

SCIENCES PARTICIPATIVES AUTOUR DE PYTHÉAS

Astronome grec de Marseille au IV^{ème} s. av JC

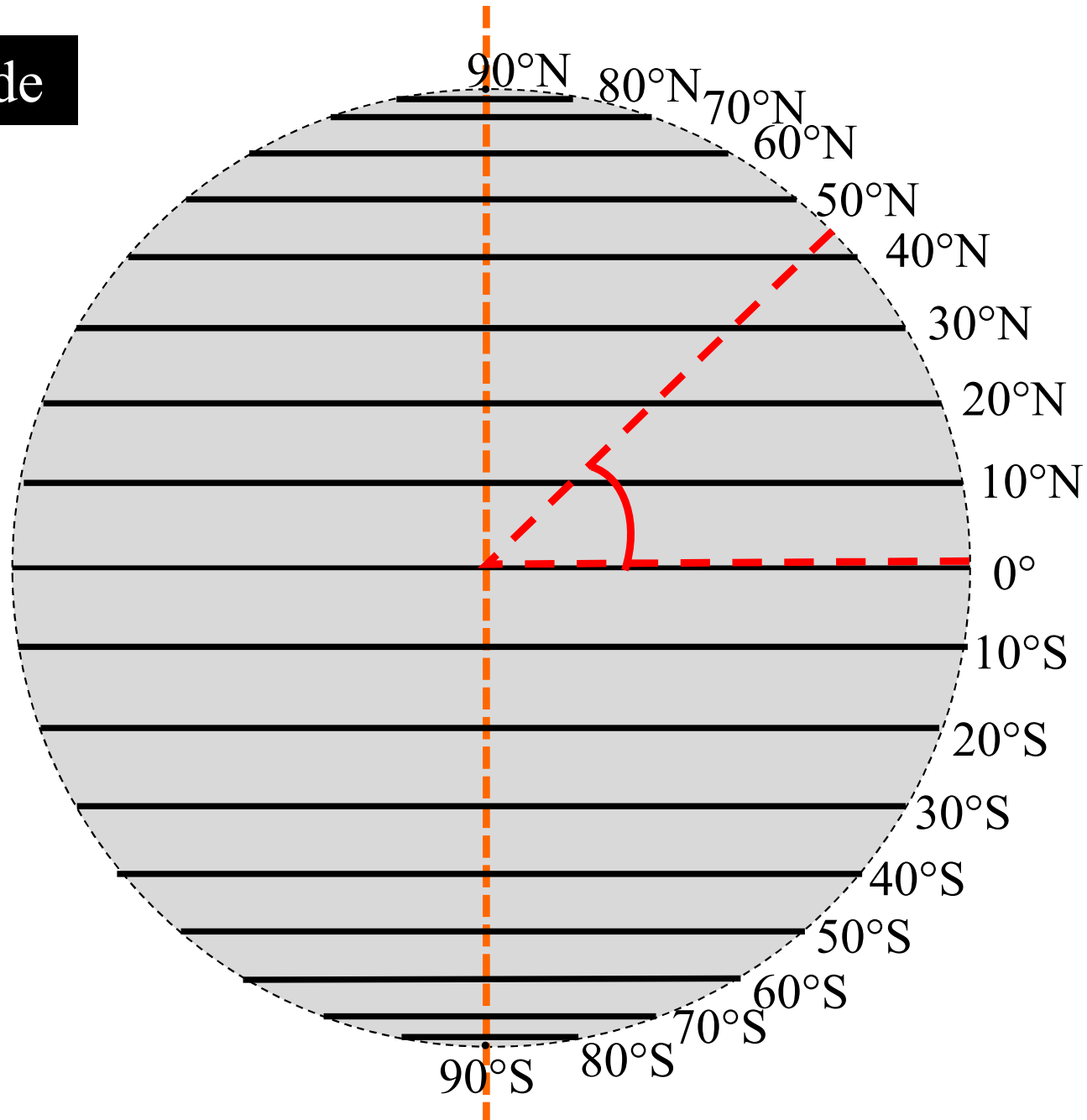
Mesurer la latitude



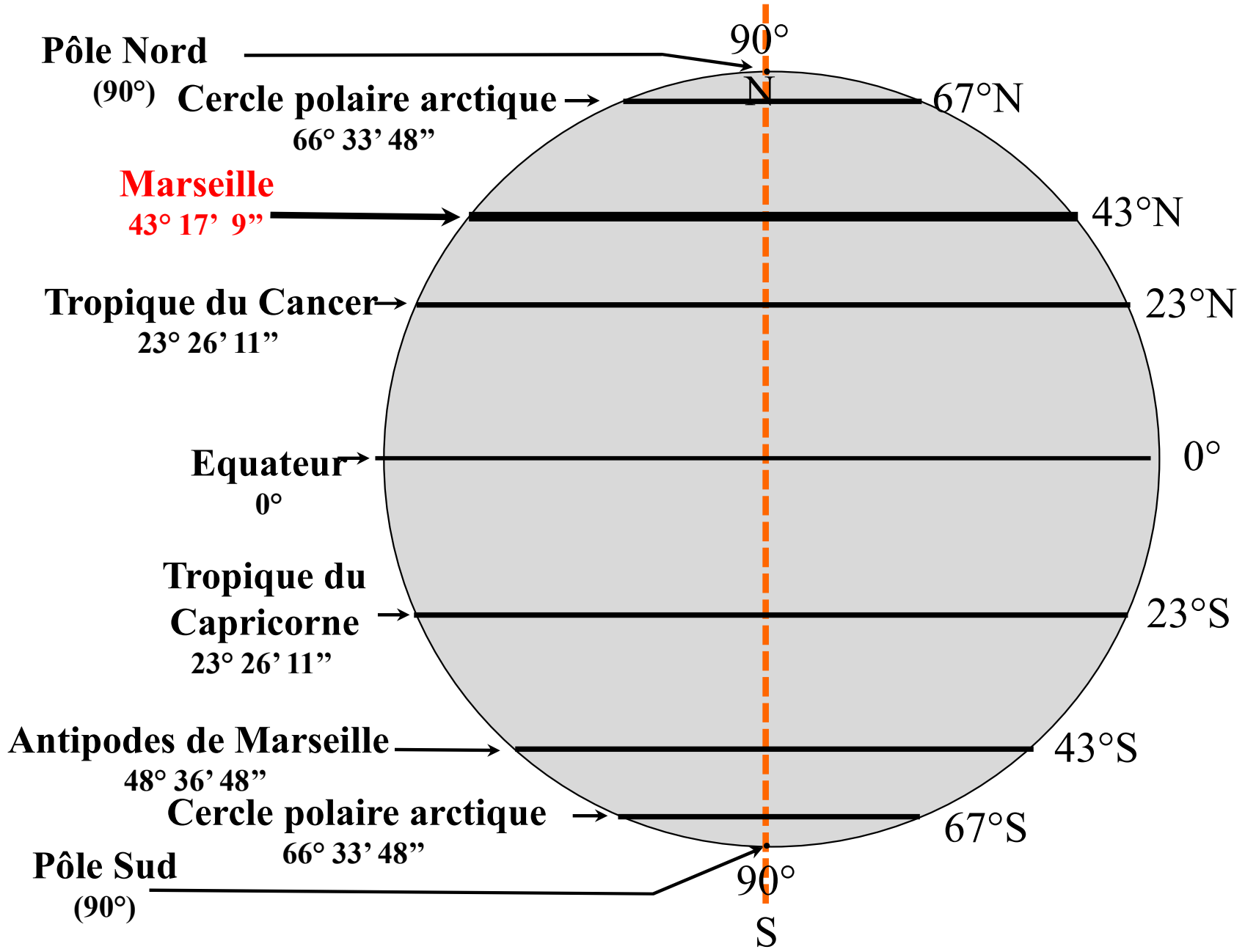
C'est quoi la latitude ?

