

STB – La structure de la planète Terre

Chapitre 1

Le modèle radial de la Terre

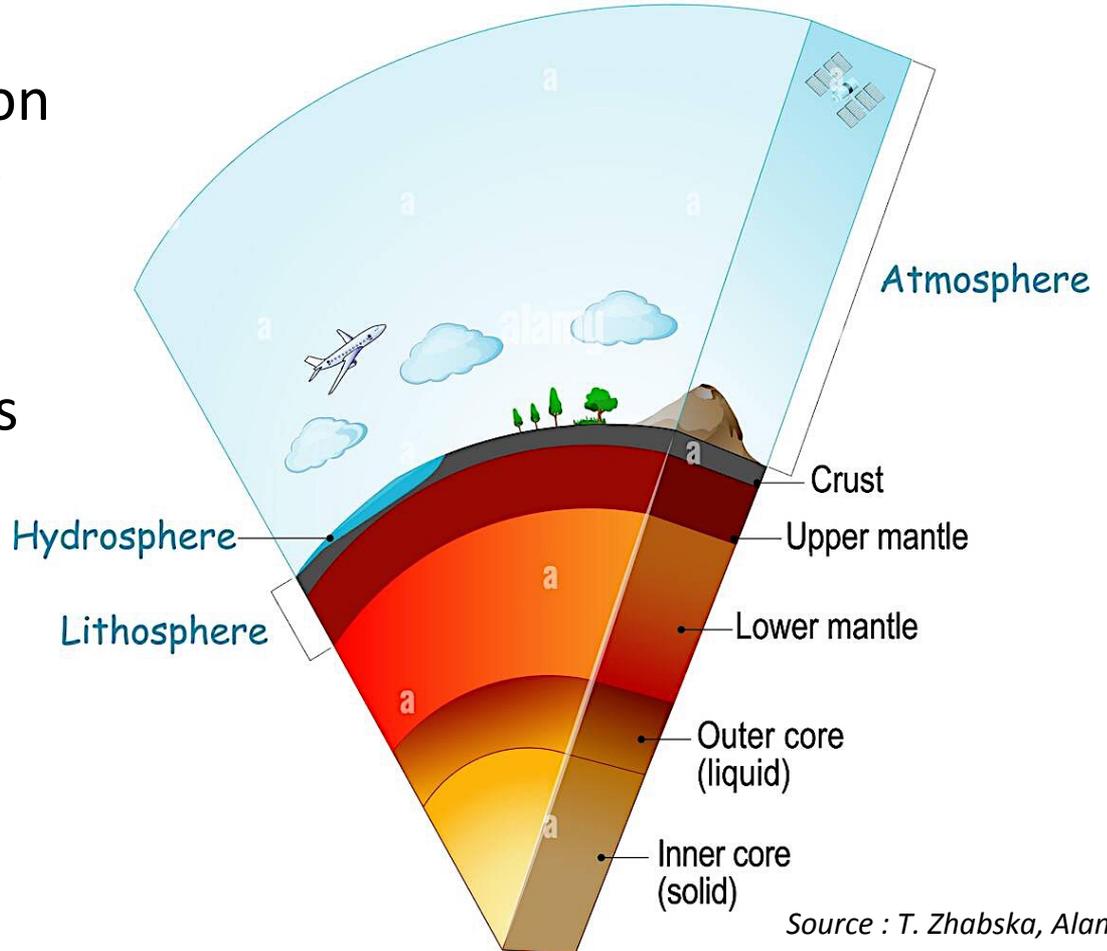


Source : Nasa, Apollo 8

Une Terre avec des enveloppes

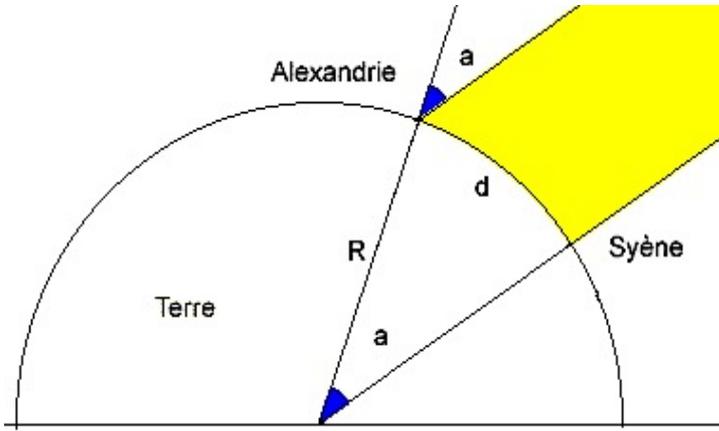
Enveloppes externes : là où on trouve la vie = atmosphère + hydrosphère + sols

Enveloppes internes = roches jusqu'au centre



Exercice 1

Mesure du rayon de la Terre



Angle a de $7,2^\circ$

Valeur en radians = $\frac{7,2 \times \pi}{180} = 0,12566 \text{ rad}$

$$R = \frac{d}{a} = \frac{787,5}{0,12566} = \mathbf{6\ 267 \text{ km}}$$

Valeur d'aujourd'hui : 6 370 km

Exercice 1

Densité de la Terre

$$M_T = \frac{g \times R^2}{G} = \frac{9,806\ 65 \times (6\ 370\ 000)^2}{6,67 \times 10^{-11}} = 5,966 \times 10^{24} \text{ kg}$$

Le volume de la Terre est de $\frac{4}{3} \times \pi \times R^3 = 1,0827 \times 10^{21} \text{ m}^3$

La masse volumique de la Terre est de $5,5 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

1 m³ d'eau pèse 10³ kg => densité moyenne = **5,5**.

