

# L'option sciences du Lycée Gérard Philippe de Bagnols/Cèze

Luc Andral<sup>(\*)</sup>, Abdallah Sabir<sup>(\*\*)</sup>  
& Fabienne Soulier<sup>(\*\*\*)</sup>

## I. INTRODUCTION

L'Académie de Montpellier a mis en place, à la rentrée 2004, l'expérimentation d'une « option sciences » en seconde générale.

Le cahier des charges défini par l'Académie laisse à chaque projet une grande liberté d'organisation.

L'expérimentation a démarré à la rentrée 2004 dans 9 Lycées de l'Académie, dont le nôtre.

Il y a cette année 35 Lycées qui expérimentent cette option.

L'ensemble de nos activités 2004-2005 et 2005-2006 est en ligne sur le site de l'IREM de Montpellier :

<http://www.irem.univ-montp2.fr/optionsciences/opsc1.html>

Nous allons dans la deuxième partie essayer d'analyser en détail une de ces activités.

Notre projet ne repose pas sur un thème (l'eau, la vigne, ...) comme beaucoup d'options ouvertes dans l'Académie, mais sur la recherche d'un dialogue constructif, efficace, et convaincant pour les élèves entre les trois disciplines scientifiques (ce que nous avons tant de difficulté à faire fonctionner en T.P.E).

Nous avons aussi choisi un certain nombre d'objectifs transversaux souvent occultés dans notre enseignement :

- Faire prendre conscience aux élèves de leur représentation « a priori » du « morceau de la réalité » en question afin qu'ils soient capables de la modifier si elle est erronée.
- Répondre à un certain nombre de questions actuellement trop peu posées dans nos classes scientifiques :
  - comment savons-nous qu'une chose est vraie ?  
(réponses à trois niveaux différents selon la discipline).
  - quel est l'historique des diverses notions rencontrées ?
  - comment se construit le savoir scientifique ?
  - ...

(\*) Mathématiques, Lycée Gérard Philippe, Bagnols sur Cèze.

(\*\*) Sciences physiques, Lycée Gérard Philippe, Bagnols sur Cèze.

(\*\*\*) Sciences de la vie et de la terre, Lycée Gérard Philippe, Bagnols sur Cèze.

- Établir un dialogue entre les disciplines pour reconnaître les objets de connaissance sur lesquels on travaille.
- Introduire les règles du débat scientifique (cf. M. LEGRAND « *débat scientifique en cours de mathématiques* », in repères IREM n° 10) qui permettent de produire à la fin de chaque cycle de travail une conclusion assumée par l'ensemble de la « *communauté scientifique* » que représente la classe et ses trois enseignants.
- Permettre aux élèves une réelle appropriation des concepts introduits en cours.

Pour réaliser ces objectifs nous nous sommes mis d'accord sur une méthode de travail.

- **point de départ** : une proposition de TP, d'activité, de module, ... dont le scénario est rédigé par l'un des trois professeurs (à chaque cycle de travail le scénario de départ est dans la problématique d'une des trois matières, une différente à chaque fois).
- **développement** : les deux autres professeurs préparent un prolongement, une contradiction, une application, une généralisation, ... (tout ou presque est possible) ... sur le concept choisi par le premier mais avec la méthodologie propre à leur matière (première instauration du dialogue entre les disciplines).
- **réalisation** : avant le début de l'activité » (à l'issue de sa présentation) et à chaque étape, les élèves travaillant par groupe (de 3 ou 4) ont à produire un « *commentaire* » que l'ensemble du groupe assume et présente aux autres. Après les trois périodes de travail avec les méthodologies des disciplines, la quatrième étape est consacrée à la production d'un mémoire des découvertes retenues. La production finale est composée des « *commentaires* » a priori et a posteriori des groupes et de la conclusion validée par la « *communauté scientifique* ».
- **organisation** : un cycle de ce type devrait durer à peu près quatre à cinq semaines, d'où une demi-douzaine de cycles sur l'année, deux cycles initiés par chaque professeur. À certains moments du cycle les élèves doivent se trouver en présence d'au moins deux professeurs pour que le concept reçoive différents éclairages et que le débat soit provoqué. Pour des obligations administratives, chaque professeur sera déclaré « *titulaire* » d'une des trois heures hebdomadaires, les autres étant à cette heure ses « *invités* ».
- **évaluation** : à l'issue de chaque cycle les élèves « subissent » une évaluation individuelle écrite, préparée par les trois professeurs.

C'est un de ces cycles centré sur la démarche scientifique et initié par le professeur de S.V.T que nous nous proposons de vous présenter.

## II. L'ACTIVITÉ : initiation à la démarche scientifique

Ce cycle a duré cinq semaines, à raison de 3 heures hebdomadaires, de la mise en situation à l'évaluation finale.

Les thèmes transversaux déclinés au cours de cette activité étaient les phénomènes de réflexion et de réfraction, phénomènes introduits en S.V.T à propos des ondes sismiques et de leurs échos à la surface de la terre (voir la partie S.V.T de l'activité).

### II.1. La partie Mathématiques

Les élèves ont eu à effectuer une recherche sur des problèmes de constructions géométriques et de mise en évidence de minimum (voir en Annexe le document-élève mathématiques).

