

## THEME 1B - La tectonique des plaques : l'histoire d'un modèle

### TP2 - La dualité continents - océans

Nous avons vu que la théorie de Wegener a été fortement rejetée par la communauté scientifique en particulier à cause de deux faiblesses : l'absence de moteur pour la dérive et la méconnaissance des roches du fond des océans. Si la théorie de Wegener est plausible, le fond des océans doit être constitué de roches de nature différente et de densité plus importante. Dans les années 1950, le fond des océans et ses roches sont mis en évidence.

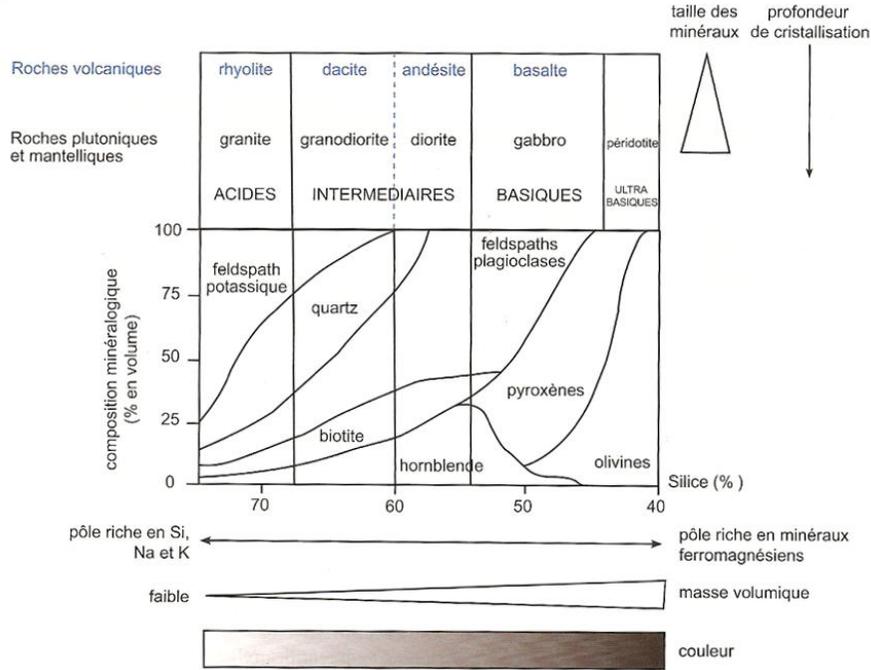
- **Quelles sont les caractéristiques des roches de la croûte continentale, de la croûte océanique et du manteau ?**
- **En quoi ces observations permettent-elles d'étayer la théorie de Wegener ?**

#### **Matériel :**

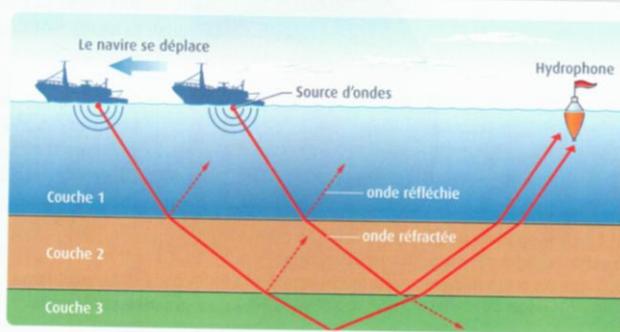
- Votre livre p96-97-98-99 et p344-345 ainsi que les documents 1 à 3
- Documents « Classification minéralogique des roches magmatiques et mantelliques » et « clé de détermination des minéraux ».
- Fiches « notion de pétrologie » ; « Le microscope polarisant »
- Roches et lames minces obtenues à partir de ces roches (Granite, Gabbro, Basalte et Péridotite)
- Matériel pour déterminer les densités : balance de précision, éprouvettes, pinces, béciers et fragments de roches

