

A. Questions

1. Le zénith est la direction située à la verticale du lieu (vers le haut). Le nadir est la direction opposée.
2. Aux équinoxes, le Soleil se lève à 06h00 à l'est et se couche à 18h00 à l'ouest, heure solaire vraie (ceci en faisant abstraction de tout obstacle bouchant l'horizon et de tout effet optique dû à la présence de l'atmosphère). En prenant pour convention que l'azimut 0° correspond au Nord (en comptant dans le sens des aiguilles d'une montre), l'azimut de l'est est à 90° et celui de l'ouest à 270° .
3. La variation totale du solstice d'hiver au solstice d'été est de $2 \cdot 23,45^\circ$, soit $46,9^\circ$. Elle est indépendante du lieu uniquement entre les cercles polaires et les tropiques (latitude entre $23,45^\circ$ et $66,55^\circ$ et entre $-23,45^\circ$ et $-66,55^\circ$).

B. Problèmes**Problème 1 :**

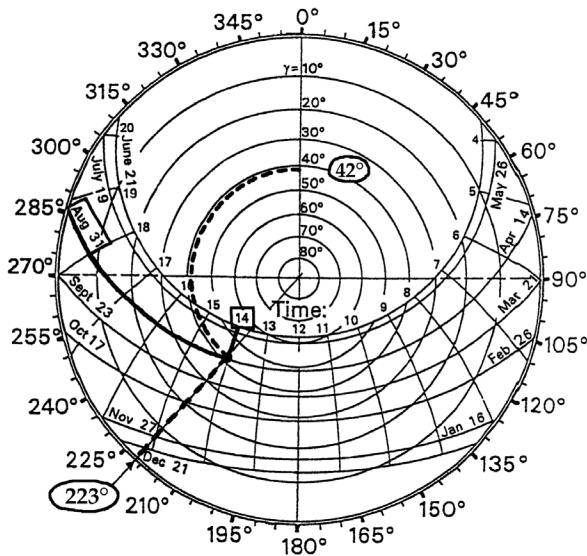
On détermine tout d'abord la latitude du lieu :

On sait qu'à midi vrai, aux équinoxes : $\delta = 0$. On a donc : $h = 90 - \phi \rightarrow \phi = 90 - h$. Si nous regardons le diagramme stéréographique donné, on peut lire que la hauteur du Soleil pour le 21 mars à 12h00 vaut 38° et par conséquent la latitude $\phi = 90 - 38 = 52^\circ$.

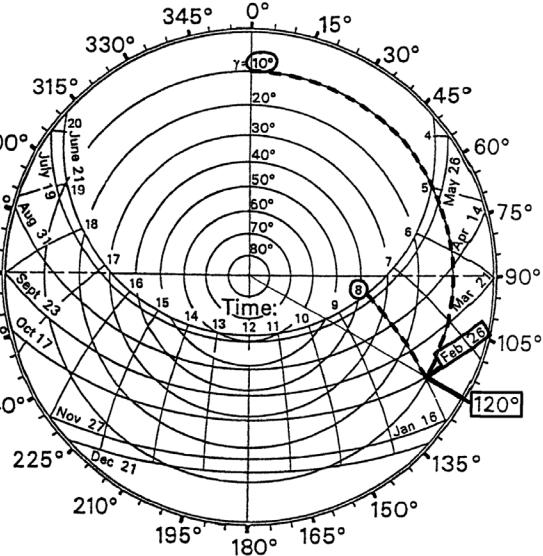
En connaissant deux éléments du tableau de données (encadrés sur les figures qui suivent), on peut déterminer en suivant les traits pleins la position du Soleil (un point) sur la projection stéréographique et, à partir de là, déduire les autres paramètres en suivant la ligne pointillée pour compléter le tableau avec les valeurs manquantes, encerclées sur les diagrammes.

date	heure	hauteur	azimut
1 31 août	14.00	42°	223°
2 26 février	08.00	10°	120°
3 ~1 ^{er} mai ou ~17 août	07.00	20°	95°
4 ~5 sept ou ~9 avril	16.00	25°	250°

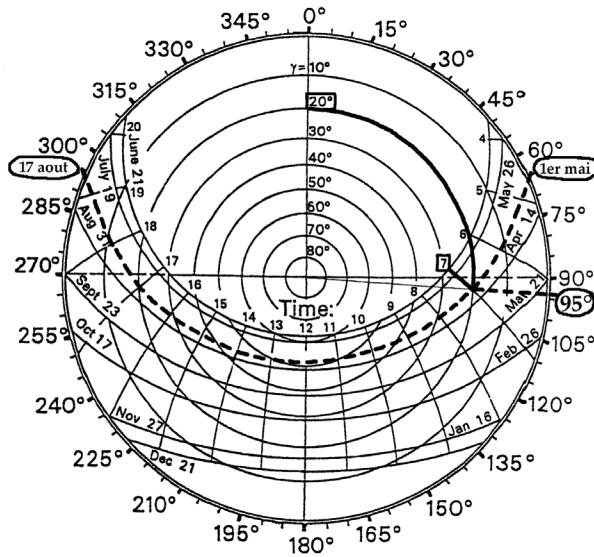
1.



