

**Partie du programme : La tectonique des plaques : l'histoire d'un modèle**  
**Niveau : Première S**

**Titre de la séance : Les croûtes terrestres**

➤ **EXTRAIT DU PROGRAMME**

Les études sismiques et pétrographiques permettent de caractériser et de limiter deux grands types de croûtes terrestres : une croûte océanique essentiellement formée de basalte et de gabbro et une croûte continentale constituée entre autres de granite. La croûte repose sur le manteau, constitué de péridotite.

➤ **CONNAISSANCES CONSTRUITES**

Les études sismiques ont permis d'établir que la croûte repose sur le manteau. L'ensemble formé par la croûte et la partie supérieure du manteau est nommé lithosphère. Les explorations accompagnées d'études pétrographiques ont permis de montrer que la croûte océanique est constituée principalement de basaltes et de gabbros, que la croûte continentale est composée d'une grande diversité de roches dont le granite, et que le manteau est constitué de péridotites. Il existe donc, comme l'avait supposé Wegener deux structures géologiques distinctes : la lithosphère océanique et la lithosphère continentale.

➤ **CAPACITÉS MISES EN ŒUVRE**

- Utiliser une chaîne d'ExAO
- Concevoir un protocole
- Appliquer une démarche explicative
- Observer le réel
- Utiliser le microscope polarisant
- Saisir une image numérique
- Utiliser un logiciel de traitement des images numériques
- Traduire des informations par un schéma
- Utiliser des techniques de mesure
- Présenter des informations par un document numérique

➤ **CONDITIONS MATÉRIELLES**

Les élèves travaillent en binôme. Au cours de la première activité, ils utilisent le dispositif d'ExAO pour modéliser la propagation des ondes sismiques. Dans une seconde activité, ils déterminent les caractéristiques d'une des roches par une observation microscopique avec capture d'image et traitement pour en réaliser un schéma interprétatif, accompagnée par une mesure de la densité. Une fiche numérique permettra aux binômes de présenter les informations recueillies au reste de la classe.

➤ **COIN LABORATOIRE**

**Matériels**

- Ordinateurs + imprimante
- ExAO
- Sismodidac. Réf. : 15479.20
- Marteau réflexe
- Logiciel de traitement de texte ou diaporama
- Logiciel de dessin pour traiter les images, ex : logiciel Mesurim
- Microscope polarisant Réf. : 06181.20
- Matériel d'observation
- un appareil d'acquisition d'images microscopiques numériques
- Coffret 4 roches magmatiques Réf. : 16112.20.156

- Lames minces :
  - Basalte Réf. : 14278.20 / 14784.20,
  - Gabbro Réf. : 14294.20 / 14270.20,
  - Granite Réf. : 14276.20,
  - Péridotite Réf. : 14295.20 / 14257.20.
- Balance, éprouvette graduée, bécher
- Sismo 3D Réf. : 12104.20

#### **Documents didactiques**

- Fiche utilisation de Sismodidac
- Fiche détermination des minéraux des ECE
- Fiche d'utilisation de Mesurim
- Protocole de mesure de la densité d'une roche des ECE

## ➤ DESCRIPTIFS

Le professeur pourra présenter le site du Réseau National de Surveillance Sismique (<http://renass.u-strasbg.fr/>) pour visualiser les sismogrammes des derniers séismes localisés et expliquer le fonctionnement du sismographe avec *Sismo 3D*. Il précisera alors les caractéristiques des différents types d'ondes enregistrées.

Dans une première activité, on modélise la propagation d'ondes sismiques dans différents matériaux afin de réaliser l'exploitation de données de terrain et de caractériser deux grands types de croûtes.

### Activité 1 : Apport des études sismiques à la caractérisation de deux grands types de croûtes

**Objectif :** montrer en quoi les études sismiques permettent de caractériser et de limiter deux grands types de croûtes terrestres.

**Support :** on utilisera une chaîne d'ExAO équipée d'un capteur d'ondes de choc (ex : *Sismodidac*), d'un marteau servant à créer le choc et à déclencher la mesure, et de différents matériaux : barre métallique, latte en bois (et barre de granite si possible) de même longueur. Un premier document apporte les mesures de propagation des ondes P dans différentes roches et un second document fournit les données relevées dans le domaine continental et le domaine océanique (téléchargé dans la banque de schéma du site SVT de l'académie de Dijon [http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/article.php?id\\_article=120](http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/article.php?id_article=120)).

