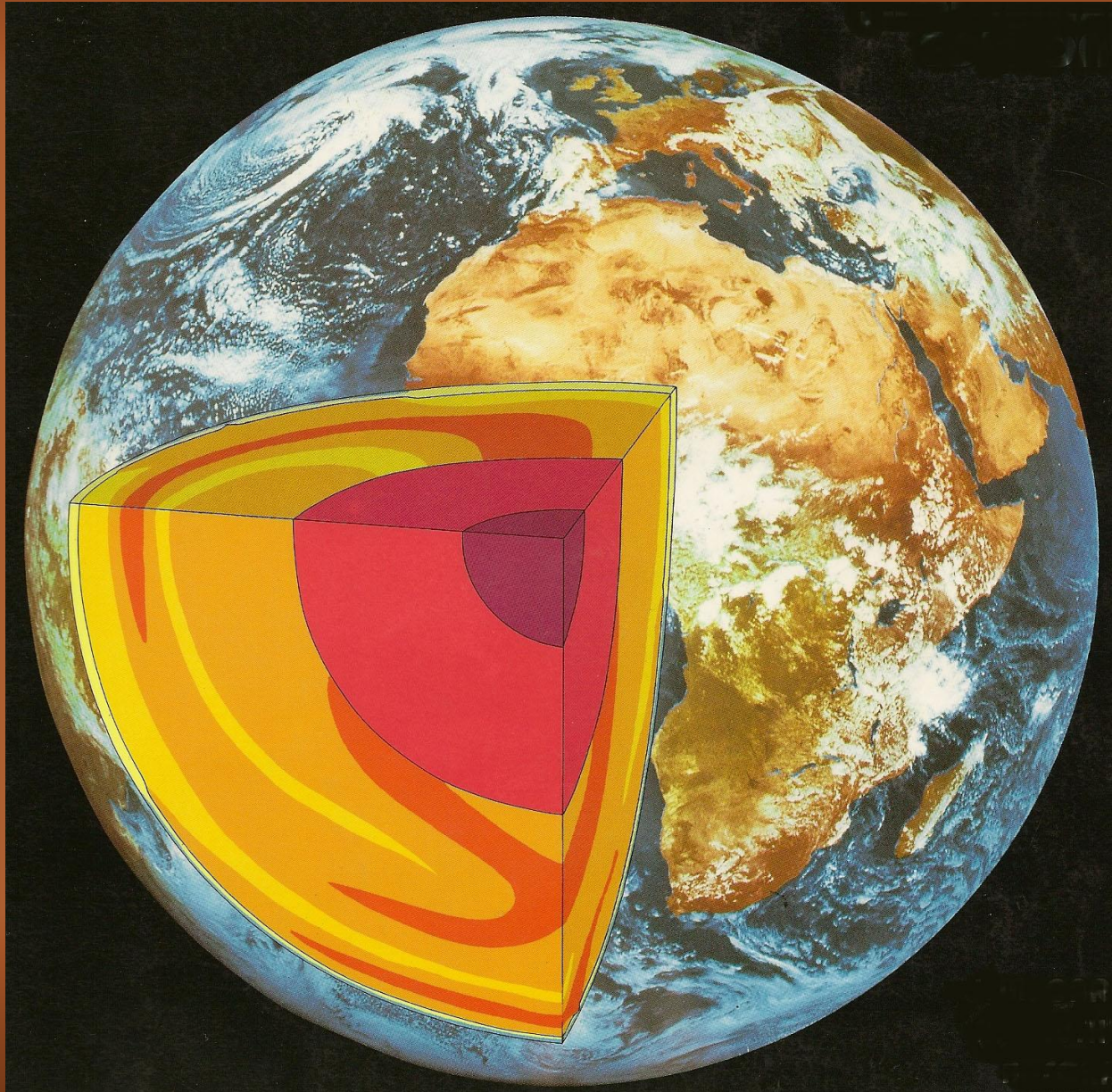
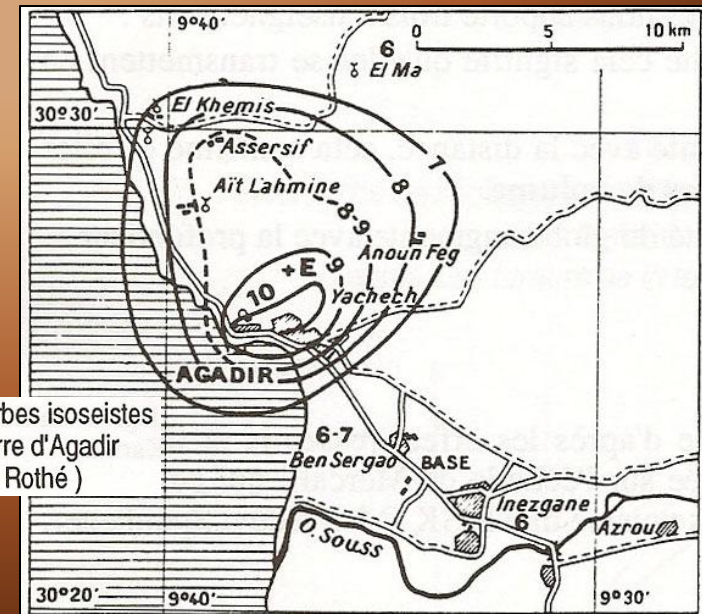
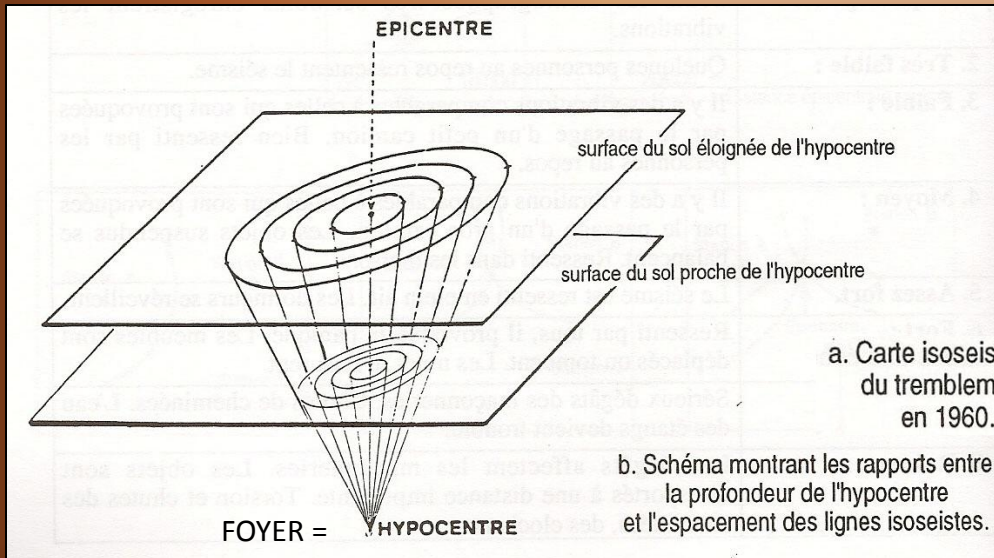
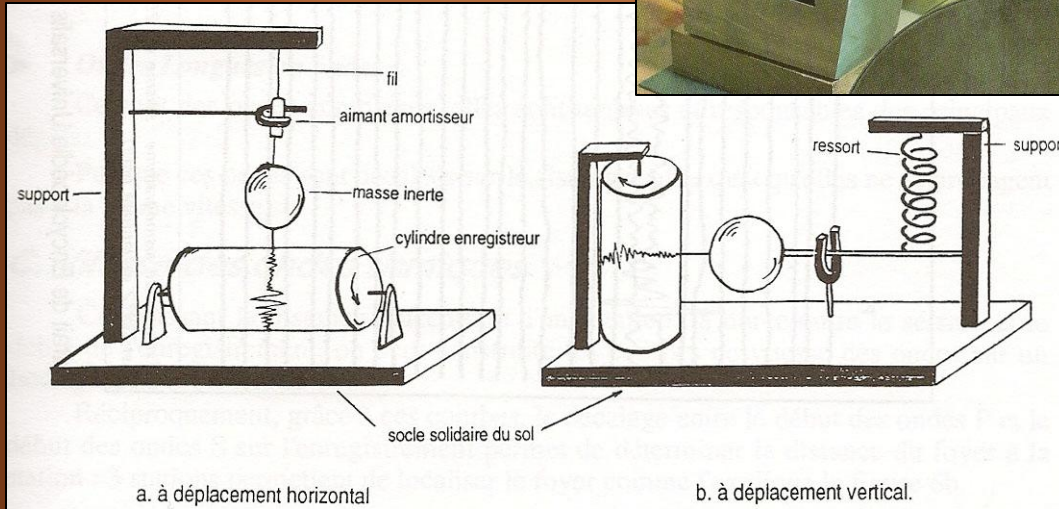
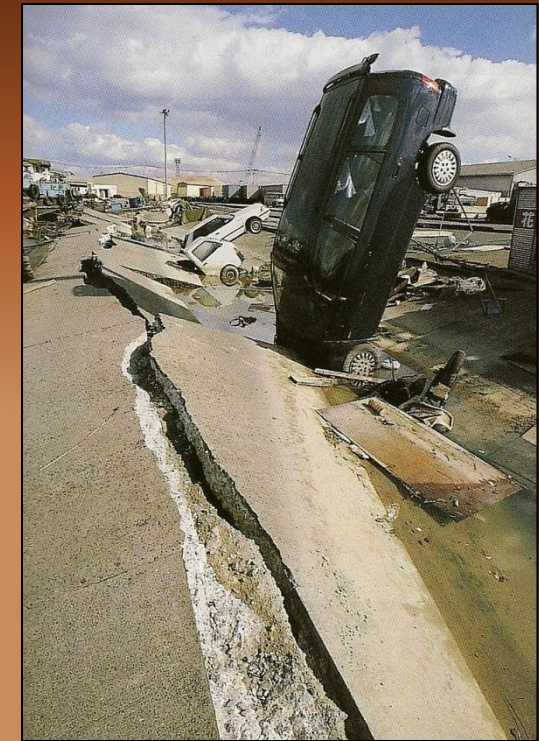
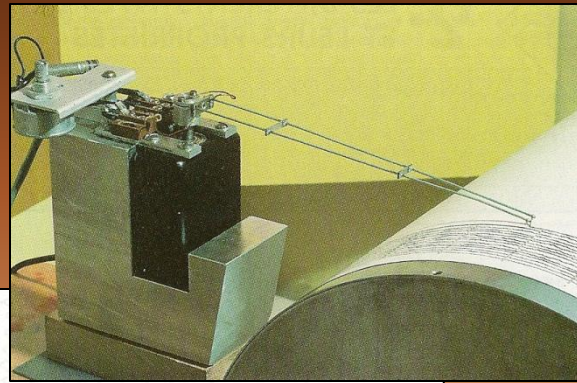