Pour la première situation de la première étape, les élèves ont cherché individuellement la solution et ont préparé une justification de cette solution.

La mise au point de la preuve qui emportait la conviction du groupe fut un travail collectif, la classe étant déjà familiarisée avec les règles du débat scientifique en cours de Mathématiques (voir les travaux de Marc LEGRAND et de l'IREM de Grenoble).

Ce petit échauffement a permis de rappeler quelques notions de géométrie : « plus court chemin d'un point à un autre », « inégalité triangulaire ».

Pour la deuxième situation, la recherche s'est effectuée par petits groupes de 3 élèves.

La confrontation de résultats et la mise au point de la rédaction de « la preuve » s'est effectuée une fois de plus collectivement.

Ici ce sont les notions de symétrie axiale et d'isométrie qui furent rappelées à l'issue de cette recherche.

Pour le dernier problème, « le plus court chemin en temps », les outils dont disposent les élèves de seconde sont le peu de chose qu'ils savent sur les fonctions et sur la recherche d'un minimum à la calculatrice ainsi que la relation  $V = dl/t$ .

Donc ici plus question de « preuve » mais d'une modélisation algébrique de la question. Ce problème de « mise en équation » fut géré de façon collective.

Quelle est l'inconnue ? Que cherche-t-on ?

Les données du problème :

$$NH = 30.$$

$$HK = 100.$$

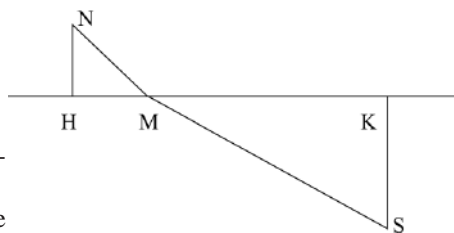
$$SK = 50.$$

$$V_p = \text{la vitesse sur la plage, } 18 \text{ km.h}^{-1}.$$

$$V_e = \text{la vitesse dans l'eau, } 4,5 \text{ km.h}^{-1}.$$

L'inconnue  $HM = x$  : la position de l'entrée dans l'eau.

La valeur à minimiser :  $T$ , le temps de parcours total.



Après avoir réglé le problème des unités, puis exprimé MN et SK en fonction de  $x$ , et décomposé T le temps total en deux parties : durée de la course sur la plage, durée de la nage jusqu'au baigneur, la classe a enfin obtenu une formule pouvant être entrée dans la calculette où après avoir judicieusement choisi la fenêtre ( $x$  variant de 0 à 100) un minimum apparaît sur le graphique dont nous pouvons obtenir une valeur approchée.

Mon rôle dans ce type d'activité est principalement d'écrire au tableau les propositions faites oralement en essayant de rester le plus neutre possible pour ne pas trop les influencer.

À l'issue de ce travail la conclusion pour les Mathématiques produites par les élèves :

En Maths : La démarche scientifique s'effectue de différentes manières :

- **CHERCHER**, trouver une solution à un problème.
- **PROUVER** que cette solution est bien valide et qu'elle est unique ou pas.
- **MODÉLISER**, mettre en équation puis optimiser, approximer une solution.
- **FIXER** la mémoire des outils et des résultats obtenus afin de pouvoir éventuellement les réutiliser dans d'autres situations.

## II.2. La partie sciences physiques

### Objectifs spécifiques

- Observer.
- Permettre aux élèves d'utiliser le langage (écouter, parler, lire et écrire) pour communiquer entre eux et avec d'autres personnes en dehors de la classe au sujet de ce qu'ils ont observé.
- Émettre des hypothèses.
- Élaborer des protocoles expérimentaux, les faire valider et les mettre en œuvre.

### La première séance (1h30)

La démarche scientifique a été posée comme le propos même du questionnement.

La séance a été introduite par la question suivante : Quelle est la démarche scientifique en sciences physiques ? Comment se comporte-on en sciences physiques face à un phénomène ?

Les élèves ayant déjà entamé le sujet en SVT, des idées ont été avancées, il a fallu prendre un exemple spécifique aux sciences physiques.

Sans le nommer le phénomène choisi est la réfraction de la lumière.

Deux expériences sont montrées aux élèves. Ces expériences sont volontairement faites sur le bureau du professeur pour que l'observation soit collective grâce à un système de caméra et projection. Les élèves avaient par ailleurs la possibilité de se déplacer pour une observation directe.

**Expérience 1** : Le stylo d'un élève est plongé dans un verre transparent d'eau.

**Expérience 2** : Une pièce de monnaie est placée au fond d'une tasse opaque, cette tasse est éloignée de l'objectif de la caméra jusqu'à ce que la pièce ne soit plus visible. En versant de l'eau progressivement dans la tasse la pièce réapparaît.

La question posée par l'enseignant est : Quelles questions doit-on (se) poser ?  
Les réponses données par les élèves parfois après discussions entre eux étaient :

- Ce que l'on voit est-il vrai ?
- Comment ça marche ?
- Est-ce toujours comme ça ?
- De quoi cela dépend-t-il ?
- Peut-on utiliser cela pour quelque chose d'utile ?
- ...

