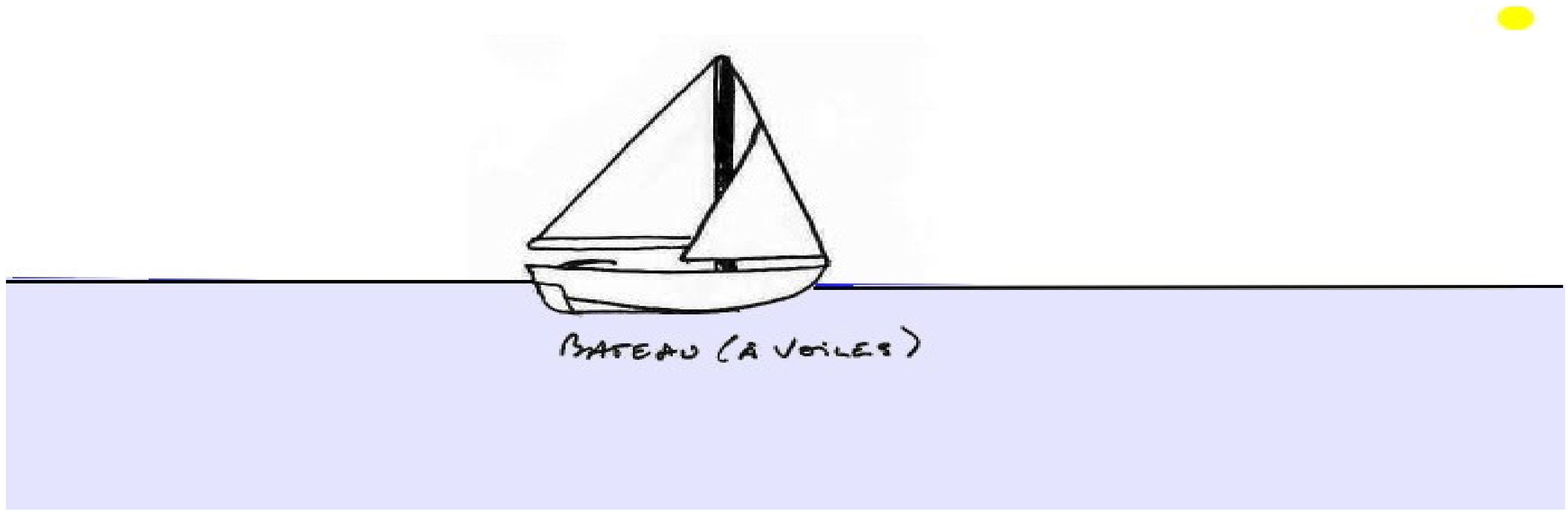
La latitude et la hauteur du soleil sont complémentaires

(latitude = 90°- hauteur du soleil)

Il suffit donc construire un instrument de navigation qui permette de calculer la hauteur du soleil !

COMMENT MESURER LA HAUTEUR DU SOLEIL ?



Cette figure est-t-elle très réaliste ?

Imaginez-vous en train de mesurer la hauteur du soleil.

Quelles difficultés rencontrez-vous?

Les contraintes

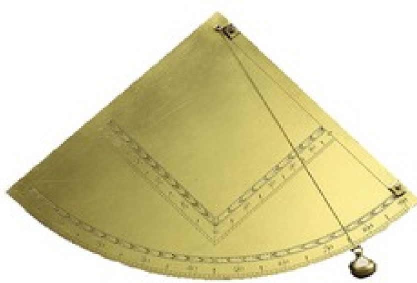
Le soleil éblouï : on met des verres teintés.

Le bateau bouge :

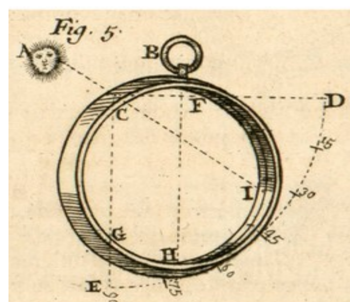
c'est difficile de viser l'horizon et
le soleil en même temps.

Historique

Dans un premier temps, on a utilisé des instruments qui mesuraient directement le soleil.

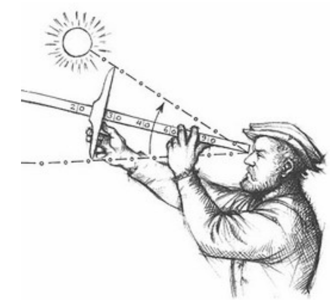


Le quatrant ou quart de cercle (grèce Antique)



L'anneau astronomique (grèce Antique)

L'astrolabe (grèce Antique, perfectionné en perse)



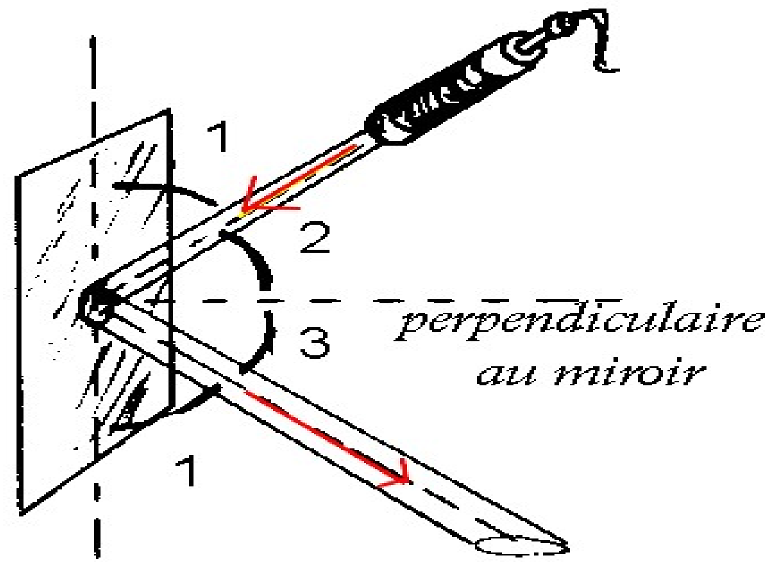
Le bâton de Jacob (15° siècle)

L'astrolabe et l'anneau astronomique sont suspendus ce qui évite le problème de tangage du bateau.

Vers le 15° siècle, apparition de l'optique en physique

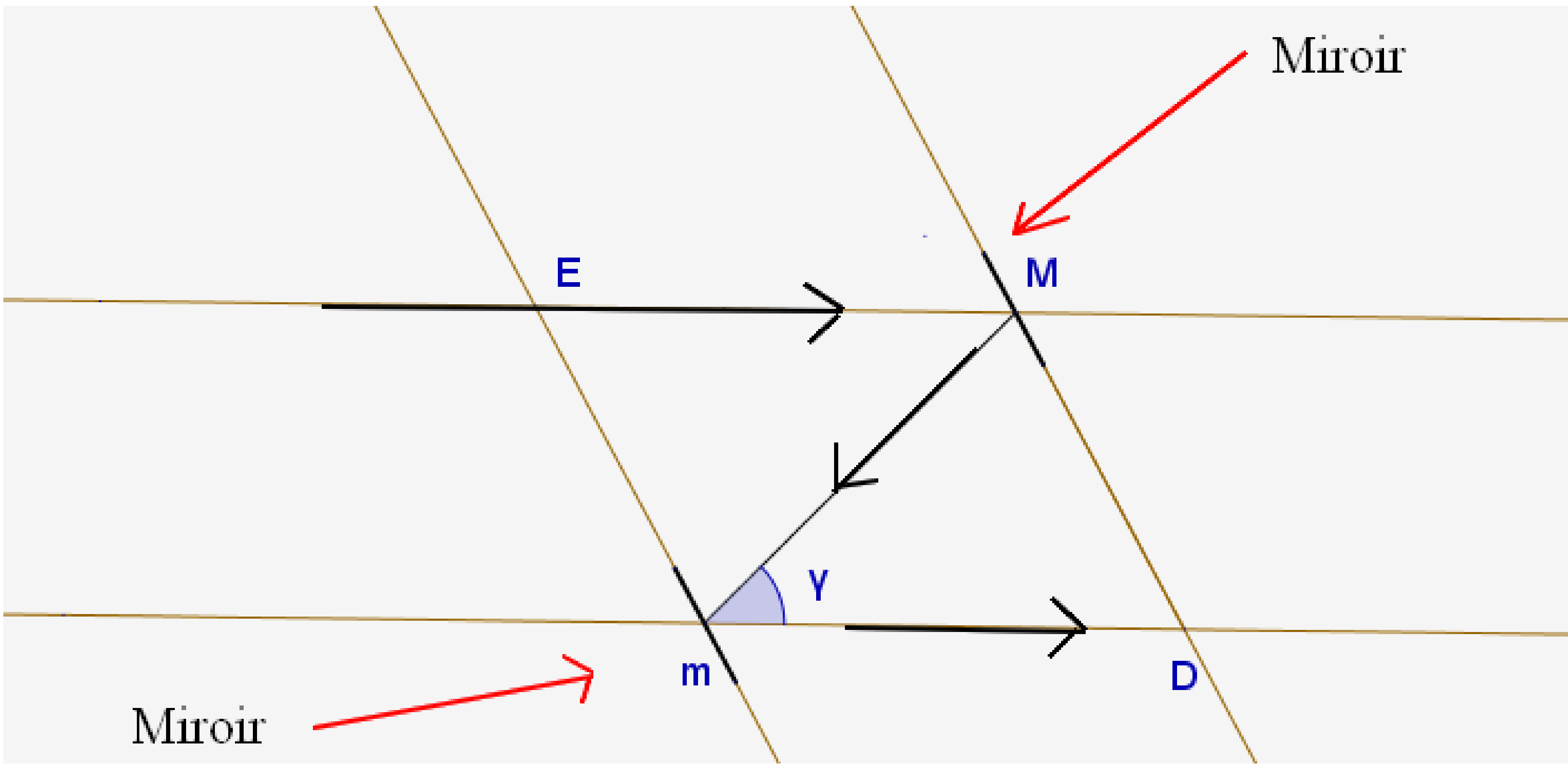
Loi de reflexion

Lorsque la lumière se reflète dans un miroir les angles "à la base" ont la même mesure (voir les deux angles 1). Cette loi s'appelle loi de reflexion en physique.



AU 16° siècle, après la traduction du traité d'optique arabe en latin,
Descartes et Snell (en autre), posent les bases de l'optique
appellés loi de Snell-Descartes.

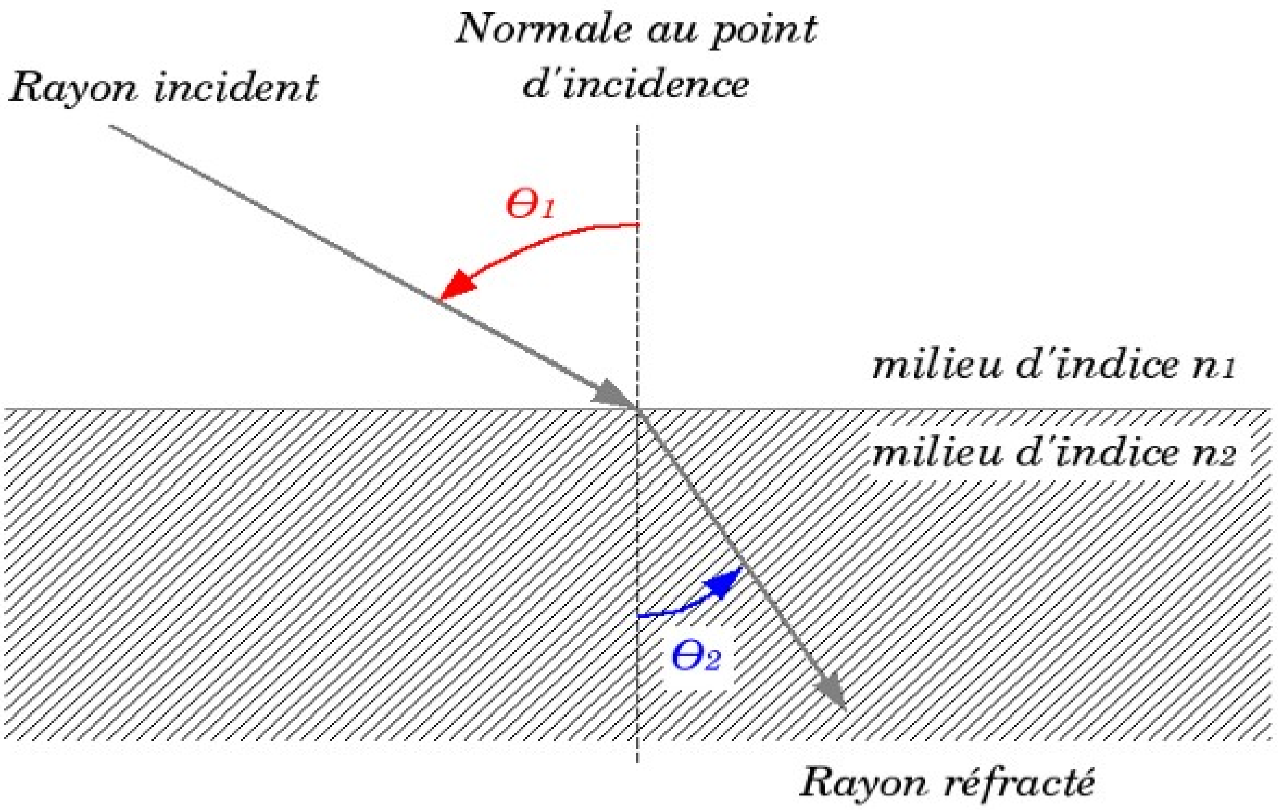
Grâce au parallèlisme, on arrive à dévier la lumière
par un système de miroirs parallèles..



