

● L'aventura del METRE

EL PROBLEMA: L'ESTABLIMENT DEL PATRÓ DEL NOU SISTEMA DE MESURES

La implantació del Sistema Mètric Decimal (SMD) sol ser justificada, d'una manera simplista, com la resposta il·lustrada a les queixes de la població contra la diversitat de mesures a la França anterior a la Revolució. I, sí, a finals de la dècada de 1780 eren milers les peses i mesures que s'utilitzaven en el territori francès. D'una província a una altra, d'una ciutat a una altra, i fins i tot, en una mateixa ciutat, els patrons eren diferents. És més, sovint, amb el mateix nom els patrons tenien valors diferents. La diversitat era allò que caracteritzava no només el sistema metrològic de França, sinó els de pràcticament tots els estats del món. Però la solució que proposaven les demandes del poble anaven més pel cantó de la fixació i el control de les mesures tradicionals que no per l'elaboració d'un sistema de mesures radicalment nou. Per què tanta determinació, per part de revolucionaris i científics, en la seua implantació?

El sistema que proposarien els il·lustrats francesos s'havia de basar en un patró de longitud, el *metre*. Aquest patró, com que havia de ser extret de la mateixa natura, seria definit a partir de la longitud del meridià terrestre. El meridià triat va ser el que passa just per l'Observatori de París. Si aquest meridià ja havia estat mesurat amb precisió, per què la decisió de tornar-lo a mesurar? No hi havia cap altre procediment menys complicat i costós?

Aquestes són algunes de les qüestions que ens ha deixat obertes el relat d'una feta històrica tan decisiva; en alguns punts, tan desconcertant i, sempre, tan amerada de peripecies, que bé mereix ser considerada un capítol brillant de l'èpica de les grans aventures científiques. «*El mayor logro científico que la Francia revolucionaria ofreció al mundo.*» (A. Ten, 1996).



Serment du Jeu de Paume.
J. L. David.



Musée Carnavalet. J. J. F. Le Barbier.



VERSIÓ ÀUDIO

○ L'aventura del METRE

EL PATRÓ SERÀ EXTRET DE LA NATURA

Tot va començar amb la Revolució. L'any 1789, l'Assemblea francesa aprovà la *Declaració dels drets de l'home*. El primer, el de la igualtat: «Els homes naixen i viuen lliures i iguals en drets». Si tots som iguals, raonaven els assemblearis, no només la llei ha de ser la mateixa per a tots, també les peses i les mesures.

L'any següent, el 1790, l'Assemblea aprovà el projecte d'unificació de peses i mesures que havia presentat **Charles M. de Talleyrand**. El diputat descartava la via més fàcil, la proposada per **Jerôme Lalande**, adoptar els patrons de París per a tot el Regne. Talleyrand defensava, en canvi, un sistema que poguera ser acceptat arreu del planeta, que no privilegiara a ningú; establia el patró de longitud, el *metre*, a partir de la natura, en concret, de la llargària del pèndol que bat segons en el paral·lel 45⁰.

Les unitats de les altres magnituds serien definides en relació al metre. Els múltiples i submúltiples de les unitats (inclosos el sistema monetari i la mesura del temps) seguirien l'escala decimal.



Charles M. De Talleyrand (1754-1838).
Representant a l'Assamblea i principal impulsor d'un nou sistema metrològic.
Retrat de P. P. Prud'hon.

