

LA CAPSULE DU DÉBUTANT

S'orienter, repérer, situer

- ✓ Les coordonnées géographiques
- ✓ Les coordonnées horizontales
- ✓ Les coordonnées célestes



LES OBJECTIFS

- ★ Au terme de cette présentation, le participant pourra :
 - Montrer que l'élaboration de référentiels globaux transcende l'expérience locale courante.
 - Décrire les concepts géométriques, trigonométriques et politiques qui ont présidé à la création des cadres de références.
 - Énumérer les méthodes utilisées pour l'orientation et la localisation géographique.
 - Expliquer l'importance des coordonnées géographiques pour l'observation astronomique.

DEBOUT, EN QUELQUE POINT DE LA VASTE PLAINE, JE CONSTATE :

1. Que je suis au centre du monde.
2. Qu'aussi loin que le regard porte,
ma ligne d'horizon détermine
les limites du monde.

On appelle **horizon** l'endroit
où le ciel et la terre se touchent.

on le cite : je l'ai vu de loin



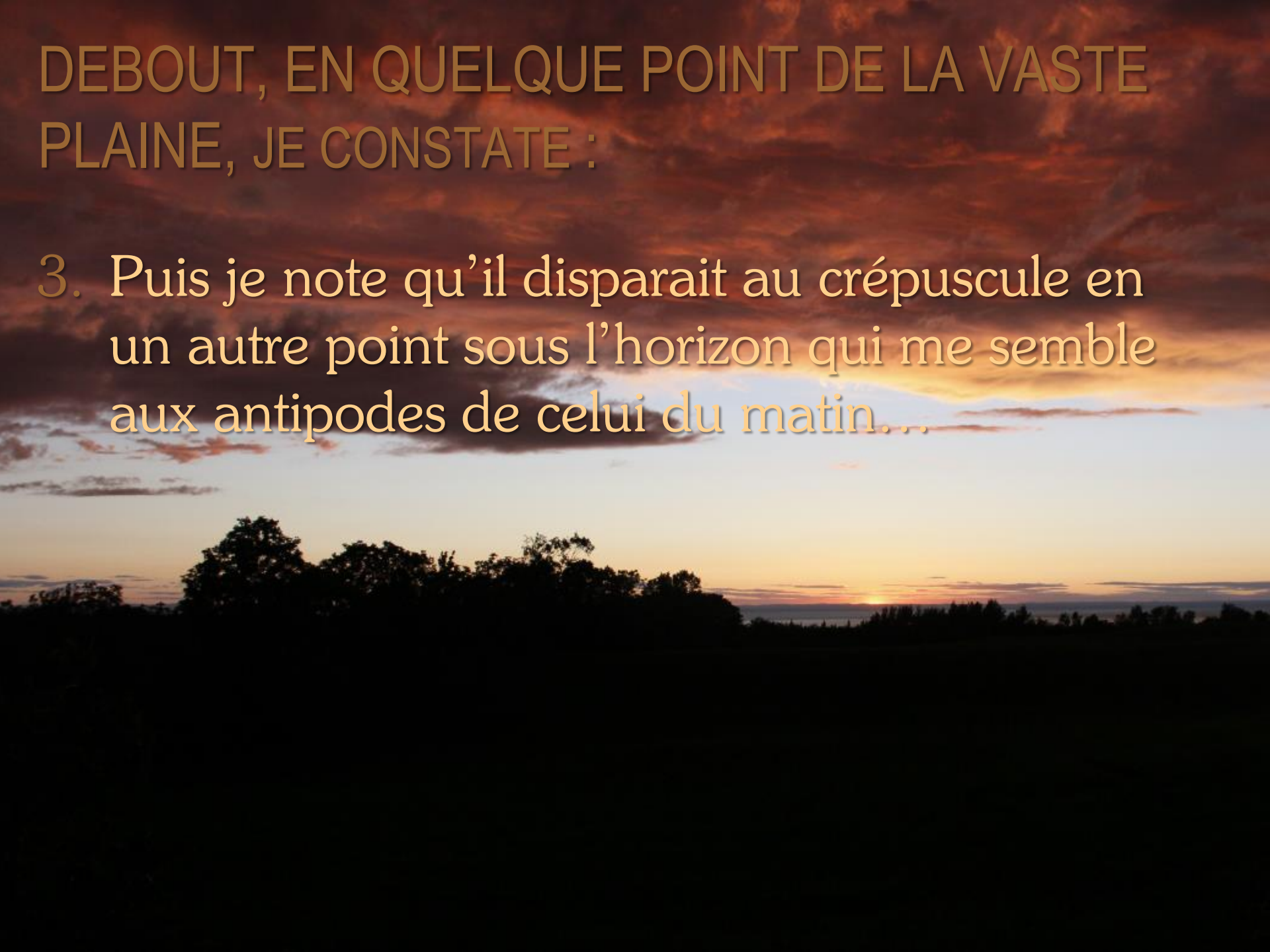
DEBOUT, EN QUELQUE POINT DE LA VASTE
PLAINE, JE CONSTATE :

3. Et, que si j'observe le ciel, je vois le Soleil surgir
à l'aube en un certain point de mon horizon...



DEBOUT, EN QUELQUE POINT DE LA VASTE
PLAINE, JE CONSTATE :

3. Puis je note qu'il disparaît au crépuscule en un autre point sous l'horizon qui me semble aux antipodes de celui du matin...



DEBOUT, EN QUELQUE POINT DE LA VASTE
PLAINE, JE CONSTATE :

4. Après avoir décrit, entretemps,
une vaste courbe dans le ciel.

DEBOUT, EN QUELQUE POINT DE LA VASTE
PLAINE, JE CONSTATE :

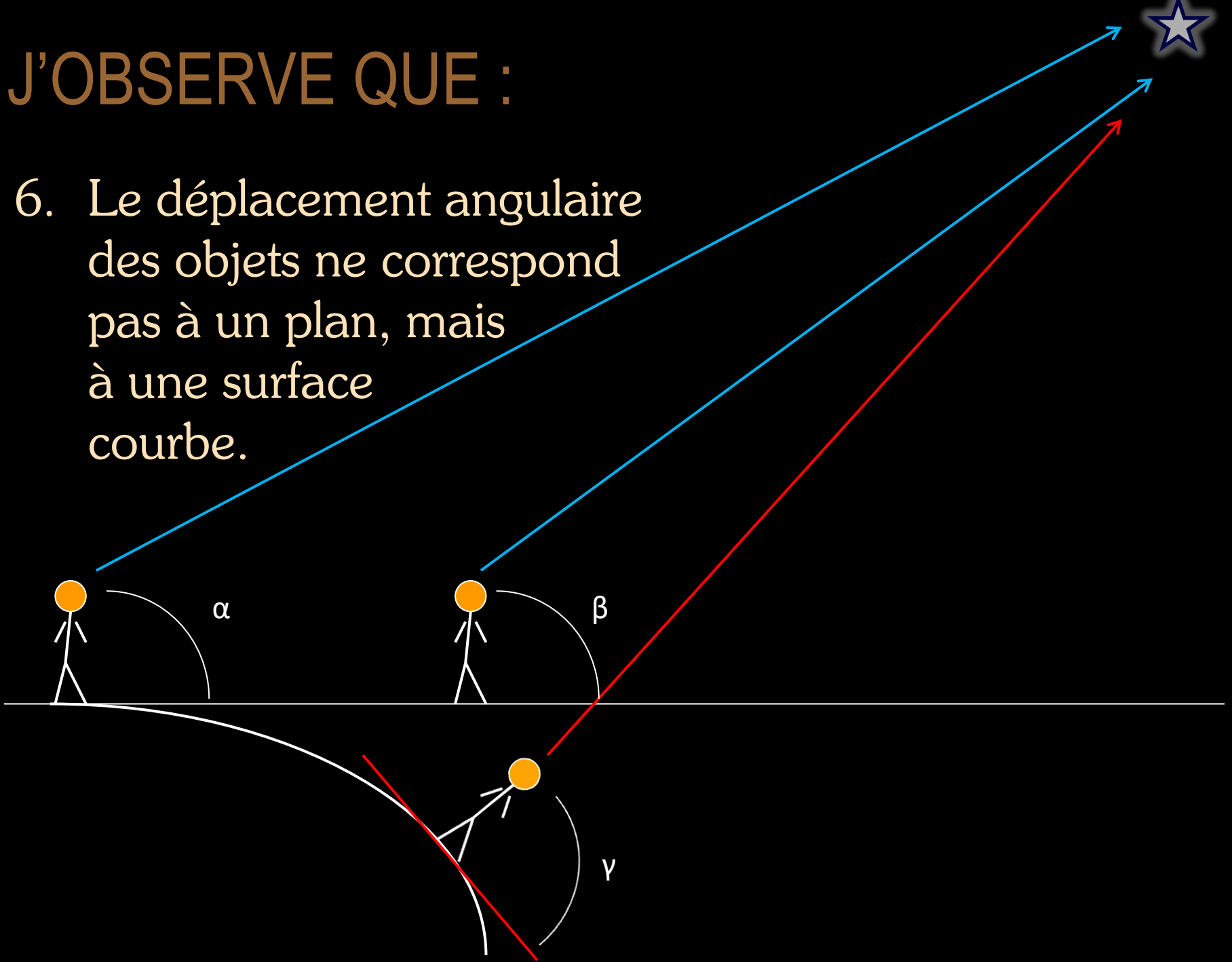
5. La nuit, je vois des points lumineux qui soit :
 - a. Émergent $\pm$ à l'endroit d'où le Soleil s'est levé,
décrivent $\pm$ la trajectoire qu'il a suivi, puis
disparaissent $\pm$ vers le lieu de son coucher,

DEBOUT, EN QUELQUE POINT DE LA VASTE
PLAINE, JE CONSTATE :

5. La nuit, je vois des points lumineux qui soit :
 - a. Émergent $\pm$ à l'endroit d'où le Soleil s'est levé, décrivent $\pm$ la trajectoire qu'il a suivi, puis disparaissent $\pm$ vers le lieu de son coucher,
 - b. Tandis que d'autres paraissent tourner autour d'un point virtuel situé sur ma voûte céleste.

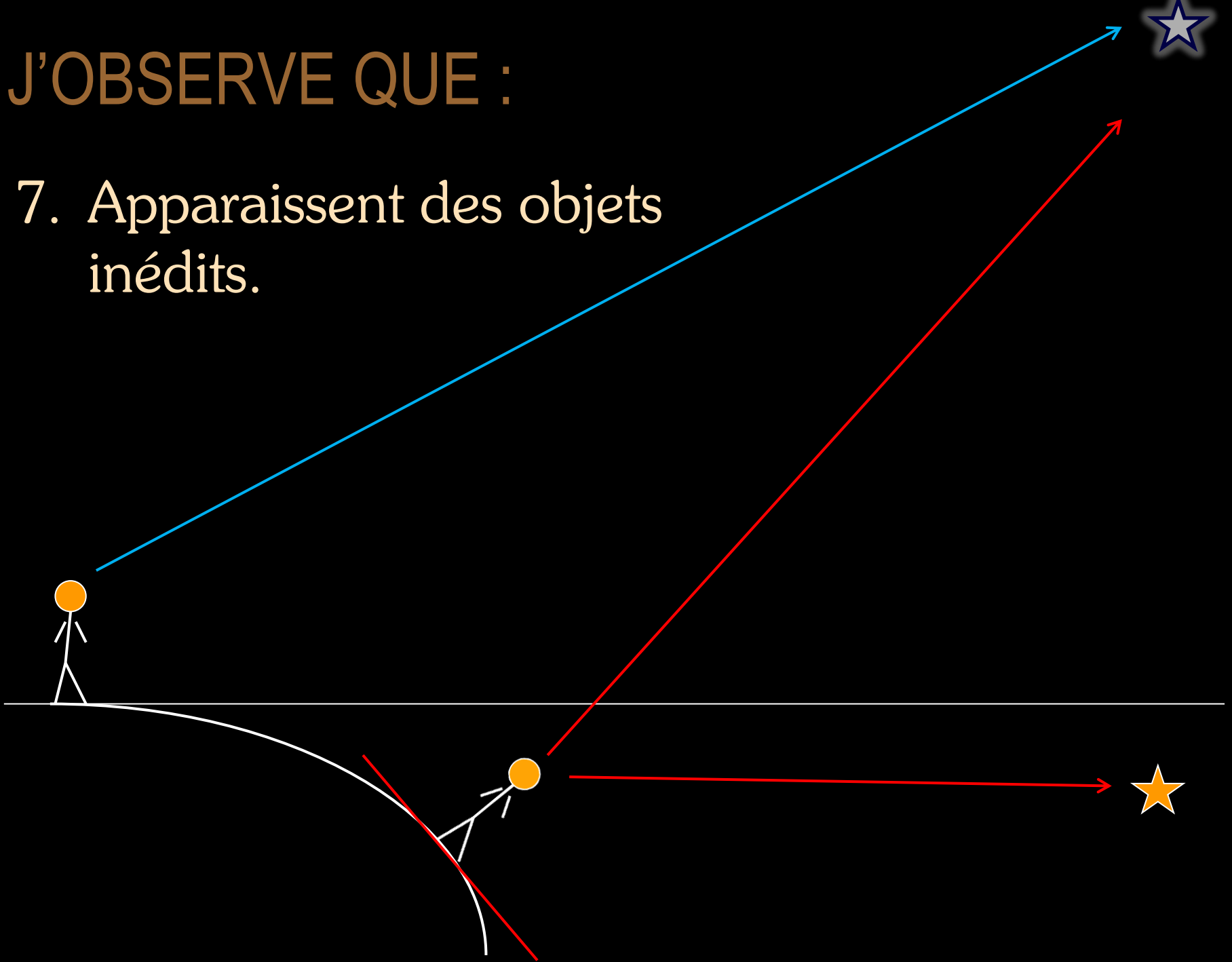
J'OBSERVE QUE :

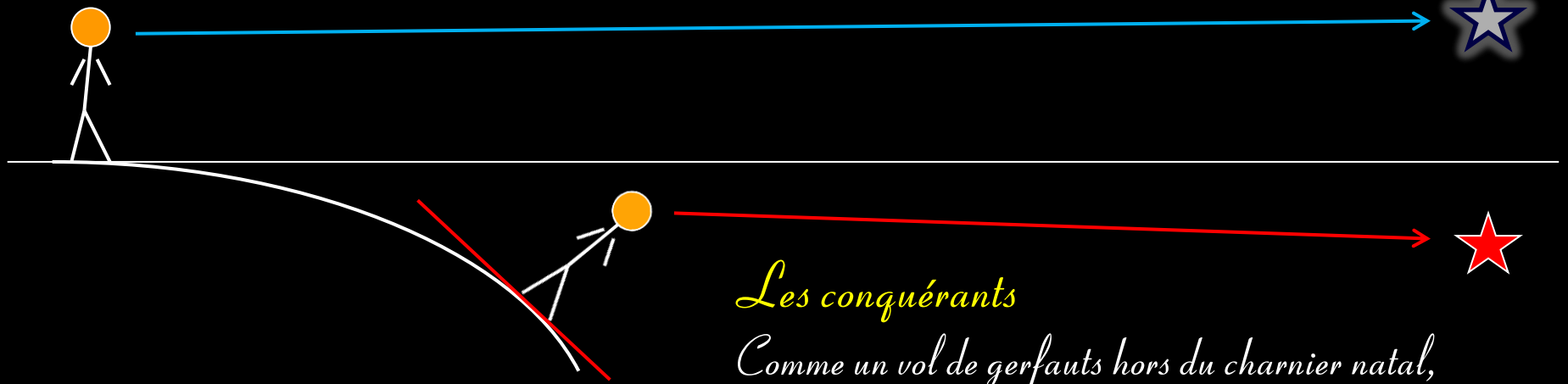
6. Le déplacement angulaire des objets ne correspond pas à un plan, mais à une surface courbe.