La consigne suivante est donnée aux élèves :

1. Rédigez toutes les questions que l'on peut se poser.
2. Classez ces questions par *catégories* que vous nommerez.

Riche de l'expérience acquise en SVT, une partie des élèves a dégagé les grandes lignes, en donnant les catégories suivantes :

- Émettre des hypothèses.
- Valider ou invalider ces hypothèses.
- Faire des expériences (des mesures).

La suite de la démarche scientifique (élaboration d'un modèle mathématique) n'apparaît pas aux élèves à ce stade.

## Application de la démarche scientifique par les élèves

### A. Émission des hypothèses

Le rôle de l'enseignant a été de consigner les propositions au tableau tout en étant neutre :

- C'est de la magie
- Le stylo est vraiment cassé.
- C'est le reflet de la lumière !!? (émise sans trop de conviction).
- La lumière est déviée.

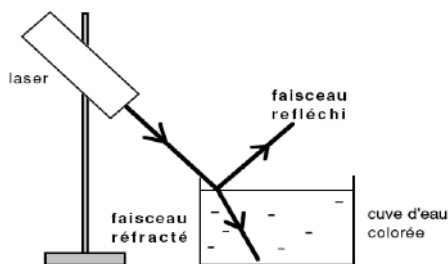
### B. Validation et invalidation des hypothèses

Les hypothèses autres que la déviation de la lumière sont invalidées par les élèves par un débat assez rapide.

L'hypothèse de la déviation de la lumière est validée par un protocole expérimental dont l'ébauche est élaborée par les élèves puis affinée.

Il s'agit d'un laser qui émet un faisceau dirigé vers la surface libre d'une eau colorée contenue dans une cuve transparente.

On observe la réfraction d'un faisceau laser, lors de la traversée du dioptre air-eau colorée. Le faisceau réfléchi est observé par la même occasion.



**Consigne donnée aux élèves :**

- *Faire le schéma de l'expérience.*
- *Quels sont les paramètres qui peuvent être mesurés ? (vous avez la possibilité de manipuler le matériel (Attention, prendre les précautions d'usage lors de l'utilisation du LASER).*

Le débat sur la deuxième question montre clairement qu'il faut un **vocabulaire commun** pour désigner les différentes parties du schéma (angle d'incidence de réflexion et de réfraction, point d'incidence, dioptre, normale au dioptre, ...).

La séance s'est terminée par la conclusion qu'il faut tenter de relier la variation de l'angle d'incidence et celle de l'angle de réfraction.

### Deuxième séance (1h30)

Lors de cette deuxième séance, il s'agissait de faire des **expériences quantitatives** : lier la variation de l'angle d'incidence et celle de l'angle de réfraction.

#### Mesures :

Les élèves disposent par binôme (ou par trinôme) du matériel suivant :

Une source lumineuse donnant un fin faisceau.

Une cuve transparente en demi-cylindre. De l'eau.

Un rapporteur.

**Consigne donnée aux élèves :**

**Déterminer comment varie l'angle d'incidence  $i$  en fonction de l'angle de réfraction  $r$ .**

Le but attendu est que les élèves pensent à ordonner les résultats des mesures dans un tableau. Le nombre des mesures n'est pas imposé.

Première série de mesures : passage de la lumière de l'air vers l'eau.

Angle d'incidence $i$ (en °)								
Angle de réfraction $r$ (en °)								

Deuxième série de mesures : passage de la lumière de l'eau vers l'air.

Pour l'étude du deuxième cas, aucune allusion n'est faite au phénomène de la réflexion totale, l'initiative concernant ce phénomène est laissée aux élèves.

### C. Modèle mathématique

**Qu'allons-nous faire de ces résultats ?**

Tracer une courbe  $i = f(r)$  vient assez vite à l'esprit des élèves.

Quand les courbes sont tracées avec soin, les élèves arrivent à conclure que  $i$  et  $r$  ne sont pas proportionnels.

Nous avons constaté que c'est à ce niveau que s'arrête l'a priori que les élèves se font de la démarche scientifique en sciences physiques.

Un débat est ouvert pour faire le point sur l'avancée de la classe.

- Observation du phénomène.
- Émission d'hypothèses.

- Invalidation de certaines hypothèses.
- Validation d'une hypothèse par des mesures.
- Ébauche d'un modèle mathématique (pour le moment, la non proportionnalité de  $i$  et  $r$ ).

La loi de Snell-Descartes :  $n_1 \cdot \sin(i) = n_2 \cdot \sin(r)$  est donnée et vérifiée par les résultats expérimentaux.

À ce niveau, un rappel historique sur la découverte de la loi de Snell-Descartes est fait par l'enseignant. On peut aussi parler d'honnêteté *intellectuelle* en citant certains (autres que Snell et Descartes) qui, à défaut de trouver le « bon » modèle mathématique, ont manipulé les résultats des mesures pour coller au modèle mathématique qu'ils ont proposé.

Des questions sont posées :

- Pourquoi cette loi est-elle de Snell *et* Descartes ?
- L'ont-ils trouvée en même temps ? Sinon quelle est la durée qui a séparé leurs découvertes respectives ? Une telle situation est-elle envisageable actuellement ? (voir, sur l'histoire de la réfraction de la lumière, Bulletin de l'union des physiciens n° 692, mars 1987).