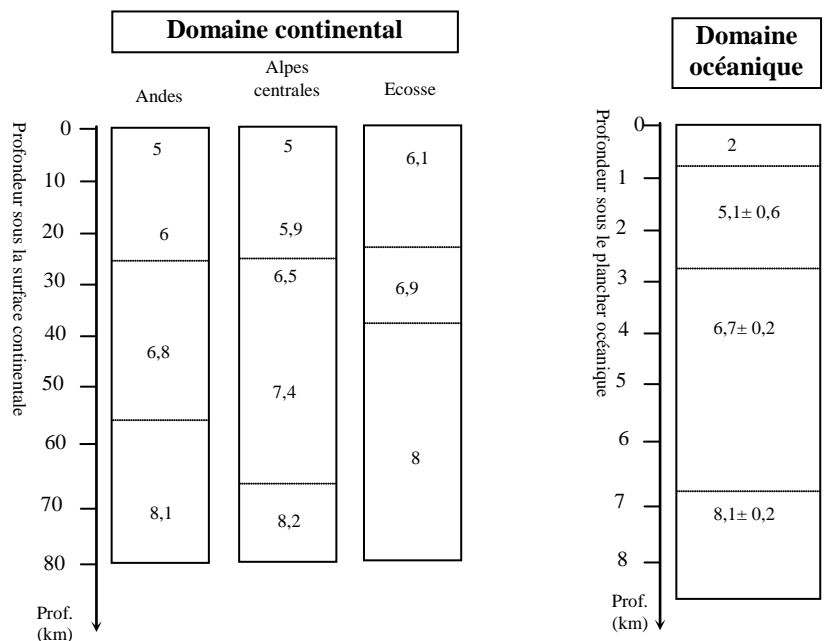
1. A l'aide du dispositif expérimental, proposer un protocole permettant de comparer la vitesse de propagation d'une onde sismique dans différents matériaux, en précisant les limites de ce modèle analogique.
2. Réaliser l'expérimentation et imprimer les résultats.
3. Comparer les vitesses obtenues et conclure.
4. A partir de la mise en relation des documents ci-dessous, déterminer la nature possible des roches du domaine continental et du domaine océanique.

#### Vitesse des ondes P à l'aplomb des 2 domaines lithosphériques

Le document donne les résultats obtenus par sismique réflexion en différents domaines géomorphologiques du globe. Les vitesses indiquées sont celles des ondes P en  $\text{km.s}^{-1}$ .

#### Mesure en laboratoire de la propagation des ondes P dans différentes roches

Catégories	Vitesse ondes P (en $\text{km.s}^{-1}$ )
Sédiments non consolidés	$1.5 < v < 2.5$
Sédiments consolidés	$3.5 < v < 5.5$
Granites	$5.6 < v < 6.3$
Basaltes	$4.0 < v < 5.8$
Gabbros	$6.5 < v < 7.1$
Roches métamorphiques	$6.5 < v < 7.6$
Péridotites	$7.9 < v < 8.4$



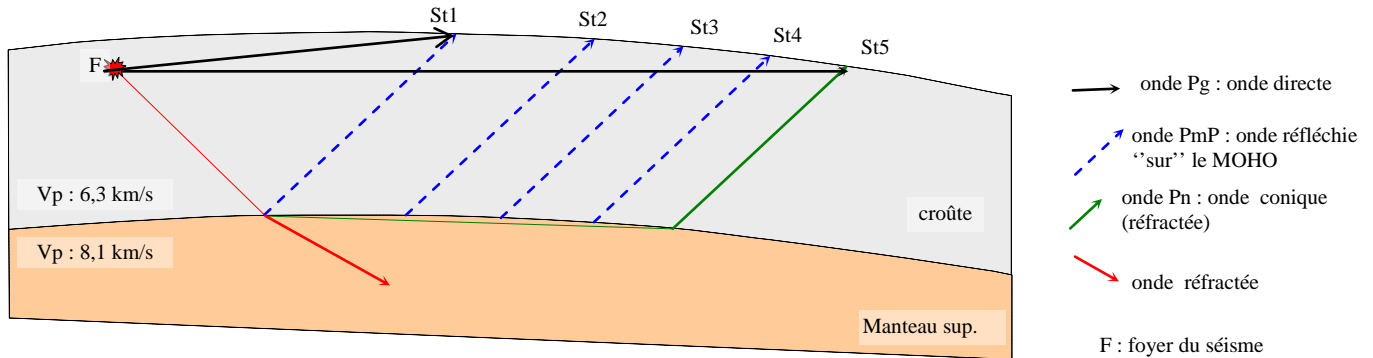
## Activité complémentaire : Mise en évidence de la discontinuité croûte-manteau

1. A l'aide des documents ci-dessous, expliquer comment Mohorovicic a mis en évidence, à partir de ses deux observations, la séparation entre la croûte terrestre et le manteau : le MOHO.