J'OBSERVE QUE :

7. Apparaissent des objets inédits.





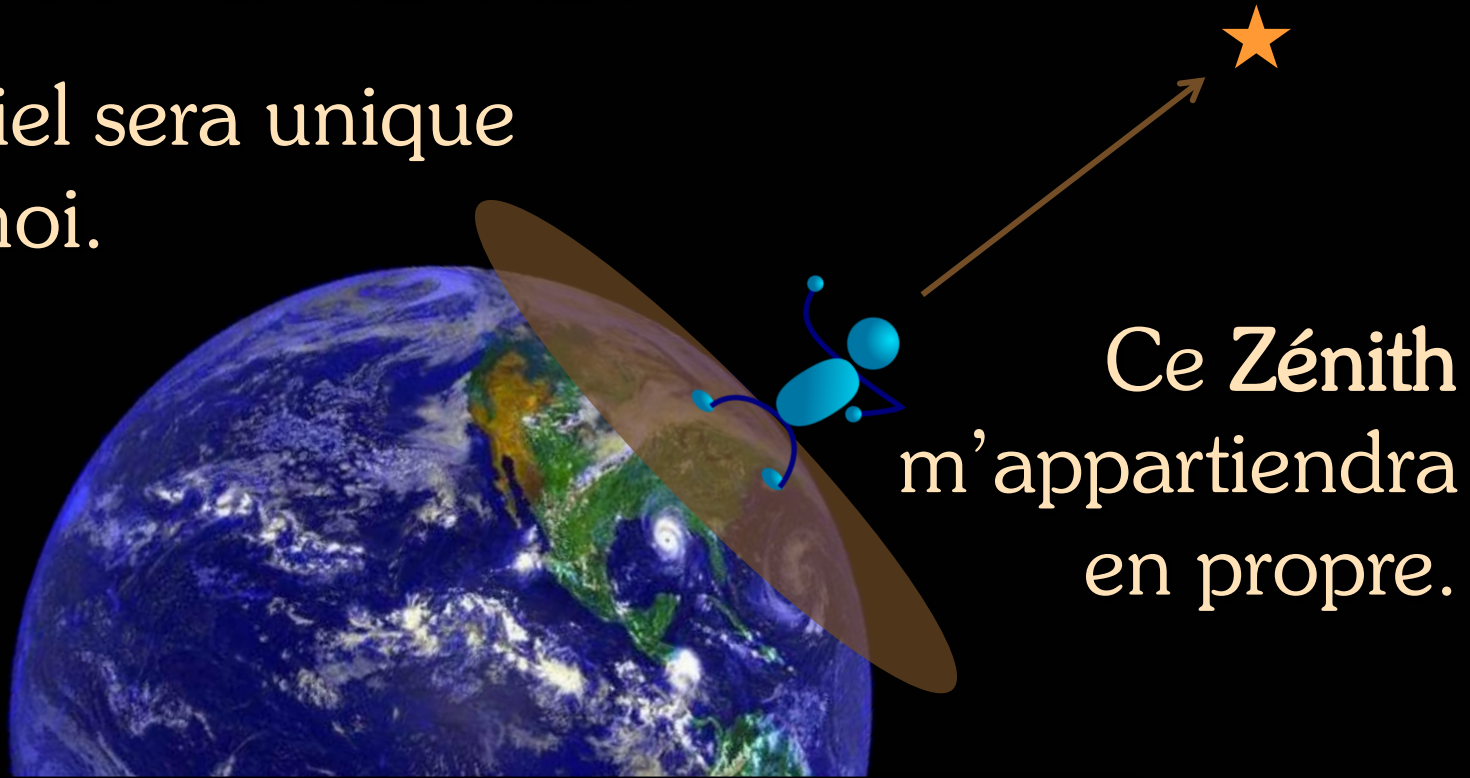
Les conquérants

*Comme un vol de gerfauts hors du charnier natal,
Fatigués de porter leurs misères hautaines,
Ils allaient conquérir le fabuleux métal
Que Cipango mûrit dans ses mines lointaines,
Et les vents alizés inclinaient leurs antennes
Aux bords mystérieux du monde Occidental.
Chaque soir, espérant des lendemains épiques,
L'azur phosphorescent de la mer des Tropiques
Enchantait leur sommeil d'un mirage doré ;
Ou penchés à l'avant des blanches caravelles,
Ils regardaient monter en un ciel ignoré,
Du fond de l'Océan des étoiles nouvelles.*

José Maria de Heredia

AINSI, LE CIEL QUE JE VOIS DÉPEND DE MA POSITION SUR LA TERRE :

8. Et ce ciel sera unique pour moi.

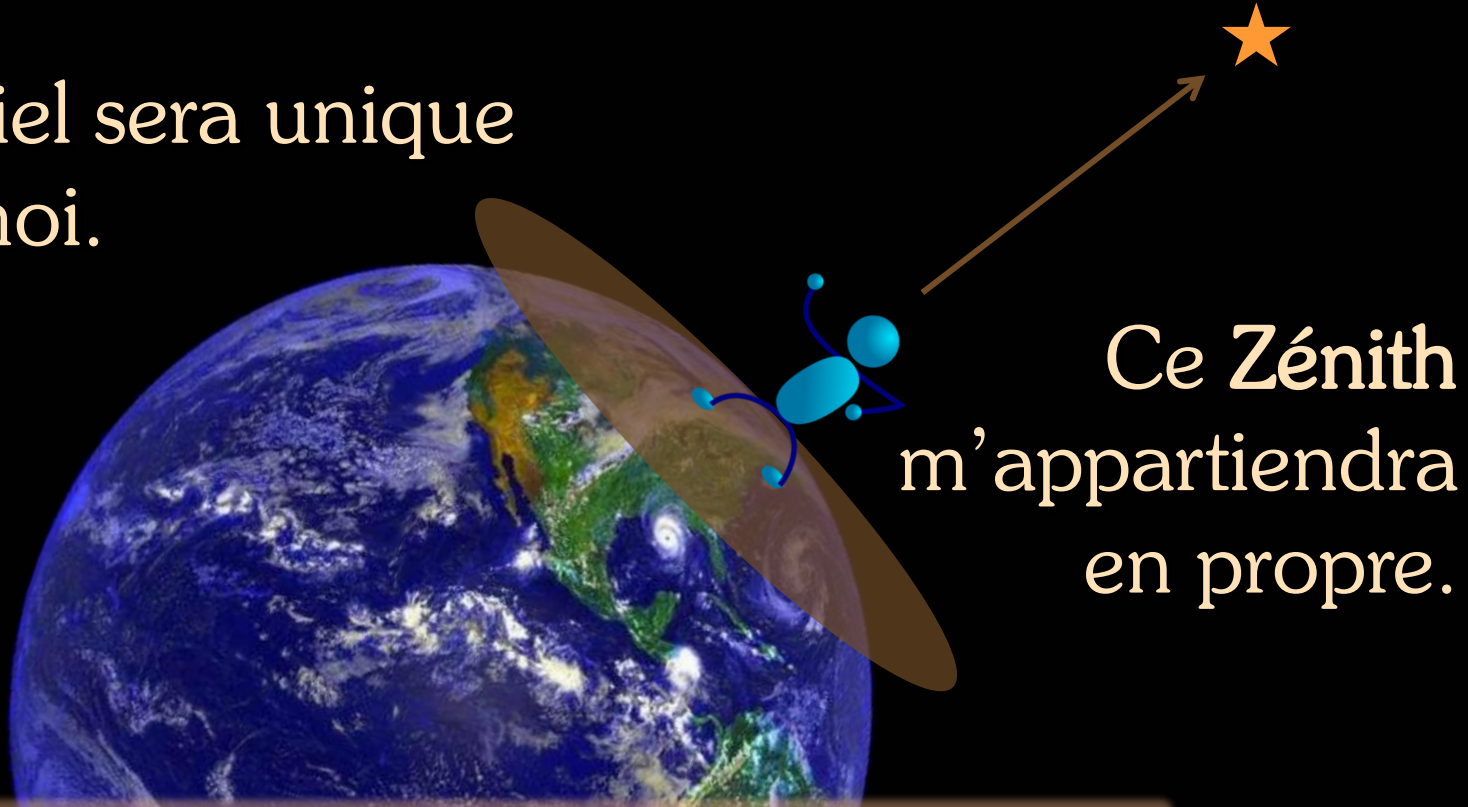


La partie du ciel que je peux observer et la façon avec laquelle les objets du ciel semblent se déplacer dépendent de mon lieu d'observation...

déplacer dépendent de mon lieu d'observation...

AINSI, LE CIEL QUE JE VOIS DÉPEND DE MA
POSITION SUR LA TERRE :

8. Et ce ciel sera unique
pour moi.



Pour savoir ce que je peux voir,
il faut que je sache où je suis.



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les points cardinaux

↑ Nord

Chez-nous, cet axe pointe vers une étoile ➡ Étoile polaire

Étoile polaire = **α Ursæ Minoris** ou **Polaris**

- ✓ Étoile multiple à 5 composantes
- ✓ Distance de la Terre = 431 a.l.
- ✓ α Ursæ Minoris A est une céphéide classique
- ✓ Elle est à 45 minutes-d'arc du pôle Nord géographique
- ✓ 48^e étoile la plus brillante du ciel ($m = 1,97$)

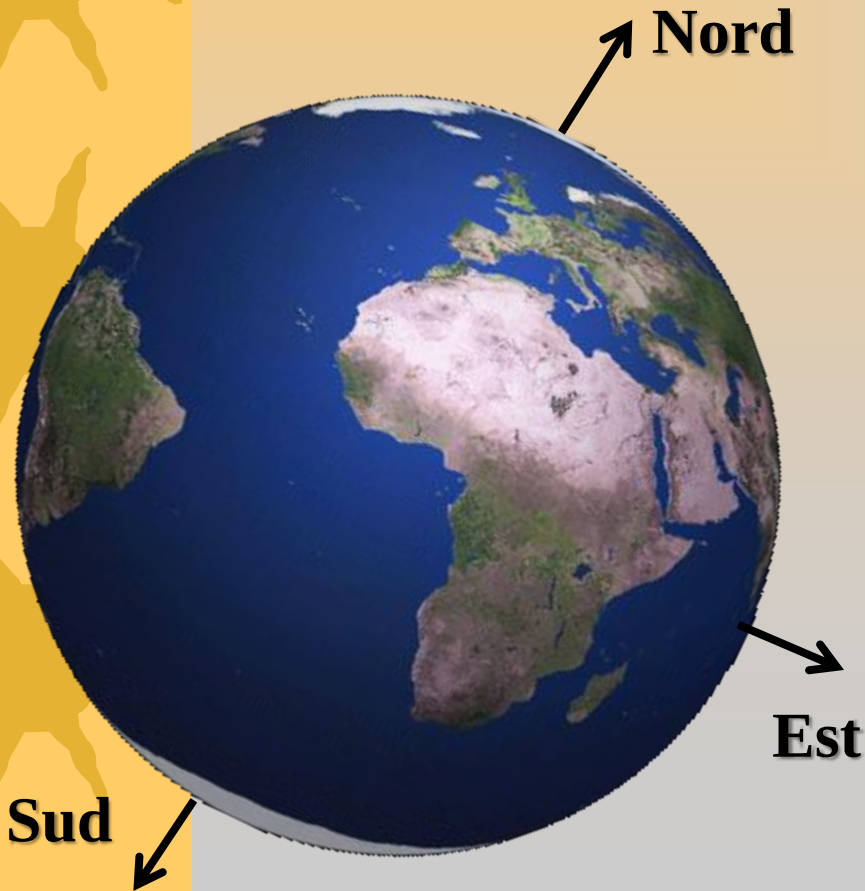
↓ Sud





AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les points cardinaux



On nomme Est la direction où le Soleil se lève



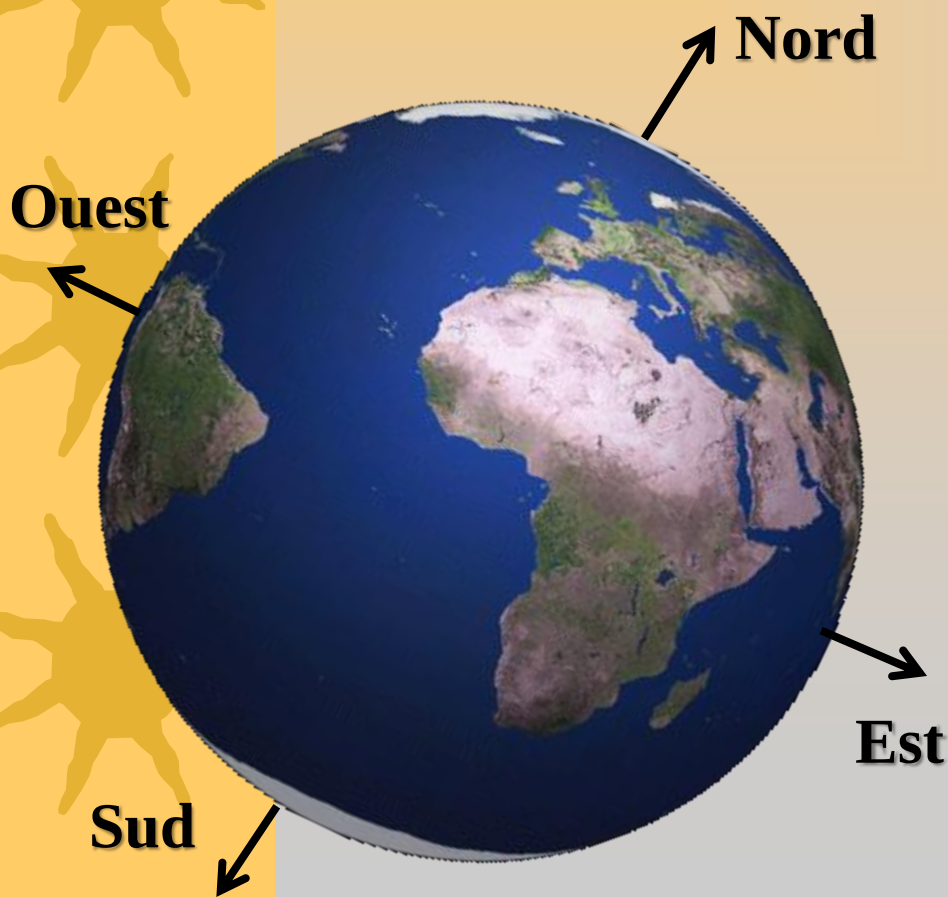
*Il apparaît plus stable, affranchi de soutien,
Et l'univers entier vêt une beauté neuve.*

