

Fabriquez et testez vous-même un sous-marin

De même qu'il veut imiter et surpasser les oiseaux avec les avions, l'homme le fait avec les sous-marins, à l'instar des poissons qui, invisibles de la surface, fendent l'eau.

Les cloches de plongée pour descendre au fond de la mer sont décrites depuis l'époque d'Aristote, vers 350 av. Par exemple, une légende raconte qu'Alexandre le Grand lui-même en 322 av, se mit dans un baril de verre sous l'eau pour observer une baleine. Aussi les Chinois en 200 av. ont eu un sous-marin qui "se déplaçait le long du fond marin".

A partir de Léonard de Vinci, le développement du sous-marin a commencé. Des systèmes ont été imaginés pour pouvoir rester sous l'eau plus longtemps et ainsi pouvoir naviguer sous l'eau. Les premiers sous-marins étaient des barques à rames gainées de cuir rendues étanches par une couche de graisse (Drebbel, début XVIIe siècle). Le lest utilisé consistait alors en des sacs en cuir dont le goulot dépassait du fond du bateau et qui pouvaient être remplis d'eau pour la plongée (Borelli et Symons, fin XVIIe-début XVIIIe siècles). Les sous-marins se déplaçaient alors toujours avec des hélices à main. Commandé par Napoléon, le « Nautilus » est équipé pour la première fois d'une bombe ou d'une torpille sous-marine. Le développement du moteur à combustion et de la batterie signifiait également d'énormes progrès pour les sous-marins, afin qu'ils soient utilisés de manière stratégique pendant les deux guerres mondiales. Avec l'invention du snorkel, un long tuyau extensible par lequel l'air peut être amené, le moteur à combustion a également pu être utilisé sous l'eau à partir des années 1930. La vitesse des sous-marins pourrait être considérablement augmentée en donnant à leur coque une forme profilée. L'énergie nucléaire a été utilisée comme système de propulsion à partir de 1955. Aujourd'hui, la propulsion indépendante de l'air est privilégiée comme alternative à la propulsion nucléaire.

Cet atelier, qui a été développé comme un mini-projet pour une journée sciences-mathématiques, trouve de nombreux liens avec le cursus de physique comme la loi d'Archimède, le concept de pression, les moteurs, les batteries et l'énergie nucléaire.

La confrontation avec la réalité assure une motivation accrue chez les étudiants. Expérimenter la descente et la remontée par soi-même est un véritable défi pour de nombreux étudiants et, une façon agréable de faire de la physique !



Sous-marins

I. Introduction

PPT avec histoire et faits sur les sous-marins

II. Comment fonctionne un sous-marin ?

Pour comprendre le fonctionnement d'un sous-marin, on travaille d'abord avec une maquette :

une boîte de film que nous remplissons de pierres et/ou d'eau et/ou d'air.

Avec ce modèle nous essayons les 3 fonctions importantes pour un sous-marin :

c'est-à-dire plonger (= couler),

remonter à la surface et enfin flotter,

se tenir entre deux eaux à une certaine profondeur.

Pour mieux comprendre cela, nous effectuons d'abord les exercices ci-après.

III. Conception d'un sous-marin

Avec le matériel fourni, nous concevons maintenant notre propre sous-marin qui peut couler, se lever du fond (et flotter) ou flotter sur commande.

Nous le testons dans un grand récipient rempli d'eau.

Enfin, nous démontrons notre conception aux autres groupes et expliquons quelles tentatives (réussies ou non) nous avons faites.

Bonne Chance !

Au travail !

Nous remplissons les boîtes de film avec des pierres et/ou de l'eau et/ou de l'air de sorte que lorsqu'elles sont immergées dans le récipient avec de l'eau,

- on se lève du fond et on flotte
- on coule
- on se trouve entre deux eaux.

