référence de gravité absolue pour le suivi micro-gravimétrique du volcan Piton de la Fournaise (collaboration avec le laboratoire de Gravimétrie de l'IPGP); à faire en continuité de la mission IF RTP de Crozet

- **Mongolie (programme IT) été 2002**
- **Tahiti 2002 ?**
- **Programme européen MUSE (2002 ?)**

- **Réseau Gravimétrique Français ?**

- Fin des travaux du CNIG qui doivent conduire à la remise d'un rapport final qui insiste sur la nécessité de 20-25 points de mesure de gravité absolue en métropole (dont 1/3 est par ailleurs déjà fait)
- Financement non encore décidé (IGN/BRGM/Ministères)

Durée des Missions Hors site (Transport + Mesures)
(2 personnes minimum : 1 Ingénieur + 1 Scientifique)

1997:	49 jours
1998:	76 jours (incluant la maintenance)
1999 :	97 jours
2000 :	103 jours

Total des chutes (voir Annexe)

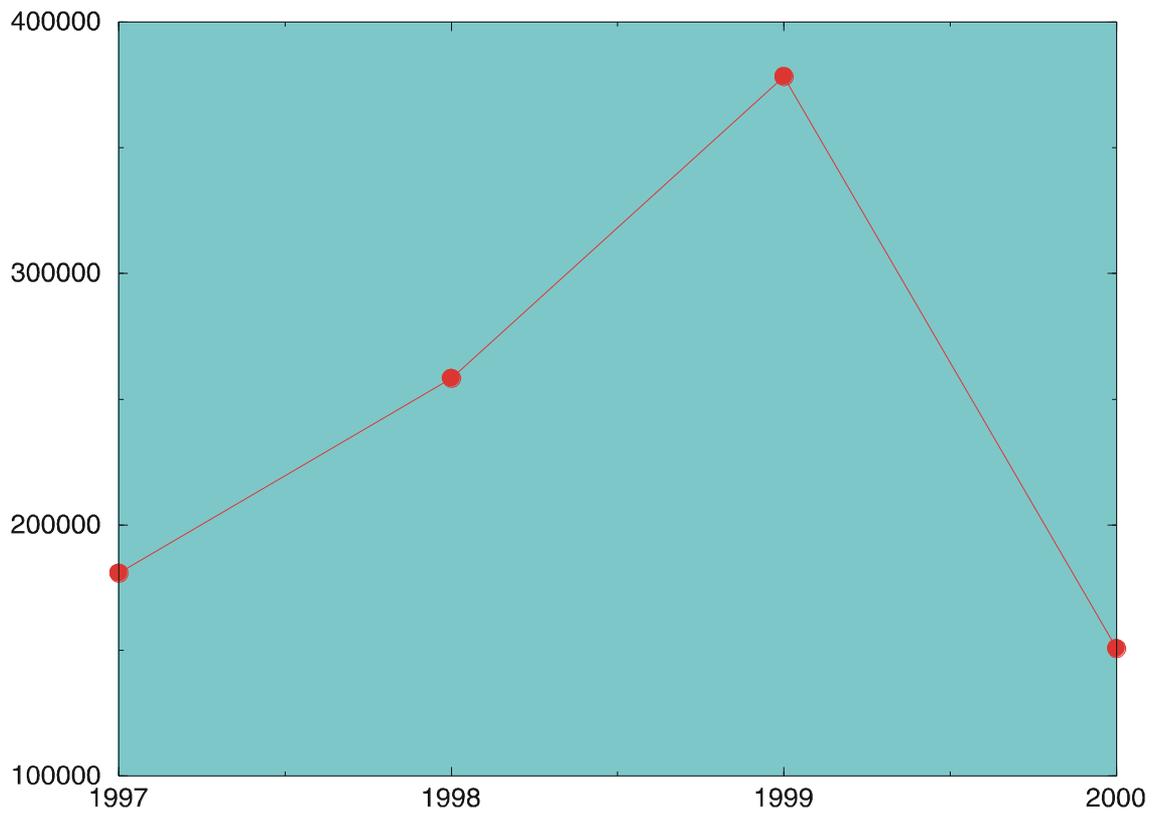
- 180 731 chutes en 1997
- 258 224 chutes en 1998
- 378 223 chutes en 1999
- 150 727 chutes en 2000
- 126 889 chutes en 2001 (jusque fin mai)

