



Compte rendu du TP Etude statique et dynamique d'un ressort

INVESTIGATION I

Etude statique d'un ressort

I. Le matériel requis : Vous disposez pour réaliser ces mesures de :

- un support ajustable en hauteur pour pendule élastique
- une règle graduée
- un outil pour zoomer
- ressorts à boudin de raideurs différentes
- une boîte de masses marquées (10g à 200g)

II. Objectif :

- Utiliser la méthode statique pour déterminer la constante de raideur K d'un ressort,

III. Dispositif expérimental

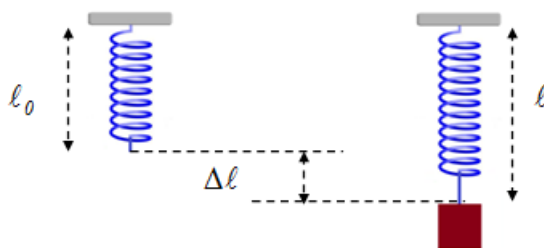
On veut relier l'allongement d'un ressort à la force qu'il exerce en son extrémité sur un objet de masse m qui lui est suspendu.

Dans le schéma ci-dessous, une masse marquée est suspendue à un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de raideur K . On note :

ℓ_0 : Longueur à vide du ressort,

ℓ : Longueur du ressort en charge

$\Delta\ell = \ell - \ell_0$: Allongement du ressort





IV. Questions préliminaires :

- Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la masse et les représenter sur un schéma.
- Dans le régime statique décrire comment peut-on déterminer expérimentalement la raideur d'un ressort ?



V. Etude du ressort n° 1

- Le lancement de la simulation s'obtient simplement en cliquant sur
- L'ensemble des paramètres associés à l'animation sont rassemblés dans un menu appelé "menu latéral" affichée verticalement à gauche de l'écran.
- Le chronomètre et la règle graduée sont en haut à droite de la fenêtre de travail. Par un cliquer-glisser vous pouvez les placer au milieu de l'écran.
- Affichez la fenêtre de l'animation en Plein écran par un click sur l'icône  du menu latéral.
- Pour afficher l'évolution de l'allongement du ressort en fonction du temps il suffit de cliquer sur l'icône 

VI. Mode opératoire :

- Dans le menu latéral sélectionner le mode " Statique " et ensuite sélectionner le ressort K_1
- Mesurer la longueur à vide du ressort K_1 suspendu à une potence et l'écrire sous la forme :

$$\ell_0 = (\text{-----} \pm \text{-----}) \text{ cm.}$$

(En cliquant puis en faisant glisser la règle graduée située en haut à droite de la fenêtre de travail, à n'importe où vous voulez, pour faciliter la mesure et ensuite utiliser la commande zoom pour une lecture précise sur la règle).

- A l'aide de la souris prendre la masse m et l'accrocher à l'extrémité libre du ressort. Mesurer pour chacune des masses, la longueur ℓ du ressort à l'équilibre.
- Calculer le poids P de la masse m , l'allongement $\Delta\ell$ et la tension F ainsi que leurs incertitudes.
- Consigner vos résultats dans le tableau (1) suivant ($\Delta m = 0,1 \text{ g}$ et $g = 9,81 \text{ N/kg}$).

m (g)	20	40	60	80	100	120	140
$\Delta\ell$ (cm)							
P(N)							
F(N)							
$\Delta(\Delta\ell)$ (cm)							
ΔF (N)							

- A l'aide d'un tableur tracer la courbe $F = f(\Delta\ell)$. Quelle est l'allure du graphe ? Conclure.

En utilisant la méthode des moindres carrés :

- Donner l'expression de K_1 en fonction de la pente.
- Trouver l'expression de l'incertitude sur K_1 .
- Faites l'application numérique et donner le résultat sous la forme :

$$K_1 = (\text{-----} \pm \text{-----}) \text{ (unité).}$$

INVESTIGATION 2

Etude dynamique d'un ressort

I. Le matériel requis : Vous disposez pour réaliser ces mesures de :

- un support ajustable en hauteur pour pendule élastique
- un chronomètre
- ressorts à boudin de raideurs différentes
- une boîte de masses marquées (10g à 200g)

II. Objectif :

- Déterminer par la méthode dynamique, la constante de raideur du ressort précédemment étalonnés et faire une comparaison des deux méthodes statique et dynamique.