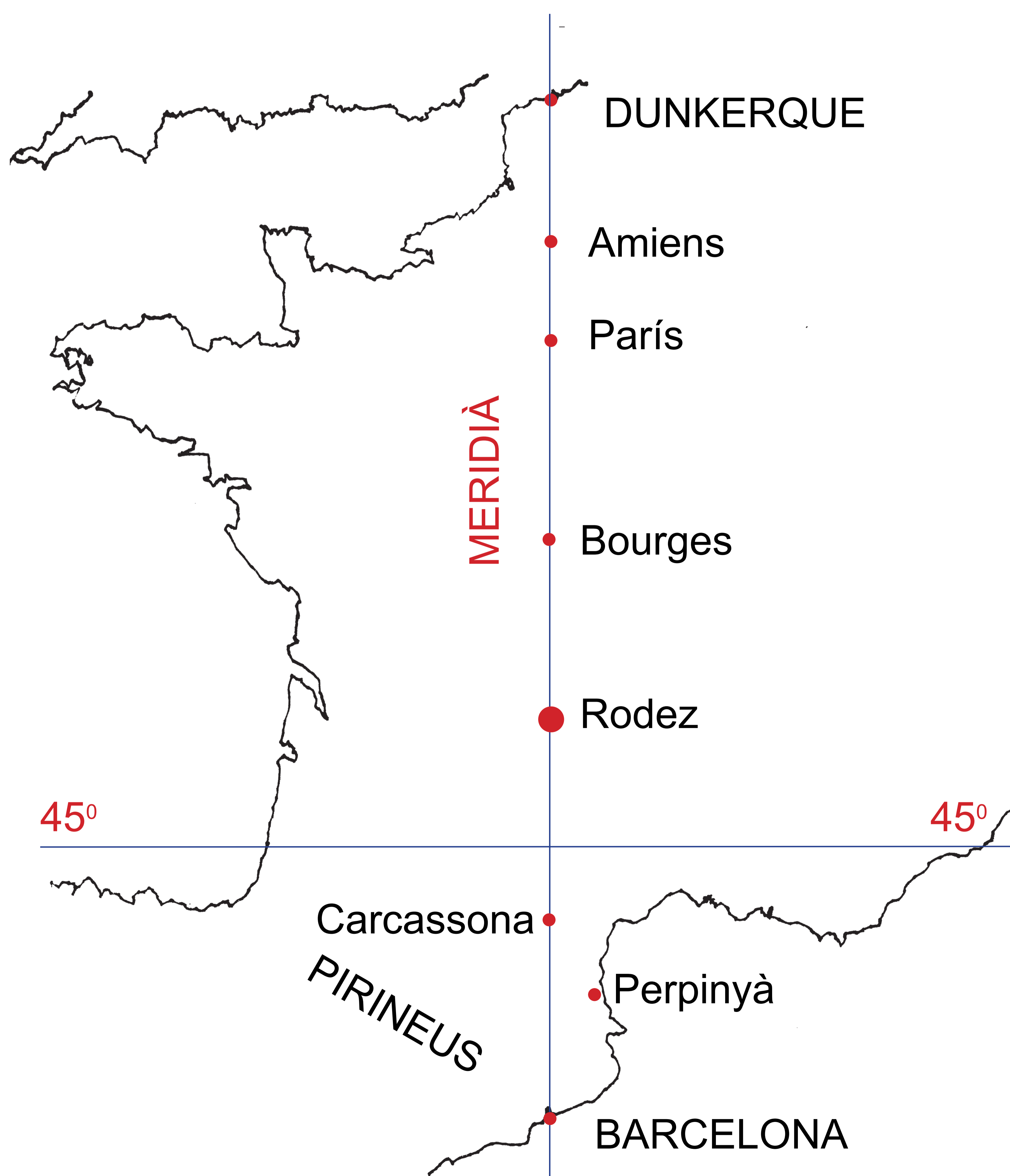
○ L'aventura del METRE

SUBSTITUCIÓ DEL PÈNDOL PEL MERIDIÀ

Sobtadament, en un informe de març de 1791, l'Acadèmia de ciències de París qüestionava definir la unitat bàsica del nou sistema, el metre, a partir d'una altra unitat, el segon. A més, el fet que aquesta era una unitat arbitrària contradeia la racionalitat pressuposada. L'Acadèmia apuntava que millor que el pèndol era utilitzar com a referència natural la Terra, en concret, el meridià terrestre.

Tot i que el meridià triat, el de París, l'havien mesurat un parell de vegades, els acadèmics, al·legant una millora en la precisió de les mesures, recomanaven mesurar-lo de nou. La tasca a realitzar era enorme, com enorme seria també, segons l'Acadèmia, la glòria i el prestigi de la nació que la realitzara.

L'Assemblea acordà determinar la longitud del meridià elegit a partir de la mesura de l'arc entre Dunkerque i Barcelona.



El meridià de referència fou el de París. L'arc a mesurar és el que va de Dunkerque a Barcelona.

○ L'aventura del METRE

ELS ENCARREGATS DE L'EXPEDICIÓ I ELS PREPARATIUS

Els encarregats de realitzar el projecte foren els astrònoms **Pierre François Méchain** i **Jean Baptiste Delambre**.