### Document 1 : Les observations sismiques de Mohorovicic

En 1909, suite à un séisme en Croatie, Mohorovicic étudie les sismogrammes obtenus par des stations d'enregistrement différentes et remarque sur ceux-ci une succession de trains d'ondes P, comme si elles s'étaient dédoublées (ex : St1).

A partir d'une certaine distance de la station par rapport au foyer, il constate que sur les trains d'ondes P enregistrés, un arrive plus tôt que la vitesse moyenne des ondes P dans ce milieu ne le laissait prévoir (ex : St5).

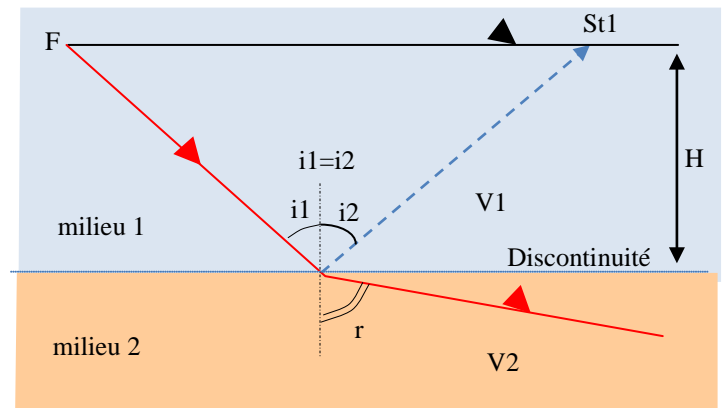


### Document 2 : Lois de Descartes

Cas d'un séisme superficiel : la profondeur du foyer F est considérée comme négligeable.

L'enregistrement est réalisé par une station St1 proche du foyer ( $< 100\text{km}$ ).

**Discontinuité** : interface entre deux milieux de propriétés chimiques ou physiques différentes.



2. A l'aide des documents et en connaissant le temps de trajet des ondes directes et réfléchies, proposer une méthode de détermination de la profondeur du MOHO utilisant le théorème de Pythagore.
3. Sachant que la lithosphère regroupe la croûte et le manteau supérieur, réaliser une coupe synthétique de la lithosphère continentale et de la lithosphère océanique.

## **Activité 2 : Etude des caractéristiques des roches des croûtes et du manteau**

**Objectif :** Déterminer les caractéristiques des roches constitutives de la croûte océanique (basalte et gabbro), de la croûte continentale (granite) et du manteau (péridotite).

**Support :** on utilisera les échantillons, les lames minces et un appareil de capture d'images microscopiques pour réaliser un schéma interprétatif avec un logiciel de traitement d'image. La balance et l'éprouvette graduée permettront de déterminer la masse volumique de l'échantillon. Enfin une fiche numérique d'une des roches sera construite grâce à un logiciel de traitement de texte ou diaporama.

1. Observer un échantillon à l'œil nu puis au microscope polarisant la lame mince correspondante pour identifier sa structure et déterminer sa composition minéralogique.
2. Centrer sur une zone caractéristique de la lame mince.
3. Saisir une image numérique de la zone présentant la structure et la minéralogie de la roche et la sauvegarder
4. En utilisant les fonctionnalités du logiciel de traitement d'image, réaliser un schéma à partir de l'image numérique, le titrer et le légender.
5. Déterminer la densité de chaque échantillon en utilisant le protocole fourni.
6. Présenter à l'aide du logiciel choisi (traitement de texte ou diaporama) la roche étudiée.

### **Critères d'évaluation**

Utiliser le microscope polarisant :

- réalisation des réglages (éclairage, diaphragme, condenseur ...).
- utilisation des objectifs (choix adapté de l'objectif, mise au point).
- utilisation du dispositif de polarisation (analyseur, platine tournante).
- recherche puis centrage de la région la plus favorable de l'objet.
- identifications correctes des minéraux.