Sully Prudhomme



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les points cardinaux



On nomme **Ouest** la direction où le Soleil se couche



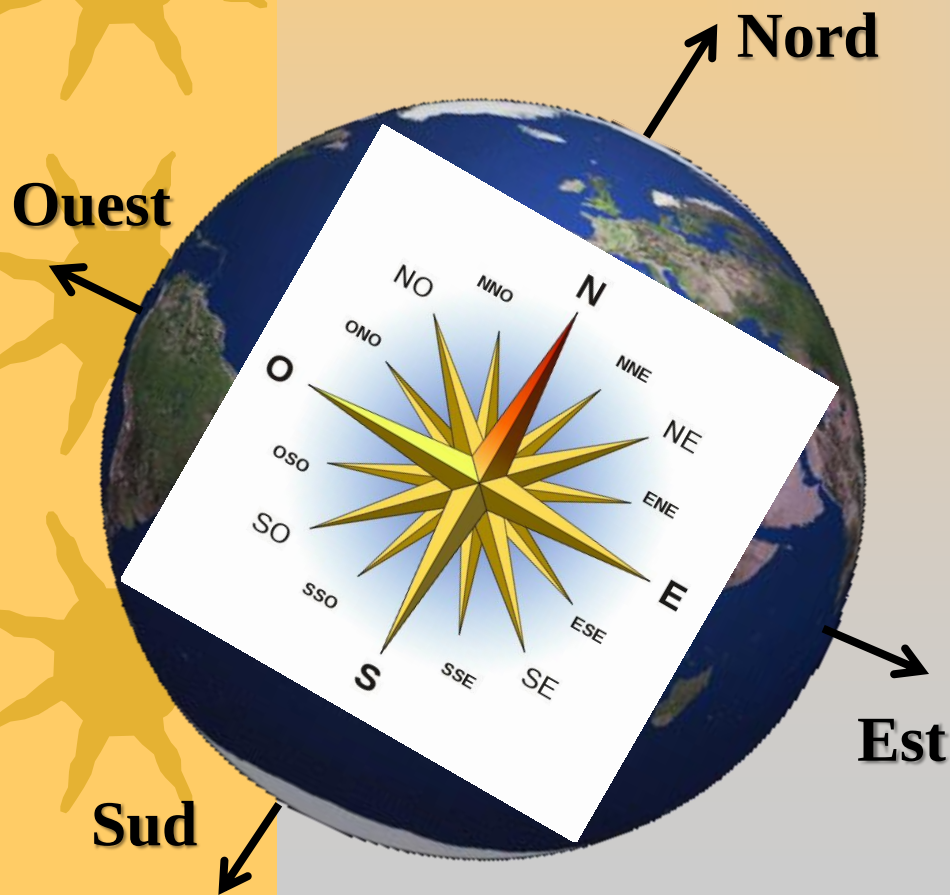
*Et quand vient le soir, pour qu'un ciel flamboie,
le rouge et le noir ne s'épousent-ils pas ?*

Jacques Brel



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les points cardinaux



Comme outil de mesure, nous disposons de la **boussole**.

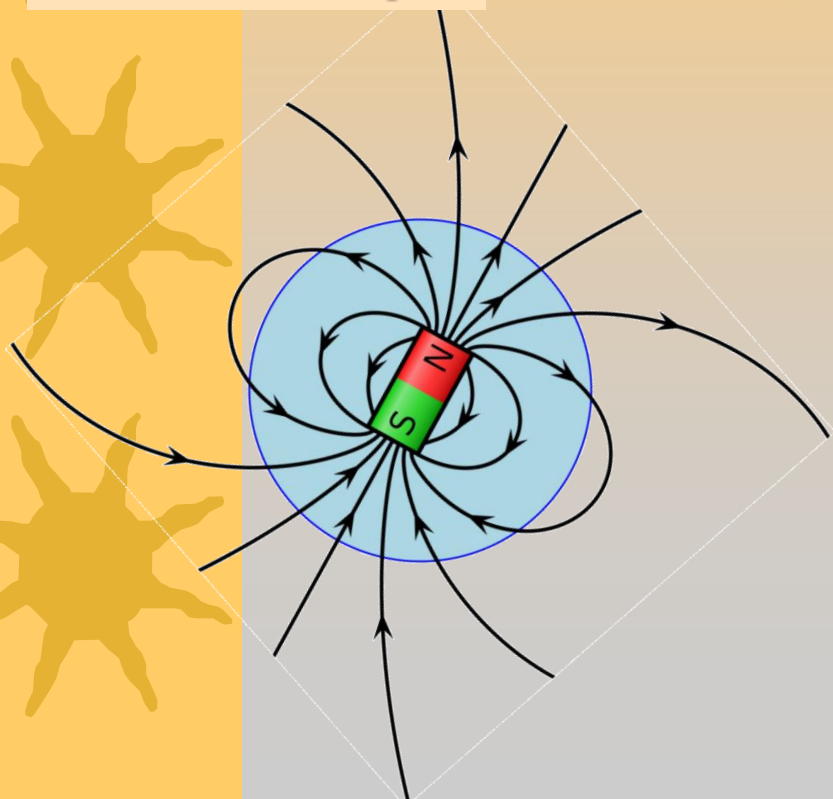




AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les points cardinaux

La Terre est un dipôle



Comme outil de mesure, nous disposons de la **boussole**.

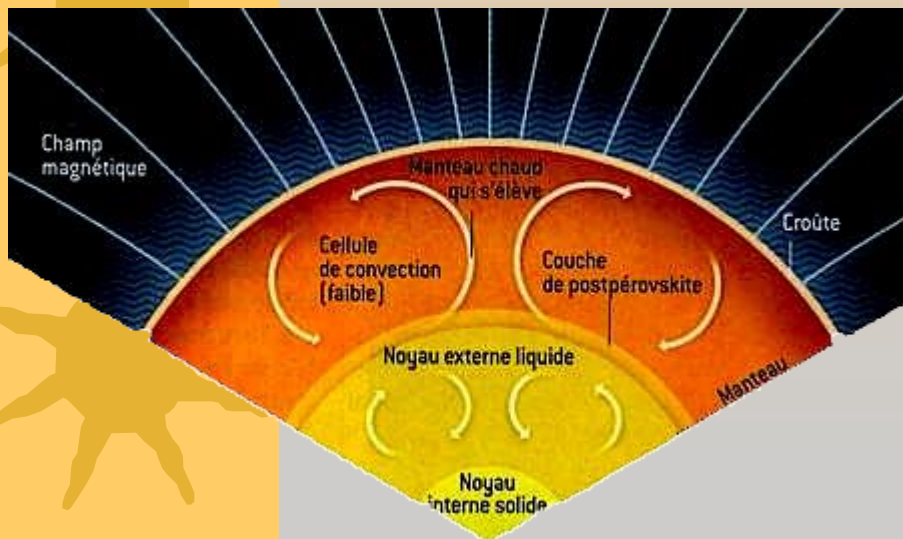




AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les points cardinaux

Le champ magnétique de la Terre est généré par des courants de convection dans le noyau externe liquide.



Comme outil de mesure, nous disposons de la **boussole**.



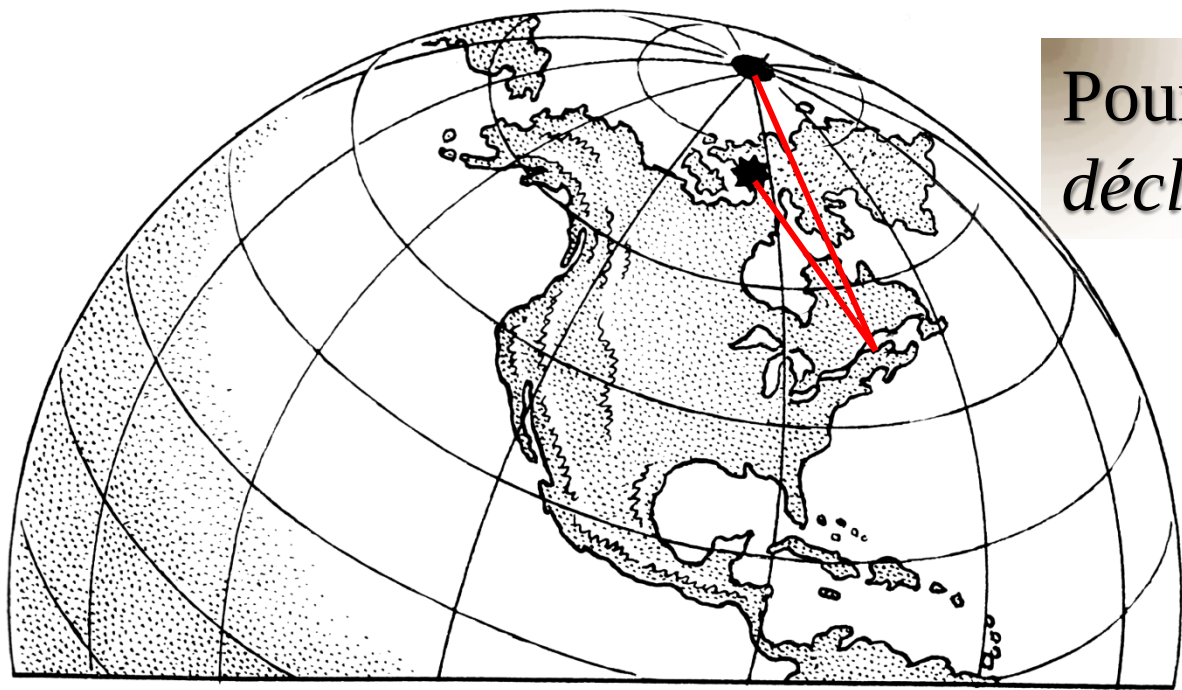


AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES



★ Mais attention !

La boussole indique le pôle nord magnétique et non pas le pôle nord géographique.



Pour Rimouski, cette *déclinaison* est de $-17,5^\circ$.

AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Mais attention !

La boussole indique le pôle nord magnétique et non pas le pôle nord géographique.

Pour Rimouski, cette
déclinaison est de $-17,5^{\circ}$.

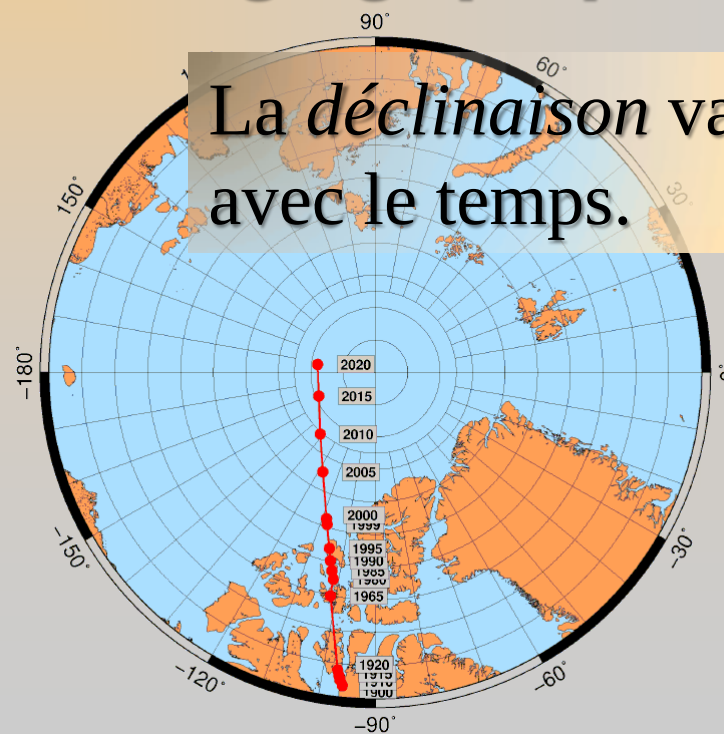
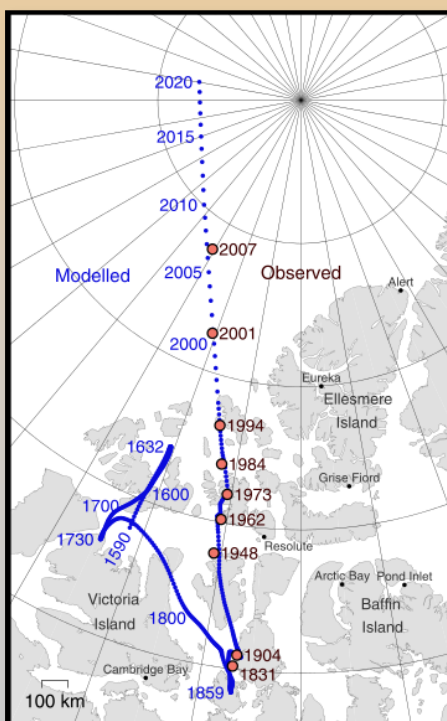




AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Mais attention !

La boussole indique le pôle nord magnétique et non pas le pôle nord géographique.