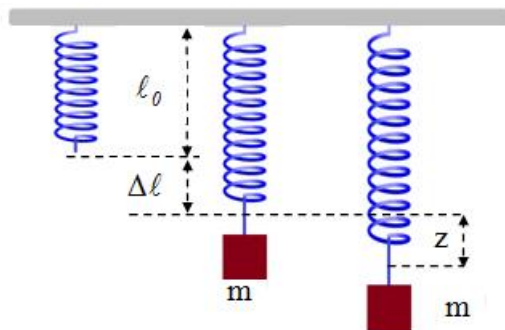
III. Dispositif expérimental

On utilise le même dispositif de l'investigation I et on cherche à vérifier par simulation la formule théorique donnant la période propre des oscillations en fonction de la masse suspendue, sans frottement ainsi que la détermination de la constante de raideur d'un ressort. On note :

ℓ_0 : Longueur à vide du ressort,

ℓ : Longueur du ressort en charge

$\Delta\ell = \ell - \ell_0$: Allongement du ressort



IV. Questions préliminaires :

- Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la masse et les représenter sur un schéma.
- Dans le régime dynamique décrire comment peut-on déterminer expérimentalement la raideur d'un ressort ?

V. Etude du ressort n° 1

Mode opératoire :

- Réinitialiser l'animation (il suffit de cliquer sur "Reset" dans le menu latéral) et ensuite sélectionner le mode "Dynamique".
- Accrocher une masse m à l'extrémité libre du ressort de raideur K_1

- En cliquant puis en faisant glisser le chronomètre situé en haut à droite de la fenêtre de travail, au milieu de l'écran. Le chronomètre permet de mesurer la période d'oscillation T (1 clic sur le bouton "play" (bleu) pour démarrer, un clic pour arrêter, et un clic sur le bouton "reset" (vert) pour remettre à zéro).
- Ecarter la masse m légèrement vers le bas de sa position d'équilibre et lâcher sans vitesse initiale.
- Afin d'améliorer la précision de mesure, mesurer la durée de dix oscillations et calculer pour chacune des masses, la valeur moyenne de la période propre T . (Choisir quelques masses de 20g à 140 g).
- Calculer le carré de la période propre T^2 ainsi que son incertitude ΔT^2 . ($g = 9,81 \text{ N/kg}$).
- Consigner vos résultats dans le tableau (3) suivant :

m (g)	20	40	60	80	100	120	140
10 T(s)							
T (s)							
$T^2(\text{s}^2)$							
ΔT (s)							
ΔT^2 (s^2)							

- A l'aide d'un tableur tracer la courbe $T^2 = f(m)$. Quelle est l'allure du graphe ? Conclure.

En utilisant la méthode des moindres carrés :

- Donner l'expression de K_1 en fonction de la pente.
- Trouver l'expression de l'incertitude sur K_1 .
- Faites l'application numérique et donner le résultat sous la forme :

$$K_1 = (\dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots) \text{ (unité)}.$$

- Ces résultats sont-ils compatibles avec les résultats de l'étude statique des deux ressorts 1 et 2 ? Commenter.

INVESTIGATION 3

Association de ressorts en mode statique

I. Le matériel requis : Vous disposez pour réaliser ces mesures de :

- un support ajustable en hauteur pour pendule élastique
- une règle graduée
- un outil pour zoomer
- ressorts à boudin de raideurs différentes
- une boîte de masses marquées (10g à 200g)

II. Objectif :

- Déterminer par simulation les caractéristiques du ressort équivalent à une association de deux ressorts différents en série et en parallèle par la méthode statique.

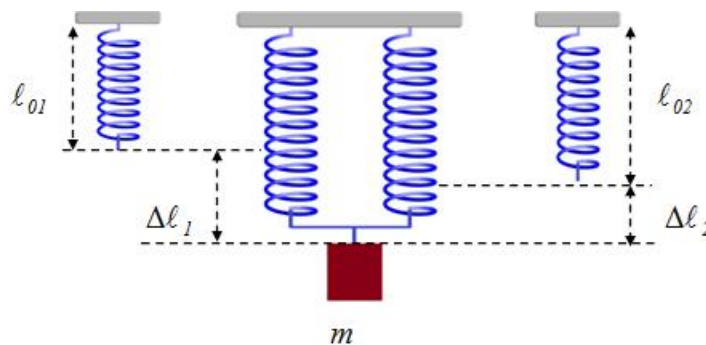
III. Dispositif expérimental : Ressorts associés en parallèle

Dans le dispositif ci-dessous, on prend deux ressorts associés en parallèle, de masses négligeables et de raideur K_1 et K_2 puis on accroche à leurs extrémités une masse marquée.