Structure du globe terrestre



Les séismes



Intensité d'un séisme

MSK = Medvedev, Sponheuer, Karnik

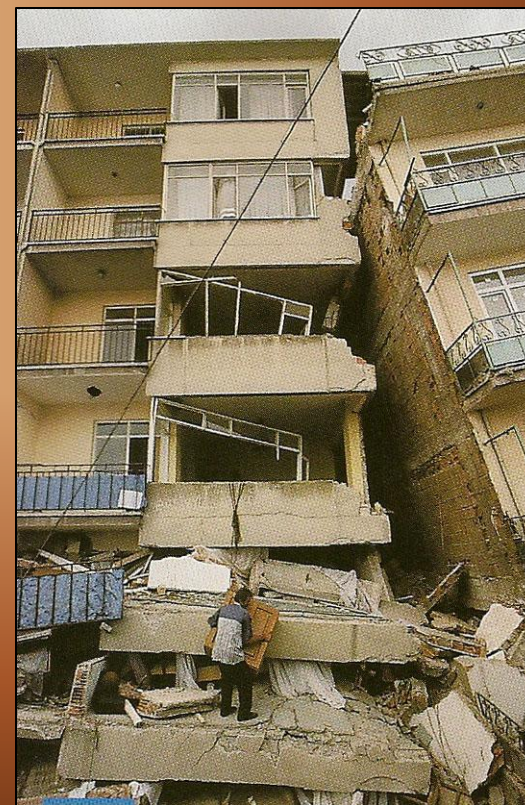
Échelle MSK

1. Imperceptible :	Seuls les sismographes très sensibles enregistrent les vibrations.
2. Très faible :	Quelques personnes au repos ressentent le séisme.
3. Faible :	Il y a des vibrations comparables à celles qui sont provoquées par le passage d'un petit camion. Bien senti par les personnes au repos.
4. Moyen :	Il y a des vibrations comparables à celles qui sont provoquées par le passage d'un gros camion. Les objets suspendus se balancent. Ressenti dans les maisons.
5. Assez fort.	Le séisme est senti en plein air. Les dormeurs se réveillent.
6. Fort :	Ressenti par tous, il provoque la panique. Les meubles sont déplacés ou tombent. Les murs se fissurent.
7. Très fort :	Sérieux dégâts des maçonneries. Chutes de cheminées. L'eau des étangs devient trouble.
8. Ruineux :	Les dégâts affectent les maçonneries. Les objets sont transportés à une distance importante. Torsion et chutes des cheminées, des clochers.
9. Désastreux :	Les maisons s'écroulent. Les canalisations souterraines sont cassées
10. Très désastreux :	Destruction des ponts et digues. Grands glissements de terrains. Les rails de chemin de fer sont tordus. Panique générale.
11. Catastrophique :	Les rails sont complètement tordus. Les constructions les plus solides sont détruites. Grands éboulements.
12. Cataclysmiques :	Bouleversement important de la topographie.

