

# Mesurer le monde

C'est un souci Français

En effet, chaque pays, chaque région de France (**2 000 unités rien qu'en France**), possédait jusqu'alors ses propres unités de mesure, rendant les échanges commerciaux compliqués.

En 1790 **Talleyrand** demande à l'académie des sciences créée récemment d'imaginer un modèle invariable et international pour toutes les mesures de longueur et de poids.

Un groupe de savants (Borda, Lagrange, Laplace, Condorcet, Lavoisier, Cassini) propose comme définition du mètre, **la 10 millième partie du 1/4 du méridien terrestre.**

Une alternative non retenue était la longueur d'un pendule de période 1 seconde. Le mètre n'aurait alors mesuré que 25 cm !!!

Pour les poids, consensus sur le DaN = **poids d'1 L d'eau distillée.**

Simultanément a été mis en place le **système décimal** vite adopté par tout le monde sauf l'Angleterre.

Déjà dans l'antiquité des essais de mesure de la terre avaient été tentés  
Aristote a calculé une distance du pôle à l'Equateur de 100 000 Stade / coudée

Ératosthène a calculé le diamètre de la terre avec un erreur de 50 Km

Tout ça n'était pas très précis

**1669 : Picard** mesure la valeur d'1 degré° en mesurant l'arc terrestre entre Paris et Amiens :  $1^\circ = 57\,060$  toises

La mesure de Picard a été continuée vers Dunkerque au Nord et Collioure au Sud par **Cassini et Lahire** de 1683 à 1718.

A cause de l'aplatissement de la terre plusieurs mesures sont faites à plusieurs endroits.

1739 : Dunkerque – Perpignan par Delambre prolongé jusqu'à Barcelone par Méchain. 45 ième parallèle.  $1 \text{ degré} = 57\,025$  toises.

1736 : Mesure en Laponie par **Celsius, Maupertuis** + 4 autres.  $1 \text{ degré} = 57\,417$  toises

1745 : Pérou par **La Condamine, Bougnier, Godin** ;  $1^\circ = 56\,737$  toises

1752 : Cap de bonne Espérance par **Lacaille**

1754 : Rome- Rimini ;  $1^\circ = 56\,973$  toises

# Mesurer le monde

1763 : Piémont : 57 468 toises

1768 : USA : 56 898 toises

1807 : Dunkerque -Baléares **par Arago et Biot**. Le milieu de cette mesure était le 45 ième parallèle.

XIX ième siècles, mesures en Finlande, au Bengale, en Prusse

Degré moyen = 57 000 toises = 25 lieues => circonférence de la terre = 25 lieues x 360 ° = 9 000 lieues

Suites à ajustements dus à l'aplatissement de la terre,

¼ de méridien = 10 000 856 m

1790 : réunion France -GB pour voir si on va utiliser la mesure du méridien ou bien le pendule qui bat 1 seconde

1854 : **Russie-Angleterre en Afrique du Sud** : C'était plus pour contester les travaux de Lacaille qui avait fait des mesures en 1752 en Afrique du sud. 1 ° = 57 .037 toises

**Condorcet, Talleyrand et Prieur** furent à l'origine du début d'une véritable épopée métrologique. Bientôt deux astronomes, **Pierre Méchain et Jean-Baptiste Delambre** puis un physicien, le chevalier **de Borda** les remplaceront. Également impliqué, **Lavoisier, Cassini, Condorcet**.

Au début les scientifiques sont partagés entre deux bases pouvant servir à une mesure universelle : le pendule et la Terre. Avec le pendule, une durée de l'oscillation d'une seconde détermine une longueur de fil. Mais l'astronome **Jean Richer** observe que les mouvements du pendule étaient différents sous certaines latitudes. La rotondité de la Terre étant immuable, on s'oriente donc vers le choix d'une mesure terrestre

La méthode de mesure retenue se base sur la triangulation inventée par le Hollandais Snellius.

Le départ de l'opération est donné dans la cour des Tuileries le 25 juin 1792. L'astronome Pierre Méchain mesurera le Méridien de Paris , de Barcelone à Rodez et Delambre , de Rodez à Dunkerque.

Ces deux astronomes et leurs assistants utiliseront la méthode de la **triangulation** qui consiste à mesurer du linéaire par de l'angulaire, « si on connaît deux angles et un côté d'un triangle, on peut calculer tous les côtés », donc une seule mesure linéaire (celle de la base) et une série de mesures angulaires.