Le modèle mathématique  $n_1 \cdot \sin(i) = n_2 \cdot \sin(r)$  étant établi, les élèves utilisent une simulation informatique sur ordinateur qui est présentée comme une programmation judicieuse du modèle mathématique pour visualiser le phénomène sur un écran.

#### **D. Confrontation des mesures, du modèle mathématique et du modèle informatique**

Les élèves ont à leur disposition du matériel de mesure (cuve en demi-cylindre, source lumineuse, rapporteur, ...), un ordinateur avec un logiciel de simulation de la réfraction et les machines à calculer. Le but est faire des allers-retours entre les résultats des mesures faites, la simulation informatique et les calculs directement faits à l'aide de la machine à calculer.

Situation 1

Quel est l'angle de réfraction  $r$  si  $i = 15^\circ$  ?

Le résultat de la mesure est tout à fait en accord avec celui calculé et celui obtenu par la simulation informatique.

Situation 2

Calculer l'angle d'incidence si  $r = 20^\circ$ .

Là encore le résultat du calcul est en accord avec la mesure et le résultat de la simulation informatique.

On pourrait faire la constatation suivante : *Finally on n'a plus besoin de faire des mesures puisque le modèle mathématique donne de très bons résultats*. Mais est-ce toujours le cas ?

Situation 3

La lumière passant de l'eau vers l'air, *calculer* l'angle de réfraction  $r$  dans l'air si l'angle d'incidence dans l'eau est  $i = 53^\circ$ .

Le calcul à faire est  $\sin(r) = 1,5 \times \sin(53^\circ)$  qui aboutit à une impossibilité de calcul de  $r$ .

Après un moment de doute, les élèves remettent les machines à calculer en question, le terme couramment utilisé est « elle *bugue* ». Comme c'est le cas de toutes les machines, il faut chercher une autre source d'*erreur*.

La discussion aboutit à la conclusion suivante :

- le modèle mathématique est mort.
- le modèle mathématique n'est pas valable dans ce cas.
- ...

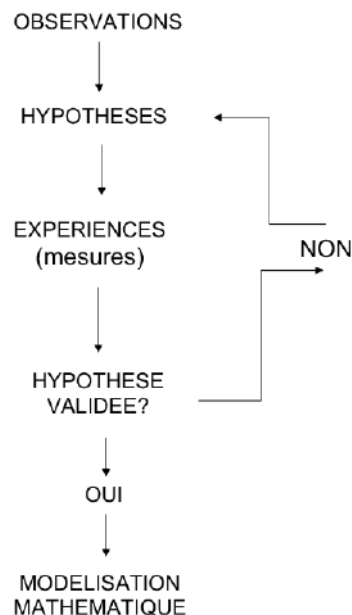
Comment valider cette conclusion ? En faisant une expérience (une mesure). Après avoir fait l'expérience, les élèves voient qu'effectivement il n'y a pas de réfraction mais une ***réflexion totale de la lumière***.

Le modèle mathématique a donc bien prévu le résultat. On met ici en évidence une des utilités du modèle mathématique, ***prévoir un résultat sans avoir à faire la mesure***.

Par ailleurs l'observation de la réflexion totale de la lumière est l'occasion de se poser la question de comment exploiter ce nouveau phénomène pour améliorer notre bien-être (***le bien-être de l'humanité***).

La fibre optique est un des exemples de l'utilisation de ce phénomène. Une fibre optique est alors mise à la disposition des élèves pour une expérimentation de la communication entre un émetteur et un récepteur reliés par fibre optique.

Un diagramme résumant la démarche est construit avec la participation des élèves. Ce diagramme est alors comparé à celui élaboré en SVT et en mathématiques.



## II.3. La partie sciences de la vie et de la terre

### La démarche scientifique

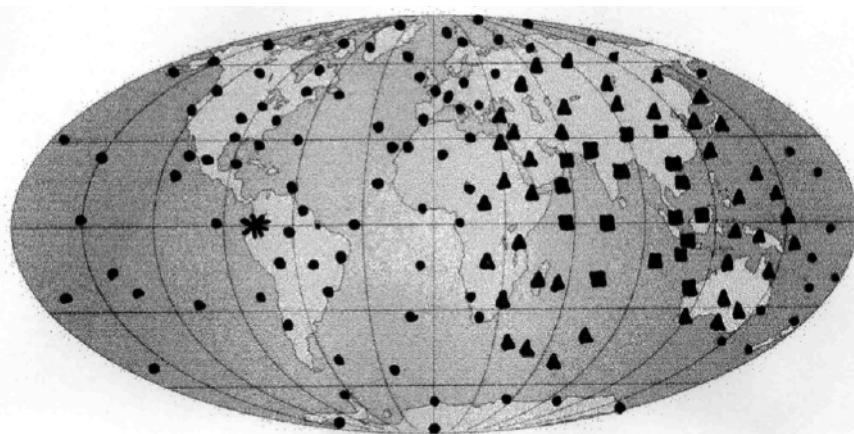
**Objectif spécifique :** Faire trouver aux élèves les étapes de la démarche scientifique à partir d'une approche expérimentale.

