

Atelier C4 : Travail interdisciplinaire en classe de Première Professionnelle. Une expérience d'hydrostatique conduisant à un traitement mathématique

Le travail mené avec les élèves est un T.P. d'hydrostatique qui a donné lieu au réinvestissement ou à l'introduction d'outils mathématiques.

Objectifs de Sciences physiques et chimiques

- Mesurer la pression d'un liquide en un point
- Sensibiliser les élèves à l'incertitude liée à toute mesure expérimentale
- Déterminer expérimentalement les variations de pression dans un fluide
- Distinguer pression atmosphérique, pression relative et pression absolue
- Utiliser la formule $p_B - p_A = \rho g (h_B - h_A)$

Outils mathématiques mobilisés

- Fonctions de référence
- Fonctions affine et linéaire, proportionnalité
- Équations de droites
- Utilisation des TIC
- Ajustement affine (approche de la notion au programme de Terminale)

Le texte du T.P. :

Sciences physiques	Nom :	1ère Pro.
T5	2- Pourquoi les hublots des sous marins sont-ils épais ?	TP n°..... Durée 2 h

Activité 1

- 1) Pourquoi a-t-on mal aux oreilles lorsqu'on plonge trop profondément dans une piscine ?
- 2) Lors de la construction d'un sous-marin, quelle peut être une des contraintes principales ?
- 3) Lors de la manipulation avec une bouteille d'eau percée de trous de même diamètre, à différentes profondeurs, Adrian pense que "*la pression est proportionnelle à la hauteur d'eau*".
 - Êtes-vous d'accord avec Adrian ? Rédiger votre commentaire.
 - Comment peut-on vérifier expérimentalement cette hypothèse ?

Activité 2 : Peut-on établir un lien entre une hauteur de fluide et la pression dans celui-ci ?

Matériel.

- Un pressiomètre électronique.
- Une éprouvette.
- Un tuyau souple relié à un tube en verre.
- Une règle graduée.



Pour observer l'évolution de la pression en fonction de la profondeur, on se propose de faire des mesures de pression dans l'eau. **Proposez un protocole expérimental permettant de faire ces mesures.**

Nature et température du liquide utilisé :

Première partie.

- 1) A l'aide du matériel mis à votre disposition, relevez la pression atmosphérique :

La pression atmosphérique vaut :

- 2) Que pensez-vous de la valeur de la pression à la surface du liquide ? On notera cette pression p_0 .
 3) En respectant le protocole prévu, réaliser le montage et effectuer les mesures de la pression en fonction de la hauteur de liquide.