Pytheas invente la notion de **latitude**

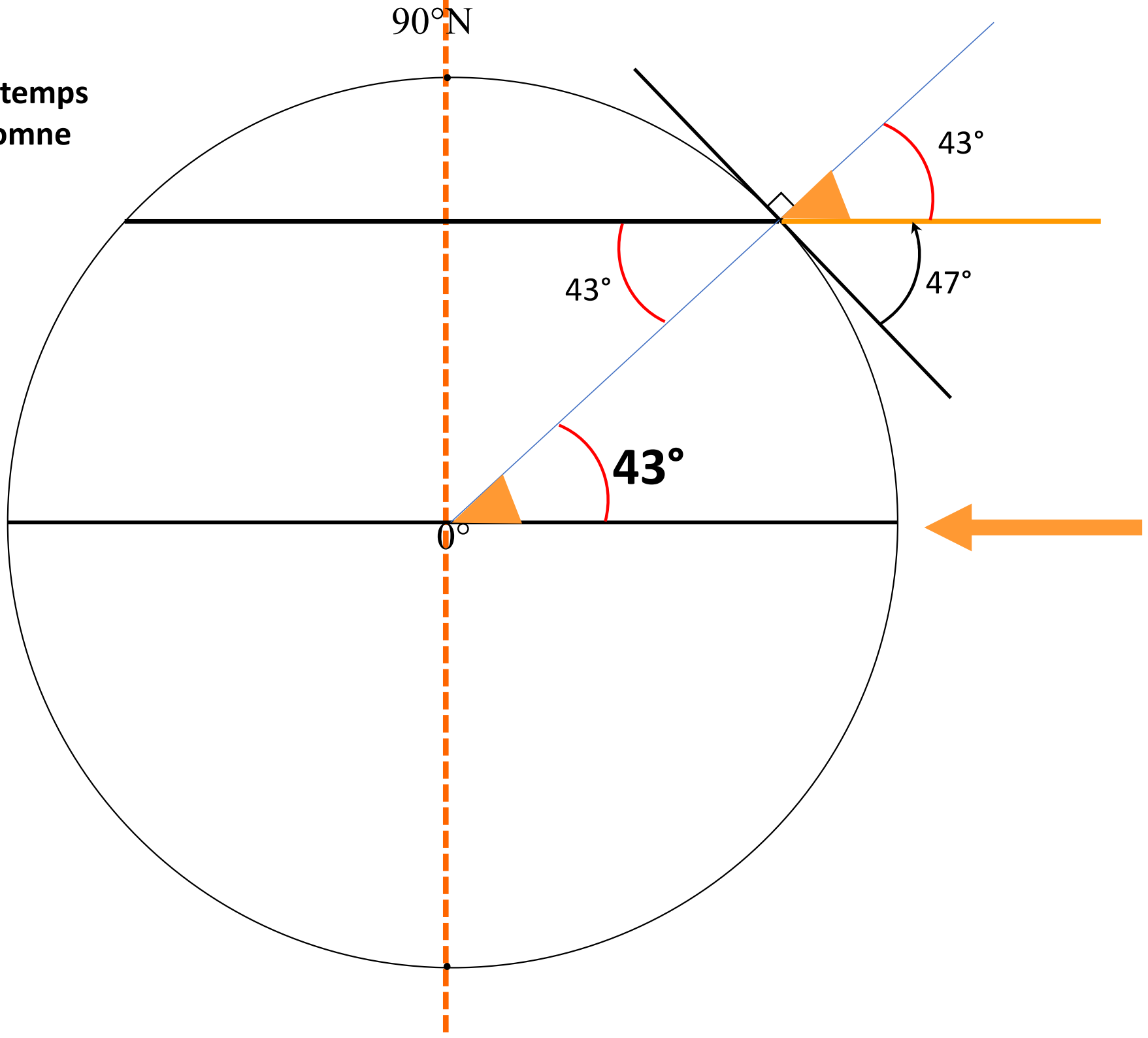
latitude



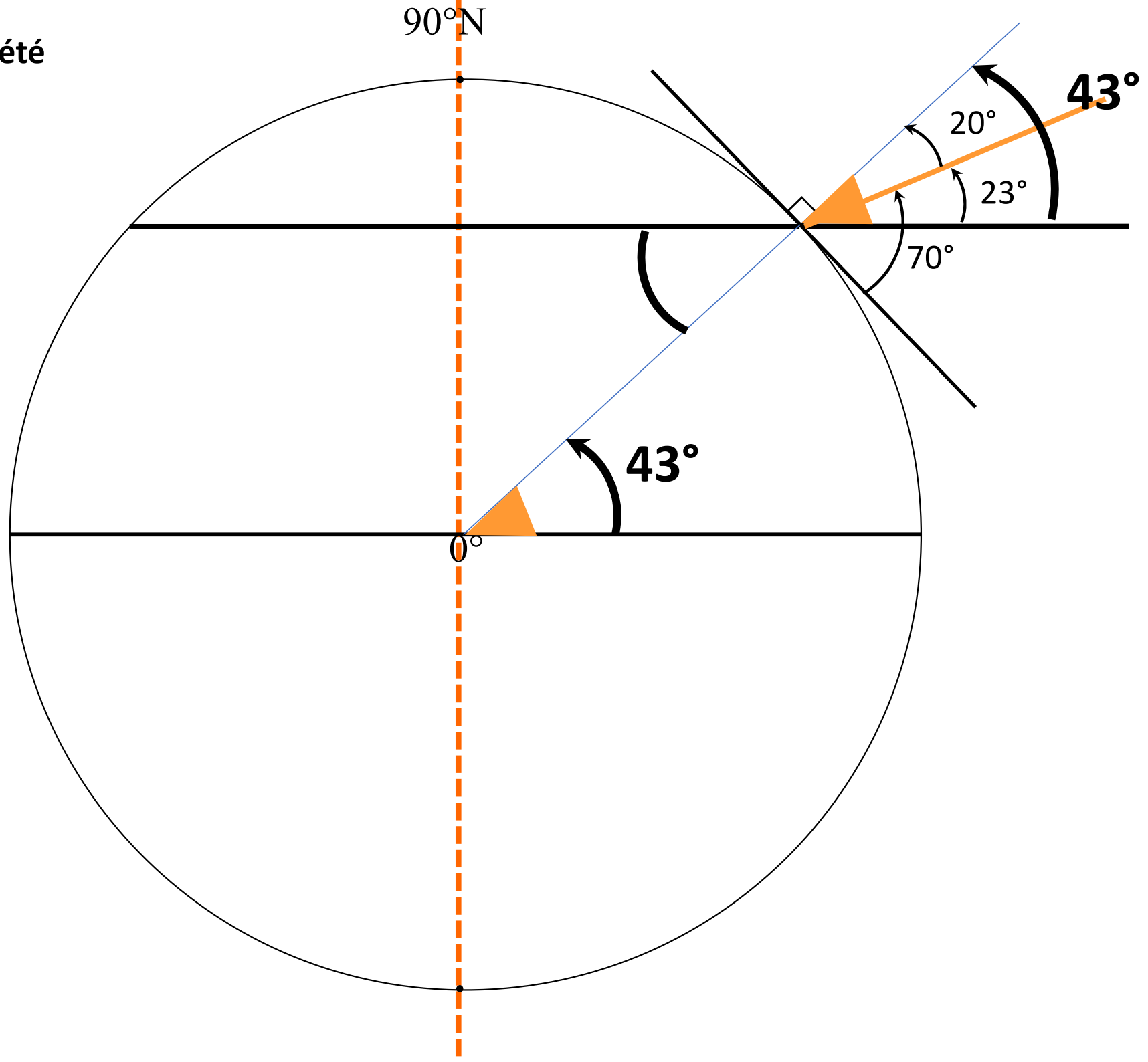
latitude



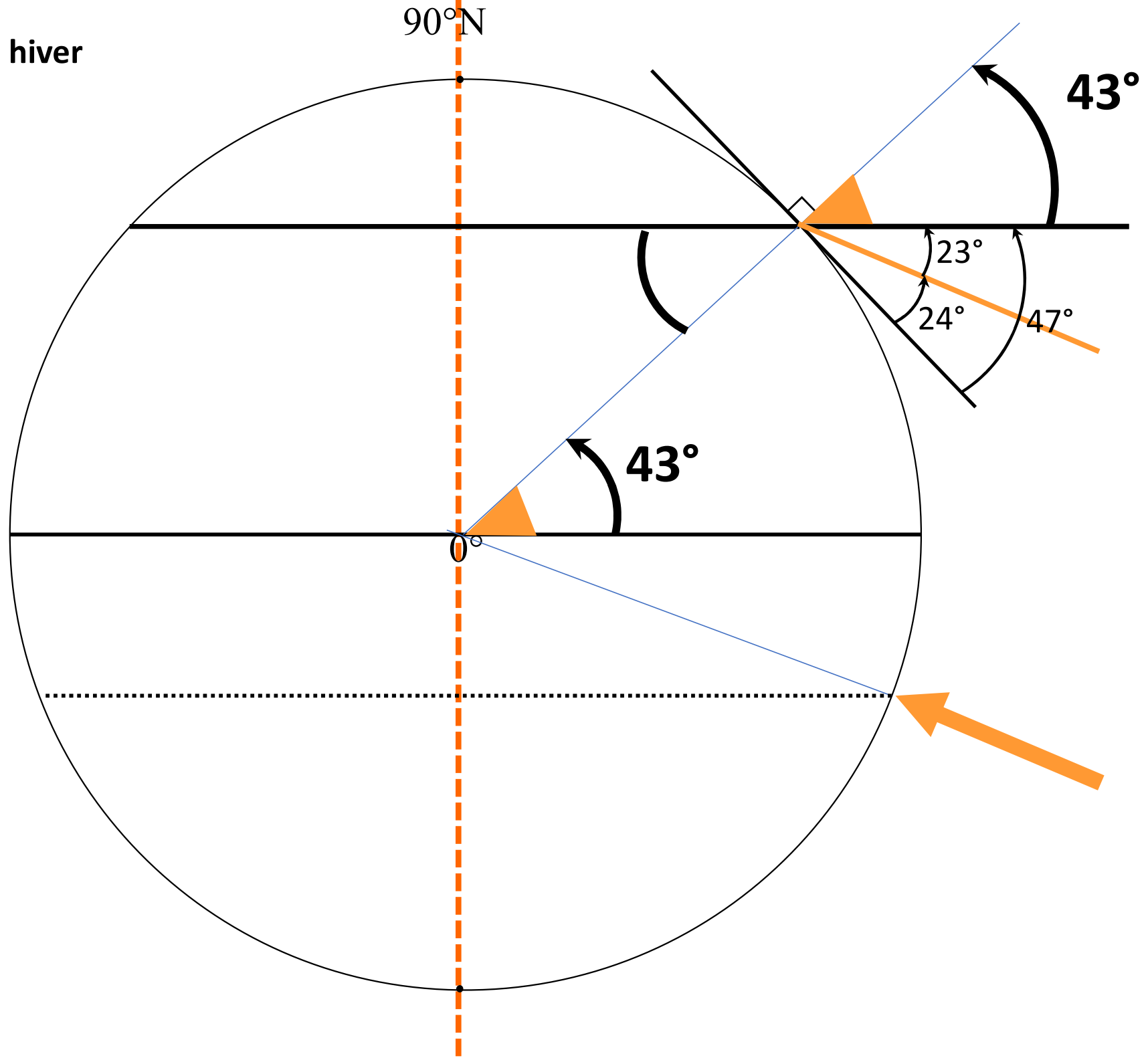
Équinoxes
- printemps
- automne



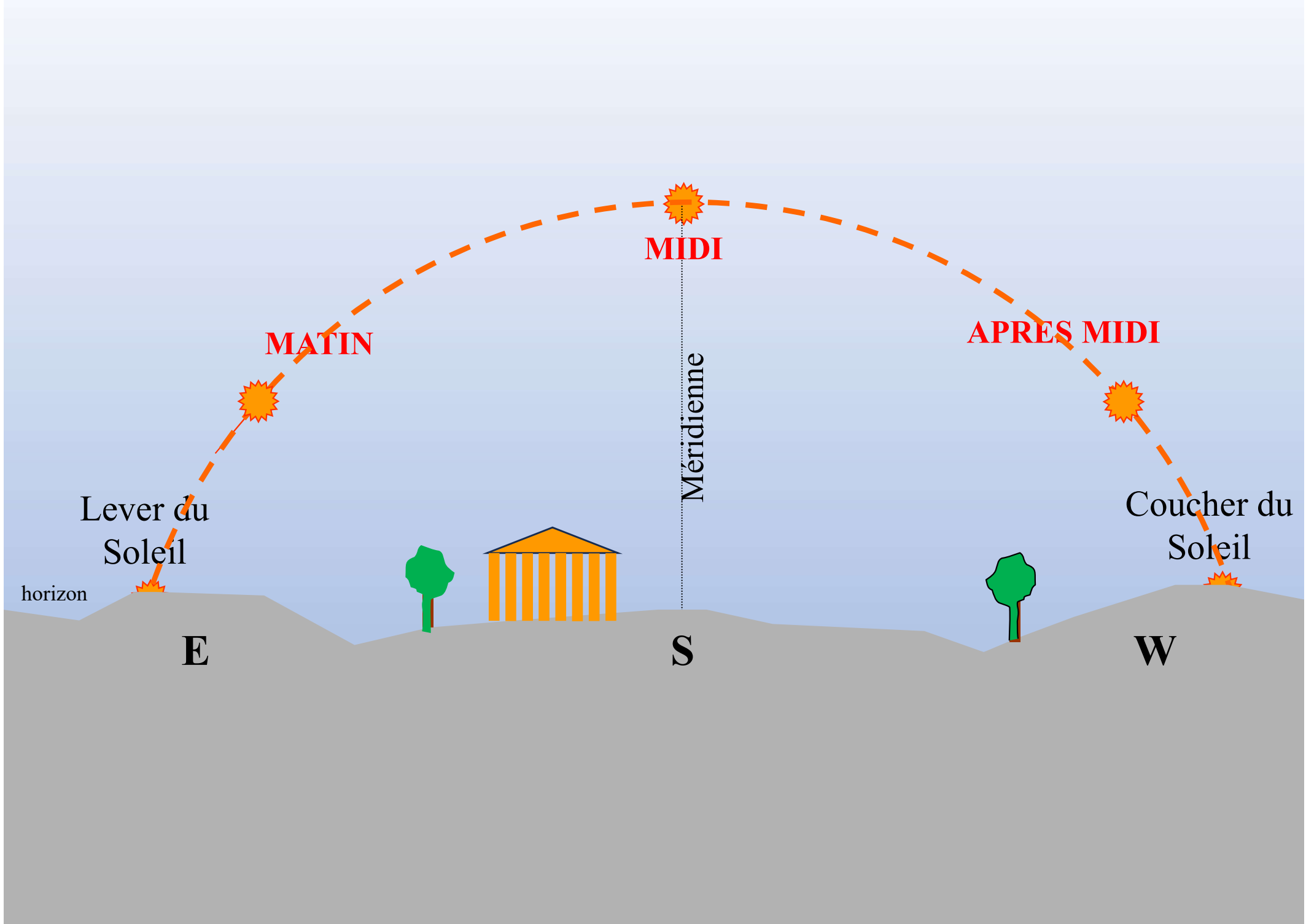
Solstice d'été



Solstice d' hiver



Mesurer avec le Soleil



MIDI

MATIN

APRES MIDI

Lever du
Soleil