### La démarche scientifique en SVT

*Première séance de 1 heure : Poser un problème et émettre des hypothèses  
Travail individuel puis mutualisation en fin de séance.*

Les tremblements de Terre émettent différents types d'ondes comme les ondes P et S qui peuvent être enregistrées par un sismographe à des distances plus ou moins grandes du foyer sismique.

Après un tremblement de Terre situé dans la cordillère des Andes, les ondes P et S sont enregistrées sur un réseau de sismographe indiqué sur le planisphère ci-dessous.



- 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.**

1. Tracer un cercle correspondant à une coupe équatoriale de la Terre et passant par le foyer du séisme.
2. Reporter sur ce cercle :
  - a. la position des sismographes ayant enregistré les ondes P et S,
  - b. la position des sismographes ayant enregistré les ondes P uniquement,
  - c. la position des sismographes n'ayant enregistré aucune onde.
3. Délimiter alors trois zones sur le cercle en fonction des ondes reçues.
4. Quel constat faites-vous ?
5. Quel problème ce constat soulève-t-il ?
6. Quelles hypothèses pouvez-vous émettre pour répondre à ce problème en vous aidant des documents fournis ci dessous ?

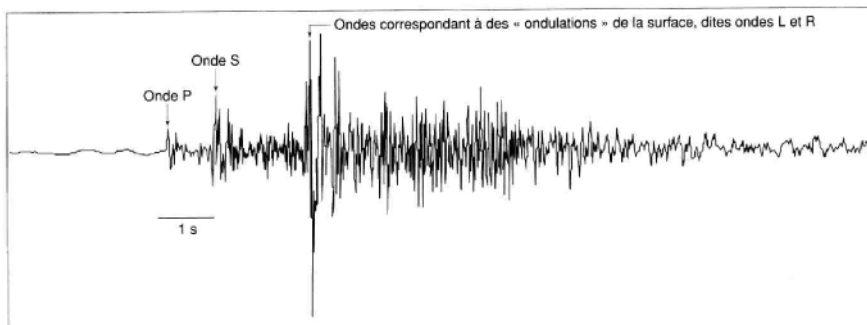
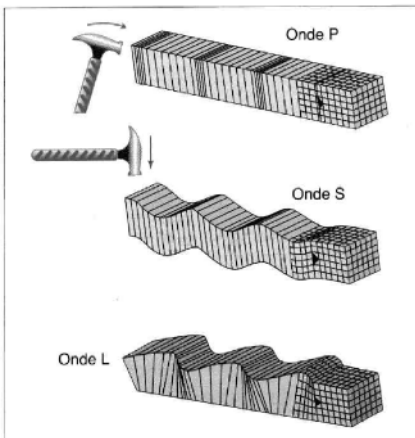
### Quelques informations sur les ondes sismiques

- Les ondes sismiques sont enregistrées, à la surface du globe, au niveau de stations fixes ou mobiles équipées de sismographes, appareils sensibles aux mouvements verticaux ou horizontaux du globe et donc capables de percevoir tous les types d'ondes sismiques. Un enregistrement sismique, ou sismogramme, est un tracé complexe qui correspond à l'arrivée de trois grands trains d'ondes successifs : les ondes P (les plus rapides ou ondes Premières), puis les S (ondes Secondes) et enfin une importante vague d'ondes dites L et R.

- Les ondes L et R correspondent à des ondulations de la surface du globe. Les ondes P et S se propagent à l'intérieur de la Terre : ce sont des ondes « de volume », vibrations « avant-arrière » pour les ondes P (ondes dites de compression-décompression), et « haut-bas » pour les ondes S (ondes dites de cisaillement ou transversales).

- Les ondes de compression peuvent se propager aussi bien dans des milieux solides que liquides.

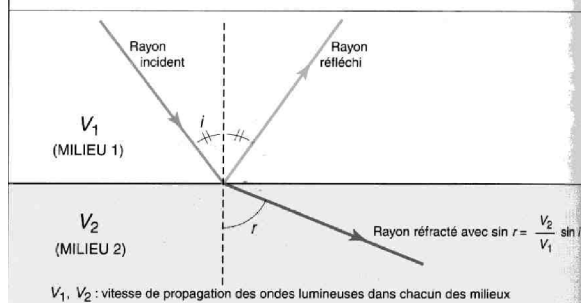
- Les ondes de cisaillement ne peuvent se propager dans les milieux liquides. On attribue donc ces caractères aux ondes P et S. Ces ondes se sont propagées à l'intérieur du globe selon des trajectoires diverses et à des vitesses dépendantes des propriétés physico-chimiques des milieux traversés.



**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.

### Quelques propriétés des ondes

- Depuis le <sup>XVII</sup><sup>e</sup> siècle, on considère que le globe terrestre est organisé en couches concentriques superposées.
- La détermination du trajet d'**ondes sismiques** propagées à partir des tremblements de terre, a permis aux géologues de valider cette idée.
- Pour cela, on procède par analogie, considérant que les ondes sismiques se propagent le long de trajectoires, les rais sismiques, comme le font les ondes lumineuses à travers des milieux transparents.
- Lorsque le rayon lumineux atteint une interface séparant deux milieux aux propriétés différentes, ou **discontinuité**, il se réfléchit ou éventuellement se réfracte.