Activités et déroulement des activités	Capacités	Barème
<p><b><u>Activité 1- Les roches de la « Terre solide »</u></b></p> <p><b>1- Observez à l'œil nu</b> les 4 roches proposées et <b>repérez les différents minéraux</b> (S'aider du <b>livre p98-99</b> et du <b>document 1</b>).  <b>Appeler le professeur pour vérification</b></p> <p><b>2- Observez les lames minces des 4 roches proposées au microscope optique polarisant (LPA et LPNA)</b> (S'aider du <b>livre p98-99, de la clé de détermination</b> et du <b>document 1</b>).  <b>Appeler le professeur pour vérification</b></p> <p><b>3- Récapitulez vos observations dans le <u>tableau à double entrée</u></b> proposé par le professeur. S'aider du <b>livre p98-99</b> et des documents afin de déterminer l'appartenance à une enveloppe donnée (croûte continentale, océanique ou manteau).</p> <p><b><u>Activité 2- La densité des roches</u></b></p> <p><b>4. Déterminez la densité de chaque roche</b> en suivant le protocole proposé. <b>Reportez les valeurs dans votre tableau à double entrée.</b></p> <p><b>5. Rédigez un court texte montrant en quoi l'étude pétrologique réalisée et les <u>documents 2 et 3</u> permettent d'aller dans le sens de la théorie de Wegener.</b></p> <p><b>6- Rangez et nettoyez</b> le matériel utilisé.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Réaliser une observation à l'œil nu</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Réaliser une observation microscopique</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Recenser, extraire organiser des informations</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Réaliser et compléter un tableau</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Rédiger un texte scientifique</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Gérer et organiser le poste de travail</b></p>	

## Document 1 : Composition minéralogiques des roches magmatiques et mantelliques



Une source embarquée sur le navire émet des ondes sonores semblables aux ondes sismiques P. Lorsque ces ondes rencontrent une surface séparant deux milieux aux propriétés physico-chimiques différentes (discontinuité), certaines sont réfléchies, tandis que d'autres sont réfractées, c'est-à-dire que leur trajectoire est déviée au passage de la discontinuité. Les ondes qui regagnent la surface sont captées par des hydrophones. L'analyse du temps de parcours des ondes entre la source à différentes positions et l'hydrophone permet de localiser les discontinuités et de déterminer la vitesse des ondes dans chaque couche.



Couche	Profondeur à partir du niveau marin	Vitesse moyenne de propagation des ondes P
1	De 0 à 5 km	1,5 km.s <sup>-1</sup>
2	De 5 à 6 km	2,8 km.s <sup>-1</sup>
3	De 6 à 12 km	6,2 km.s <sup>-1</sup>

Un exemple très simplifié de résultats de sismique réfraction en milieu océanique.

### 2 La sismique réfraction appliquée à l'étude de la croûte océanique.

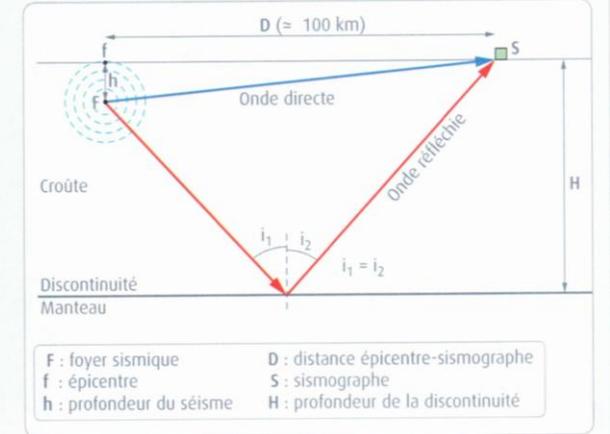
## Document 2 : Principe de la sismique réfraction

