

La mesure des distances à l'intérieur du système solaire

La triangulation

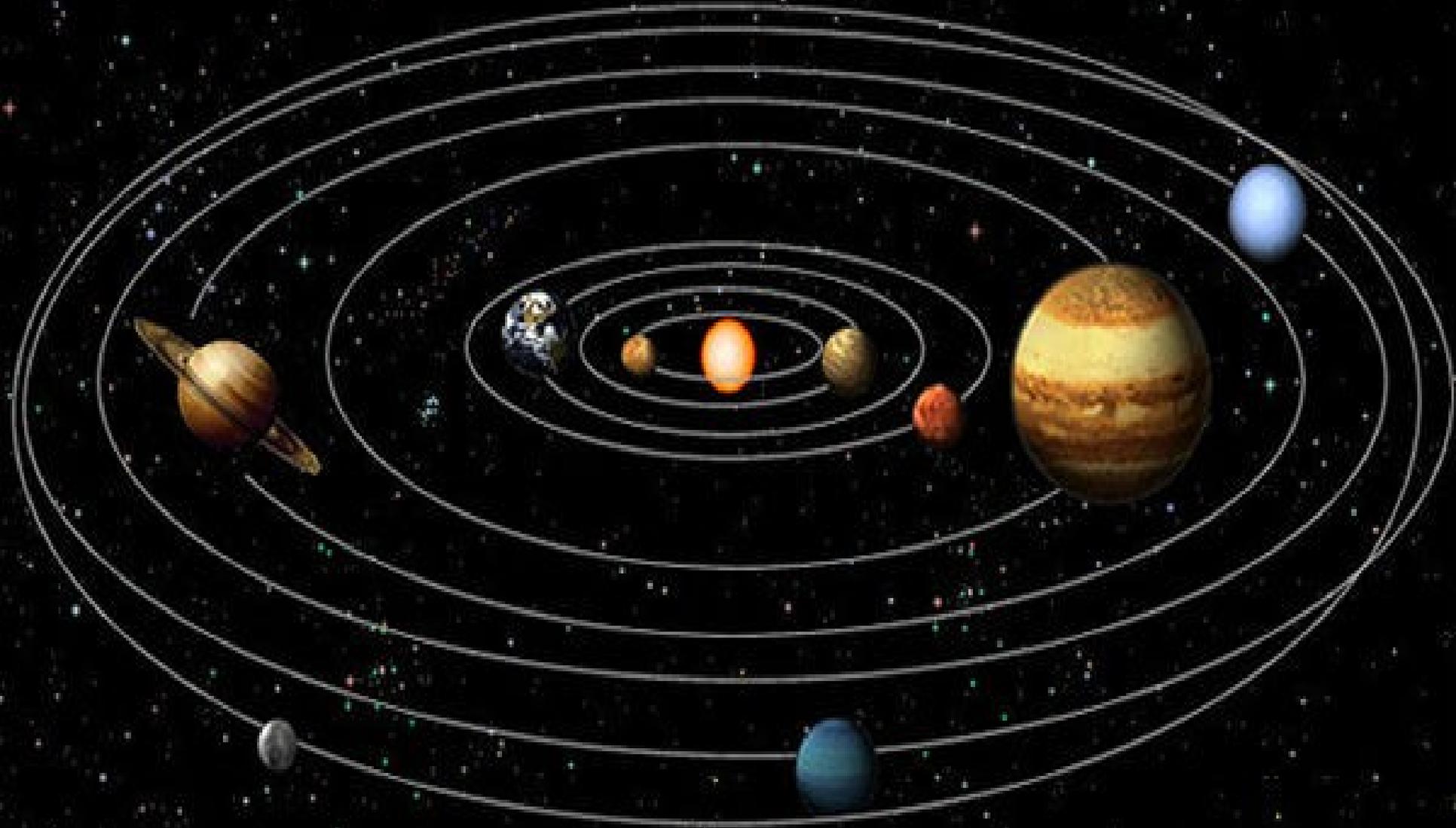
Lois de Kepler

Détermination des temps orbitaux

Détermination des distances orbitales

Le Soleil, 8 planètes, et ...Pluton

Chacune d'elles sur son orbite à sa vitesse... Par hasard ?



Depuis Euclide, la somme des angles d'un triangle est égale à un angle plat.