On note ℓ_{01} : Longueur à vide du ressort 1, ℓ_1 : Longueur du ressort 1 en charge

ℓ_{02} : Longueur à vide du ressort 2, ℓ_2 : Longueur du ressort 2 en charge

$\Delta\ell_1 = \ell_1 - \ell_{01}$: Allongement du ressort 1, $\Delta\ell_2 = \ell_2 - \ell_{02}$: Allongement du ressort 2



IV. Questions préliminaires :

- Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la masse et les représenter sur un schéma.
- Dans le régime statique décrire comment peut-on déterminer expérimentalement la raideur équivalente de deux ressorts K_1 et K_2 associés en parallèle ?

V. Mode opératoire :

- Pour réinitialiser l'animation il suffit de cliquer sur "Reset" et ensuite sélectionner le mode "Parallèle".
- Choisir les valeurs de K_1 et K_2 (dans le menu latéral, il y a des curseurs de contrôle qui permettent de régler facilement la valeur de la constante de raideur. On peut les déplacer à l'aide de la souris).

- Mesurer la longueur à vide des ressorts et l'écrire sous la forme :

$$\ell_0 = (\text{-----} \pm \text{-----}) \text{ cm.}$$

- (En cliquant puis en faisant glisser la règle située en haut à droite de la fenêtre de travail, à n'importe où vous voulez, pour faciliter la mesure et utiliser la commande zoom pour une lecture précise sur la règle).
- Accrocher à l'extrémité libre du ressort et mesurer la longueur ℓ ainsi que son incertitude du système à l'équilibre.
- Calculer le poids P de la masse m , l'allongement $\Delta\ell$ et la tension F ainsi que leurs incertitudes. On prendra $g = 9,81 \text{ N/kg}$. (Choisir quelques masses de 20g à 140 g et refaire la même expérience pour chacune des masses).
- Consigner vos résultats dans le tableau (5) suivant :

m (g)	20	40	60	80	100	120	140
$\Delta\ell$ (cm)							
P(N)							
F(N)							
$\Delta(\Delta\ell)$ (cm)							
ΔF (N)							

- A l'aide d'un tableur tracer la courbe $F = f(\Delta\ell)$. Quelle est l'allure du graphe ? Conclure.

En utilisant la méthode des moindres carrés :

- Donner l'expression de K_p en fonction de la pente.
- Trouver l'expression de l'incertitude sur K_p
- Faites l'application numérique et donner le résultat sous la forme :

$$K_p = (\text{-----} \pm \text{-----}) \text{ (unité).}$$
- Comparer cette valeur de K_p à la valeur théorique. Conclure.

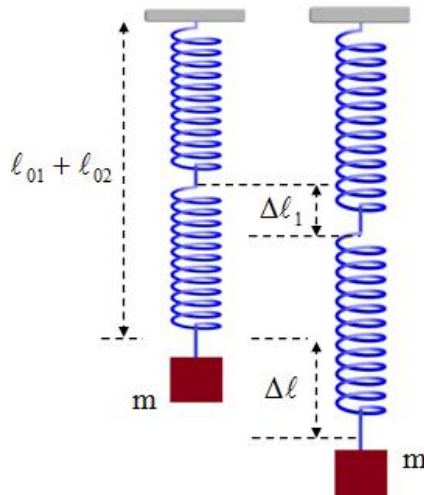
VI. Ressorts associés en série

Dans le dispositif ci-dessous, on prend deux ressorts associés en série, de masses négligeables et de raideur K_1 et K_2 puis on accroche à l'extrémité une masse marquée m .