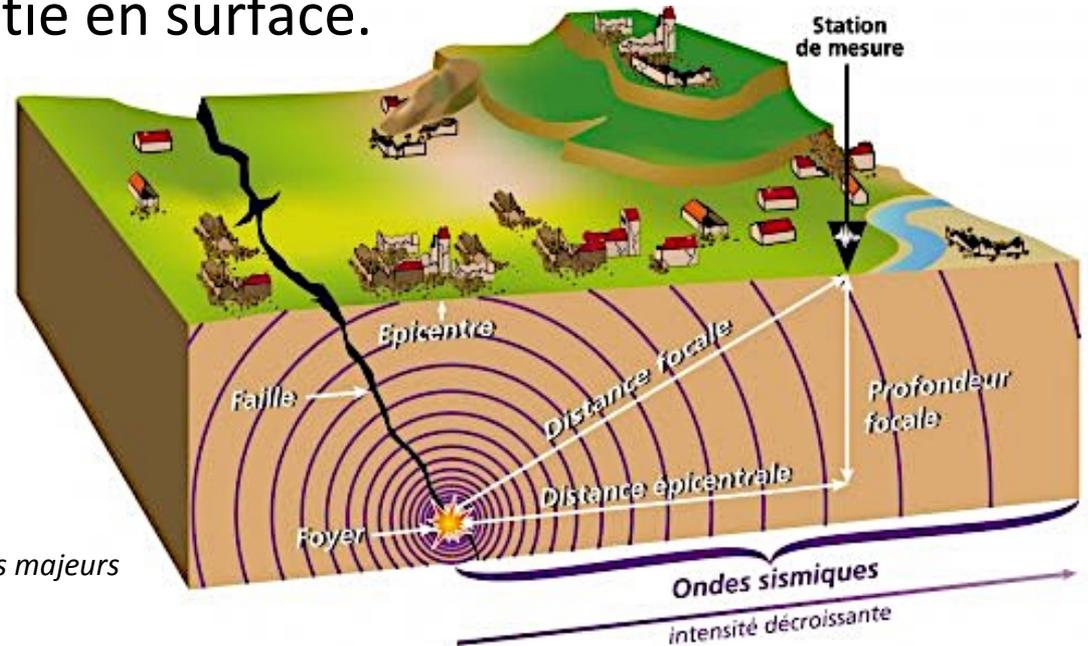
Il y a en profondeur des roches de densité élevée, supérieure à 5,5.
La Terre n'est donc pas homogène.

Exercice 2

Sismologie

Foyer = lieu de rupture de la roche

Épicentre = projection du foyer en surface. Il correspond à la zone de plus grande intensité ressentie en surface.

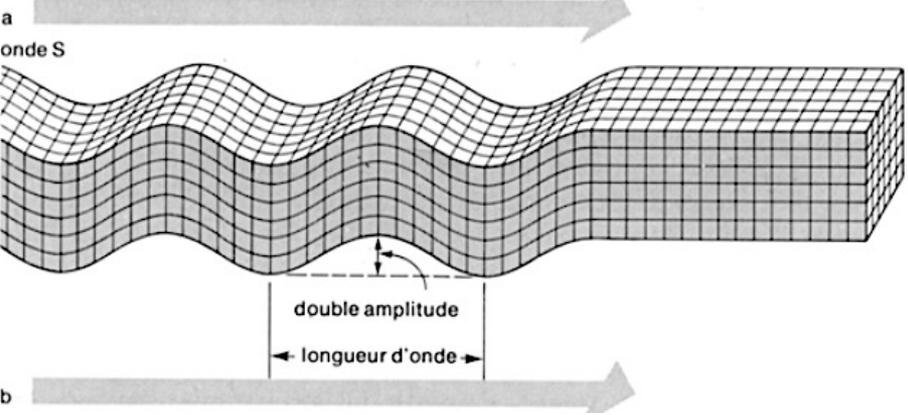
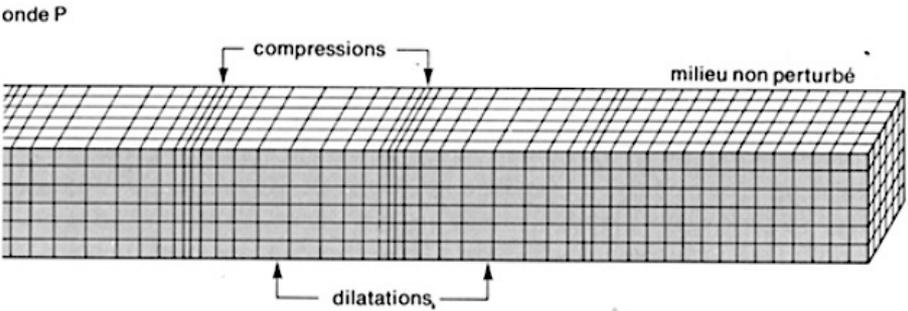