soit au total **1 094 794 chutes**

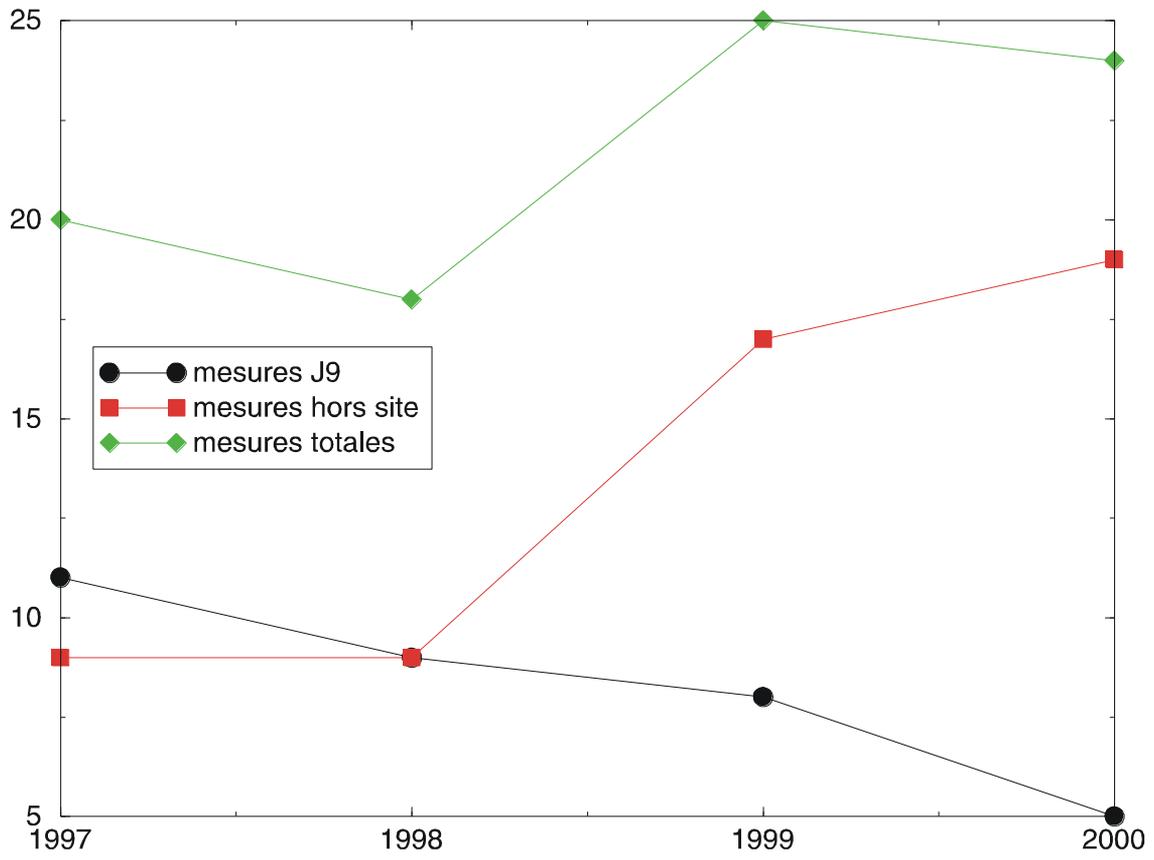
Total des chutes entre maintenances

- | | |
|---------------------------|----------------|
| • mars 1997-novembre 1998 | 412 930 chutes |
| • novembre 1998-mai 2000 | 467 062 chutes |