On note ℓ_{01} : Longueur à vide du ressort 1, ℓ_1 : Longueur du ressort 1 en charge

ℓ_{02} : Longueur à vide du ressort 2, ℓ_2 : Longueur du ressort 2 en charge

$\Delta\ell_1 = \ell_1 - \ell_{01}$: Allongement du ressort 1, $\Delta\ell_2 = \ell_2 - \ell_{02}$: Allongement du ressort 2



VII. Mode opératoire :

- Pour réinitialiser l'animation il suffit de cliquer sur "Reset" et ensuite sélectionner le mode "Série".
- Choisir les valeurs numériques de K_1 et K_2 (dans le menu latéral, il y a des curseurs de contrôle qui permettent de régler facilement la valeur de la constante de raideur. On peut les déplacer à la souris ou entrer au clavier la valeur numérique souhaitée. Il faut pour cela sélectionner à la souris la zone de saisie encadrée).
- Mesurer la longueur à vide des ressorts suspendus à une potence et l'écrire sous la forme :

$$\ell_0 = (\text{-----} \pm \text{-----}) \text{ cm.}$$

- Procédez par déplacement de votre souris pour ramener une masse marquée m et l'accrocher à l'extrémité de deux ressorts placés en série sur un support.
- Refaire la même expérience que pour le système en parallèle et consigner vos résultats dans le tableau (6) suivant :

m (g)	20	40	60	80	100	120	140
$\Delta\ell$ (cm)							
P(N)							
F(N)							
$\Delta(\Delta\ell)$ (cm)							
ΔF (N)							

- A l'aide d'un tableur tracer la courbe $F = f(\Delta\ell)$. Quelle est l'allure du graphe ? Conclure.

En utilisant la méthode des moindres carrés :

- Donner l'expression de K_s en fonction de la pente ainsi que son incertitude.
- Faites l'application numérique et donner le résultat sous la forme :

$$K_s = (\text{-----} \pm \text{-----}) \text{ (unité).}$$

- Comparer cette valeur de K_s à la valeur théorique. Conclure.

INVESTIGATION 4

Poussée d'Archimède

I. Le matériel requis : Vous disposez pour réaliser ces mesures de :

- un support ajustable en hauteur pour pendule élastique
- une règle graduée
- un outil pour zoomer
- ressorts à boudin de raideurs différentes
- une boîte de masses marquées (10g à 200g)
- trois dynamomètres de 1N et 2N et 5N.
- deux objets : En cuivre de masse $m_{Cu} = 200$ g (masse volumique = 9000 kg/m³)
- En aluminium de masse $m_{Al} = 60$ g (masse volumique = 2700 kg/m³)
- une éprouvette graduée (assez large)
- 3 liquides : Eau (masse volumique 1000 kg/m³) ;
Glycérine (masse volumique 1260 kg/m³) ,
Brome (masse volumique 3100 kg/m³)

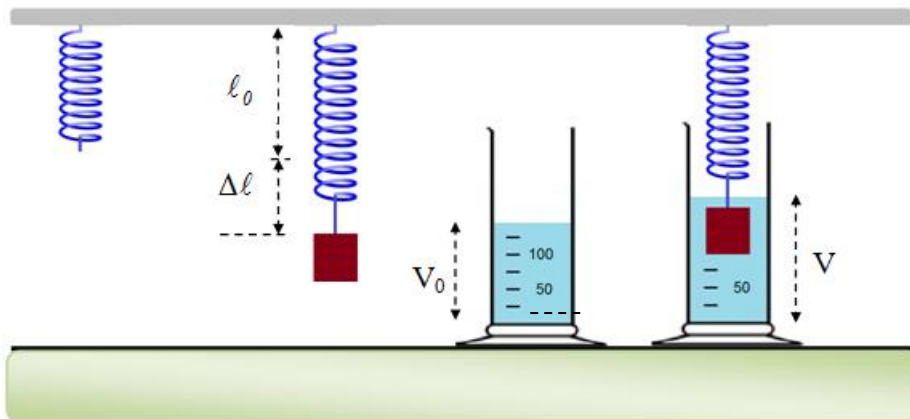
II. Objectif :

- Mise en évidence de la poussée d'Archimède (Caractéristiques et mesure de la force d'Archimède dans les liquides)
- Expliquer la différence entre poids réel et poids apparent
- Quels sont les facteurs qui influencent la poussée d'Archimède

III. Dispositif expérimental : Ressorts associés en parallèle

Dans cette partie, il s'agit d'étudier par simulation la poussée d'Archimède.

Dans le dispositif ci-dessous, un objet de masse m connue est suspendu à un ressort de masse négligeable et de raideur K connue. On note l_0 : Longueur à vide du ressort, Δl_1 : l'allongement du ressort dans l'air, V_0 est le volume initial du liquide et V est le volume du liquide avec la masse m .