Source : Observatoire régional des risques majeurs

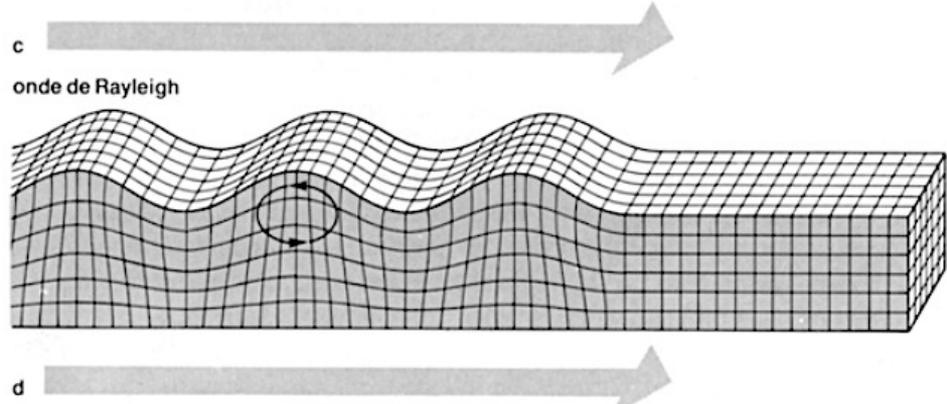
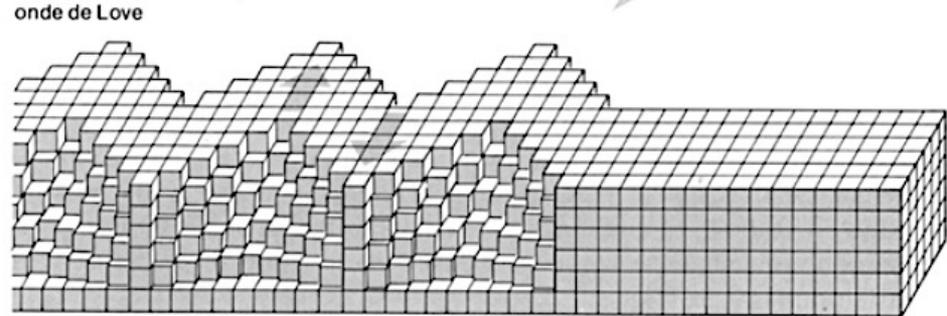
onde sismique = vibration propagée dans les 3 directions de l'espace

Exercice 2

Les ondes sismiques



Ondes de volume

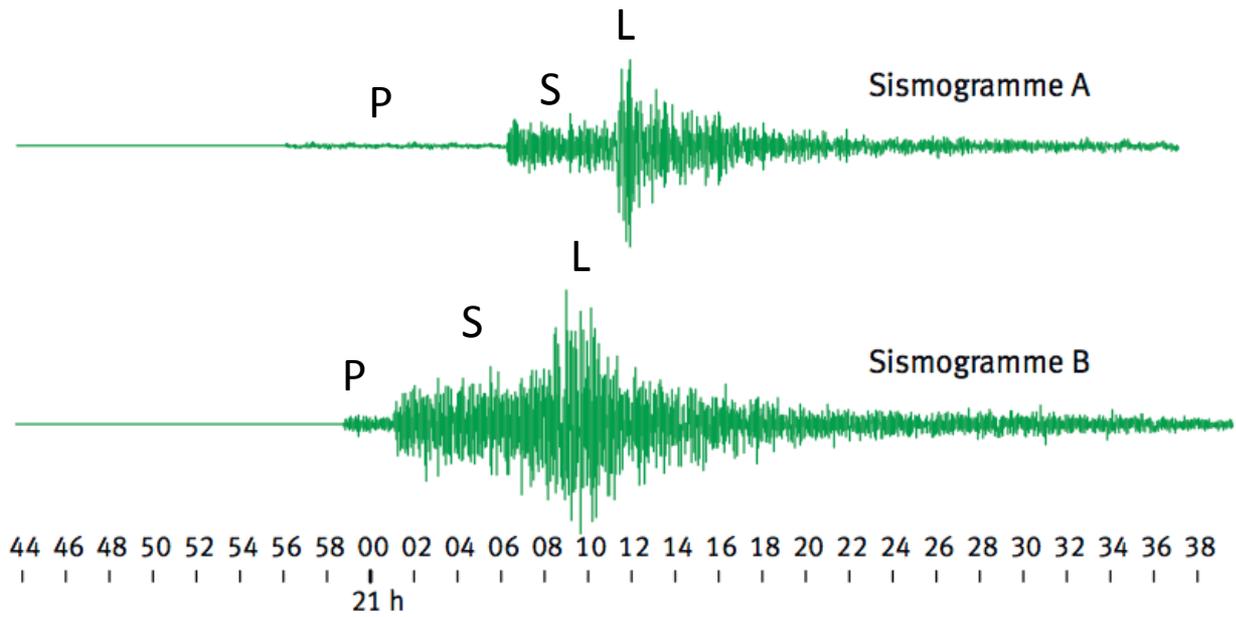


Ondes L (de surface)