Loi de refraction de la lumière.

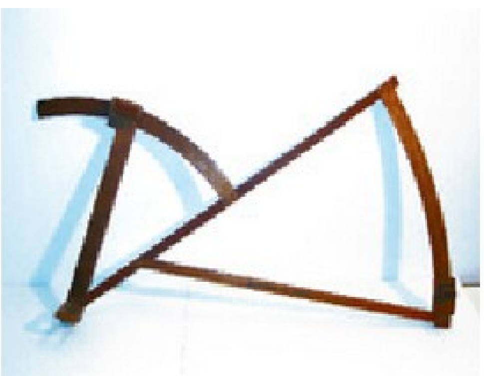
Lorsqu'un rayon lumineux change de milieu, le rayon s'incine.

On parle alors de la loi de réfraction. $\Theta_1 = 2 \text{ x } \Theta_2$



Historique suite...

A partir du 16° siècle, on a utilisé des instruments qui utilisaient des miroirs pour réfléchir la lumière du soleil.



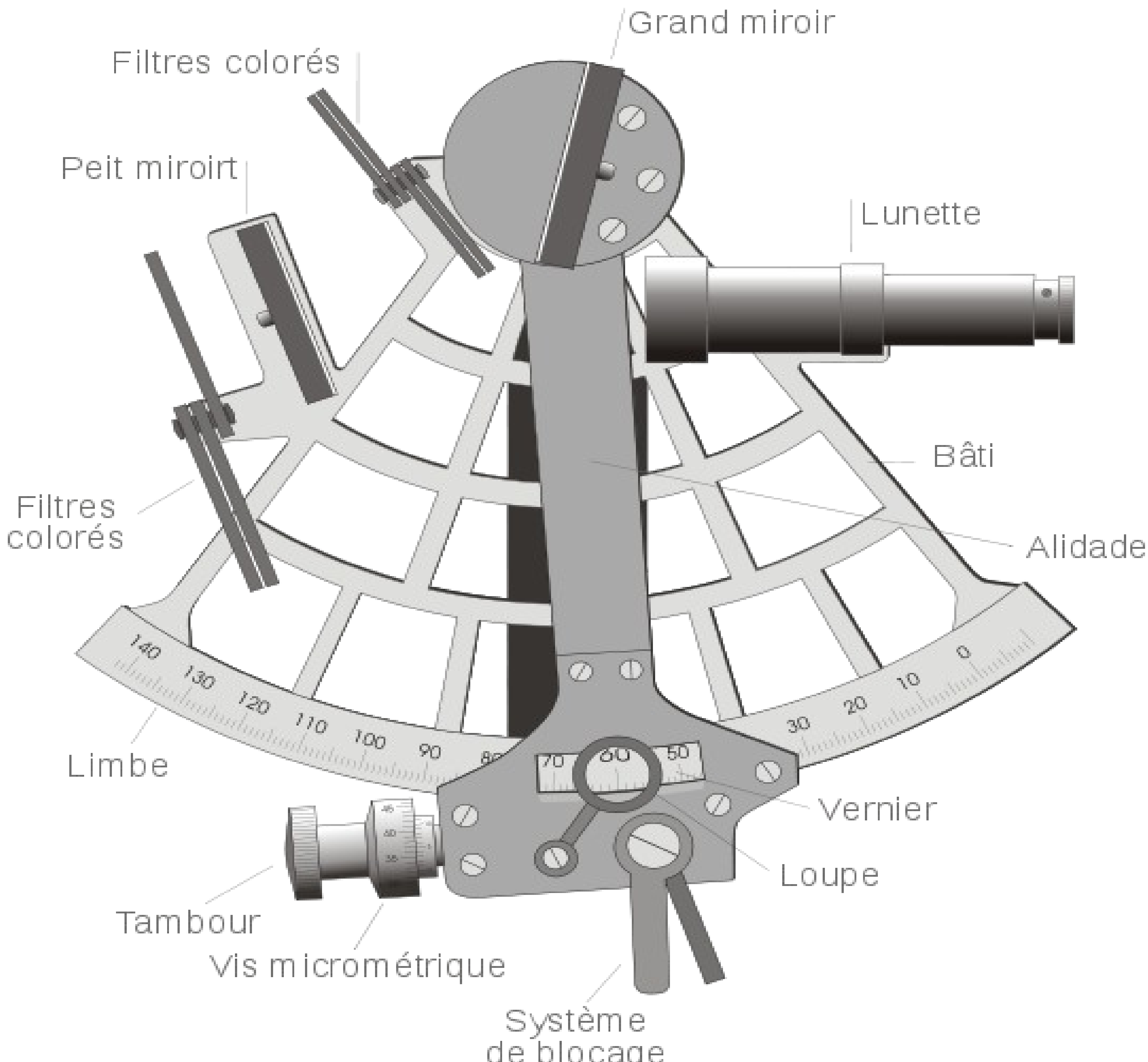
Quartier anglais (1594)

L'octant (1 731)

Le sextant (1759)

Grâce à ces instruments, on peut voir en même temps l'horizon et le soleil !

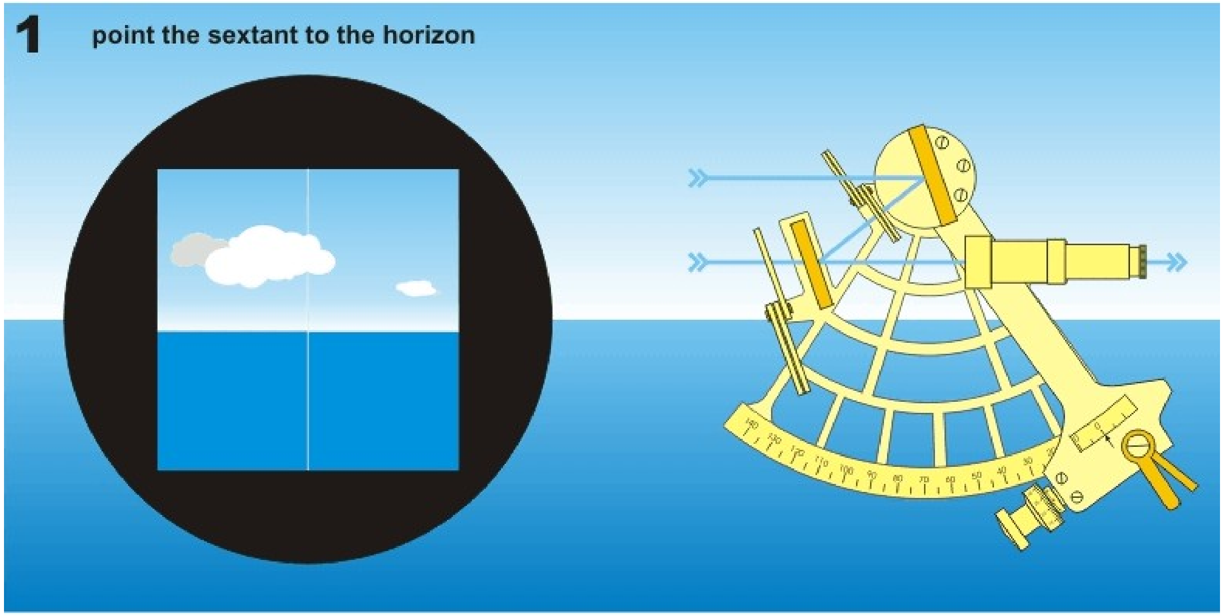
Le sextant est le plus sophistiqué des appareils de navigation pour calculer la latitude



Grand miroir
Filtres colorés
Peit miroirt
Lunette
Bâti
Filtres colorés
Alidade
Limbe
Vernier
Loupe
Tambour
Vis micrométrique
Système de blocage

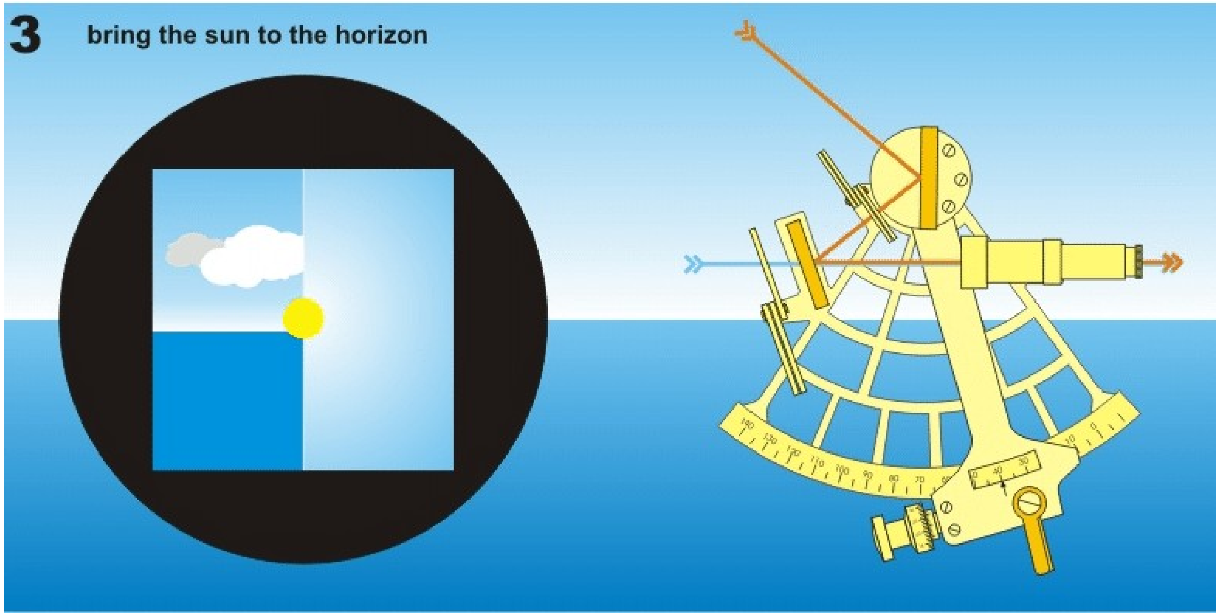
LE PRINCIPE DU SEXTANT

Voir l'horizon et le soleil en même temps



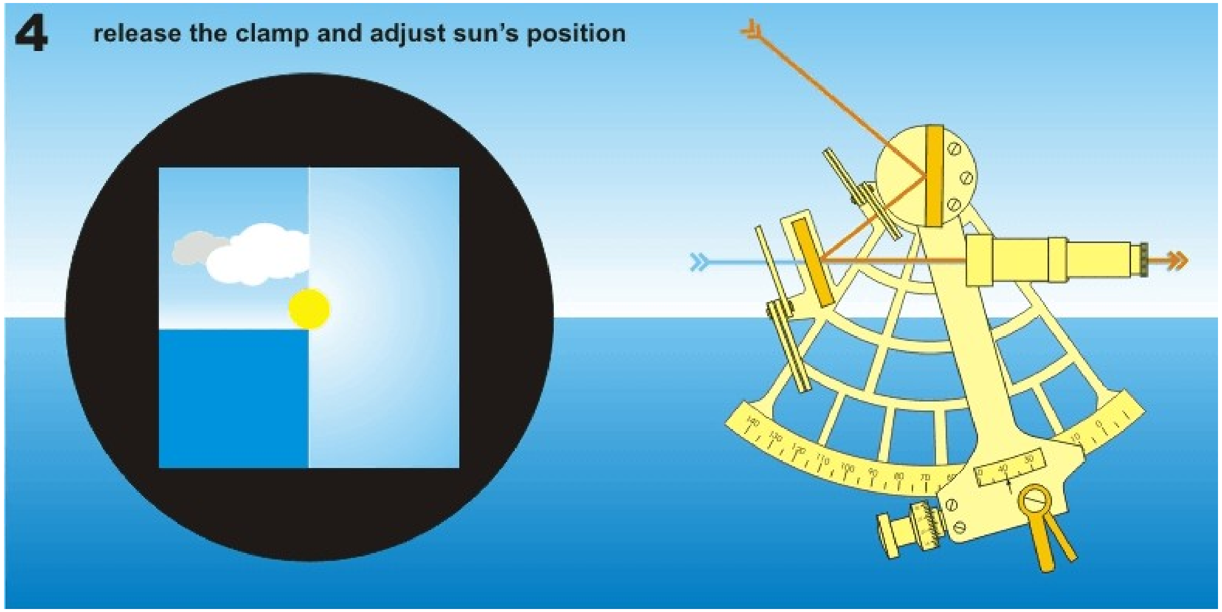
On voit deux parties , la partie gauche correspond à la vue de l'image sans reflexion, la partie droite est l'image obtenue par les miroirs.