Coucher du
Soleil

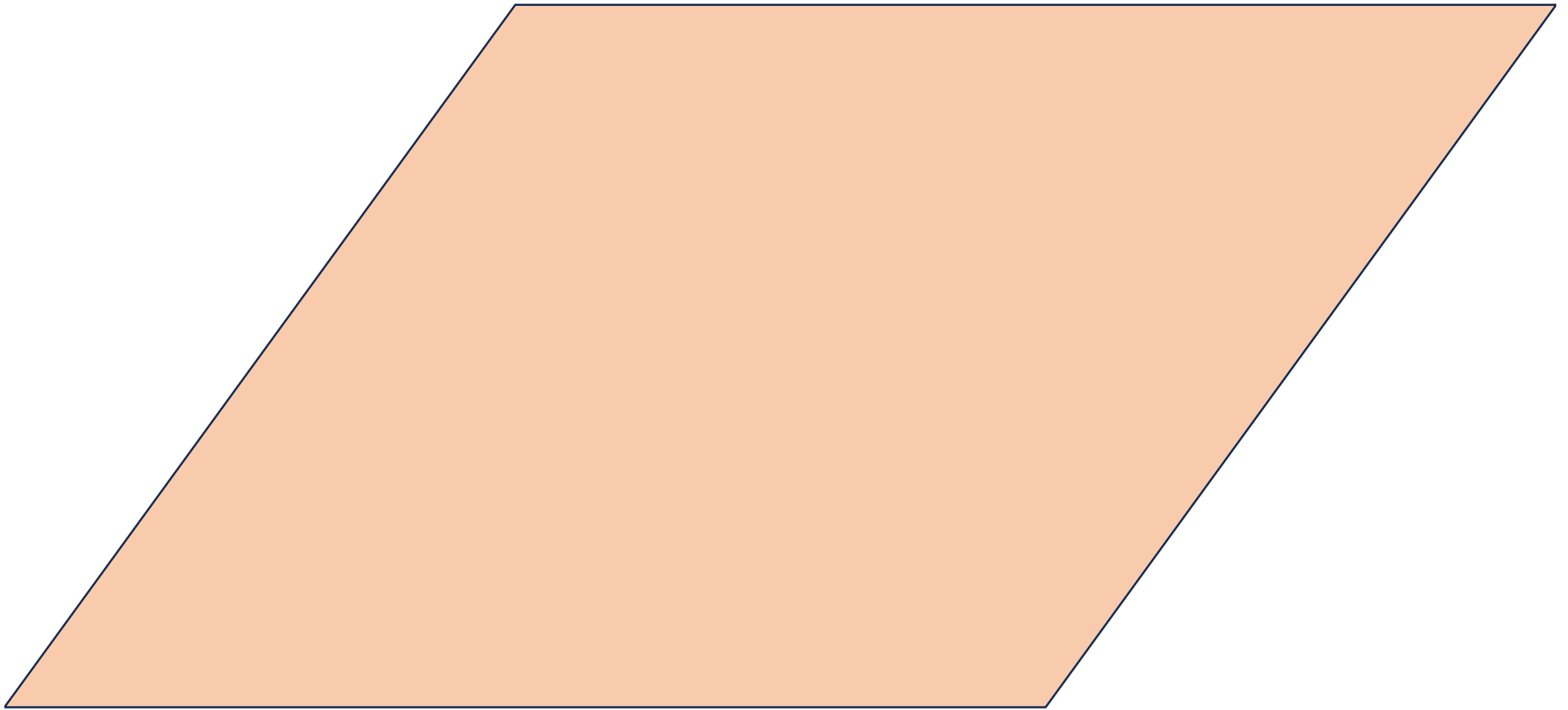
Méridienne

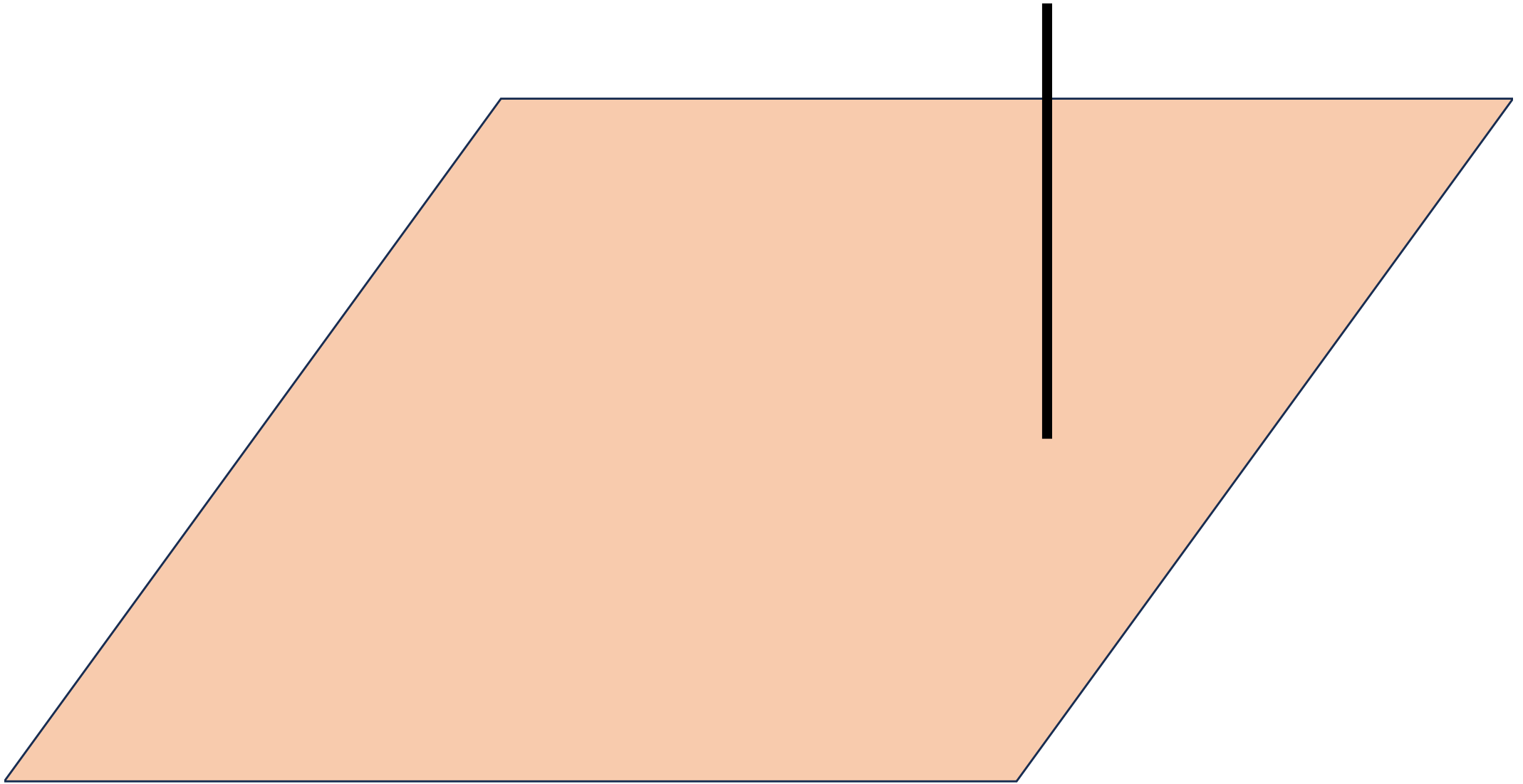
horizon

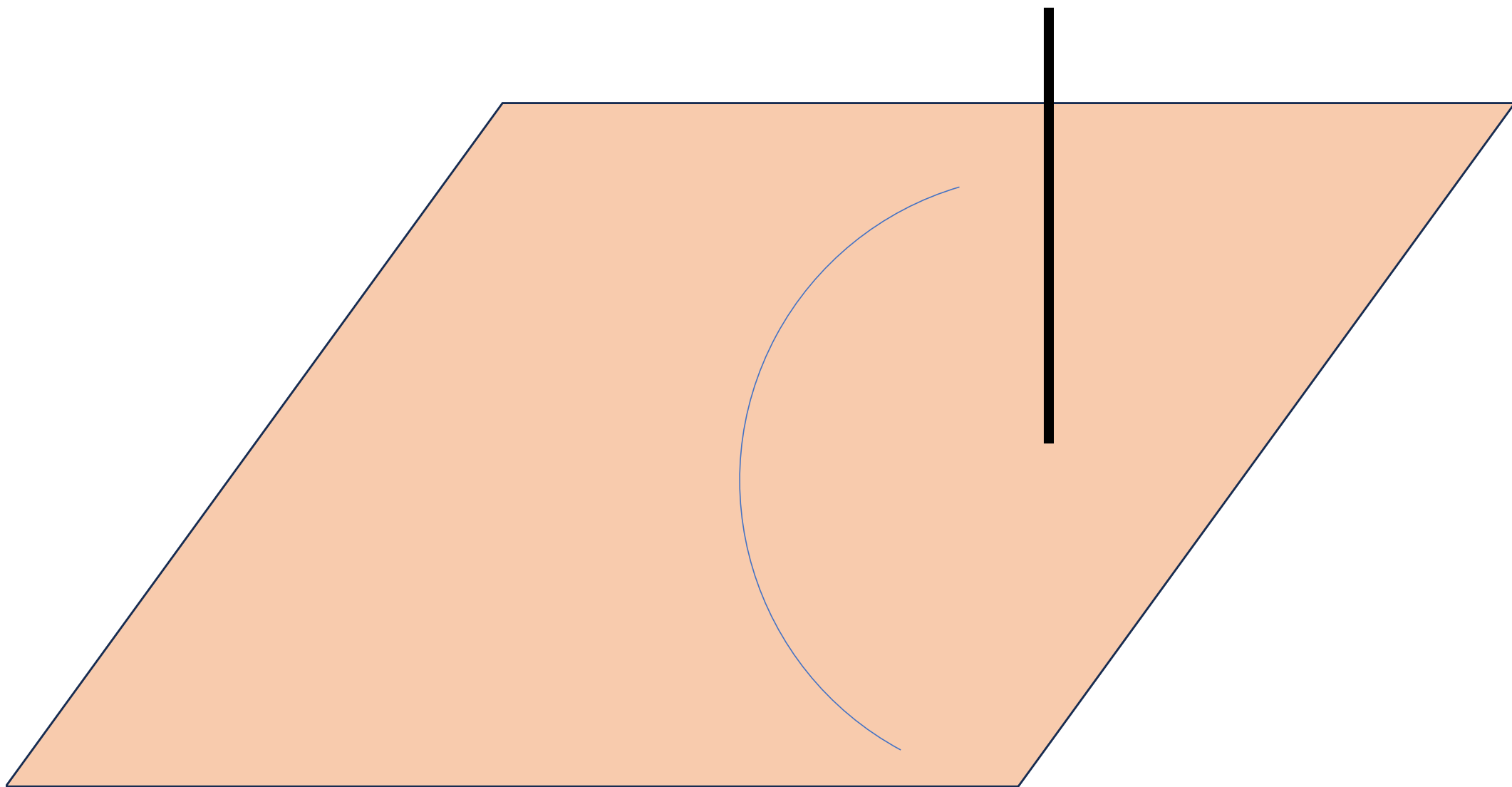
E

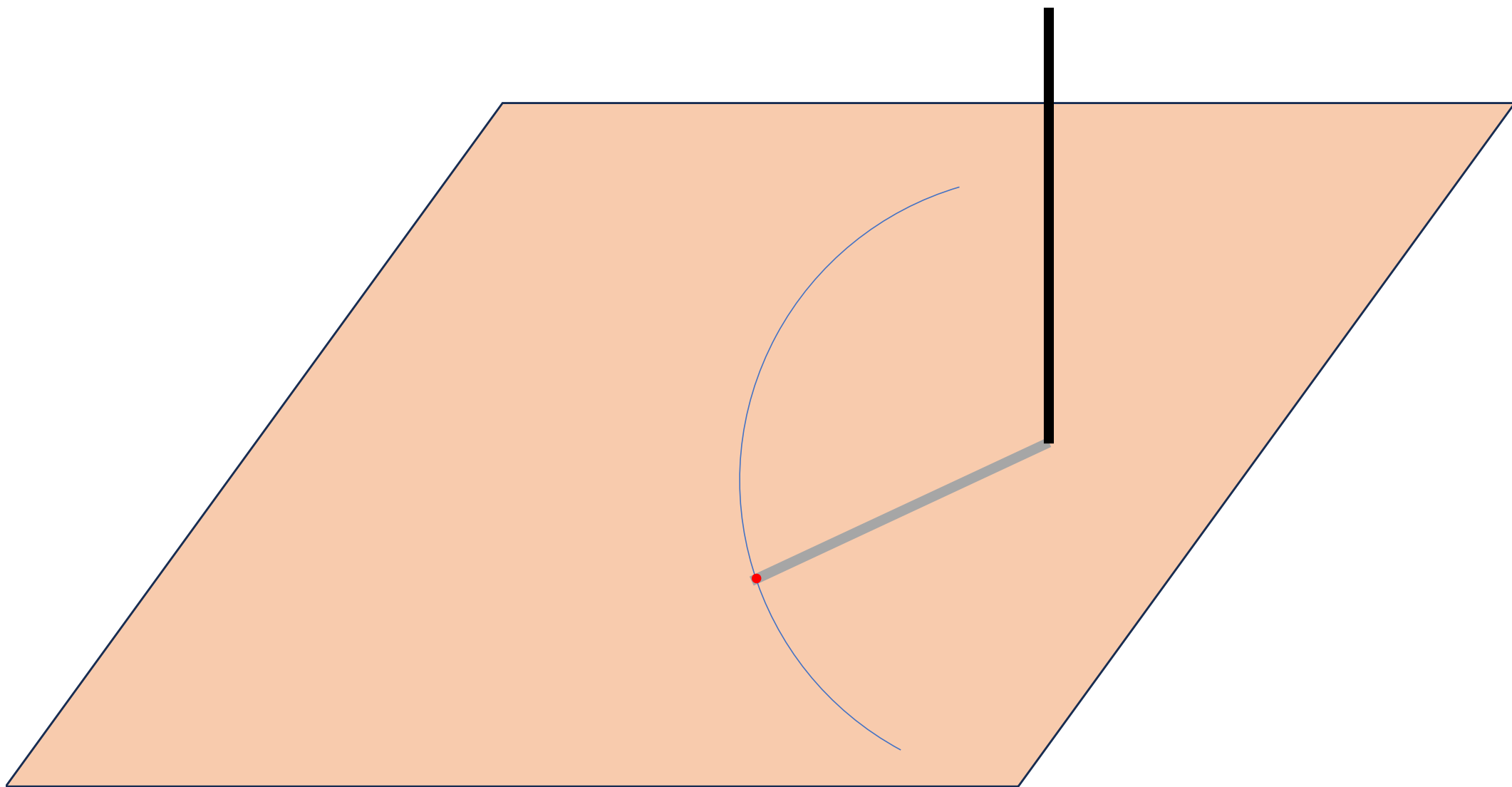
S

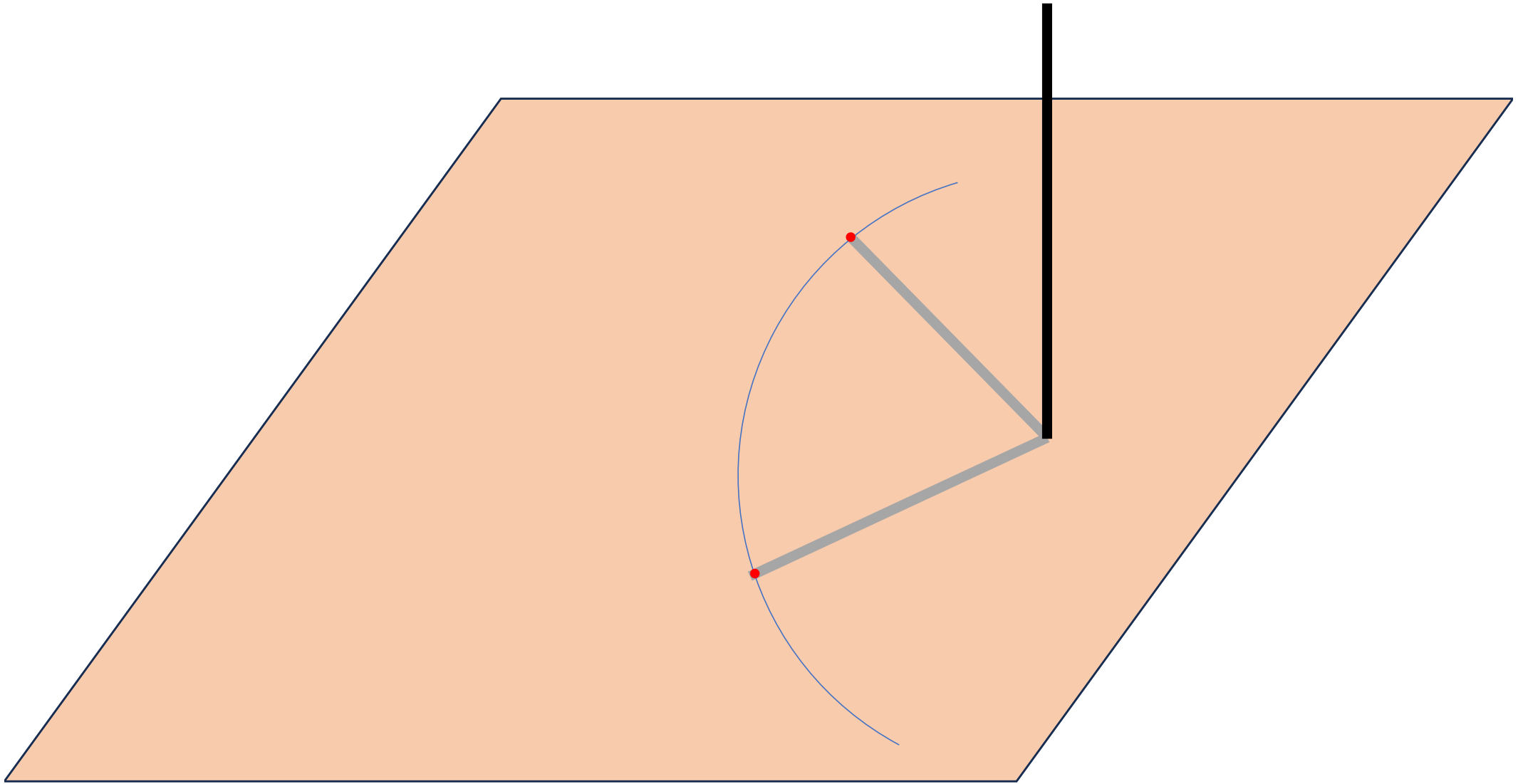
W

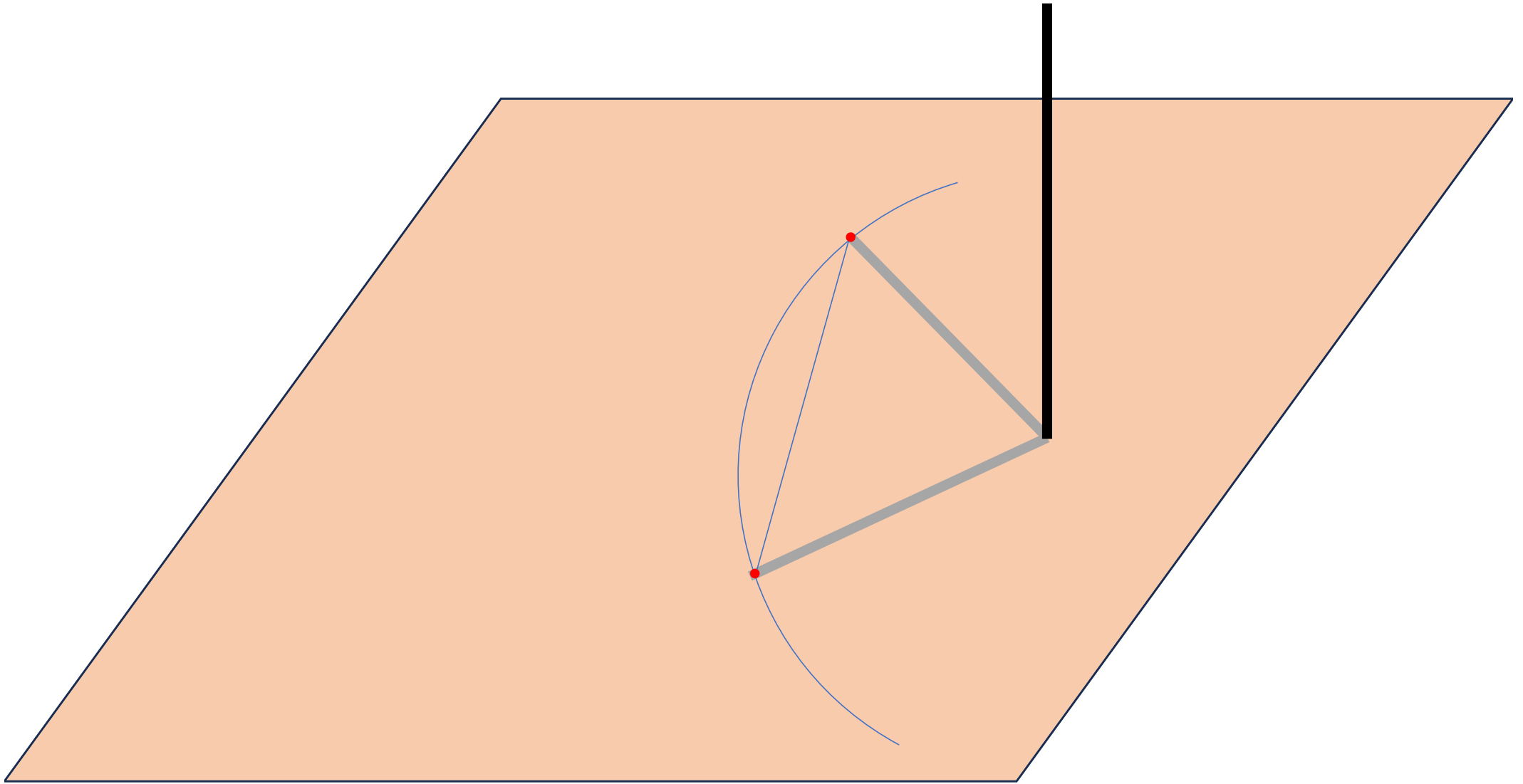


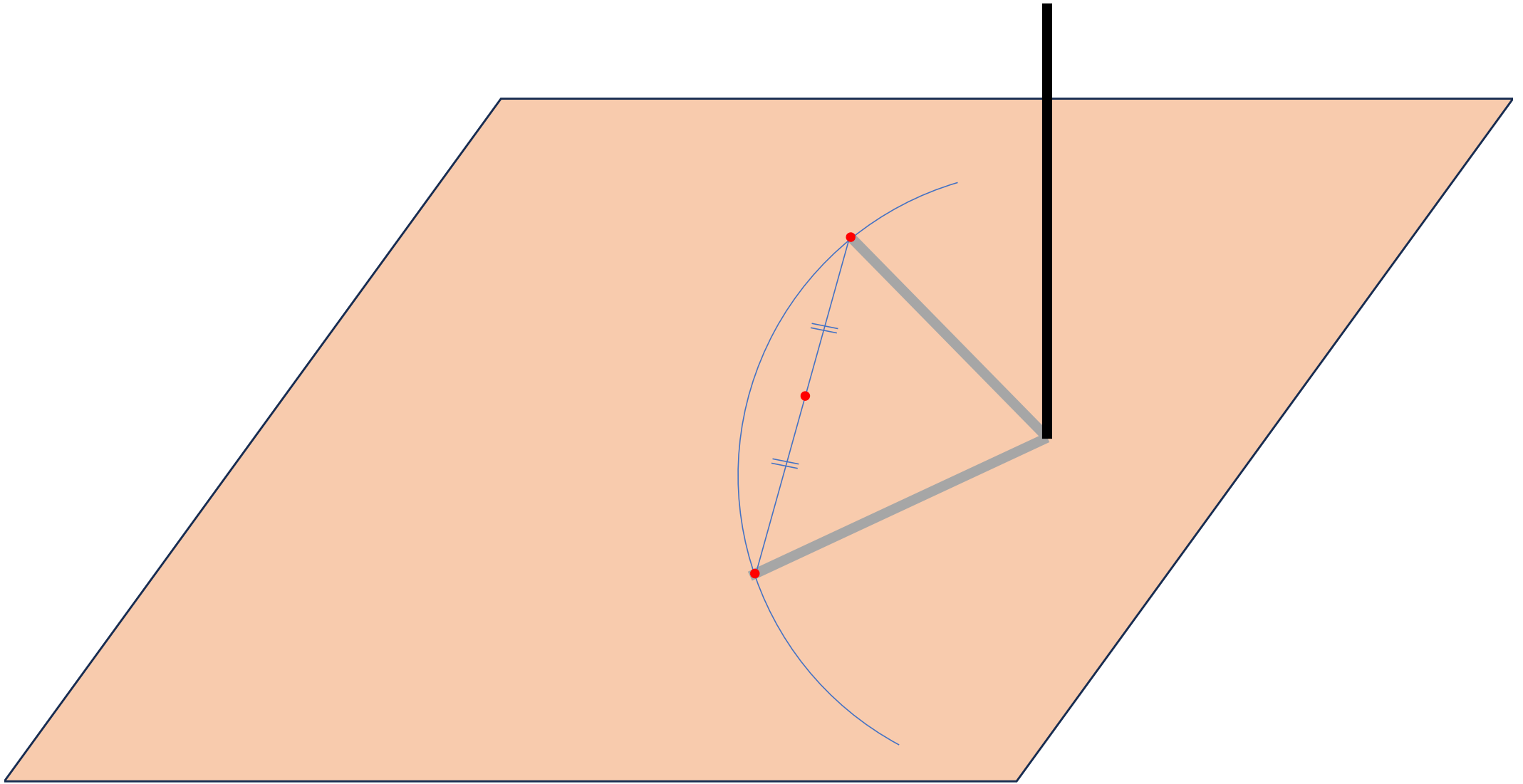


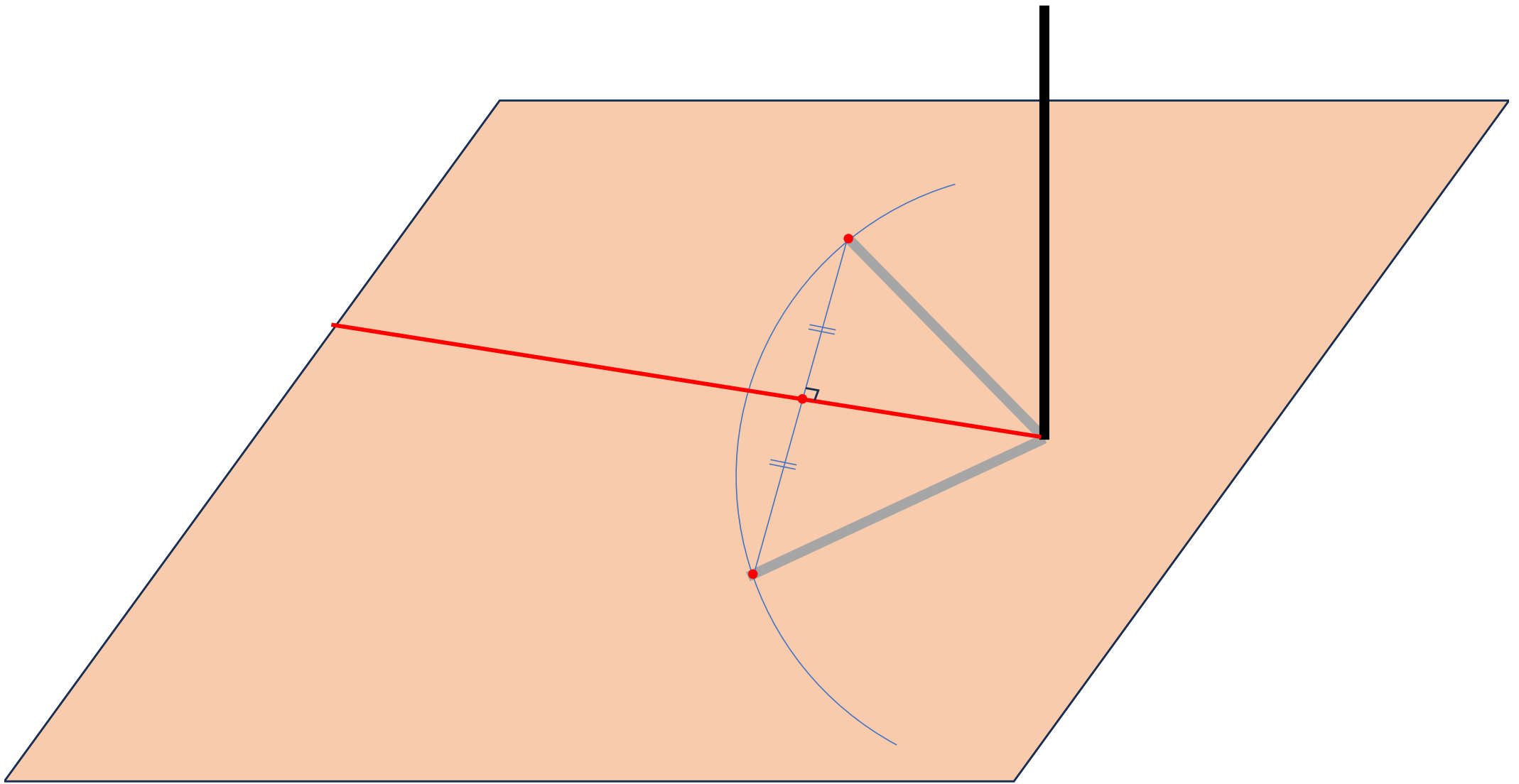