L'épopée et va durer près de **sept** longues années. Les débuts sont laborieux. Il faut des repères précis pour effectuer la triangulation. Un signal est nécessaire comme un clocher, une montagne, un château d'eau ou une tour. De plus, c'est la guerre, l'armée

# Mesurer le monde

prussienne passe la frontière, « la patrie est en danger ». La population est très méfiante. Mais c'est la victoire de Valmy, l'exécution de Louis XVI. L'An I de la république française est proclamé, Seul l'astronome Méchain progresse à grands pas en Espagne mais la situation se dégrade et la guerre embrasent les deux extrémités de la Méridienne. La Convention s'impatiente, les mesures sont trop lentes. **Un mètre provisoire est créé**. La mesure de la Méridienne est très compromise. Les guerres font rage et la guillotine de la Révolution assassine aussi les hommes de science (Lavoisier). Enfin, catastrophe, la Convention décrète la **division décimale du temps**. Le jour est divisé en **10 heures de 100 minutes**, etc. Même le pendule ne bat plus la même seconde.

Mais début 1794, le Comité de salut public destitue la plupart des membres de la Commission des poids et mesures, dont Borda et Delambre. Ce coup de théâtre n'arrange rien car entre temps, **Condorcet s'est suicidé, Lavoisier a été guillotiné**. L'opération de mesures est suspendue. Heureusement, les soldats de l'An II ont vaincu les armées étrangères qui menaçaient la jeune République. La campagne de mesures reprend entre Orléans et la frontière espagnole.

**Six années pour aller de Dunkerque à Rodez !** (Enfin, les deux astronomes Delambre et Méchain se retrouvent. Ils arrivent à Paris fin novembre 1798 avec leurs mesures.



## *Entre le signal de la Bastide et le clocher de Saint-Jean de Rieupéroux.*

20 19498378 9784689 = 87° 43' 19"24  
D. et B. n° 1. 24 thermidor. Objets passables; vent très-incommode, qui nous a forcés d'interrompre pendant 3<sup>h</sup> après le 4<sup>e</sup> angle. Fini à 6<sup>h</sup>;  
20 194983955 978469775 = 87° 43' 22"07  
D. et B. n° 1. 25 thermidor, 1<sup>h</sup>. Objets passables d'abord, foibles vers la fin; beaucoup moins de vent.  
20 1949838875 9784694375 = 87° 43' 20"98  
26 thermidor, 3<sup>h</sup> 1/2. Objets beaux; ni vent ni soleil.  
On feroit mieux de s'en tenir au milieu entre les deux dernières séries; l'angle augmenteroit de 0"86.  
Les 60 . . . . . 87° 43' 20"76  
+ 2"44  
Horizon . . . . . 87° 43' 23"20

## *Entre Saint-Jean de Rieupéroux et Rodez.*

40 152042725 388010678125 = 34° 12' 34"6  
D. et B. n° 1. 26 thermidor, 2<sup>h</sup> 1/2. Ni vent ni soleil. Objets bien visibles pendant les 20 premiers angles; un peu foibles pendant le reste de la série.  
Les 20 premiers 3880109 = 34° 12' 35"3  
20 76082175 388010875 = 34° 12' 35"2  
D. et B. n° 1. Ni vent ni soleil. Saint-Jean beau, Rodez passable.  
Les 60 2280664475 388010745833 = 34° 12' 34"82  
+ 0"75  
Horizon . . . . . 34° 12' 36"03  
Je m'en tiens aux 20 premiers angles, confirmés par les 20 derniers.

# Mesurer le monde

LATITUDES	
Dunkerque . . .	51° 2' 9".20
Panthéon . . . .	48 50 49.37
Evaux . . . . .	46 10 42.54
Carcassonne . .	43 12 54.30
Moutjouy . . . .	41 21 44.96

24. *Mesure de la Terre,*  
qui ne donnent les minutes que de fix  
en fix, ils n'ont pu l'aider d'approcher de  
la justesse autant qu'il étoit nécessaire,  
pour faire voir qu'on ne s'étoit pas trompé  
sur ses conclusions.

I. TRIANGLE ABC  
Par mesurés de côté AC,  
CA B = 14° 4' 33".  
A B C = 27° 4' 15".  
A C B = 10° 48' 10".  
A B = 1481 Toises 1 pied.  
B C = 1021 Toises 1 pied.  
A C = 2954 Toises.

II. TRIANGLE ADC  
Par DC & AD.  
D A C = 77° 21' 30".  
A D C = 74° 4' 30".  
A C D = 47° 14' 0".  
A C = 1101 Toises 1 pied.  
D C = 1113 Toises 1 pied.  
A D = 2242 Toises 1 pied.