C'est-à-dire

180°

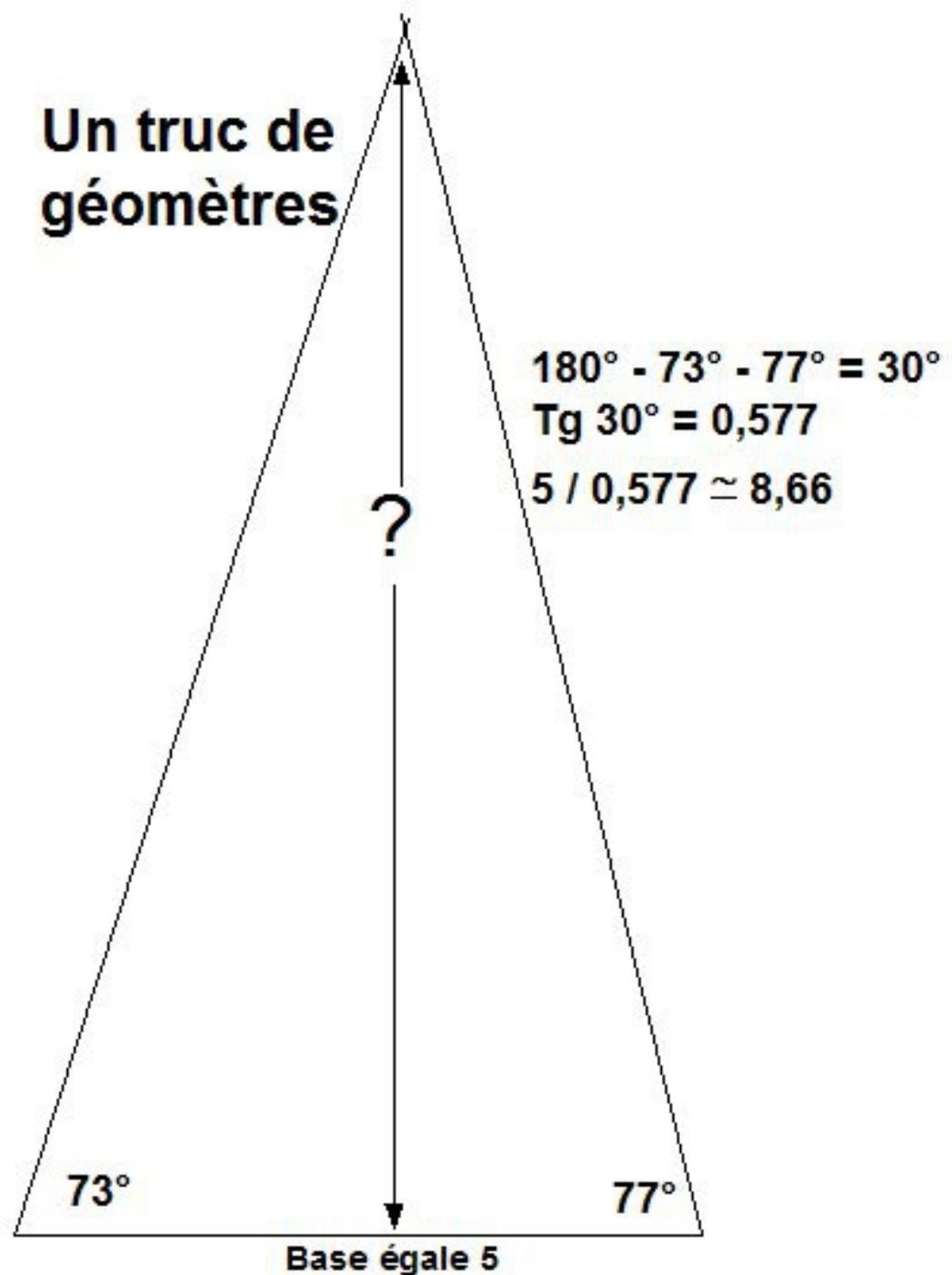
ou

200 grades

Ou

π Radians

À droite, s'agissant de distances stellaires, l'angle au sommet est petit, et une simple division donne déjà une bonne approximation de la distance



Deux télescopes et un bon chronomètre sont nécessaires à cette opération.