Source : Université d'Halifax, Canada

Exercice 2

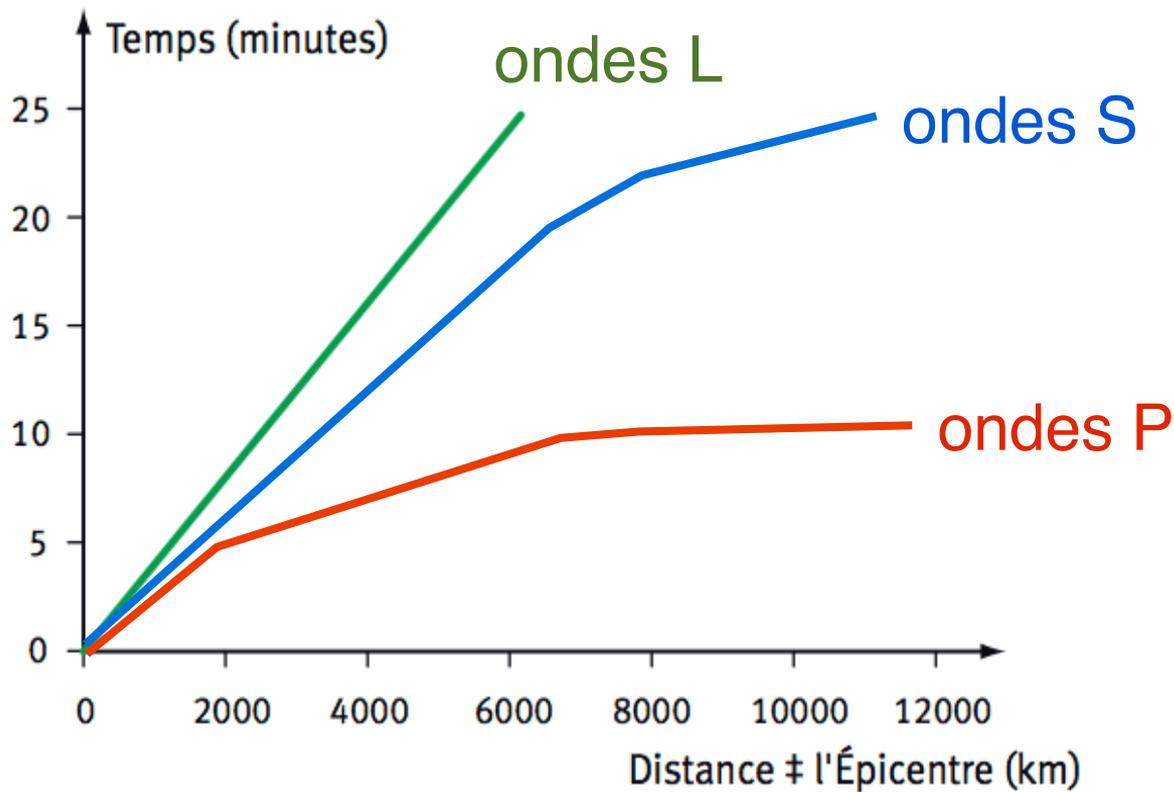
Séisme de Kobe



Source : CNED éducation

Heure et vitesse d'arrivée	Station A Hawaï	Station B Australie	Station C
ondes P	20h57 => v= 10 km.s ⁻¹	20h59 => v= 10 km.s ⁻¹	20h50 => v= 6,9 km.s ⁻¹
ondes S	21h05 => v= 5,8 km.s ⁻¹	21h08 => v= 5,9 km.s ⁻¹	