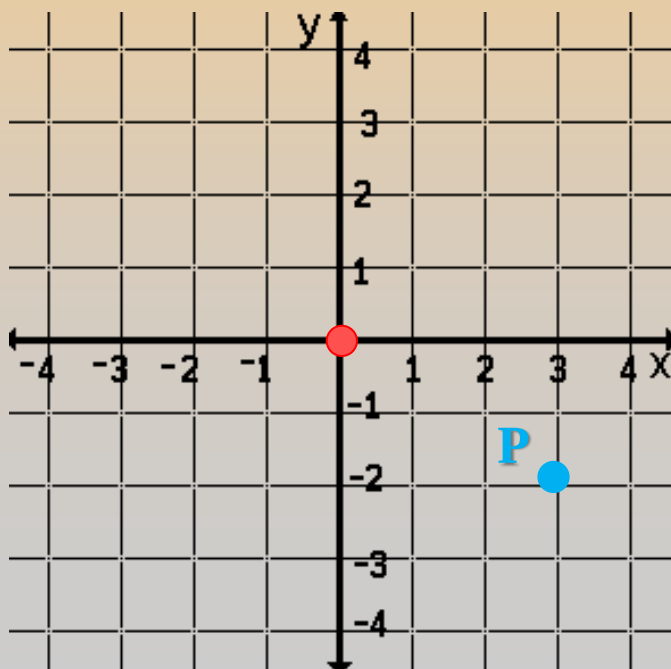
La *déclinaison* varie avec le temps.



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

- Se repérer sur un espace à deux dimensions :
 - Une grille de coordonnées et un système d'unités.



- Un point d'origine

Définit un référentiel

P (3,-2)

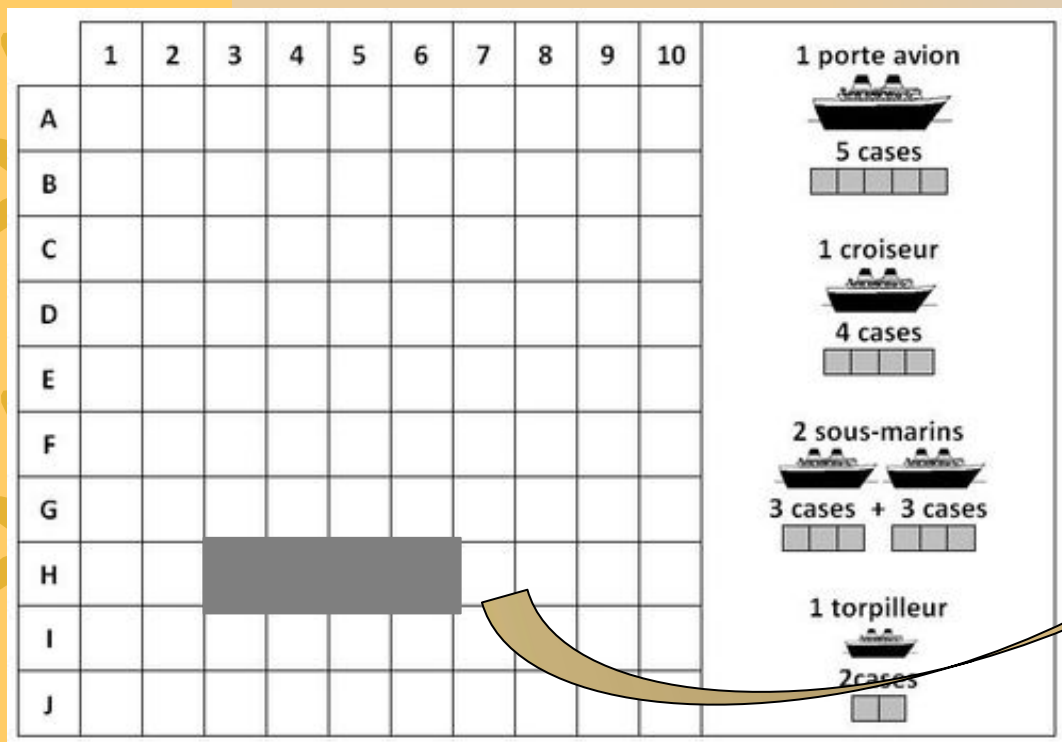


AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES



★ Les coordonnées géographiques.

➤ Se repérer sur un espace à deux dimensions :



Combat naval

Un croiseur en H3-H6

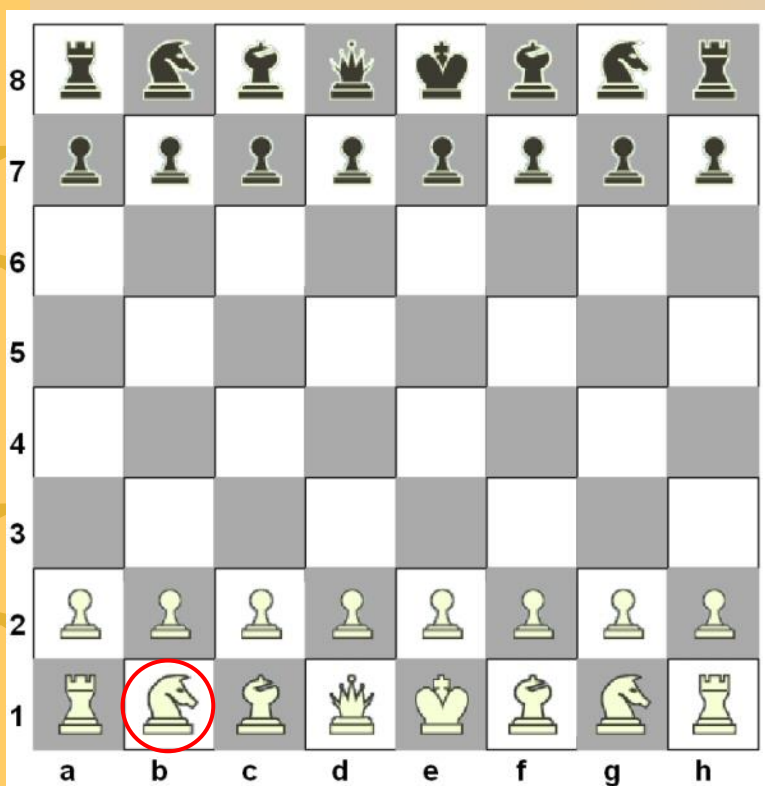
Détermine une
localisation



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Se repérer sur un espace à deux dimensions :



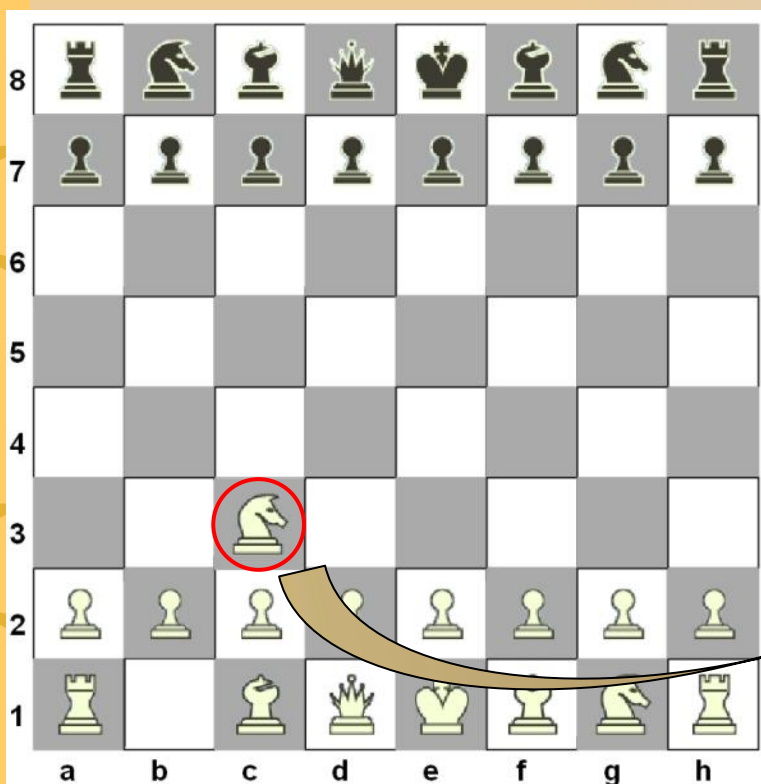
Les échecs



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Se repérer sur un espace à deux dimensions :



Les échecs

Un cavalier de b1 vers c3

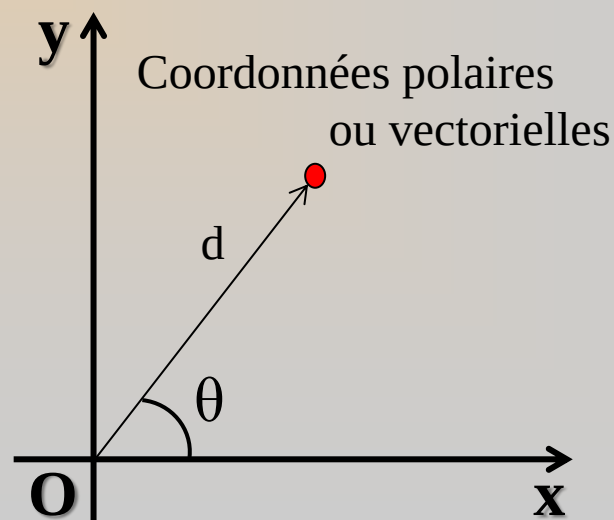
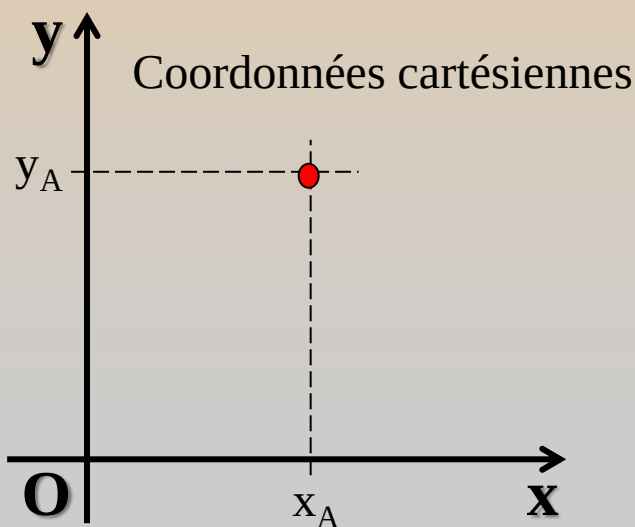
Détermine un
déplacement



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

- On peut considérer localement la surface de la Terre comme un plan à deux dimensions.
- Il suffit d'un système à deux coordonnées pour situer un point quelconque sur cette surface.





AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées horizontales ➡ Latitude

- La ligne virtuelle d'origine = Équateur
- Unité = *degré* (de 0° à l'équateur à 90° aux pôles)
 - ✓ Vers le Nord ➡ + (positif)
 - ✓ Vers le Sud ➡ - (négatif)

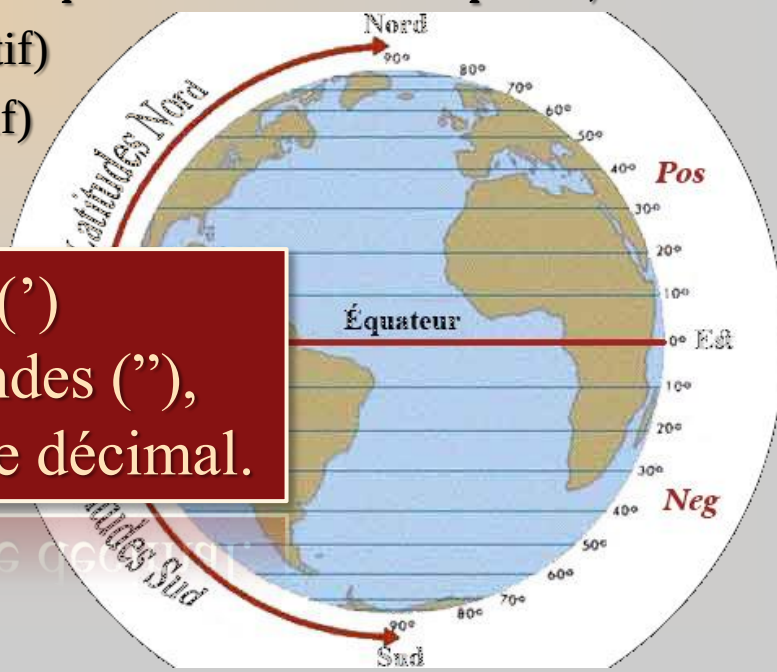
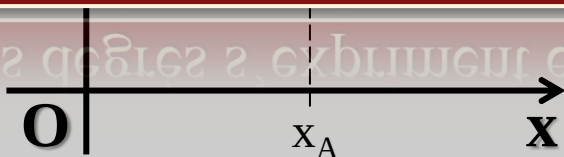


Coordonnées cartésiennes

Les degrés se subdivisent en 60 minutes (')

Et les minutes se subdivisent en 60 secondes ("),

- Ou bien les degrés s'expriment en mode décimal.



