La méridienne de Dunkerque à Barcelone et la déterminiation du mètre (1792-1799)

Autor(en): **Levallois, J.J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **89 (1991)**

Heft 7

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-234595

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

La méridienne de Dunkerque à Barcelone et la détermination du mètre (1792–1799)

J. J. Levallois

Par décret du 10 mai 1790, l'Assemblée Nationale «désirant faire jouir à jamais la France entière de l'avantage qui doit résulter de l'uniformité des poids et mesures...» décidait: de procéder au recensement exhaustif des systèmes d'unités en usage sur le territoire national; d'adopter un étalon de longueur reproductible, défini par la longueur du pendule simple battant la seconde de temps à 45° de latitude, au niveau de la mer; de fixer les nouvelles unités et d'en faire établir les équivalences par rapport à celles de l'Ancien Régime.
Elle chargeait par ce même décret l'Académie des Sciences de préciser «l'échelle de division qu'elle croit la plus convenable tant pour les poids que pour toutes les autres mesures et les monnaies».

Mit Erlass vom 10. Mai 1790 entschied die französische Nationalversammlung, die Vorteile einheitlicher Masse und Gewichte zu nutzen und für ganz Frankreich einzuführen. Dazu sollten eine umfassende Erhebung der in Gebrauch stehenden Masssysteme über das ganze Land erfolgen; ein rekonstruierbares Längeneichmass festgelegt werden, das durch die Länge eines einfachen Pendels definiert ist, welches in 45° geografischer Breite auf Meereshöhe die Sekunden angibt; die neuen Einheiten sowie Umrechnungswerte zu jenen des Ancien Régime festgelegt werden.
Durch den gleichen Erlass übertrug die Nationalversammlung der Académie des Sciences, die zweckmässige Einteilung aller Masse und Gewichte sowie des Geldes vorzunehmen.

L'Académie préconisait peu après l'adoption de la division décimale, et remettait le 19 mars 1791 un rapport très complet rédigé par une commission des Poids et Mesures, signé de Borda, Lagrange, Laplace, Monge et Condorcet. Ce rapport concluait à rapporter toutes les mesures «à une unité de longueur prise dans la nature» et proposait de définir cette unité comme étant égale à la dix millionième partie du quart du méridien terrestre, telle que l'on pourrait la déduire de la mesure géodésique d'un arc de méridien s'étendant de Dunkerque à Barcelone.
Une semaine plus tard, le 26 mars 1791, l'Assemblée Nationale décrétait «... qu'elle adopte la grandeur du quart du méridien terrestre comme base du nouveau système de mesures; qu'en conséquence les opérations nécessaires pour déterminer cette base, telles qu'elles sont indiquées dans l'avis de l'Académie des Sciences... et notamment la mesure d'un arc de méridien depuis Dunkerque jusqu'à Barcelone, seront nécessairement exécutées, ...».
En fait le choix définitif du quart de méridien terrestre comme «unité de longueur prise dans la nature» ne s'imposait pas avec évidence. Le décret de 1790 penchait pour la longueur du pendule simple battant la seconde de temps à 45° de latitude, au niveau de la mer comme on vient de le voir. Dans son rapport, l'Académie des Sciences discute ce choix, auquel elle reproche de faire entrer dans la définition un paramètre de nature différente – le temps – exprimé de surcroît en une unité arbitraire, la seconde «quatre vingt six mille quatre centième partie du jour»[1]. On pressent dans cet argument l'influence de Laplace, fervent partisan de la division décimale du temps.
Le rapport continue: le choix d'une «unité de mesure prise sur la terre elle-même, a un autre avantage, celui d'être parfaitement analogue à toutes les mesures réelles que dans les usages communs à la vie on prend aussi sur la terre... il est bien plus naturel en effet de rapporter la distance d'un lieu à un autre au quart d'un des cercles terrestres que de le rapporter à la longueur d'un pendule.» L'argument ne paraît pas décisif non plus.
Il y avait peut-être encore d'autres raisons moins spécieuses: on se rappelle que l'abbé Picard avait, vers 1670, préconisé une unité dérivée de la longueur d'un pendule à secondes de temps moyen dont il avait mesuré la longueur, égale selon lui à 440,5 lignes de la toise du Châtelet [2].
Dortous de Mairau avait repris la mesure avec beaucoup de soin, (1740) s'était rendu compte de son extrême difficulté et avait fixé cette longueur à 440,57 lignes, valeur que Laplace corrigera en 450,67 lignes. On savait que cette donnée variait avec la latitude, l'altitude, et qu'en définitive c'était une valeur strictement locale que l'on ne pouvait que très difficilement relier à une autre, sauf par mesures relatives.
D'autre part, l'Assemblée Nationale avait initialement proposé à d'autres nations, en particulier à l'Anleterre qui s'était récusée, de participer aux travaux. L'expérience du pendule risquait donc, reprise en plusieurs endroits, de donner des résultats discordants, difficiles à discuter, à comparer, ce qui ne pouvait qu'augmenter les indécisions.
La mesure géodésique d'un arc donnerait certainement un résultat – aussi discutable qu'un autre – mais qui aurait plusieurs avantages:

- la longue tradition et l'expérience accumulées pendant 120 ou 130 ans par les géodésiens français (reconnaissance déjà très poussée du réseau etc...) facilitaient la besogne et la crédibilité des résultats;
- la précision des instruments nouveaux conçus par Borda ouvrait de nouvelles perspectives;
- la méridienne ainsi mesurée pourrait servir d'appui à des travaux ultérieurs, et ferait taire les discussions sur les résultats de la méridienne de La Caille et Cassini III;
- enfin – hypothèse personnelle – le résultat ne pouvait être discuté qu'à partir d'une expérience identique, reprise ailleurs; il n'en n'existait pas alors de comparable.