Nous déterminons le volume V d'une telle boîte de film en l'immergeant dans un verre doseur rempli d'eau et en lisant de combien le volume augmente :

$V_b(\text{début})$ = volume lu sur le verre doseur avant que la boîte ne soit dans l'eau
=

$V_e(\text{fin})$ = volume lu sur le verre mesureur lorsque la boîte est complètement immergée =

Le volume de la boîte est égal à $V = V_e(\text{fin}) - V_b(\text{début}) = \dots\dots\dots$

Nous déterminons la masse m des boîtes de film remplies :

m boîte de naufrage =

m boîte montante =

m boîte flottante =

On calcule la densité ρ pour chaque cas :

ρ boîte d'enfoncement =

ρ boîte montante =

ρ boîte flottante =

On compare ces densités avec la densité de l'eau à la température actuelle $\theta = \dots\dots\dots$

ρ eau = (voir données à rechercher)

A quelle conclusion arrivez-vous ?

- Si un objet monte dans l'eau, ce qui suit s'applique :
- Si un objet coule dans l'eau, ce qui suit s'applique :
- Si un objet flotte entre deux eaux l'eau, ce qui suit s'applique :

Matériel atelier sous-marins

Essai1: Couler, flotter entre 2 eaux et monter + flotter



Boîte de film (ou autre boîte en plastique scellable)

On a besoin de :

- un bocal en verre assez grand
- une balance électronique,
- des gobelets gradués dans lesquels les boîtes peuvent être immergées,
- un thermomètre
- un tableau de la densité de l'eau à différentes températures

Essai2: Conception sous-marine



Petite bouteille PET

Petits cailloux

4 élastiques

2 seringues doseuses

Un tube en plastique de 80 cm qui s'adapte sur les seringues

Fournir également

- un grand bol d'eau
- une serviette

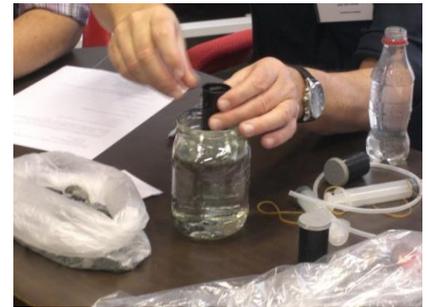
Gardez une serpillère à portée de main pour les accidents...

Le sous-marin en classe

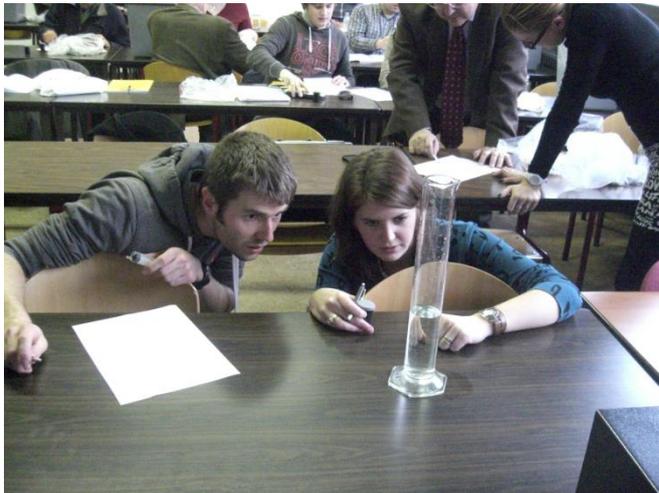
Le samedi 16 novembre 2013, VELEWE et VOB ont tenu leur conférence annuelle à l'Université de Hasselt - campus de Diepenbeek.

Ce fut une excellente journée pour les professeurs de sciences avec de nombreuses conférences et des tutoriels intéressants, dont un intitulé "Fabriquer et tester soi-même un sous-marin". 40 professeurs courageux ont relevé le défi. Ils ont d'abord assisté à une présentation PPT avec l'histoire et des faits sur de vrais sous-marins et ensuite ils ont dû travailler avec du matériel simple pour avoir un aperçu du fonctionnement d'un sous-marin.

