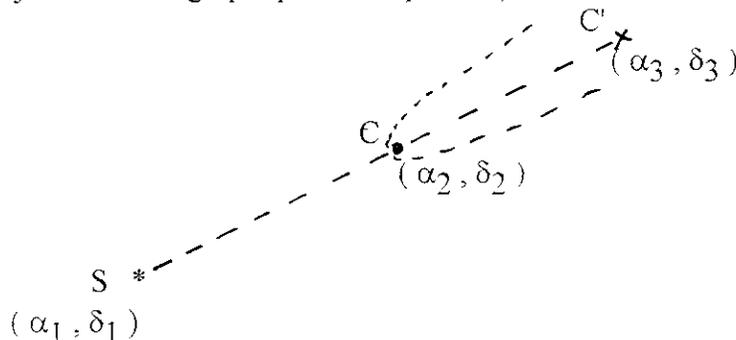


Dans le document d'accompagnement de la série D8 figure la description de plusieurs activités possibles à partir des clichés. Diverses cartes du ciel complètent l'ensemble. Certaines des activités proposées méritent quelques précisions et compléments. D'autre part, le passage très spectaculaire de Hale-Bopp est susceptible de donner des idées de travaux réalisables ...

1. ORIENTATION DE LA QUEUE D'UNE COMETE

Il s'agit de faire constater dans l'activité 2, que la queue pointe dans la direction opposée au Soleil. La méthode *graphique* (très simple) préconisée ici ne peut donner qu'un résultat approximatif à cause du type de projection plane selon laquelle la carte 1 a été réalisée (projection dérivée de la projection stéréographique sur l'équateur).



En effet, " l'alignement " des points S (Soleil), C (tête de la comète) et C' (extrémité de la queue) se traduit par le fait que ces 3 points se trouvent sur un même *grand cercle* de la sphère céleste. Or, généralement un tel grand cercle ne se *projette pas suivant une droite ...* (sauf cas particuliers) mais suivant une courbe qu'il est possible de construire... Celle-ci est d'autant plus proche d'une droite que le point C est plus proche du pôle... et d'une façon plus générale, que la différence des ascensions droites de S et de C est plus proche de 12h ou de 0h.

La diapo n° 8 présente cette particularité. (voir figure 1).

Comment tracer la projection du grand cercle ? On connaît les positions de 2 points (S et C). L'étude analytique montre que la condition à remplir pour que 3 points soient " alignés " s'écrit :

$$\tan \delta_1 \sin (\alpha_2 - \alpha_3) + \tan \delta_2 \sin (\alpha_3 - \alpha_1) + \tan \delta_3 \sin (\alpha_1 - \alpha_2) = 0$$

Les couples α et δ de même indice se rapportent évidemment à un même point. (voir schéma). Les éphémérides du Soleil fournissent (α_1 , δ_1) pour un cliché donné (donc pour une date donnée). L'étude du cliché permet de déterminer (α_2 , δ_2) . A partir de là, on donne à α_3 des valeurs plausibles , au voisinage de α_2 et on calcule les valeurs correspondantes de δ_3 grâce à

$$\text{l'expression : } \tan \delta_3 = [\tan \delta_1 \sin (\alpha_2 - \alpha_3) + \tan \delta_2 \sin (\alpha_3 - \alpha_1)] / [\sin (\alpha_2 - \alpha_1)]$$

Puis avec les couples (α_3 , δ_3) ainsi trouvés, on trace la courbe points par points. C'est alors que l'on s'aperçoit qu'elle se confond avec la queue de la comète...

Il est également possible de déterminer approximativement sur la carte les couples (α_3 , δ_3) , après report de la trace de la queue.

Cela peut paraître fastidieux et laborieux , mais l'aide informatique est très appréciable.

En utilisant cette méthode, j'ai tracé les projections des grands cercles pour les diapos 2 , 8 et 14. Sur la même figure, on peut voir la trace de l'écliptique (obtenue par la même méthode) ainsi que les positions de Hyakutaké et du Soleil pour les dates correspondantes.

Remarques: L'utilisation d'un planétarium ou du ... parapluie céleste (voir Denise Wacheux) simplifie les choses en évitant ces calculs... Autre solution : utiliser une carte par projection sur un

plan parallèle à l'horizon car alors tout arc de grand cercle se projette suivant une droite...Mais malheureusement les constellations y sont très "déformées".