III. TRIANGLE DEC  
Par DE & CE.  
D E C = 74° 4' 30".  
D C E = 47° 14' 0".  
C D E = 45° 18' 10".  
D C = 1113 Toises 1 pied.  
D E = 4870 Toises 1 pied.  
C E = 1138 Toises 1 pied.

par M. l'Abbé Picard. 33  
IV. TRIANGLE DCF.  
Par DF.

D C F = 113° 47' 40".  
D F C = 33° 40' 0".  
F D C = 33° 32' 20".  
D C = 1113 Toises 1 pied.  
D F = 1138 Toises.

Nous que dans ce quatrième triangle, l'angle DFC a été augmenté de 10", qui manquoient à la somme des trois angles.

V. TRIANGLE DFG.  
Par DG & FG.

D F G = 92° 5' 20".  
D G F = 77° 24' 0".  
G D F = 50° 20' 40".  
D F = 1113 Toises 1 pied.  
D G = 1143 Toises 1 pied.  
F G = 1221 Toises 1 pied.

Ensuite de ces cinq triangles, il a été facile de conclure la distance G E entre Malvoisine & Mareuil, sans supposer aucune nouvelle Observation.

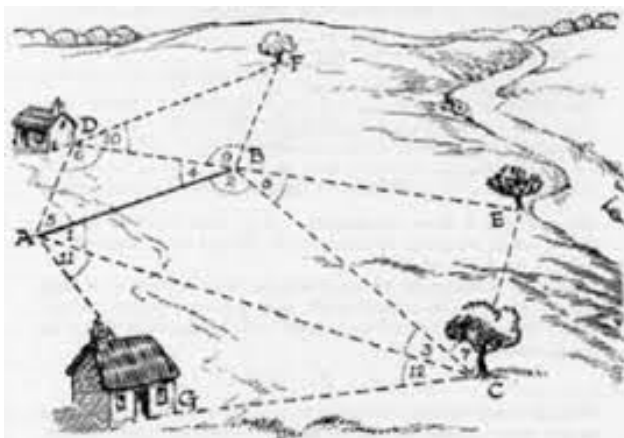
Le système métrique décimal ayant un dessein universel et devant être adopté par toutes les nations, une Commission internationale est créée afin de vérifier les mesures et de s'en porter garante devant le monde. Durant trois mois les commissaires vont tout analyser et vérifier les opérations et les calculs réalisées. La chaîne totale comporte 115 triangles et la mesure est étonnante de précision : dix mètres d'écart sur plus de 1 000 km entre celle de Delambre et Méchain.

Le 22 juin 1799, jour du solstice d'été (la République a été proclamée le jour de l'équinoxe d'hiver), le président de la Commission internationale de contrôle, M. Van Swinden, annonce la fin des travaux de mesures et déclare que nous possédons à présent **le mètre de la nature et le kilogramme vrai** et qu'ils seront conservés aux Archives de la République et disponibles pour l'humanité entière

# Mesurer le monde

## Comment ont-ils fait ?

Ils ont utilisé la méthode de triangulation inventée par le Hollandais Snellius.



La méthode consiste à mesurer précisément une base AB. La base est alors l'origine d'une opération de **triangulation**. À partir des extrémités A et B de cette base, Delambre et Méchain visent un point C éloigné et mesurent les angles CAB et CBA. Ils en déduisent la distance AC en utilisant les relations du triangle. Celle-ci constitue alors la base

d'un nouveau triangle dont le sommet est G.

**Principes de la triangulation :**

La longueur AC (la base) est mesurée, de même que les angles  $\alpha$  et  $\beta$

On peut alors déterminer par calcul les longueurs AB et CB :

- le troisième angle du triangle est de fait connu puisque  $\gamma$  est égal à  $180 - (\alpha + \beta)$
- on utilise alors la relation :

$$\frac{AB}{\sin \beta} = \frac{BC}{\sin \alpha} = \frac{AC}{\sin \gamma}$$

et on en déduit :

$$AB = AC \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \gamma} \text{ et } BC = AC \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$$

On peut ensuite calculer dans le triangle AA1B le segment AA1 puisqu'on connaît deux angles et un côté : on a ainsi un morceau de l'élément de méridien AI.

On mesure ensuite les angles  $\delta$  et  $\theta$  pour pouvoir déterminer A1A2 dans le triangle BCD. On continue pour calculer A2A3, etc et au final on aura déterminé AI qui est l'addition des segments ainsi calculés

# Mesurer le monde



En ajoutant les longueurs des petites portions du méridien.