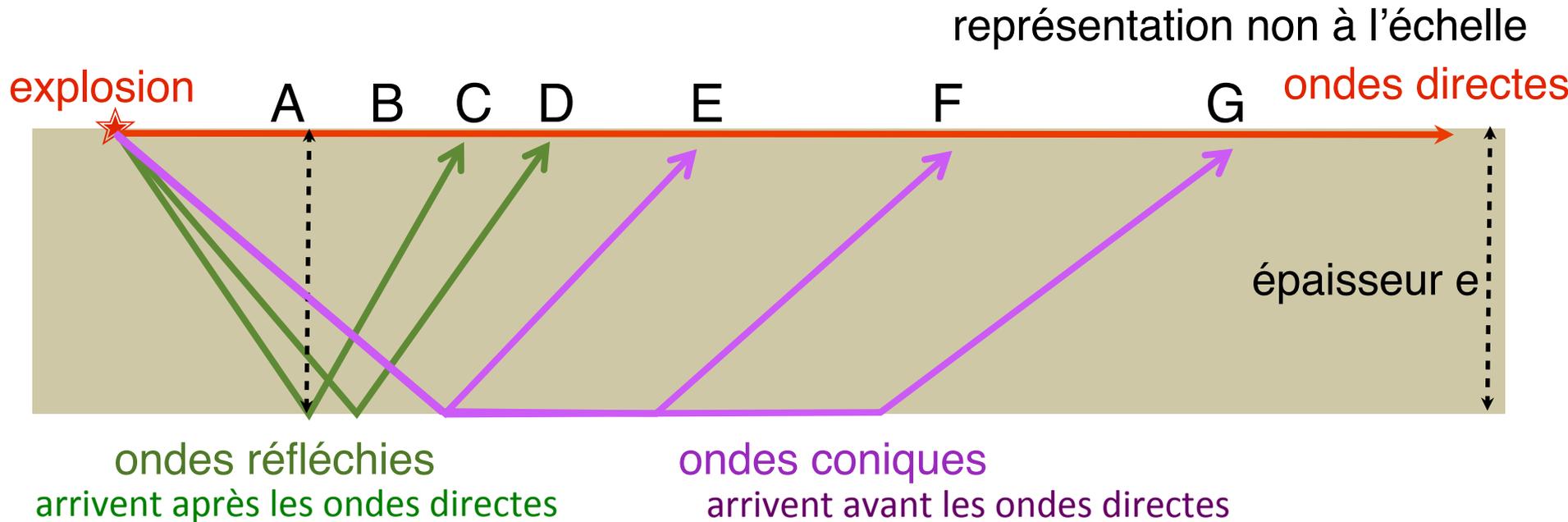
Exercice 2



L correspond aux ondes de surface, à trajet linéaire, dans un milieu homogène. P et S traversent des milieux différents : trajet en profondeur => idées de couches de densités différentes ?

Exercice 3

La limite croûte - manteau



Vitesse des ondes directes calculées en A, B et E.

$$V_A = 20/3,6 = 5,6 \text{ km.s}^{-1} ; V_B = 30/5,3 = 5,7 \text{ km.s}^{-1}$$

$$V_E = 135/24,1 = 5,6 \text{ km.s}^{-1}$$

Exercice 3

Profondeur du Moho

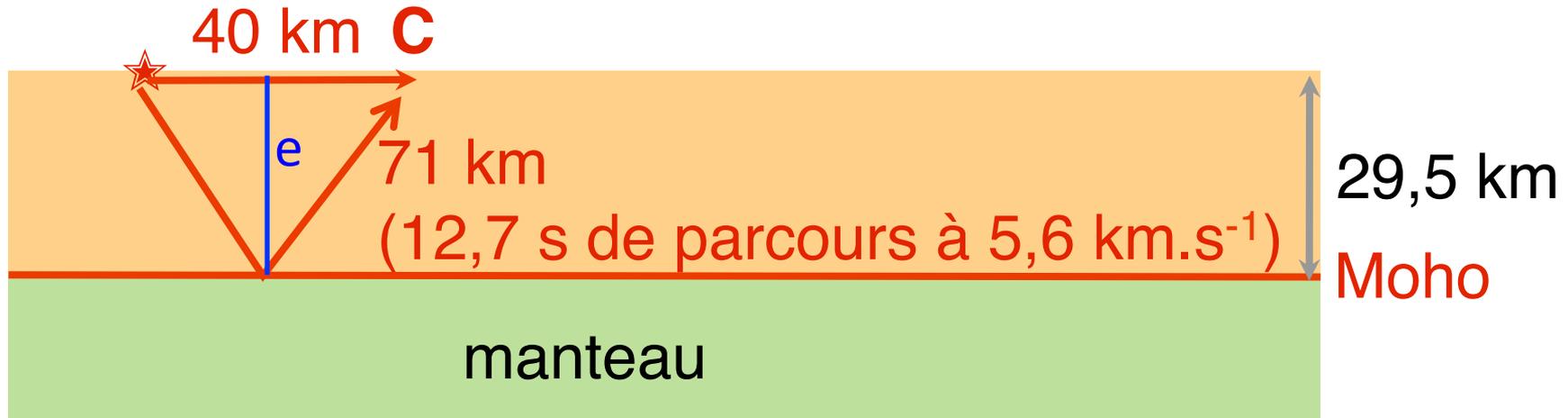
Pythagore appliqué au point C

$$e^2 + (\frac{1}{2} \text{ distance à C})^2 = (\frac{1}{2} \text{ trajet de l'onde réfléchie})^2$$

$$\frac{1}{2} \text{ trajet de l'onde réfléchie} = \frac{1}{2} \times \text{vitesse} \times 12,7 \text{ secondes} = 35,5 \text{ km}$$