Le décret de 1791 tranchait donc la question, malgré l'avis du grand astronome Lalande, qui trouvait l'opération non indispensable et trop dispendieuse.

Etude critique de la méridienne

La méridienne s'étend de Dunkerque à Barcelone, selon une suite de 115 triangles principaux (fig. 1). Elle est appuyée sur deux bases, l'une située entre Lieusaint et Melun, l'autre dans la région de Perpignan, de Salces à Vernet. Chacune d'elles mesure environ 12 kilomètres. Cinq stations astronomiques principales la segmentent, Dunkerque, Paris-Panthéon, Evaux (au sud de Montluçon), Carcassonne, Montjuich (Barcelone). Sauf en Sologne, pays géodésiquement difficile parce que très plat et très boisé, les triangles sont bien conformés, c'est-à-dire qu'aucun d'eux n'admet d'angle trop aigu, néfaste pour la précision d'ensemble.
Les deux astronomes disposaient d'instru-

Cet article est un remaniement d'un article du même titre publié dans les comptes-rendus du 114ème congrès National des Sociétés Savantes; revue XYZ, N° 46–1991.

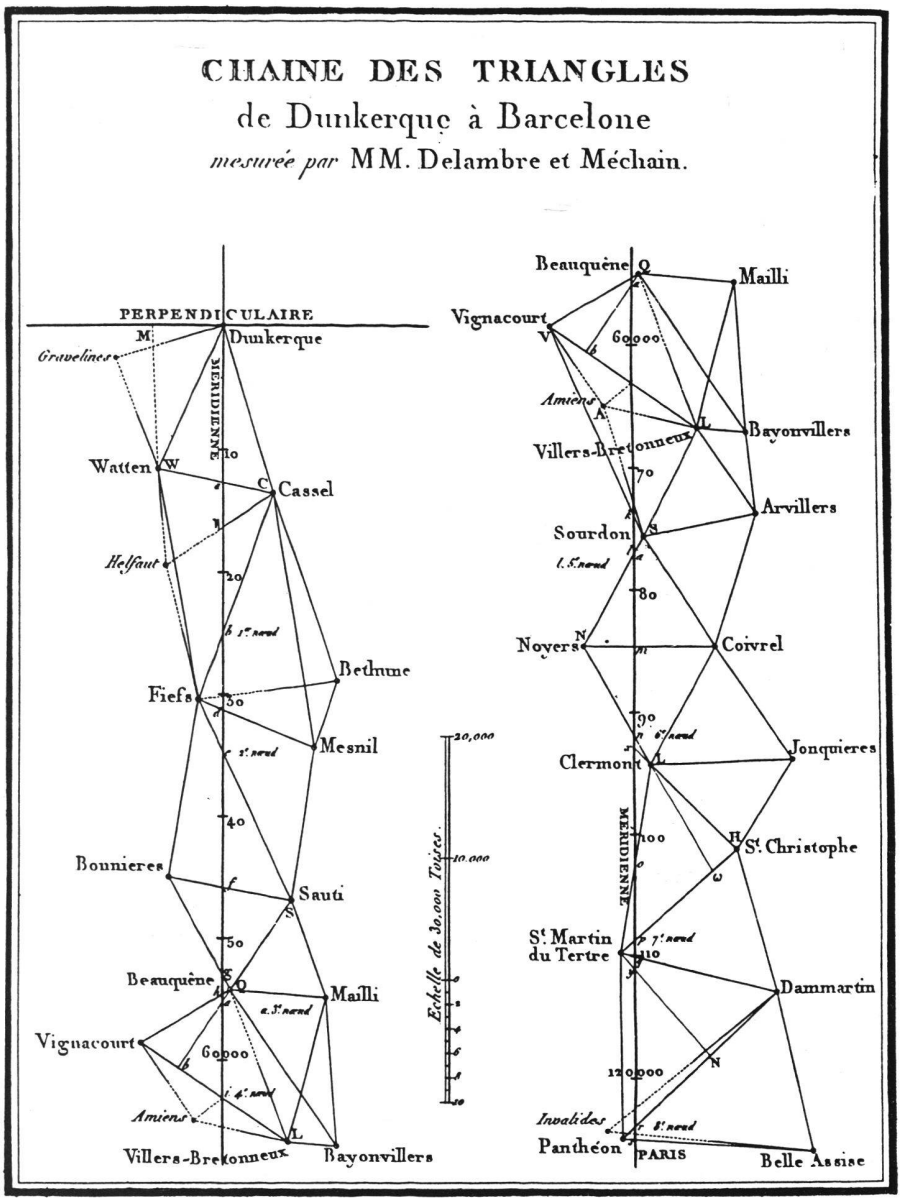


Fig. 1: Chaine des triangles de Dunkerque à Barcelone (tronçon Dunkerque–Paris).

ments excellents, le fameux cercle répétiteur pour les mesures angulaires, construit selon les plans de Borda, avait donné toute satisfaction au cours d'une jonction géodésique franco-anglaise en 1787. Borda avait également mis au point un appareil de mesure des bases. Par rapport aux travaux des devanciers, leur précision respective était améliorée par un facteur de l'ordre de 10; on pouvait donc espérer surclasser les travaux anciens, quelle qu'en ait été la valeur.