Entre Dunkerque et Barcelone, Delambre et Méchain ont mesuré une distance de **570 082 toises**. Ils ont utilisé **94 triangles**.

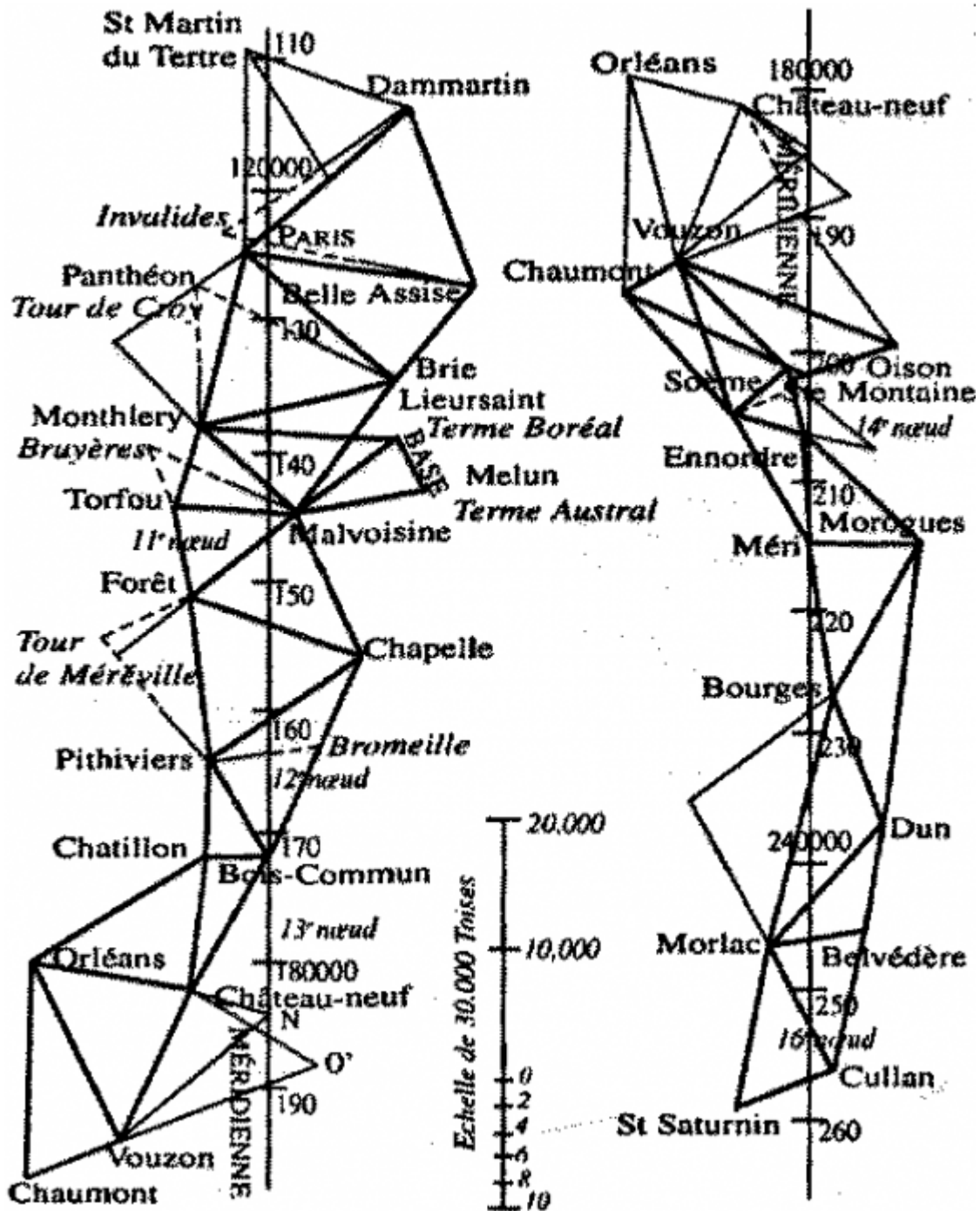
**Toise** : ancienne unité de longueur française, Elle a pour base la distance entre les bouts des doigts bras tendus.

Delambre et Mechain déterminent les latitudes de Dunkerque et de Barcelonne en mesurant la hauteur des étoiles au-dessus de ces 2 villes.

