

## EL MERIDIANO DE PARÍS Y EL MONTGÓ

A lo largo de la historia, en cada época se utilizaron diferentes meridianos de origen para la cartografía y la navegación:

- Ptolomeo utilizó un meridiano situado en el océano Atlántico, al oeste de las islas Canarias.
- Los árabes hicieron pasar el primer meridiano por el estrecho de Gibraltar.
- Durante el siglo XIII, Alfonso X el Sabio utilizó como meridiano origen, el de Toledo.
- En el siglo XVI, Mercator introdujo el meridiano de las Azores.
- A partir de 1634, los franceses utilizaron el meridiano que pasa por la isla de Hierro, 20° al oeste de París.
- Y los británicos, el que pasaba por el Real Observatorio de Greenwich, fundado en 1675.
- En España, el meridiano de Cádiz, donde en 1753 se había establecido el Observatorio Real de la Marina.



Meridianos de Cádiz, Greenwich y París

### **EL SISTEMA MÉTRICO**

Pero en 1790, Francia se propone crear el sistema métrico decimal, un sistema de medidas a partir del cual nacería el metro como unidad de longitud.

El valor de este tenía que determinarse a partir de un patrón natural, así pues, la comisión encargada decidió que el metro sería la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre. Por supuesto, el que cruzaba la ciudad de París.

Ante la imposibilidad de medir todo el cuarto del meridiano terrestre, se propuso medir dos arcos iguales al norte y sur del paralelo 45°.

París y Greenwich rivalizaron por el meridiano origen del mundo, hasta que, en una conferencia internacional celebrada en Washington, en 1884, Greenwich fue adoptado como referencia definitiva.



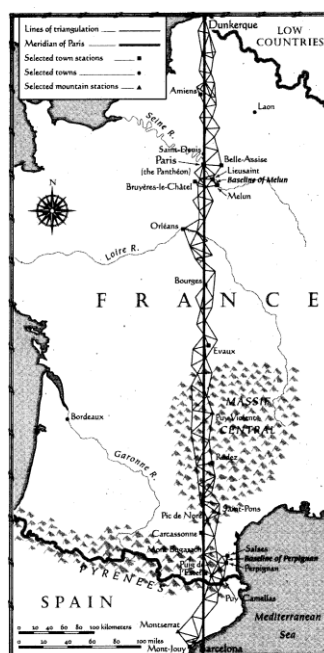
Pierre François André Méchain

Fue un astrónomo y geógrafo francés (Laon, 1744 - Castelló de La Plana, 1804).

Es conocido por haber descubierto 8 cometas y 26 objetos del cielo profundo, así como por haber tomado parte en numerosas expediciones, cuya mayor contribución ha sido la medición del metro junto con Jean Baptiste Joseph Delambre.

En 1787 Méchain colaboró con Jean Dominique Cassini y Adrien Marie Legendre, en la medida precisa de la separación entre las longitudes de París y Greenwich.

En relación con este trabajo, Méchain y Cassini acompañados por Legendre visitaron en diversas ocasiones, de ese mismo año, a William Herschel en su observatorio astronómico en Slough (Inglaterra).



Meridiano Dunkerque-París-Rodéz-Barcelona

### 1ª EXPEDICIÓN (1792-1798)

El "Bureau des Longitudes" designó, para la medición del Meridiano de París, a Jean B. J. Delambre y a Pierre F. A. Méchain. El primero se ocuparía de la triangulación del arco norte del meridiano, entre Dunkerque y Rodez. Méchain, por su parte, efectuaría la medición hacia el sur, entre Rodez y Barcelona.

Los trabajos iniciados en territorio francés, y a pesar de las dificultades con el gobierno español de la época, pudieron continuar en nuestro país con la colaboración de tres comisarios españoles: José Chaix Isnier (Xàtiva, 1765 - València, 1809), José Rodríguez González (Lalín, 1770 - Santiago de Compostela, 1824), ambos matemáticos y astrónomos, y Juan López Peñalver (Málaga, 1763 - Madrid, 1835), científico.

A su llegada a Castelló, se incorporó a un gabinete local, liderado por Fausto Vallés y Vega (Castelló de La Plana, 1762 - València, 1827), astrónomo y encargado de colaborar en la determinación del meridiano 0º de la Tierra, a partir del cual nacería el metro.