Plus les deux observateurs sont éloignés l'un de l'autre, plus la précision est grande

Ce procédé est également utilisé pour mesurer la distance des étoiles proches mais dans un autre contexte

Le truc du géomètre appliqué à l'astronomie



Mais cette mesure est de moindre intérêt car elle ne vaut que pour le moment précis de la mesure car les planètes se déplacent tout le temps, et une mesure faite une heure plus tard sera d'autant plus différente que la différence de vitesse entre la Terre et la planète observée est élevée.

Ce qui est plus intéressant est de savoir à quelles distances les planètes orbitent autour du Soleil

**Nous avons une formule miracle
pour calculer la distance à
laquelle les planètes orbitent
autour du Soleil**

$$t^2 = r^3$$

La relation $t^2 = r^3$ permet ainsi de déterminer le temps orbital d'un corps en orbite si l'on connaît la distance qui le sépare du barycentre autour duquel il tourne, ou encore réciproquement, cette distance si l'on connaît la période orbitale.

En choisissant des unités relatives à la position et au temps orbital de la Terre nous simplifions considérablement les calculs tout en nous donnant des grandeurs significatives pour les terriens que nous sommes.

**Nous choisissons donc la
mesure du temps en
années terrestres et la
mesure des distances en
rayons de l'orbite terrestre
c'est-à-dire en UA. Pour la
Terre nous avons donc
bien $1^2 = 1^3$**

Pour Jupiter dont la période sidérale est de 11,862 années nous avons l'identité :

$$11,862^2 \text{ années} = 5,2^3 \text{ UA}$$

Connaissant la période orbitale nous obtenons la distance au Soleil de

$$\sqrt[3]{11,862^2} = 5,2 \text{ UA}$$

Réciproquement, connaissant la distance au Soleil de 5,2 UA nous obtenons la période sidérale :

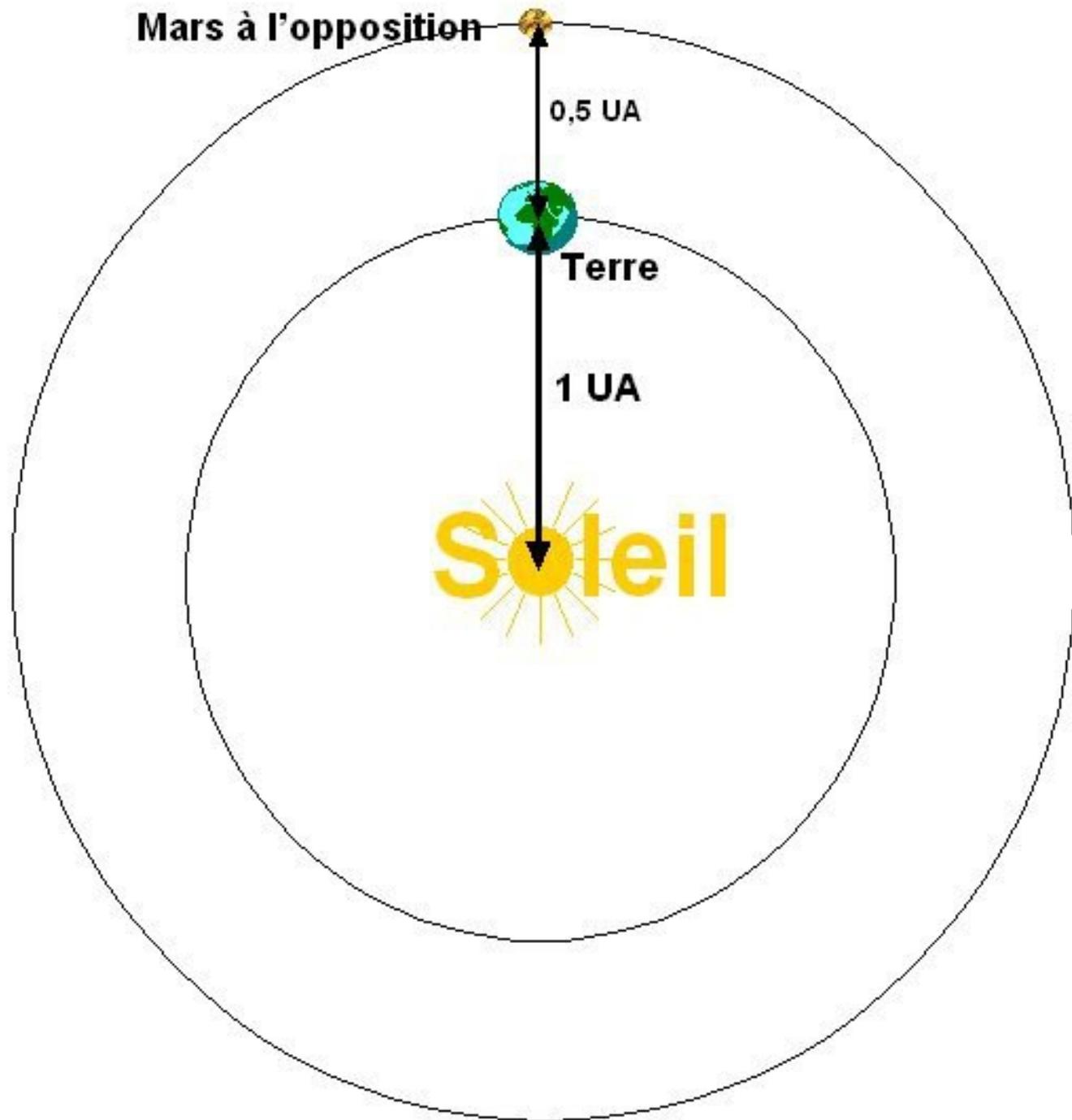
$$\sqrt[2]{5,2^3} = 11,86 \text{ années}$$