Le constructeur d'instruments de précision Lenoir, chargé de leur exécution, les livrait au printemps 1792 et les deux équipes se mirent en route fin juin, après s'être partagé la besogne, Delambre se chargeant de la partie nord de la chaîne jusqu'à Rodez où Méchain, remontant d'Espagne, le rejoindrait.

Les opérations furent mouvementées; outre des incidents locaux, elles furent interrompues sous la Terreur; le comité du Salut-Public avait destitué des membres de la Commission des Poids et Mesures – dont Delambre – et supprimé l'Académie des Sciences; l'Espagne et la France étaient en guerre. Les travaux ne purent reprendre qu'en avril 1795 et se poursuivirent dès lors sans interruption. On procèda aux calculs.

Le 22 juin 1799, le mètre et le kilogramme étalon étaient présentés au Conseil des Cinq Cents et au Conseil des Anciens, par une commission internationale, composée essentiellement de représentants de petits états alliés de la France, et la commission des Poids et Mesures.

L'équivalence toise-mètre était établie à: 1 toise = 1.9490366 mètres.

Précision accessible

Une définition aussi abstraite que celle qu'imposait le décret du 26 mars 1791 n'était réalisable que si les quarts de méridien terrestre étaient identiques, c'est-à-dire si la surface du géoïde était rigoureusement de révolution, symétrique par rapport à son équateur. Elle supposait d'autre part que les observations étaient parfaites, au moins dans les limites admissibles des erreurs de mesure des instruments de l'époque.

Mesures angulaires

La précision des mesures angulaires des cercles répétiteurs était effectivement de l'ordre de la seconde sexagésimale: cela ressort de l'examen des fermetures angulaires des triangles. On sait en effet que la somme des trois angles d'un triangle est fixée a priori par la géométrie; égale à 180° pour un triangle plan, elle est égale à 180° + E sur une sphère, E étant l'excès sphérique, quantité proportionnelle à la surface du triangle, calculable sans erreur, petite en géodésie quoique sensible.

La statistique des erreurs de fermeture des 115 triangles admet pour écart type la valeur ± 1″,9 soit pour un angle e = ±1″,1. La fermeture maxima est de 4″,7.

Ces résultats sont très bons et font honneur aux observateurs. Plus tard, les géodésiens français ont retrouvé «in situ» certaines stations de Méchain, la comparaison des angles communs s'est avérée très satisfaisante.

Transmission des côtés

Sachant que l'on a fait le calcul des côtés à partir de la valeur intangible d'une base, on veut connaître l'écart type de la longueur d'un côté du nième triangle de la chaîne.

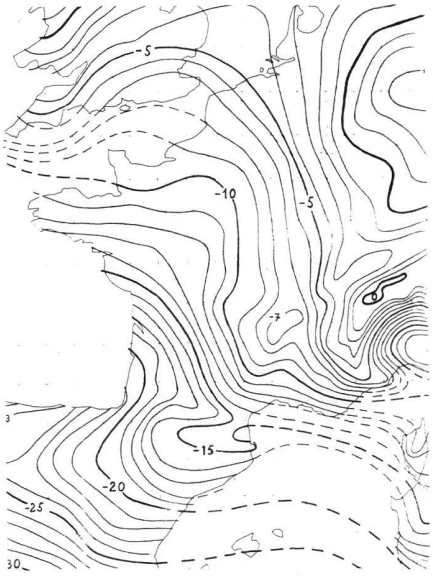


Fig. 2: Le géoïde astrogéodésique en France.

Pour une chaîne de triangles bien conformés, dont le côté moyen est égal à «a», cet écart type est donné par (valeur approximative):

$$e \cdot a \cdot \sqrt{1{,}5\,n}$$

ce qui pour e = 1/200 000, a = 30 km, n = 80 entre la base de Paris et celle de Perpignan donne: ±1,65 m.
Or, le calcul de la chaîne à partir de la base de Melun attribuait à la base de Salces la valeur:

- 11 706,74 m comparée à
- 11 706,40 m (valeur mesurée directement)

Le recoupement était donc tout à fait remarquable.
Il s'avèrera cependant, au cours des opérations ultérieures de triangulation (vers 1830), que l'échelle était très défectueuse en Sologne: il ne s'agissait donc que d'une heureuse compensation des erreurs.

Longueur de la chaîne

L'écart type sur la longueur d'une chaîne de triangles accolés est donné approximativement par:

$$2/3\ e \cdot L \cdot \sqrt{n/2}$$

où L est la longueur de la chaîne.

Compte tenu du fait que la commission calcula la chaîne en deux tronçons à peu près égaux, l'un déduit de la base de Paris, l'autre de celle de Perpignan, on trouve un écart type total de:

±8 m à ±10 m.