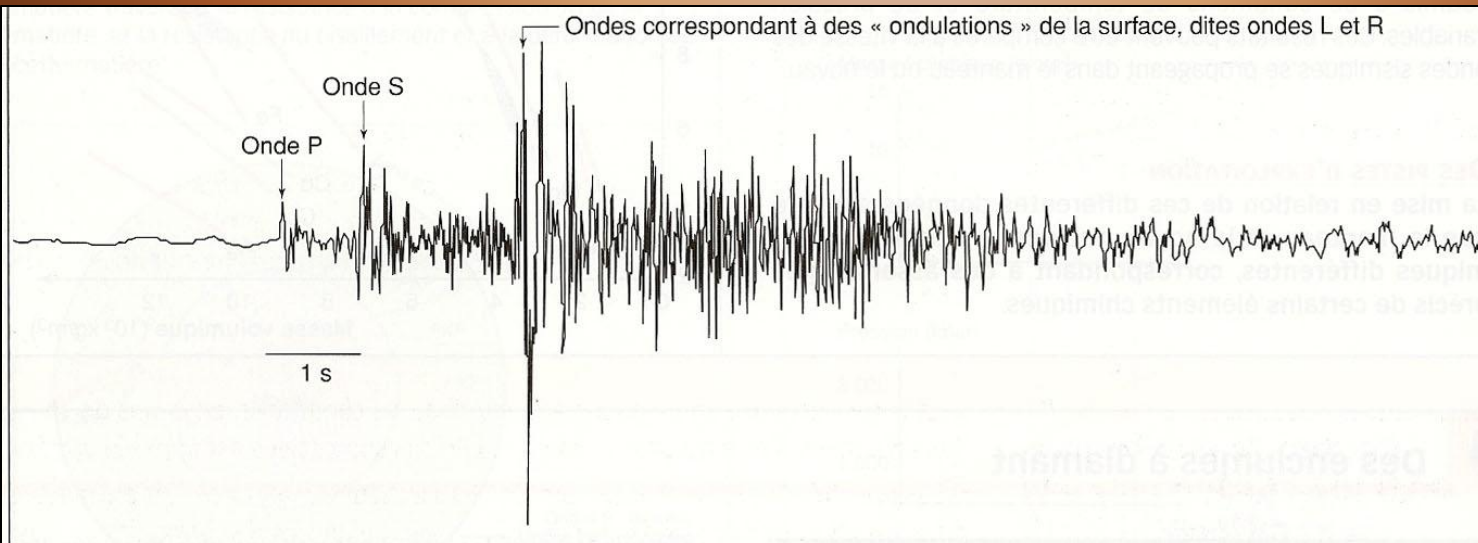
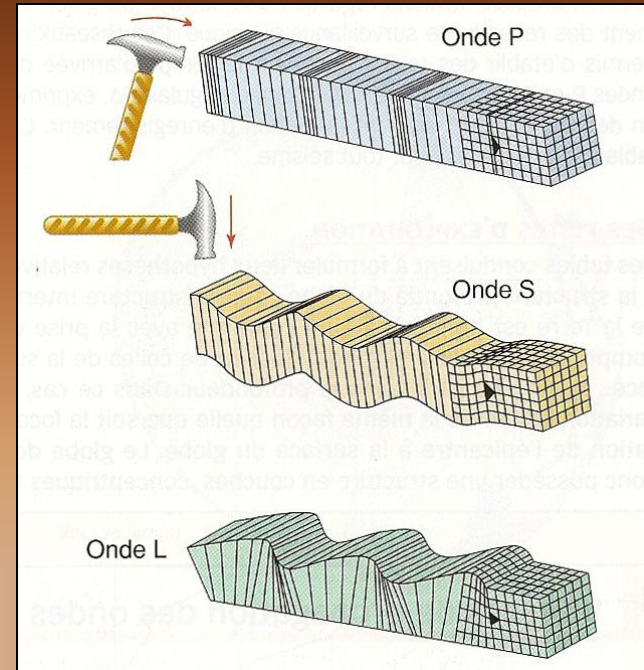
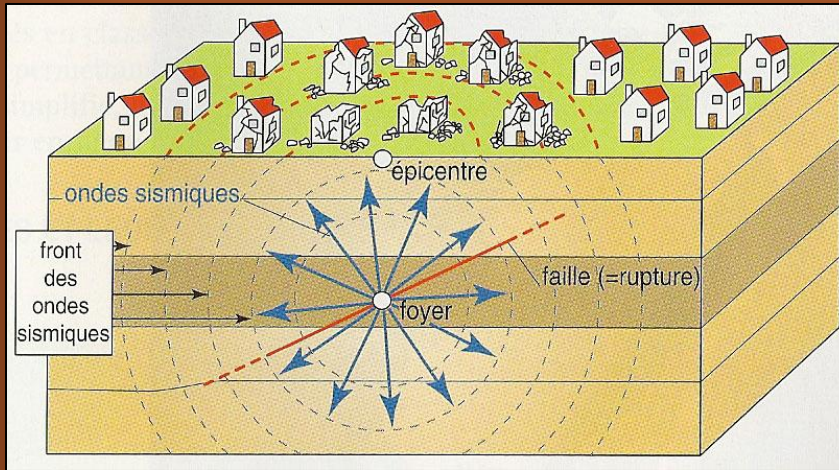
L'énergie exprimée en Joules et la magnitude sont liées par la relation :
 $\log E = 4,8 + 1,5 M$

Échelle de magnitude de Richter

Magnitude	Énergie en Joules
3	$1,99 \cdot 10^9$
4	$6,31 \cdot 10^{11}$
5	$1,99 \cdot 10^{12}$
6	$6,31 \cdot 10^{13}$
7	$1,99 \cdot 10^{15}$
8	$6,31 \cdot 10^{16}$
9	$1,99 \cdot 10^{18}$