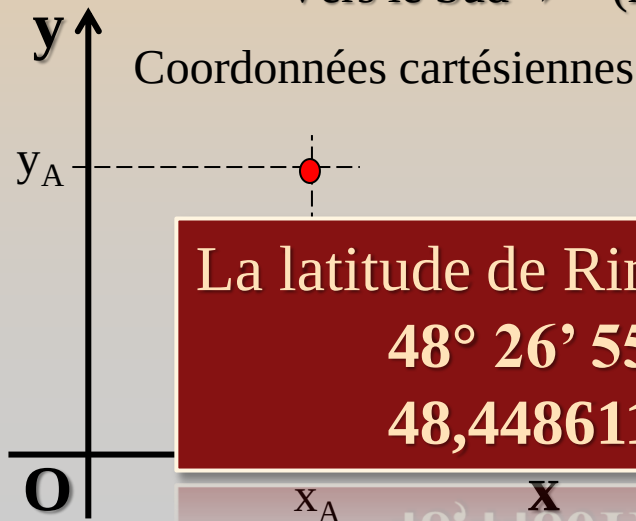


AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées horizontales ➔ Latitude

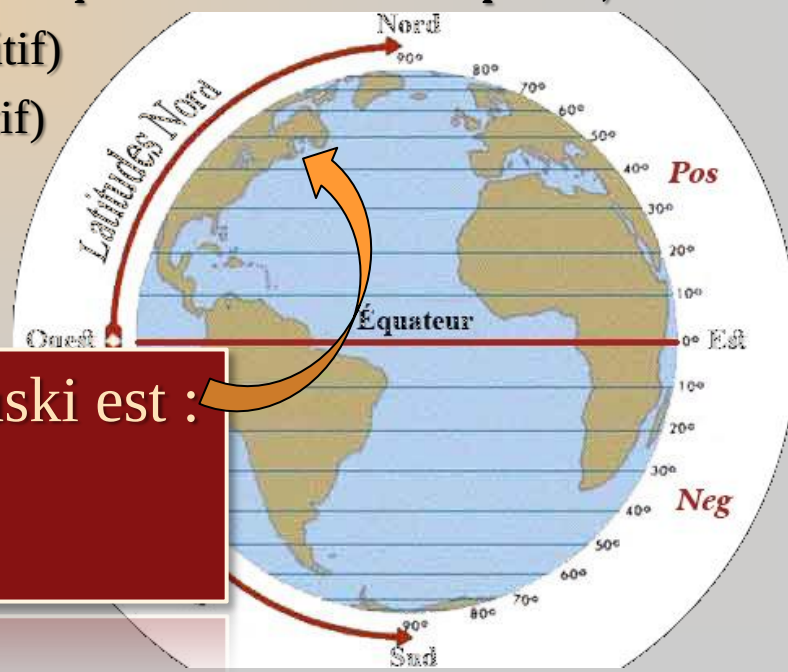
- La ligne virtuelle d'origine = Équateur
- Unité = *degré* (de 0° à l'équateur à 90° aux pôles)
 - ✓ Vers le Nord ➔ + (positif)
 - ✓ Vers le Sud ➔ - (négatif)



La latitude de Rimouski est :

$48^\circ 26' 55''$

$48,448611^\circ$





AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées horizontales ➡ Latitude

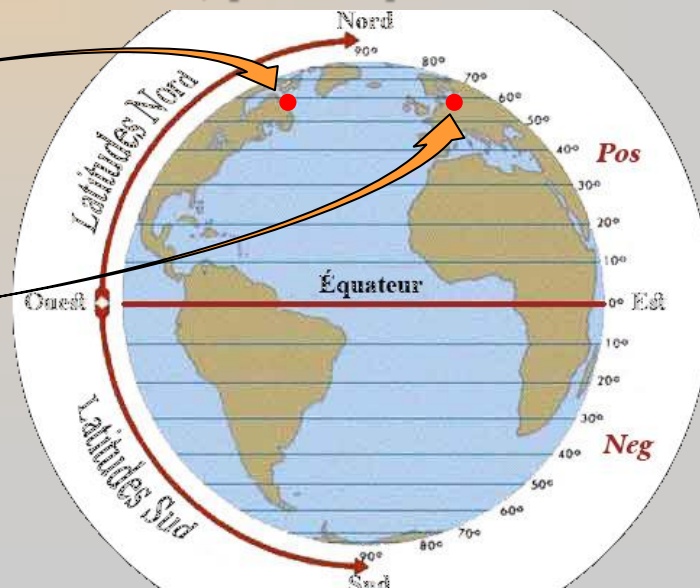
- Les observateurs situés sur le même *parallèle* (Latitude) voient le même ciel...
- ... mais à des moments différents, parce que la Terre tourne sur elle-même.

Latitudes :

1. Rimouski = $48,4486^\circ$

2. Paris = $48,8534^\circ$

Les habitants de Rimouski et de Paris voient ~ le même ciel,
Mais à ~ 5 heures de différence.



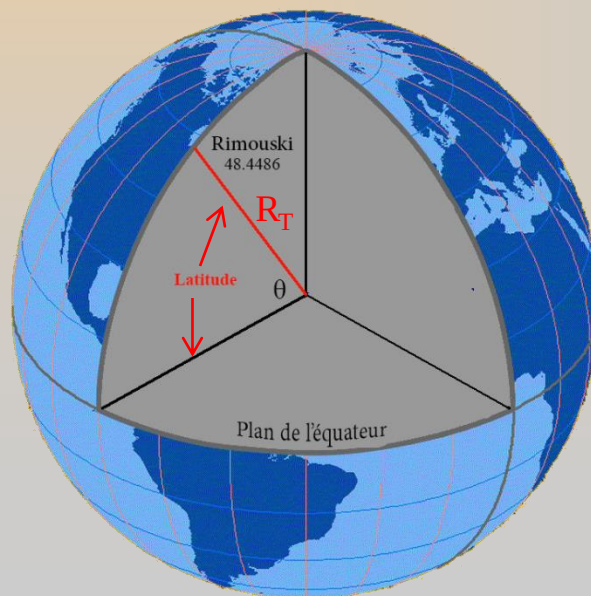
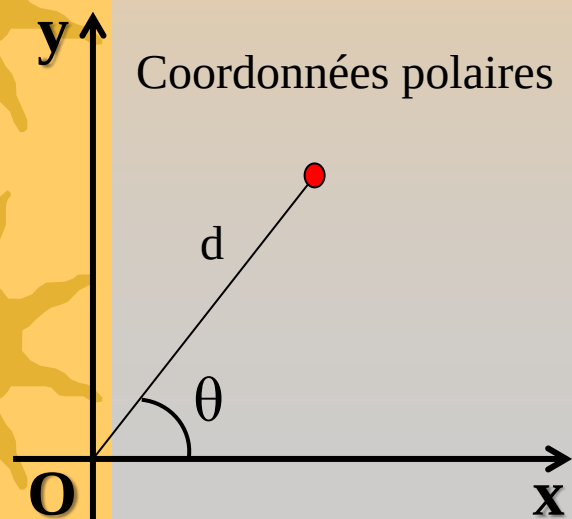


AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées horizontales ➡ Latitude

- Une mesure angulaire : Angle ayant pour origine le centre de la Terre et délimité par le plan de l'équateur et par la droite qui rejoint le point déterminé à la surface de la Terre.



θ = Latitude du lieu

R_T = Rayon de la Terre



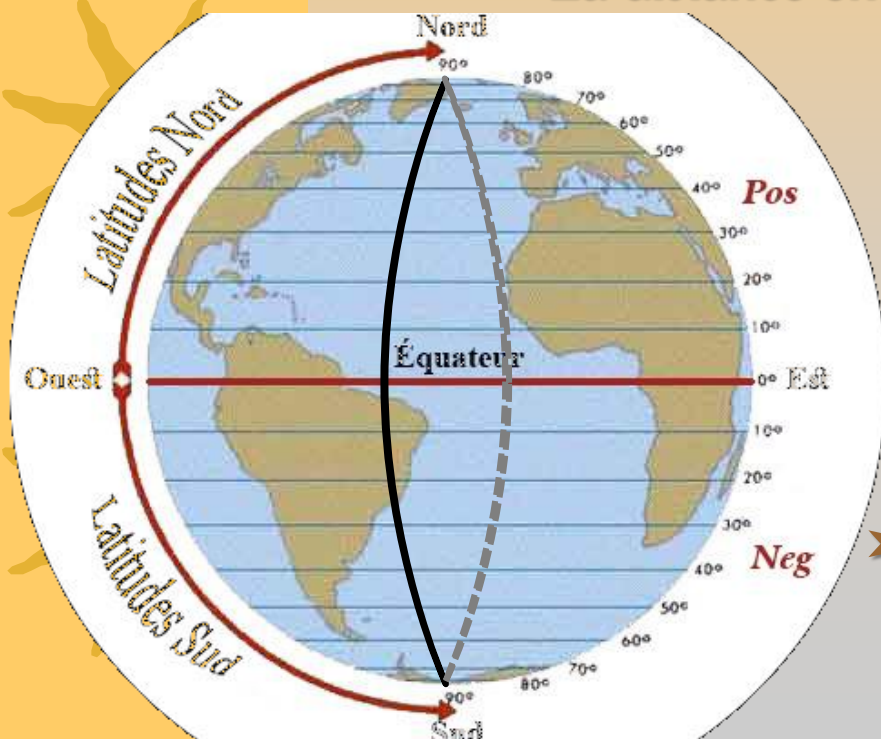
AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES



★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées horizontales ➡ Latitude

- La distance entre les parallèles (°) de latitude est *identique*.



$$★ C_T = 2\pi R_T$$

$$\text{où } R_T = 6\,370 \text{ km}$$

$$★ C_T = 2\pi \, 6\,370 \text{ km}$$

$$★ C_T \cong \mathbf{40\,000 \text{ km}}$$

$$★ \text{Valeur de } 1^\circ \text{ latitude} = 40\,000 \text{ km} / 360^\circ = \mathbf{111,11 \text{ km}}$$



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées horizontales ➡ Latitude

- La distance entre les parallèles (°) de latitude est *identique*.

★ Valeur de 1° latitude = $40\,000 \text{ km} / 360^\circ = \mathbf{111,11 \text{ km}}$

Latitudes :

1. Rimouski = $48,4486^\circ$

2. Montréal = $45,5087^\circ$

Rimouski est **327 km** plus au nord que Montréal.

$\approx 3^\circ$



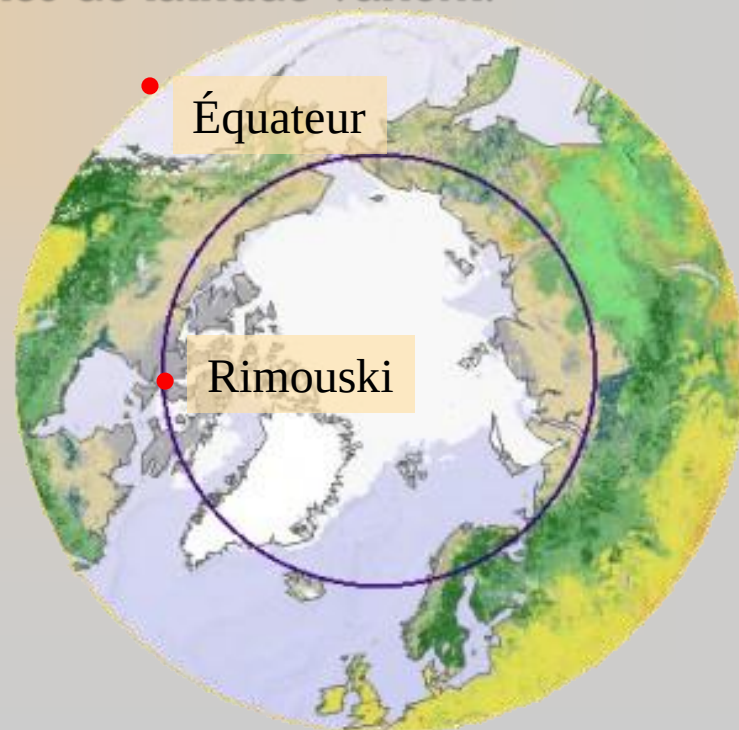
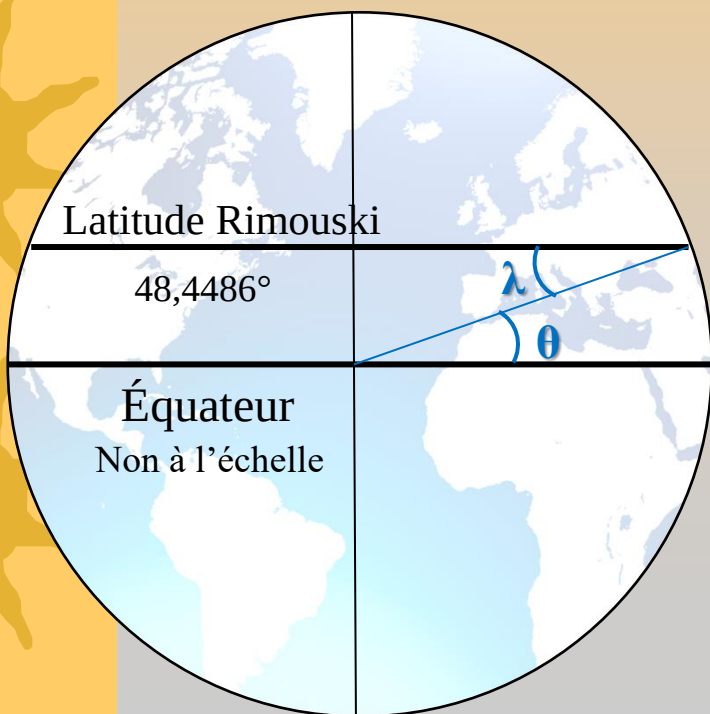


AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées horizontales ➡ Latitude

- Les longueurs des parallèles de latitude varient.



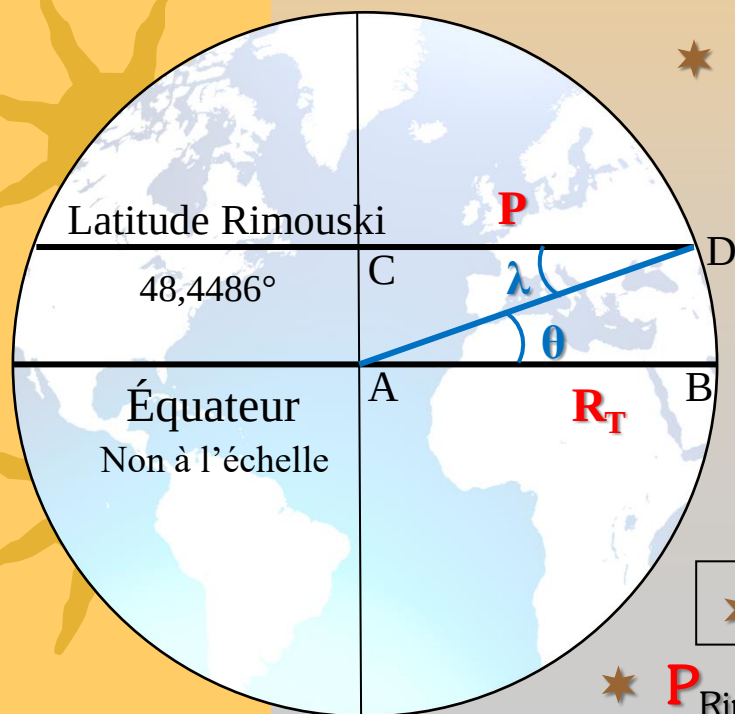


AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées horizontales ➔ Latitude

- La longueur d'un parallèle de latitude



★ θ indique la latitude (Rimouski = $48,4486^\circ$)

➤ $\lambda = \theta$ ➔ angles alternes-internes

➤ $AB = R_T$, soit le rayon de la Terre = 6 370 km

➤ $AD = AB$

➤ $CD = AD \cos \lambda = R_T \cos \theta$

★ Or le périmètre $P = 2\pi CD$, où P est la longueur du parallèle passant par Rimouski.

$$★ P = 2\pi R_T \cos \theta$$

$$★ P_{\text{Rimouski}} = 2\pi \cdot 6\,370 \cdot \cos 48,4486^\circ = 26\,547 \text{ km}$$