Stations astronomiques

Enfin, si l'on admet que les latitudes astronomiques étaient déterminées à ±1″ d'arc près (évaluation optimiste) soit ±1″,5 sur l'amplitude, sachant qu'une seconde d'arc sous-tend environ 30 m à la surface terrestre, l'écart type qui en résultait pour la longueur était de ±45 m.
Par un hasard miraculeux, Delambre et Méchain opérant indépendamment l'un de l'autre, obtenaient pour la croix du Panthéon, respectivement:

48° 50' 48″,86 et 48° 50' 48″,37

valeur qu'ils portent à 48° 50' 49″,37 et qui sera trouvée égale à:

48° 50' 46″,6 vers 1890

lors de la reprise de la méridienne de France par Bassot et es adjoints (1890).
Précision résultante: composant les écarts types de 3 et 4, on obtient:

$$\sqrt{(10)^2 + (45)^2} = \pm 48 \text{ m}$$

Auteur	Epoque	½ grand axe (mètres)	Aplatissement	¼ de méridien (mètres)
Delambre	1810	6 376 985	1/308,64	10 000 724
Bessel	1841	6 377 397	1/299,15	10 000 856
Struve	1845	6 378 298	1/294,73	10 002 018
Clarke	1880	6 378 249	1/293,47	10 001 868
Helmert	1907	6 378 200	1/298,30	10 002 067
Hayford	1909	6 378 388	1/297,00	10 002 288
Krassovsky	1942	6 378 245	1/298,30	10 002 138
Réf. Internat	1980	6 378 137	1/298,26	10 001 966

Tab. 1

Le calcul précédent montre l'influence prépondérante de la précision des observations astronomiques sur celle du résultat.
Les valeurs que nous avons obtenues – qui sont d'ailleurs optimistes – montrent que dans l'hypothèse d'étude d'un géoïde idéal ellipsoïdique, le mètre résultant des observations avait-deux chances sur trois d'être matérialisé avec une précision supérieure à 1/25 000...

Précision réelle

L'opération de Delambre et Méchain fut justement admirée des contemporains, elle fut le signal d'un exubérant développement d'opérations géodésiques nationales d'où résultèrent de nouveaux arcs dont on compara les résultats; on calcula les constantes d'ellipsoïdes déduites d'un traitement d'ensemble. Nous en résumons quelques unes ci-dessous (tab. 1).
Si la définition du mètre de 1791 avait été réaliste, on devrait trouver des valeurs du quart de méridien voisines de 10 000 000 mètres, à ±400 mètres près environ, on est loin du compte et les arcs les plus récents sont d'accord pour fixer la discordance à 2 kilomètres environ...
On ne saurait soupçonner l'habilité des observateurs, leur totale conscience professionnelle non plus que la précision de leurs appareils; il faut donc chercher une autre explication; elle est évidente aujourd'hui: le géoïde n'est pas une surface de révolution et aucun de ses méridiens n'est identique à un autre, autrement dit, la définition théorique était inaccessible et fallacieuse.
Le géoïde est une boule, qui dans l'ensemble peut être assimilé à un ellipsoïde de révolution, mais qui en détail en diffère de manière à interdire toute généralisation et toute extrapolation.

La déviation de la verticale

Les géodésiens appellent – improprement – déviation de la verticale, la différence angulaire existant en un point donné entre la direction de la verticale physique, le fil à plomb (que donnent les mesures astronomiques) et la verticale théorique qui est précisément la direction, au même point, de la normale à l'ellipsoïde de référence support de la triangulation.
Latitudes et longitudes astronomiques résultent directement d'observations stellaires sans autre intermédiaire, latitudes et longitudes géodésiques se calculent à partir des résultats de la triangulation, appliquée sur un ellipsoïde convenablement choisi. Si l'on calcule la même triangulation sur deux ellipsoïdes différents, les coordonnées géodésiques varieront conséquemment, les coordonnées astronomiques restant intangibles: la déviation de la verticale dépend donc du choix de l'ellipsoïde de référence.

Ses causes

La cause principale est l'action d'attraction perturbatrice qu'exercent les masses montagneuses et leur soubassement sur la direction du fil à plomb. Si on considère un profil méridien nord-sud par exemple traversant une chaîne de montagnes, au nord de la chaîne, le fil à plomb sera attiré vers le sud et inversement; l'angle des verticales physiques entre nord et sud sera supérieur à celui que l'on trouverait par la géodésie, le géoïde est plus bombé que l'ellipsoïde dans cette région, et la différence des latitudes astronomiques et géodésiques en chaque point représente la pente du géoïde par rapport à l'ellipsoïde de référence. On peut à partir de cette pente calculer par intégration le relief du géoïde, à condition que l'on dispose d'un nombre suffisant de stations astronomiques le long du profil considéré.

Le géoïde astrogéodésique en France

Un géoïde résultant de la comparaison des coordonnées astronomiques et géodésiques d'un réseau d'ensemble, couvre l'Europe occidentale (fig. 2). C'est une représentation en courbes de niveau du relief du géoïde par rapport à l'ellipsoïde de Hayford (cf. tableau I), sur lequel on a calculé l'ensemble des triangulations européennes; c'est le système dit Europe 1950, date de son achèvement.