## Document 3 : Profondeur du MOHO sous les continents et sous les océans

### Comprendre la mise en évidence du manteau

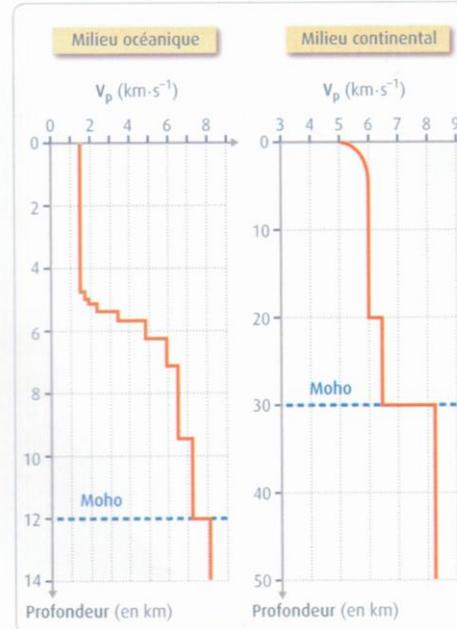


Le 8 octobre 1909, un séisme localisé à 40 kilomètres de profondeur se produit au sud de Zagreb (dans l'actuelle Croatie). Andrija Mohorovicic, géophysicien croate, observe les sismogrammes fournis par ses instruments. Les styles zigzaguent: voici les ondes P, puis les ondes S, puis... de nouveau des ondes P et de nouveau des ondes S. Les ondes se sont dédoublées. Ses appareils sont pourtant parfaitement réglés. Les deux trains d'ondes P successifs observés sont en fait partis du même lieu, en même temps, et ils circulent à la même vitesse. Leur décalage ne s'explique que par un trajet différent: les ondes se sont réfléchies sur une surface de discontinuité. Cette discontinuité (dite de Mohorovicic ou « Moho ») sépare la croûte terrestre du manteau sous-jacent.

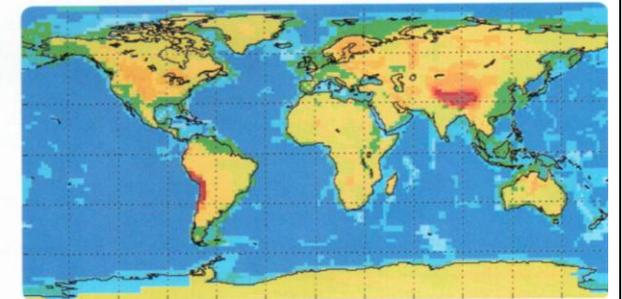


L'interprétation des observations sismiques d'A. Mohorovicic.

### 1 Les observations sismiques d'Andrija Mohorovicic en 1909.



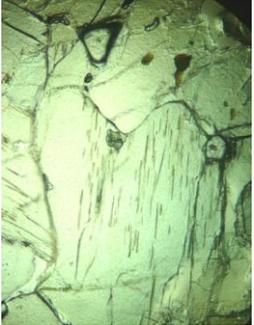
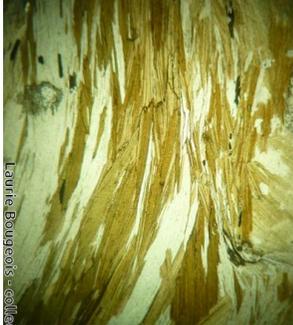
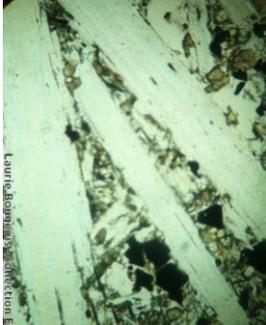
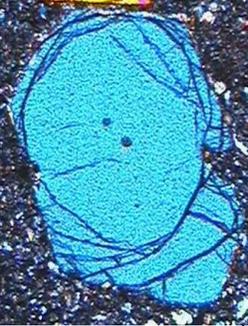
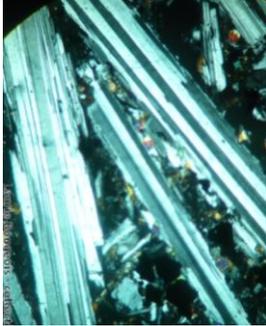
### 2 Vitesse de propagation des ondes P en fonction de la profondeur. Ces données ont été acquises par sismique réfraction (voir doc. 2, p. 80) à partir des années 1950.



### 3 Planisphère des variations de profondeur du Moho.

Le Moho est la limite inférieure de la croûte terrestre. L'ensemble formé par la croûte et le manteau jusqu'à environ 100 km de profondeur est la lithosphère. On distingue lithosphère continentale et lithosphère océanique.

