

« Nos derniers voyageurs, plus fous que leurs aïeux
Vont contempler au Nouveau Monde
Si cette Terre enfin est Elliptique ou Ronde »

Cideville à Voltaire 1736

« Héros de la physique, Argonautes nouveaux
Qui franchissez les monts, qui traversez les eaux
Dont le travail immense et l'exacte mesure
De la Terre étonnée ont fixé la figure.
Dévoilez ces ressorts, qui font la pesanteur.
Vous connaissez les lois qu'établit son auteur. »

Voltaire, Discours en vers sur l'homme, quatrième discours 1734.

Thème n°3 :

Les expéditions en Laponie et au Pérou et l'étude de la forme de la Terre

(HG / math ; Mmes **Boyer** et Marcastel)

- Enjeux historiques (cartographie , aplatissement aux pôles et justification de Newton) : voir livre « les aventuriers de la mesure du Monde »
- Expéditions au pôle (Laponie) et à l'équateur (Pérou), une aventure !
- Calculs pour le méridien du Pérou et vérification avec google earth.
- Forme de la Terre aujourd'hui

Sites et livres de références :

-La Science au Péri de sa Vie (LSPV) d'Arkaan Simaan disponible au CDI

- http://media4.obspm.fr/public/AMC/pages_17-18e/expeditions-controverses_impression.html

- http://www.saga-geol.asso.fr/Geologie_page_conf_forme_Terre.html

- http://irem.u-strasbg.fr/php/articles/113_Lefort.pdf

- http://www.college-de-france.fr/media/anny-cazenave/UPL5524430970590233834_Forme_de_la_Terre_champ_de_gravit_et_god_sie_A_C_zenave.pdf le début du diaporama ...

Mots clés : Figure de la Terre / géoïde pour wikipedia

I- Les deux expéditions scientifiques au Pérou et en Laponie

1- Quel est l'objectif scientifique de ces deux expéditions ?

A quelle question doivent répondre les résultats.

2- Décrire en une dizaine de lignes ces deux aventures humaines.

Quel en est le contexte historique ?

Quelle est la méthode mathématique utilisée pour faire cette mesure ?

3- On s'intéresse dans cette partie à l'expédition au Pérou

a) Comment a été mesurée la base ?

b) A l'aide du document en annexe déterminer mathématiquement les mesures du premier triangle de l'expédition au Pérou.

c) Quelle mesure fondamentale est faite à la fin de la chaîne des triangles, à quoi sert-elle ?

d) A quelles difficultés concrètes se sont confrontés les scientifiques pour réaliser ces mesures ?

e) L'expédition en Laponie a-t-elle été plus facile ? Donner des points de comparaison

4- Pour valider la théorie de Newton, quelle longueur d'arc doit être la plus petite ?

a) expliquer par un schéma. (page 45 de LSPV ou autre référence)

b) Quelles sont les longueurs obtenues par les deux expéditions. Quelles en ont été les conclusions sur la vie scientifique au XVIII^{ème} siècle ? Comparer avec la valeur prévue par Newton.

c) Quelle autre méthode scientifique avait permis d'aller dans le sens de cette conclusion ? La décrire brièvement.

II-La forme de la Terre aujourd'hui

- 1-A l'aide de google earth et des deux cartes de la chaîne de triangulation en Laponie et au Pérou (pages 47 ; 50 ; 70 ; 71 de LSPV), retrouver les lieux approximatifs, puis calculer avec les outils du logiciel la mesure d'un arc d'un degré de méridien sur les deux méridiens mesurés au XVIIIème siècle.
- 2- Détailler ce qu'est l' « ellipsoïde » qui est sensé représenter la figure de la Terre, en donner les mesures. (voir sites de référence) . Pour approfondir : <http://mpt2013.fr/geoide-ellipsoide-et-autres-mots-complices/> et <http://mpt2013.fr/des-poires-en-rotation/>
- 3-Détailler ce qu'est aujourd'hui le « géoïde ». Compréhension de la définition, schéma, utilisation. (voir sites de référence et collègues de SVT)
- 4- Le sommet du Mont Everest est-il le point le plus éloigné du centre de la Terre ?

III- Annexe mathématique :

Au préalable :

- reprendre le TD Cassini sur la méthode de triangulation et l'utilisation de la formule des sinus.
- consulter le site : <http://www.isima.fr/~vbarra/IMG/pdf/presentation.pdf> et <http://dutarte.perso.neuf.fr/instruments/Triangulation.htm>
- Document extrait de : http://irem.u-strasbg.fr/php/articles/108_Lefort.pdf

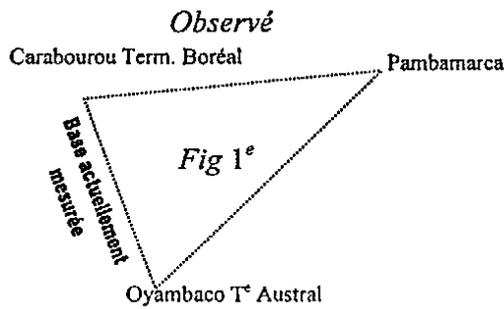
La mission en équateur se heurta, quant à elle, à de nombreuses difficultés dues à la nature du terrain, aux tremblements de terre et à la zizanie qui s'installa dans l'équipe composée des académiciens Godin (qui finalement fit bande à part), Bouguer et La Condamine auxquels étaient adjoints des ingénieurs, un horloger, un chirurgien...