IV. Questions préliminaires :

- Faire le bilan des forces appliquées a cet objet.
- Quelle est la relation vectorielle entre ces forces ?
- Quelle est la relation entre les valeurs de ces forces ?

V. Mode opératoire :

- Réinitialiser l’animation (il suffit de cliquer sur "Reset" et ensuite sélectionner " Poussée d’Archimède").
- Choisir la valeur de la constante de raideur du ressort $K = 40 \text{ N/m}$ (dans le menu latéral, il y a le curseur de contrôle qui permet de régler la valeur de la constante de raideur. On peut le déplacer à la souris.
- Mesurer la longueur à vide du ressort suspendu à une potence ajustable en hauteur.

$$\ell_0 = (\text{-----} \pm \text{-----}) \text{ cm.}$$

(Faire apparaitre la règle graduée de la même façon que dans les investigations précédentes et utiliser le zoom de la palette d’outils pour avoir plus de précision).

- Accrocher la masse $m = 100 \text{ g}$ à l’extrémité libre du ressort et mesurer la longueur ℓ_1 du système à l’équilibre dans l’air. Calculer le poids P de la masse m , l’allongement $\Delta\ell_1 = \ell_1 - \ell_0$ et la tension F_1 ainsi que leurs incertitudes. On prendra $g = 9,81 \text{ N/kg}$.
- Consigner vos résultats dans le tableau (7) suivant :

m (g)	ℓ_1 (cm)	$\Delta\ell_1$ (cm)	P(N)	F_1 (N)
$100 \pm 0,1$	$(\text{-----} \pm \text{-----})$	$(\text{-----} \pm \text{-----})$	$(\text{-----} \pm \text{-----})$	$(\text{-----} \pm \text{-----})$

- Dans le menu latéral choisir un liquide (dans ce cas vous prenez l’eau) de masse volumique $\rho = 1\text{g/cm}^3$ et mesurer le niveau de son volume initial V_0 (La lecture se fait pratiquement sur les graduations de l’éprouvette. Utiliser le zoom pour avoir plus de précision). Noter la valeur de V_0 .
- A l’aide de la souris déplacez l’ensemble masse-ressort de façon à immerger entièrement la masse m dans l’éprouvette contenant le liquide. (Pour ce faire déplacer le bras du support ajustable en hauteur).
- Quel est le phénomène observé lors de l’immersion de la masse m dans l’eau.
- Relevez à nouveau valeur de l’allongement $\Delta\ell_2$ sur la règle graduée. Déplacer si nécessaire la position de la règle pour mesurer l’allongement du ressort avec précision. Calculer la tension F_2 du ressort.
- Faire le bilan des forces exercées sur la masse m . En déduire les caractéristiques de la poussée d’Archimède \vec{F}_A .

- Relever la valeur du volume d'eau déplacé $V_e = V - V_0$ par lecture sur l'éprouvette graduée. Pour avoir plus de précision utilisez le zoom.
- Calculez la valeur de la masse m_e et son incertitude Δm_e correspondante à l'eau déplacée. En déduire le poids du volume déplacé P_e et son incertitude ΔP_e .
- Consigner vos résultats dans le tableau (8) suivant :

Liquide	Objet	$\Delta \ell_2$ (cm)	F_2 (N)	F_A (N)
eau ($\rho = 1\text{g/cm}^3$)	$m = 100 \pm 0,1$	(----- \pm -----)	(----- \pm -----)	(----- \pm -----)

V_0 (cm ³)	V (cm ³)	V_e (cm ³)	m_e (g)	P_e (N)
(----- \pm -----)	(----- \pm -----)	(----- \pm -----)	(----- \pm -----)	(----- \pm -----)

- Comparez le poids apparent P_e et la poussée d'Archimède F_A . Conclure.

VI. Les facteurs qui influencent la poussée d'Archimède

De quoi la poussée d'Archimède dépend-t-elle ?

A l'aide d'un dynamomètre à ressorts nous allons tenter de trouver quels sont les facteurs qui influencent la poussée d'Archimède.

Il est absolument nécessaire de réinitialiser l'animation chaque fois que vous changez les paramètres physiques et ensuite sélectionner "Poussée d'Archimède".

Dans ce qui suit on note P_a le poids apparent de l'objet de masse m et F_A la poussée d'Archimède.