L'arc a mesurar es dividí en dues parts: Dunkerque-Rodez i Rodez-Barcelona. Delambre en mesuraria la part nord, i Méchain la part sud.

Per a la mesura del meridià, els astrònoms es dotaren dels instruments tecnològicament més avançats aleshores, construïts de la manera més precisa possible: cercles repetidors, rellotges astronòmics, reverbers, pèndols, etc.



Els astrònoms **Pierre F. A. Méchain** (1744-1804) i **Jean B. Delambre** (1749-1822) foren els encarregats de fer les mesures sobre el terreny. *Bibliothèque de l'Observatoire de Paris.*

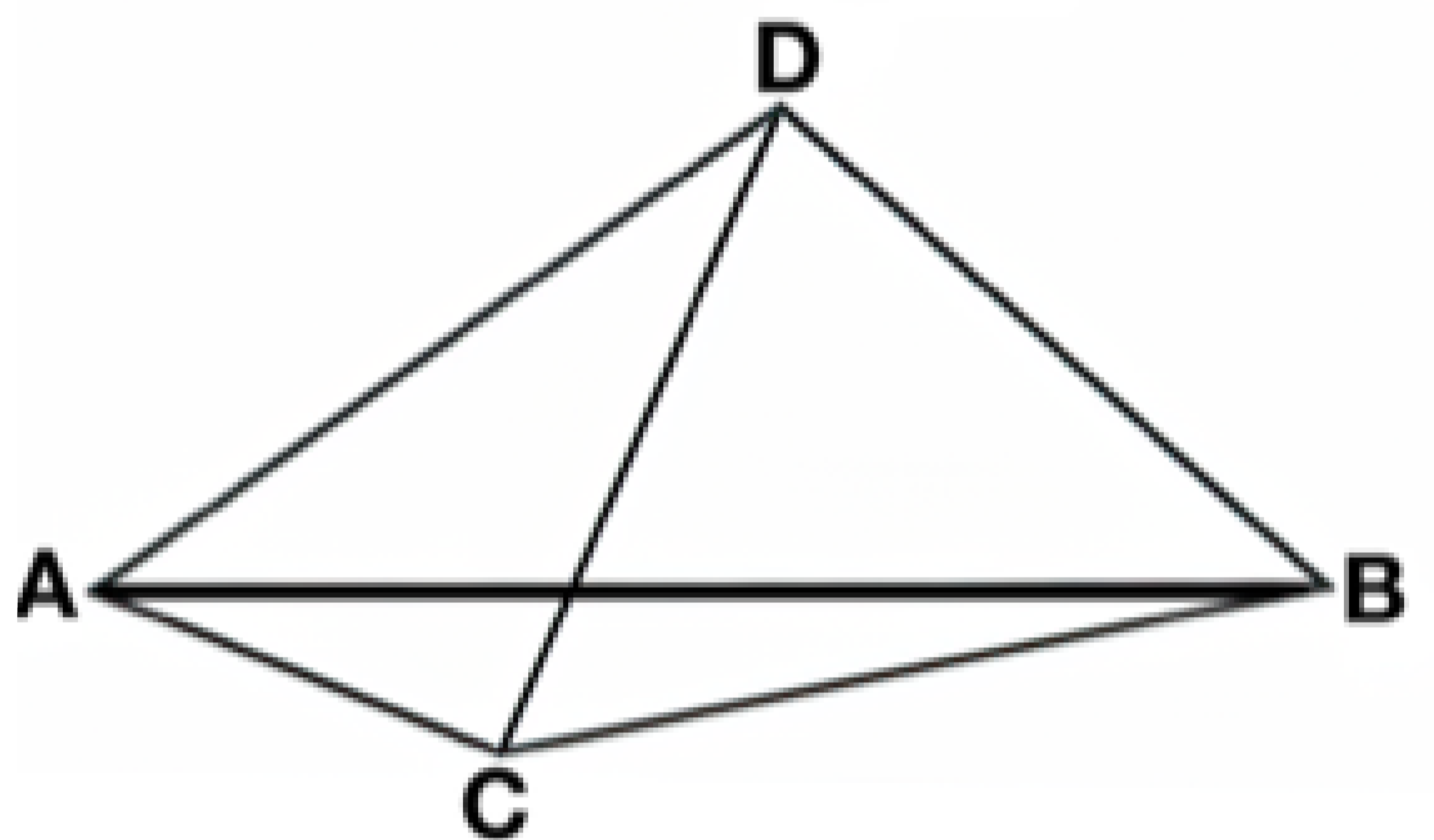
○ L'aventura del METRE

TÈCNICA DE LA TRIANGULACIÓ

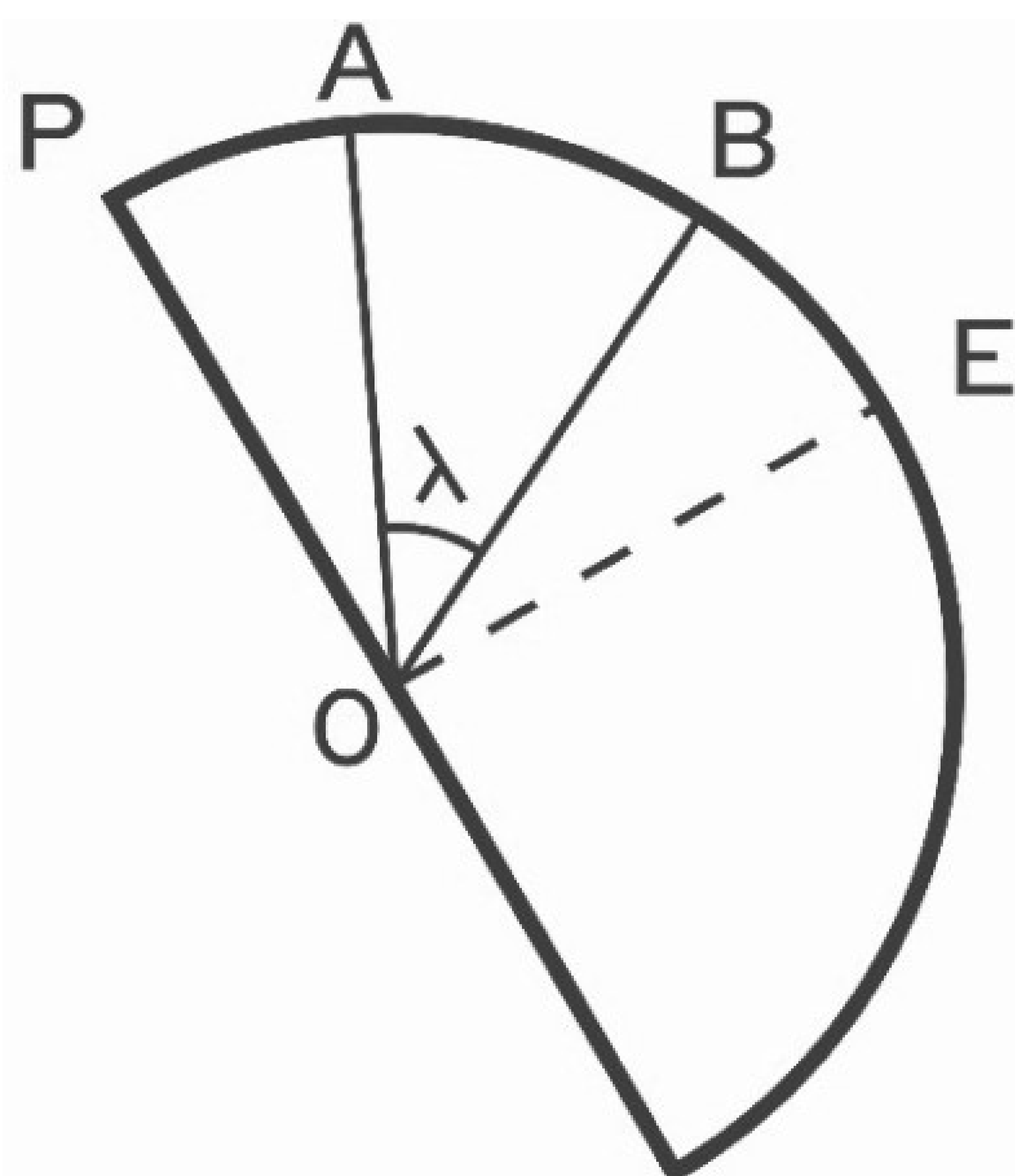
La mesura de l'arc de meridià la farien per triangulació, un mètode que permet calcular els costats d'un triangle, si en coneixem els tres angles i un costat. A tal efecte van cobrir l'arc de meridià amb una cadena de triangles. Com a vèrtex dels triangles triarien punts elevats del territori que foren observables des de la llunyania (campanars, torres, etc.).