Posteriormente se consideró mejorar los trabajos extendiéndose más al sur, hasta las regiones levantina y balear.

### 2ª EXPEDICIÓN (1803-1804)

En esta ocasión, aprovechando las mejores relaciones entre la corona española y la de Francia, Méchain pudo viajar por las regiones de Cataluña, València y las Illes Balears. Su intención era recorrer las zonas de València, Alacant, Murcia y Almería, para proseguir con su estudio del meridiano de París. Su hijo Augustin Méchain viajaba con él.

Durante su estancia en Dénia, subió a la cumbre del Montgó, y allí, el 23 de abril de 1804, realizó la medición de su altura. Le acompañó Jean Morand (1749-1820), cónsul de Francia en Dénia. Según consta en la inscripción sobre una lápida de piedra, facilitada por los descendientes de la familia Morand, la altura estimada del Montgó fue de 390 toesas x 1,946 m = 758,94 m (760,11 m según la antigua toesa de cobre de París, de 1,949 m).

Algunos meses después, Méchain, se hallaba trabajando en las montañas del Desert de les Palmes, cuando debido a la fiebres palúdicas que azotaban la región en aquella época, enfermó. Le bajaron a Castelló el 12 de septiembre de 1804, y el día 20 falleció repentinamente. Fue enterrado en el Cementerio del Calvario, actualmente el Parque Ribalta de esta ciudad española.



Jean Baptiste Biot

Fue un físico, astrónomo y matemático francés (París, 1774 - París, 1862).

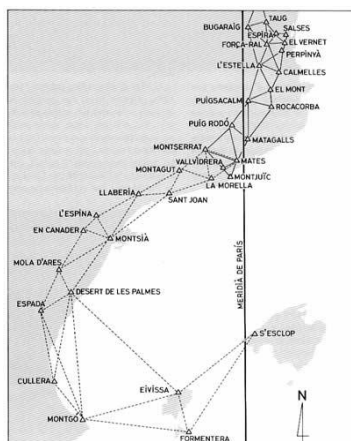
Biot y Arago fueron nombrados para continuar las expediciones geográficas en España cuyo proyecto había sido abandonado el 1804 debido a la muerte de Pierre Méchain cuando solamente se habían terminado cinco triangulaciones del total de diecisiete que había desde Barcelona hasta Mallorca

Posteriormente también formaría parte de una serie de expediciones geofísicas y astronómicas en España y Escocia.

Entre ambos geógrafos, prolongaron la medición del meridiano de París desde Barcelona hacia las Illes Balears y comprobaron que el valor del metro deducido del nuevo arco apenas variaba en dos milésimas de milímetro de lo previamente calculado.

Los trabajos de Méchain, Biot y Arago, establecieron una cadena de triangulaciones en nuestras montañas, y la utilización de unos vértices geodésicos para una red aún vigente hoy en día.

El proyecto completo de la prolongación del meridiano hacia el sur, hasta las costas de Argelia, tardaría tres cuartos de siglo más en acabarse, debido a las confrontaciones entre España y Francia.



Vértices de triangulación en España

### 3ª EXPEDICIÓN (1806-1808)

El 2 de mayo de 1806 el "Bureau des Longitudes", encargaron a Jean B. Biot y al joven rosellonés François Jean Dominique Arago (Estagel, 1786 - París, 1853), la reanudación de los trabajos de medición del Meridiano de París.

Ambos se trasladan a España llevando instrumentos y material para la continuación de la expedición geográfica.

Para acompañarlos en su viaje por nuestro país, fueron asignados dos comisarios españoles José Chaix y José Rodríguez.

#### 1806:

- A finales de septiembre Biot, acompañado por Rodríguez, obtienen los permisos necesarios en Barcelona para recorrer el territorio español.

- A principios de octubre, Biot y Arago recogen los instrumentos que el hijo de Méchain, había dejado en Tarragona.

Días después, Arago, Biot, Rodríguez y Chaix instalan una estación y reverberos en Cullera, y esta queda a cargo de Chaix, el cual se ha reunido con ellos en València.

Luego, Arago viaja al Desert de les Palmes (Castelló), para instalar otra estación y reverberos. Arago se queda allí.

- A finales octubre, Biot y Rodríguez desde Dénia tomarán un barco que les llevará a Eivissa para averiguar que montañas eran visibles desde las islas y asegurar sus mediciones.

