

AVEC NOS ÉLÈVES

Le Soleil, Vénus et l'avion

Daniel Bardin
Marseille



*Photo prise avec un objectif Nikon E.D de 600 mm de focale (5,6) muni d'un doubleur Nikon T.C.301, en 1/500^{ème} de seconde
Film diapositif 100° ISO Fuji et filtre mylar Baader*

Introduction

Le 8 Juin 2004, un avion a traversé un court instant le disque du Soleil pendant l'observation du passage de Vénus.

Heure de la prise de vue : 8h36 T.U.

Hauteur du soleil : 45°.

Diamètre apparent du Soleil : 1891".

Diamètre de Vénus : 58".

L'avion, de l'avis d'un ami connaisseur, est probablement un Airbus A320-200, mais peut-être

aussi un A310. Leurs silhouettes et leurs dimensions sont très voisines, nous prendrons celles du premier, soit : pour la longueur : 37,57m et pour l'envergure : 33,91m. Le cliché a été pris depuis l'observatoire SIRENE à 1100 m d'altitude.

Observatoire SIRENE ; ZL 12 – D34 ;
84400 LAGARDE D'APT.
Tél. 04 90 75 04 17.
E-mail : sirene@obs-sirene.com
http://www.obs-sirene.com

Questions :

- 1°) Quelle distance sépare l'observateur de l'avion ?
- 2°) A quelle altitude se trouvait l'avion ?

Remarque : Le problème est complexe à cause de la position a priori quelconque de l'avion par rapport à l'observateur. On est donc amené à faire des hypothèses simplificatrices, comme tout physicien, pour approcher la réalité.

Première résolution

On considère que le fuselage de l'avion est horizontal et perpendiculaire à la ligne de visée. Il apparaît alors en vraie grandeur, sans effet de perspective, à l'observateur.

Faire un schéma montrant les angles représentatifs des diamètres angulaires du Soleil et de l'avion. Soit L_A la longueur réelle de l'avion se trouvant à la distance D_A et L'_A la grandeur qu'il aurait s'il était à la distance L_S , distance Terre-Soleil.

On a : $\alpha_A(\text{rad}) = \tan \alpha_A = L_A / D_A = L'_A / D_S$.

Si L_S est le diamètre réel du Soleil,

on a : $\alpha_S(\text{rad}) = \tan \alpha_S = L_S / D_S$.

Le rapport L'_A / L_S est égal au rapport l'_A / l_S des grandeurs mesurées sur la photographie.

Montrer qu'on obtient alors : $D_A = L_A \cdot l_S / \alpha_S \cdot l'_A$

On obtient une valeur de l'ordre de 14 000 m (NDLR : on pourra se reporter à un exercice semblable paru dans les CC N°101).

Résolution plus précise

En réalité, l'image de l'avion est déformée par la perspective et les longueurs mesurées sur le cliché ne sont pas les longueurs réelles comme on l'a supposé précédemment.

Le cliché aurait pu être exploité directement et sans corrections dans trois situations seulement :

1°) L'avion vole horizontalement et sur une trajectoire localement rectiligne (ce que nous supposons toujours dans cet article) et la photo est prise lorsqu'il passe au zénith de l'observateur : le plan principal de l'avion et celui du film seraient parallèles, l'image serait conforme ; (fig.1).

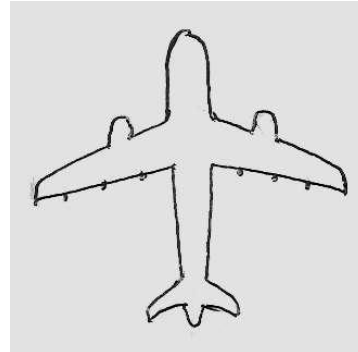


fig 1

Mais cela n'est pas possible ici, puisque le Soleil ne peut pas être au zénith à Marseille.

2°) L'avion est passé (ou passera) par le zénith, son fuselage étant dans un plan vertical qui contient l'observateur : le fuselage semblerait d'autant plus raccourci que l'avion serait loin du zénith, mais l'envergure de l'avion ne subirait pas de déformation perspective et permettrait donc une mesure sur le cliché ; (fig.2).

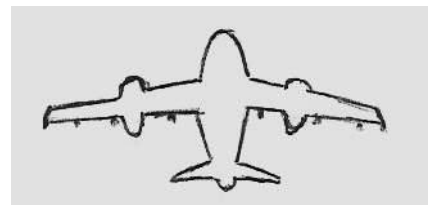


fig.2

3°) Un cas similaire se présente lorsque la trajectoire est effectivement perpendiculaire à la ligne de visée ; le fuselage serait vu en vraie grandeur ce qui permet de faire une mesure, alors que les ailes seraient raccourcies.



Fig 3

Le 8 Juin 2004, la position de l'Airbus est quelconque. La longueur apparente du fuselage ou celle de l'envergure doivent être corrigées.