Els angles els mesurarien amb el cercle repetidor ideat per **Jean Charles Borda**. El mètode exigeix mesurar sobre el terreny la longitud d'un costat d'un triangle (la *base*). Per a extrapolar, hem de determinar l'angle corresponent a l'arc del meridià a partir de la diferència de les latituds dels extrems de l'arc.

Per a la mesura de l'arc AB, utilitzaren la tècnica de la triangulació: si coneixem els angles de tots els triangles, només cal saber la longitud d'un costat d'un triangle (la *base*), per a determinar la llargària de l'arc de meridià.



La longitud del meridià la determinaren per extrapolar de la llargària de l'arc AB.



○ L'aventura del METRE

TREBALLS DE DELAMBRE

El 24 de juny de 1792, **Delambre** i els ajudants eixien cap al nord de París a cercar les estacions utilitzades en altres expedicions, amb l'esperança de no haver de buscar uns altres punts elevats. La decepció va ser gran i immediata. Campanars i torres que havien estat utilitzats com a estacions ja no aprofitaven perquè havien deixat de ser visibles. Delambre hagué de buscar llocs nous on ubicar les estacions.

En un moment en què els revolucionaris temien que França fóra envaïda pels exèrcits de les monarquies europees, era inevitable que la col·locació de senyals en campanars i torres suscitara sospites i hostilitats per part del paisanatge. En diverses ocasions hagueren d'eixir per cames. El resultat fou que un treball que s'esperava haver estat enllestit en un any, en necessità més de sis.



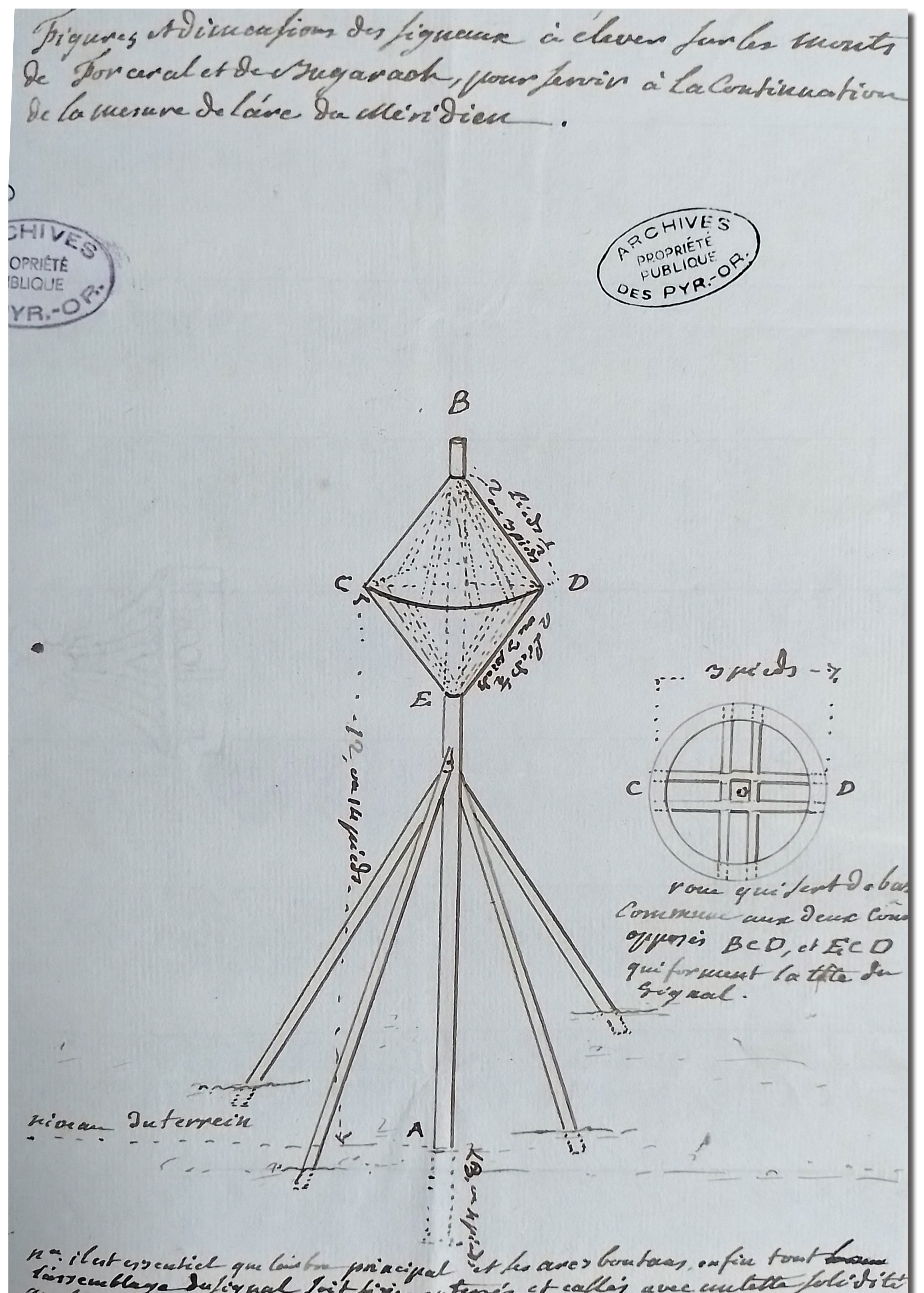
El cercle repetidor de **Borda** fou l'instrument utilitzat per a mesurar angles. *Musée des Arts et Métiers* de París. A la dreta, astrònoms mesurant l'altura zenital d'un lloc amb un cercle de Borda. Il·lustració d'Aubry Gérard, *Aventures de trois russes et de trois anglais dans l'Afrique austral*, Jules Verne, 1872.