$$\frac{1}{2} \text{ distance à C} = 20 \text{ km}$$

$$\Rightarrow e = 29,5 \text{ km}$$

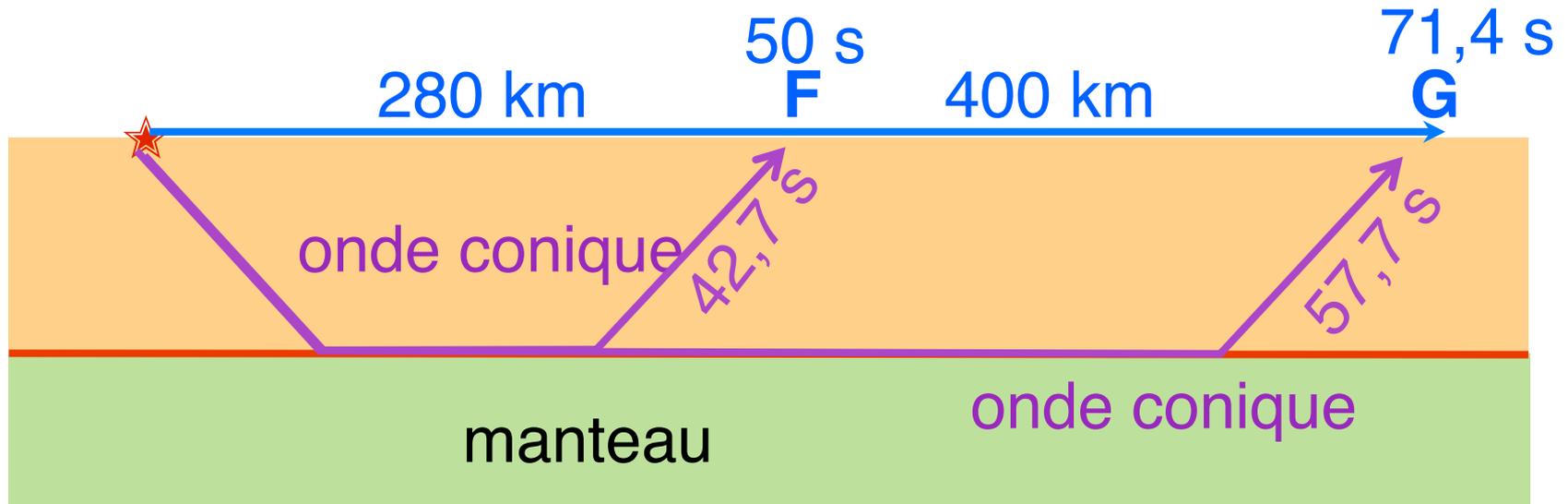


Exercice 3

Vitesse dans le manteau

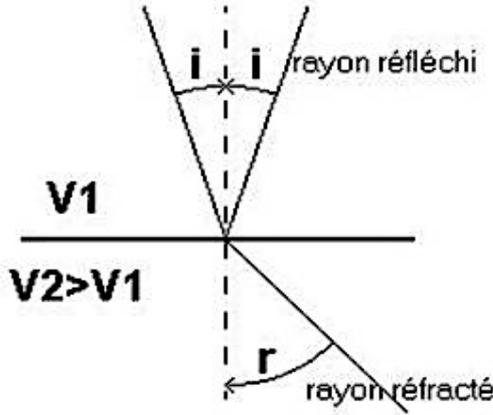
Vitesse dans la discontinuité (donc dans le manteau)

Pour F et G, il y a 15 s d'écart pour parcourir les 120 km de différence le long de la discontinuité donc $v = 120/15 = 8 \text{ km.s}^{-1}$.



Exercice 4

a) La courbure des rais sismiques



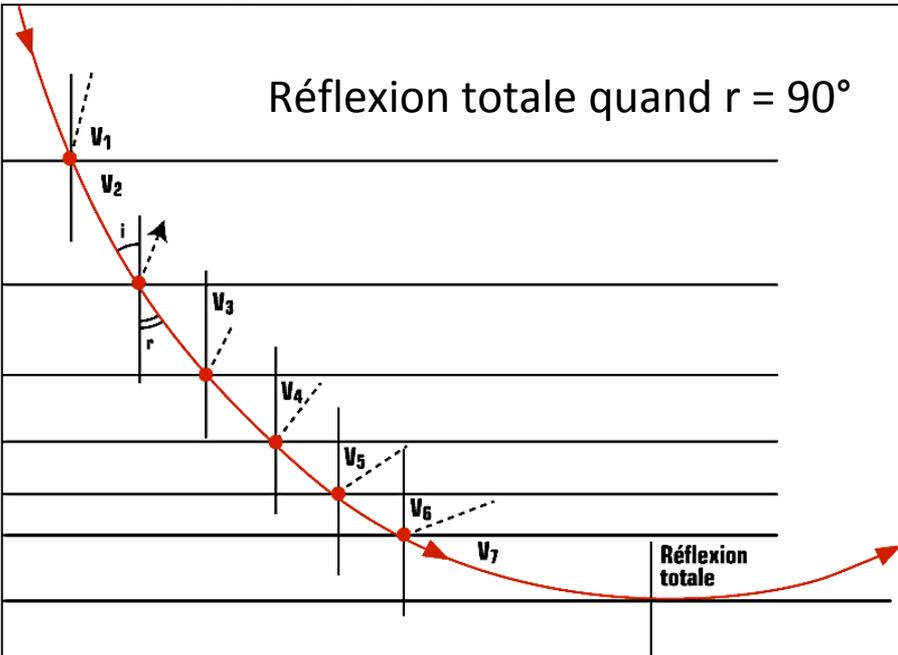
Réflexion

Réfraction

Rappel de la loi de Snell-Descartes adaptée à la propagation des ondes sismiques

$$\frac{\sin i}{V1} = \frac{\sin r}{V2}$$

À chaque limite, l'onde arrive dans un milieu plus dense (avec une vitesse plus élevée) donc l'angle par rapport à la verticale est toujours plus grand.