Partie le 16 mai 1735 de La Rochelle elle ne revint qu'en 1744, La Condamine, fin novembre à Amsterdam après avoir descendu l'Amazonie et rejoint Cayenne, Bouguer fin juin à Paris en étant passé par Panama. Godin ne rentrera pas en France et finira par s'installer en Espagne. Bien d'autres membres de l'équipe initiale sont morts (accidents, fièvres, assassinats).

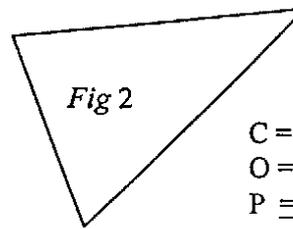
La reproduction ci-après correspond à une feuille de calculs tirée du carnet de La Condamine. Il s'agit des calculs correspondant au premier triangle de la chaîne qui doit s'étendre sur 3°. Ce premier triangle a un des côté (Carabourou - Oyambaco) qui est la base dite de Yarouqui, base mesurée non loin de Quito (qui faisait alors partie du Pérou, possession de la couronne d'Espagne et gouverné par un Vice-Roi en poste à Lima) et d'une longueur de 6272 toises 4 pieds et 2 à 5 pouces suivant les mesures (soit environ 12 Km).

La lecture du document original étant un peu délicate, nous avons transcrit dans la figure ci-dessous une partie du texte original qui est reproduit page suivante et nous allons la commenter.

Triangle I. Carabourou, Oyambaco, Pambamarca.

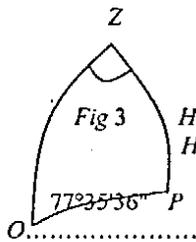


Réduit à l'horiz.



$$\begin{aligned} C &= 77.38.28 - 1 \\ O &= 63.36.53 \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \\ P &= 38.44.40 \pm 0 \\ \hline &180 \quad 0 \quad 1 \frac{1}{2} \end{aligned}$$

Pour l'angle à Carabourou. Observé $77^{\circ} 35' 36''$



H' du p' O, $1^d 6'$
H' du p' P, $5 33$

LogSn1° dff $36^{\circ} 34' 18''$	9.7751205
LogSn2° dff $41. 1.18$	9.8171317
ComLS ZO $88 54 0$	800
C.LS ZP $84 27 0$	20407
	<u>19.5943729</u>
	9.7971865

Côté	OP = $77^{\circ} 35 36$
Dis ^{ices}	ZO = $88 54 0$
au Zen ^h	ZP = $84 27 0$
Sôle des côtés	<u>250 56 36</u>
Demi sôle	$125 28 18$
	<u>88 54 0</u>
1° dff	$36 34 18$
	<u>125 28 18</u>
	$84 27 0$
2° dff	$41 1 18$

$$\begin{aligned} &= 38^{\circ} 49' 14'' \\ &38 49 14 \\ &\underline{77.38.28} = Z = C \quad \text{fig 2} \end{aligned}$$

LS $36^{\circ} 34' 0''$	9.7750697	LS $88^{\circ} 34' 0''$	9.9999200								
35	.. 2399	Comp Log	800								
Dff p ^o	<table border="0"> <tr><td>60"</td><td>1762</td></tr> <tr><td>15</td><td>423</td></tr> <tr><td>03</td><td>85</td></tr> <tr><td>18</td><td>505</td></tr> </table>	60"	1762	15	423	03	85	18	505	LS $84 27 0$	9.9979593
		60"	1762								
		15	423								
03	85										
18	505										
		Comp Log	20407								
LS $36^{\circ} 34' 18''$	9.7751205	LS $38 49 0$	9.7971501								
		50	3071								
LS $41 1 0$	9.8170882	Dff p ^o	<table border="0"> <tr><td>60</td><td>1570</td></tr> <tr><td>12</td><td>314</td></tr> <tr><td>2</td><td>52</td></tr> <tr><td>14</td><td>365</td></tr> </table>	60	1570	12	314	2	52	14	365
60	1570										
12	314										
2	52										
14	365										
20	2354										
Dff p ^o	<table border="0"> <tr><td>60"</td><td>1452</td></tr> <tr><td>15</td><td>363</td></tr> <tr><td>03</td><td>72</td></tr> <tr><td>18</td><td>435</td></tr> </table>	60"	1452	15	363	03	72	18	435	LS $38 49 14$	9.7971867
		60"	1452								
		15	363								
03	72										
18	435										
LS $41 1' 18''$	9.8171317										

- 1) A l'aide des informations du document et des angles donnés en haut à droite, retrouver comment on en déduit les distances CP et OP en toises.
- 2) Retrouver la chaîne des triangles pour mesurer l'arc de méridien du Pérou. Rappeler le principe de la triangulation pour calculer le méridien.
- 3) A quoi correspondent les autres calculs de la feuille ?
- 4) Quelle invention mathématique permet de « révolutionner le travail des astronomes » en aidant aux calculs longs et fastidieux ? (au programme des terminales S et ES)