1. En position de départ, les deux parties de l'image coïncident, on voit l'horizon .



2. On fait pivoter le miroir du haut jusqu'à voir le soleil.

3. On voit alors deux images, à gauche, la ligne d'horizon et à droite le soleil

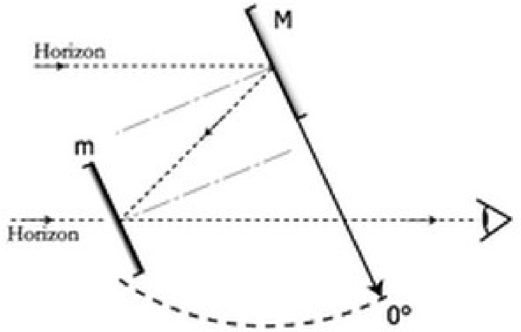


4. On fait coïncider les deux images (le soleil doit toucher la ligne d'horizon).

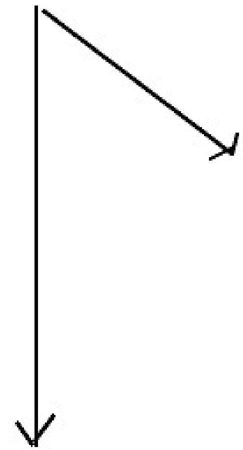
Il ne reste plus qu'à mesurer l'angle obtenu après inclinaison du miroir du haut.

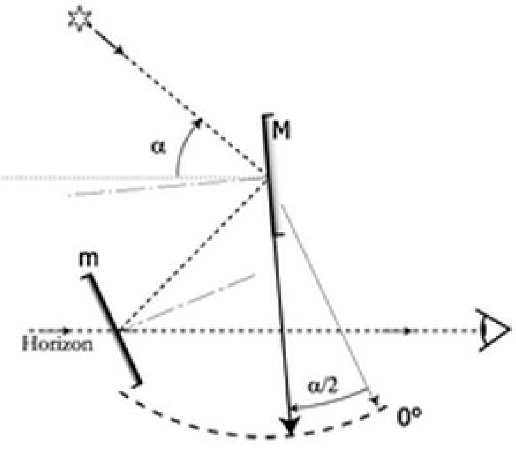
Principe de fonctionnement du sextant

Le sextant vise l'horizon



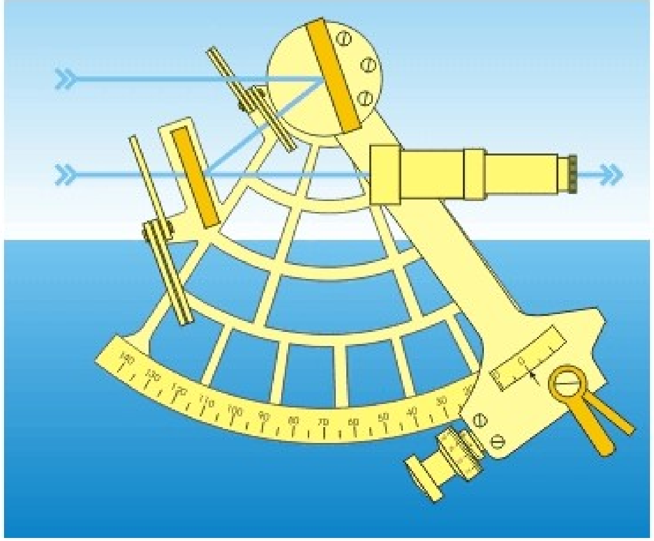
Le sextant vise le soleil

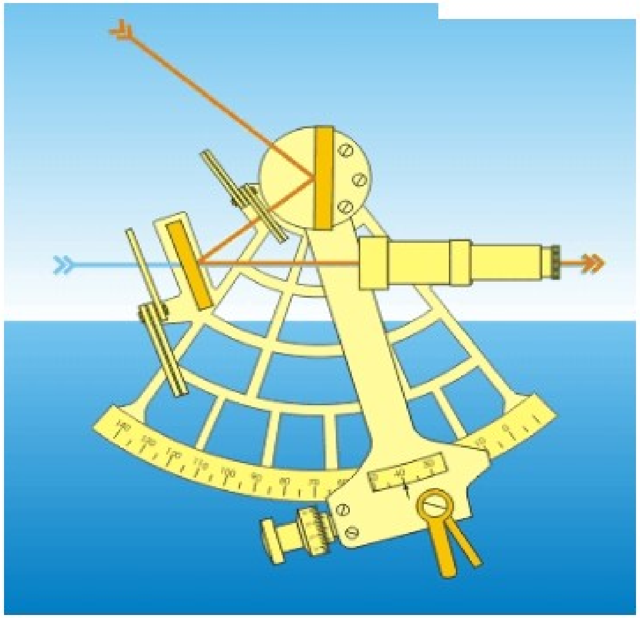




à gauche, au départ, les miroirs sont parallèles
on trouve les angles égaux grace au parallélisme

à droite, après pointage sur le soleil
le miroir du haut est incliné
on trouve les angles égaux grace à la loi de la reflexion
angle d'incidence = angle de reflexion



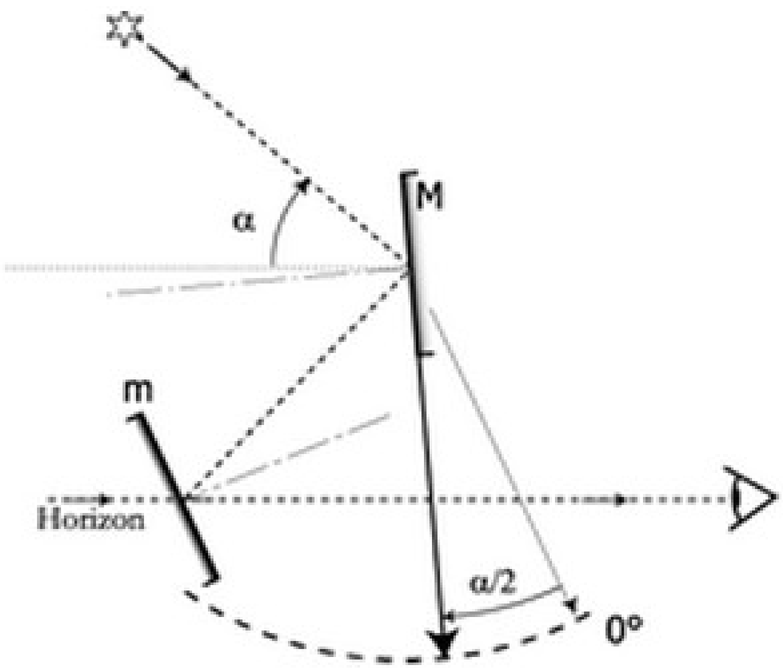


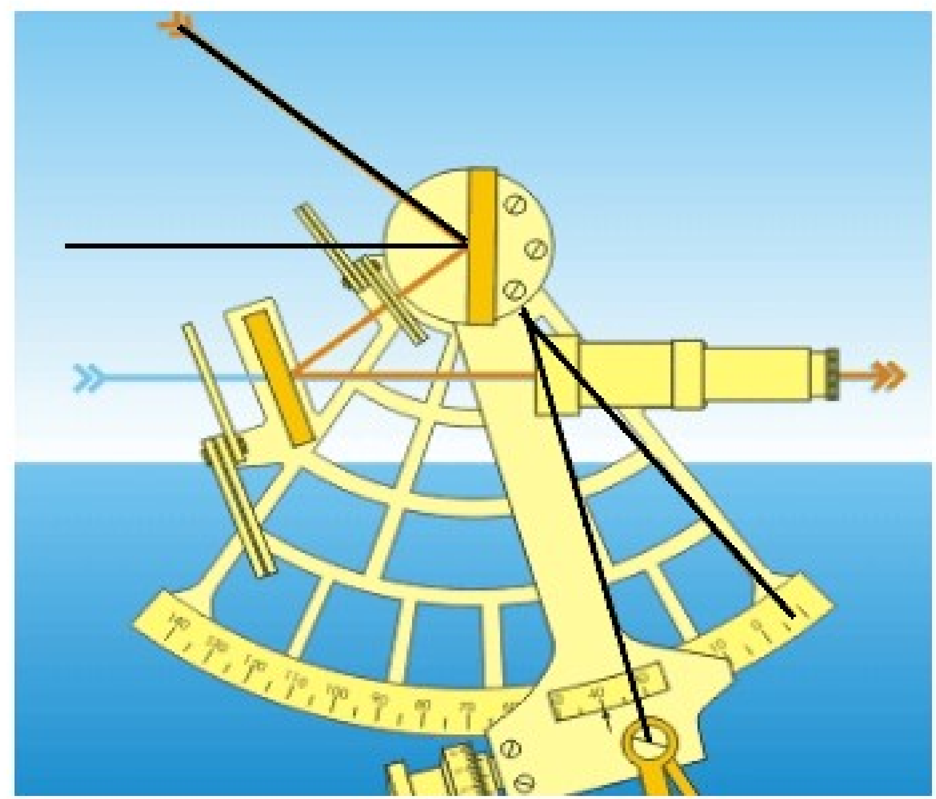
Démonstration mathématique

Cet atelier à pour but de vous faire démontrer que :

la hauteur du soleil mesure le double de l'angle mesuré sur le sextant.