Quelques consignes :

- Ne pas immerger la tige du dynamomètre.
- Éviter les contacts entre le solide et les parois de l'éprouvette.
- Lire les graduations en se référant au bas du ménisque.
- Prendre l'accélération gravitationnelle $g = 9,81 \text{ N/kg}$.

1. La profondeur d'immersion du corps

Dans cette expérience, on change la profondeur d'immersion en descendant la masse plus ou moins dans l'éprouvette. Les autres paramètres sont conservés : même objet (masse de cuivre $m = 160\text{g}$) et même liquide (l'eau). Dans cette expérience, choisir le dynamomètre convenable en faisant varier sa raideur.

Réinitialiser l'animation par un click sur "Reset" et ensuite sélectionner « poussée d'archimède » puis "Dynamomètre".

- Accrocher l'objet en cuivre de masse $m_{\text{Cu}} = 160\text{g}$ au dynamomètre. Noter l'indication du dynamomètre P (Poids de l'objet hors du liquide) .
- Choisir la glycérine comme liquide dans l'éprouvette.
- Immerger entièrement l'objet dans l'éprouvette graduée contenant le liquide jusqu'à une

profondeur h_1 (profondeur 1 de la masse) et lire le curseur du dynamomètre et noter l'indication relative à la profondeur 1. $F_1 = \dots\dots\dots$ (Unité)

- Déduire le poids apparent P_a et la poussée d'Archimède F_A (h_1).
- descendre l'objet dans l'éprouvette graduée jusqu'à une profondeur h_2 (profondeur 2) et lire le curseur du dynamomètre et noter l'indication relative à la profondeur 2.

$$F_2 = \dots\dots\dots \text{ (Unité)}$$

- Déduire le poids apparent P_a de l'objet et la poussée d'Archimède $F_A(h_2)$.
- Consigner vos résultats dans le tableau (9) suivant :

Liquide	Objet	Profondeur	P(N)	P_a (N)	$F_A(N)$
glycérine $\rho = 1,26 \text{ g/cm}^3$	Cuivre $m = 160\text{g}$	h_1			
		h_2			

- Que peut-on conclure ?

2. La densité de l'objet

Dans cette expérience, on fait varier le poids de l'objet, en conservant les autres paramètres : même volume de l'objet et même liquide (eau). Dans cette expérience, choisir le dynamomètre convenable en faisant varier sa raideur.

Prendre cette fois deux corps de même volume et de masses différentes (un en cuivre (Cu) et l'autre en aluminium (Al)). Soit $m_{Cu} = 200\text{g}$ la masse de l'objet en cuivre et $m_{Al} = 60\text{g}$ la masse de l'objet en aluminium.

- Accrocher l'objet en cuivre de masse $m_{Cu} = 200\text{g}$ au dynamomètre. Noter l'indication P_{Cu} du dynamomètre (l'objet étant hors du liquide).
- Accrocher maintenant l'objet en aluminium de masse $m_{Al} = 60\text{g}$ au dynamomètre (l'objet étant hors du liquide). Noter l'indication P_{Al} du dynamomètre.
- Choisir l'eau comme liquide dans l'éprouvette,
- Plonger l'objet en cuivre dans l'éprouvette, et noter l'indication du dynamomètre.

$$F_{Cu} = \dots\dots\dots \text{ (Unité)}$$

- Déduire le poids apparent $P_a(Cu)$ de l'objet en Cu et la poussée d'Archimède F_A (Cu).
- Immerger entièrement cette fois l'objet en aluminium dans l'éprouvette, et noter l'indication F_{Al} du dynamomètre. $F_{Al} = \dots\dots\dots$ (Unité)

- Déduire le poids apparent $P_a(Al)$ de l'objet en Al et la poussée d'Archimède $F_A(Al)$.
- Consigner vos résultats dans le tableau (11) suivant :

Liquide	Objet	m(g)	P(N)	P _a (N)	F _A (N)
eau $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$	Cuivre				
	Aluminium				

- Que peut-on conclure

3. Le volume d'immersion du corps

Dans cette expérience, On fait varier le volume de l'objet entièrement immergé dans le liquide, en conservant les autres paramètres : même poids de l'objet (deux objets de même masse cuivre et aluminium, ($m_{\text{Cu}} = m_{\text{Al}} = 60 \text{ g}$) même liquide (eau).