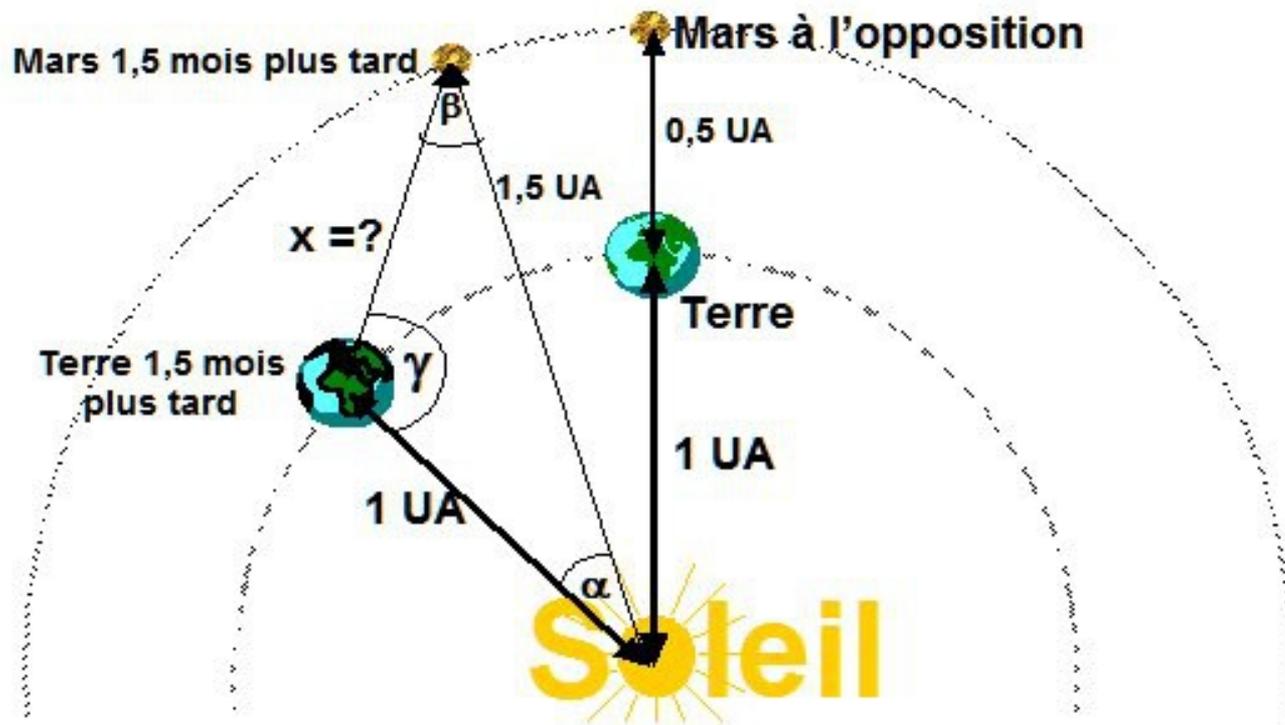
Un ou deux essais ?