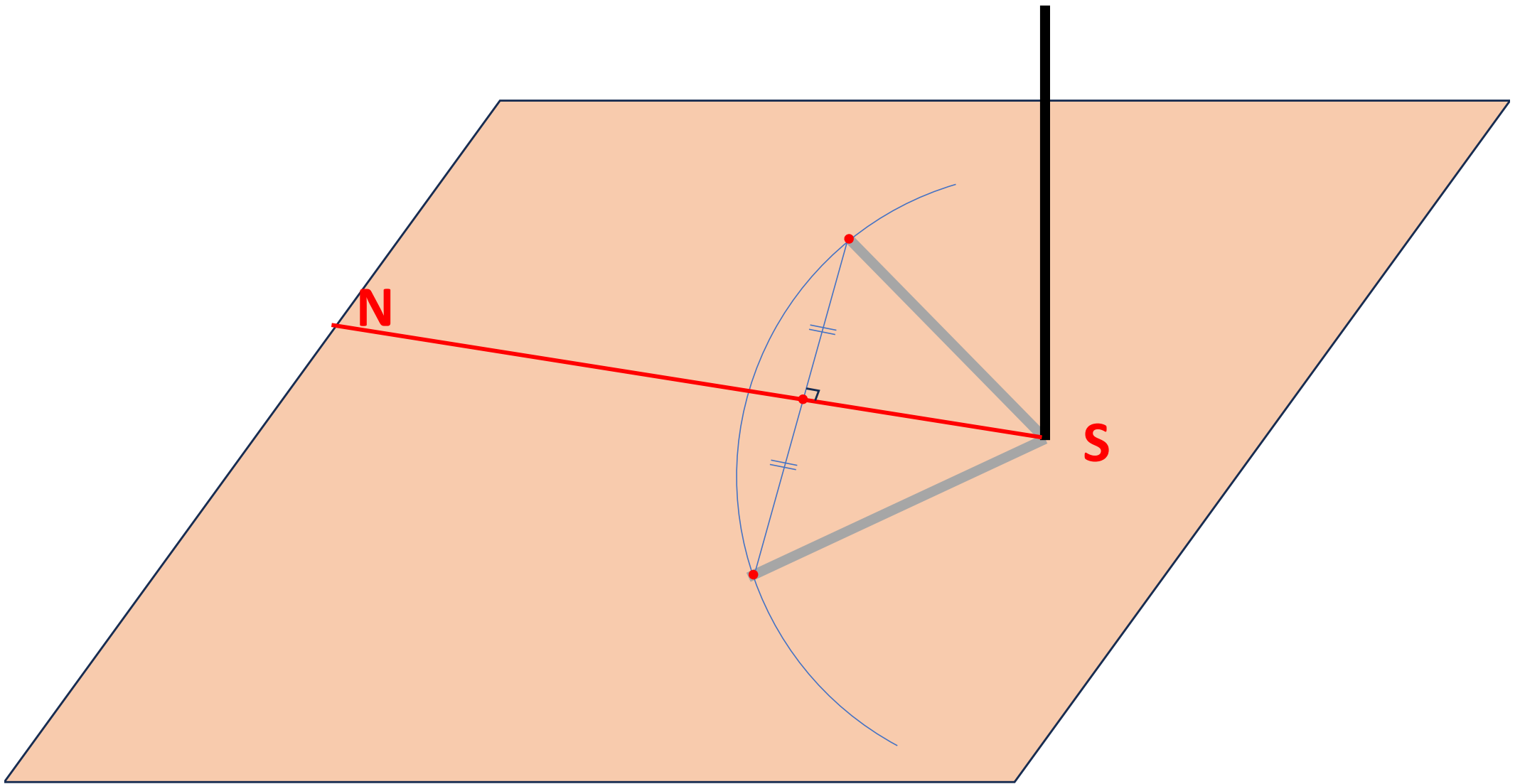


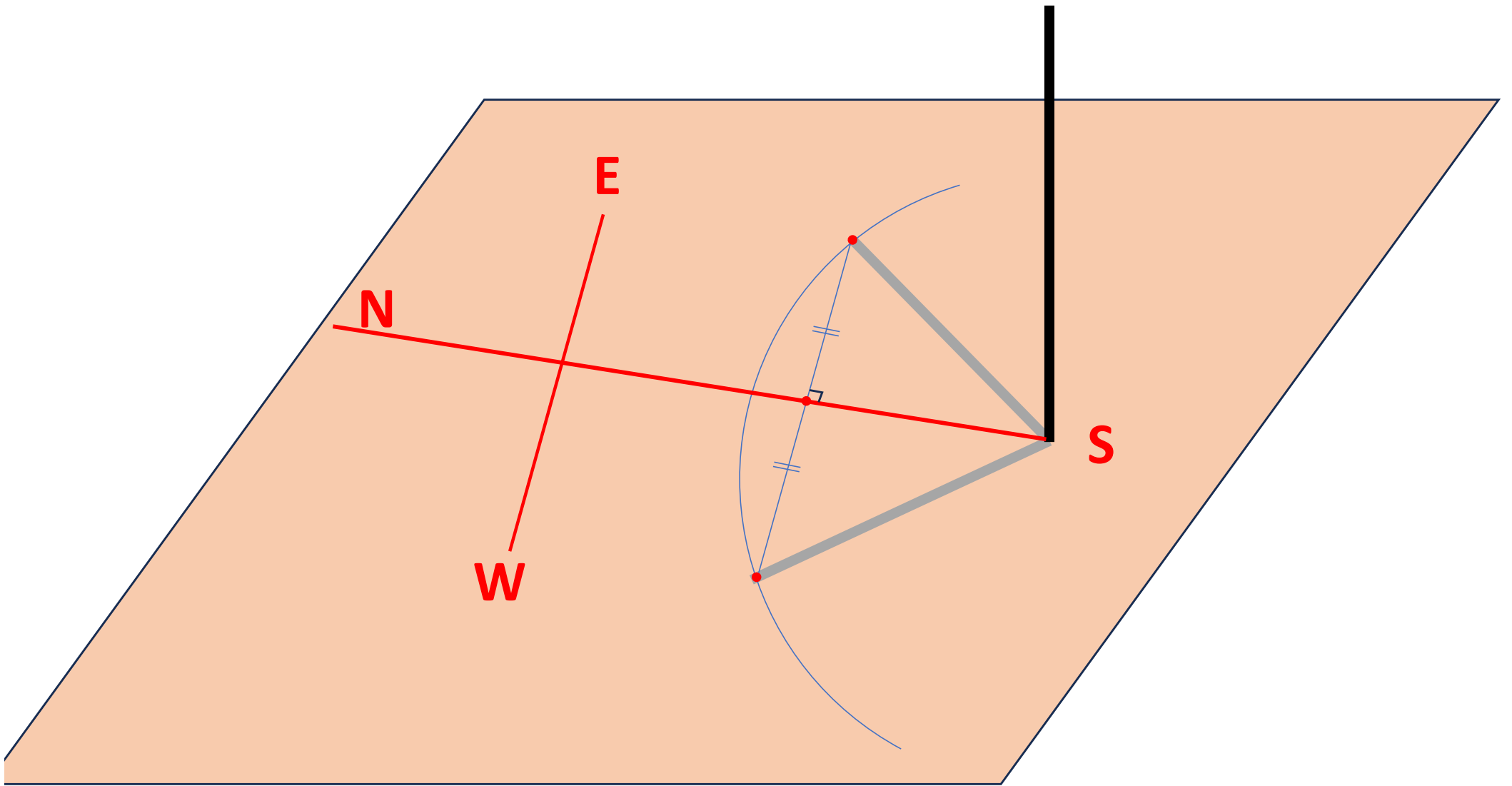






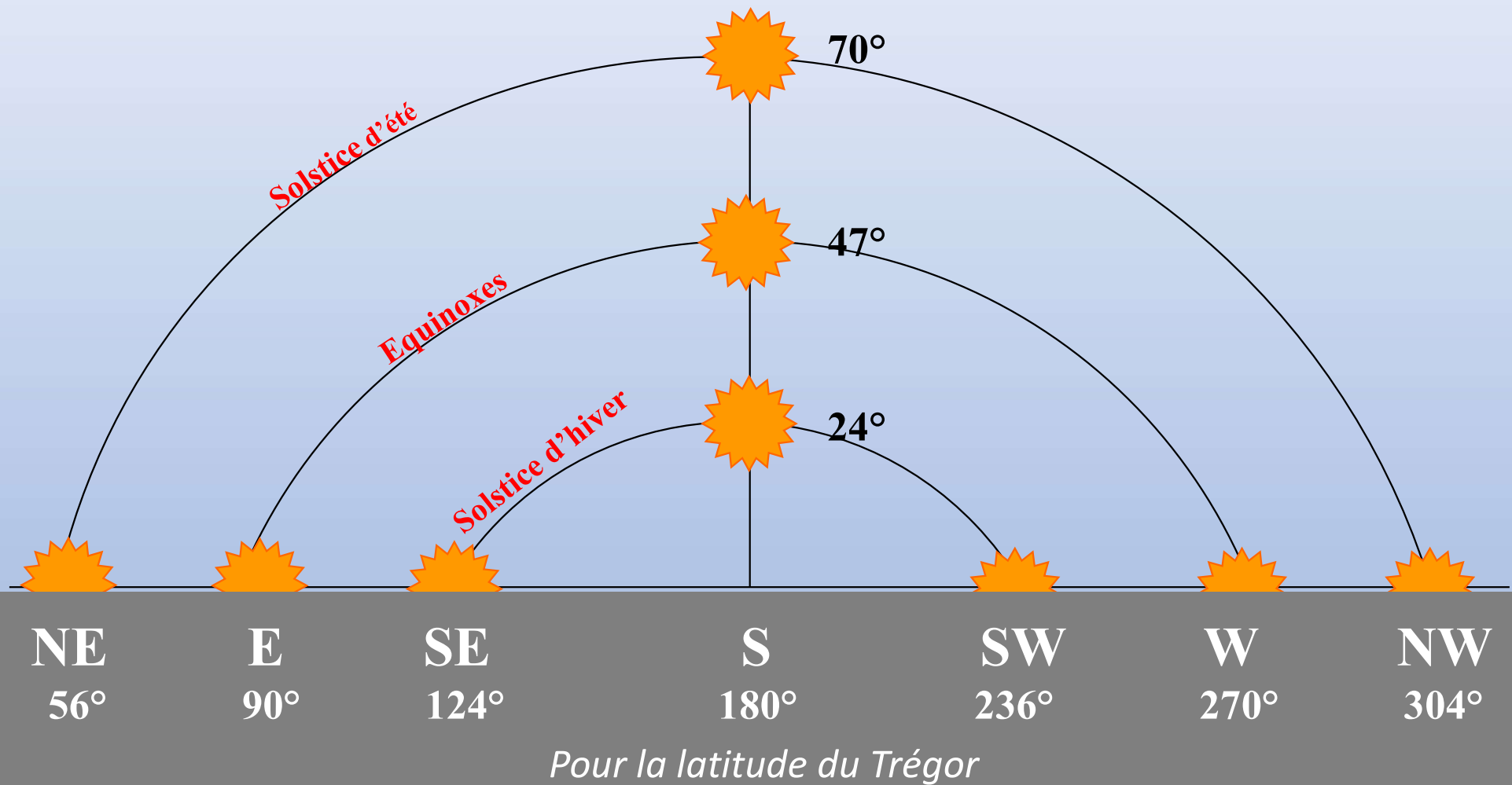






2) Observer les levers et couchers du Soleil

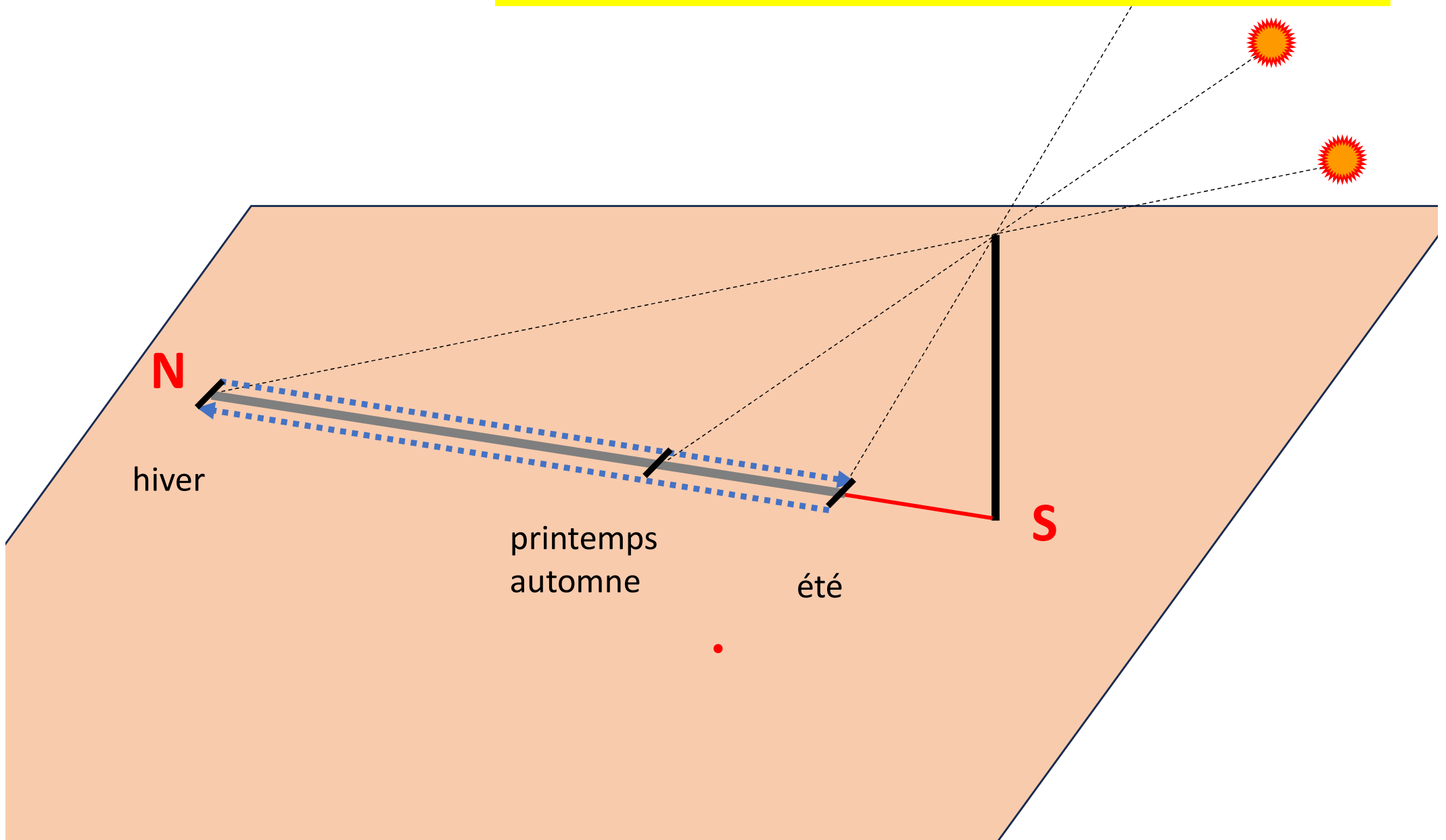
= disposer d'un calendrier



SELON LES SAISONS

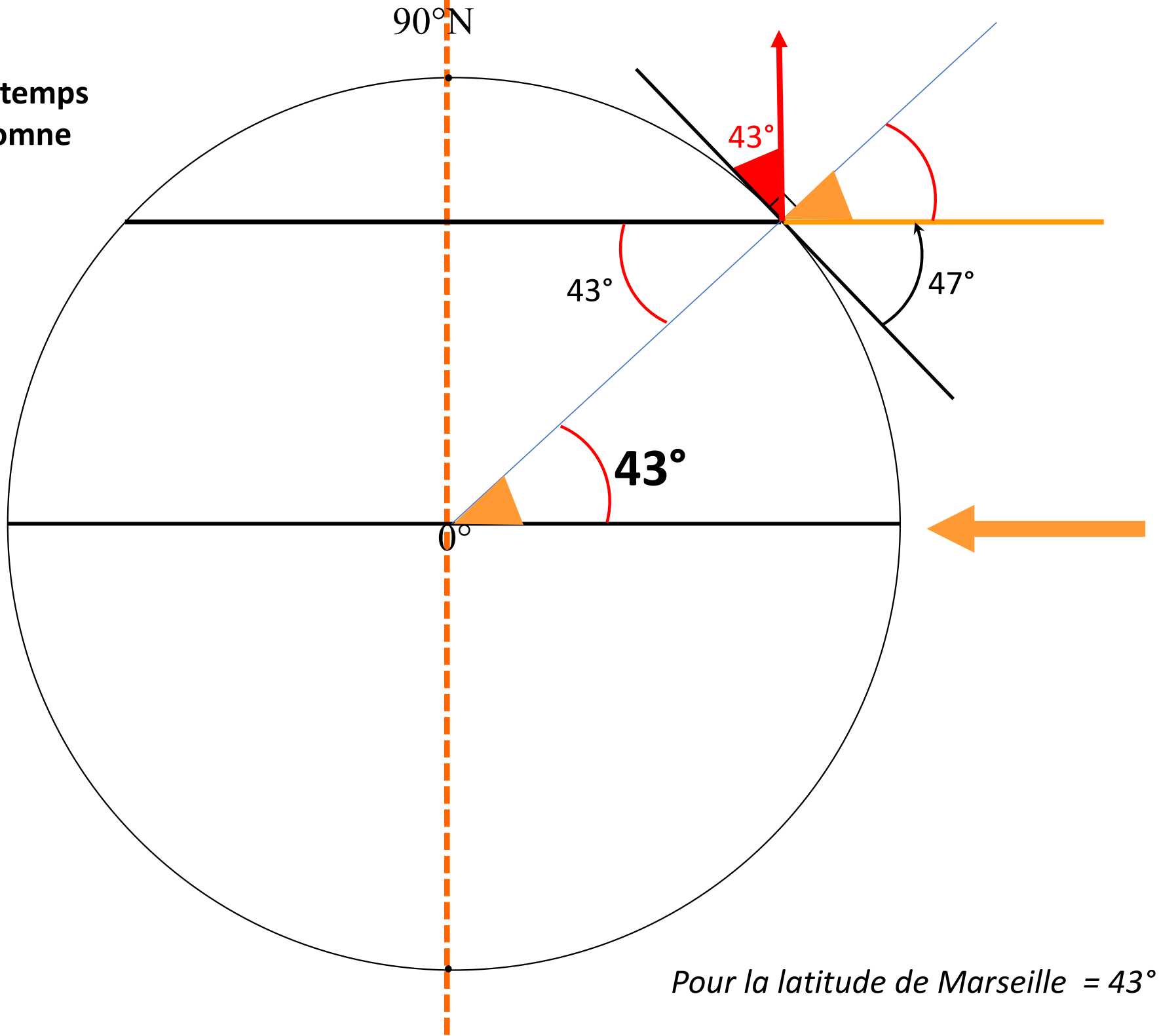
3) Observer tous les jours l'ombre à midi