Desde allí ven que Cullera, seleccionada previamente por Méchain, no era visible desde Eivissa. Pero si el Montgó.

Así, se determinaron como puntos de observación, Camp Vell en Eivissa y luego La Mola en Formentera. Rodríguez se queda a cargo de los reverberos en Camp Vell.

- A mediados de noviembre Biot regresa a Dénia desde las islas, para viajar a Cullera y encontrarse con Arago y Chaix. Estos, le envían al Montgó a preparar la estación y reverberos.

- El 28 de noviembre, la expedición comienza ya, a iluminar desde la estación del Montgó, utilizando 5 reverberos.

- A principios de diciembre, Biot y Arago sitúan los reverberos en la Serra d'Espadà (Castelló). En esa estación se queda una tripulación de marineros perteneciente al "Terrible" que les permite viajar entre la península y las islas. El oficial al mando de este barco es Manuel Vacaro.

- El día 7 de diciembre, Biot y Arago inician las mediciones de los triángulos desde el Desert.

### **1807:**

- Entre los días 9 al 26 de febrero, la expedición en Dénia, se estableció en el Montgó.

Biot, Arago y Chaix anotan desde allí, los ángulos del Desert, Espadà, Cullera, Eivissa y Formentera.

- Desde el 15 de marzo al 14 de abril, Biot y Arago trabajaron en la estación geodésica de Camp Vell, al norte de la isla, montada por Biot y por Rodríguez, efectuando las observaciones entre Eivissa y el Desert de les Palmes, y entre Eivissa y el Montgó.

El gran triángulo sobre el mar, el nº. 15, ya está medido.

- El 19 de abril, Biot y Arago se trasladaron de Eivissa a Formentera y montaron un observatorio en la zona de levante de la isla, en el Pla de la Mola. Los trabajos continuaron hasta el 28 de abril midiendo ángulos con las costas valencianas.

- A primeros de mayo, Biot vuelve a Dénia y viaja a París para avanzar resultados al "Bureau des Longitudes".

- Durante los siguientes meses de verano y otoño Arago, Chaix y Rodríguez, seguirán trabajando en los triángulos de la región. A finales de septiembre se da por finalizado el triángulo 16.

- El 25 de noviembre, a la vuelta de Biot a esta región, se embarcan hacia Formentera. Habían decidido ir de nuevo a las islas para determinar latitudes y longitudes del péndulo. Luego irán a Eivissa.

- Como últimos trabajos en Dénia, un grupo de personas estuvieron en el Montgó desde el 28 de noviembre de 1807, hasta el 9 de enero de 1808, con reverberos hacia el Desert de les Palmes. Desde un principio trabajaban con 5 reverberos, pero a partir del día 7 de diciembre, añadieron 3 luces más. El diario del carpintero del barco "Mistique", registra meticulosamente esta ampliación, con el propósito de mejorar la visibilidad de las luces y perfeccionar las mediciones del gran triángulo.

- En el mes de diciembre, en este mismo emplazamiento medirían arcos del meridiano y altitud de la Polar.

### **1808:**

- En enero, Biot viaja a París para entregar los datos de 11 triángulos más los 5 de Méchain. Mientras, Arago, Chaix y Rodríguez, desde Eivissa y Formentera prolongan las triangulaciones, comenzando a medir el nº. 17.

- El 6 de mayo, Arago se traslada a Mallorca y a finales del mes, ya ha finalizado la medición del triángulo 17.

- El 27 de mayo, acaban los trabajos geográficos de estas expediciones, cuando tiene que abandonar su labor, debido al levantamiento de España contra los franceses, y la acusación contra él, de espía.

En resumen, desde finales de noviembre de 1806 hasta el mes de enero de 1808, la estación del Montgó estuvo ocupada por personas encendiendo luces por la noche para la medición de los triángulos que contenían en alguno de sus vértices, el Montgó.

### **LÁMPARAS Y REVERBEROS**

En 1780, Louis Proust inventó una lámpara de aceite con depósito lateral, donde el aceite desciende hacia la mecha por su propio peso.

Aimé Argand, interesado en las lámparas de petróleo, mejoró la lámpara de Proust. En 1782, inventó la lámpara de aceite con depósito lateral, boquilla y doble corriente de aire. Esta tiene una mecha cilíndrica en la que el aire fluye a través y alrededor (por dos cilindros huecos de metal),

aumentado así la intensidad de la luz producida y eliminado el humo.