L'aventura del METRE

TREBALLS DE MÉCHAIN

Méchain, i els col·laboradors, marxaren cap a Barcelona el mes de juny de 1792. Per poder mesurar a Catalunya, el rei **Carlos IV** exigí que els francesos anaren acompanyats per delegats espanyols (un d'ells, el matemàtic i astrònom xatívi, **Josep Chaix**), a qui, en acabar les operacions, se'ls proporcionaria les dades obtingudes.

Quan, arran de la decapitació del rei **Louis XVI**, el gener de 1793, Espanya i França entraren en conflicte, a Méchain se li prohibí apropar-se a la frontera, cosa que feu parar els treballs. Un altre inconvenient fou l'accident que sofrí Méchain i que el deixà convalescent durant sis mesos. Fou en aquestes pauses quan Méchain s'interessà per perllongar l'arc de meridià fins a les Balears, per tal com això suposaria fer més simètric l'arc de meridià respecte al paral·lel 45° .



Per protegir els instruments de les inclemències del temps, **Méchain** dissenyà i manà construir algunes casetes desmuntables, com la que es mostra a la imatge. Feien 7 metres d'alçada. *Archives Departamentales des Pyrenées Orientales, Perpignan, Méchain a Lluçia, 6 d'octubre, 1793.*

○ L'aventura del METRE

PROPOSTA PROVISIONAL D'UN NOU SISTEMA

Davant la impaciència del govern francès per disposar d'un nou sistema metrològic, l'Acadèmia, mentre els astrònoms encara estaven triangulant, en un informe de maig de 1793, proposava que la unitat bàsica, la de longitud, s'anomenaria *metre*. Seria definit com la setena divisió de la deumilionèsima part del quart de meridià mesurat anteriorment 0,5132430 toeses = 3 peus 11 línies i 44 cèntims.

En l'informe, l'Acadèmia determinava també les relacions entre el metre i les unitats de superfície, volum, capacitat i pes, així com els noms de les unitats corresponents. El sistema metrològic que s'hi proposava es basava en un patró provisional.



«La Convenció nacional, amb la intenció de generalitzar l'ús del sistema mètric, va fer col·locar [entre el febrer de 1796 i el desembre de 1797] setze patrons de metre de marbre en els llocs més freqüentats de París.»



Medalla encunyada a França en commemoració de la introducció del Sistema Mètric Decimal, 1840. En una de les cares apareix un regle d'un metre i una pesa, amb la llegenda *À tous les temps, à tous les peuples*, declaratòria de la intenció de permanència i universalitat. A l'altra cara s'aprecia una alegoria que fa referència a la seua definició a partir del quart de meridià terrestre, amb el text *Unité des mesures*.