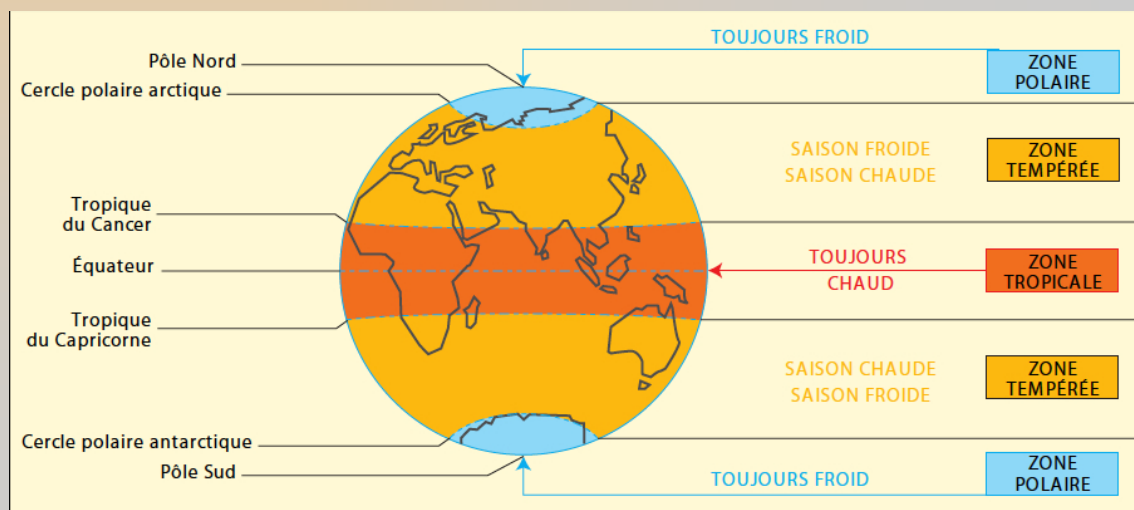
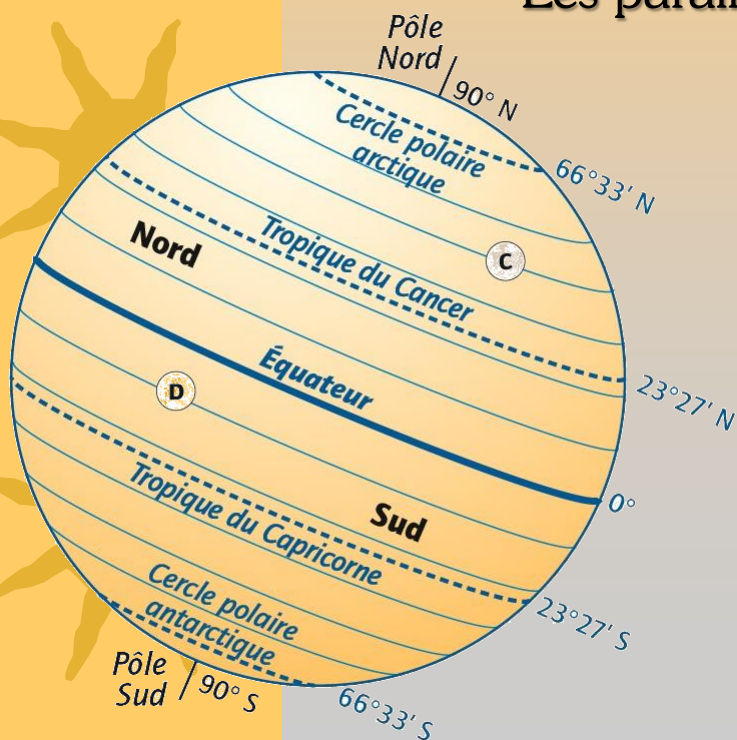


AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées horizontales ➡ Latitude

- Les parallèles de latitude remarquables.





AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées horizontales ➡ Latitude

■ La mesure de la latitude



Sextant



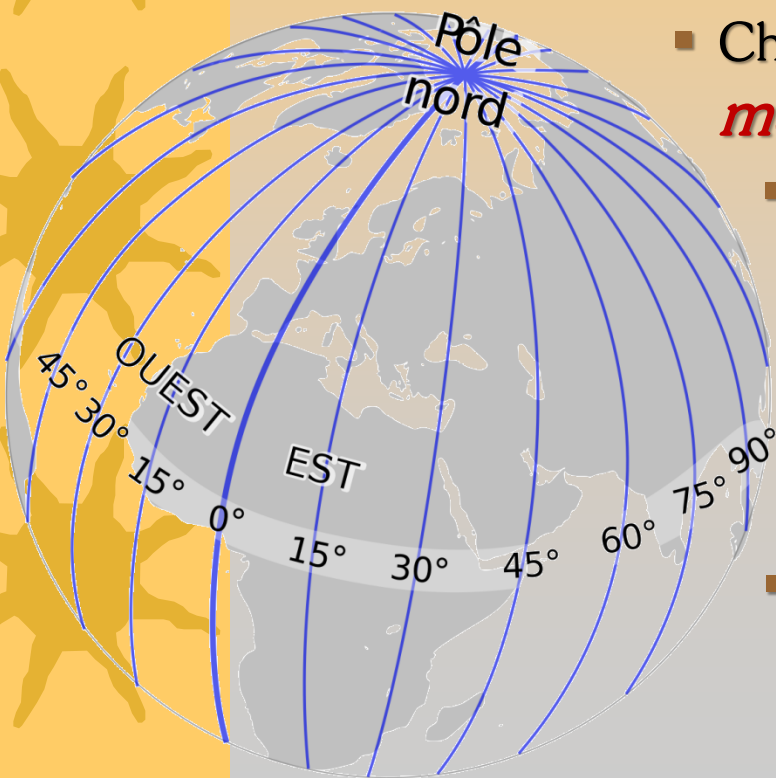
AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

- Chaque “ligne” de longitude est appelée un *méridien*.

- Un méridien est un demi-cercle qui relie les deux pôles.
- Tous les méridiens ont la même longueur.
- Ils sont déterminés en degré (°), minute ('), seconde ("), ou en décimale de degrés.
- La distance entre chaque degré de méridien varie selon la latitude.
 - 111,11 km à l'équateur
 - 0 km aux pôles



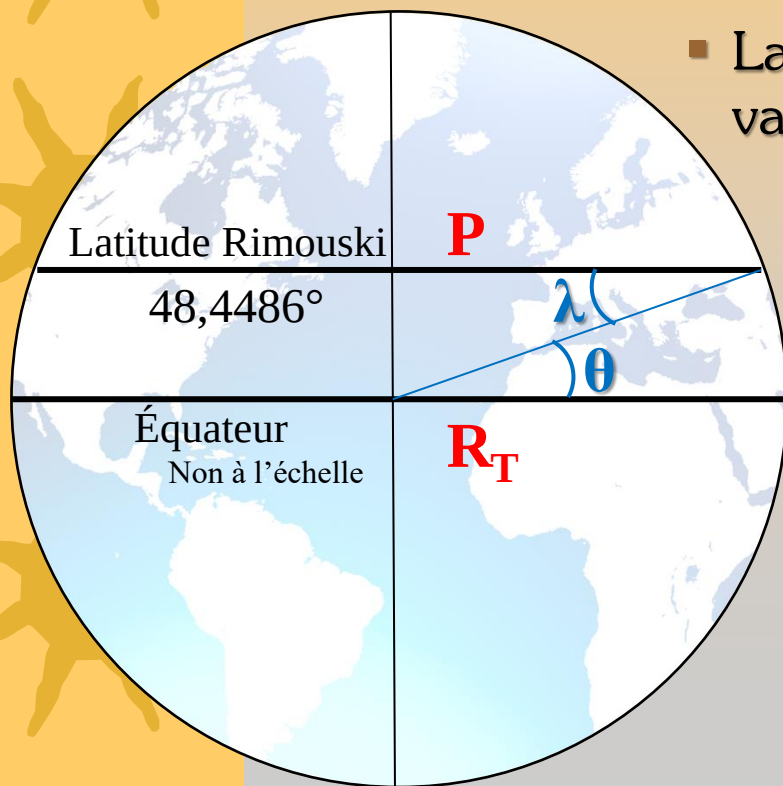


AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

- La distance entre chaque degré de méridien varie selon la latitude.



$$★ P = 2\pi R_T \cos \theta$$

$$★ P_{\text{Rimouski}} = 2\pi \cdot 6370 \cdot \cos 48,4486^\circ = 26\,547 \text{ km}$$

$$★ \text{Valeur de } 1^\circ \text{ de longitude à Rimouski} = 26\,547 \text{ km} / 360^\circ = 73,74 \text{ km}$$



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES



★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

★ Valeur de 1° de longitude à Rimouski = $26\,547 \text{ km} / 360^\circ =$
73,74 km

Latitudes :

1. Rimouski = **-68,5232°**

2. Montréal = **-73,5540°**

Rimouski est **370 km** plus à l'est que Montréal.



$$\Delta \cong 5^\circ$$

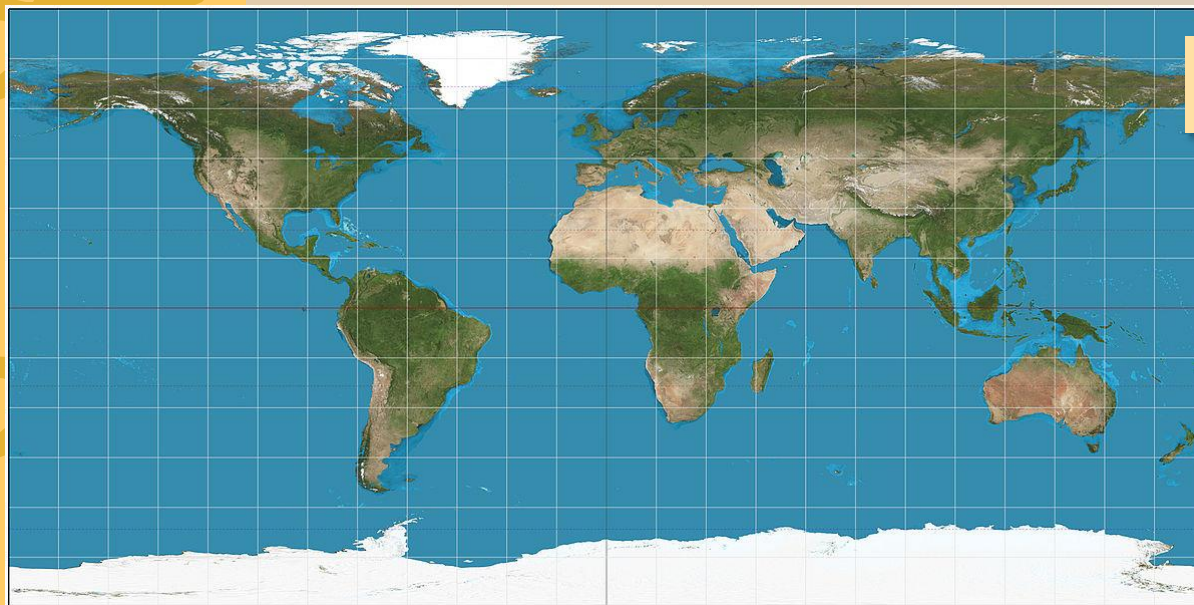


AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

- La distance entre chaque degré de méridien varie selon la latitude.



Projection de Mercator

Utilisée en navigation
Méridiens équidistants

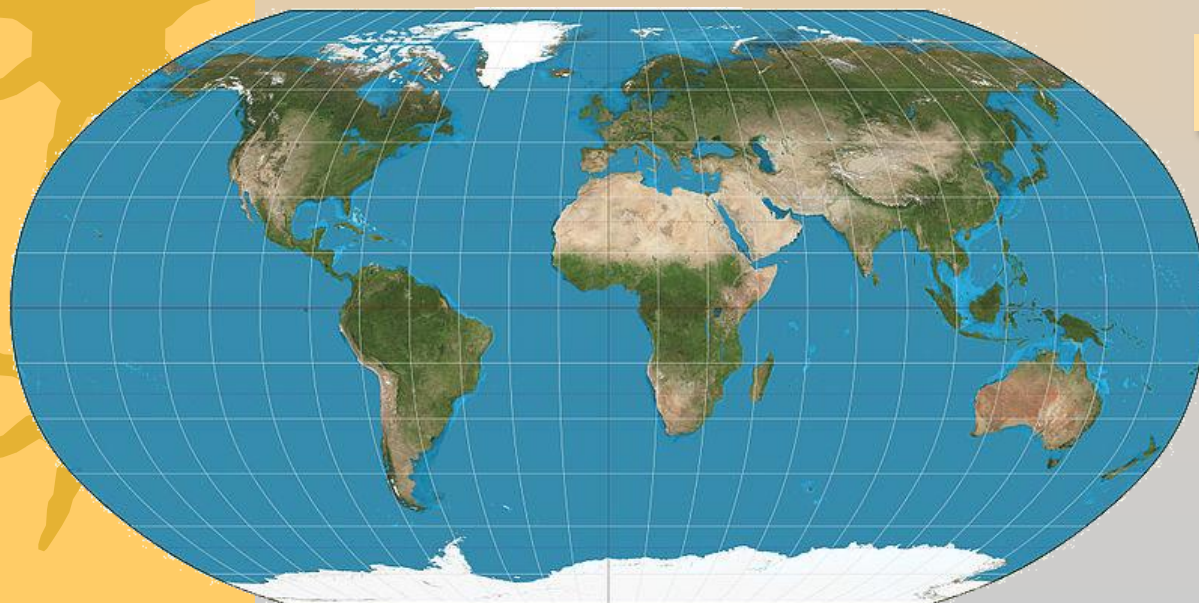


AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

- La distance entre chaque degré de méridien varie selon la latitude.