Si on mesure 20° sur le sextant, on a un angle de 40° comme hauteur du soleil





Fiche n°2 : découverte du sextant

Figure n°1 : position de départ du sextant

règlage de la visée de l'horizon

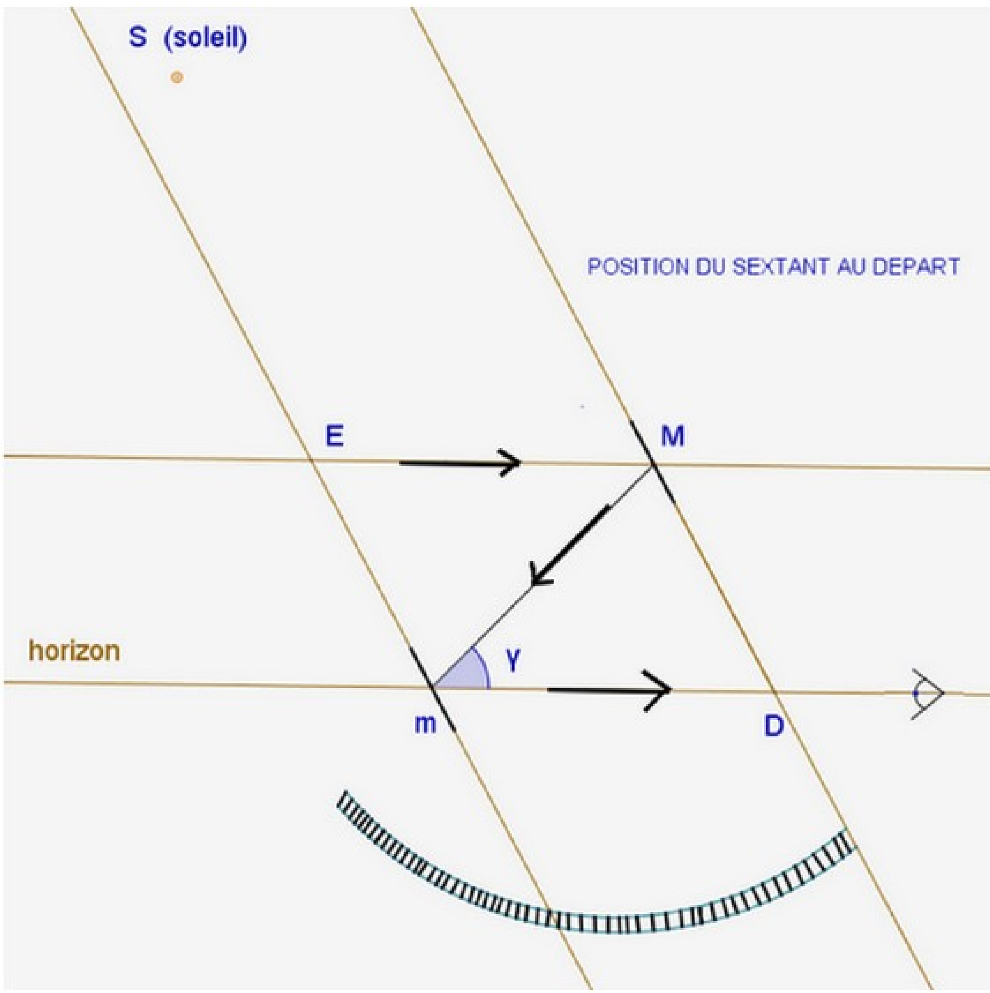
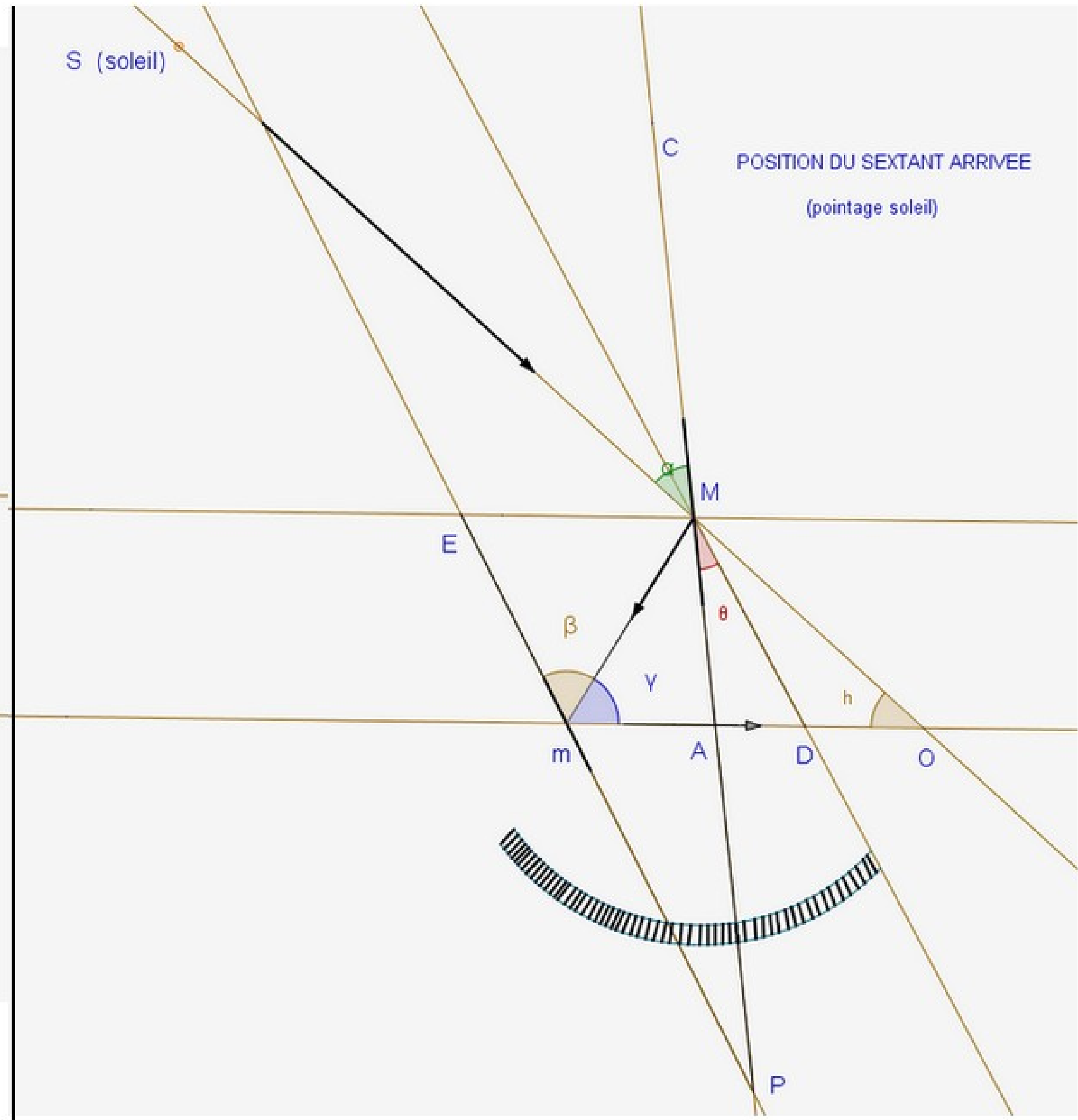
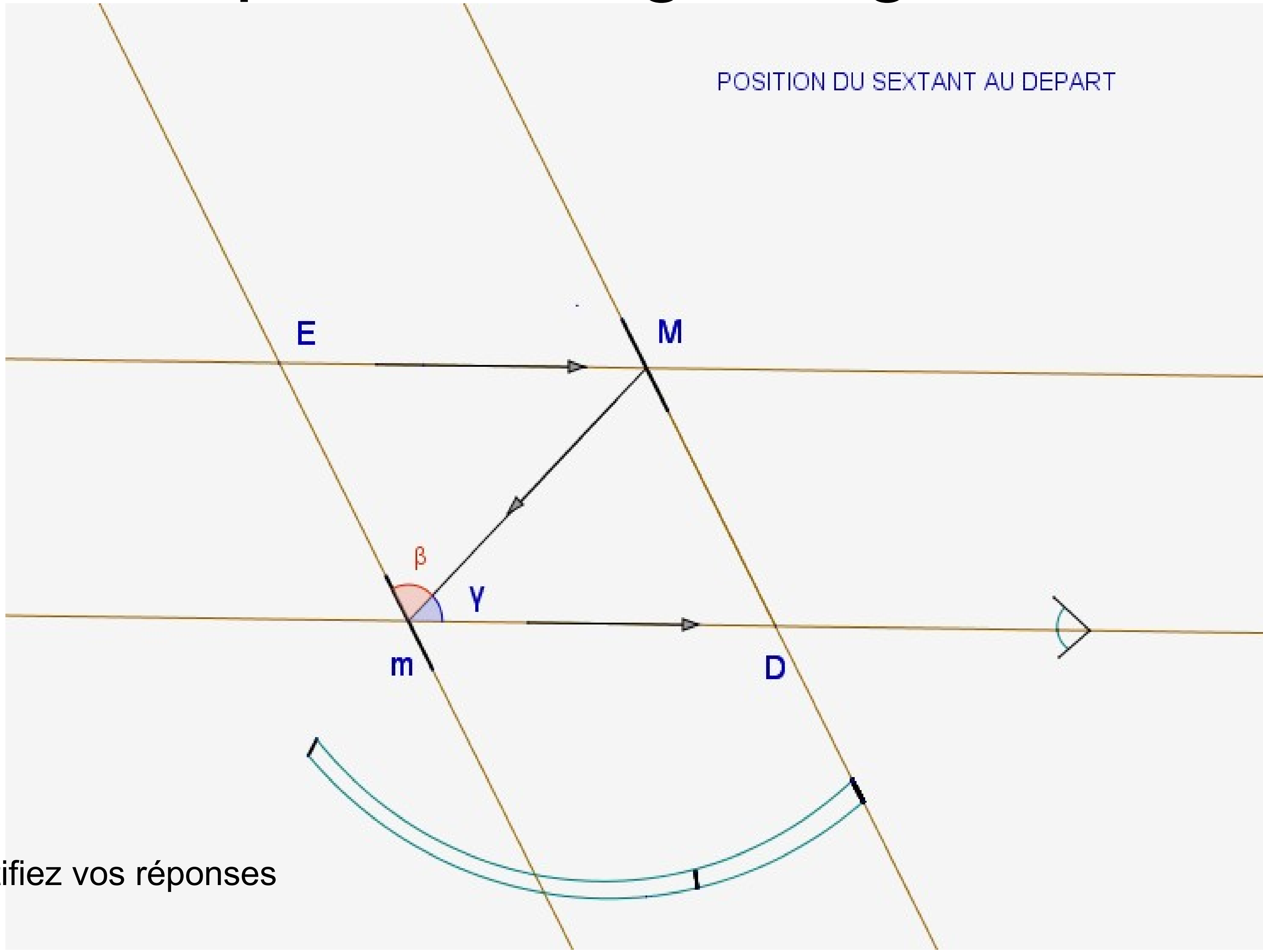