En 1784, Antoine Quinquet mejora la lámpara de Argand. Introdujo una chimenea de vidrio sobre la boquilla, y montó el depósito y la boquilla en una barra vertical. Por lo tanto, se podía colgar en una pared. El famoso “quinqué”, fue considerado un invento muy relevante de la época, hasta que aparecieron en 1850, las lámparas de queroseno.

#### Lámparas de aceite y reverberos

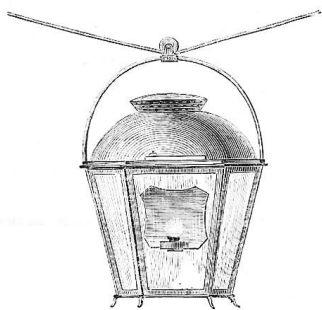
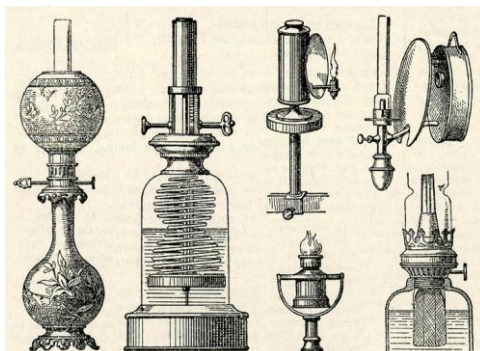
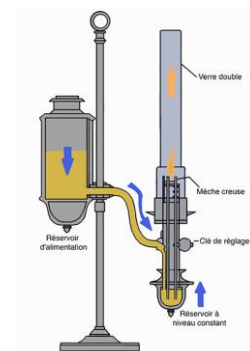


Fig. 7. — Le premier réverbère.  
Reverbero (1766)



Lámparas de aceite y quinqués (1780)



Argand-Quinquet (1784)

Una lámpara dentro de una caja de vidrio es un farol. En él, se añadieron láminas metálicas o reflectores para dirigir y aumentar la luz hacia la zona a iluminar. Este sistema fue la innovación que le dio el nombre de linternas y farolas, y utilizadas en alumbrado público. Una farola es pues, un reverbero.

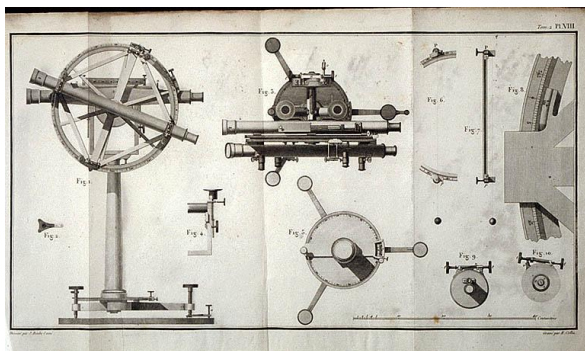
Los reverberos utilizados en estos trabajos geodésicos utilizaban una lámpara de aceite con depósito lateral, boquilla, chimenea de vidrio y doble corriente de aire. Estaban contruidos con tres grandes espejos de metal pulido situados detrás de la lámpara y a 90° entre ellos, los cuales intensificaban y focalizaban su luz. Para evitar el viento, y estabilizar la luminosidad, la lámpara se protegía con unos marcos delanteros con vidrieras.

#### **INSTRUMENTOS DE MEDIDA**

Inicialmente, el denominado círculo de reflexión de Borda se utilizaba para medir ángulos (hasta 180°) entre dos cuerpos celestes.

Jean Charles de Borda, con la colaboración de Etienne Lenoir, lo modificó para poder utilizarlo como instrumento en trabajos geodésicos.

#### Círculo de repetición de Borda



Grabado con esquemas del instrumento



Círculo horizontal

El círculo de repetición de Borda estaba graduado en 360°. Constaba de dos miras en dos pequeños telescopios refractores situados uno encima del otro y fijos a dos anillos de latón graduados, que podían girar independientemente entre sí. Este instrumento reducía el error de la medición pues la misma operación se podía repetir varias veces sin mover el aparato.

También se utilizaron anteojos meridianos, brújulas, péndulos astronómicos, sextantes y relojes de péndulo de platino.