H
Y
A
K
U
T
A
K
E

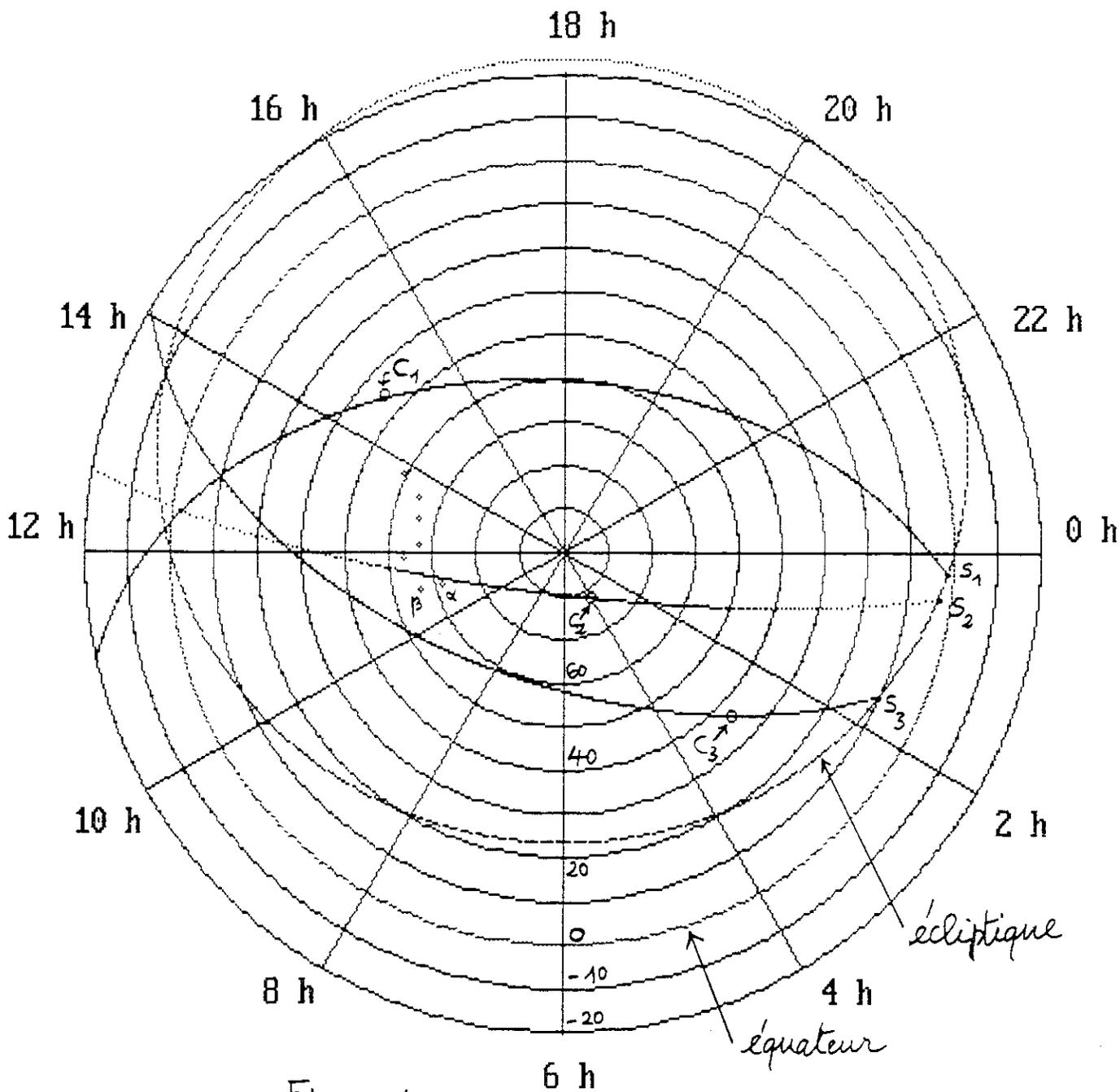


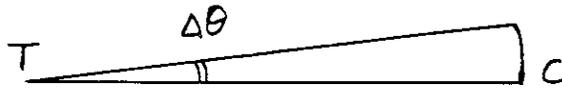
Figure 1

Sur la figure 1, la comète est représentée en C₁, C₂ et C₃ respectivement pour les diapos 2, 8 et 14. Les points S₁, S₂ et S₃ donnent les positions correspondantes du Soleil. On remarque notamment sur le très beau cliché n° 8 (bravo à Daniel TOUSSAINT) la queue " passant " au voisinage de l'étoile α de la Grande Ourse (celle, qui associée à β permet de trouver visuellement l'étoile polaire et le Nord céleste ... pour ne plus le perdre ...).

N.B. Pour obtenir plus de détails pour le tracé de cette figure, s'adresser à l'auteur de cet article.

2. VITESSE DE LA COMETE

L'activité 3 propose une étude de la vitesse relative de la Comète par rapport à la Terre (vitesse *géocentrique*). Les 5 positions successives photographiées pendant la même nuit permettent une approche intéressante de la notion de vitesse instantanée. On obtient un déplacement angulaire de $1,9^\circ$ pour un intervalle de temps de 2,5 h soit $0,76^\circ$ par heure . On constate aussi que le mouvement est *rectiligne uniforme* ce qui est logique compte tenu de la portion de trajectoire étudiée. La Comète étant à son périégée, la vitesse linéaire est *tangentielle* ce qui permet facilement le calcul :



$$TC = 0,103 \text{ UA}$$

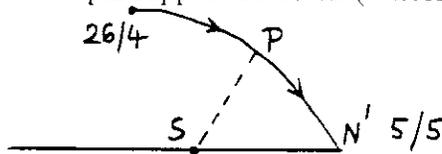
$$V = TC (\Delta\theta / \Delta t)$$

$$\text{soit } V = (0,103 \cdot 150 \cdot 10^6 \cdot 0,76 \pi) / (3600 \cdot 180) = \underline{57 \text{ km s}^{-1}}$$

La satellisation autour de la Terre est donc impossible car $V > V_e$ ($V_e = 11,3 \text{ km s}^{-1}$)
 V_e est la vitesse d'évasion à partir de la Terre.

Si on prend les valeurs du tableau de mesures, on obtient un déplacement angulaire de 18° en 24 h ce qui conduit à $0,75^\circ$ par heure (résultats cohérents !)