## CLE DE DETERMINATION SIMPLIFIEE DES MINERAUX SUR ROCHE ET SUR LAME

Minéral		PYROXENES	AMPHIBOLES	OLIVINES	MICAS	QUARTZ	FELDSPATHS	
Exemple			<i>Hornblende</i>		<i>Biotite</i>		<i>Orthose</i>	<i>Plagioclases</i>
<b>Œil nu</b>		Brun noir brillant	Couleur sombre, souvent allongé en baguette	Vert clair à presque noir. Raye le verre	Lamelles ou paillettes bruns foncé ou noir brillant. Vous pouvez arracher les paillettes.	Aspect de gros sel. Incolore à gris limpide. Raye le verre	Blancs, mats Blancs ou rose, souvent brillants Raye l'acier	
<b>AU MICROSCOPE avec le grossissement minimum</b>	En lumière polarisée non analysée (LPNA)	<b>Sections rectangulaires</b> à angles tronqués. Couleur beige rosé ou vert pâle. <b>Deux séries de stries parallèles (se coupent à 90°)</b>	<b>Minéral brun-verdâtre</b> , dont la couleur varie en fonction de l'orientation. Deux séries de fissures parallèles (clivages). <b>Sections losangiques</b> à pointes tronquées.	<b>Minéral incolore</b> , limpide présentant de <b>nombreuses craquelures</b> et fort relief, relativement arrondi.	<b>Minéral brun foncé à beige</b> dont la couleur varie avec l'orientation. Sections rectangulaires avec fines fissures parallèles dans le sens de la longueur (clivages)	<b>Minéral incolore</b> très limpide. Sections globuleuses ou grossièrement hexagonales à crêtes émoussées.	<b>Minéral incolore</b> avec nombreuses impuretés lui donnant un aspect sale. Sections grossièrement rectangulaires à extrémités arrondies.	<b>Minéral incolore.</b> Sections en baguettes plus ou moins allongées. Présence de fissures parallèles perpendiculaires à l'allongement (clivages).
	En lumière polarisée et analysée (LPA)	<b>Teintes de polarisation pâles</b> : jaune, orange, rouge ou magenta. Présence éventuelle de plusieurs teintes séparées par une ligne (macle). <b>Clivages à 90°</b>	<b>Teintes de polarisation vives</b> : rouge, magenta, bleu, vert, très atténuées par la couleur naturelle du minéral. <b>Clivages à 120°</b>	<b>Teintes de polarisation très vives</b> (rose à bleu) et craquelures nettement visibles	<b>Teintes de polarisation vives</b> : rouge, magenta, bleu, vert, jaune, très atténuées par la couleur naturelle (donne un effet irisé avec des roses, verts, violets et oranges).	<b>Teinte de polarisation : gris clair à blanc.</b>	<b>Teintes de polarisation : gris</b> plus ou moins foncé présentant des marbrures. Présence éventuelle de deux moitiés de cristal (en bas) : <b>Macle de Carlsbad</b>	<b>Teintes de polarisation : gris</b> plus ou moins clairs répartis en bandes dans le sens de l'allongement ( <b>macle polysynthétique</b> ).
	En lumière polarisée non analysée (LPNA)							
En lumière polarisée et analysée (LPA)								

Titre :

Caractéristiques ROCHES	COMPOSITION CHIMIQUE	TEXTURE et TYPE DE ROCHE	MINERAUX CARACTERISTIQUES	DENSITE	ENVELOPPE
GRANITE	SiO <sub>2</sub> , Al, Na, K (alcalins)				
BASALTE	SiO <sub>2</sub> , Al, Ca, Fe, Mg	Pâte :  Phénocristaux :			
GABBRO	SiO <sub>2</sub> , Al, Ca, Fe				
PERIDOTITE	SiO <sub>2</sub> , Fe, Mg (Ferromagnésiens)				

## Notions de pétrologie

- **Une roche** est un assemblage de minéraux.

- **Un minéral** est une espèce chimique dont les constituants (atomes ou ions) sont le plus souvent organisés en réseau cristallin.