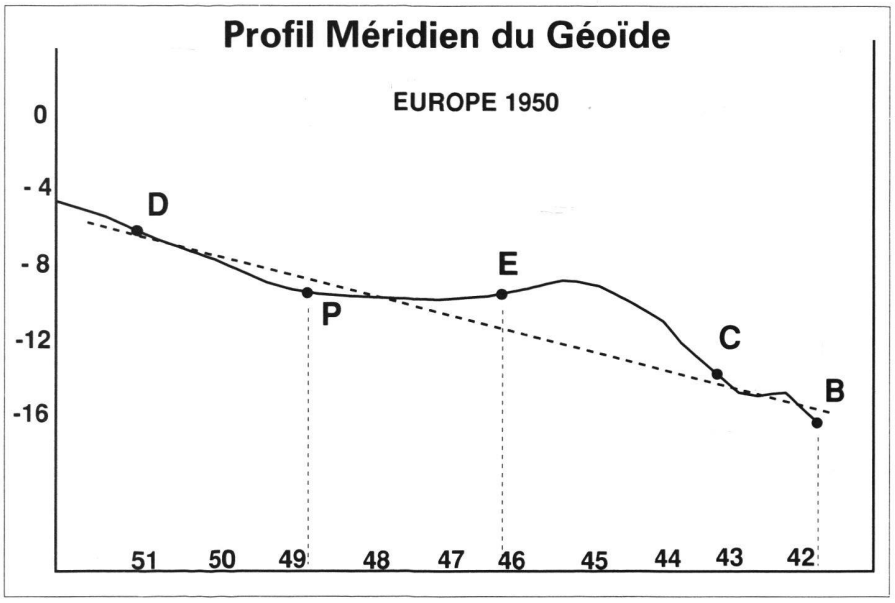


Fig. 3: Profil Méridien du Géoïde.

La figure 3 en est extraite, elle représente la section de géoïde, par la méridienne Dunkerque Barcelone. Le profil du géoïde est la courbe D, P, E, C, B (**D**unkerque, **P**aris, **E**vaux, **C**arcassone, **B**arcelone), les latitudes sont reportées en abscisses. L'attention du lecteur est attirée sur la bosse P, E, C, B. Elle représente la courbure relative du géoïde par rapport à la ligne pointillée, c'est-à-dire par rapport à un ellipsoïde de Hayford convenablement placé, ce qui signifie que le géoïde, selon la méridienne, est beaucoup plus bombé que cet ellipsoïde. Vers 1804, Legendre, par la méthode des moindres carrés qu'il venait de découvrir, trouvait en utilisant les 5 station astronomiques D, P, E, C, B un aplatissement de 1/150, peu compatible avec ce que l'on connaissait par ailleurs.

Le géoïde européen a été calculé par intégration des valeurs des déviations de verticale résultant de la comparaison des observations astronomiques de latitude et de longitude à leurs valeurs calculées sur le réseau Europe 1950.

On en connaît donc a priori la valeur aux stations de la méridienne de Delambre:

3″ dans la région de Dunkerque [3],
2″ dans la région de Paris [3],
+3″ à Evaux,
−4″ à Carcassonne,
−10″ à Montjuich.

On peut en tirer une intéressante vérification de la précision des mesures de Delambre et Méchain.

Le réseau Europe 1950 est calculé sur des triangulations modernes; il est totalement indépendant dans ses mesures angulaires, astronomiques, ou son échelle, des mesures de 1792–1798.

Appliquons alors aux valeurs astronomiques des stations de Delambre et Méchain, les déviations de verticale observées sur Europe 50 et calculons sur ces éléments ainsi ramenés à l'ellipsoïde de Hayford, les longueurs des segments Dunkerque-Paris, Paris-Evaux, Evaux-Carcassonne, Carcassonne-Barcelone, Dunkerque-Barcelone; comparons avec les distances obtenues par Delambre.

Le calcul direct de l'arc entre Dunkerque et Barcelone donne:
Distance 1950... 551 589.3 toises
Distance 1799... 551 584 toises

Ce dernier résultat est le plus important, les distances des segments intermédiaires sont moins sûres en raison de l'arrondi des valeurs de déviation de la verticale qui se fait évidemment moins sentir sur l'arc total que sur les segments partiels, ce que confirme un examen immédiat.

Cette concordance avec des travaux postérieurs de plus d'un siècle montre l'excellence des mesures de Delambre et Méchain. C'est une inopportune déviation de la verticale qui leur a donné un mètre «trop court» par rapport à une définition plus générale tirée de la moyenne d'un grand nombre d'arcs.

Il n'est, pour deviner la cause de cette déviation, que de jeter un coup d'œil sur la carte de la côte espagnole de Perpignan à Barcelone. Le fort de Montjuich est situé au sud de la ville, sur la rive droite du Llobregat. Il est adossé à la mer au sud dont la côte, dans la région de Barcelone, suit la direction ouest-sud ouest.

Au nord de Barcelone, les contreforts des Pyrénées à une trentaine de kilomètres, s'élèvent déjà à 1500 m et plus jusqu'au massif du Canigou et à la ligne de partage des eaux de la chaîne.

Il y a donc attraction du fil à plomb par le massif des Pyrénées sans que les masses attractives soient balancées au sud.

Sur le rapport de l'Académie

Il est difficile de croire que les auteurs du rapport ignoraient totalement l'attraction locale et la disparité des méridiens.

La déviation de verticale avait été mise en évidence et interprétée comme telle par Bouguer au XVIIIème siècle qui avait cherché à mesurer l'action perturbatrice du Chimborazo sur la direction du fil à plomb, au cours de l'expédition du Pérou. La Caille de son côté écrivait en 1758: «si l'on admet la conjecture des Jésuites italiens qui pensent qu'à Perpignan, le voisinage des Pyrénées a pu faire dévier le fil à plomb de notre instrument vers le sud... il faudra abandonner toutes les déterminations de degré... faites à Perpignan...». Enfin, l'Astronome Royal, Maskelyne, avait entrepris des expériences dans ce sens et confirmé ces faits.