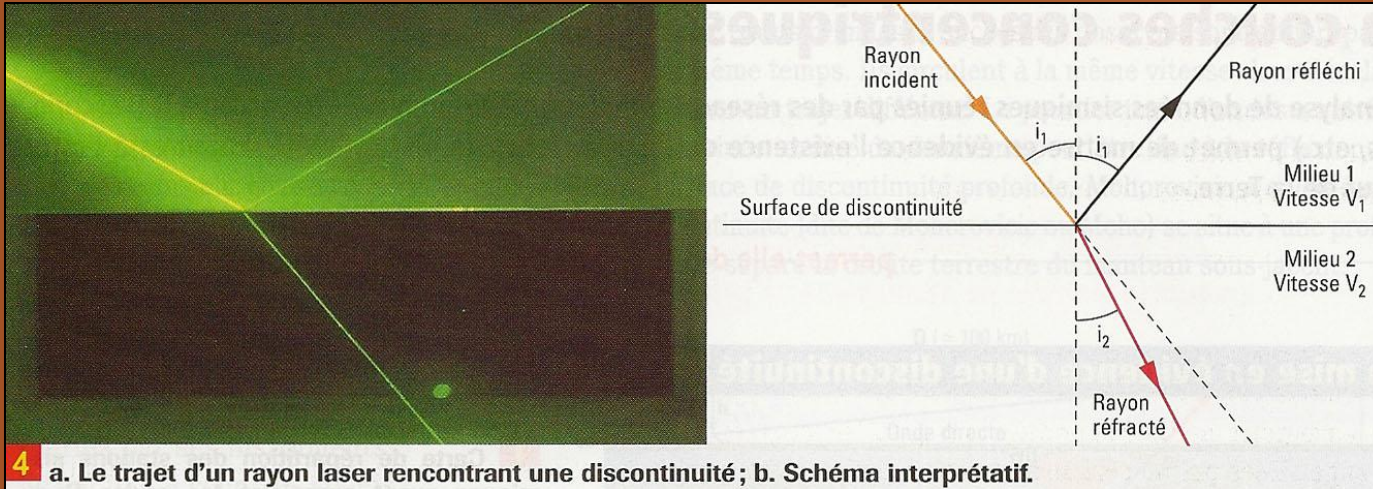


Les ondes sismiques



Sismogramme : séisme du 25 mars 1999 (16 h 21 min 14 s), enregistré à Strasbourg, à 2 273 km de l'épicentre.
Heure d'arrivée : 16 h 27 min 49 s.

La propagation des ondes sismiques



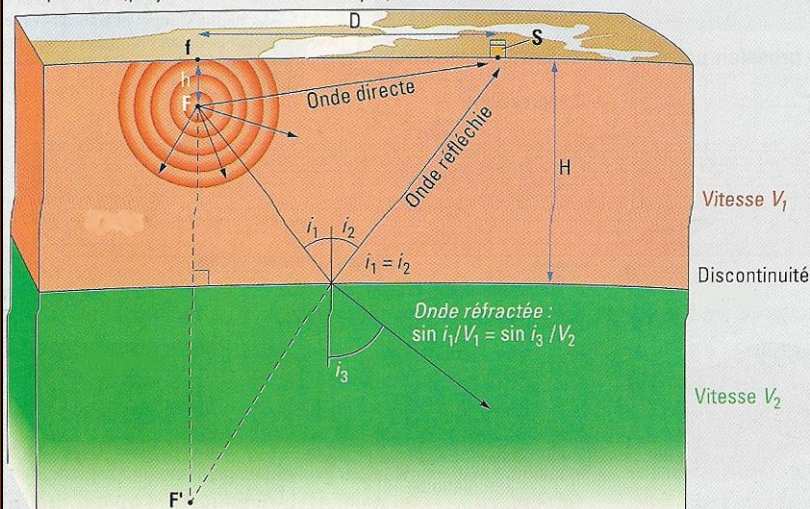
La propagation des ondes sismiques peut être assimilée à celle d'ondes lumineuses dans différents milieux. Lorsque les ondes rencontrent une discontinuité (ou interface), c'est-à-dire une surface séparant deux milieux aux propriétés physico-chimiques différentes, elles peuvent se réfléchir et se réfracter. La trajectoire de l'onde réfractée (celle qui a été déviée au passage de la discontinuité) est donnée par la loi de Descartes :

$$\sin(i_1)/\sin(i_2) = V_1/V_2,$$

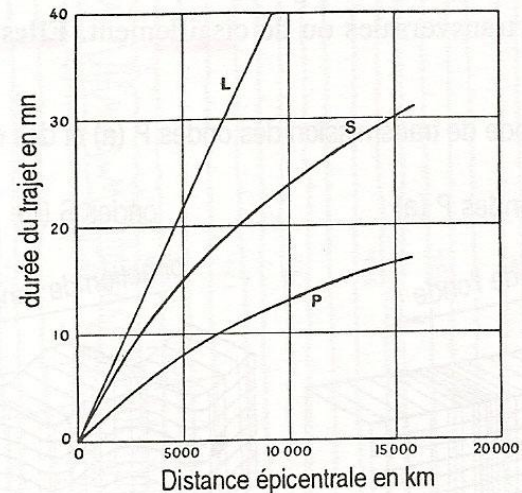
V_1 et V_2 correspondant à la vitesse des ondes dans chacun des deux milieux. À l'échelle du globe, des surfaces de réfractions multiples entraînent des déviations successives des ondes, leur donnant un tracé courbe.

La vitesse de propagation des ondes sismiques

F : foyer du séisme F' : symétrique de F (utilisé pour le calcul de H) S : sismomètre
f : épipcentre (projection en surface du foyer)

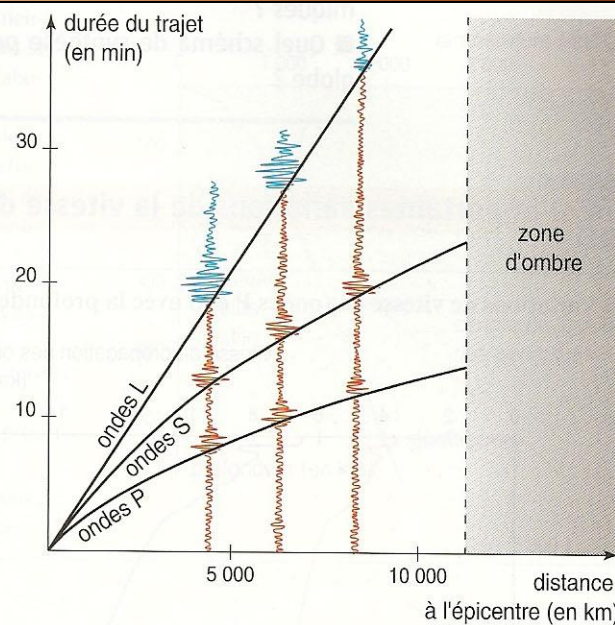
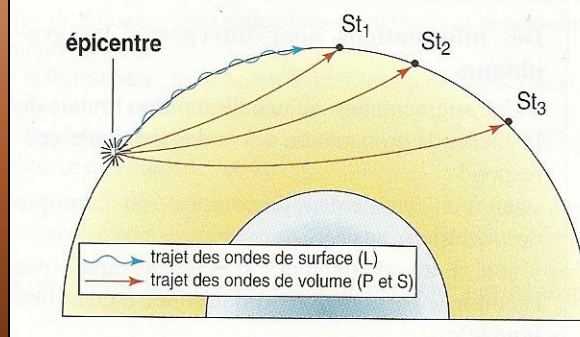


Hodographe et courbes hodochrones des temps de propagation des ondes P, S et L.