### Deuxième séance de 1 heure : réalisation d'un modèle pour vérifier une hypothèse Travail en groupes de 3.

7. Vous disposez de :
- un cristalliseur de grand diamètre,
  - un cristalliseur de petit diamètre,
  - un laser (ondes lumineuses),
  - de l'encens et de la fluorescéine permettant de visualiser le trajet des ondes lumineuses,
  - une bande de papier de longueur égale au périmètre du grand cristalliseur.

À partir de ce matériel, élaborez un modèle permettant de vérifier une de vos hypothèses.

Construisez ce modèle et traitez les résultats obtenus

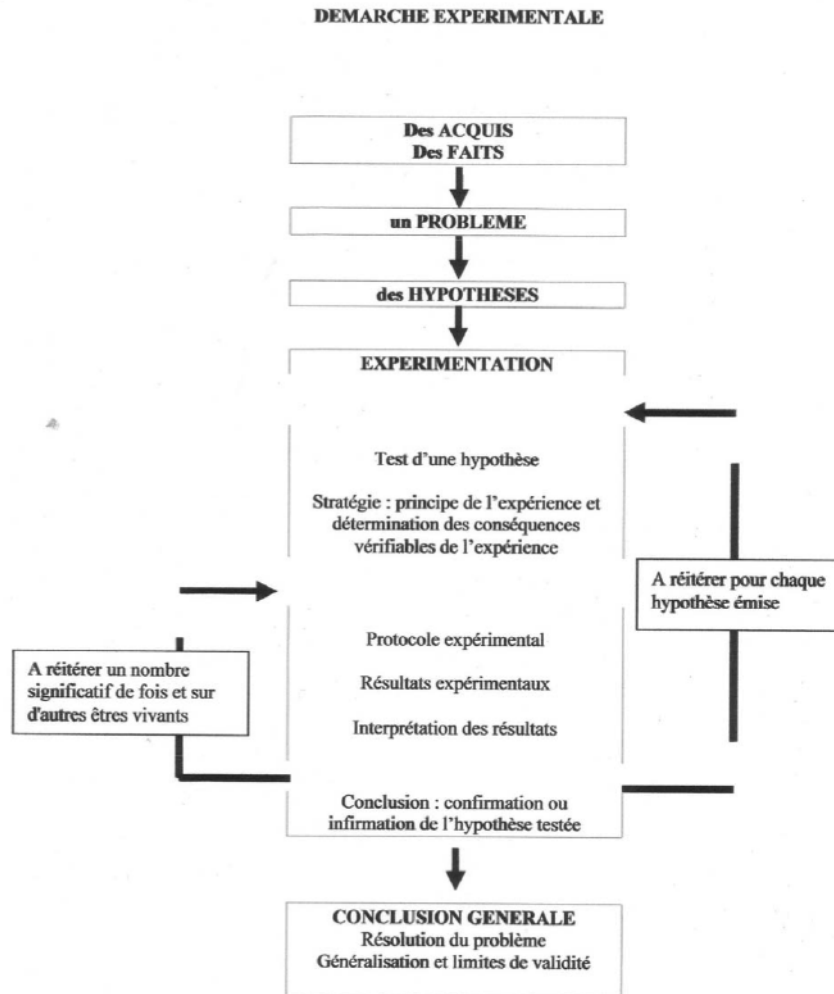
Concluez sur la validité de l'hypothèse testée et critiquez votre modèle.

8. Utilisez un logiciel informatique modélisant le parcours des ondes sismiques à travers la Terre (Ondes P) et déterminez à quelle profondeur théorique se trouve la limite entre le manteau solide terrestre et le noyau supérieur liquide.

### Troisième séance de 1 heure : détermination des étapes de la démarche scientifique Travail en groupes de 3, puis mutualisation en fin de séance.

9. Listez les étapes du raisonnement suivi au cours des séances précédentes, sur un transparent de rétroprojecteur.  
Projection d'une séquence vidéo sur une étude expérimentale de la communication hormonale (comparaison coq et chapon).

10. Retrouver dans cette séquence vidéo les étapes de la démarche scientifique identifiées dans la question précédente, et compléter votre transparent.



### III. L'évaluation commune proposée par la S.V.T.

#### Exercice 1 : 5 points (SVT – PC – Math)

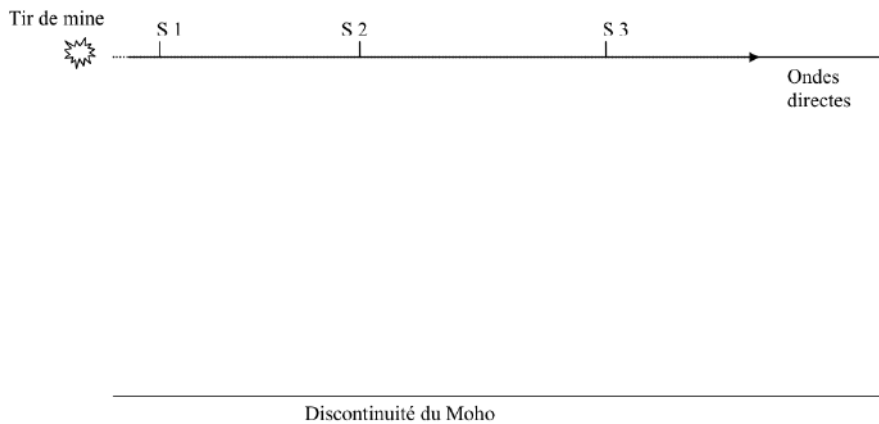
Un tir de mine est effectué dans une carrière située à l'ouest du Massif central. Trois sismographes ont été placés dans un rayon de 100 km autour de la carrière. Tous enregistrent l'arrivée de deux trains d'ondes :