Dans ce cas utiliser les deux objets en Cu et en Al de même masse ($m_{\text{Cu}} = m_{\text{Al}} = 60 \text{ g}$) et de volumes différents. On désigne V_{Cu} le volume de la masse en cuivre et V_{Al} le volume de la masse en aluminium (On rappelle que $V_{\text{Cu}} < V_{\text{Al}}$). Dans cette partie utiliser le dynamomètre convenable en faisant varier sa raideur et choisir l'eau comme liquide dans l'éprouvette.

- Accrocher l'objet en cuivre de masse $m_{\text{Cu}} = 60 \text{ g}$ au dynamomètre. Noter l'indication P_{Cu} du dynamomètre (l'objet étant hors du liquide).
- Faire la même expérience pour l'objet en Aluminium de masse $m_{\text{Al}} = 60 \text{ g}$ et Noter l'indication P_{Al} du dynamomètre.
- Immerger entièrement la masse de cuivre dans l'eau, et noter l'indication $P_{\text{a}}(\text{Cu})$ du dynamomètre. $F_{\text{Cu}} = \dots\dots\dots$ (Unité)
- Déduire le poids apparent $P_{\text{a}}(\text{Cu})$ de l'objet en Cu et la poussée d'Archimède $F_{\text{A}}(\text{Cu})$.
- Immerger entièrement la masse d'Aluminium dans l'eau, et noter l'indication F_{Al} du dynamomètre. $F_{\text{Al}} = \dots\dots\dots$ (Unité)
- Déduire le poids apparent $P_{\text{a}}(\text{Al})$ de l'objet en Al et la poussée d'Archimède $F_{\text{A}}(\text{Al})$.
- Consigner vos résultats dans le tableau (10) suivant :

Liquide	Objet	V(cm ³)	P(N)	P _a (N)	F _A (N)
eau $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$	Cuivre				
	Aluminium				

- Que peut-on conclure ?

4. Masse volumique du liquide

Dans cette expérience, on change la nature du liquide d'immersion (3 liquides : l'eau ($\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ g/cm}^3$) ; la glycérine ($\rho_{\text{glycérine}} = 1,26 \text{ g/cm}^3$) ; le brome ($\rho_{\text{brome}} = 3,09 \text{ g/cm}^3$)), en conservant les autres paramètres : même objet de masse $m = 200\text{g}$. Dans cette expérience, choisir le dynamomètre convenable en faisant varier sa raideur.

- Accrocher l'objet en cuivre de masse $m = 200\text{g}$ au dynamomètre. Noter l'indication P du dynamomètre (l'objet étant hors du liquide).
- Dans un premier cas, choisir l'eau comme liquide dans l'éprouvette,
- Immerger entièrement la masse en cuivre dans l'eau ($\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ g/cm}^3$). Noter l'indication du dynamomètre. $F_{\text{Cu}}(\text{eau}) = \dots\dots\dots$ (Unité)
- Déduire le poids apparent $P_a(\text{Cu})$ de l'objet et la poussée d'Archimède F_A .
- Dans le second cas, choisir la glycérine comme liquide dans l'éprouvette,
- Immerger entièrement la masse en cuivre dans la glycérine ($\rho_{\text{glycérine}} = 1,26 \text{ g/cm}^3$). Noter l'indication du dynamomètre. $F_{\text{Cu}}(\text{glycérine}) = \dots\dots\dots$ (Unité)
- Déduire le poids apparent $P_a(\text{Cu})$ de l'objet et la poussée d'Archimède F_A .
- Dans le troisième cas, choisir brome comme liquide dans l'éprouvette,
- Immerger entièrement la masse en cuivre dans le brome ($\rho_{\text{brome}} = 3,09 \text{ g/cm}^3$).
- Noter l'indication du dynamomètre F . $F_{\text{Cu}}(\text{brome}) = \dots\dots\dots$ (Unité)
- Déduire le poids apparent $P_a(\text{Cu})$ de l'objet et la poussée d'Archimède F_A .
- Consigner vos résultats dans le tableau (12) suivant :

Objet	Liquide	$\rho(\text{g/cm}^3)$	$P(\text{N})$	$P_a(\text{N})$	$F_A(\text{N})$
Cuivre $m = 200\text{g}$	eau				
	glycérine				
	brome				

- Que peut-on conclure ?