Milieu traversé	Vitesse moyenne des ondes P (km.s ⁻¹)
Granite et gneiss	5,6
Basalte et gabbro	6,5
Péridotite	8,1
Eau	1,5

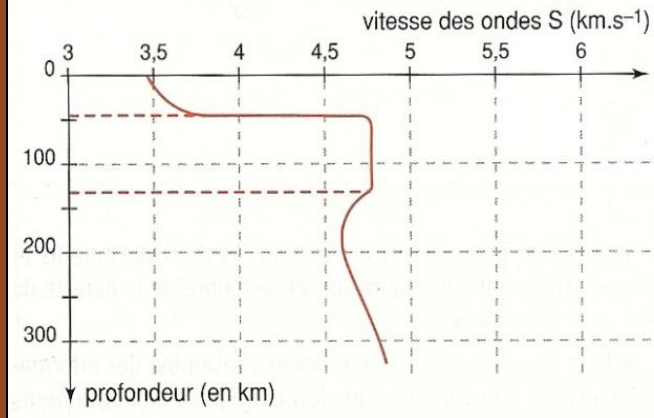
Station	Distance à l'épicentre	Durée du trajet		
		Ondes P	Ondes S	Ondes de surface
St ₁	1 112 km	2 min 24 s	4 min 17 s	4 min 52 s
St ₂	5 049 km	8 min 14 s	14 min 49 s	22 min 09 s
St ₃	11 332 km	13 min 48 s	25 min 20 s	49 min 42 s



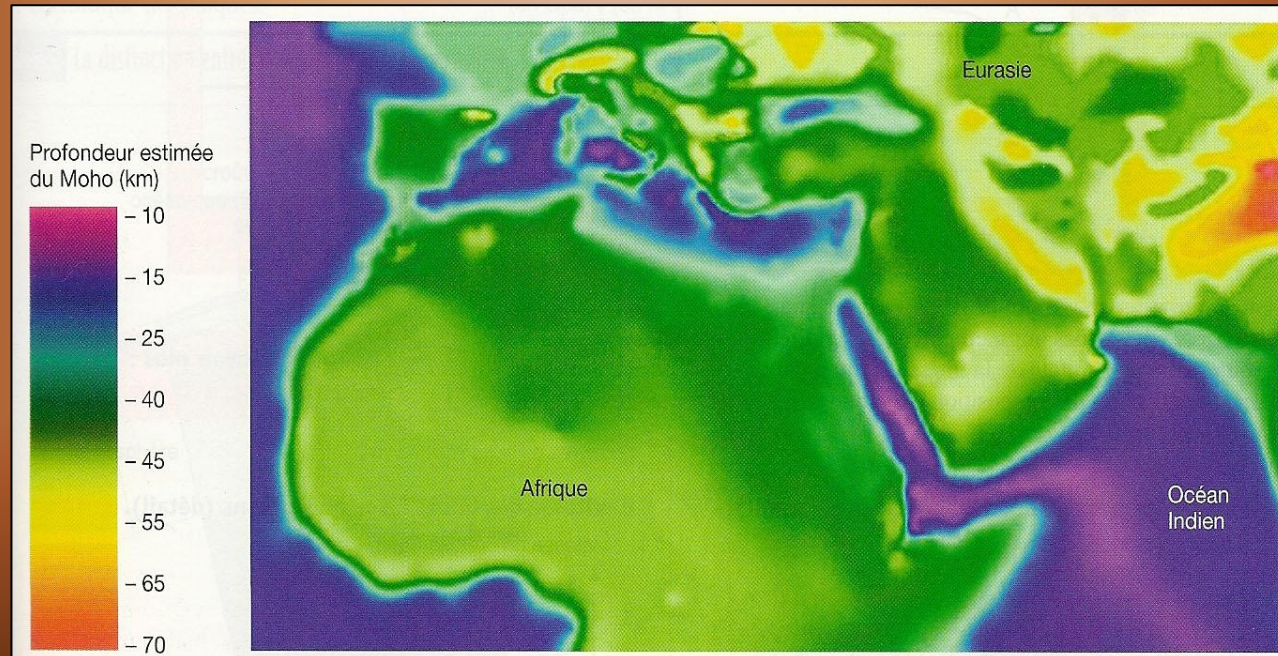
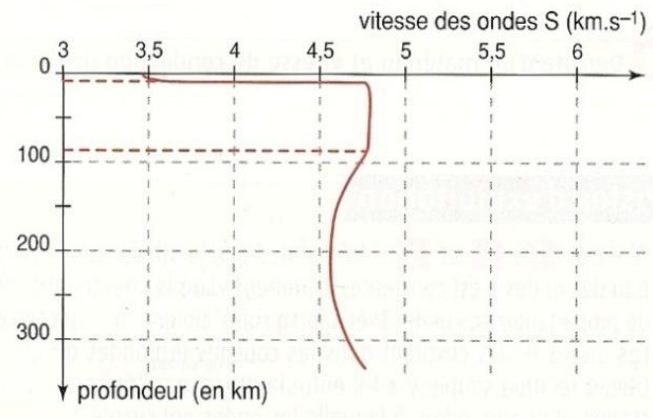
6 Vitesse de propagation des ondes sismiques P dans des milieux de composition chimique différente (mesures obtenues en laboratoire).