Dans un premier test, par groupes de 2, ils devaient remplir des boîtes de film, avec des pierres, de l'eau et/ou de l'air afin qu'une coule, qu'une monte et une reste flottante dans un gobelet d'eau..



Ils ont ensuite dû utiliser des mesures pour déterminer quelle caractéristique faisait la différence.



A cet effet, étaient prêts devant la classe :

- 2 gobelets doseurs remplis d'eau pour déterminer le volume des boîtes de film (3 identiques) par immersion et
- une balance électronique pour mesurer la masse de chaque boîtier de film séparément.

Avec ces données, la densité de chaque boîte pouvait alors être calculée et comparée à celle de l'eau à la même température, qu'il fallait également mesurer.

La valeur de référence de la densité de l'eau à cette température pourrait être recherchée dans un tableau mis à disposition.

Vient ensuite la phase de conception, l'objectif que tout le monde attend avec impatience : assembler soi-même un sous-marin qui plonge et se lève du fond de lui-même !

Les participants devaient gérer cela avec du matériel collecté dans un sac : une petite bouteille en PET, 2 seringues doseuses, un boîtier en plastique qui s'adapte sur les seringues doseuses, quelques élastiques et encore les cailloux. Chaque groupe avait également son propre "océan": un grand réservoir rempli d'eau pour tester la conception. Merci aux organisateurs d'avoir aidé à les remplir (les poubelles pour lesquelles j'ai pillé la moitié de l'école la veille) !



J'ai remarqué que les professeurs expérimentaient le sous-marin avec autant de passion que les élèves de notre école !, une demi-journée pour enthousiasmer les élèves pour l'étude des sciences et des mathématiques. Et quel coup de boost : avec le même matériau, 3 designs différents (et leurs variantes) sont sortis du bus !



Pour les élèves, cette activité a une réelle valeur pédagogique : ils apprennent à utiliser des appareils de mesure aussi bien numériques (balance électronique) qu'analogiques (thermomètre) et ils apprennent des méthodes pour mesurer certaines quantités (volume d'objets irréguliers par immersion dans l'eau d'un gobelet gradué). Ils apprennent également à consulter les sources d'information pour rechercher la valeur de certaines grandeurs (densité de l'eau à une certaine température) et ils apprennent à gérer correctement le traitement des résultats de mesure (degré de précision et chiffres significatifs).

La confrontation avec la réalité assure une motivation accrue chez les étudiants. Expérimenter la descente et la remontée par soi-même est un véritable défi pour de nombreux étudiants et - avec les explications nécessaires - une façon agréable de faire de la physique !

Le contenu de l'atelier offre également de nombreuses possibilités pour les enseignants d'illustrer leur enseignement : cela peut être utilisé pour introduire le concept de densité (et sa signification) ou peut être intégré dans un projet "transversal" plus large sur la mer, dans lequel le sous-marin n'est pas seulement une fin en soi, mais aussi un moyen d'étudier la composition et la vie sous-marine. Il existe de nombreux points de convergence avec les cours de sciences tels que la loi d'Archimède, la pression, l'énergie (nucléaire), les moteurs, les batteries,...

L'enseignant peut décider lui-même dans quelle mesure il inclut tout cela dans ses cours et quels aspects de la « réalisation d'une enquête » il pratique avec ses élèves sur cette base (comment tenir un journal des différentes tentatives, présenter sa propre conception via une affiche ou une explication orale, comprendre et évaluer la conception de l'autre, ...).

D'après les réactions positives qui ont suivi, à la fois verbalement immédiatement après l'atelier et par courrier, après avoir demandé des documents et le PPT, je suis sûr que le sous-marin "apparaîtra" dans la salle de classe de certaines écoles en Flandre !

Hendrickx Bernadette
Professeur de physique au H.-Hart & College de Halle