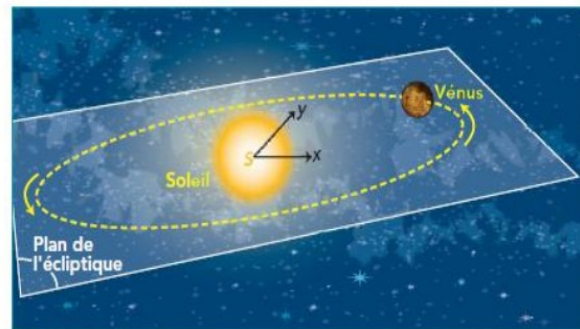


## TP ÉTUDE D'UN MOUVEMENT CIRCULAIRE ET UNIFORME

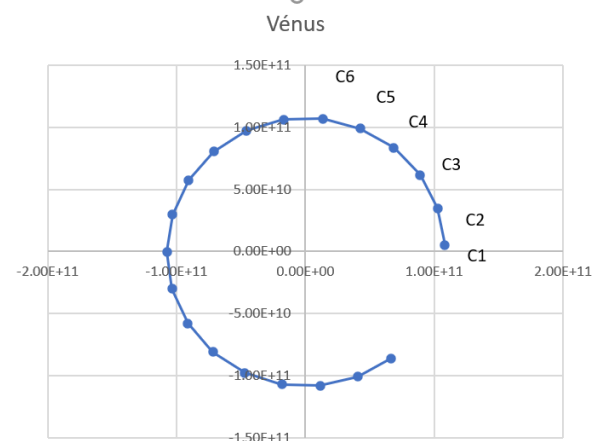
• Dans le référentiel héliocentrique, on peut considérer que le centre C de la planète Vénus décrit un mouvement circulaire et uniforme autour du Soleil. Le mouvement étant uniforme, la valeur de la vitesse de Vénus au cours de son mouvement autour du Soleil est constante. Cependant, son accélération n'est pas nulle comme nous allons le voir.



Doc. 3 Mouvement quasi circulaire de Vénus en orbite autour du Soleil.

• Sur le site [ts.devernay.net](http://ts.devernay.net) (onglet "Mécanique"), tout au début de la page, vous trouverez le fichier « Vénus\_vierge » à télécharger et ouvrir (tableur office ou calc). Le fichier donne les coordonnées x et y du centre C de Vénus dans le référentiel héliocentrique. La durée séparant 2 positions successives du tableau est 10 jours soit  $\tau = 864\,000$  s. On rappelle que  $1.08 \times 10^{11}$  m veut dire :  $1,08 \times 10^{11}$  m.

1. À l'aide du tableur, tracer la trajectoire du centre C de Vénus dans le référentiel héliocentrique (Sélectionner les colonnes B et C, « Insertion », « Nuage de points(X,Y) », « Nuage de points avec courbes lissées et marqueurs »). Vérifier qu'elle a l'allure du document fourni. Noter les points C<sub>1</sub> à C<sub>6</sub> sur le document page 4. On obtient ceci :

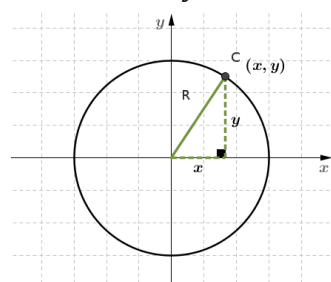


2. Pourquoi le mouvement du centre de Vénus peut-il être assimilé à un mouvement circulaire et uniforme ?

Parce que sa trajectoire est circulaire et que les positions prises par Vénus à intervalle de temps régulier sont équidistantes.

3. Compléter la colonne D du tableau. R est le rayon de la trajectoire. Pour le calculer, entrer en D3 la formule : « =RACINE(B3\*B3 + C3\*C3) » car

$$R = \sqrt{x^2 + y^2} \text{ car :}$$



Cliquer sur la cellule D3 et tirer vers le bas jusqu'en D22 en prenant le coin bas-droit de la cellule : cela applique la formule à toute la colonne. Déterminer la valeur moyenne du rayon R de la trajectoire de Vénus (Utiliser la fonction « =MOYENNE(D3:D22) »).