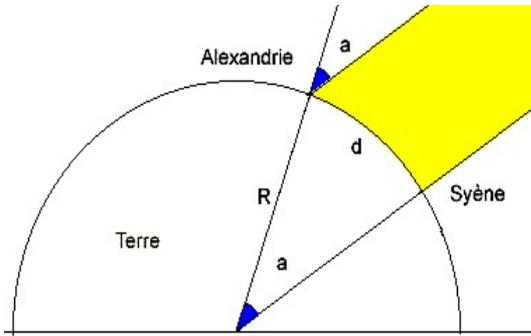


Réflexion totale quand $r = 90^\circ$

Réflexion totale

Exercice 4

b) La zone d'ombre



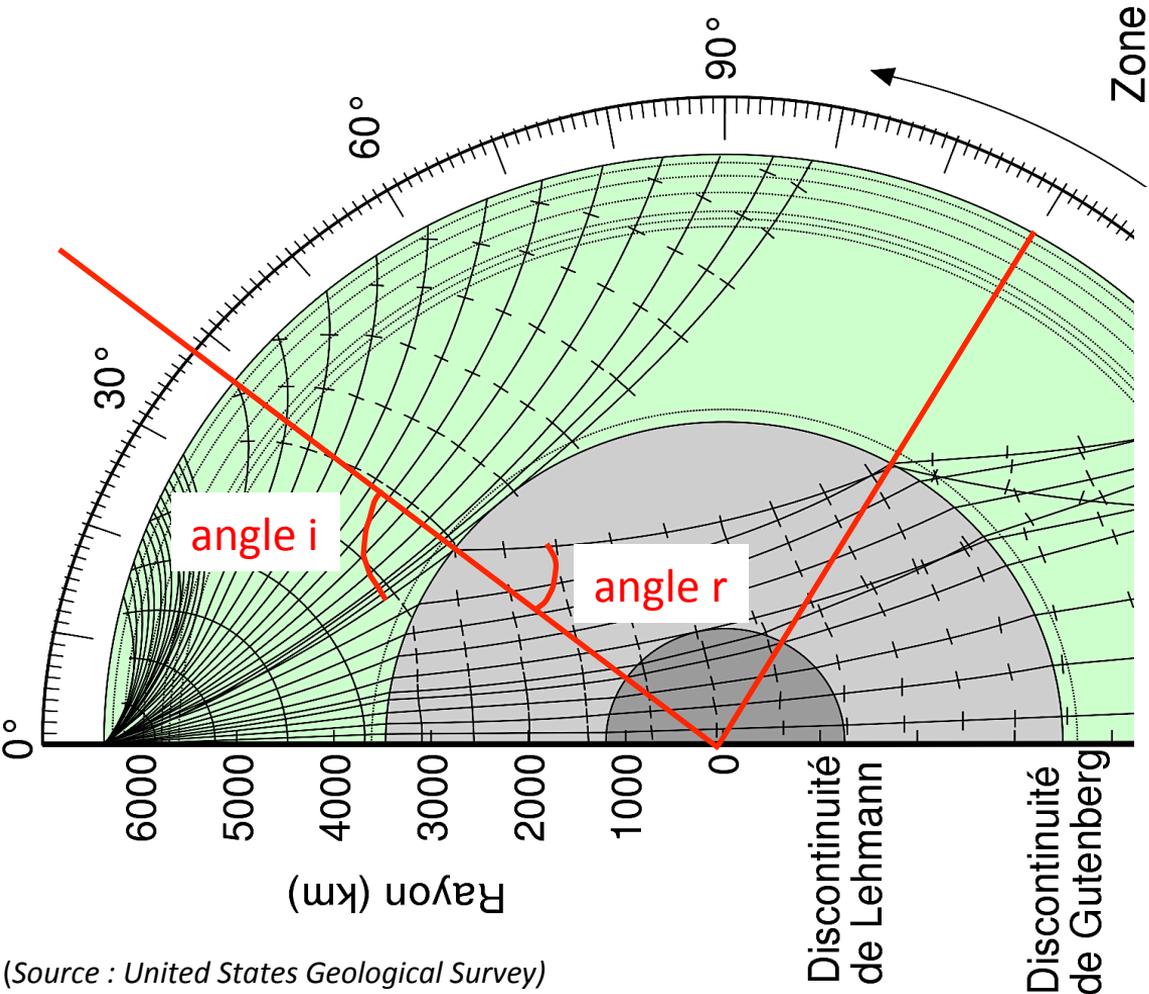
Comme pour l'exercice 1, $d = a \times R$.
donc $a = d / R$