= disposer aussi d'un calendrier



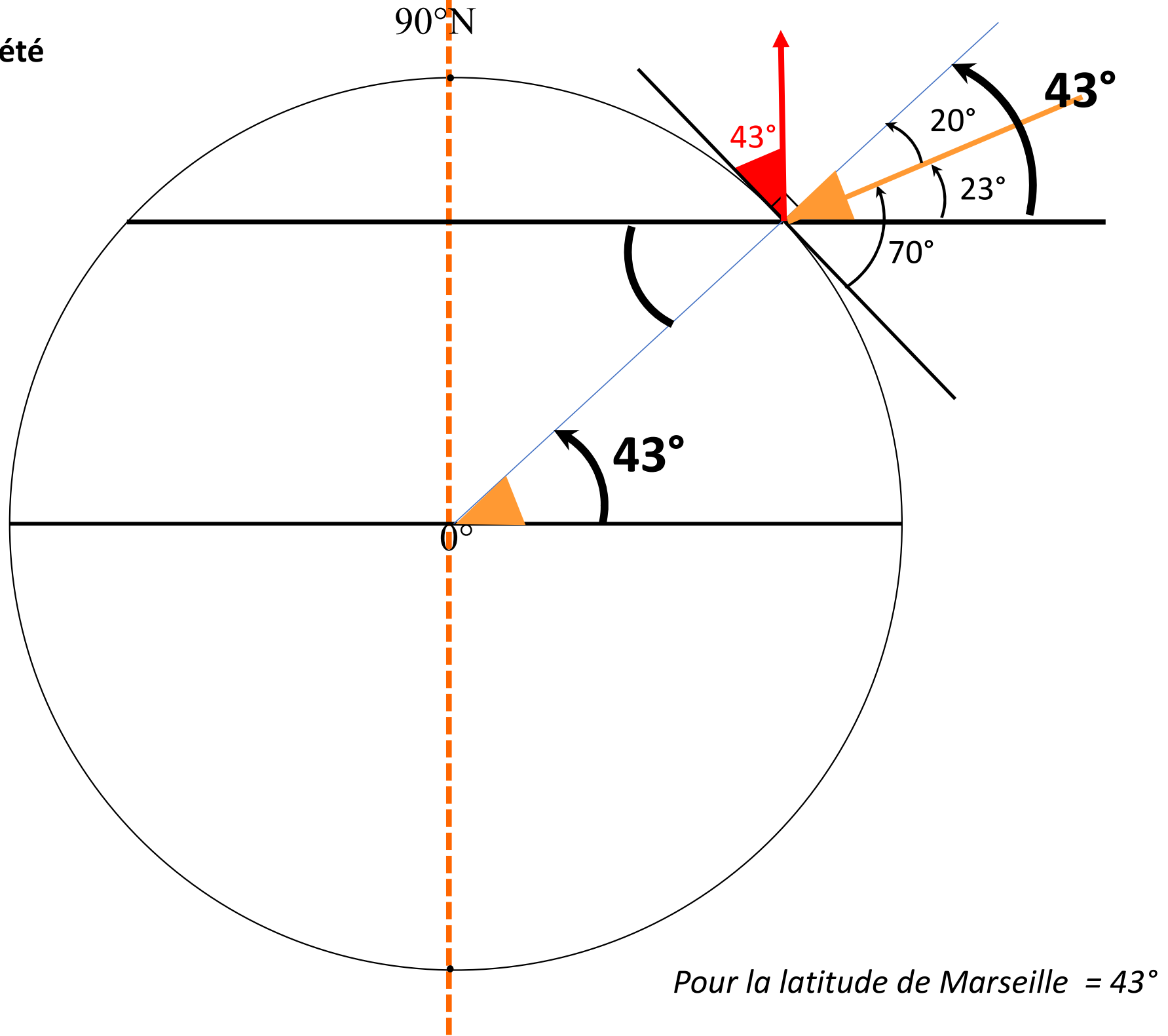
Mesurer avec l'étoile polaire

Équinoxes
- printemps
- automne



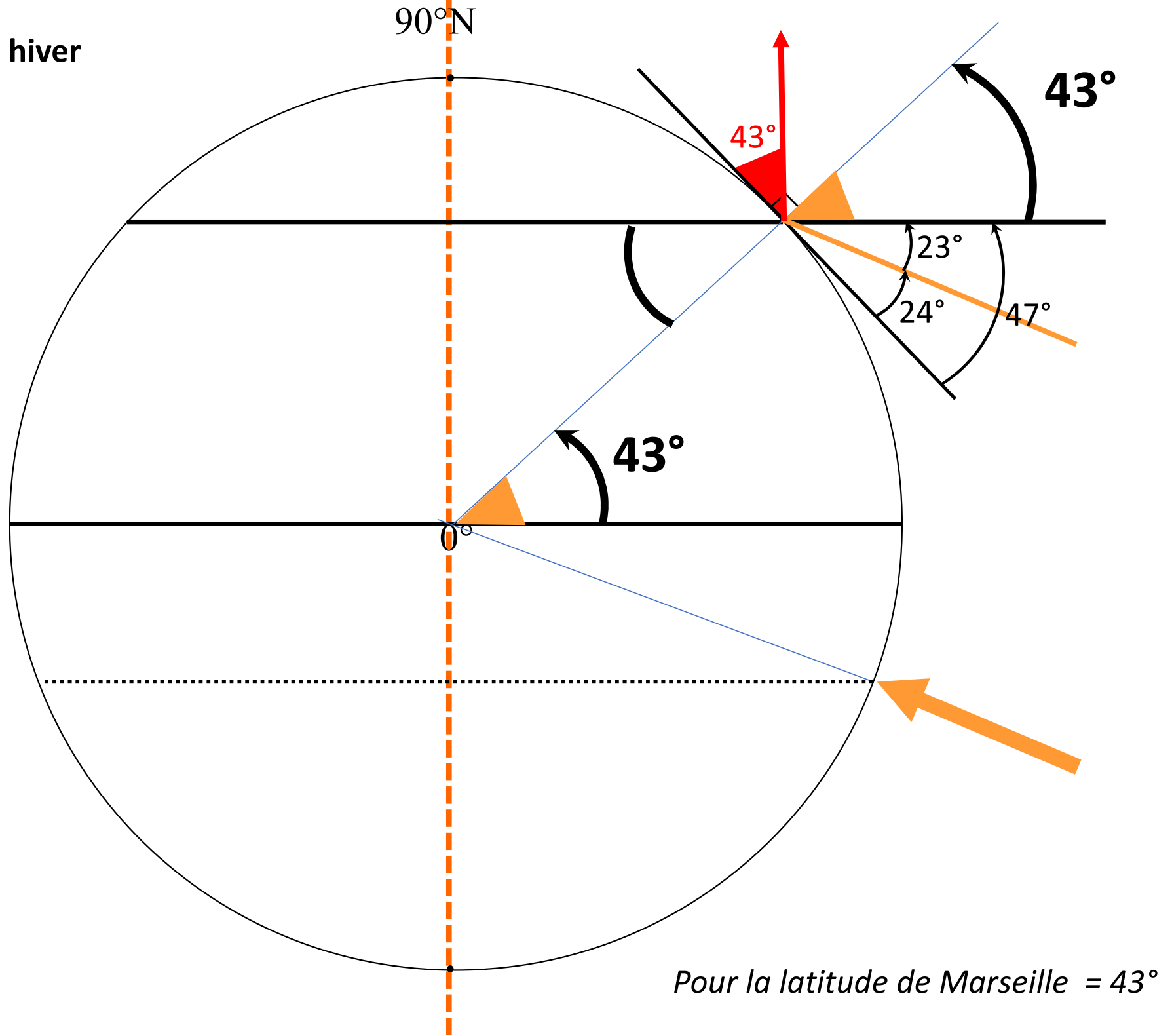
Pour la latitude de Marseille = 43°

Solstice d'été



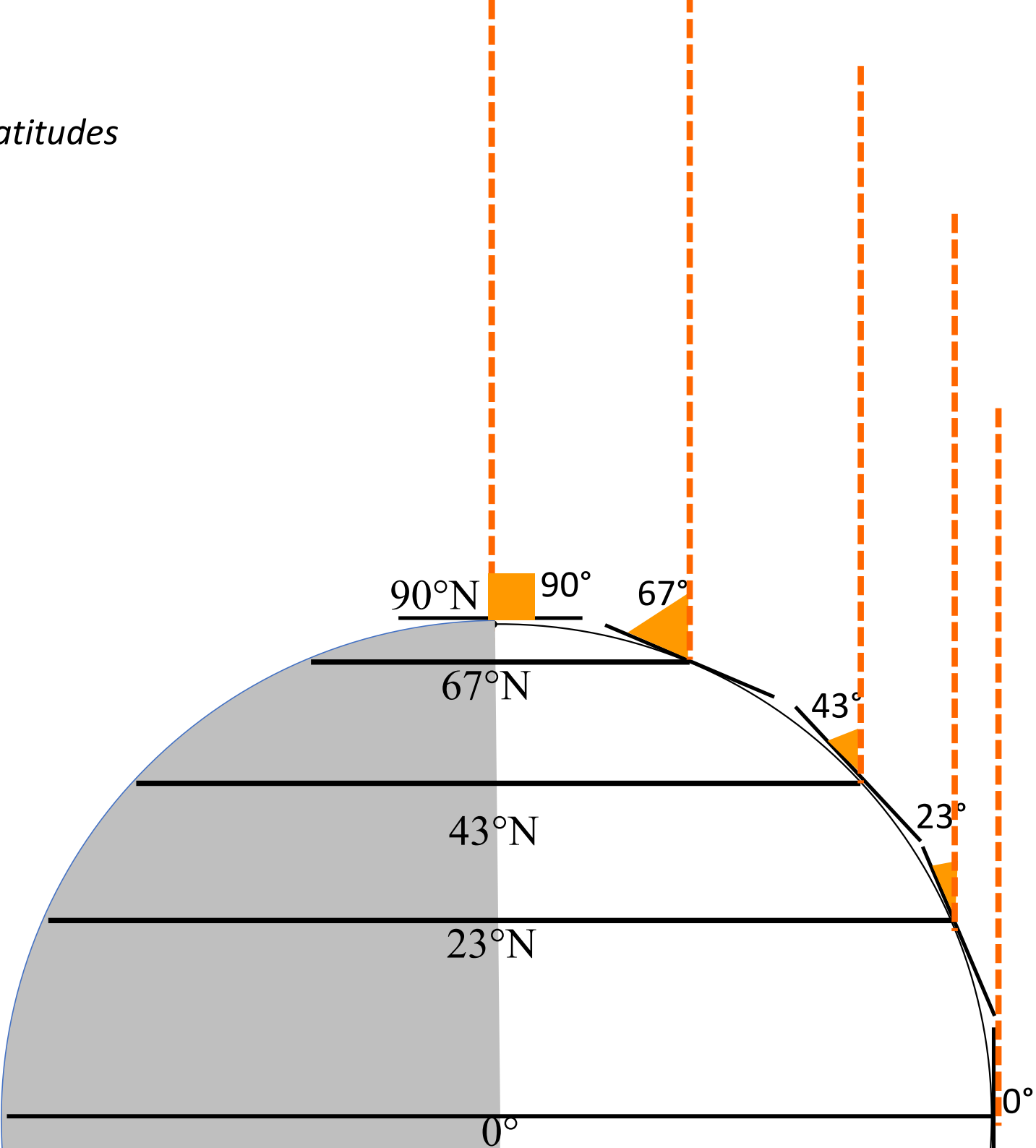
Pour la latitude de Marseille = 43°

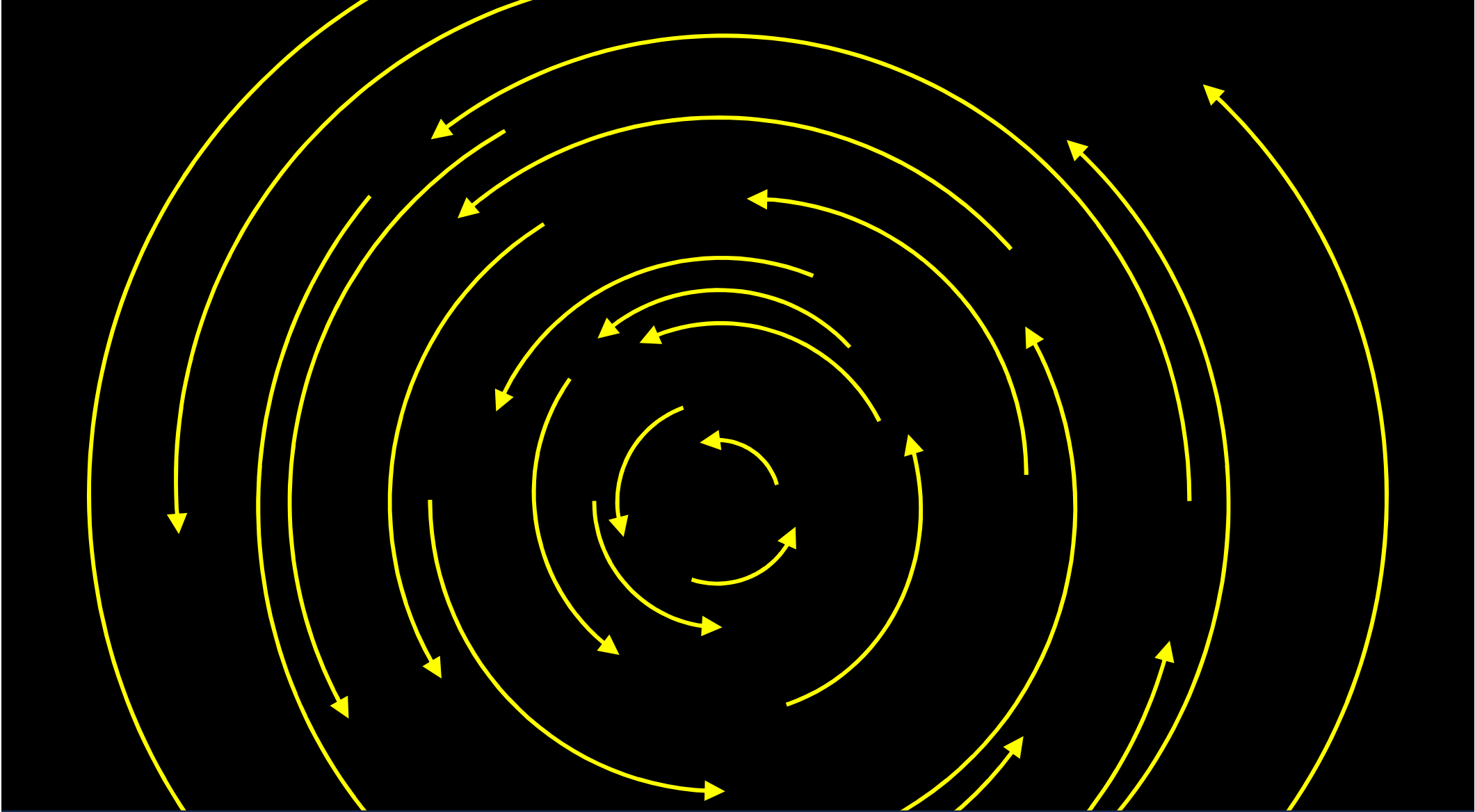
Solstice d' hiver

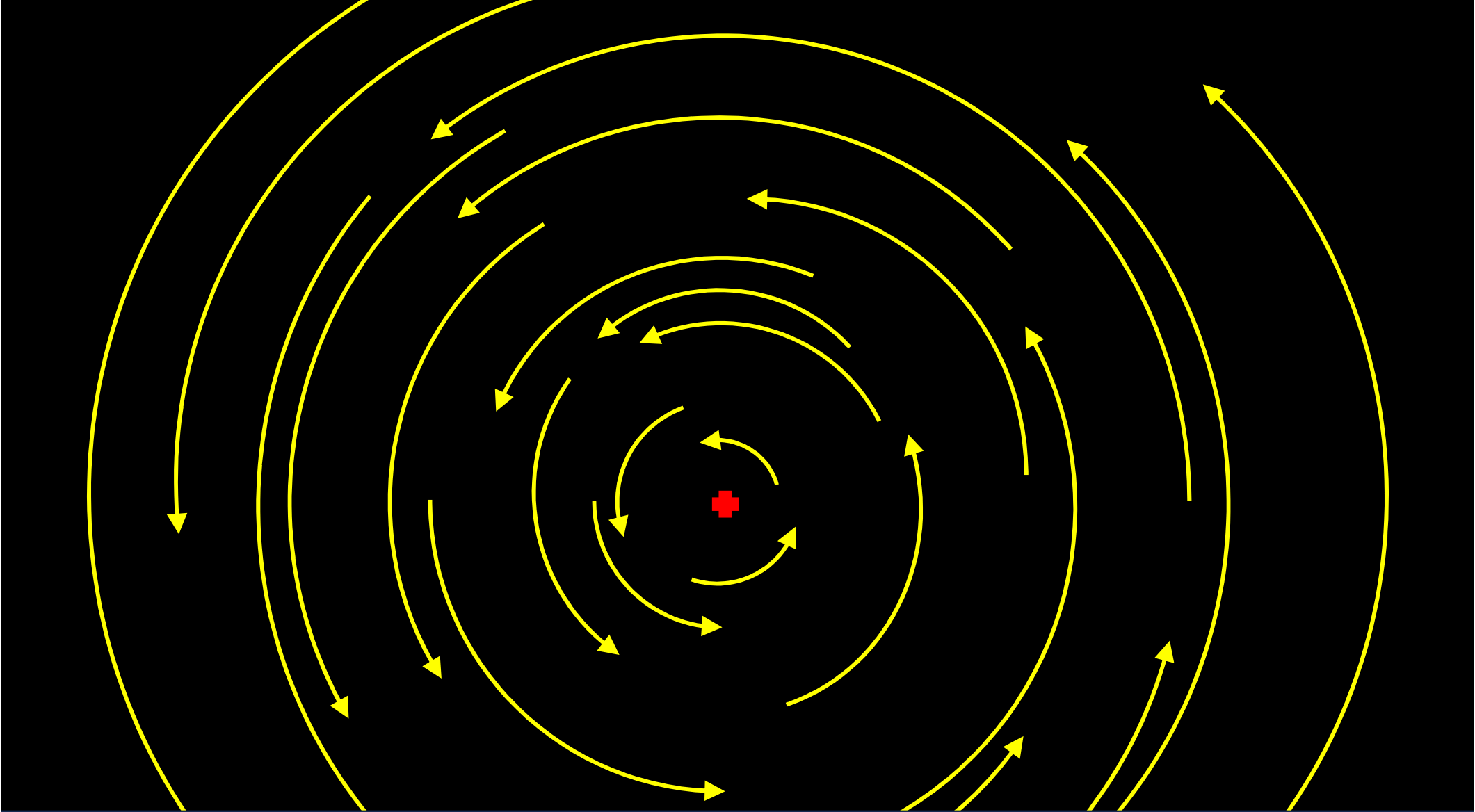


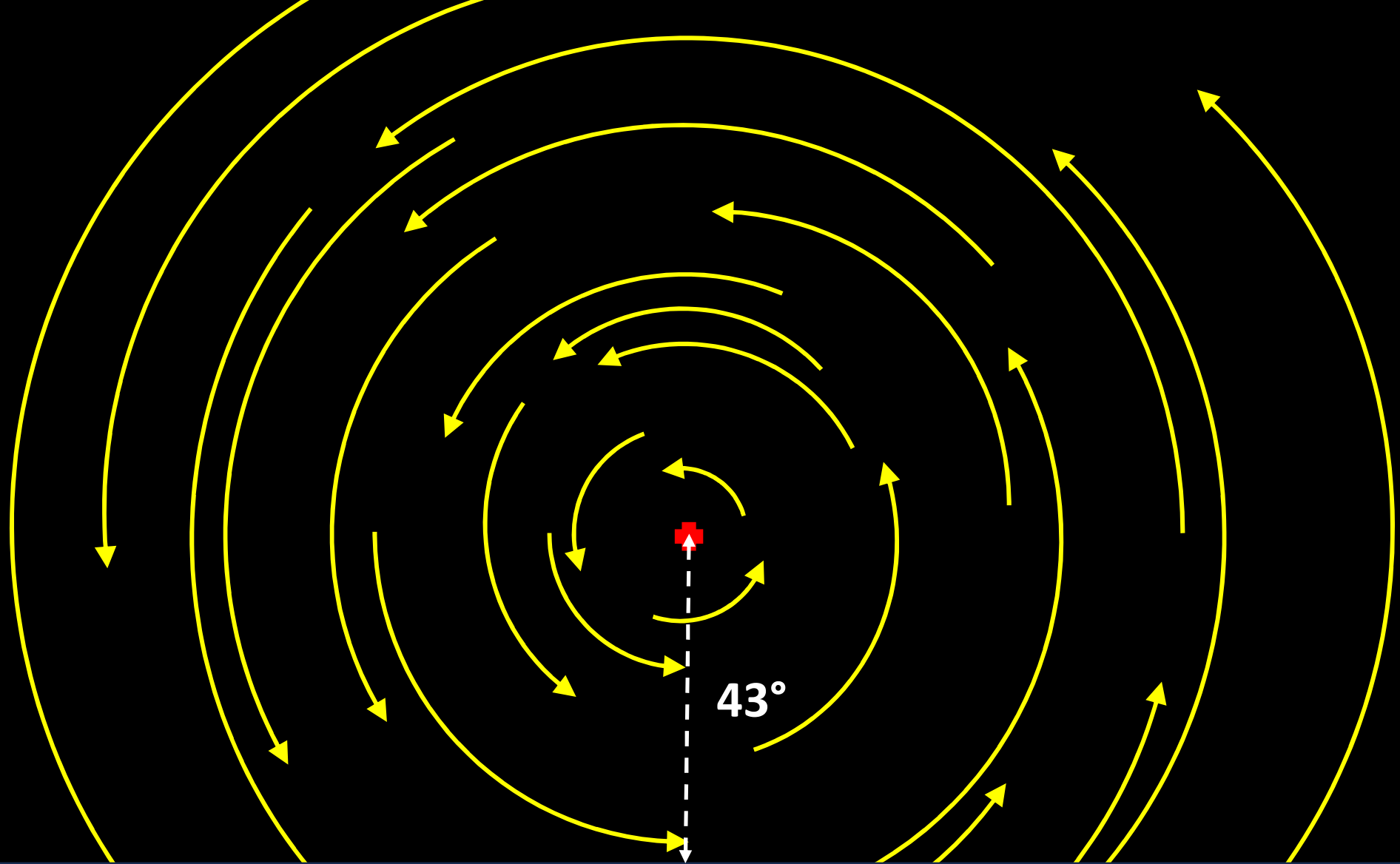
Pour la latitude de Marseille = 43°

À différentes latitudes





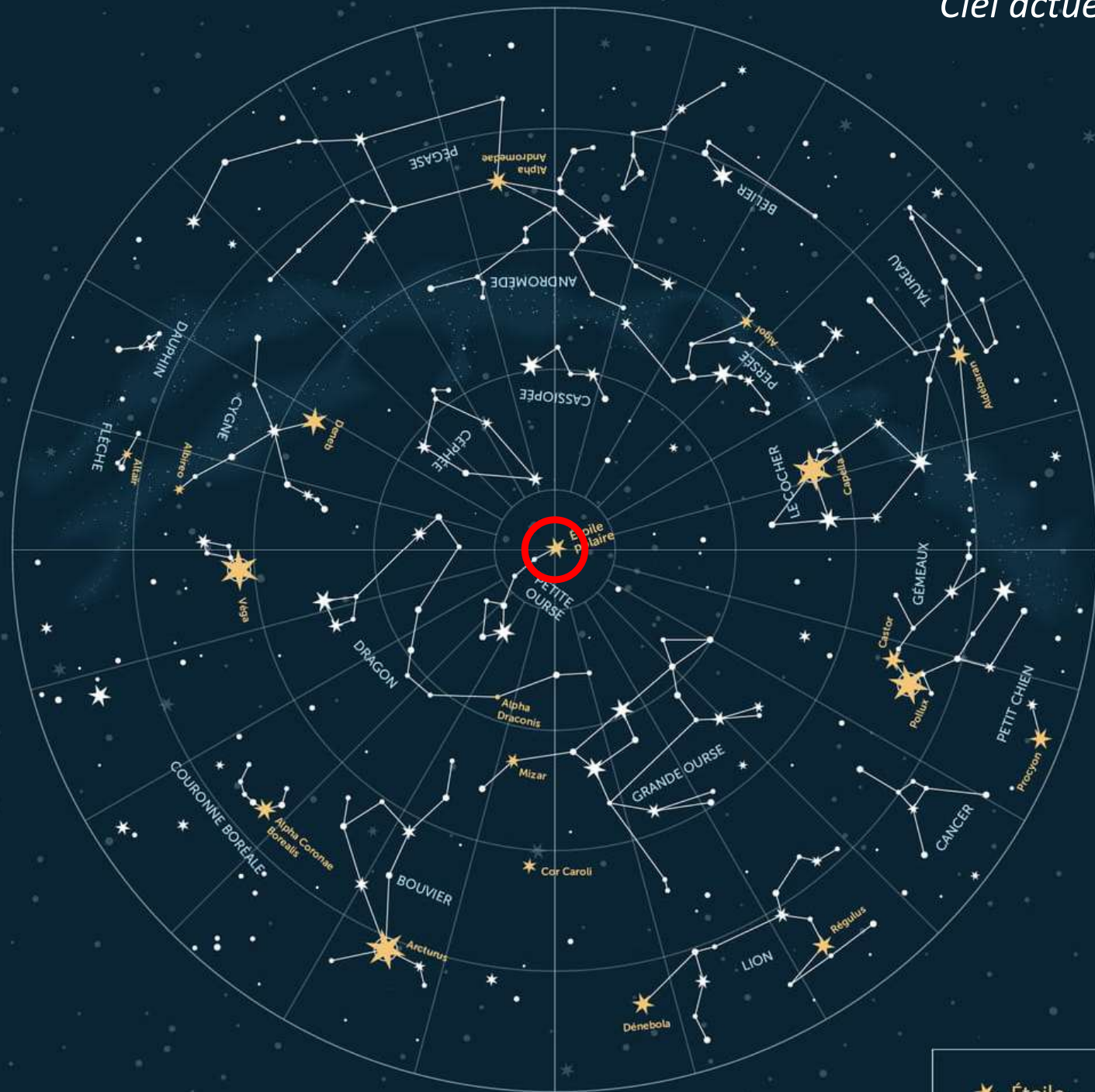




N

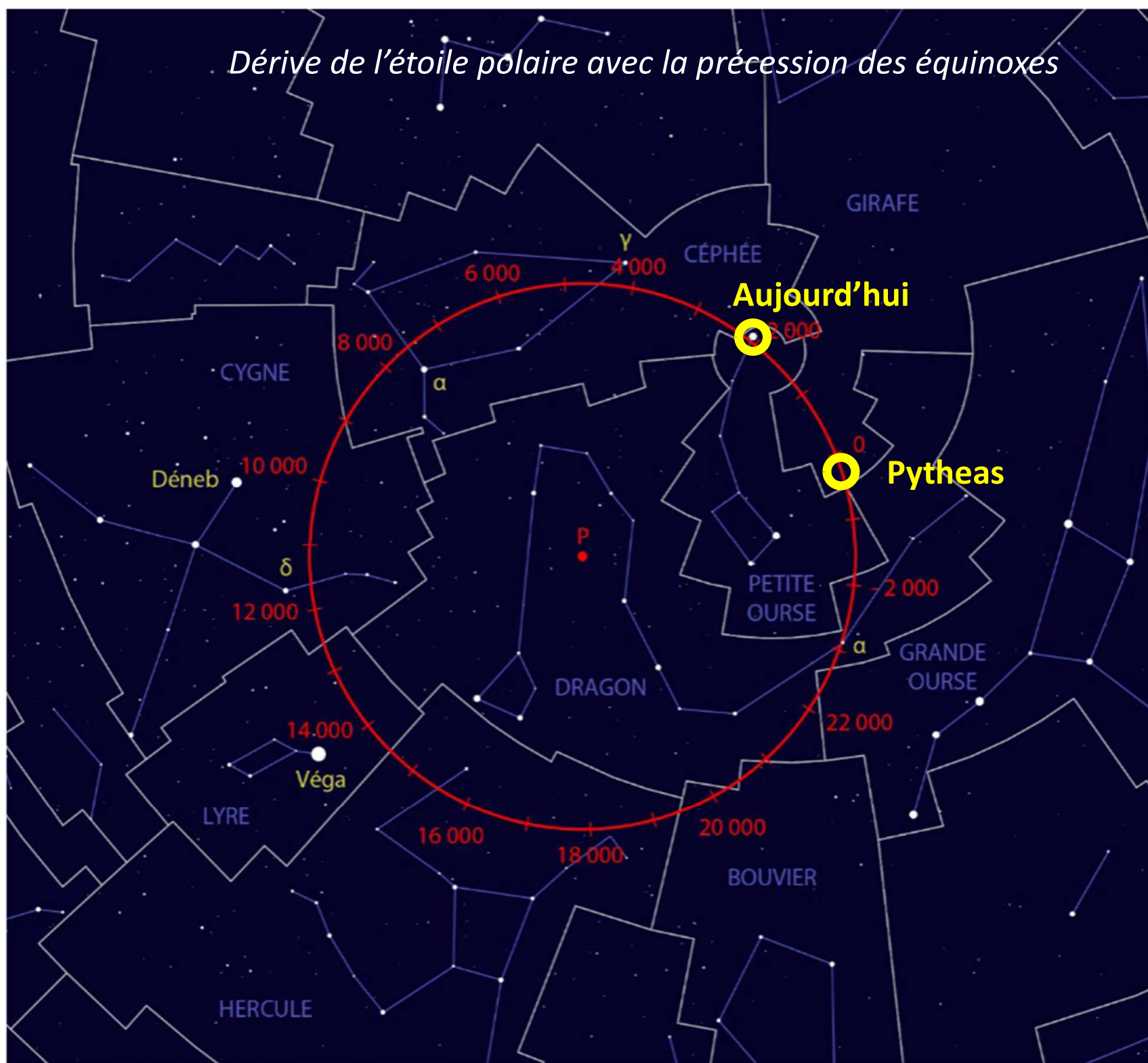
43°

Pour la latitude de Marseille = 43°

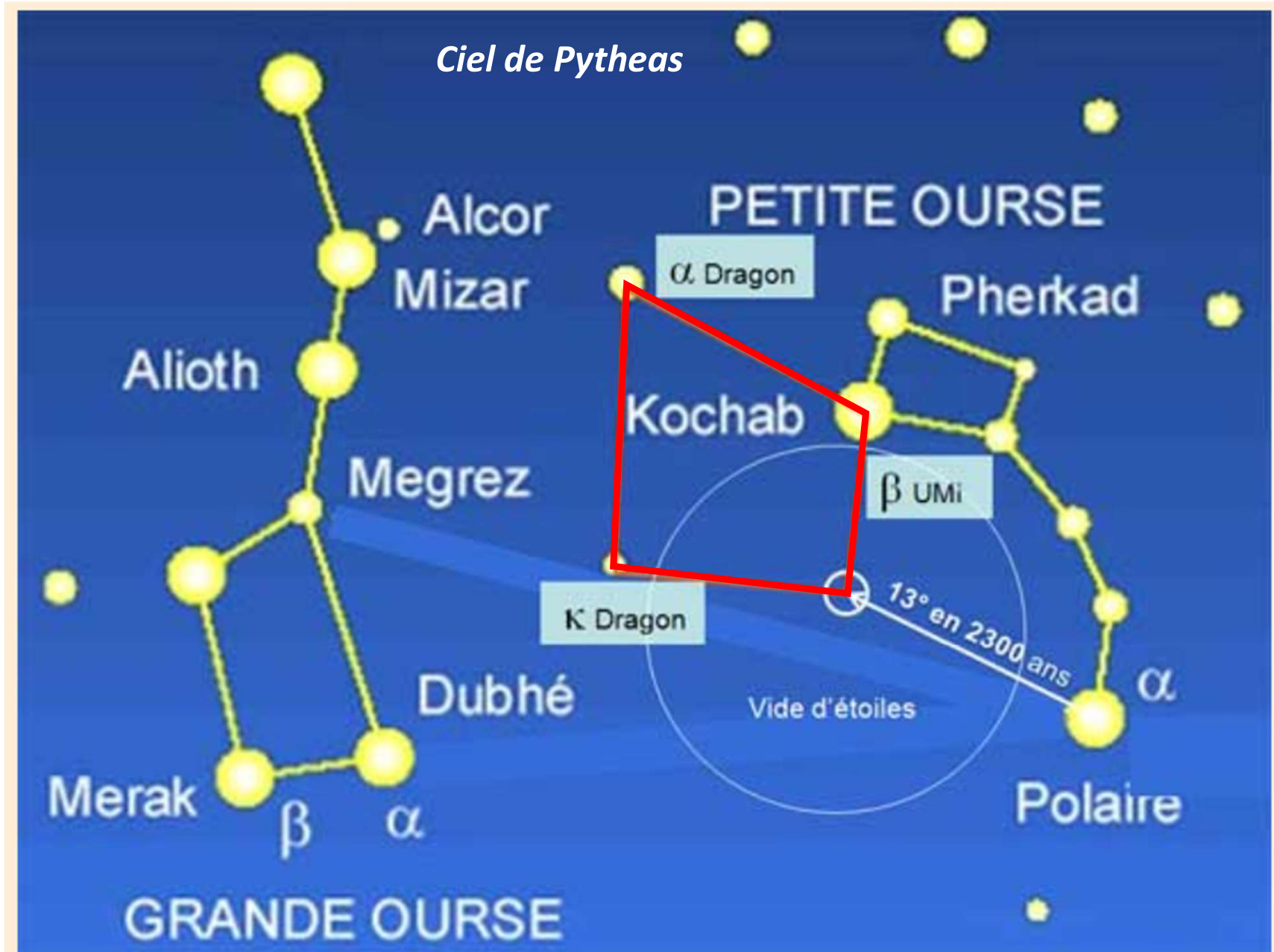


- ★ Étoile
- Constellation

Dérive de l'étoile polaire avec la précession des équinoxes

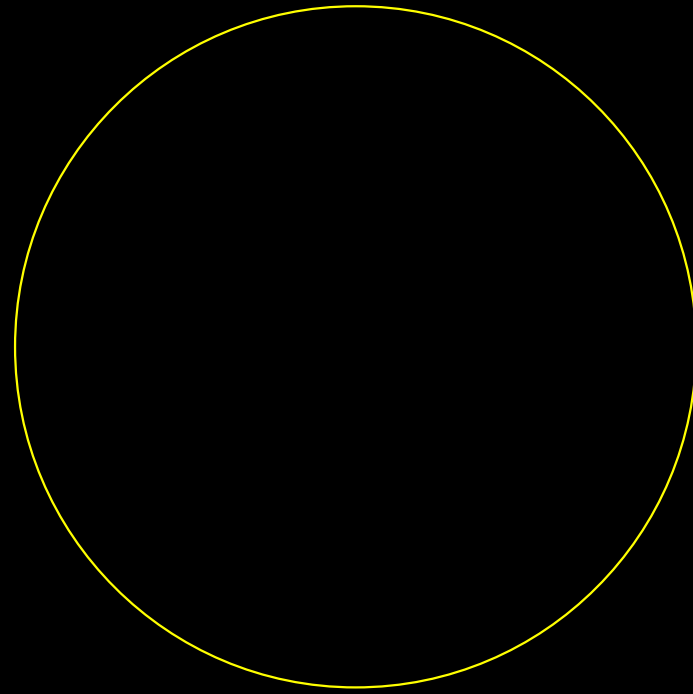


...au pôle, il n'y a aucun astre, mais un endroit vide, près duquel se trouvent trois astres, avec lesquels le signe qu'on mettrait au pôle constitue à peu près un quadrilatère, comme le dit aussi Pythéas le Massaliote».