- des ondes précoces et intenses qui se propagent en surface du sol (trait pointillé).
- des ondes tardives et faibles qui se propagent en profondeur et sont réfléchies sur une discontinuité en profondeur et qui séparent deux milieux de caractéristiques différentes.

Les deux types d'ondes se propagent dans un même milieu homogène à la même vitesse.

Cette discontinuité est le Moho, car elle a été découverte par le Croate Mohorovicic. Elle sépare la croûte terrestre du manteau supérieur plus profond

### Document 1 : Schéma d'une coupe du Massif central



### Document 2 : Temps d'arrivée des ondes sismiques directes et réfléchies

Sismographe	Distance au tir de mine	Temps d'arrivée de l'onde directe	Temps d'arrivée de l'onde réfléchie
S1	10 km	1,82 s	13,09 s
S2	50 km	9,06 s	15,63 s
S3	100 km	18,20 s	22,18 s

### Document 3 : vitesse de propagation des ondes sismiques et nature des matériaux traversés par les ondes

Nature des roches	Vitesse des ondes (km/s)
Eau	1,5
Sédiments	2 à 5
Granites et Gneiss	5,5
Basalte et Gabbro	6 à 6,5
Péridotite	8 à 12
Péridotite hydratée	6 à 8

- Tracez le trajet des ondes réfléchies et arrivant aux trois sismographes S1, S2 et S3, en appliquant les lois de la réflexion.
- Déterminez la profondeur de la discontinuité du Moho en utilisant le schéma complété du document 1 et le tableau du document 2.
- Indiquez la nature des roches situées sous le Massif central en utilisant le document 2 et le document 3.

#### IV. Conclusion générale.

Avant l'évaluation, les élèves ont été en présence des trois enseignants à la fois pour confronter la vision de la démarche scientifique pour chacune des disciplines. Les discussions ont notamment porté sur le sens du terme hypothèse qui n'a pas la même signification en mathématiques d'une part et en sciences physiques et S.V.T d'autre part.

Cette évaluation a permis de renforcer la conclusion commune aux trois matières :

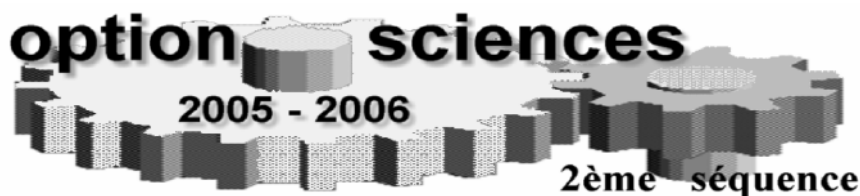
– Nous avons rencontré les mêmes concepts : la réflexion et la réfraction, ceux-ci s'exprimaient de façons différentes suivant les contextes.

– Le comportement de la lumière étudié en sciences physiques et l'observation des ondes sismique en SVT sont un prolongement (une *application*) des problèmes « de plus court chemin » en distance ou en temps vus en mathématiques.

L'évaluation proposée par la S.V.T. a été corrigée collectivement car à partir d'une problématique spécifique à la S.V.T., les élèves ont dû mettre en œuvre des savoirs et des savoir-faire développés dans les deux autres matières.

La mise en évidence de la cohérence globale des exigences des trois disciplines au delà des spécificités de vocabulaire ou de méthodes a été très productive dans la suite de l'année, particulièrement dans les « cours traditionnels ».

### Annexe Document-élève en Mathématiques.



#### La méthode scientifique

Faire des maths c'est avant tout ! **CHERCHER**

Pour la suite du travail par groupe de 3 :

- étudier les problèmes,
- produire une solution,
- **noter** les étapes qui vous ont conduit au but cherché.

Vous aurez besoin de ces notes pour la conclusion.



**Première étape : Recherche de plus court chemin**

**Première situation** : ABCD est un quadrilatère convexe quelconque. On place un point M à l'intérieur du quadrilatère, on regarde la somme des distances aux quatre sommets :  $MA + MB + MC + MD$ .

**CHERCHER** le point à l'intérieur du quadrilatère pour lequel cette somme est la plus petite possible.

**PROUVER** que le point trouvé est bien le bon.

**Deuxième situation** : Une droite  $d$  et deux points A et B du même côté de la droite mais pas sur la droite. On place un point M sur la droite  $d$ , on regarde la somme des distances :  $MA + MB$ .