Le rapport de l'Académie se borne à une discrète allusion. «Il y a intérêt, dit-il, à mesurer un arc s'étendant jusqu'à Barcelone... pour s'étendre au-delà des Pyrénées et de soustraire aux incertitudes que leur effet sur les instruments peut produire dans les observations...».

Dans les mémoires de l'Académie pour l'année 1786, Laplace cherchant à calculer l'aplatissement terrestre à partir des mesures d'arc et de pesanteur alors connues, explique:

«... de là nous pouvons conclure quel'hypothèse d'une figure elliptique (de la terre) ne peut pas se concilier avec les observations de la mesure des degrés terrestres et

Stations	Latitude astronomique	Correction	Latitude géodésique	Distance 1950 (toises)	Distance 1799 (toises)
Dunkerque	51°02′09″,20	+3″	51°02′12″,20		
				124 933,5	124 944,8
Paris	48°50′49″,37	+2″	48°50′51″,37		
				152 309,9	152 293,1
Evaux	48°10′42″,54	−3″	46°10′39″,54		
				168 839,3	168 848,7
Carcasonne	43°12′54″,30	+4″	43°12′58″,30		
				105 506,6	105 499,0
Montjuich	41°21′44″,90	+10″	41°21′54″,96		

Tab. 2

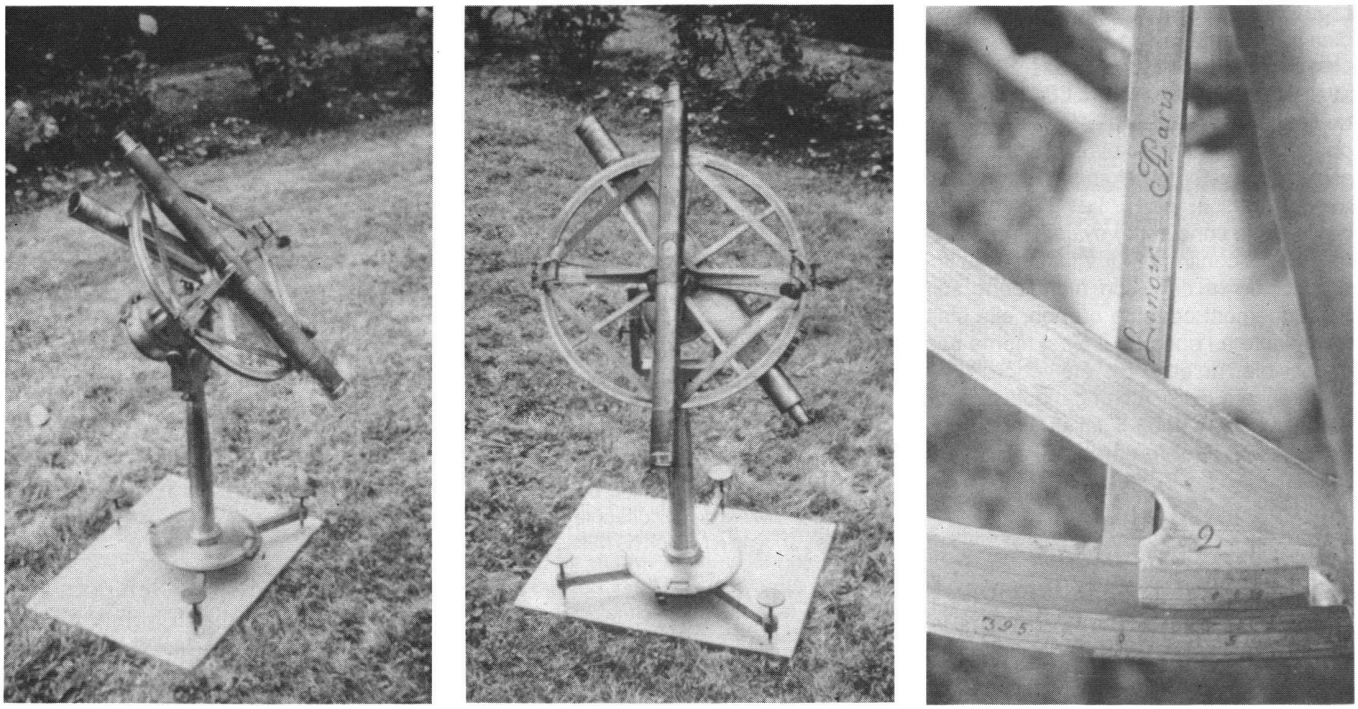


Fig. 4: L'I.G.N. posséde dans ses collections un cercle répétiteur de Lenoir qui pourrait avoir été l'un des deux cercles de Méchain. Mais l'identification certaine est impossible quoique non invraisemblable. Les photographies ont été prises par Monsieur Louis Moucquet, Ingénieur des Travaux Métrologiques.

que la terre s'écarte sensiblement de cette figure; de plus il est fort probable qu'elle n'est pas formée de deux parties sembables de chaque côté de l'Equateur... on peut même soupçonner d'après ces mesures que la terre n'est pas un solide de révolution, mais les erreurs dont elles sont susceptibles ne permettent pas de se prononcer sur cet objet...».