Figure n°2 : position d'arrivée du sextant

Réglage de la visée du soleil

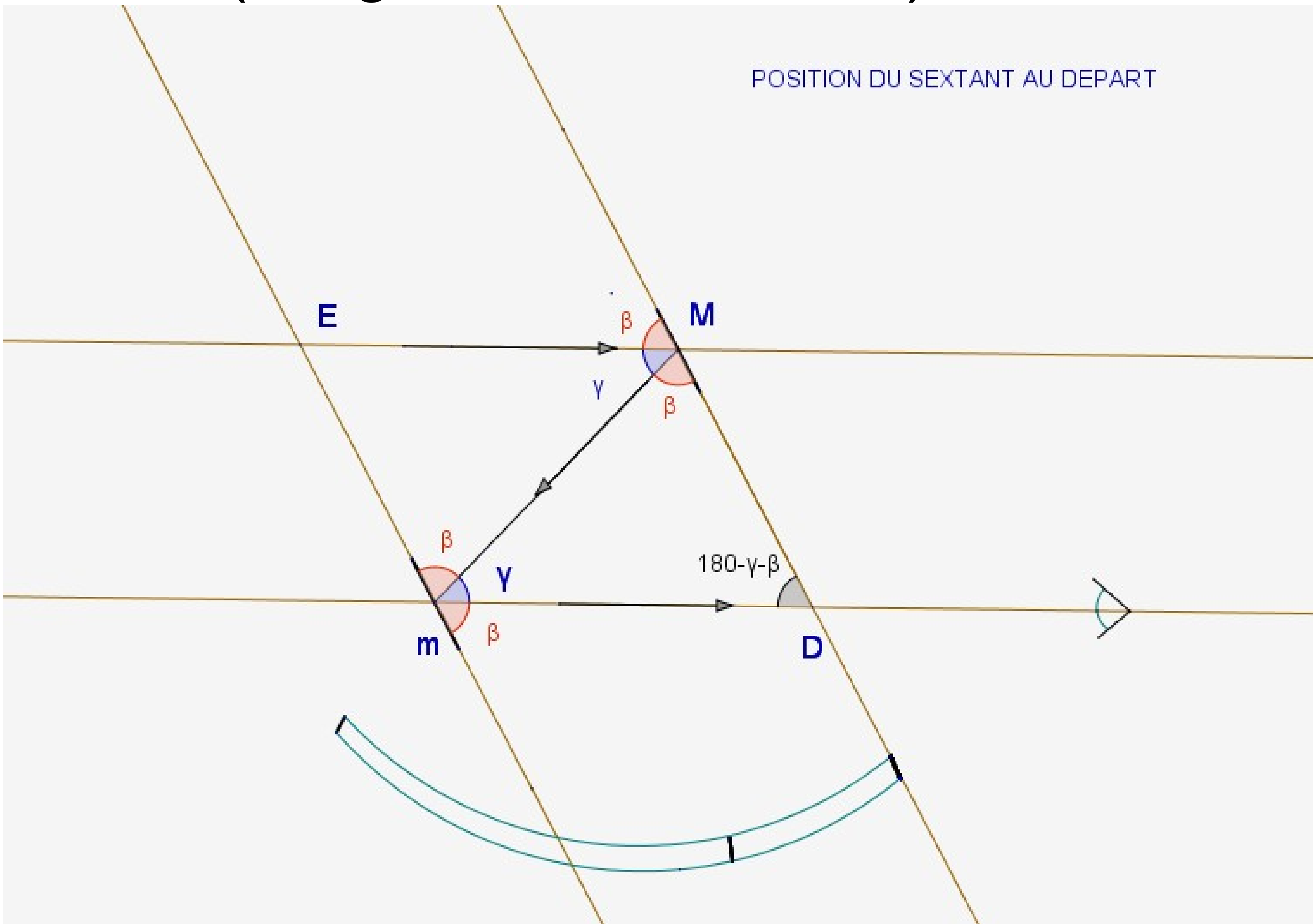


Marquez les angles égaux

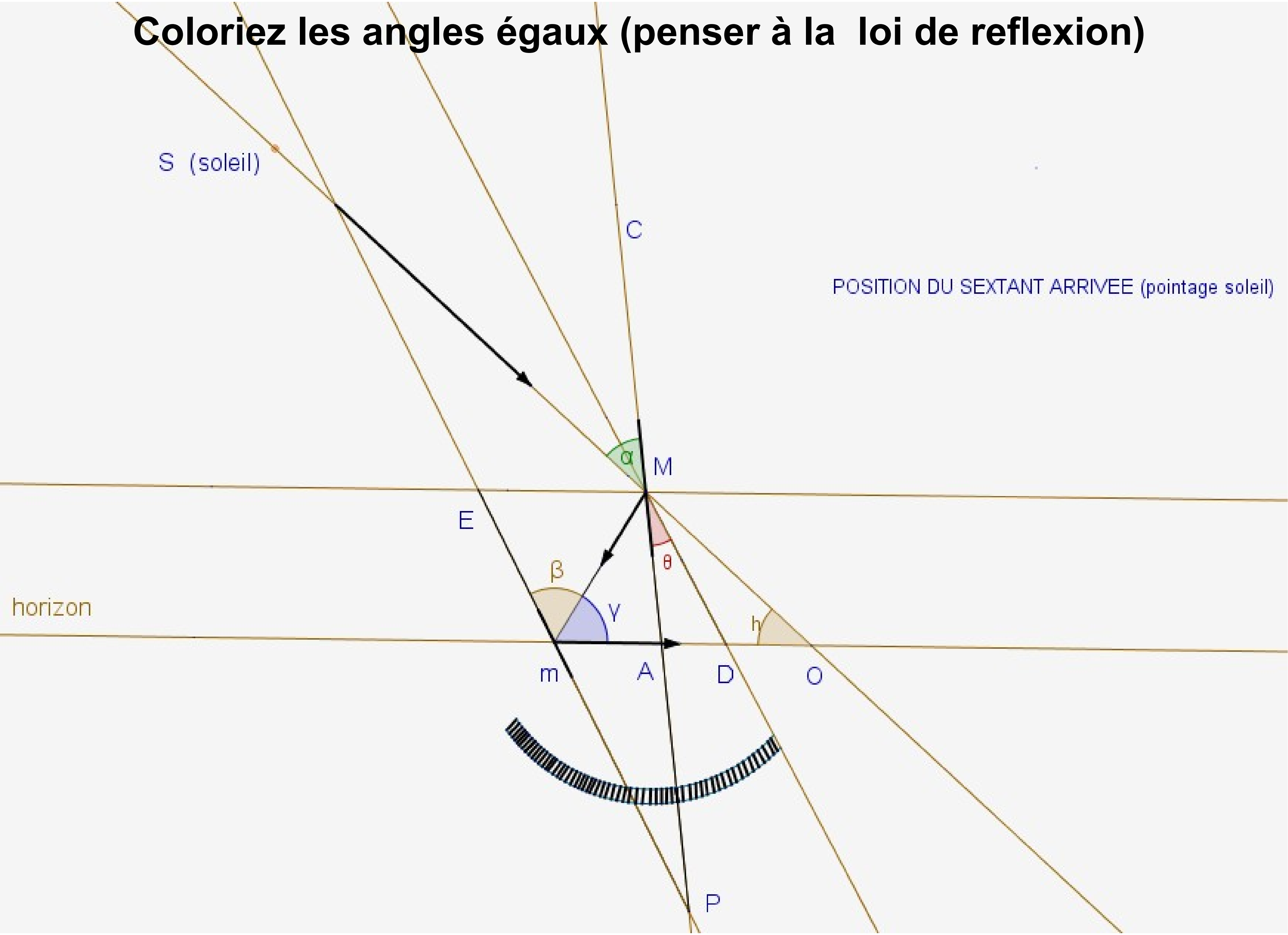


Justifiez vos réponses

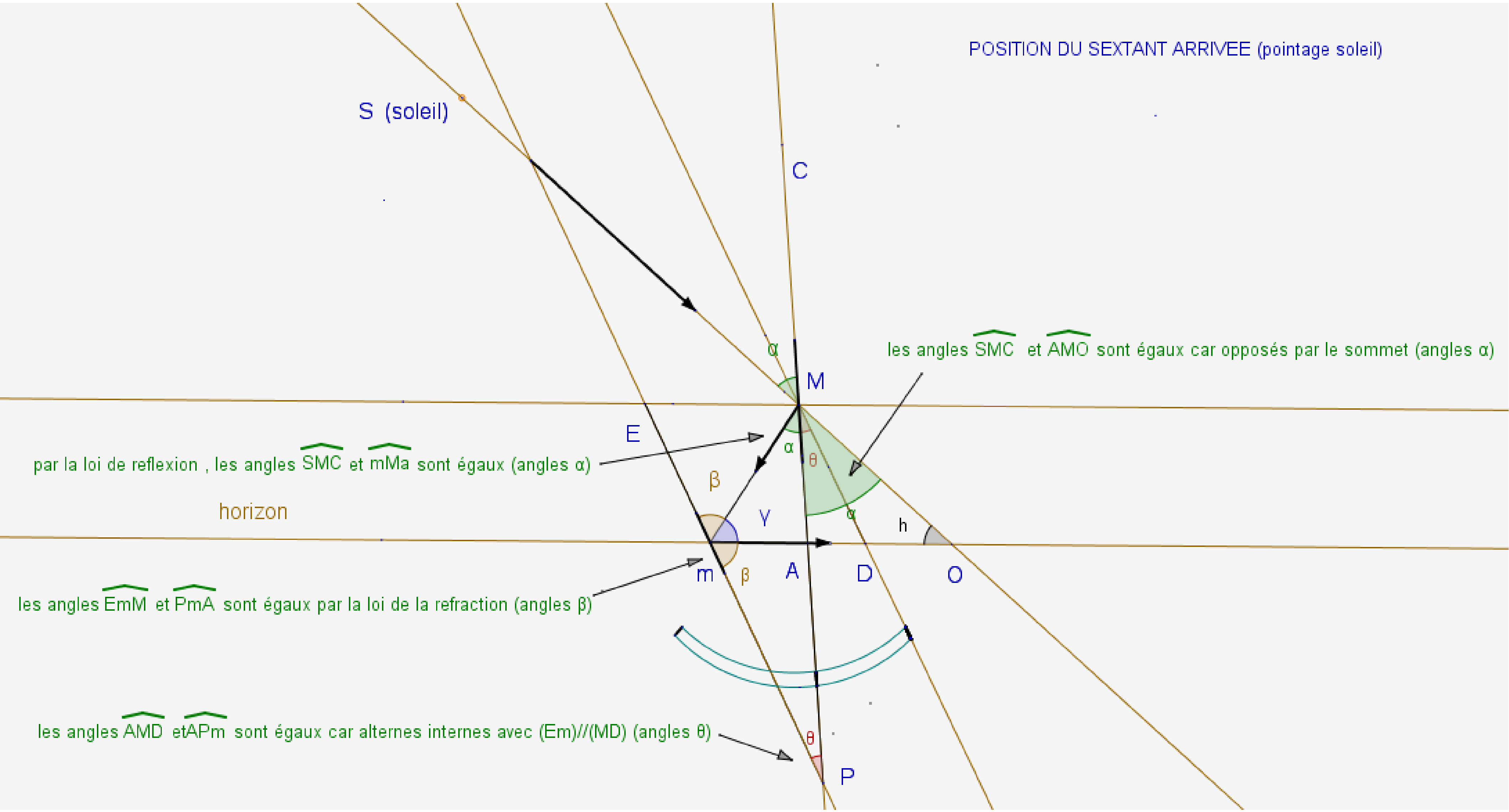
Voici des solutions recherchées
(l'angle D est facultatif)



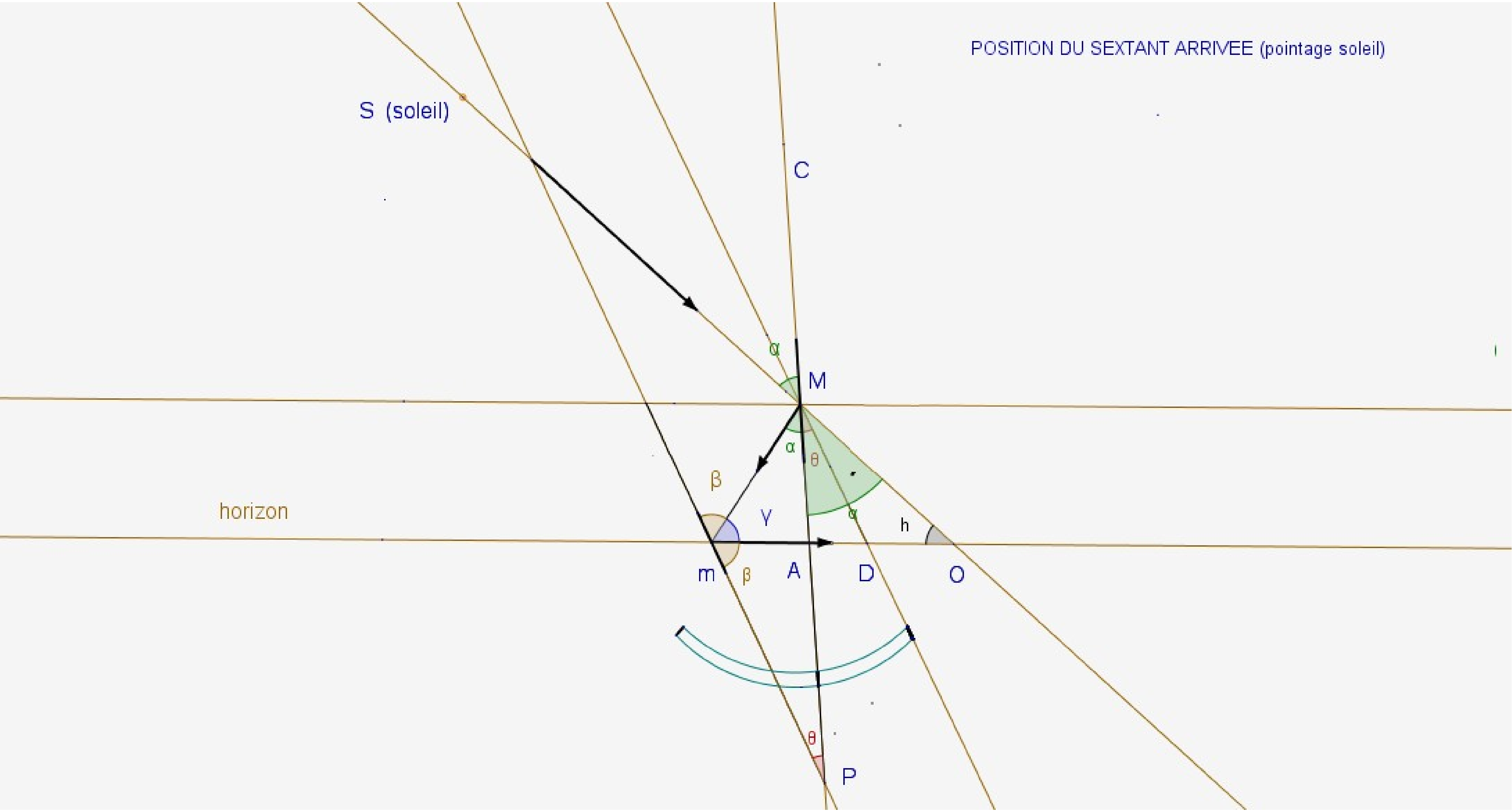
Coloriez les angles égaux (penser à la loi de reflexion)