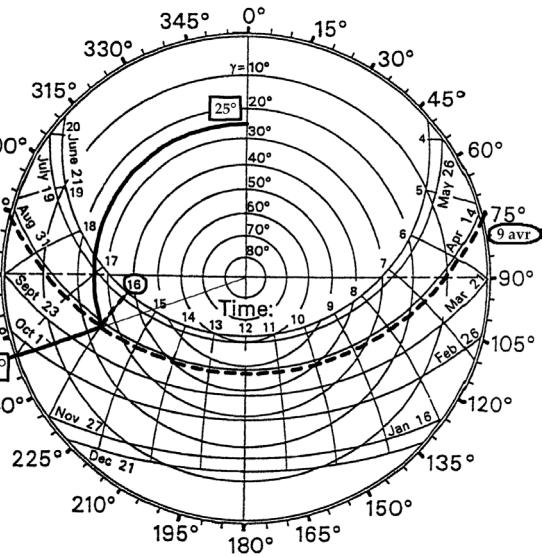
2.



3.



4.



Problème 2

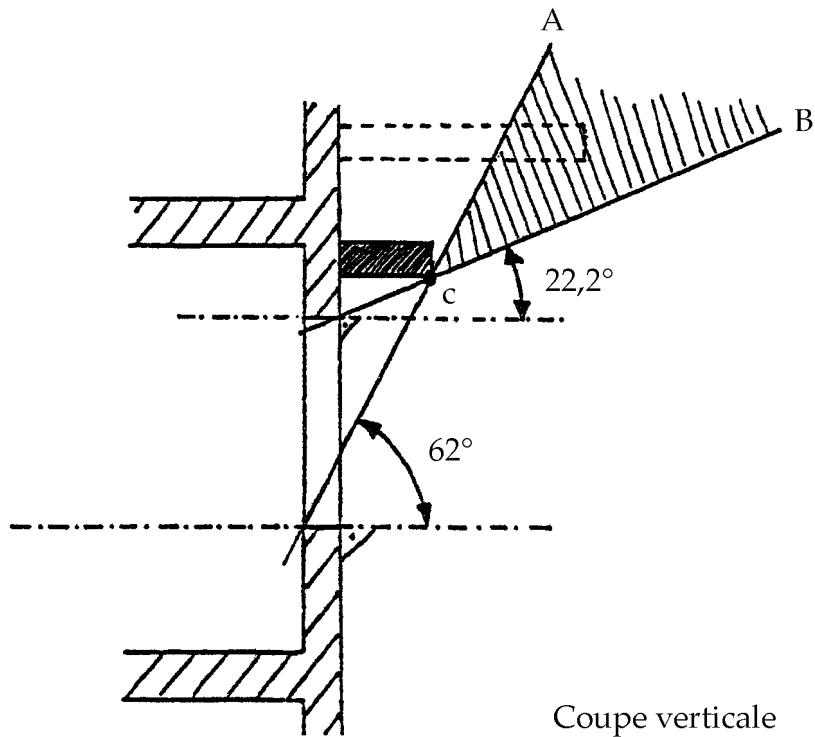
On trouve les hauteurs du Soleil à midi vrai pour les différentes dates dans l'annexe A 1.3.

La protection solaire doit ombrager totalement la fenêtre entre le 21 mai et le 21 juillet: durant cette période, la hauteur du Soleil à midi vrai dépasse 62° ($h \geq 62^\circ$). On trace donc la droite A passant par le bord inférieur de la fenêtre et faisant un angle de 62° avec l'horizontale. Pour que la protection solaire réponde à l'exigence posée, il suffit que l'extrémité de l'avant-toit soit située en dessous de la droite A.

La protection solaire ne doit pas porter d'ombre du 21 novembre au 21 janvier : durant cette période, la hauteur du Soleil à midi vrai est inférieure à $22,2^\circ$ ($h \leq 22,2^\circ$). On trace donc la droite B passant par le bord supérieur de la fenêtre et faisant un angle de $22,2^\circ$ avec l'horizontale. L'extrémité de la protection solaire doit être située en dessus de la droite B pour répondre à cette seconde exigence.