Le rapport de l'Académie, quoique laconique dit clairement «... la régularité de ce cercle (l'équateur) n'est pas plus assurée que la similitude ou la régularité des méridiens...» mais ajoute «... l'erreur que l'on peut commettre ne serait pas sensible. L'hypothèse elliptique ne peut s'éloigner de la réalité dans l'arc dont la grandeur sera mesurée immédiatement...».

Insister plus longuement ne mènerait à rien; je pense que Laplace et ses collègues avaient, de bonne foi, sous-estimé la disparité des méridiens et l'influence de la déviation de la verticale; quant à la reproductibilité, ils savaient parfaitement, sans le dire ouvertement, que les vérifications possibles sur d'autres méridiens ne pouvaient mener à grand chose, sinon à ergoter sur des précisions de mesure.

Il est probable que l'on n'aurait pas mieux fait en choisissant comme unité la longueur du pendule simple battant la seconde. Borda avait mis au point un très remarquable pendule dont Biot, ultérieurement, se servira dans toute l'Europe, mais la nature même du problème ne se prête guère à une définition reproductible: le pendule «simple» n'existe pas.

Il est relativement facile de construire un pendule composé battant la seconde de temps en un lieu donné, la difficulté est d'en déduire la longueur du pendule simple correspondant, et là encore, la reproductibilité n'aurait pu se concevoir, sauf à opérer avec un appareil identique, au même point. D'autre part, l'expérience n'aurait guère été plus précise: Borda avait trouvé qu'à l'Observatoire de Paris, la longueur du pendule simple battant la seconde était de 440,5513 lignes, soit 0.993827 m ce qui donnait pour l'accélération de la pensateur au même point:

$g = 980.868$

Bien qu'on ne sache pas aujourd'hui quel était l'emplacement précis de la station de Borda, on sait que cette accélération y serait de l'ordre de:

$g = 980.93$

corresondant à une longueur différente de 6×10^{-5}, et la répétition d'expériences à la station même n'aurait pu engendrer que perplexité et confusion. Rappelons pour confirmation, qu'en 1905, Kuhnen et Furtwängler, s'entourant de toutes les précautions possibles et travaillant pendant plusieurs années à Potsdam n'auraient pu définir une telle longueur qu'à $\pm 1{,}5 \times 10^{-5}$...

Epilogue

En 1792, l'adhésion du monde savant n'était pas unanime, certains blamèrent comme inutilement coûteuse l'opération de mesure de la méridienne, on décida même en 1795 d'établir un mètre provisoire basé sur la méridienne de La Caille. Borda et Brisson, chargés de la construire, lui attribuèrent la longueur de:

3 pieds, 11 lignes, 44 (loi du 18 Germinal An III).

La loi du IX Frimaire, An VIII abrogea purement et simplement la loi du 18 Germinal An III et fixa comme on l'a vu à:

3 pieds, 11 lignes, 296

la longueur officielle du mètre par rapport à la toise de l'Academie qui avait servi de module à la commission des Poids et Mesures.

L'adoption du nouveau système en France même, fut assez longue à s'imposer, mais l'évolution était irréversible:

En 1817, Louis XVIII décidait la mise en chantier d'une nouvelle carte de France. Dans la commission chargée d'étudier les modalités de l'opération figuraient deux vétérans de la commission des Poids et Mesures – et non des moindres – Laplace et Delambre.

La méridienne de 1792–1799 fut adoptée telle quelle comme base d'appui de la triangulation nationale de la future carte d'Etat Major au 1/80 000.

Les mesures géodésiques (fig. 4) furent exécutées avec les matériels conçus par Borda; le système métrique, y compris le grade comme unité angulaire, fut imposé et la description géométrique du pays fut calculée sur un ellipsoïde dit de Plessis, dont le quart de méridien mesurait exactement dix millions de mètres.

La Restauration pouvait-elle rendre un plus bel hommage à la Révolution?
Le rapport de l'Académie des Sciences avait été rédigé pour entraîner l'adhésion de l'Assemblée Nationale; les motifs invoqués ne pouvaient que la séduire: universalité du système, changement radical avec le passé, etc... Les hommes de génie qui le conçurent voyaient loin et juste, l'avenir confirma leur intuition. Peu importait que la définition méridienne soit théoriquement correcte ou non, elle était invérifiable à l'époque; il n'est même pas impossible qu'elle ait été choisie de préférence à la définition pendulaire pour cette raison même. Il fallait frapper un grand coup, il fut frappé et le résultat fut définitif.

Remarques:

[1] 24×60×60 = 86 400.

[2] 1 toise = 6 pieds, 1 pied = 12 pouces, 1 pouce = 12 lignes.

[3] On n'a pas fait d'observations astronomiques directes en cette station.
On s'est basé sur une moyenne régionale de 3 ou 4 points situés au plus près.
Le pays étant très peu accidenté, la différence ne dépasse certainement pas 0".5.

Bibliographie:

J.B. Delambre: Les bases du système métrique décimal, 3 tomes, biblio. Observatoire et Institut.

P.S. Laplace: Exposition du système du monde, Fayard 1984, édition de 1835. Corpus des œuvres de philosophie en langue française sous la direction de Michel Serres.

G. Bigourdan: Le Système métrique des poids et mesures, Gauthier Villars, 1901.

F. Trystram: Le procès des étoiles, Seghers, 1979, récit de l'expédition géodésique du Pérou (1735–1745).

H. Lacombe, P. Costabel: La figure de la Terre du XVIII e siècle à l'ère spatiale, Académie des Sciences, Gauthier Villars, 1988.