Pour effectuer les calculs, il nous manque plusieurs paramètres concernant la trajectoire, les inclinaisons des plans, des azimuts, etc. Nous n'avons pas ces données et, de plus, les élèves (et peut-être les professeurs, NDLR !) auraient bien du mal à maîtriser le problème (comparable, par exemple, aux calculs relatifs aux comètes) et à résoudre ce qui ne doit rester qu'un jeu.

Nous allons donc restituer raisonnablement la longueur frontale du fuselage par un dessin en perspective.

Dans la suite de l'exposé, nous supposons que les extrémités des ailes et celles du fuselage de l'aéronef se trouvent dans un même plan, ce qui n'est pas trop erroné.

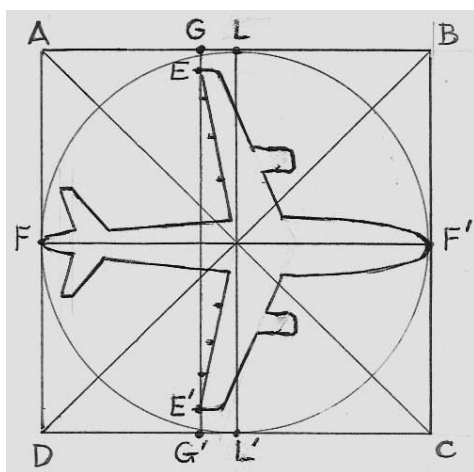


Fig.4

Sur la figure 4, la construction autour du plan schématisé de l'avion comporte les repères suivants : FF' trace la longueur du fuselage, (soit 37,57 m sur l'avion) ; EE' relie les extrémités des ailes, sa mesure est celle de l'envergure (33,91m sur l'avion). Le carré ABCD a pour côté la même mesure que FF'. De plus, la longueur de GG' (qui est égale à FF') représente 1,108 fois la mesure de EE' (37,57 divisé par 33,91). Le cercle inscrit dans ABCD a pour diamètre FF' ; l'autre médiane est LL'.

Il nous faut reporter ce plan sur la photo, en gardant les mêmes lettres, dans l'ordre suivant : tracer EE' et prolonger de 1/20^{ème} sa mesure à chaque bout (puisque GG' mesure environ 1/10^{ème} de plus que EE'). Tracer deux parallèles à GG' passant respectivement par F et F' et, de même, deux parallèles à FF' passant par G et G'. En bonne logique, le losange obtenu devrait être légèrement déformé puisque ses côtés sont des fuyantes convergentes sur l'horizon. L'erreur est sans conséquence pour la suite. Ce quadrilatère

contient une ellipse, image perspective du cercle qui passe par les points L, F, L' et F'.

Tout professeur d'arts plastiques sait tracer cette ellipse à la main (et devrait donner des cours aux autres professeurs, NDLR !). Le grand axe de l'ellipse PP' indique alors la mesure restituée et frontale de la longueur du fuselage ; (fig.5).

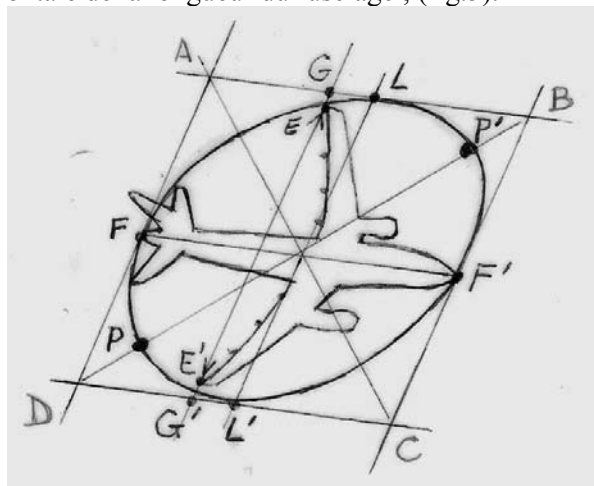


Fig.5

Nous pouvons dorénavant calculer la suite : sur les documents fournis à l'imprimeur, le Soleil a pour diamètre 177 mm et le tracé de PP' a environ 60 mm de long ; la valeur de l'angle α sous-tendu par PP' vaut alors :

$$\frac{1891 \times 60}{160} = 641''$$

soit 10' 41''.

C'est le diamètre angulaire qu'aurait le fuselage de l'Airbus s'il était vu de manière frontale. La distance entre l'observateur et l'avion vaut :

$$\frac{37,57}{\tan \alpha} = 12090m$$

L'altitude de l'avion sera obtenue en tenant compte de la hauteur du Soleil au dessus de l'horizon et de l'altitude de l'observatoire où la photo a été prise : $h = d \sin 45$

La hauteur angulaire de l'avion est la même que celle du Soleil, soit 45° ; l'altitude de l'avion par rapport à l'observateur est $12\ 090 \sin 45^\circ$, soit 8550 m. L'observateur se trouvant à 1100 m d'altitude, celle de l'avion se situe donc vers 9650 m par rapport à la mer, ce qui doit approcher de l'altitude de croisière de cet avion. Ces résultats, bien qu'obtenus par une méthode approximative, semblent cohérents et réalistes. ■