Projection de Robinson

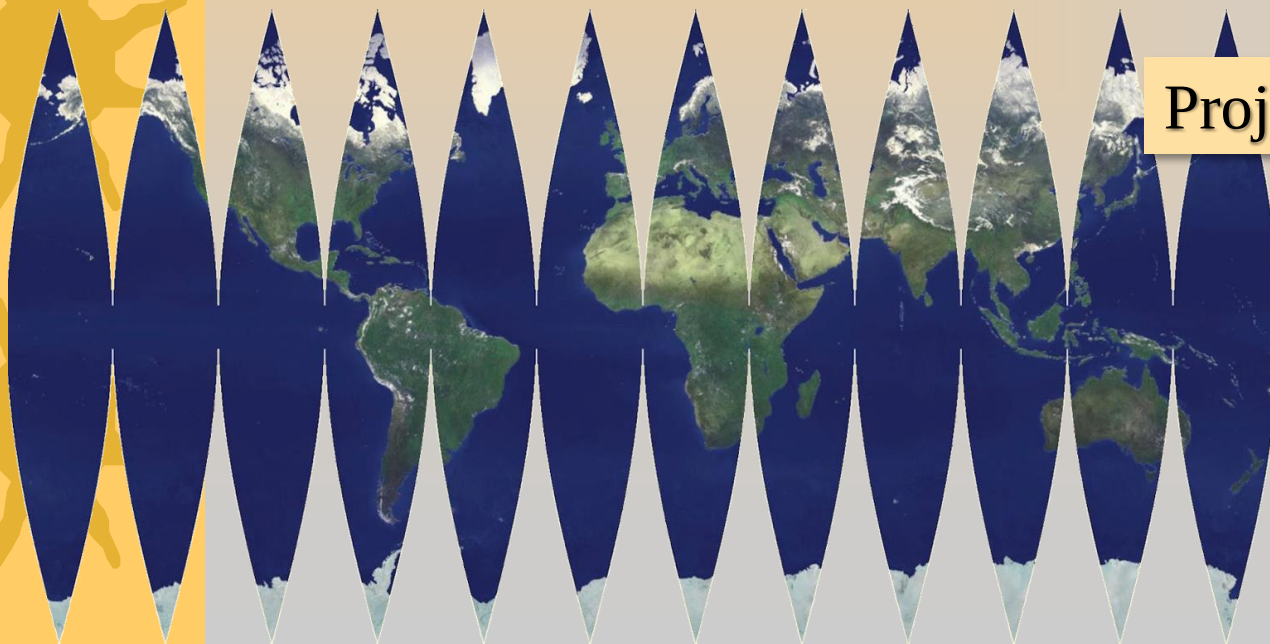


AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

- La distance entre chaque degré de méridien varie selon la latitude.



Projection azimutale



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

- La distance entre chaque degré de méridien varie selon la latitude.



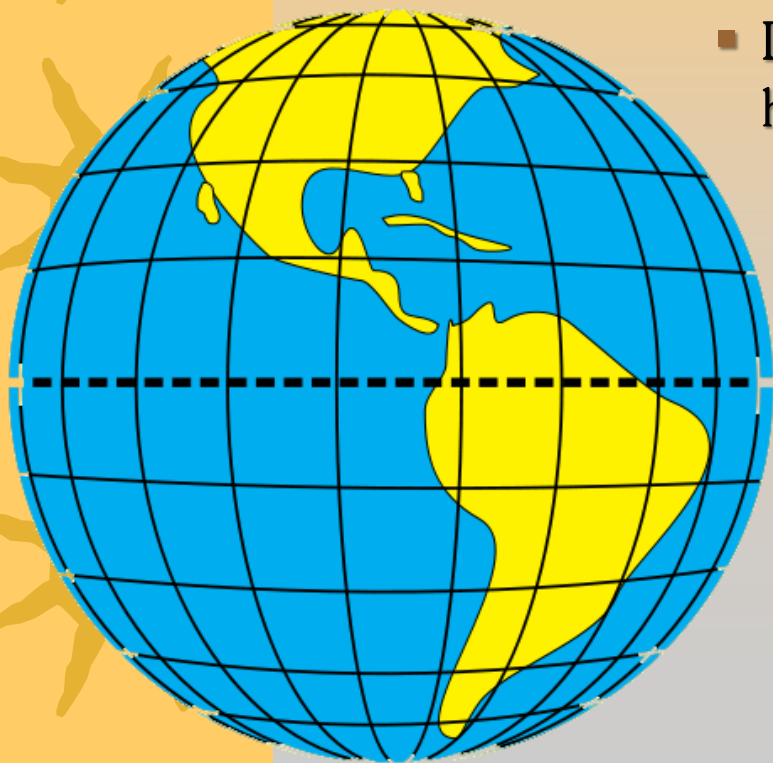


AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Résumé

- Les *parallèles* de latitude définissent un hémisphère **Nord** et un hémisphère **Sud**.
- Les *méridiens* de longitude définissent un hémisphère **Est** et un hémisphère **Ouest**.
- Tout comme l'équateur constitue le parallèle d'origine, il nous faut définir un méridien d'origine (0°) à partir duquel nous pourrions compter les degrés de longitude.





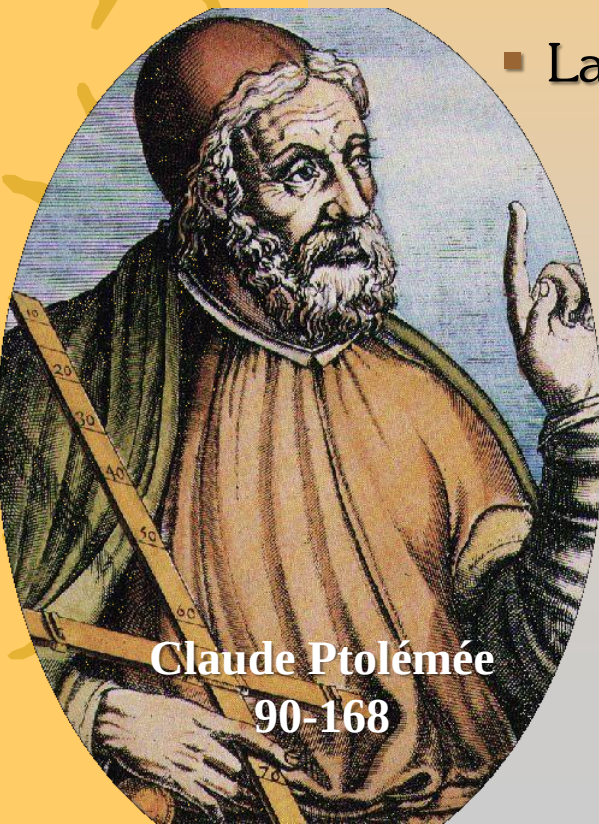
AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES



★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

■ La détermination du *Méridien d'origine*.



Claude Ptolémée
90-168



Ptolémée a placé son méridien d'origine à la limite du monde connu.



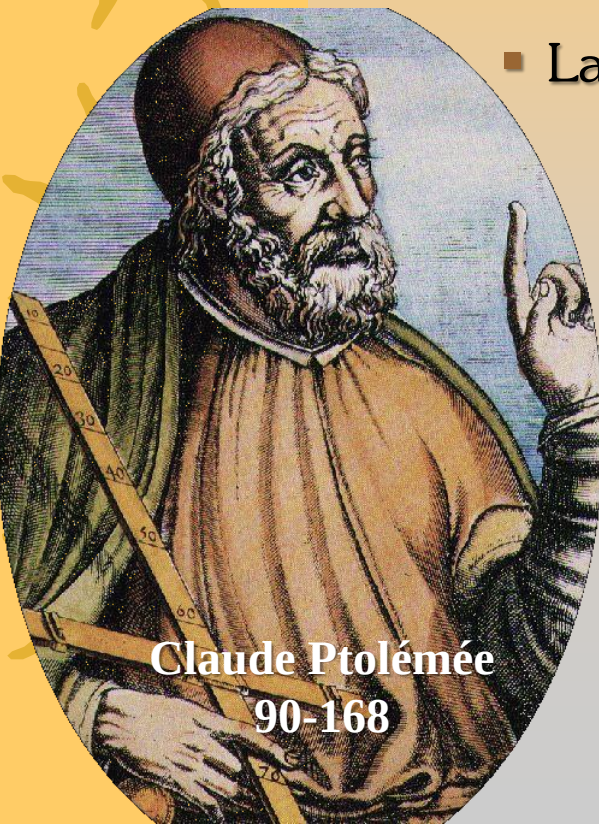
AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES



★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

■ La détermination du *Méridien d'origine*.



Claude Ptolémée
90-168





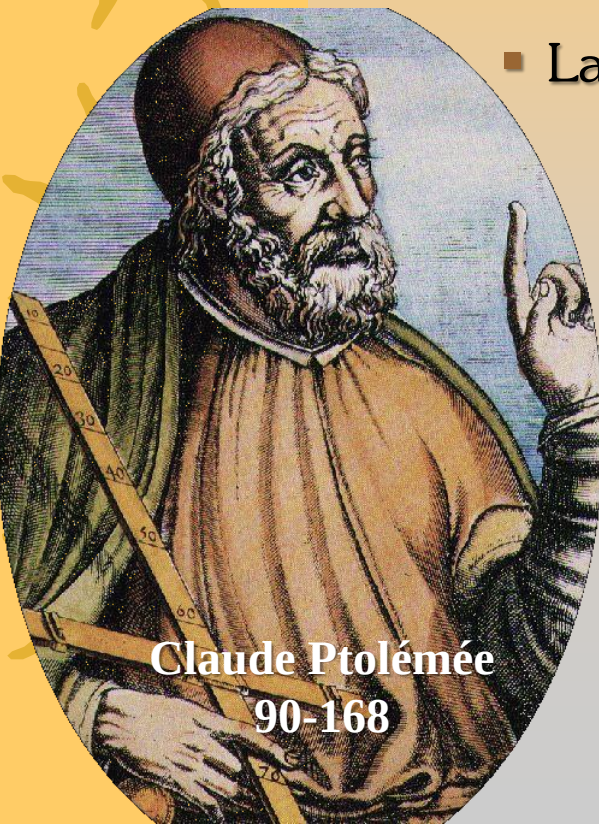
AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES



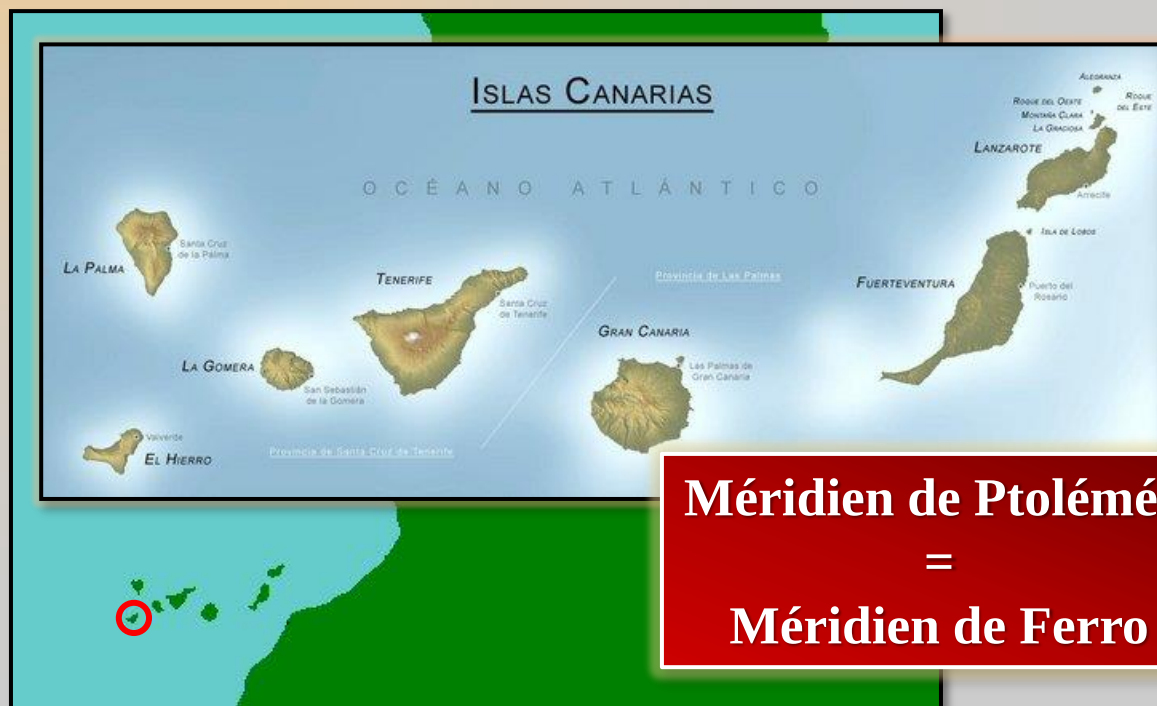
★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

■ La détermination du *Méridien d'origine*.



Claude Ptolémée
90-168



Méridien de Ptolémée
=
Méridien de Ferro



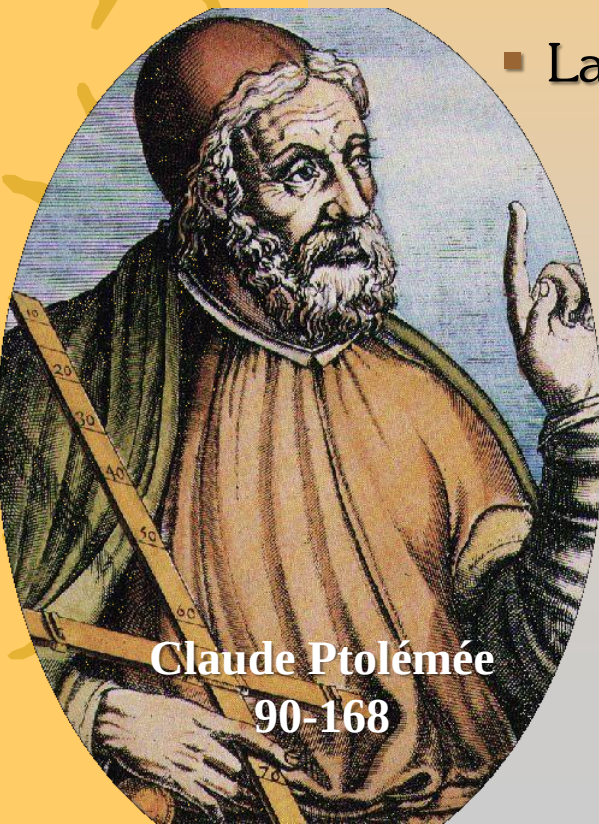
AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES



★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

■ La détermination du *Méridien d'origine*.



Claude Ptolémée
90-168

Carte hollandaise 1774
Méridien de Ferro





AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

■ La détermination du *Méridien d'origine*.



Chaque pays impérial ou doté d'une marine marchande a revendiqué **son** méridien d'origine.





AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

- La détermination du *Méridien d'origine*.

★ La Conférence internationale de Washington, 1884

- 25 pays « Que la Conférence propose aux gouvernements représentés ici l'adoption du méridien passant par le centre de l'instrument situé à l'Observatoire de Greenwich comme méridien initial pour la longitude. »
- Abstentions : Brésil et France



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

■ La détermination du *Méridien d'origine*.