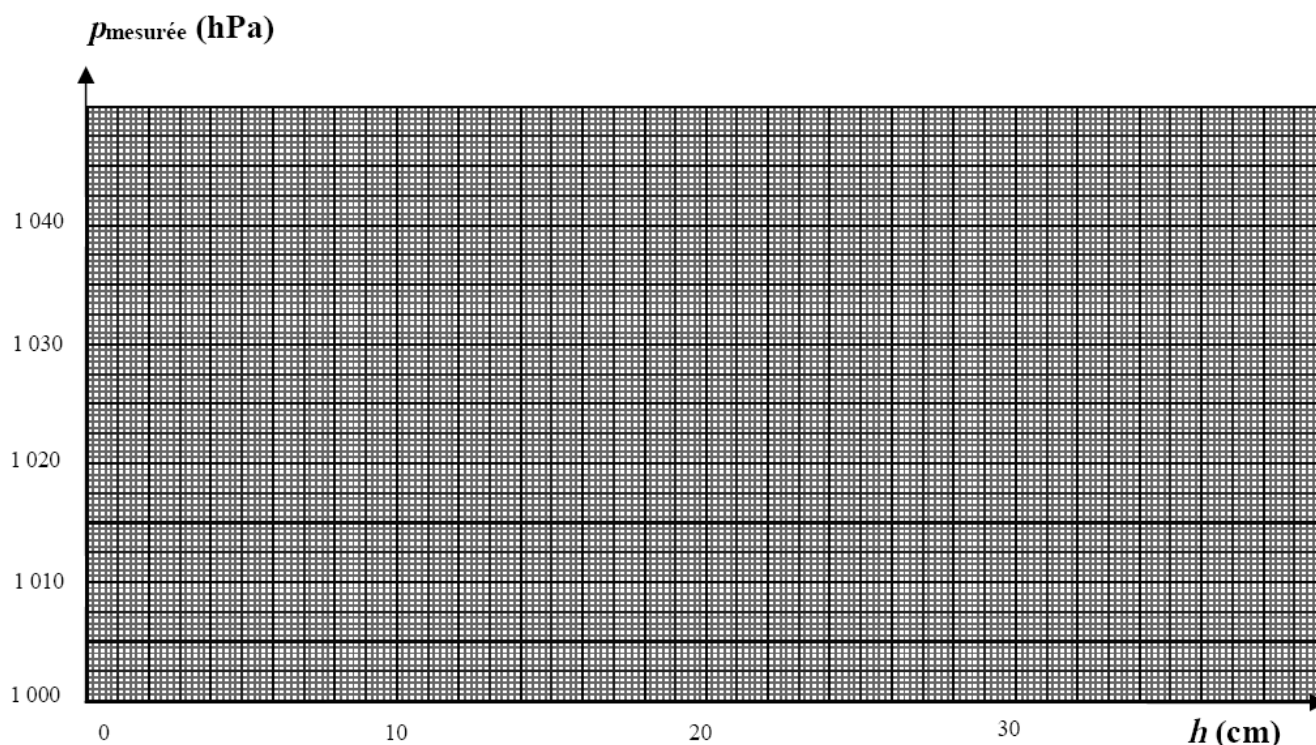
Acquisition par EXAO : Utiliser la console à votre disposition

Intervalle de mesure : 0 à 0,20 m. Échantillonnage : 2 cm (0,02m)

- a- Recopier les valeurs de la hauteur et de la pression correspondante dans le tableau suivant.

Hauteur de liquide h (cm)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Pression mesurée p (hPa)											

- b- Sur la grille millimétrée ci-dessous, représentez la pression en fonction de la profondeur h .



- c- Comment peut-on obtenir à l'aide du graphique les valeurs de la pression à 15 cm et à 26 cm ?

Analyse des résultats :

☞ Comment est disposé le nuage de points ? Peut-on choisir un modèle ?

- d- Pour faire des interpolations ou des extrapolations numériques, il faut disposer d'une relation entre la pression en un point du liquide p et la hauteur du liquide h .

☞ Après avoir fait le choix du modèle, écrire la relation entre p et h .

Que peut-on dire de l'affirmation de l'activité 1. 3) ?

☞ Comparer les résultats à ceux donnés par le logiciel.

Deuxième partie.

Réaliser la même expérience avec un autre liquide (alcool, eau salée saturée) et traiter les résultats directement avec le logiciel : Tracé et ajustement.

Troisième partie.

Regrouper les graphiques dans un même repère.

- ☞ Les droites ont-elles la même ordonnée à l'origine. Est-ce normale ?
- ☞ Les droites ont des coefficients directeurs différents. A quoi cela peut-il être dû ?
- ☞ La relation fondamentale de l'hydrostatique donne : $p = \rho g h + p_0$. Déduire la masse volumique de l'eau salée, de l'eau du robinet et celle de l'alcool. (On prendra $g = 9,81 \text{ N/kg}$)

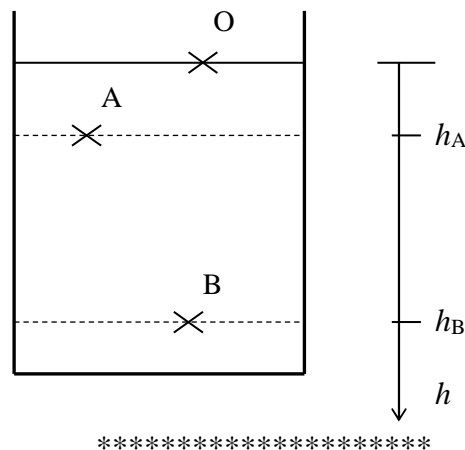
Quatrième partie.