Saisir une image numérique :

- Saisie et sauvegarde d'une zone pertinente de la lame sous forme d'un fichier image correctement nommé.

Traiter des images numériques :

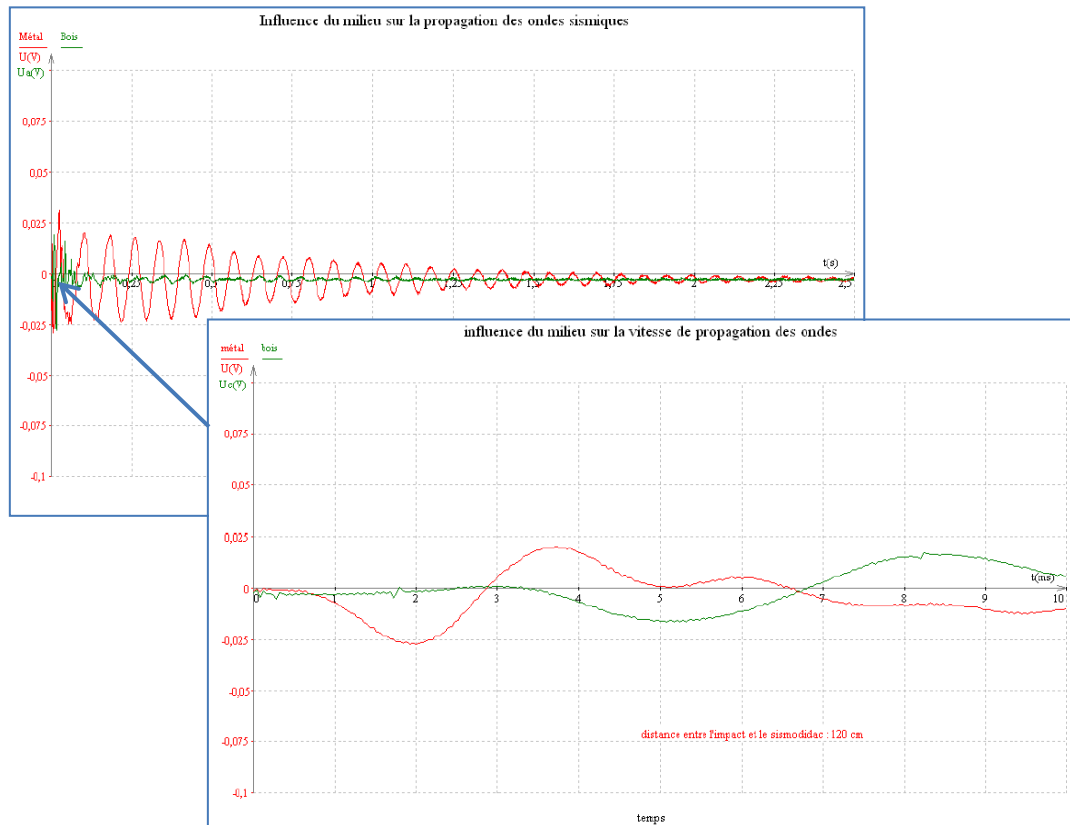
- exactitude scientifique de la légende (nom des minéraux) et rédaction d'un titre adapté.

## TP – Les croûtes terrestres

### Activité 1 : Apport des études sismiques à la caractérisation de deux grands types de croûtes

- On mesure la vitesse de propagation des ondes dans différents matériaux en plaçant le capteur d'ondes de choc à une distance fixe de la zone de choc où sera appliqué le coup de marteau et en reproduisant l'expérience avec les différents matériaux à disposition. La mesure du temps d'arrivée des ondes permet de déduire la vitesse de propagation des ondes. La nature du milieu de propagation (isotrope ou non), les conditions de température et de pression ... ne sont pas modélisables ici.

2.



- La vitesse des ondes augmente en fonction de la densité du matériau.
- Voir schéma réponse à la question 3. activité complémentaire.