La France n'a finalement adopté le méridien de Greenwich qu'en 1911



Greenwich

Paris



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES





AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

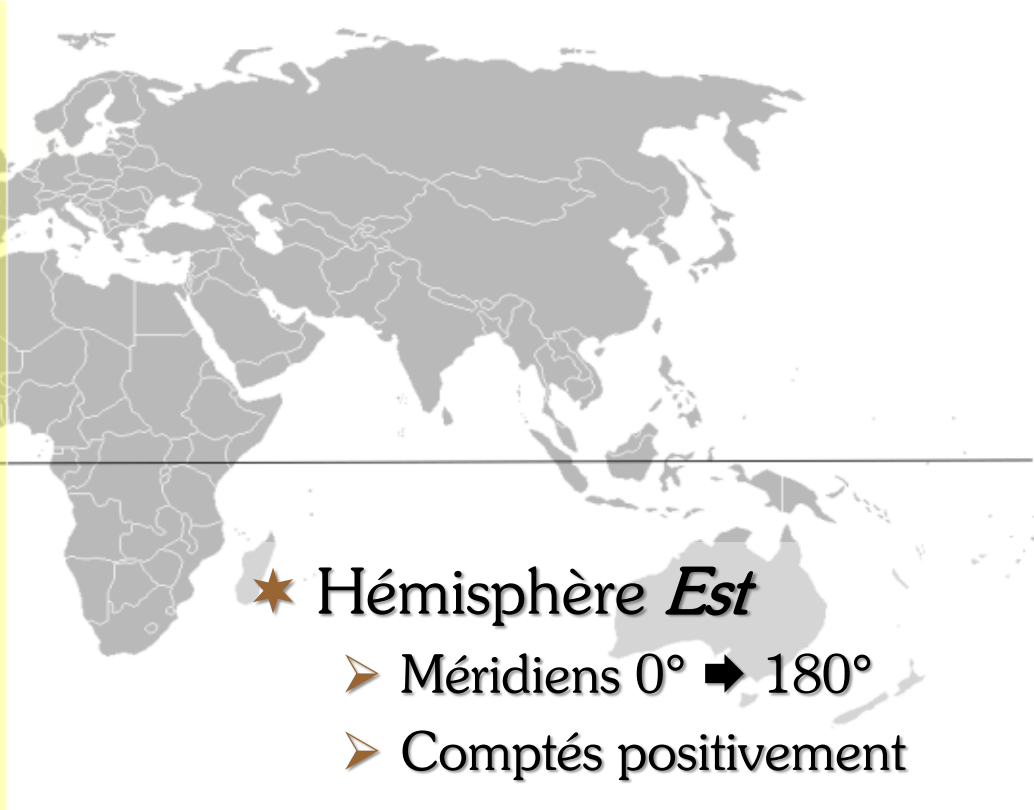
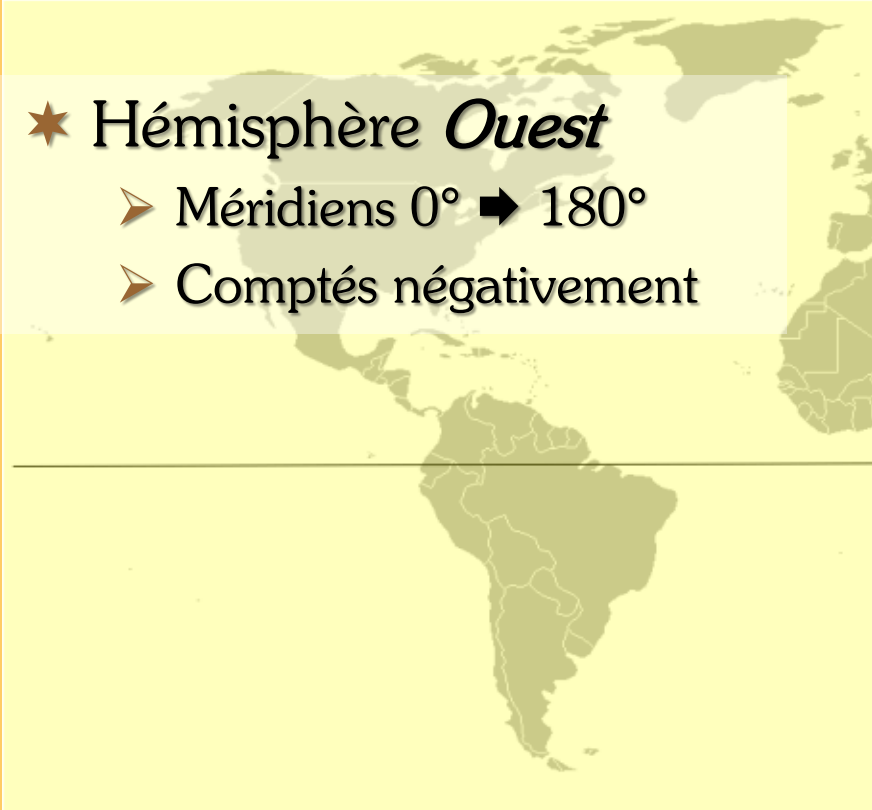


★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

★ Hémisphère *Ouest*

- Méridiens $0^\circ \rightarrow 180^\circ$
- Comptés négativement



★ Hémisphère *Est*

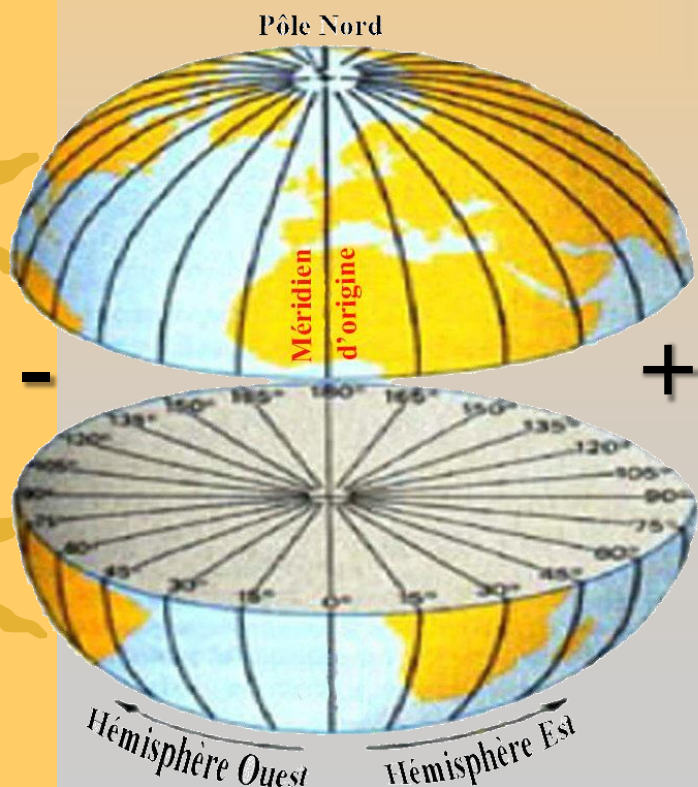
- Méridiens $0^\circ \rightarrow 180^\circ$
- Comptés positivement



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

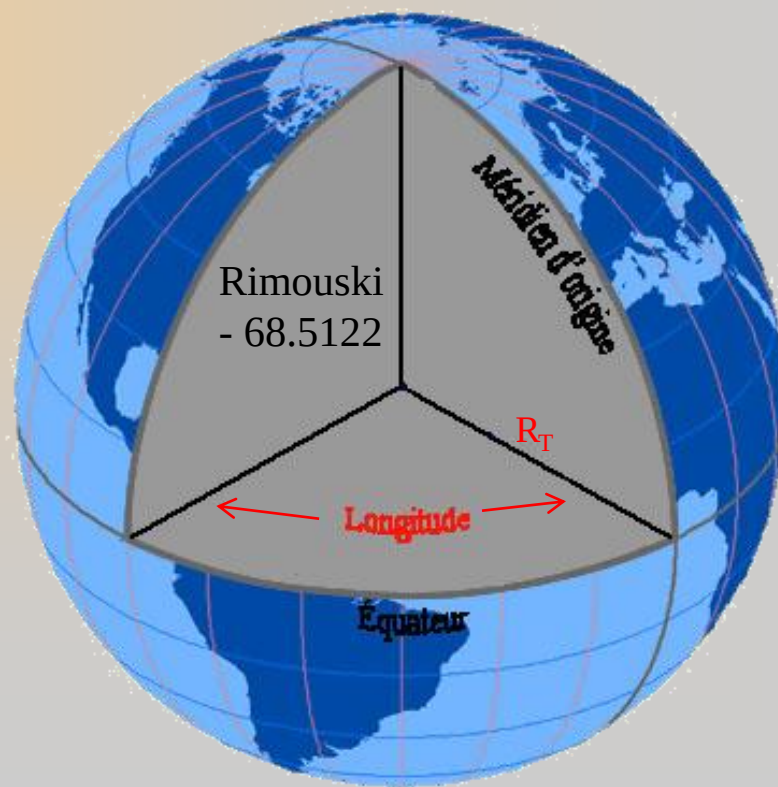
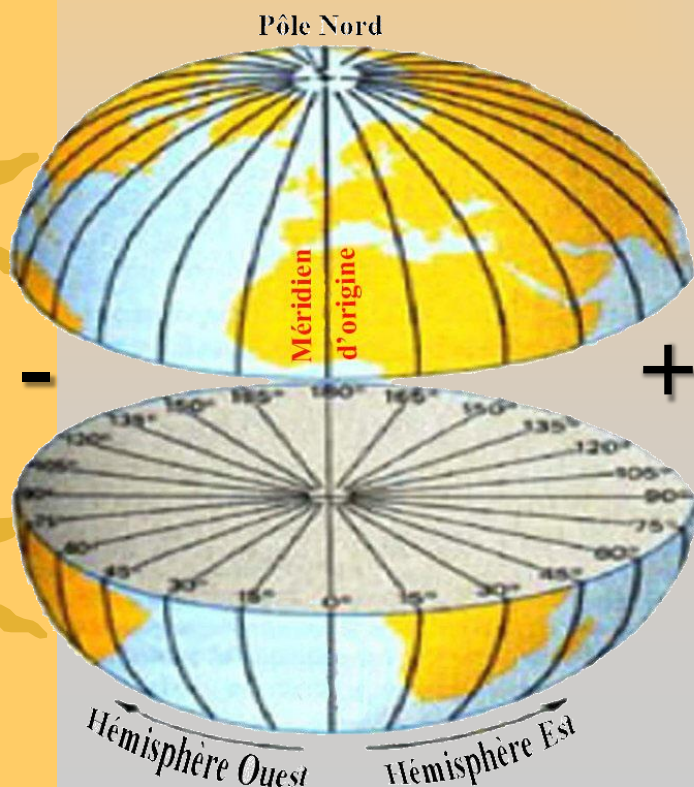




AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude





AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

■ La *mesure* de la longitude

Complexe.

Histoire fascinante qui fera *peut-être* l'objet d'une présentation spéciale au Club :

« Le problème de la longitude ».



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES



★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

■ La longitude et le *temps*



AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Coordonnées verticales ➡ Longitude

■ La longitude et le *temps*

Parce que la Terre tourne vers l'est.

★ Les pieds sur le sol, nous voyons la voûte céleste tourner vers l'Ouest.

★ À quel rythme ? $\frac{360^\circ}{24\ h} = 15^\circ/h$

Nous y reviendrons...





AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Le système complet.





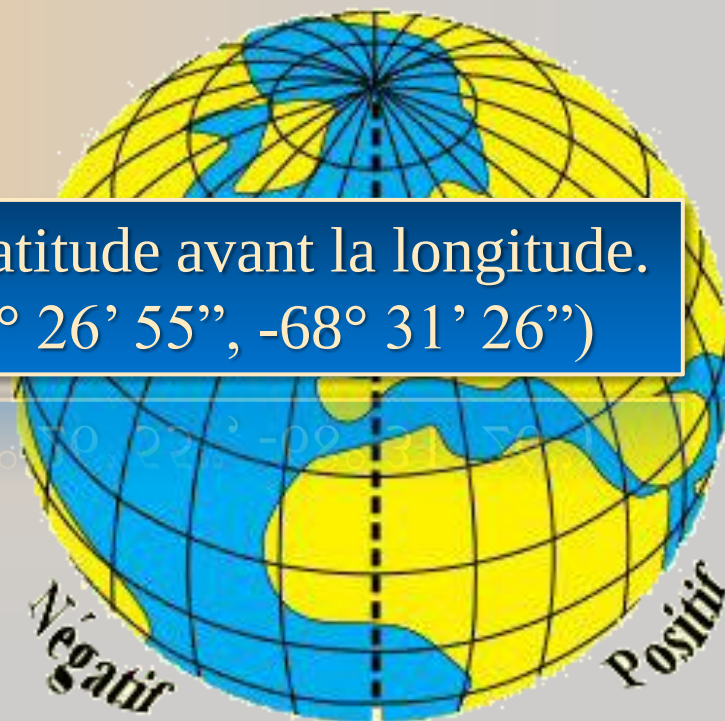
AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

➤ Le système complet.



Par convention, on écrit la latitude avant la longitude.
Par exemple, **Rimouski** ($48^{\circ} 26' 55''$, $-68^{\circ} 31' 26''$)





AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

- ★ Les coordonnées géographiques.
 - La détermination des latitudes et longitudes
 - Aujourd'hui, on utilise le système *GPS*





AFIN DE CONNAÎTRE SA POSITION, ON A INVENTÉ DES REPÈRES

★ Les coordonnées géographiques.

- La détermination des latitudes et longitudes
 - Aujourd'hui, on utilise le système de localisation *GPS*



48.448812, -68.524704

Hôtel de ville de Rimouski



RÉFÉRENCES



- ★ **Guide du ciel pour astronomes amateurs**
Chartrand MR, Wimmer HK
Éditions Broquet Inc., 1995



- ★ **Astronomie et Astrophysique, 2^e édition**
Séguin M, Villeneuve B
Éditions du Renouveau Pédagogique Inc., 2002



- ★ **Les systèmes de coordonnées astronomiques et les mouvements de la Terre.**
http://craq-astro.ca/phy1971/chap_pdf/chap6b.pdf



RÉFÉRENCES

- 
- ★ Mesure de la latitude et de la longitude.

<http://expositions.bnf.fr/ciel/maths/pdf/mesurl1.pdf>

- 
- ★ Parallèles et méridiens.

<http://www.alloprof.qc.ca/BV/pages/g1075.aspx>

- 
- ★ Déterminer la latitude.

http://www.odpf.org/images/archives_docs/19eme/memoires/groupeF/memoire.pdf

- 
- ★ Longitude

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Longitude>