L'activité 4 donne la description et les éléments nécessaires à la construction d'une maquette en 3 dimensions des trajectoires (mes élèves l'ont particulièrement appréciée , d'autant plus que dans la même activité figure la maquette relative à Hale-Bopp ...). D'autre part, on peut déterminer la vitesse de la comète par rapport au Soleil (vitesse *héliocentrique*).



Déplacement en 10 jours : 34 mm

$$\text{or } SP = 15 \text{ mm} \implies 0,23 \text{ UA}$$

$$\text{ainsi } C_1 C_2 = 0,23 \cdot 34 / 15 = 0,52 \text{ UA} \quad \text{et la vitesse est } V = (0,52 \cdot 150 \cdot 10^6) / (10 \cdot 24 \cdot 3600)$$

soit environ 90 km s^{-1} . Comme il s'agit de la vitesse de passage au périhélie, il est intéressant d'appliquer la formule classique pour une orbite parabolique (excellente approximation car l'excentricité est voisine de 1 ; $e = 0,99989\dots$)

$$\text{elle s'écrit } V = \sqrt{2 G M / SP} \quad \text{avec } G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI} \quad \text{et masse du Soleil } M = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

L'application numérique conduit à 88 km s^{-1} .

Remarque : Il est pédagogiquement très intéressant de faire remarquer qu'une vitesse est relative à un repère. Lors du passage de la Comète Hale-Bopp des vitesses très différentes étaient publiées dans les journaux sans précision du repère... L'occasion de faire le point avec des élèves dont l'esprit critique en éveil nous obligent à être vigilants...(merci à eux)...

Jean- Paul ROSENSTIEHL

adresse personnelle \implies 73, Bd Mutuel 72000 LE MANS

adresse occasionnelle \implies Lycée Montesquieu LE MANS

N.B. Merci aussi à Jacques VIALLE pour ses précieuses remarques.