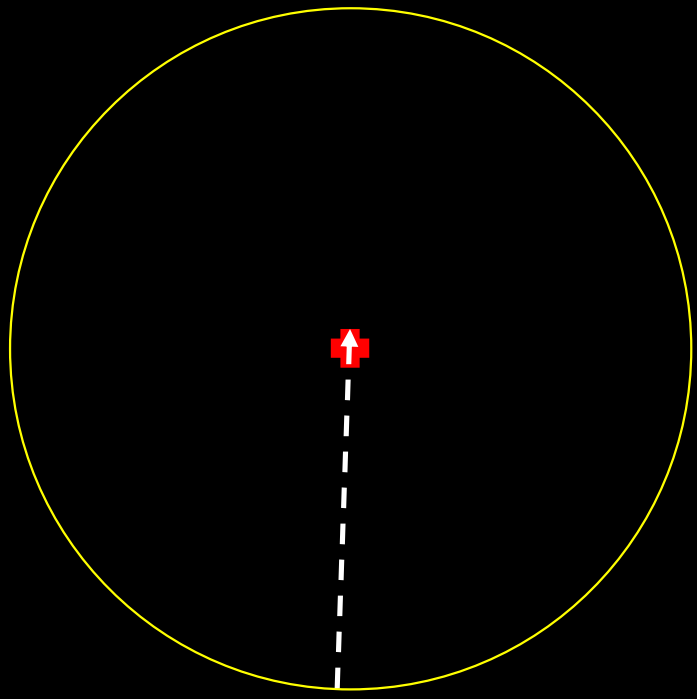


|

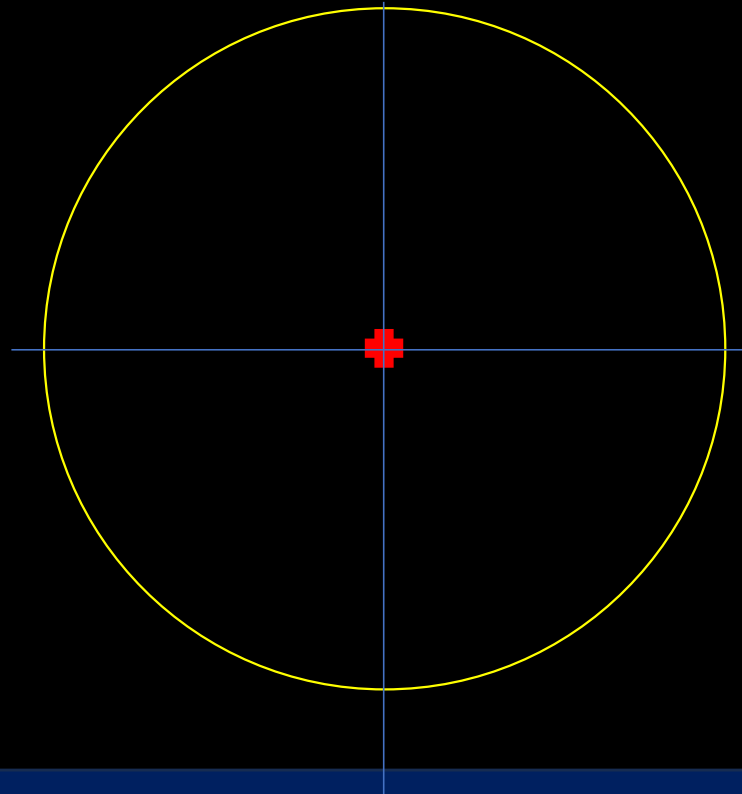
une solution cependant

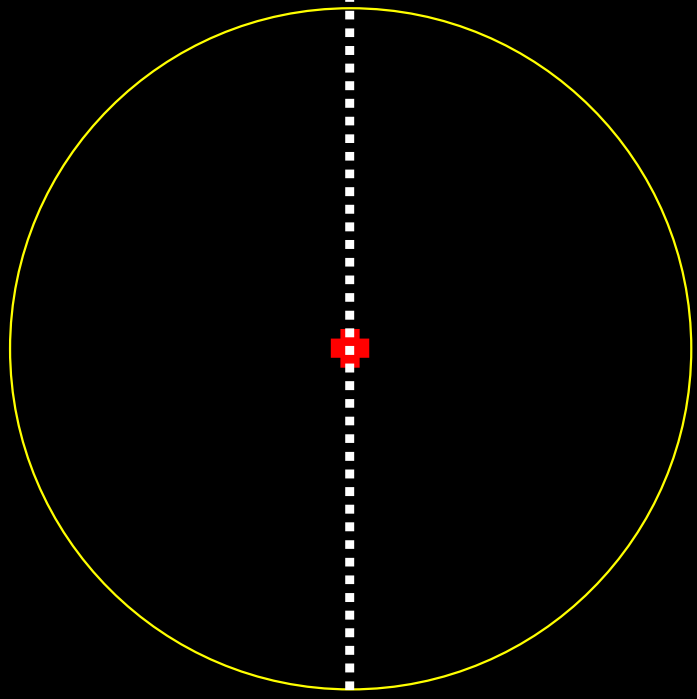


Mouvement apparent d'une étoile sur 24 heures



N

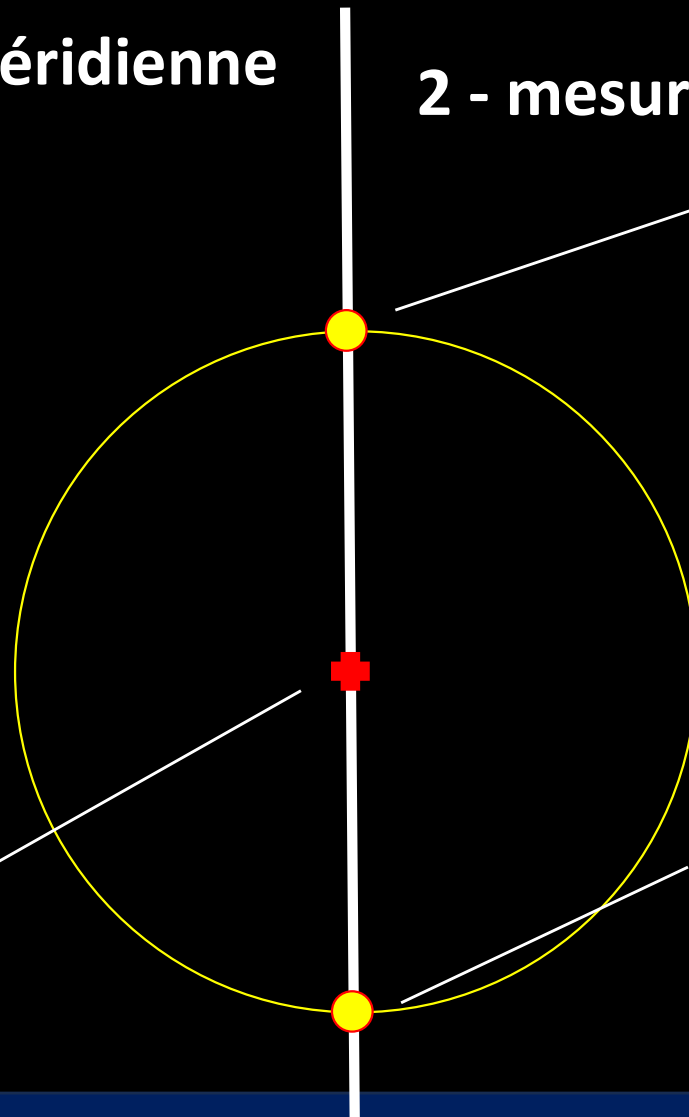




N

1 - déterminer la méridienne

**2 - mesurer la hauteur de l'étoile
en position haute**



en position basse

**3 - l'étoile polaire
est au centre**

N

II

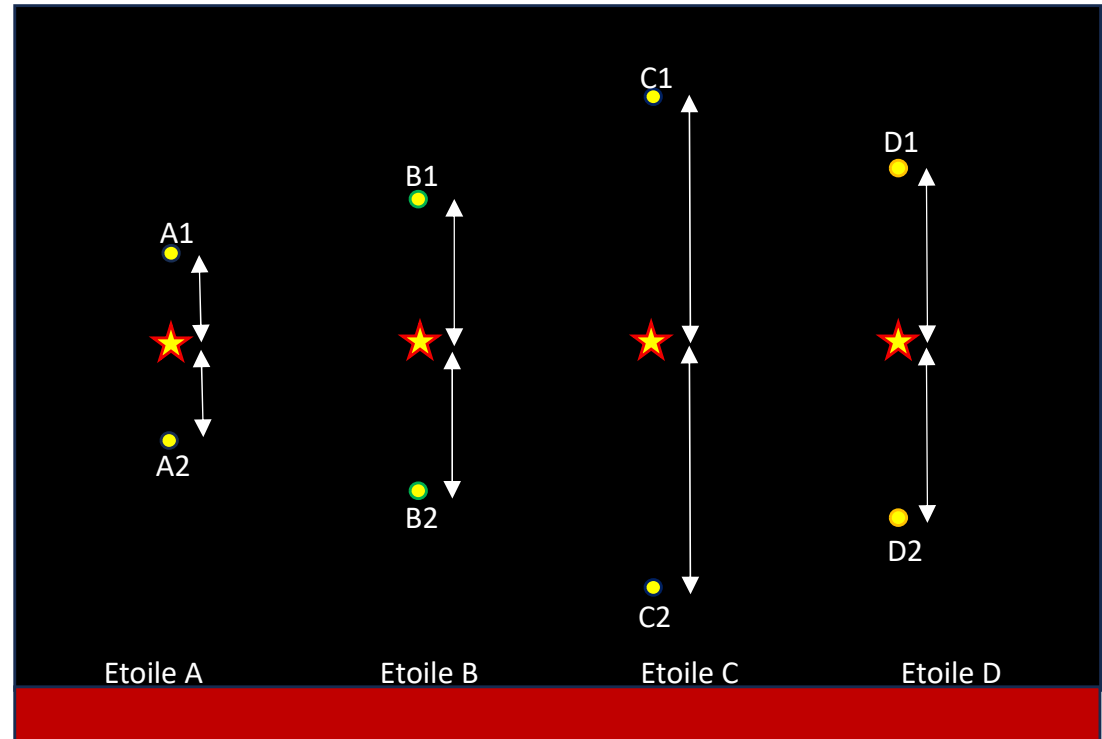
Expérimentation en deux temps

II 1 - à la latitude de départ

→ définir les caractéristiques d'étoiles brillantes sélectionnées, ce qui nécessite 2 mesures (positions haute et basse pouvant être faites simultanément en hiver, ou indépendamment)
 Les deux hauteurs de l'étoile sont liées à la latitude, mais l'angle entre position haute et basse est défini une fois pour toutes, car constant = valables quelle que soit la date et la latitude.