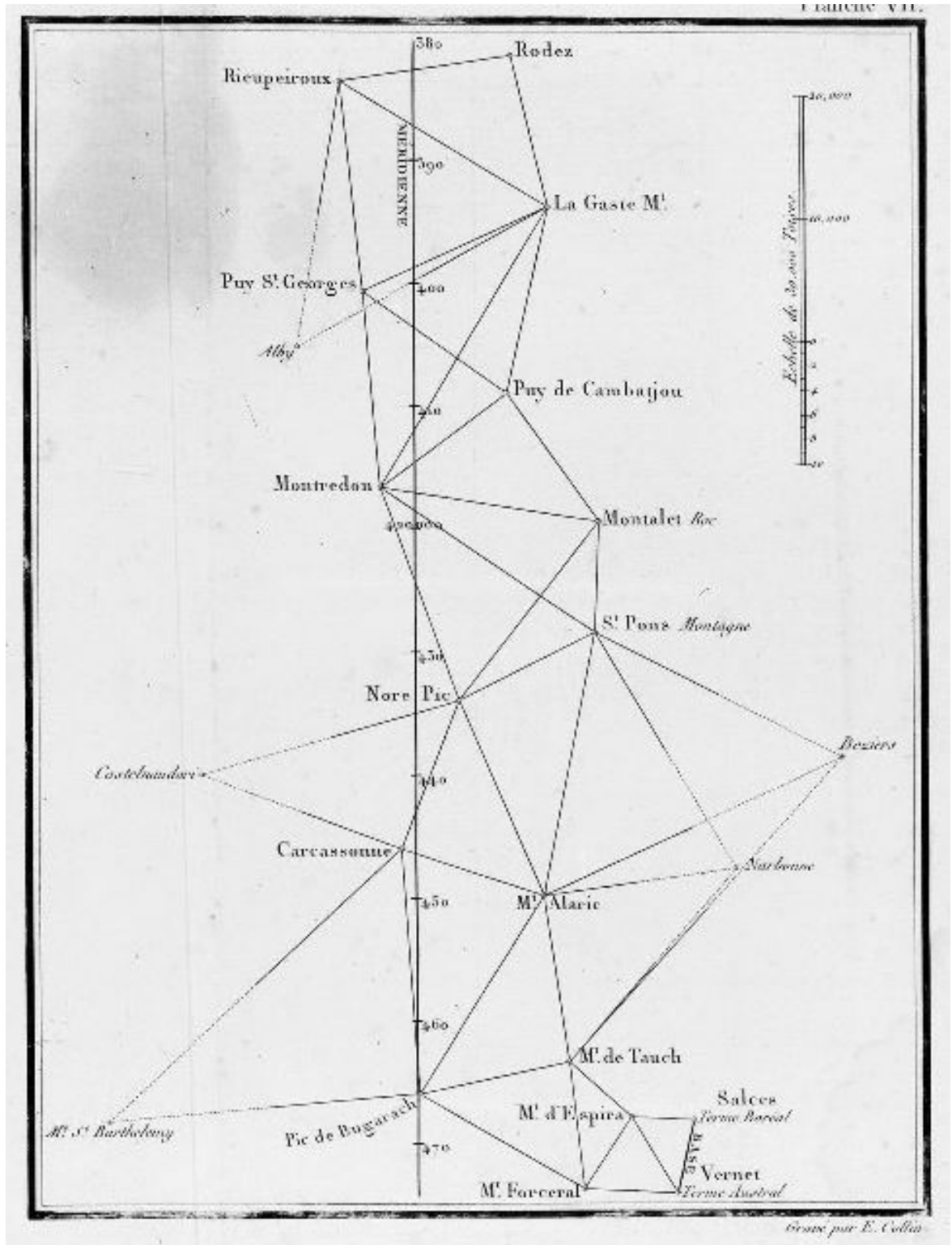
Dunkerque  $51^\circ$  Nord et Barcelonne  $41^\circ$  Nord ce qui fait un arc de  **$9.674^\circ$**  entre les 2 villes. Leurs résultats donnent alors une valeur du mètre fixée à  **$0,513\ 074$  toise**.



# Mesurer le monde



# Mesurer le monde





# Mesurer le monde

## Quels instruments ont-ils utilisés ?

**Pour les angles** : le cercle répétiteur de Bordas. Précision 1/10 de minute d'arc.

**Pour les distances** : des règles en platine. La méthode consiste à mesurer une *base* d'environ onze kilomètres entre Melun et Lieusaint. Delambre dispose à **4 règles de platine, ces règles " numérotées "** étant portées par des pièces de bois peintes de couleurs différentes avec des trépieds que des vis permettent de caler.