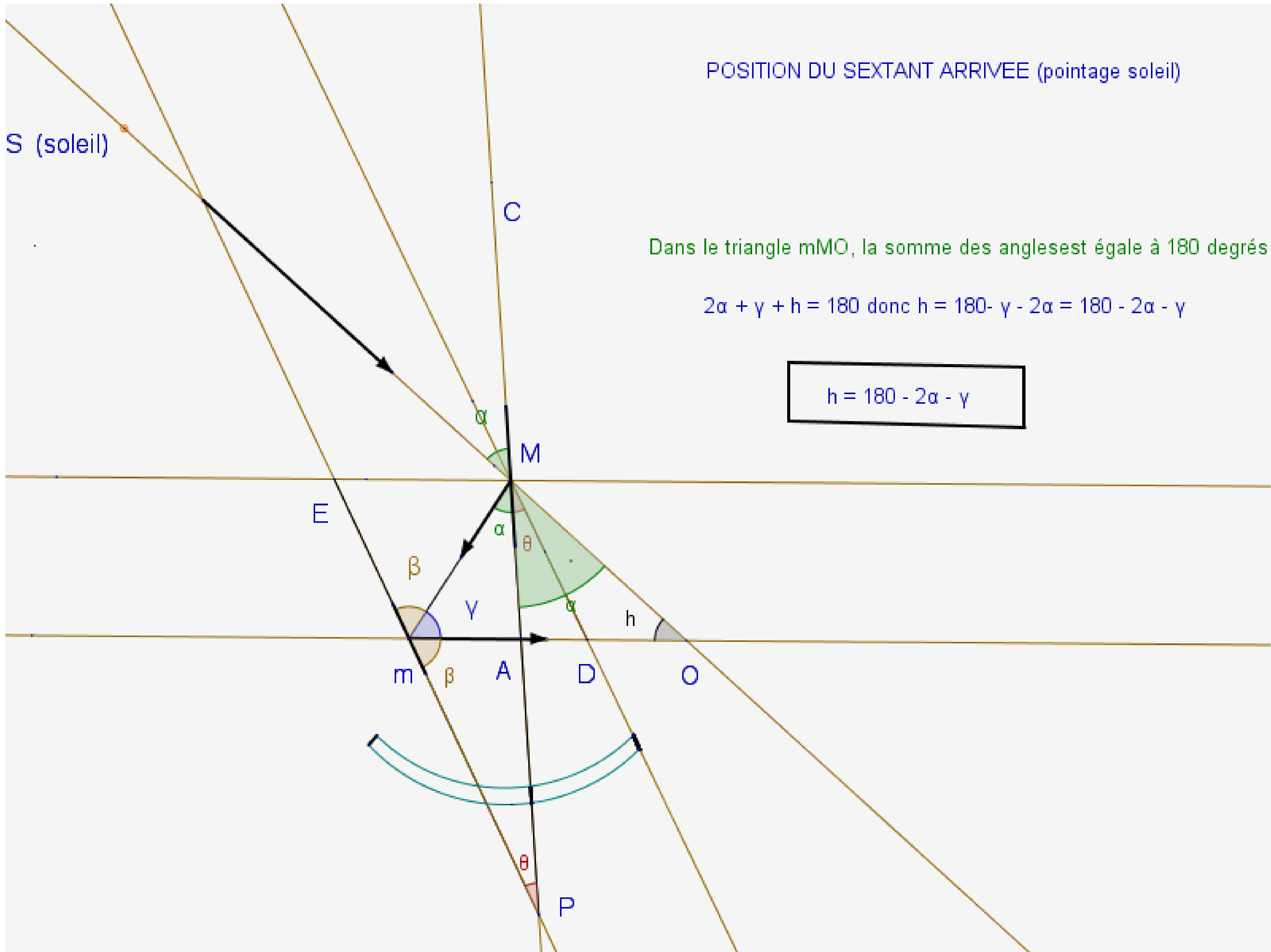


Voici les solutions



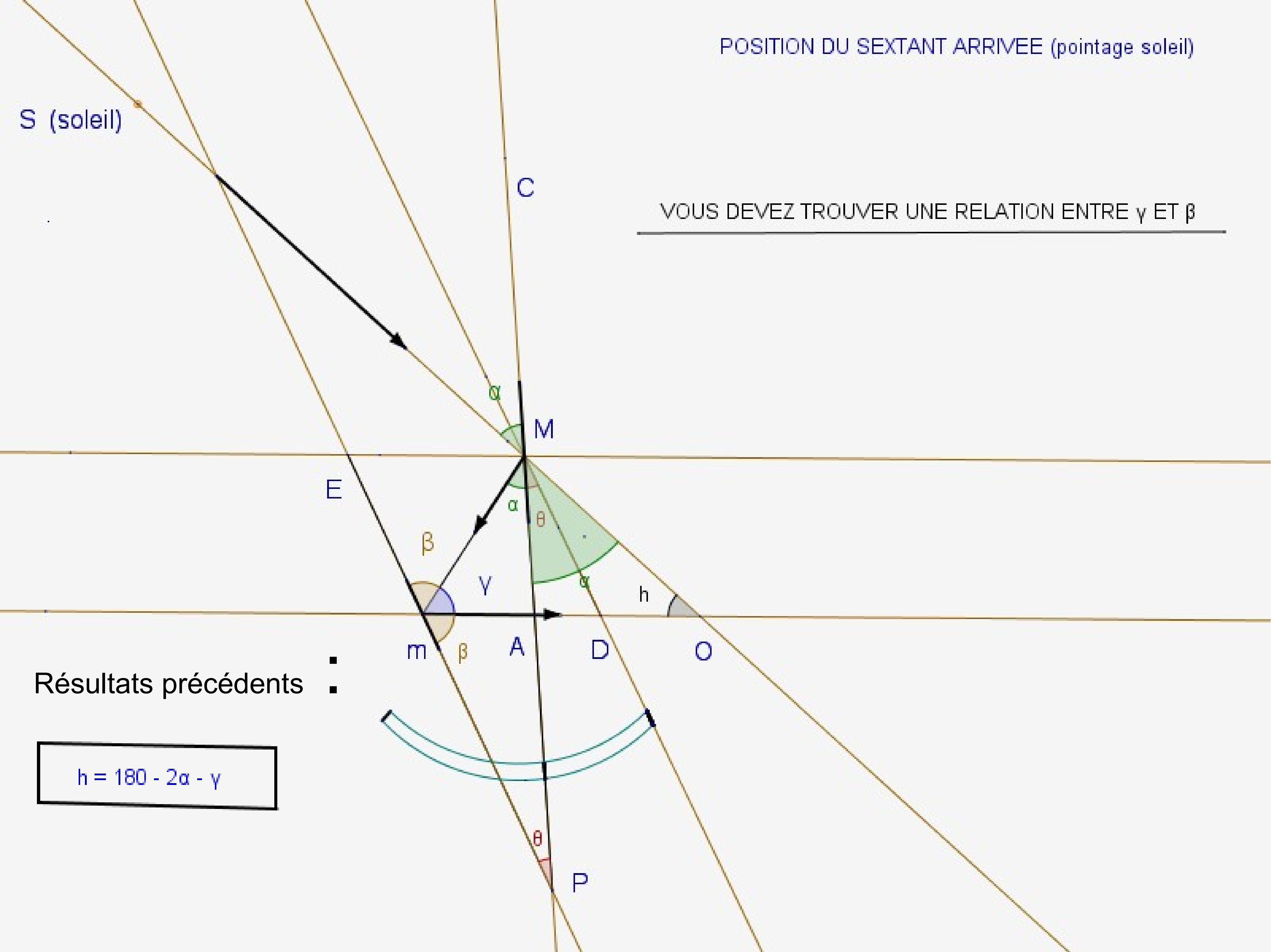
Vous devez trouver une relation
h = ...




POSITION DU SEXTANT ARRIVEE (pointage soleil)
S (soleil)
C
Dans le triangle mMO, la somme des anglesest égale à 180 degrés
2α + γ + h = 180 donc h = 180- γ - 2α = 180 - 2α - γ
h = 180 - 2α - γ
α
M
E
α
θ
β
γ
α
h
m
β
A
D
O
θ
P

POSITION DU SEXTANT ARRIVEE (pointage soleil)

VOUS DEVEZ TROUVER UNE RELATION ENTRE γ ET β



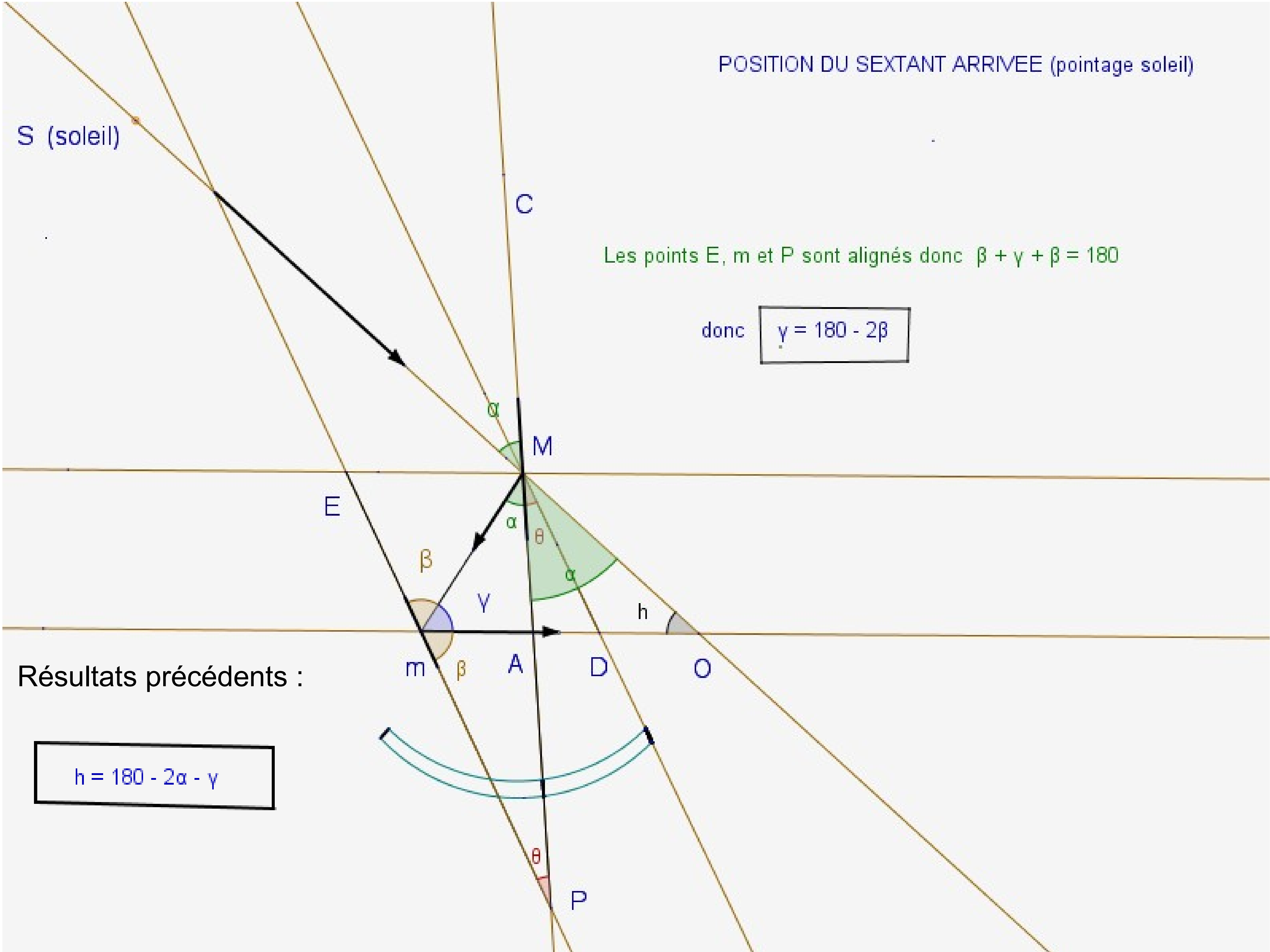
Résultats précédents :

$h = 180 - 2\alpha - \gamma$

POSITION DU SEXTANT ARRIVEE (pointage soleil)

Les points E, m et P sont alignés donc $\beta + \gamma + \beta = 180$

donc $\boxed{\gamma = 180 - 2\beta}$

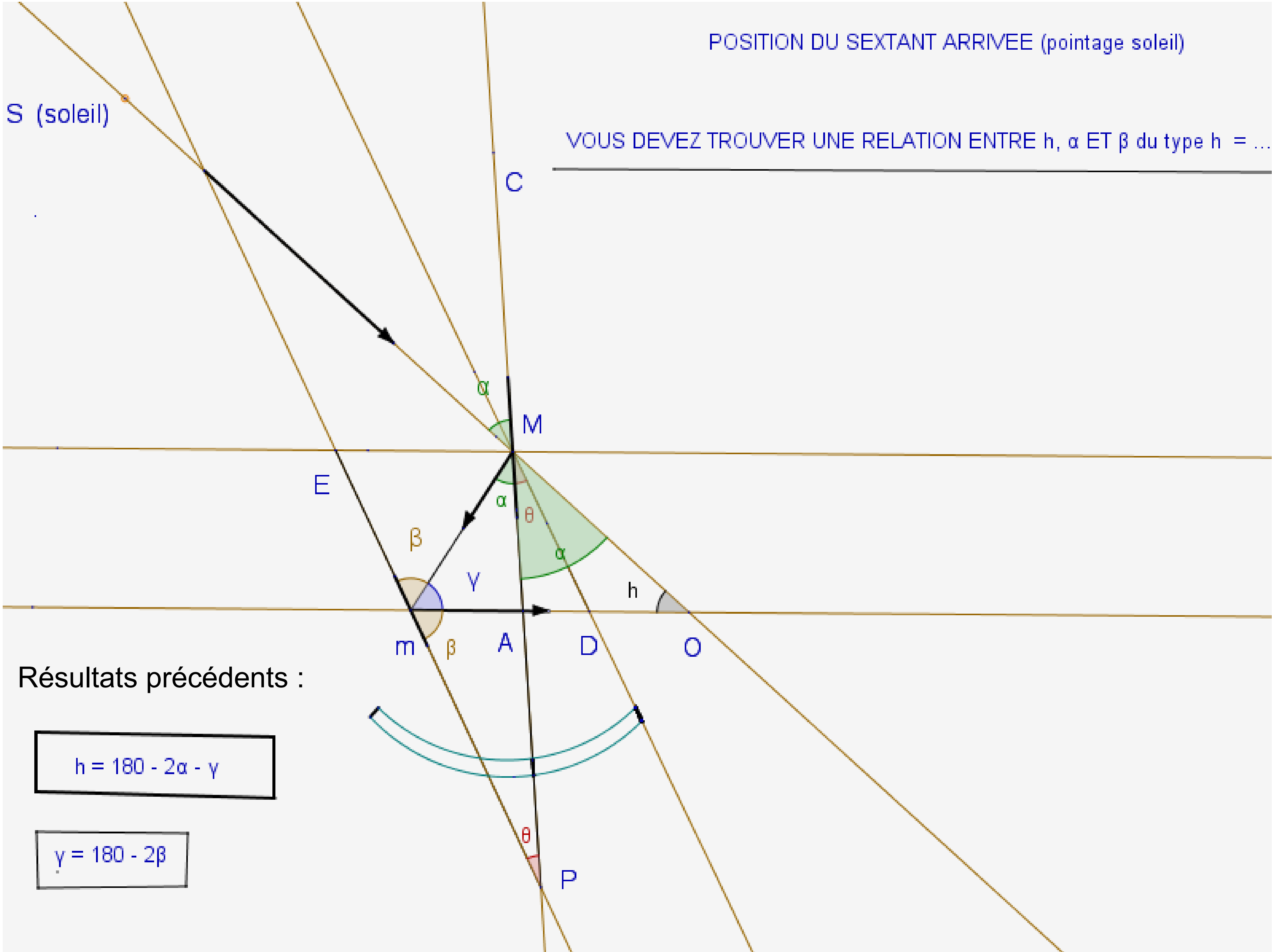


Résultats précédents :

$\boxed{h = 180 - 2\alpha - \gamma}$

POSITION DU SEXTANT ARRIVEE (pointage soleil)

VOUS DEVEZ TROUVER UNE RELATION ENTRE h, α ET β du type h = ...