Pour toutes les étoiles, il y a symétrie entre la position méridienne haute et la position méridienne basse par rapport à l'étoile polaire, ce qui signifie que la déclinaison de l'étoile polaire est évidemment la même.

Prendre les hauteurs de plusieurs étoiles permet de lisser les valeurs de déclinaison de la polaire et donc s'obtenir une précision optimale.

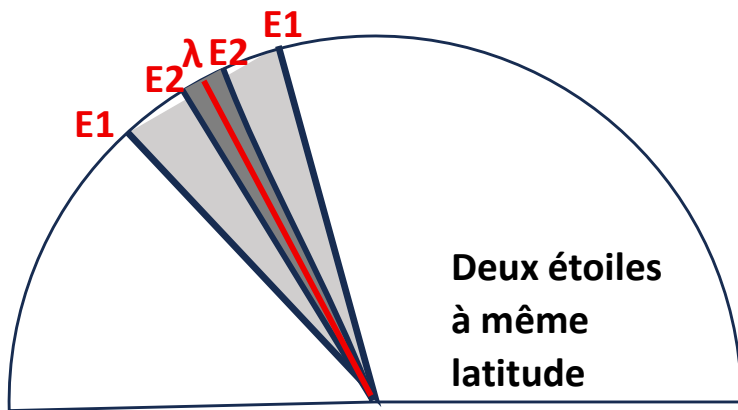


Formule générale :

$$\text{latitude du lieu} = \text{déclinaison de la polaire} = \frac{\text{hauteur haute de l'étoile} + \text{hauteur basse de l'étoile}}{2}$$

Exemple = hauteur d'une étoile (par rapport à l'horizon) :

$$\left. \begin{array}{l} \text{mesurée en position haute} = 80^\circ \\ \text{mesurée en position basse} = 16^\circ \end{array} \right\} \longrightarrow \text{Latitude} = \frac{80 + 16}{2} = 48^\circ \longrightarrow \text{caractéristique de l'étoile} = \frac{80^\circ - 16^\circ}{2} = 32^\circ$$



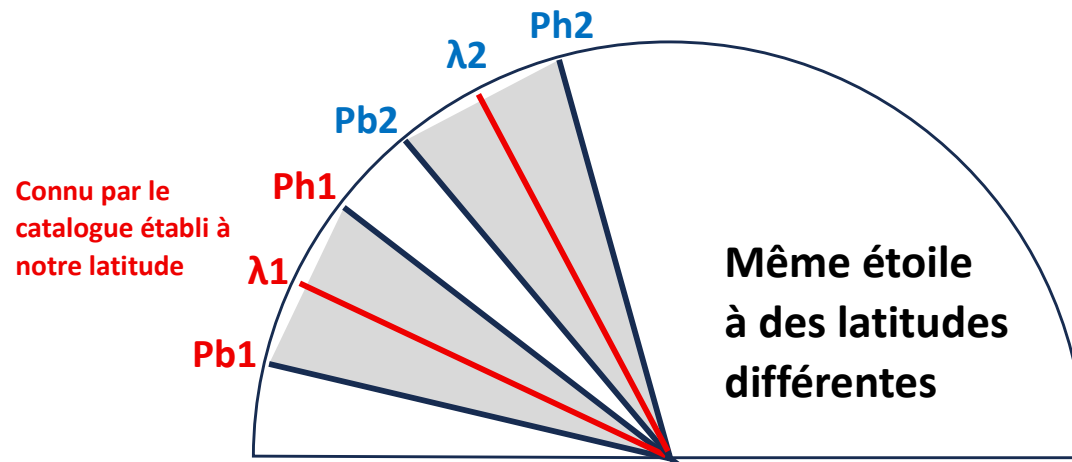
A la même latitude, n'importe quelle étoile permet de trouver l'étoile polaire avec des paramètres différents.