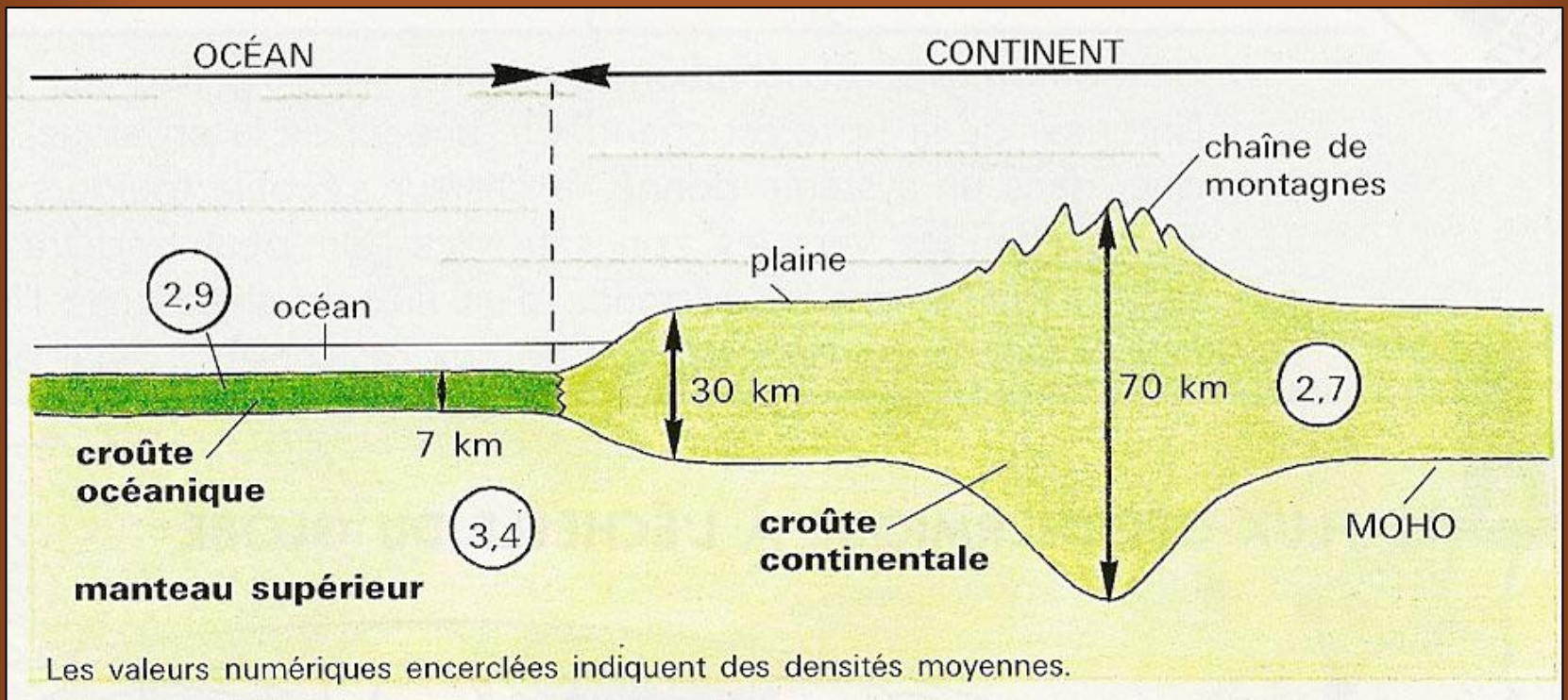
La discontinuité de Mohorovicic

■ Vitesse des ondes S sous les continents (détail).



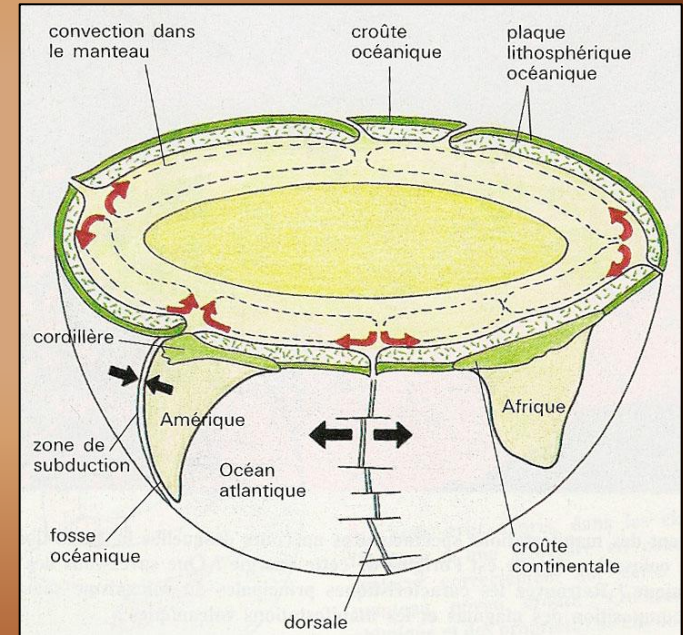
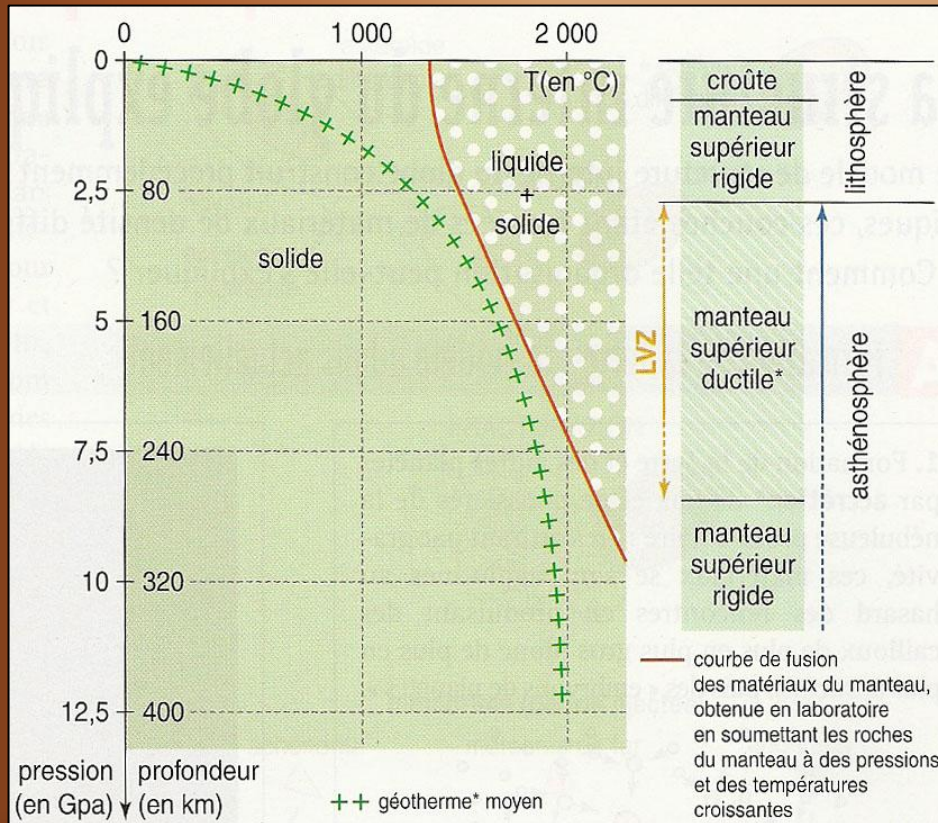
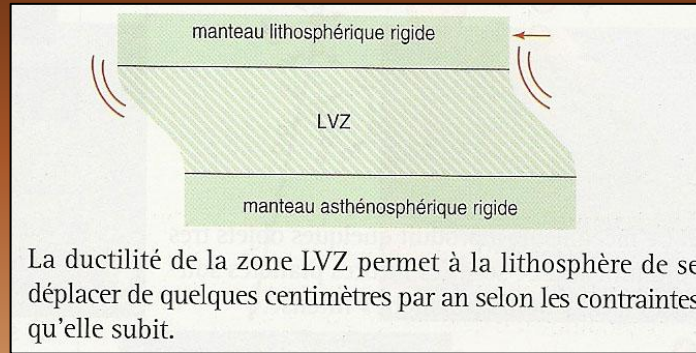
■ Vitesse des ondes S sous les océans (détail).