- **Un cristal** est un ensemble d'atomes correspondant à une unité élémentaire se répétant dans l'espace pour former un réseau cristallin.

### Les grands types de roches et leurs critères d'identification

Type de roche	Définitions	Critères	Exemples
<b>Magmatique volcanique</b>	Roche provenant d'un magma s'étant solidifié au moins en partie à la surface de la lithosphère. La structure est microlithique.	Cristaux orientés ou non et insérés dans pâte.  La texture est <b>hémicristalline</b>	Le basalte (croûte océanique)
<b>Magmatique Plutonique</b>	Roche provenant d'un magma solidifié en profondeur. La structure est grenue.	Seulement des cristaux (pas de pâte) et pas d'orientation particulière  La texture est <b>holocristalline</b>	Le granite (croûte continentale)
<b>Sédimentaire</b>	Roche formée par l'altération d'autres roches, leur transport puis leur dépôt.	> Les éléments de la roche sont non jointifs > Présence de fossiles non déformés. > Les éléments associés pas un ciment.	Calcaire, argile, grès... (croûte océanique et continentale)
<b>Métamorphique</b>	Roche transformée à l'état solide dans des conditions de pression et de température particulière.	Les cristaux sont organisés selon des directions ou plan privilégiés	Gneiss
<b>Mantelliques</b>	Ce sont des roches présentes dans le manteau. A la faveur de la remontée du manteau, elles peuvent être retrouvées à la surface	On observe principalement <b>des cristaux</b> (pas de pâte) et ces roches sont souvent présentes sous forme <b>d'inclusions</b> (dans du basalte par exemple).  La texture est <b>holocristalline</b>	Péridotites (manteau)

## Décrire une roche et ses minéraux

### 1. L'assemblage des minéraux :

Une roche peut être :

- **hémicristalline** : cristaux plus verre.

Si les cristaux sont visibles à l'œil nu, on parle de **phénocristaux**.

- **holocristalline grenue** : seulement des cristaux.

### 2. Reconnaître les minéraux

Attention, la couleur n'est pas toujours un bon critère !

#### Les critères d'identification des minéraux sur échantillon et sur lame

##### > Sur roche :

- La forme est souvent caractéristique mais difficilement observable sur roche.

- La couleur varie selon l'incidence de la lumière, il faut donc incliner l'échantillon dans différentes directions.

- L'éclat : vitreux (verre), gras (quartz), mat (orthose), métallique (micas)...

- Les macles sont une association de plusieurs cristaux de même nature.

D'autres sens peuvent être utilisés comme le toucher ou le goût...

- La dureté est la capacité de résistance d'un minéral à sa destruction mécanique. Ex : le quartz raye le verre.  
L'application d'acide chlorhydrique produisant une effervescence témoigne de la présence de calcaire.

##### > Sur lame

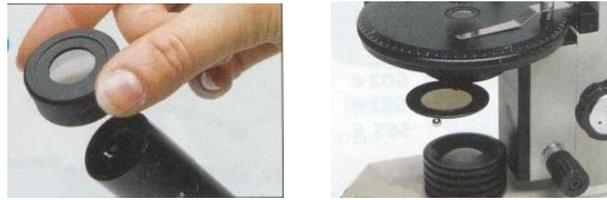
Avec le microscope polarisant, on peut utiliser la LPNA et la LPA.

- En LPNA : On observe la couleur : certains minéraux comme la biotite sont plus facilement observables en LPNA. Les clivages correspondent à l'aptitude d'un minéral à se fendiller, ils sont parfois caractéristiques. Ex : 90° pour le pyroxène