Planète	Distance en UA	Cube distance en UA cube	Période en années	Carré de la période
Mercure	0,387	0,058	0,241	0,058
Vénus	0,723	0,378	0,615	0,378
Terre	1	1	1	1
Mars	1,524	3,54	1,881	3,54
Jupiter	5,203	140,85	11,862	140,71
Saturne	9,539	867,98	29,458	867,77
Uranus	19,182	7058	84,014	7058,35
Neptune	30,058	27157	164,793	27157

L'opposition

Une situation particulière dans laquelle la distance séparant deux planètes (*par exemple Terre et Mars*) est égale à la différence de leur éloignement respectif au Soleil





C'est le temps écoulé depuis l'opposition qui permet de déterminer par une méthode géométrique la distance qui sépare deux planètes. En effet, connaissant deux cotés d'un triangle et un de ses angles, on détermine le troisième côté

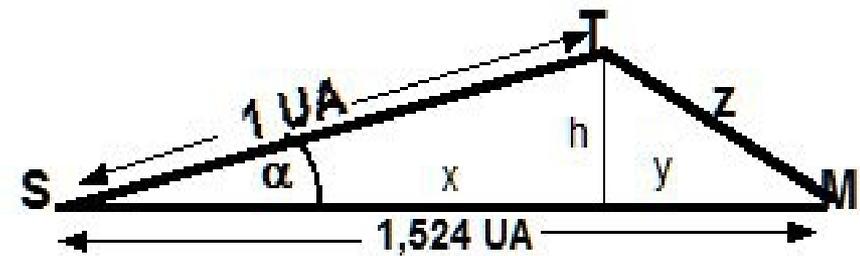
Ce triangle reprend sous la forme géométrique du triangle les lignes symbolisant les distances entre les trois astres. Pour déterminer la distance séparant la Terre de Mars par exemple 45 jours après l'opposition, il faut connaître la valeur de angles α . C'est le temps écoulé et la vitesse orbitale des astres qui nous donnera la donnera. Connaissant deux côtés et un angle nous pouvons connaître le troisième côté, la distance Terre-Mars

Résolution du triangle Soleil-Terre-Mars

Nous savons : la distance Soleil-Terre = 1 UA

Et la distance Soleil-Mars = 1,524 UA

Nous avons donc le schéma ci-contre ----->



Nous recherchons la valeur de Z (distance Terre-Mars)

$$1\text{UA} \sin\alpha = h ; 1\text{UA} \cos\alpha = x ; 1,524\text{UA} - x = y ; \sqrt{y^2 + h^2} = Z$$

Lors de l'opposition, Soleil, Terre et Mars sont alignés, l'angle entre la ligne Soleil-Terre et la ligne Soleil-Mars est alors nul.

La Terre, plus proche du Soleil que ne l'est Mars est donc plus rapide que Mars et cet angle croît avec le temps.

L'angle α dépend alors du temps écoulé depuis la dernière opposition.

Cet angle de « temps » permet alors de calculer la distance qui sépare deux planètes à n'importe quel moment .

En effet, il suffit de connaître 3 des 6 éléments d'un triangle, dont au moins un coté, pour calculer les 3 autres

A l'opposition + 10 jours la Terre a avancée de :

$$360^\circ \times 10 \text{ jours} / 365,256 \text{ jours} = 9,856^\circ$$

Tandis que Mars a avancé de :

$$360^\circ \times 10 \text{ jours} / 686,98 \text{ jours} = 5,14^\circ$$

$$\text{L'angle } \alpha = 9,856^\circ - 5,14^\circ = 4,716^\circ$$

Alors : $h = 0,0822$; $x = 0,9966$; $y = 0,5274^\circ$; $z = 0,5338 \text{ UA}$,
distance séparant la Terre de Mars.

A l'opposition + 45 jours la Terre a avancée de

$$360^\circ \times 45 \text{ jours} / 365,256 \text{ jours} = 44,3525^\circ$$

Tandis que Mars a avancé de

$$360^\circ \times 45 \text{ jours} / 686,98 \text{ jours} = 25,5815^\circ ; \text{L'angle } \alpha = 18,771^\circ$$

Alors : $h = 0,3218$; $x = 0,9468$; $y = 0,5772^\circ$; $z = 0,66 \text{ UA}$,
distance séparant la Terre de Mars.

Ainsi, il est possible de calculer la distance entre les planètes depuis des espaces de temps

**Merci de votre aimable
attention**

**Y a-t-il des
questions ?**