Por supuesto, se tenían en cuenta los errores de medición, como, por ejemplo:

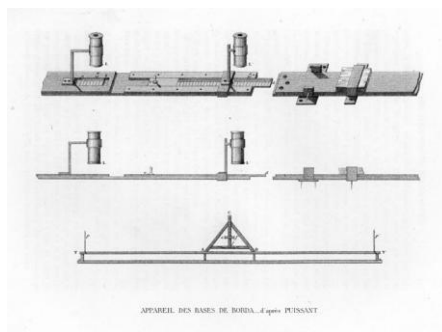
- la imprecisión en la graduación de los instrumentos utilizados, su excentricidad, y la dilatación de sus materiales.
- la experiencia del observador
- la refracción atmosférica

- la esfericidad de la Tierra, que implica una depresión del horizonte y un exceso esférico. En consecuencia, había que tomar numerosas medidas del mismo ángulo y obtener un valor medio final.

### **LAS MEDICIONES**

El trabajo consistía en establecer una cadena de triángulos sobre el meridiano a medir, el que cruzaba la ciudad de París.

Inicialmente, se definieron 2 bases sobre el meridiano, Melun en el norte, cerca de París y Perpignan en el sur. En estas extensiones llanas y amplias de terreno, se establecieron las bases midiendo con una regla de platino y cobre de gran precisión, la regla de bases de Borda. En Perpignan se marcaría una base de 12 km.



Regla de bases de Borda

También habría que obtener las latitudes de los extremos del meridiano a medir. Primero Dunkerque y Barcelona, y luego Eivissa y Formentera.

El sistema de triangulación utilizado, para hacer las mediciones geodésicas, requería seleccionar lugares elevados, desde donde se tomarían medidas con los instrumentos adecuados.

En las cumbres escogidas de un triángulo, se situaban tres grupos de personas. Mientras en dos de ellas, se dedicaban a encender una luz todas las noches, aprovechando el estable aire frío del invierno, en el tercer vértice, otro grupo realizaba las mediciones.

En este tercer grupo, los geógrafos franceses y los comisarios españoles anotaban medidas de ángulos, y las condiciones atmosféricas con algunos instrumentos de meteorología, como termómetros, higrómetros y barómetros.

La luz que servía de señalización nocturna provenía de una hoguera o de lámparas de aceite.

### **LAS ESTACIONES DE OBSERVACIÓN**

Tras decidir las cumbres desde donde realizar las mediciones, en estos vértices, se instalaron unas estaciones de trabajo.

Está documentada la utilización de tiendas de campaña y cabañas de tablas (pintadas de blanco para mejor visibilidad), construidas por Mechain en Barcelona, para los trabajos de triangulación. Concretamente, al inicio de la 3ª expedición, Biot recogió en Barcelona, tres tiendas y cabañas que se utilizaron en la medición del gran triángulo Desierto-Montgó- Ibiza.

En algunos de estos lugares, las prolongadas estancias o una climatología adversa, obligaron a levantar pequeñas construcciones más resistentes, que se realizaron con piedra en seco (sin utilizar mortero).



Caseta de Biot, hito y mojón (Montgó)



Vértice de la Sierra de Espadán

Las estaciones tenían que ser mantenidas mientras durasen los trabajos. Gentes del lugar y marineros se encargaban de trasladar los instrumentos, combustible para las lámparas, leña para las hogueras, agua, comida,....

Además, había que mantener la comunicación necesaria entre los puntos de observación mediante un correo.

De aquellos trabajos históricos, en sus emplazamientos, hoy solo se pueden encontrar diferentes obras de piedra (o sus restos), como casetas, mojones y pequeños montículos de piedras (hitos de término), o estos transformados en los actuales vértices geodésicos.

Juan J. Ortuño Aroca (2016).

Algunas de las fuentes consultadas:

- Oeuvres complètes (François Arago).
- Recueil d'observations géodésiques, astronomiques et physiques (MM. Biot et Arago).
- Medir el metro (Antonio E. Ten).
- El mesurament del meridià i la memoria col.lectiva (Francesc Olivé i Guilera).
- Documentos para la historia de Dénia en el siglo XIX (Javier Calvo Puig).
- Els noms de lloc i de persona de Dénia (Joan Ivars Cervera).
- Catàleg integral de béns inmoebles del T. M. de Dénia (Josep Antoni Gisbert).
- El Archivo (Roque Chabàs Llorens).
- Euro-senders.
- Wikipedia.