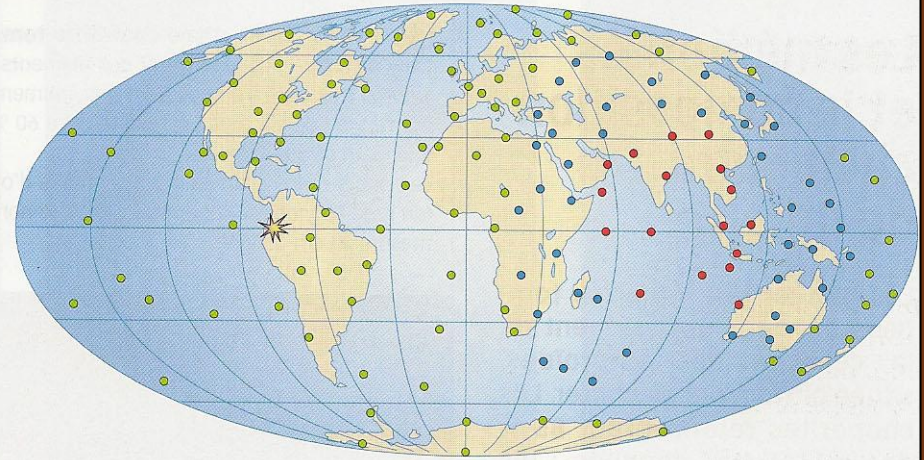


Le MOHO

Low Velocity Zone



- Les tremblements de terre émettent deux grands types d'ondes : des **ondes P** et des **ondes S**.
- Après un tremblement de terre (foyer situé dans la Cordillère des Andes), les ondes P et/ou S ont été enregistrées sur un réseau de sismographes indiqué sur le planisphère représenté ci-contre.

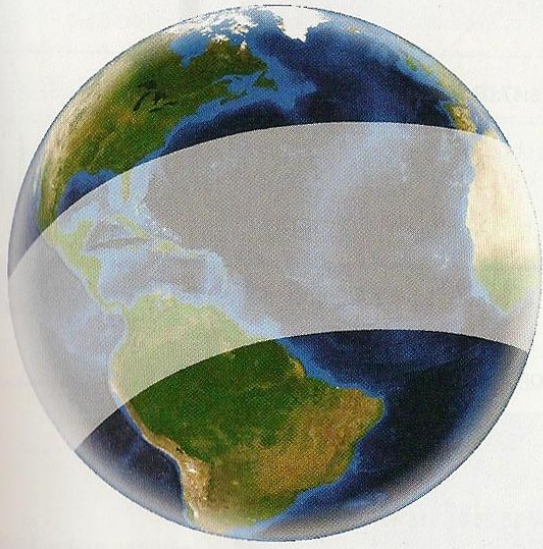


- Station sismique enregistrant les ondes P et S émises par le séisme des Andes
- Station sismique n'enregistrant que les ondes P émises par le séisme des Andes
- Station sismique n'ayant rien enregistré du séisme des Andes
- ★ Foyer d'un séisme important situé dans la cordillère des Andes

Localisation mondiale des stations sismiques et type d'ondes enregistrées selon la position de ces stations.

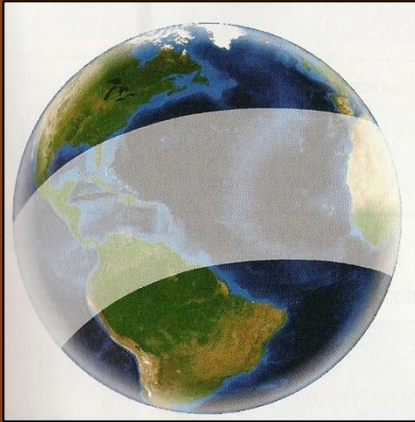
a. « Zone d'ombre » pour un séisme au Japon.

À la suite d'un séisme, quelle que soit la localisation de son foyer, les stations situées dans une bande ceinturant le globe (entre les distances angulaires 103 et 142°) reçoivent peu d'ondes de volume. De plus, celles-ci sont de faible amplitude et retardées. Cette bande est appelée « **zone d'ombre** ».