On trouve moyenne pour le rayon moyen de l'orbite vénusienne :

$$R = 1,08 \cdot 10^{11} \text{ m soit environ 100 millions de km !}$$

4. La trajectoire de Vénus est-elle exactement circulaire ?

Elle n'est pas exactement circulaire puisque les valeurs de R que nous avons calculées ne sont pas rigoureusement identiques. Le plus gros écart à la moyenne est environ 0,7 million de km soit un écart relatif de ... 0,7 %. On considère, pour notre étude, que la trajectoire est circulaire.

5. Compléter les colonnes «  $v_x$ ,  $v_y$  et  $v$  » du tableau en écriture scientifique avec 3 chiffres significatifs. On rappelle que par exemple :  $v_x(4) = (x_5 - x_3) / (2 \cdot 864\,000)$  et  $v_y(4) = (y_5 - y_3) / (2 \cdot 864\,000)$ . De plus, on rappelle que :  $v = \text{RACINE}(v_x \cdot v_x + v_y \cdot v_y)$ . Remplacer les x, y et  $v_x$ ,  $v_y$  dans les formules précédentes par les noms des colonnes. Déterminer la valeur moyenne de la vitesse v de Vénus.

Formule excel pour  $v_x$  (1ère ligne) :  $= (B5 - B3) / (2 * 864000)$

Formule excel pour  $v_y$ (1ère ligne) :  $=(C5-C3)/(2*864000)$

Formule excel pour  $v$  (1ère ligne) :  $=RACINE(E4*E4+F4*F4)$

Valeur moyenne de la vitesse de Vénus :  $=MOYENNE(G4:G21) = 3,46.10^4$  m/s soit 34,6 km/s

6. La vitesse de Vénus est-elle rigoureusement constante ?

Elle n'est pas parfaitement constante puisqu'elle varie entre 34,3 et 34,8 km/s soit environ 0,7 % de variation autour de la moyenne. On considérera, pour cette étude que le mouvement est uniforme.

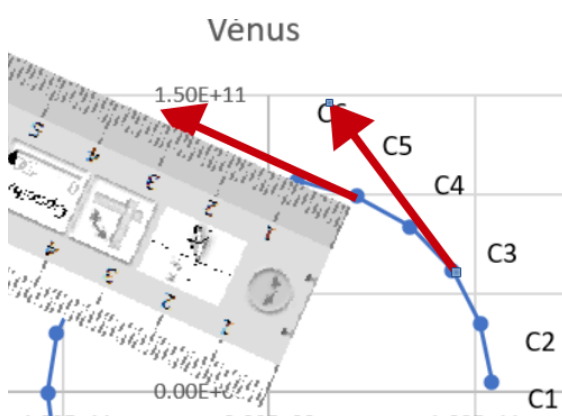
7. Calculer avec le tableur la valeur du rapport  $v^2/R$ . En quelle unité s'exprime ce rapport ?

Formule excel à coller dans une case quelconque en dehors du tableau :  $=G23*G23/D23$

On trouve :  $\frac{v^2}{R} = 0,011$  On verra à la fin du tp quelle est l'unité de cette grandeur

8. Sur la feuille polycopiée page 4, construire les vecteurs vitesses  $\vec{v}_3$  et  $\vec{v}_5$  aux points  $C_3$  et  $C_5$  avec l'échelle des vitesses :  $1 \text{ cm} = 1,0 \times 10^4 \text{ m.s}^{-1}$ . Utiliser la fiche explicative :

<http://ts.devernay.net/FICHE-METHODE-vecteur-vitesse-et-acclration.pdf>

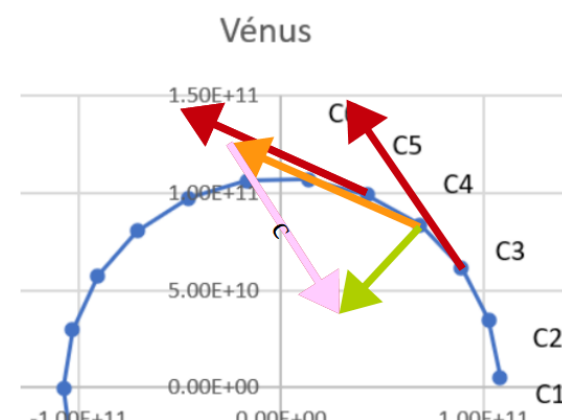


On sait que  $v_3$  et  $v_5$  sont égaux à  $3,46.10^4$  m/s. Avec l'échelle proposée, ils doivent avoir une longueur de 3,5 cm et être tangents à la trajectoire :

En rouge, sont représentés les vecteurs  $\vec{v}_3$  et  $\vec{v}_5$  avec une longueur de 3,5 cm.