Quelle action peut-on faire sur le graphique pour avoir des droites qui traduisent une situation de proportionnalité ?

Généralisation : Principe fondamental de l'hydrostatique

Cette loi peut être généralisée si on prend comme référence un point A quelconque du liquide au lieu d'un point à la surface :

Écrire la relation générale :



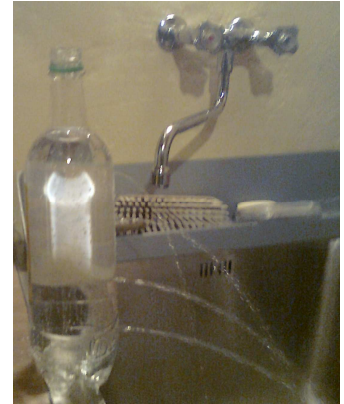
Commentaires pédagogiques

Activité 1 :

- 1) La réponse attendue fait référence à l'augmentation de la pression avec la profondeur. En général les élèves perçoivent le phénomène à quelques rares exceptions près.
- 2) Les hublots et la coque du sous-marin doivent résister à la pression de l'eau.
- 3) Cette manipulation a été réalisée lors d'un TP précédent avec une bouteille en plastique percée à différentes profondeurs et remplie d'eau. Elle permet aux élèves de dégager qualitativement quelques caractéristiques de la force pressante. À ce stade la plupart des élèves sont souvent tentés de conclure hâtivement que *"La pression est proportionnelle à la profondeur"*.

On ne peut faire qu'un constat : "plus la profondeur augmente plus la pression augmente" sans disposer d'éléments permettant de se prononcer sur une éventuelle proportionnalité de la pression et de la profondeur.

Pour confirmer ou infirmer l'hypothèse d'Adrian, on peut réaliser une expérience qui donne l'évolution de la pression en fonction de la profondeur.



Activité 2 :

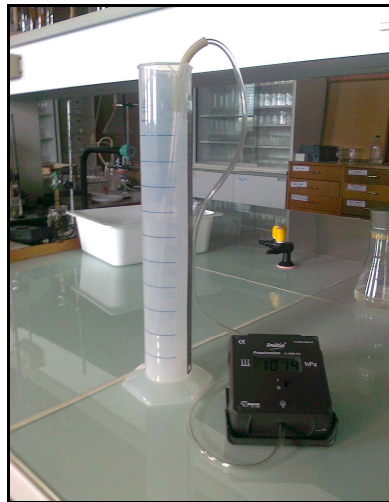
Le professeur explique simplement le fonctionnement du pressiomètre. Il fait remarquer que la valeur lue lorsque l'appareil est allumé correspond à la pression atmosphérique et qu'elle est exprimée en hPa.

Au cours de cette activité, les élèves peuvent utiliser le matériel s'ils le souhaitent.

Il leur est demandé de rédiger individuellement le protocole expérimental, cette tâche leur paraît souvent difficile ! C'est l'occasion de travailler la compétence « communiquer ».

Il s'ensuit une mise en commun, par groupe, pendant laquelle le professeur insiste sur les détails du protocole et les conditions de l'expérience.

Un consensus est fait pour établir un protocole expérimental commun.



Activité 3:

Cette activité se décompose en quatre parties. Le recueil des mesures de pression se fait par acquisition EXAO.

Dans la première partie, le liquide utilisé est l'eau du robinet et les données recueillies sont utilisées pour construire à la main le nuage de points associé et ce, pour que les élèves s'approprient la démarche.