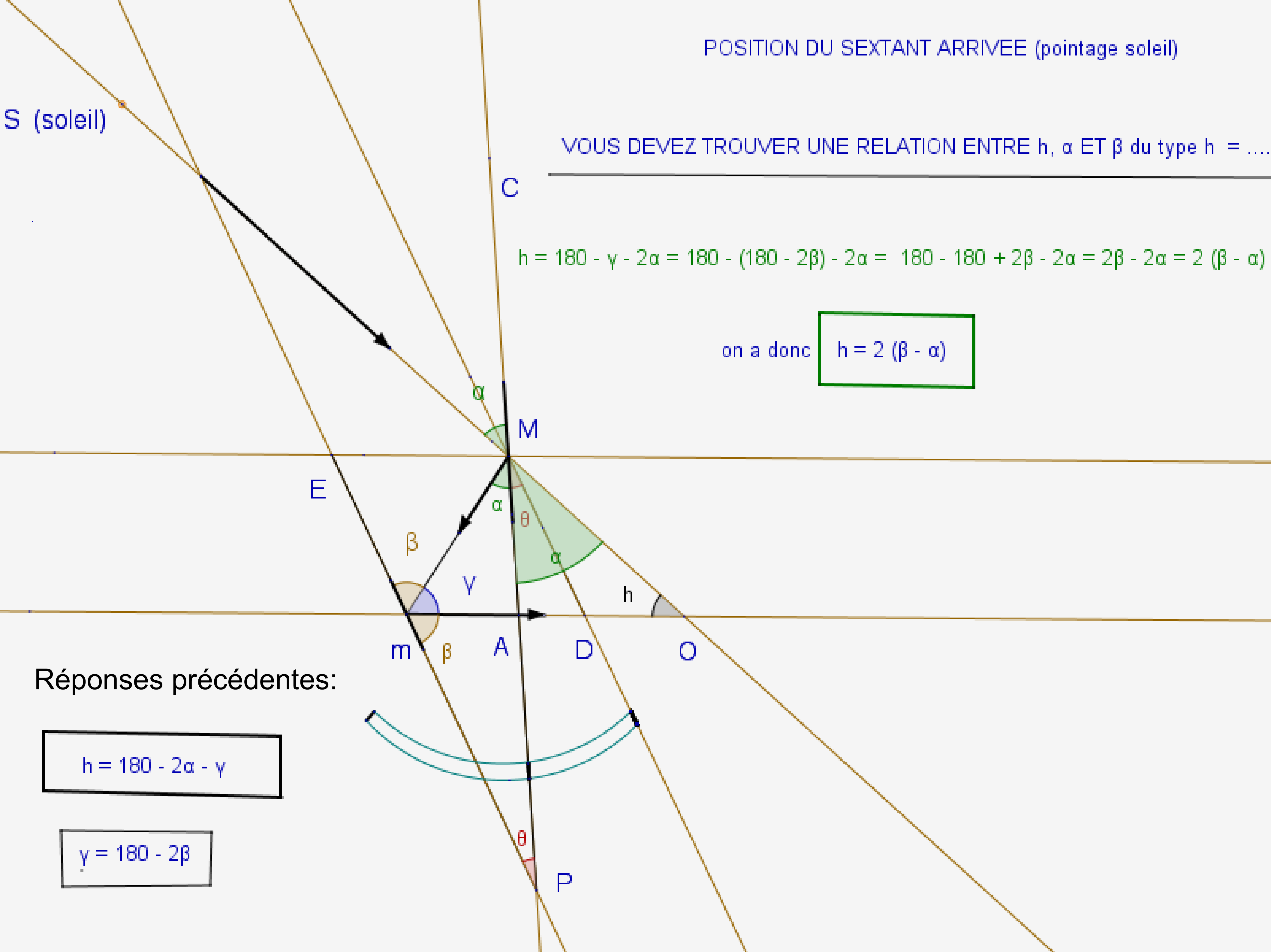
Résultats précédents :

$\boxed{h = 180 - 2\alpha - \gamma}$

$\boxed{\gamma = 180 - 2\beta}$

POSITION DU SEXTANT ARRIVEE (pointage soleil)

VOUS DEVEZ TROUVER UNE RELATION ENTRE h, α ET β du type h = ...



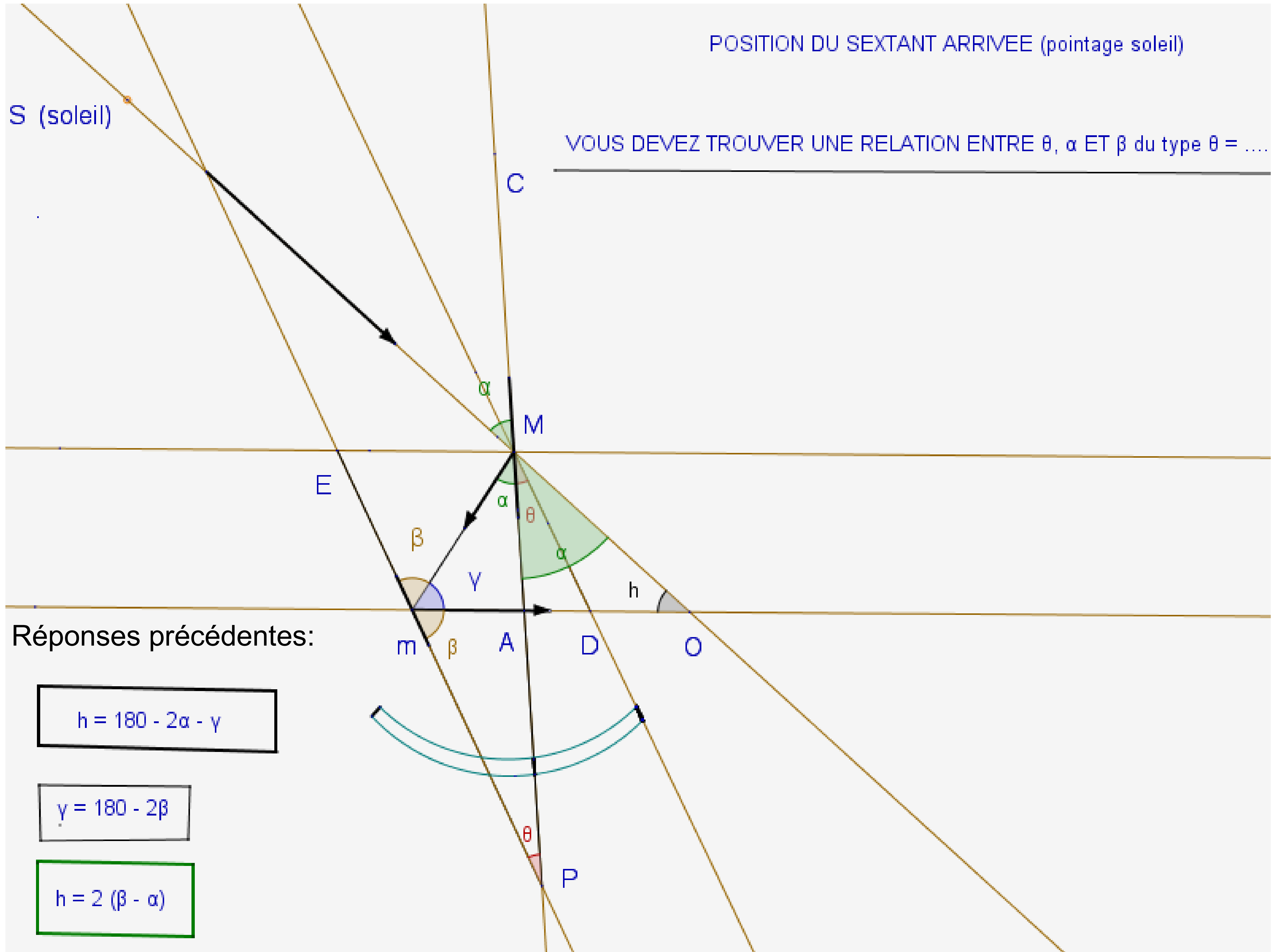
$h = 180 - \gamma - 2\alpha = 180 - (180 - 2\beta) - 2\alpha = 180 - 180 + 2\beta - 2\alpha = 2\beta - 2\alpha = 2(\beta - \alpha)$

on a donc $\boxed{h = 2(\beta - \alpha)}$

Réponses précédentes:

$\boxed{h = 180 - 2\alpha - \gamma}$

$\boxed{\gamma = 180 - 2\beta}$


POSITION DU SEXTANT ARRIVEE (pointage soleil)
VOUS DEVEZ TROUVER UNE RELATION ENTRE θ, α ET β du type θ = ...
S (soleil)
C
M
E
α
α
θ
α
β
γ
h
m
β
A
D
O
θ
P
Réponses précédentes:
h = 180 - 2α - γ
γ = 180 - 2β
h = 2 (β - α)

POSITION DU SEXTANT ARRIVEE (pointage soleil)

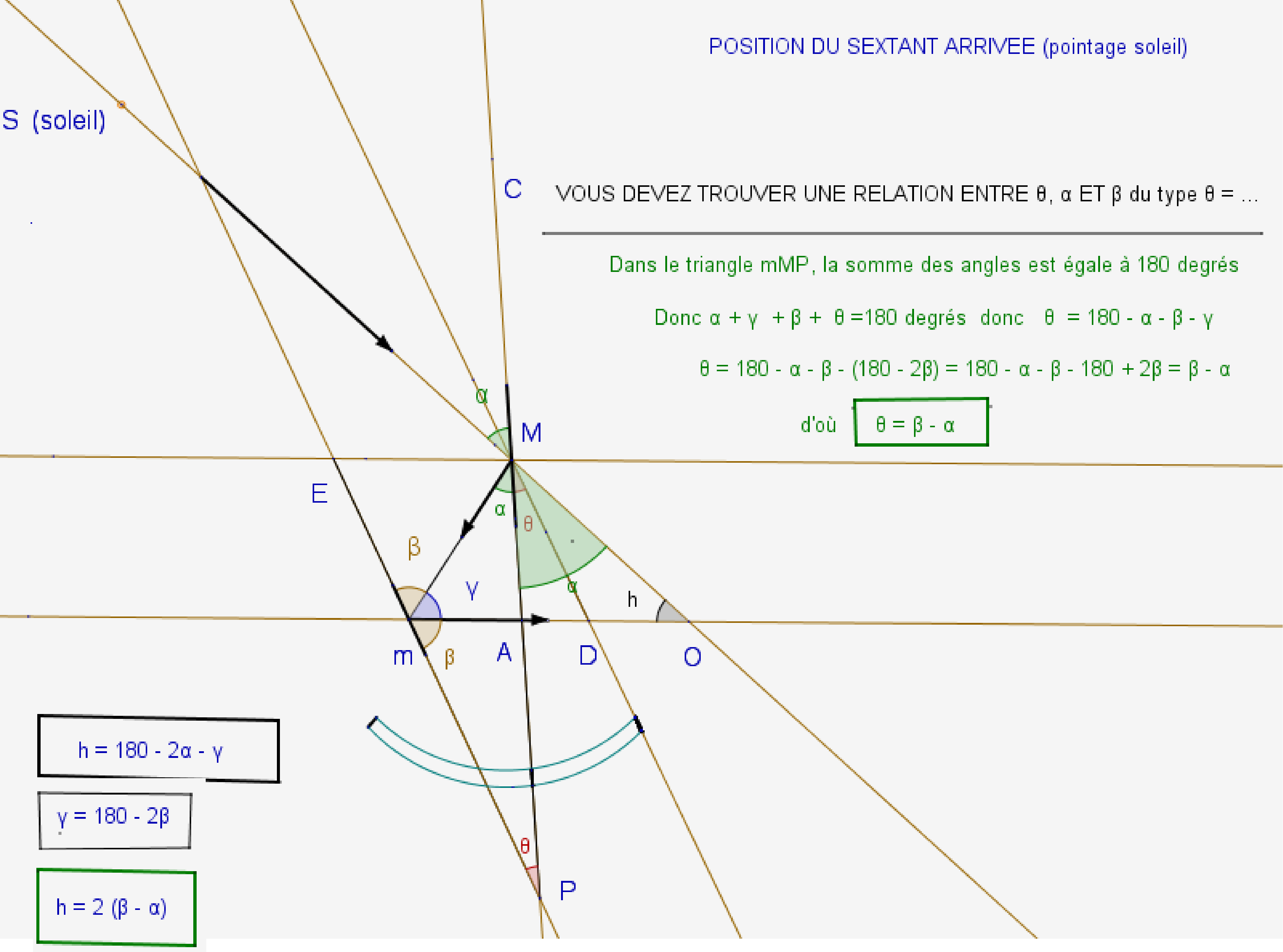
VOUS DEVEZ TROUVER UNE RELATION ENTRE θ, α ET β du type θ = ...