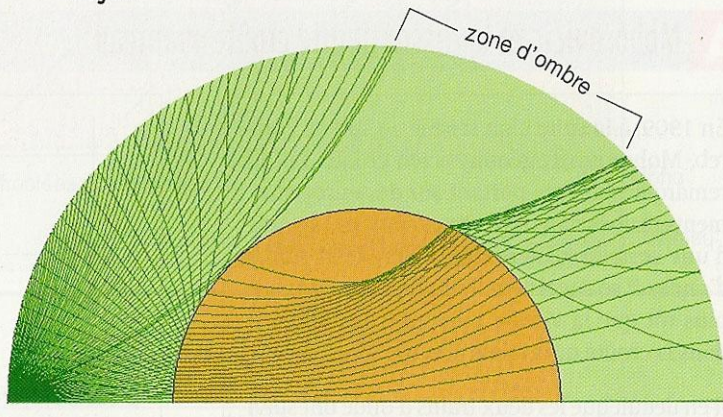


La zone d'ombre sismique

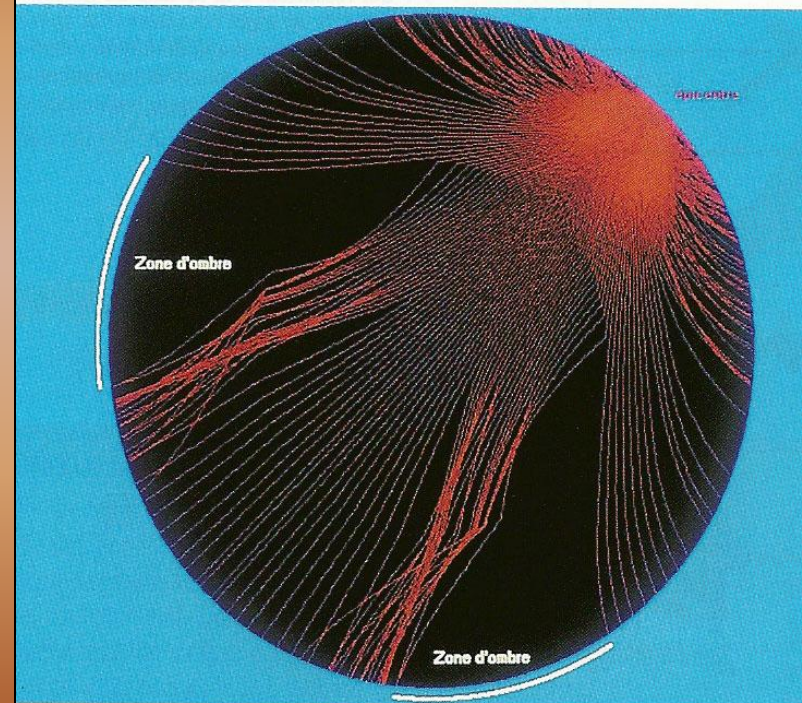
Interprétation de la zone d'ombre sismique



b. Modélisation de la trajectoire des ondes sismiques P obtenue à l'aide du logiciel Sismolog en plaçant une discontinuité majeure, c'est-à-dire une surface séparant deux milieux aux vitesses de propagation très différentes, vers 2 800-2 900 km de profondeur. Dans l'exemple choisi, la transition vert-orange correspond à une brusque diminution de la vitesse des ondes. Cette discontinuité représente **la limite manteau-noyau**.

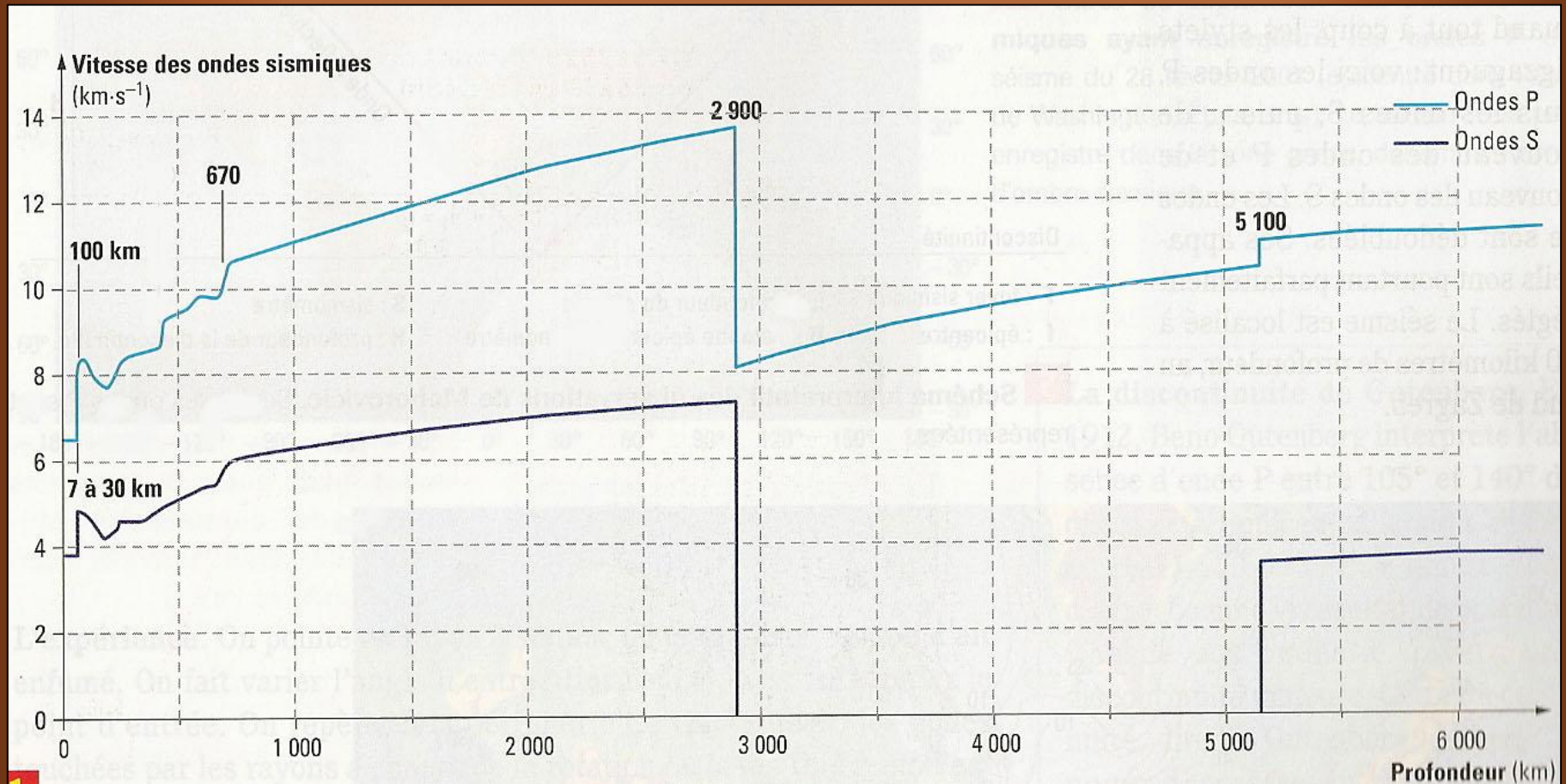


Ce document a été obtenu grâce à un logiciel de simulation (« Ondes P », de J-F. Madre). Il permet de visualiser les rais sismiques à l'intérieur du globe, leurs réfractions lors des changements de milieu et la zone d'ombre qui se forme à cause de la présence du noyau en profondeur.



Utilisation d'un logiciel de simulation.

Variations de la vitesse de propagation des ondes sismiques avec la profondeur



Modèle physique du globe