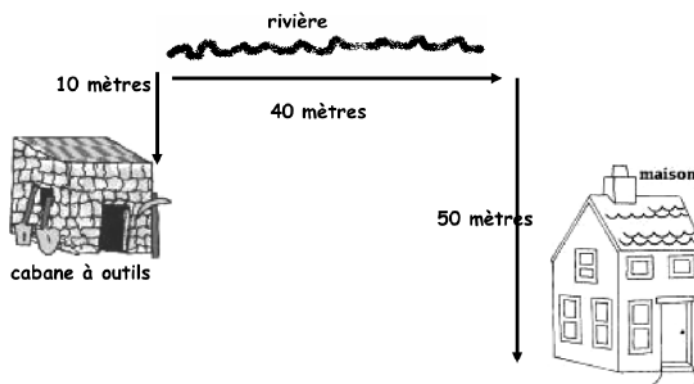
**CHERCHER** le point de la droite pour lequel cette somme sera la plus petite possible.

**PROUVER** que le point conjecturé est bien le bon.

**CONCLUSION de la Première étape** : deux groupes présentent chacun une solution aux deux situations.

**Deuxième étape : Appliquer des résultats, modéliser des situations réelles**

**Première situation** : voici le plan de mon jardin :



Je veux construire un petit embarcadère au bord de la rivière et paver un chemin de la maison à l'embarcadère et de l'embarcadère à la cabane à outils.

Où placer l'embarcadère pour que le chemin à paver soit le plus petit possible ?

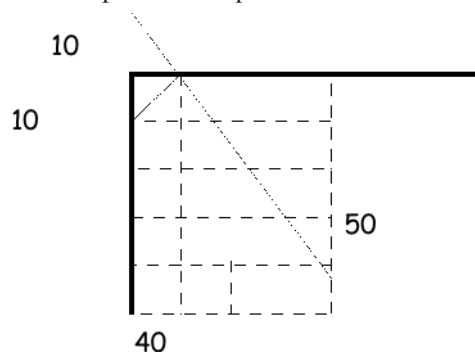
**Deuxième situation** : Dans mon quartier quatre maisons sont situées aux sommets d'un carré ABCD.

On veut tracer un réseau routier qui relie ces quatre maisons et qui soit le plus court possible.

**CONCLUSION de la deuxième étape** : deux autres groupes présentent chacun une solution aux deux situations.

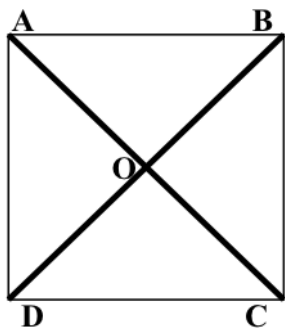
**Troisième étape : vérifier la pertinence des modèles**

- La première situation de la deuxième étape est une illustration parfaite de la deuxième situation de la première étape.



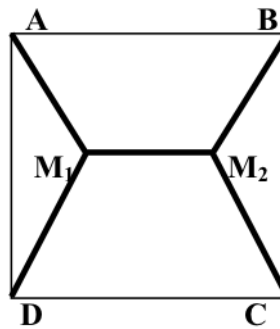
- Pour la deuxième situation de la deuxième étape et la première situation de la première étape les problèmes ne sont pas totalement équivalents, comme le montre le contre-exemple suivant :

Calculer les longueurs des chemins dans les deux cas, on prendra la longueur du côté du carré comme unité de longueur.



O est le centre du carré

Un croisement

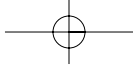


$M_1 M_2 = \text{côté} / 2$   
 $M_1 A = M_1 D = M_2 B = M_2 C$

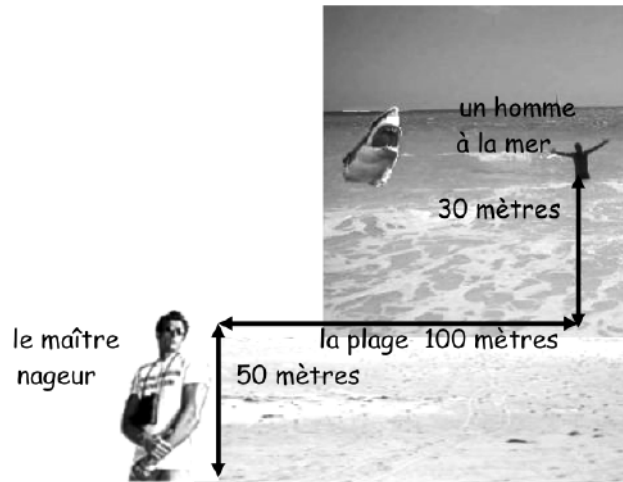
Deux croisements

**Le nombre de croisements était imposé dans la première étape, pas dans la deuxième.**

**CONCLUSION :** Rédiger par groupe, à l'aide de vos notes et de vos brouillons, une narration des différentes recherches que nous avons menées et des conclusions auxquelles nous avons abouti (1 page maximum).



### Un problème voisin : Le plus court chemin en temps



- Le maître nageur court à une vitesse moyenne de  $18 \text{ km.h}^{-1}$  dans le sable.
- Il nage à la vitesse moyenne de  $4,5 \text{ km.h}^{-1}$  dans la mer.

Où doit-il entrer dans l'eau pour qu'il atteigne l'homme en difficulté le plus rapidement possible ?