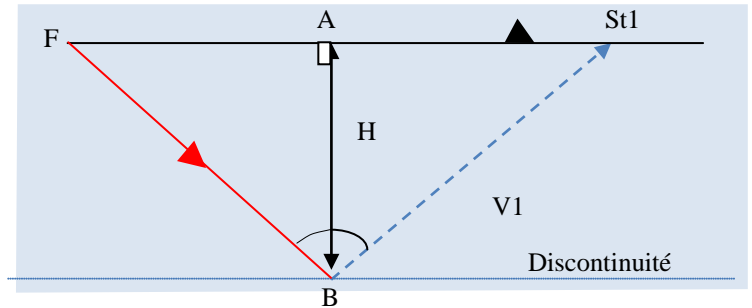
**Activité complémentaire : Mise en évidence de la discontinuité croûte-manteau**

1. Mohorovicic a observé une succession d'ondes P sur un sismogramme (doc1), il en a déduit d'après les lois de Descartes (doc2), qu'il s'agissait d'ondes directes et d'ondes réfléchies sur une discontinuité en profondeur (voir St1) : la séparation entre la croûte terrestre et le manteau.

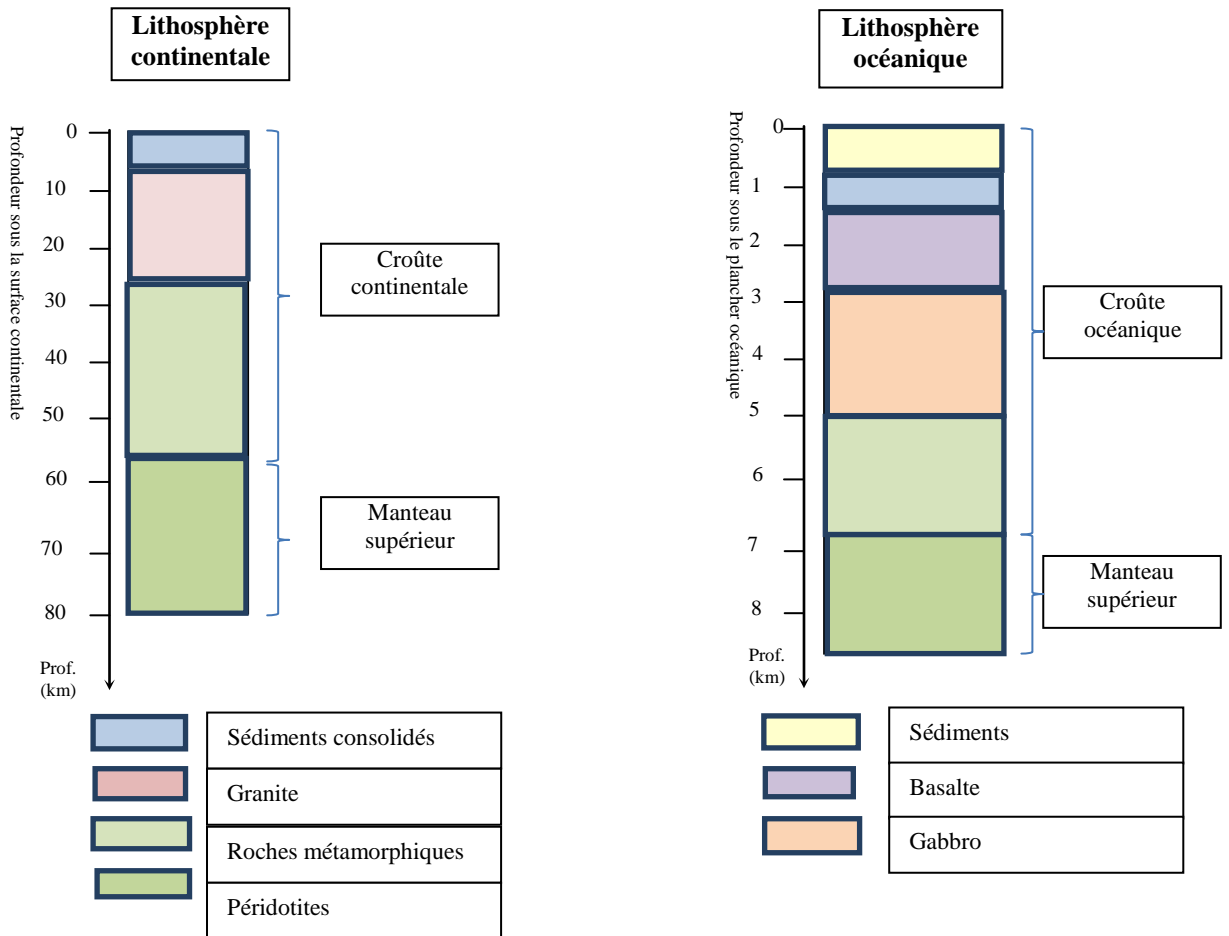
A partir d'une certaine distance, il a observé qu'un train d'ondes arrivait plus tôt que prévu (doc1), il en a déduit d'après les lois de Descartes (doc2), qu'il s'agissait d'ondes réfractées qui se sont propagées plus rapidement dans le second milieu avant de se réfracter à nouveau sur la discontinuité (du fait de la sphéricité de la Terre, voir St5) : la séparation entre la croûte terrestre moins dense et le manteau plus dense.