Nos mesures aboutiront pour notre latitude à l'établissement du catalogue des étoiles les plus brillantes (circumpolaires ou non) mentionnant pour chaque:

- hauteur en position haute (en ° / horizon)
- hauteur en position basse (en ° / horizon)
- paramètre (angle / étoile polaire)

Il 2 - à n'importe quelle latitude

On est prêt alors pour trouver la latitude n'importe où. Et cela avec n'importe quelle étoile de notre catalogue. Une seule mesure doit pouvoir suffire, mais pour l'expérimentation, on sélectionnera un maximum d'étoiles brillantes et on fera les mesures en position haute et basse à différentes saisons !



En changeant de latitude, mais pas d'étoile, les paramètres de hauteur de l'étoile sont conservés.

Il y a plusieurs façons d'obtenir la nouvelle latitude:

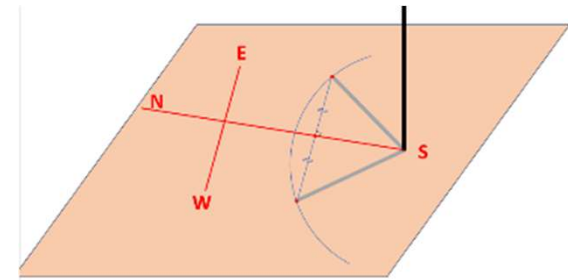
- avec les mesures Pb2 et Ph2 : $\lambda = (Pb2 + Ph2) / 2$
- avec la mesure PB2 seule : $\lambda = Pb2 + \text{paramètre de l'étoile issu de notre catalogue}$
- avec la mesure Ph2 seule : $\lambda = Ph2 - \text{paramètre de l'étoile issu de notre catalogue}$

III

Protocole

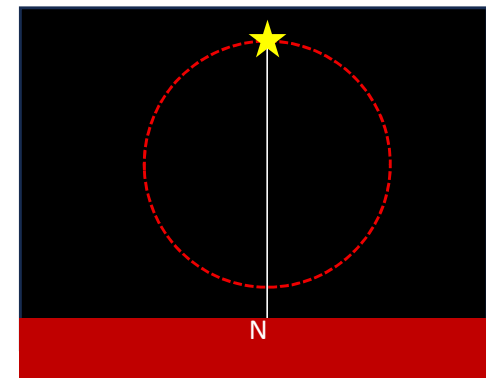
Pour l'établissement de la latitude de départ → sur une année

1 Déterminer la ligne méridienne



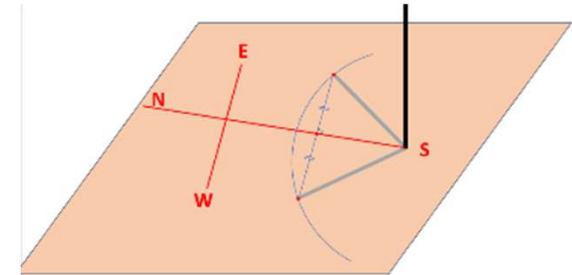
2 Installer le matériel, si possible avec un dispositif fixe (au maximum)

3 Faire toutes les mesures possibles avec un maximum d'étoiles.



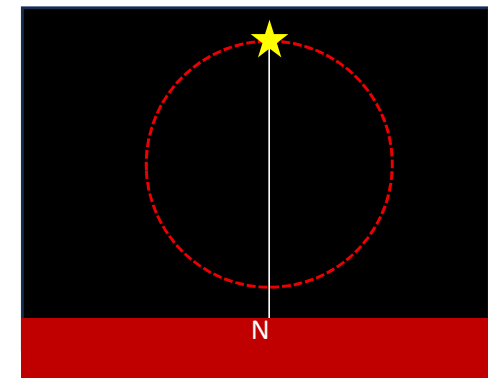
En itinérance → en 24 heures

1 Déterminer la ligne méridienne (lorsqu'il fait jour) par la méthode du gnomon.



2 Installer le matériel (quand il fait encore jour)

3 Quand il fait nuit, mesurer la hauteur d'une étoile circumpolaire (A1), lors de son passage au méridien. Au minimum, il n'y a qu'une seule mesure par étoile à effectuer.



IV

Matériel de mesure

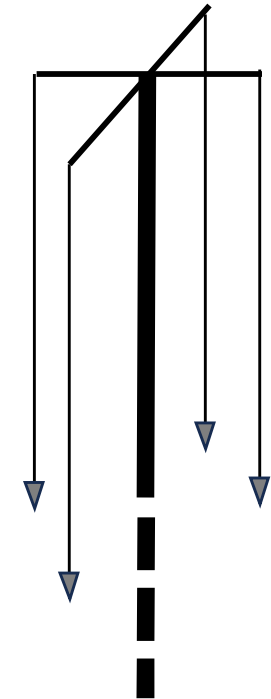
Tout est à retrouver:

Pour l'établissement de la méridienne :

- 1) gnomon avec fils à plomb (assurer la verticalité) . Ce système de fil à plomb sera à mettre en œuvre chaque fois que la verticalité sera nécessaire.
- 2) corde (tracer l'arc de cercle et déterminer la médiane)
- 3) piquets pour matérialiser la médiane

Une réflexion devra être menée sur l'horizontalité du sol nécessaire, mais rarement existante en milieu naturel → comment la réaliser rapidement et de manière fiable ?

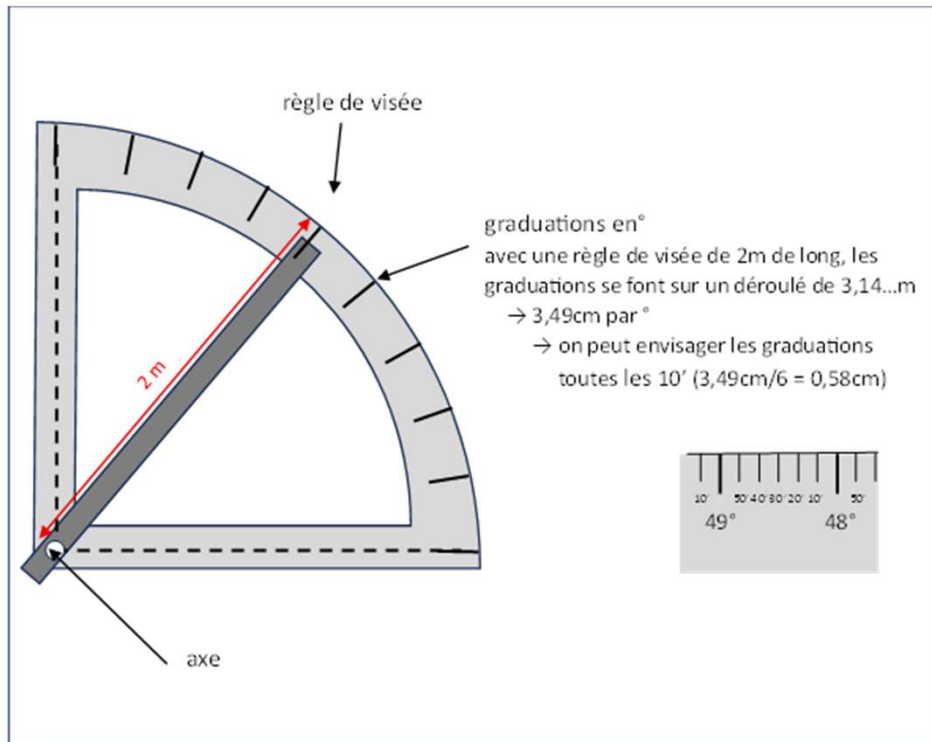
Peut-on s'en affranchir ?



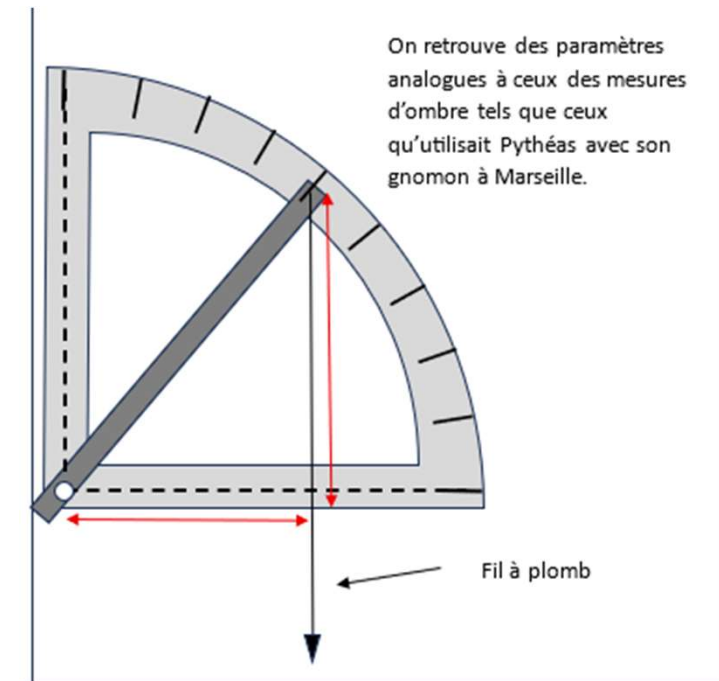
Pour le matériel de mesure :

- Le corps du système est un **quart de cercle** ajouré (pour limiter la prise au vent))
Les détails seront vus ensemble lors des sciences participatives.
On n'expose ici que les grandes lignes du quart de cercle qui permet de faire des mesures

angulaires (modernes)



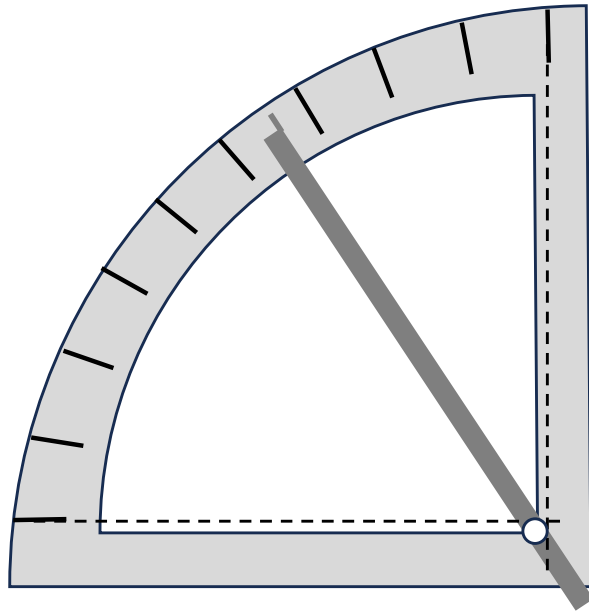
géométriques (Pythéas)



Possibilité de faire des mesures d'angles (avec 256 arcs de cercle sur le quart de cercle):

Pour un quart de cercle de 1,2m de rayon, chaque graduation est de 0,736cm

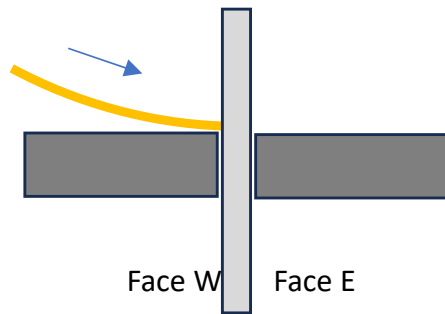
Protocole pour les mesures angulaires



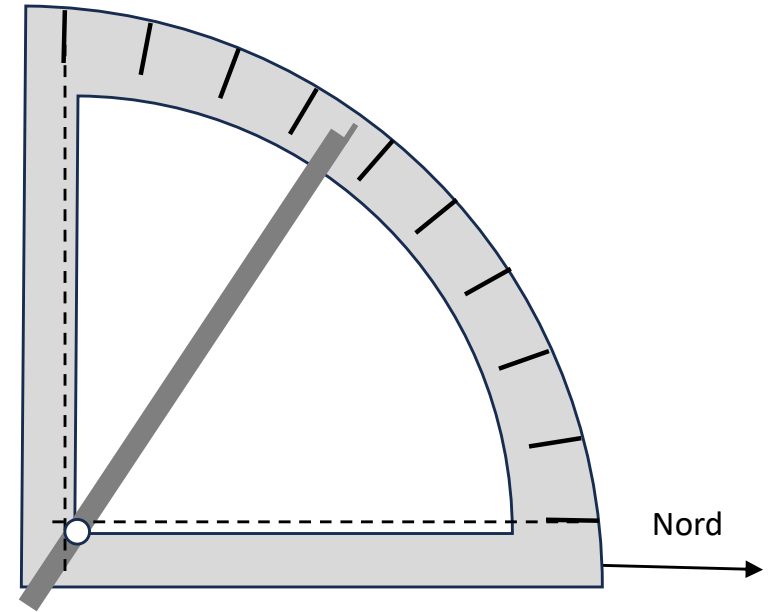
Face W

A utiliser pour étoile en position basse

(fin de phase descendante)



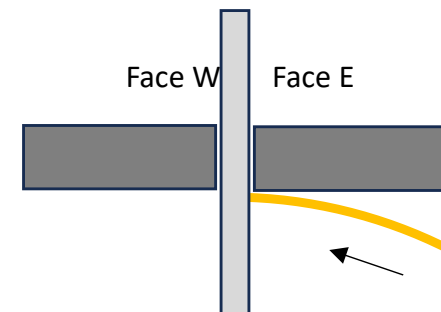
La mesure se fait lorsque l'étoile tangentant la partie supérieure de la règle disparaît derrière le quart de cercle



Face E

A utiliser pour étoile en position haute

(fin de phase montante)

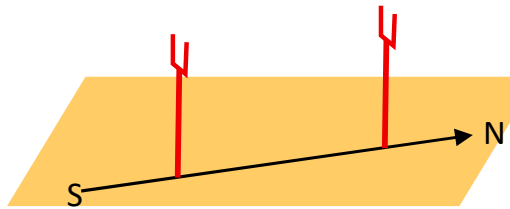


La mesure se fait lorsque l'étoile tangentant la partie inférieure de la règle disparaît derrière le quart de cercle

Comment bien positionner le quart de cercle

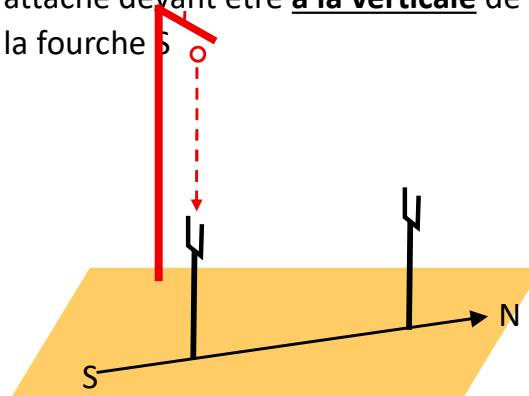
Le plan du quart de cercle doit épouser très exactement la ligne méridienne.
Il y a différentes possibilités. En voici une, assez facile à mettre en œuvre.

1 Planter deux piquets verticaux
sur la ligne méridienne



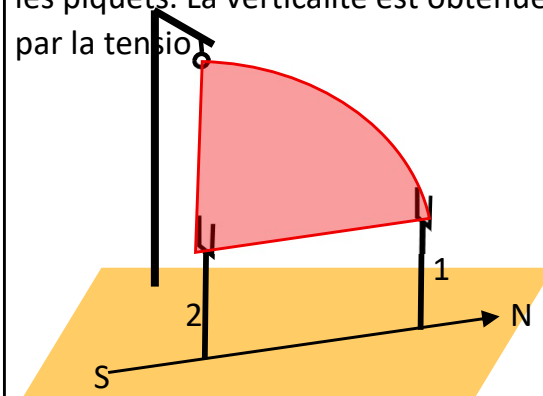
Les piquets sont en forme de fourche pour pouvoir taper au milieu et pour bloquer ensuite le quart de cercle

2 Planter une potence avec une
attache devant être à la verticale de
la fourche



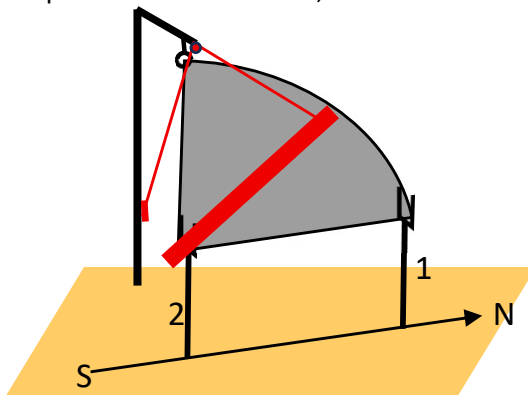
Pour la potence, l'horizontalité et la verticalité ne sont pas nécessaires

3 Poser et caler le quart de cercle sur
les piquets. La verticalité est obtenue
par la tension



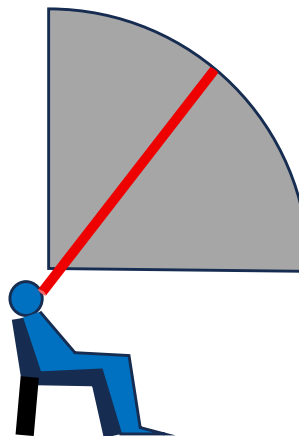
tension de la potence

La potence servira aussi à bloquer la règle, le
temps de faire les mesures, avec



un système simple de corde et
poulie.

Tenir compte du confort du pointeur en
proposant une position assise.



**Ce système peut servir de
proposition de base. Il est
certainement améliorable
et si possible à simplifier
encore.**