Comment concilier ces deux exigences ? On voit qu'il suffit que l'extrémité de l'avant-toit soit située à la fois au-dessous de A et au-dessus de B, ce qui définit la zone hachurée sur la figure.

En plaçant l'extrémité de l'avant-toit au point d'intersection c, on trouve le plus petit avant-toit qui permet de satisfaire aux deux exigences posées. Selon les contraintes de budget ou de design, on pourra choisir la forme au sein de la zone hachurée.

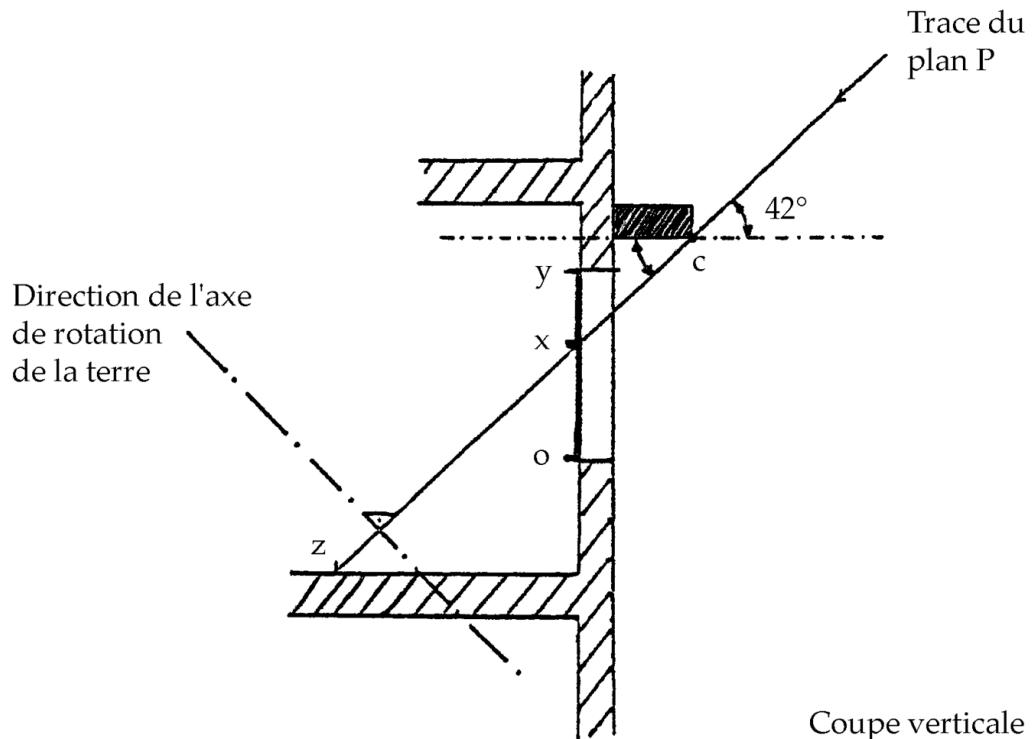


Détermination de la fraction ombragée : aux équinoxes, la hauteur du Soleil à midi vrai est donnée par : $h = 90^\circ - \phi$ où ϕ est la latitude (cf. série 1).

Dans notre cas, $\phi = 48^\circ$ donc $h = 42^\circ$.

On trace un rayon passant par l'extrémité de la protection solaire et incliné d'un angle de 42° par rapport à l'horizontale. L'intersection du rayon solaire avec la fenêtre définit le point x.

La fraction ombragée est simplement le rapport entre la hauteur de fenêtre ombragée (segment xy) et la hauteur totale (segment oy). Dans notre cas : $d(xy) / d(oy) \approx 0.4$.



Au cours d'une journée, la droite reliant le point C au Soleil engendre une surface, notée ici P. Pendant les journées d'équinoxes, P forme un plan. En effet, pendant ces deux journées particulières, les rayons du Soleil qui arrivent sur Terre sont perpendiculaires à l'axe de rotation de celle-ci. À ce moment, l'intersection de P avec un plan horizontal (le sol) est une droite de direction Est-Ouest ; c'est l'extrémité de l'ombre portée par la protection solaire sur le sol (on retrouve le problème du gnomon de la série 3). Et, toujours aux équinoxes, l'intersection de P avec un plan vertical orienté est-ouest (fenêtre sud) forme une droite horizontale également de direction est-ouest ; c'est l'extrémité de l'ombre portée par la protection solaire sur la fenêtre. Par conséquent, la fraction ombragée ne varie pas au cours des journées d'équinoxes.