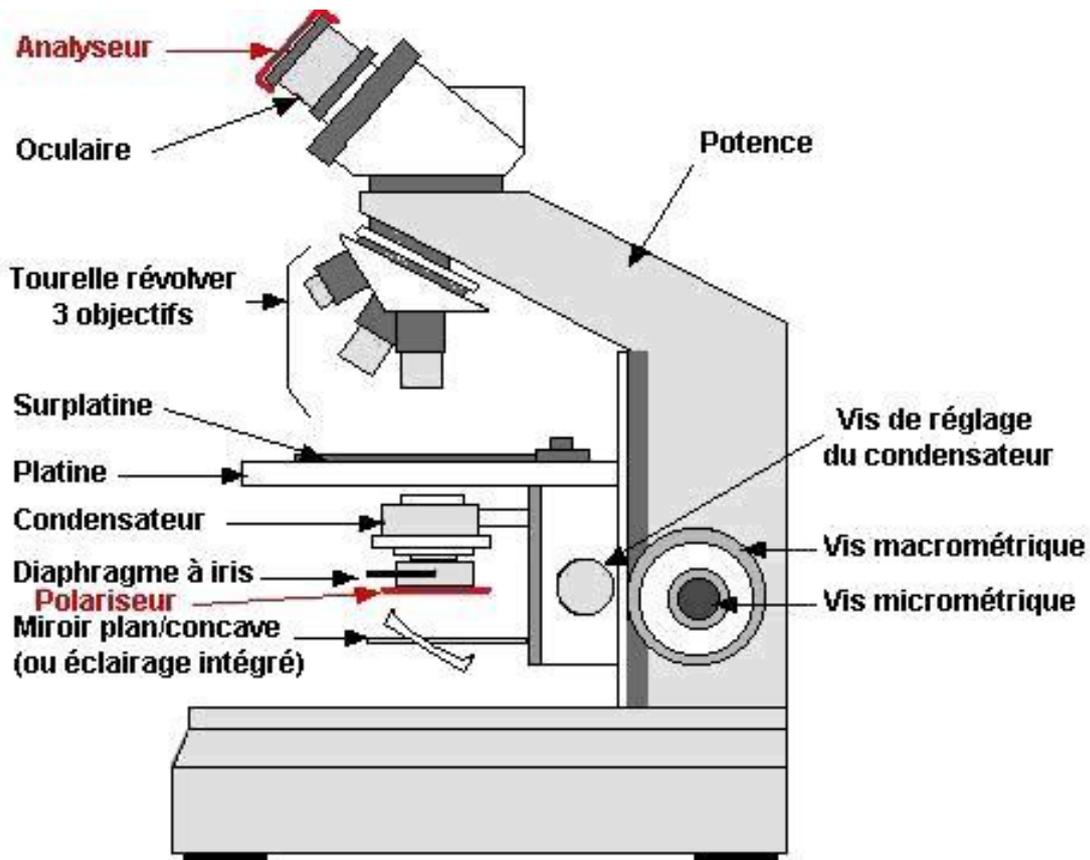
- En LPA : On observe la teinte de polarisation, la couleur et l'extinction ainsi que les macles.

## Le microscope polarisant

Le microscope polarisant est doté de deux polaroïds, l'analyseur et le polariseur



L'analyseur sur l'oculaire et le polariseur sous la platine.



Le microscope polarisant est un outil d'observation de lames minces de roches utilisé pour déterminer leur nature et leur mode de formation, en complément d'une observation à d'autres échelles. Il permet l'identification des minéraux et la détermination de la texture des roches.

C'est un microscope optique qui utilise la lumière polarisée. Il comporte deux filtres polarisants dont les deux directions de polarisation sont croisées, à angle droit.

L'étude des minéraux commence sans analyseur, en lumière polarisée non analysée (LPNA) et se poursuit en lumière polarisée analysée (LPA), donc avec les deux filtres croisés.

### **1. Observer sans analyseur, en lumière polarisée non analysée (LPNA)**

Cet examen permet dans un premier temps d'observer la forme et les clivages des sections, le relief, une éventuelle altération et de distinguer les minéraux par leur couleur (minéraux incolores, colorés ou opaques) et leur variation de couleur lors de la rotation de la lame

**Rappel : Les différentes consignes applicables lors d'une mise au point « classique » au MO sont à respecter.**

### **2 Observer en lumière polarisée (LPA)**

Cet examen permet de repérer les caractéristiques des différentes espèces minérales (propriétés optiques, structures internes...) et donc de les identifier. La LPA permet d'observer la teinte de polarisation, les macles éventuelles, et d'estimer l'angle d'extinction d'une section.