Les élèves sont sensibilisés aux problèmes d'interpolation et d'extrapolation, à la problématique du choix d'un modèle avec un retour sur les incertitudes de mesure pour expliquer les écarts au modèle choisi.

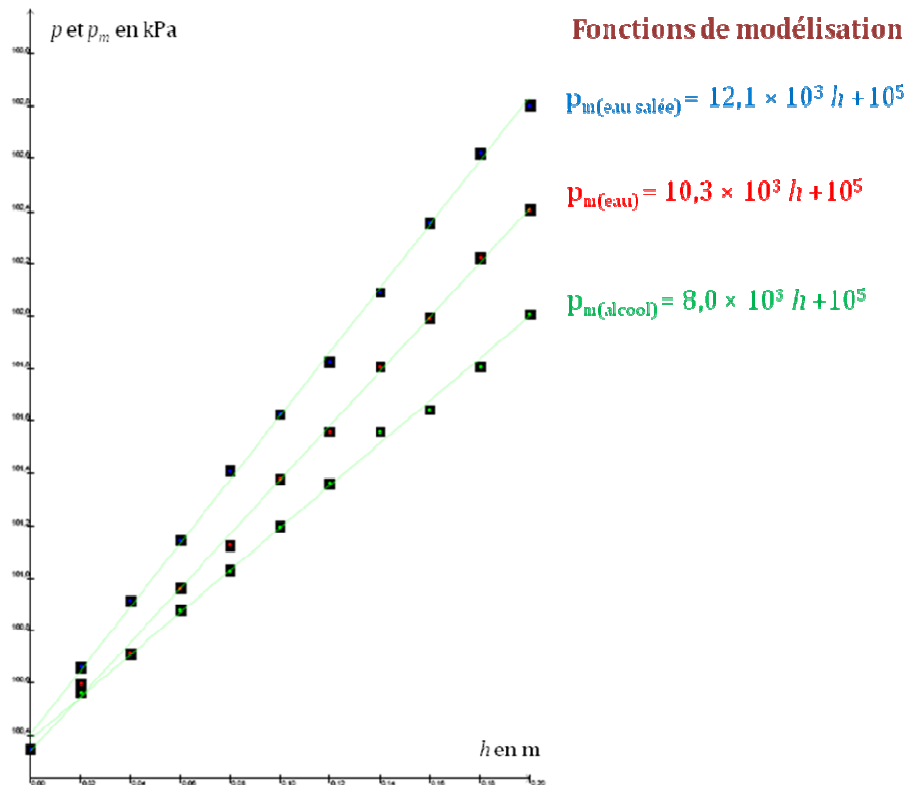
Ici le modèle construit est affine. On réinvestit les notions d'ordonnée à l'origine et de coefficient directeur d'une droite.

Comme l'ordonnée à l'origine n'est pas nulle, l'hypothèse d'Adrian peut être rejetée.

On présente aux élèves les fonctionnalités du logiciel EXAO pour obtenir la droite d'ajustement et une de ses équations. Un travail de comparaison entre les deux modes d'obtention de cette droite donne du sens aux résultats fournis par le logiciel.

Dans une deuxième partie l'expérience est réalisée dans deux autres liquides (alcool et eau salée saturée) et les résultats sont traités directement avec le logiciel EXAO.

Les trois droites d'ajustement sont regroupées dans un même graphique.



L'analyse permet de constater qu'elles ont la même ordonnée à l'origine qui est la pression atmosphérique p_0 et que le coefficient directeur dépend du liquide.

La relation fondamentale de l'hydrostatique est donnée $p = \rho g h + p_0$

Dans la quatrième partie, on exploite la relation affine entre la pression p et la profondeur h pour établir la proportionnalité entre la différence de pression $p - p_0$ et la profondeur h .

On introduit le vocabulaire : "*pression absolue*" et "*pression relative*", puis on généralise le principe fondamental de l'hydrostatique : $p_B - p_A = \rho g (h_B - h_A)$.