Dans le triangle mMP, la somme des angles est égale à 180 degrés

Donc $\alpha + \gamma + \beta + \theta = 180$ degrés donc $\theta = 180 - \alpha - \beta - \gamma$

$\theta = 180 - \alpha - \beta - (180 - 2\beta) = 180 - \alpha - \beta - 180 + 2\beta = \beta - \alpha$

d'où $\boxed{\theta = \beta - \alpha}$



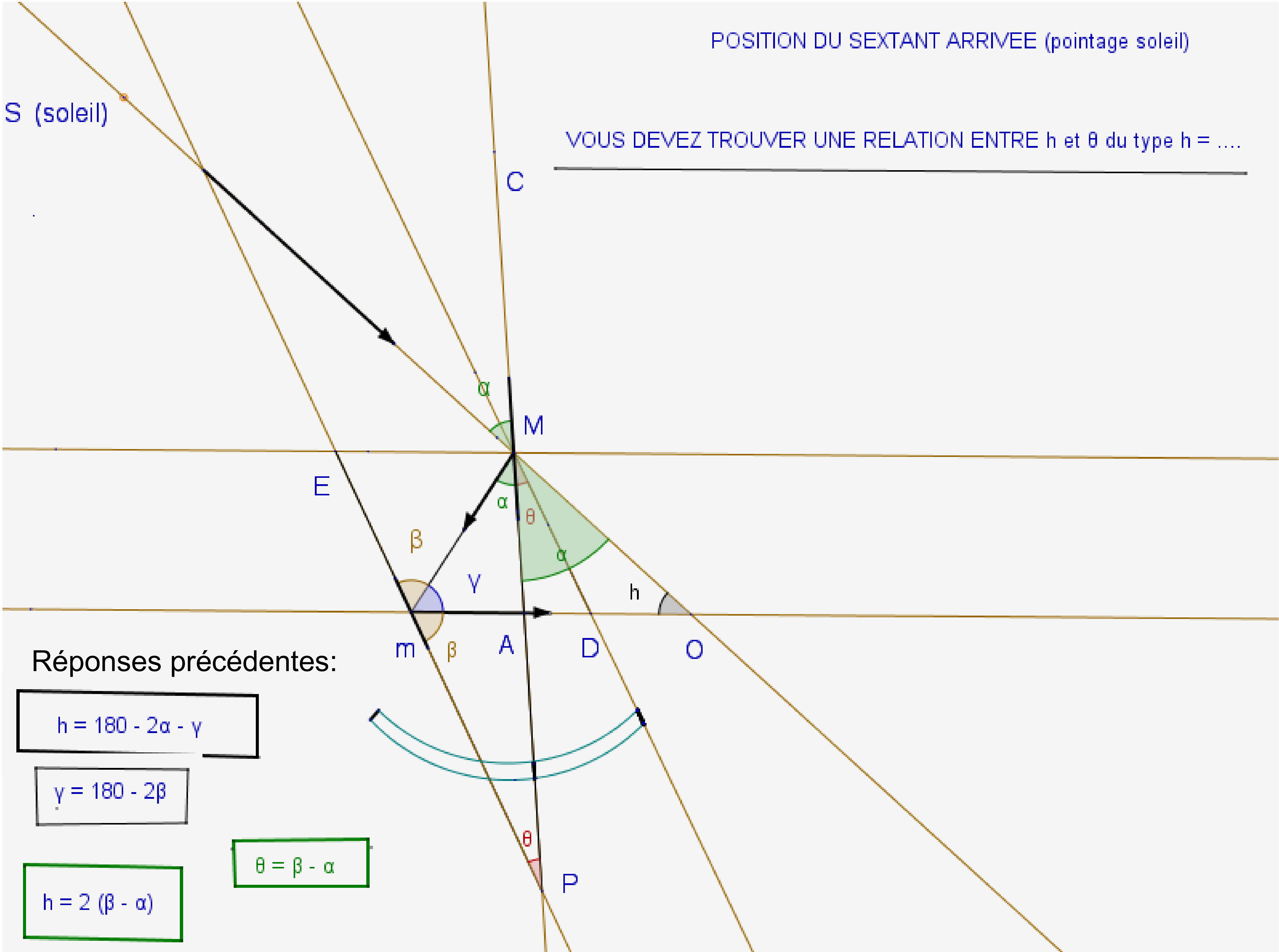
$\boxed{h = 180 - 2\alpha - \gamma}$

$\boxed{\gamma = 180 - 2\beta}$

$\boxed{h = 2(\beta - \alpha)}$

POSITION DU SEXTANT ARRIVEE (pointage soleil)

VOUS DEVEZ TROUVER UNE RELATION ENTRE h et θ du type h = ...



Réponses précédentes:

$h = 180 - 2\alpha - \gamma$

$\gamma = 180 - 2\beta$

$\theta = \beta - \alpha$

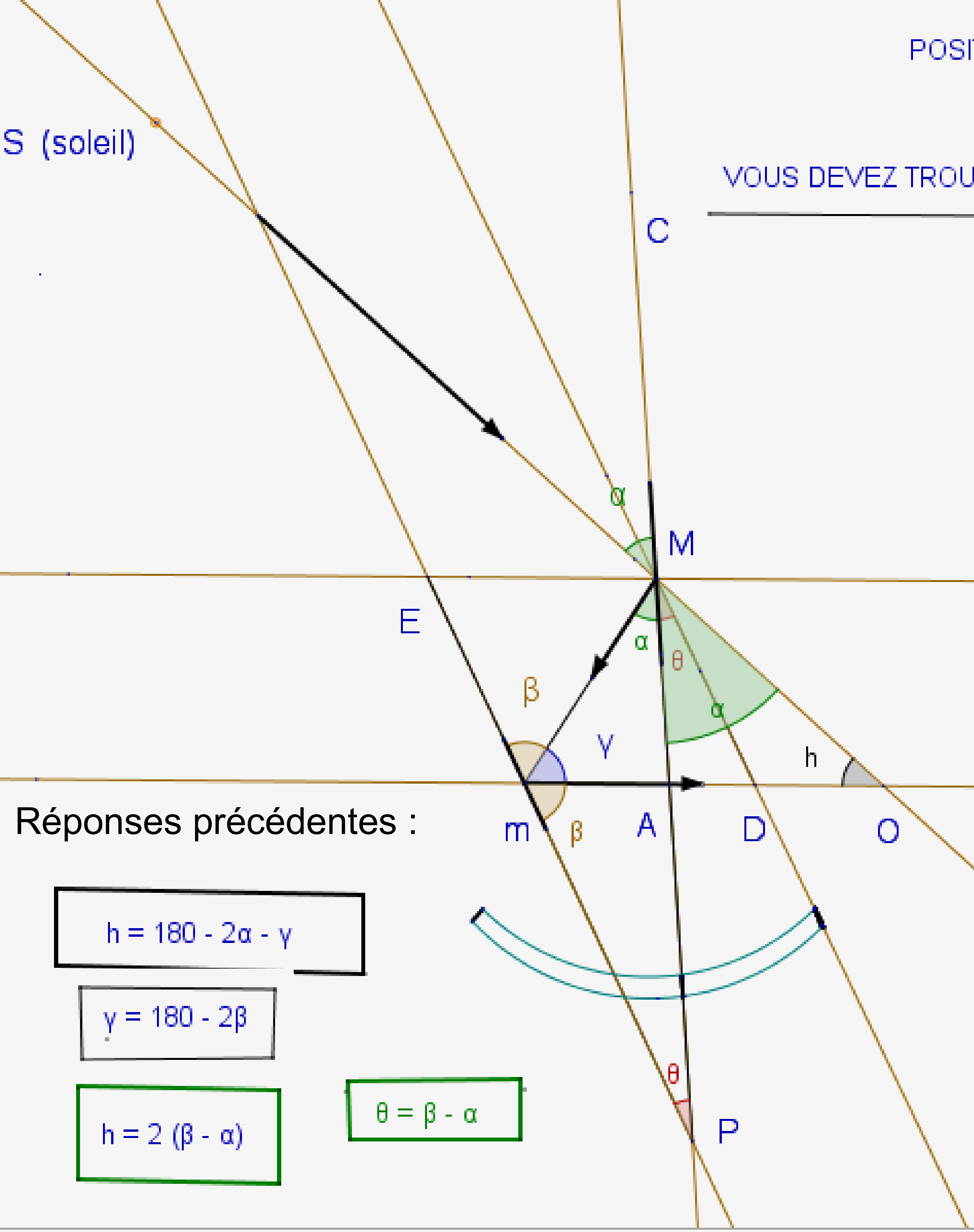
$h = 2(\beta - \alpha)$

POSITION DU SEXTANT ARRIVEE (pointage soleil)

VOUS DEVEZ TROUVER UNE RELATION ENTRE h et θ du type h = ...

$h = 2\beta - 2\alpha = 2(\beta - \alpha) = 2\theta$ car $\theta = \beta - \alpha$

donc $\boxed{h = 2\theta}$ C.Q.F.D.



Réponses précédentes :

$\boxed{h = 180 - 2\alpha - \gamma}$

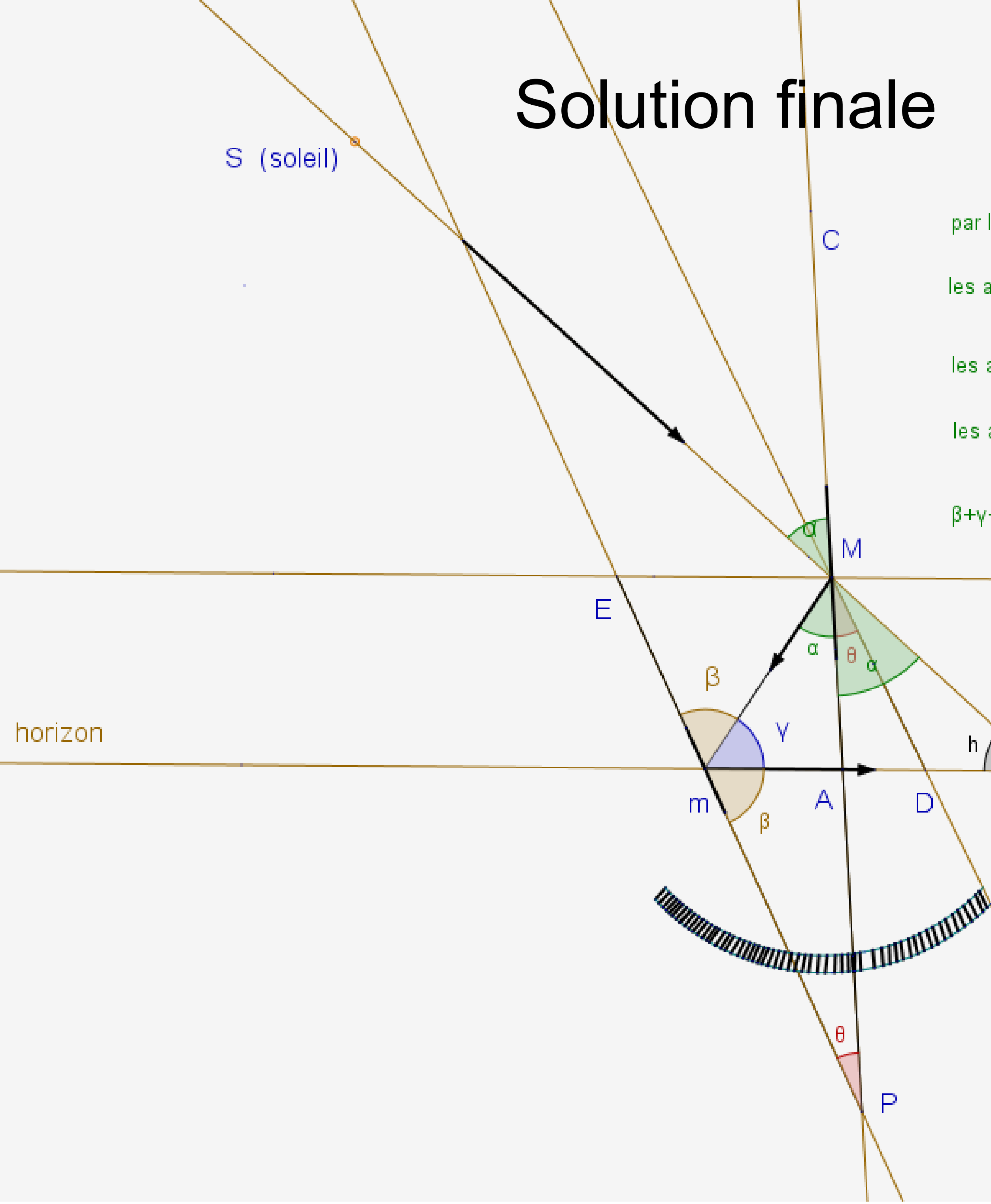
$\boxed{\gamma = 180 - 2\beta}$

$\boxed{h = 2(\beta - \alpha)}$

$\boxed{\theta = \beta - \alpha}$

ON A BIEN $h = 2\theta$

Solution finale



POSITION DU SEXTANT ARRIVEE (pointage soleil)

par la loi de reflexion , les angles $\widehat{SMC}$ et $\widehat{mMA}$ sont égaux

les angles $\widehat{SMC}$ et $\widehat{AMO}$ sont égaux car opposés par le sommet

les angles $\widehat{EmM}$ et $\widehat{PmA}$ sont égaux par la loi de la refraction

les angles $\widehat{AMD}$ et $\widehat{APm}$ sont égaux car alternes internes avec (Em)//(MD)

$\beta+\gamma+\beta = 180$ car les points E,m et P sont alignés donc $\gamma = 180 - 2\beta$

Dans le triangle mMP, la somme des angles est égale à 180 degrés

Donc $\alpha+\gamma+\beta+\theta=180$ donc $\theta=180-\alpha-\beta-\gamma$

or $\gamma = 180 - 2\beta$ donc $\theta=180-\alpha-\beta-(180-2\beta)$

d'où $\theta = \beta - \alpha$

Dans le triangle mMO, la somme des angles = 180 degrés

$2\alpha+\gamma+h=180$ donc $h= 180-\gamma-2\alpha=180-(180-2\beta)-2\alpha$

Donc $h = 2\beta-2\alpha=2(\beta-\alpha)=2\theta$ car $\theta=\beta-\alpha$

ON A BIEN $h = 2\theta$

Vous avez donc démontré que
l'angle que l'on mesure sur le sextant mesure la moitié de la hauteur du soleil.

Dans un premier temps

On doit construire un instrument avec deux miroirs et les mettre en position parallèle,
ceci afin de retrouver la position du départ (visée de l'horizon).

Dans un deuxième temps,

On crée une graduation qui double tous les angles d'un rapporteur de 60°
(cercle de 360° / 6 d'où le nom de sextant) puis
on la met en place en position départ (visée de l'horizon).

Dans un troisième temps,

On fabrique la visée et on met des verres teintés
pour ne pas être ébloui par l'image du soleil.