2. En connaissant le temps de trajet des ondes P directes et réfléchies et la vitesse de propagation, on peut déterminer les distances de l'hypoténuse et d'un des côtés du triangle rectangle. D'après le théorème de Pythagore on déduit le troisième côté : la profondeur H.

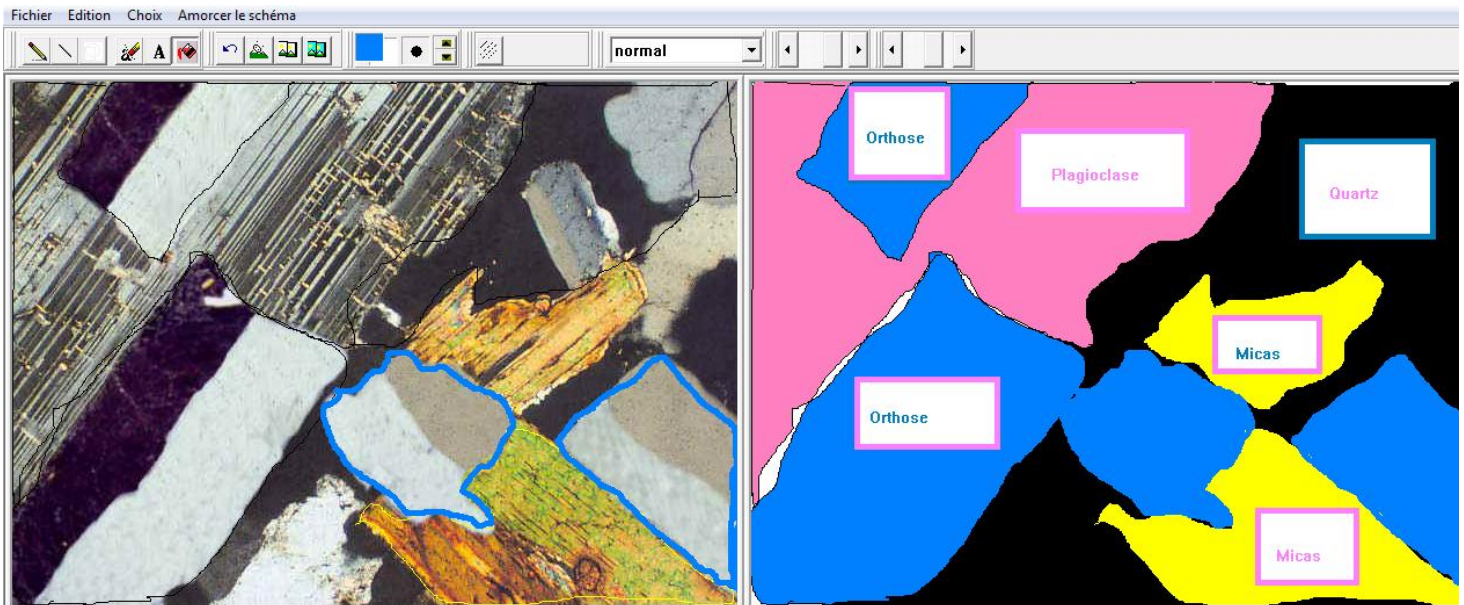
$$H = \sqrt{FB^2 - FA^2}$$



3. **Schémas des coupes synthétiques de la lithosphère continentale et de la lithosphère océanique.**



## Activité 2 : Etude des caractéristiques des roches des croûtes et du manteau



Lame mince de granite en lumière polarisée analysée et schéma d'interprétation

### Etude des caractéristiques du granite

CARACTERISTIQUES	GRANITE
COULEUR	Rose
STRUCTURE	Les minéraux sont jointifs : grenue
COMPOSITION MINERALOGIQUE	Quartz, Feldspath plagioclase, Orthose, Micas
DENSITE	2,7