J.-J. Levallois: Mesure de la Terre – 300 ans de géodésie française, Association Française de Topographie, 136 bis, rue de Grenelle, Paris, 1989.

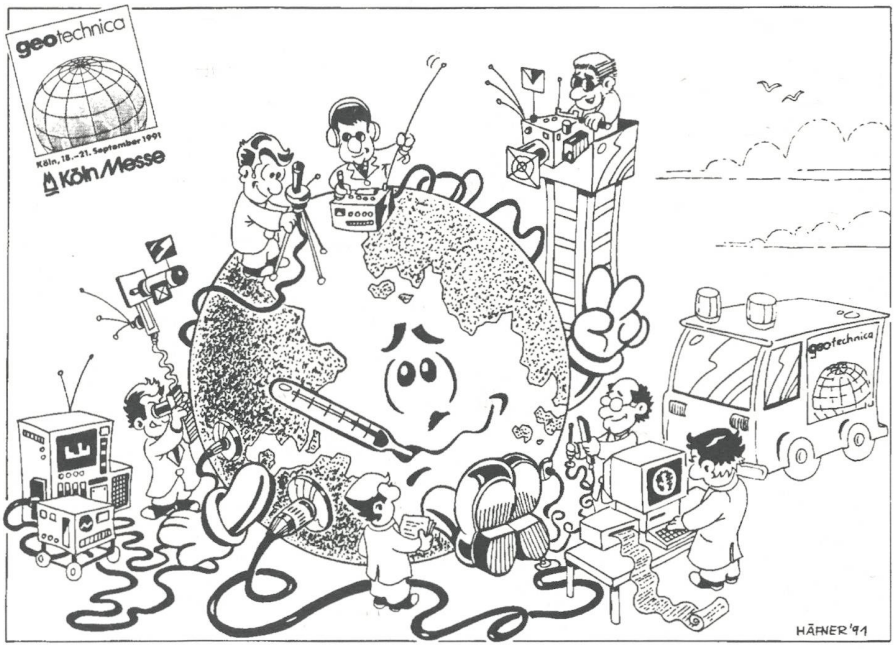
A.M. Motais de Narbonne, J. Alexandre: Une mesure révolutionnaire: le mètre, Observatoire de Paris, 1988.

Adresse de l'auteur:
J.J. Levallois
Ingénieur Général Géographe

Veranstaltungen Manifestations

Geotechnica

Internationale Fachmesse und Kongress für Geowissenschaften und Geotechnik in Köln 18. bis 21. September 1991



Der Mensch hat die komplexen natürlichen Abläufe verändert und tut dies auch weiterhin. Er hat Energieversorgungs- und Transportsysteme geschaffen. Er hat Ersatz- und Kunststoffe erfunden, die die natürliche Stoffpalette erweitern, Spuren in Boden, Wasser und Luft zurücklassen und die Veränderung der Geobiosphäre beschleunigen. Dies war in den meisten Fällen notwendig, um das Überleben der Spezies Mensch zu sichern. Nun ist es ebenso notwendig, die Konsequenzen zu bewältigen. Und noch mehr: für die Zukunft Technologien zu schaffen und weiterzuentwickeln, die mit der natürlichen Entfaltung der Umwelt in Einklang stehen.
In der Öffentlichkeit stehen die Probleme oft weiter im Vordergrund als die Arbeit derjenigen, die nach Lösungen suchen und sie in vielen Fällen auch bereits gefunden haben. Es ist Zeit, sich auf dieses Lösungspotential zu besinnen und seine Entwicklung zu unterstützen. Was der Mensch und seine Technologie verursacht hat, kann angesichts des heutigen Umfangs der Probleme nur mit technischen Mitteln bewältigt werden. Der gute Wille jedes einzelnen ist nicht ausreichend, vielmehr müssen alle geowissenschaftlichen und geotechnischen Spezialdisziplinen, die bisher oft isoliert und nebeneinander ihrer Tätigkeit nachgehen, eng zusammenarbeiten. Daraus entstehen gemeinsame Projekte und aus Projekten Lösungen. Dies geht nur, wenn sich alle Beteiligten, auch die politisch Verantwortlichen in den Industriestaaten der Welt, die über das technologische Know How verfügen, ihrer Verantwortung stellen. Kommunikation ist das Gebot der Stunde, die geotechnica bietet erstmals und in diesem Umfang weltweit einmalig im kommenden September in Köln das Forum. Neue Bedürfnisse oder besser: die Chance, sie endlich zu realisieren, fordern neue Märkte. Neue Märkte fordern neue Messen. Wir stellen uns den Herausforderungen der Erde mit den Mitteln der Marktwirtschaft. Die geotechnica wird Messe und Kongress in einem sein. Die Messe stellt das industrielle Angebot der Nachfrage von Anwendern aus Forschung und Praxis gegenüber. Der internationale Kongress zeigt die Probleme auf und bietet der Industrie die Möglichkeit, ihre Lösungsangebote daran zu messen.

Die Fachmesse

Die erste geotechnica wird über 300 Anbieter aus mehr als 10 Ländern umfassen, 25 Prozent kommen aus dem Ausland. Schwerpunkte der Messe bilden die Geowissen-