Les degrés et radians sont reliés par la relation :
 $a(\text{rad}) \times 180 = a(^{\circ}) \times \pi$

Pour $d = 11\,500$ km, alors $a = 11\,500 / 6\,370 = 1,8$ rad
or $a(\text{rad}) \times 180 = a(^{\circ}) \times \pi$ donc **$a = 103,5^{\circ}$**

Pour $d = 14\,000$ km, alors $a = 14\,000 / 6\,370 = 2,2$ rad
or $a(\text{rad}) \times 180 = a(^{\circ}) \times \pi$ donc **$a = 126^{\circ}$**

Exercice 4



Zone
d'ombre
aux ondes P

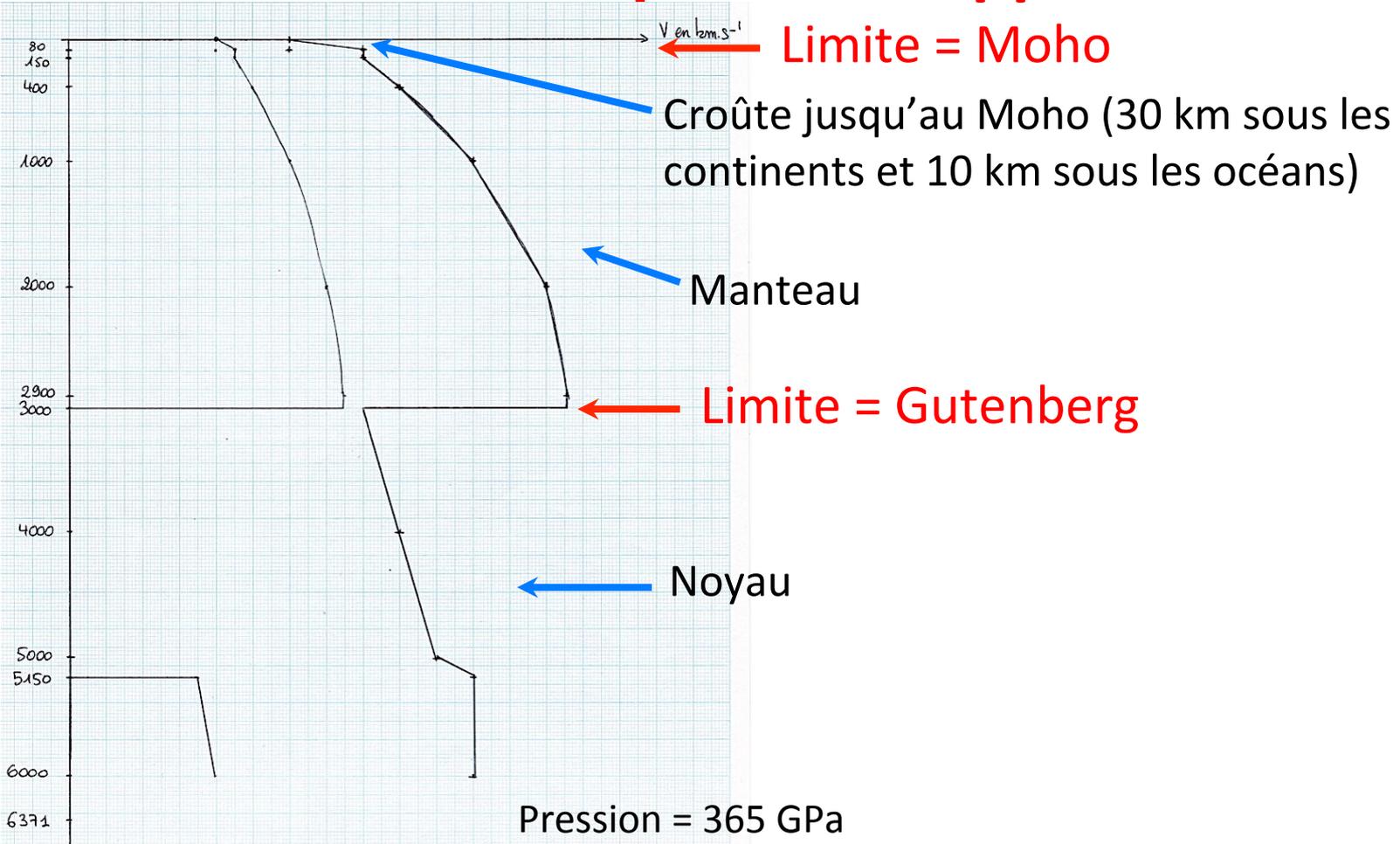
$$i > r$$

Cela signifie que le milieu atteint induit une vitesse de propagation plus faible : il y a un changement brutal de milieu donc une discontinuité.
À la deuxième limite, l'angle réfracté est bien supérieur à l'angle incident.

(Source : United States Geological Survey)

Exercice 5

Le modèle PREM : première approche



Limite = Moho
Croûte jusqu'au Moho (30 km sous les continents et 10 km sous les océans)

Manteau

Limite = Gutenberg

Noyau

Pression = 365 GPa

Le modèle PREM : première approche