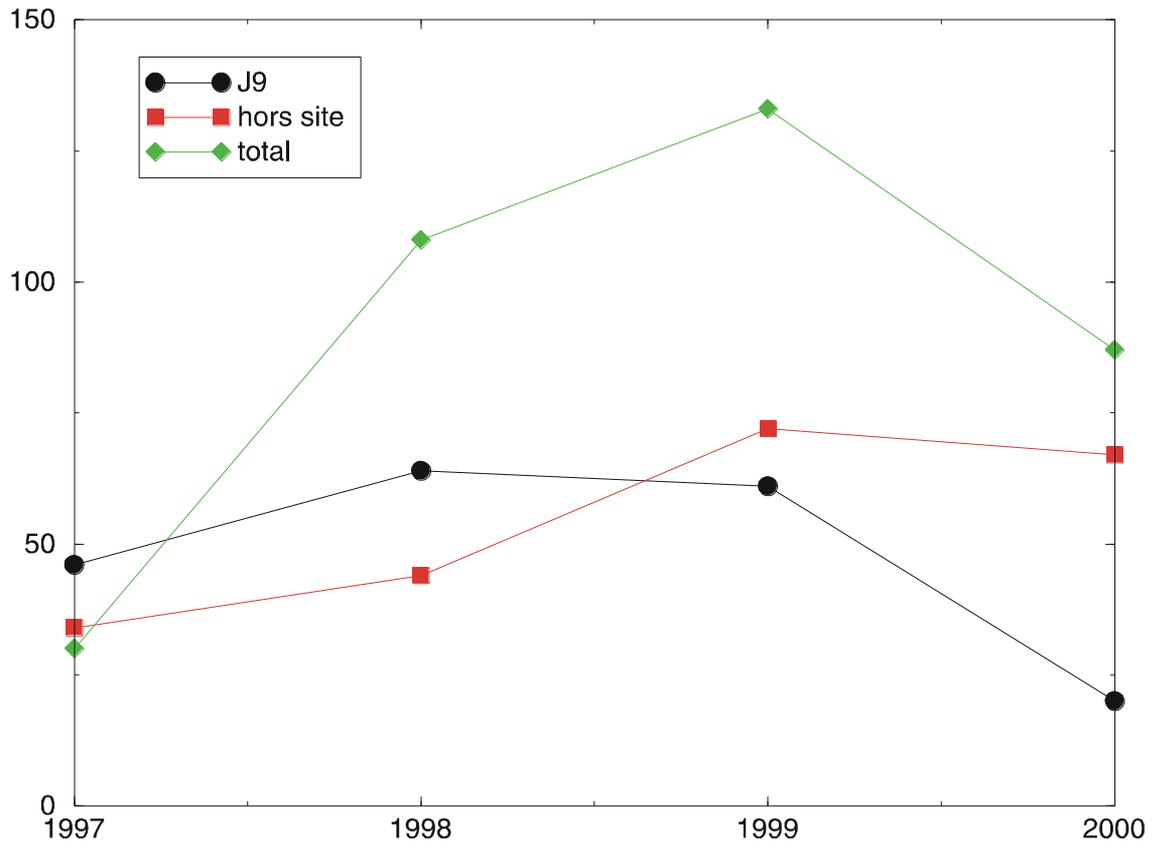
Nombre de chutes individuelles du FG5#206



Nombre de determinations de g

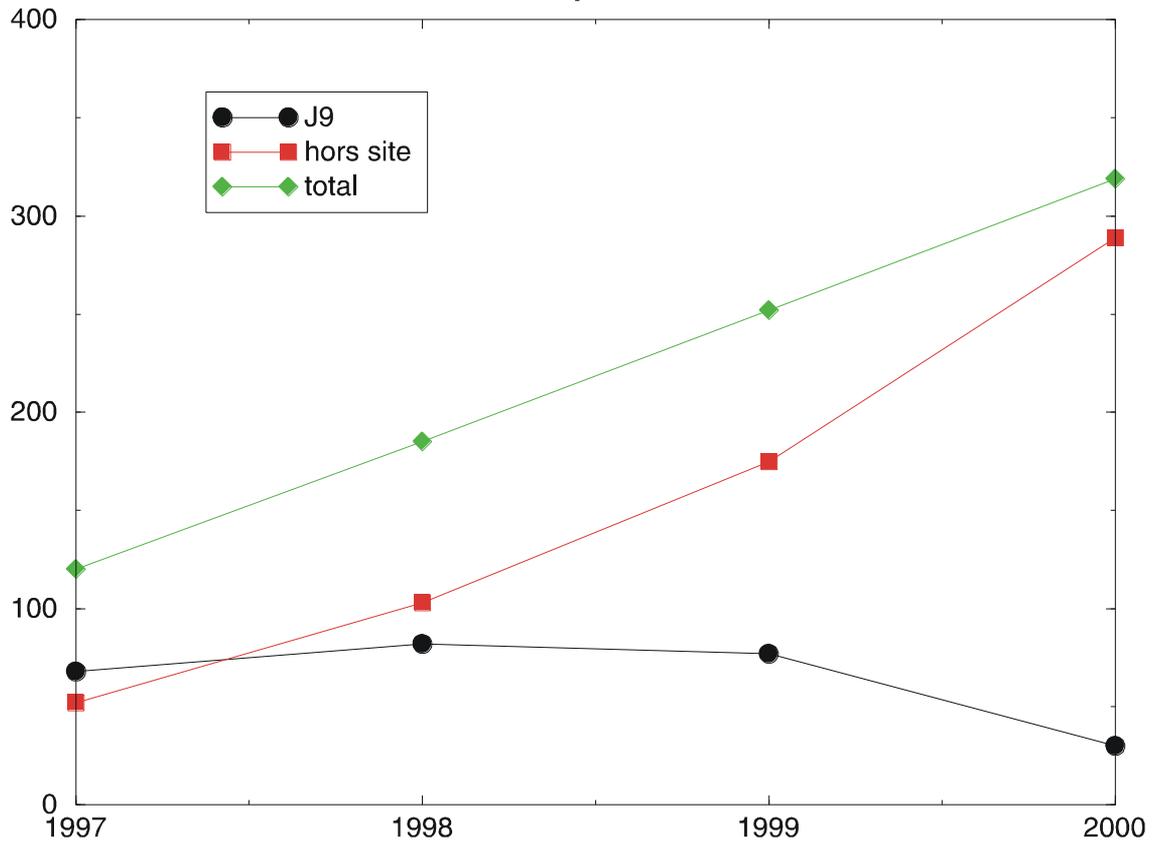


Nombre de jours de mesures du FG5#206



Nombre de jours d'occupation du FG5#206

mesures + transport + maintenance



Aspects budgétaires

Prise en charge des missions par les laboratoires ou organismes demandeurs incluant :

