Expression vectorielle de la poussée d'Archimède à partir d'expériences vécues.

Introduction

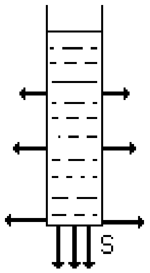
La mise en évidence de l'expression de la poussée d'Archimède passe généralement , dans le second cycle , par quelques expériences de pesée quand elle ne fait pas appel à la loi fondamentale de l'hydrostatique.
On trouvera dans ces quelques lignes une méthode élégante , non dénuée de rigueur , basée sur des formes de vases , une expérience de plongée et qui aboutit à une expression vectorielle générale.
Une application intéressante de la poussée d'Archimède se trouve développée dans un énoncé du sommaire de Physique

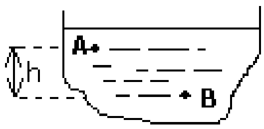
A-<u>Pression au sein d'un liquide :aspects qualitatifs</u>

Au cours d'une banale séance de plongée sous-marine,avec comme unique capteur notre tympan,il est facile de constater : a-l'existence de forces de pression au sein du liquide (sensation de douleur)
b-l'invariance de l'intensité de ces forces avec la forme et la profondeur du bassin d'évolution pour une profondeur donnée d'immersion
c-l'invariance de cette même intensité pour une inclinaison différente de la tête

B- <u>Relation fondamentale de l'hydrostatique</u>

Lorsque nous versons un liquide dans un récipient,nous trouvons naturel que son poids augmente d'une valeur égale au poids du liquide :les forces de pression du liquide sur les parois sont de simples forces de contact dont la somme est donc égale au poids du liquide.Ce résultat ne dépendant pas de la forme du récipient d'après le paragraphe précédent,considérons un vase cylindrique de hauteur h,contenant une masse m de liquide de masse volumique ρ





Par raison de symétrie les forces de pression s'exerçant sur les parois verticales s'annulent ; sur le fond horizontal s'exerce donc une force égale au poids total du liquide,m**g** , soit encore ρSh**g** (en caractères gras les grandeurs vectorielles).La pression P à cette profondeur a donc pour valeur :P=mg/S =h ρ g avec S la section du vase cylindrique,h la hauteur de liquide et ρ sa masse volumique.D'une manière générale,pour une différence de profondeur,h,de liquide la relation fondamentale de l'hydrostatique s'écrit : Pa-Pb= hρg

C- <u>Poussée d'Archimède</u>

1-Existence

Un corps immergé nous semble moins lourd : il n'échappe pas pour autant à la pesanteur ; c'est qu'il est donc soumis à une force supplémentaire ; cette force ne s'exerce pas latéralement comme il est facile de le constater : elle est dirigée verticalement vers le haut.Une étude expérimentale permettrait de déterminer la valeur de cette force nommée « poussée d'archimède ».
Il est facile d'interpréter sommairement l'existence de cette force par un ensemble de forces de pression globalement plus fortes sur le fond plus profond de l'objet immergé que sur sa partie supérieure.
La détermination <u>rigoureuse</u> suivante nous dispensera de toute étude expérimentale.
Nous avons établi que la somme des forces de pression exercées sur les parois d'un vase ne dépendaient pas de sa forme ;considérons donc l'évolution du vase 1 jusqu'à la forme 4 pour laquelle on peut dire que l'on a immergé un corps de volume Vs,une boule de verre par exemple si le vase initial est en verre.
Soit VL le volume de liquide : son poids est donc égal à ρ VL **g** et,comme dit plus haut,il est égal à la somme des forces de pression exercées sur toutes les parois,soit Σ **Fi** +Σ **Fext.** Σ **Fi** représente ainsi la poussée d'archimède ,**Fa** , s'exerçant sur le vase de verre immergé.Ainsi :ρ VL **g = Fa** +Σ **Fext.** Si nous supprimons alors la partie intérieure du vase en ramenant le niveau du liquide à sa valeur initiale (fig.5 et 6),la somme des forces de pression sur les parois du vase reste inchangée par rapport à la figure 1 puisque la profondeur du liquide(déterminante)n'a pas changé.Le volume a augmenté de la valeur égale au volume du vase immergé,Vs ;de même Σ **Fext** est resté invariant par rapport à la figure 4.Or Σ **Fext** représente le poids du liquide égal dans ce cas à ρ (VL +Vs) **g**
Par suite d'après ρ VL **g = Fa** +Σ **Fext** pouvons écrire : **Fa** = ρ VL **g** - Σ **Fext** = ρ VL **g** – (ρ (VL +Vs) **g**)
Soit : **Fa** = -ρVs**g**
Nous avons bien retrouvé **l'expression vectorielle** de la poussée d'archimède s'exerçant sur un corps de volume Vs immergé dans un liquide de masse volumique ρ ::**tout corps plongé dans un liquide subit de la part de ce liquide une poussée verticale,ascendante , numériquement égale au poids de volume de liquide déplacé.**
Cette poussée qui est une force répartie peut,comme dans le cas du poids d'un corps,être remplacée par une force unique appliquée au centre de gravité du solide immergé <u>transformé en liquide</u>,le centre de poussée.

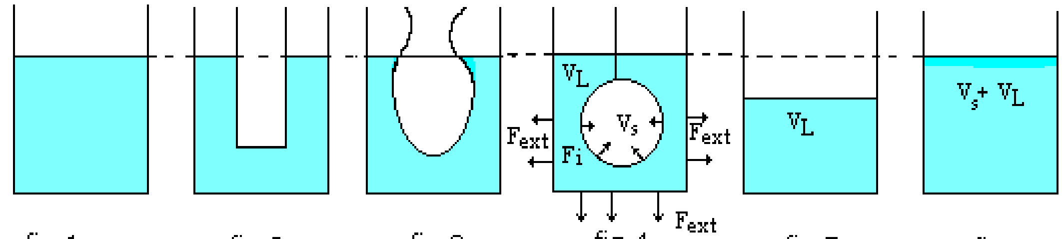


fig.1 fig.2 fig.3 fig.4 fig.5 fig.6