7. Construire le vecteur  $\Delta\vec{v}_4 = \vec{v}_5 - \vec{v}_3$  au point  $C_4$ . Utiliser la fiche explicative.

On a représenté  $\vec{v}_5$  en orange en partant de point 4. Puis,  $-\vec{v}_3$  en rose en partant de l'extrémité du clone de  $\vec{v}_5$ .  $\Delta\vec{v}_4$  est représenté en vert.



8. Vers quel point est dirigé le vecteur accélération

$$\vec{a}_4 = \frac{\Delta\vec{v}_4}{2\tau} \quad ?$$

$\Delta\vec{v}_4$  est dirigé vers le centre de la trajectoire donc  $\vec{a}_4$  aussi.  $\vec{a}_4$  Est centripète.

9. Compléter les colonnes «  $a_x$ ,  $a_y$  et  $a$  » du tableau en écriture scientifique avec 3 chiffres significatifs. On rappelle que par exemple :  $a_x(4) = (v_{x5} - v_{x3}) / (2*864\,000)$  et  $a_y(4) = (v_{y5} - v_{y3}) / (2*864\,000)$ . De plus, on rappelle que :  $a = RACINE(a_x*a_x + a_y*a_y)$ . Déterminer la valeur moyenne de l'accélération  $a$  de Vénus.

Formule excel pour calculer  $a_x$  :  $=(E6-E4)/(2*864000)$

Formule excel pour calculer  $a_y$  :  $=(F6-F4)/(2*864000)$

Formule excel pour calculer  $a$  :  $=RACINE(H5*H5+I5*I5)$

Formule excel pour calculer la moyenne de  $a$  (dans une case quelconque) :  $=MOYENNE(J5:J20)$

On trouve  $a_{\text{moy}} = 1,11 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-2}$

10. Comparer la valeur trouvée à celle de la question 5.

On trouve la même valeur.

11. En déduire une relation entre  $a$  et  $v^2/R$

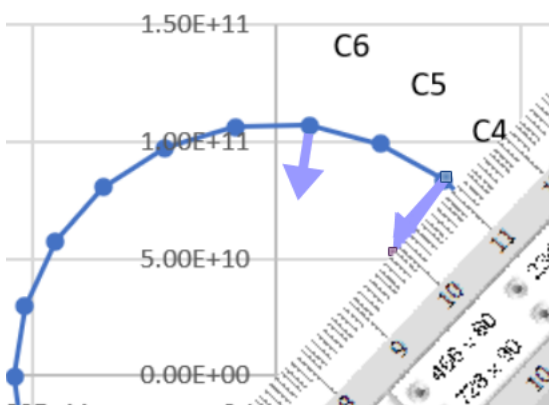
On a donc :  $a = \frac{v^2}{R}$  pour un MCU (  $\frac{v^2}{R}$  était donc en  $\text{m.s}^{-2}$  )

11. Donner les caractéristiques (direction, sens, valeur) du vecteur accélération dans le cas d'un mouvement circulaire uniforme.

La conclusion de ce tp est que le vecteur accélération  $\vec{a}$  pour un MCU :

- a la direction d'un rayon
- est orienté vers le centre du cercle

- a pour valeur ou norme :  $\frac{v^2}{R}$



Pour tracer  $\vec{a}$  au point  $C_4$ , il faut choisir une échelle pour l'accélération.

Soit 1 cm pour  $0,01 \text{ m.s}^{-2}$  donc  $\vec{a}$  doit faire 1,1 cm de long car  $a = 0,011 \text{ m.s}^{-2}$ .

$\vec{a}$  au point  $C_4$  est représenté en violet.

On l'a aussi représenté au point  $C_6$