- Transport (véhicule, essence, péages, bateau, avion)
- Indemnités de séjour

Rem : pas de surcoût lié au fonctionnement de l'appareil pour les organismes ayant contribué au projet d'acquisition du gravimètre absolu (CERGA, ISTEEM, SHOM)

Fonctionnement du gravimètre absolu :

ligne annuelle INSU 110 kF en tant qu'outil national
(mise en place en 1998)

Principaux postes de dépense:

- | | |
|--|-------|
| • assurance transport terrestre CEE et bris de matériel
(+ plusieurs avenants de transport aérien) | 35 kF |
| • maintenance du gravimètre chez Micro-g
+ transport aérien + participation technicien | 75 kF |
| • jouvence de matériel | |
| tube laser | 20 kF |
| horloge atomique | 20 kF |

DIVERSES INTERVENTIONS CONCERNANT LE FG5-206 POUVANT AFFECTER LA DETERMINATION DE LA GRAVITE ABSOLUE

HORLOGE AU RUBIDIUM :

nécessité d'un contrôle fréquent de la fréquence de l'horloge (2 sites en France BIPM + CERGA)

3 pannes d'horloges avec retour au constructeur suisse (TIMEX)

INTERFEROMETRE

- nécessité de contrôle régulier du laser (BIPM)
- plusieurs changements du tube laser + nécessité de régler l'interféromètre
- plusieurs pannes du laser avec retour chez le constructeur (Winters, USA)

AUTRES PANNES

12.11.97 **Courroie métallique** interne cassée

27.04.98 **Superspring** Ouverture et serrage de 4 tours des ressorts supportant la suspension primaire asservie

20.10.99 **Superspring** Ouverture et remontage après dégagement de la suspension primaire sur le fin de course haut

20.11.99 **Chambre de chute** Perte du vide lors des mesures
- joint tournant étanche de l'axe moteur défectueux

09.00 PANNE DE CARTE DE CONVERSION

MAINTENANCE/INTERVENTION chez constructeur Micro-G-Solution

1^{ère} en novembre-décembre 1998

Nouvelle pompe ionique - Remplacement de pièces mécaniques- Réglage

2^{ème} en mai-juin 2000

Remplacement de pièces mécaniques- Réglages

SUPERSPRING septembre 2000

réglage du système d'asservissement de la position du superspring
mise en place d'un système d'amortissement magnétique du superspring (retour au calme plus rapide + nette diminution du bruit de mesures surtout en site bruité)

AMELIORATION TECHNIQUE DU FG5-206

- demande d'équipement en cours (nouvel interféromètre + nouvelle carte de numérisation) d'un montant de 535 kF en co-financement INSU-BQR ULP - UMR (400 kF recommandé par le groupe des Mi-Lourds Géophysique)

450 kF acquis /535 kF

AUTRES PANNES

- micro-gravimètre Scintrex CG3-M d'accompagnement octobre 2000

Calendrier prévisionnel des mesures hors site prévues pour 2001

	Lieu	Durée (mesures)
Janvier	Kerguelen (IFRTP)	1 semaine
Février	Sutherland (Afrique du Sud) Fossé Rhénan (GéoFrance 3D)	1 semaine 1 semaine
Mars	Medicina + Cerga + Nice	2 semaines
Avril		
Mai	Rustrel	1 semaine
Juin	Marseille (BRGM) + CERGA	1 semaine
Juillet	Sèvres (BIPM) + Brest (SHOM)	1 semaine 1 semaine
Août		
Septembre	Iran	4 semaines
Octobre		
Novembre	Chili	4 semaines
Décembre	Maintenance	3 semaines

en rouge, mesures déjà effectuées

Rem : les durées représentent les missions de mesures proprement dites et ne comprennent pas le temps nécessaire pour acheminer le gravimètre absolu qui peut être long en cas de transport aérien et de dédouanement.

Une version mise à jour de ce calendrier de mesures est régulièrement consultable sur le site WEB de l'Observatoire gravimétrique de Strasbourg :

<http://eost.u-strasbg.fr/obsgrav/calendrier.html>