

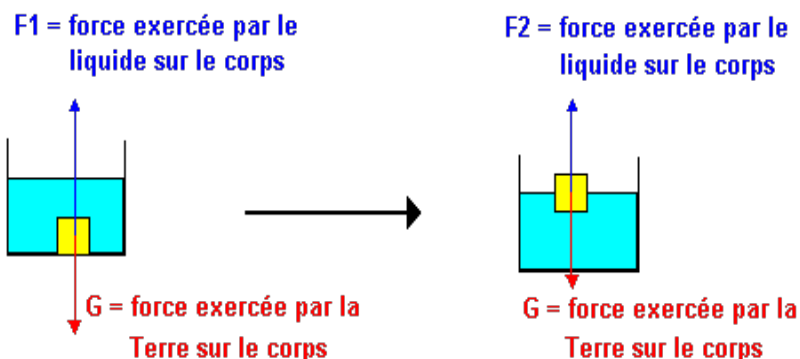
Travail personnelChapitre I : Le principe d'Archimède.A) Son Histoire : De qui s'agit-il ?

Archimède est un savant grec qui vécut à Syracuse (Sicile) de 287 av. J.-C. à 212 av. J.-C. Il est connu pour ses multiples travaux scientifiques, théoriques ou pratiques, que ce soit en mathématique ou en physique. Parmi ces derniers, son Traité des corps flottants jette les bases de ce qui sera plus tard la science nommée hydrostatique. C'est notamment dans cet ouvrage qu'il étudie avec rigueur l'immersion d'un corps, solide ou fluide, dans un fluide de densité inférieure, égale ou supérieure. Le théorème qui portera plus tard le nom du savant y est ainsi énoncé (ce théorème fut ensuite démontré au XVI^e siècle).

B) La poussée d'Archimède : Un peu de physique.

Notion d'Archimède : Tout solide plongé dans un liquide subit de la part de celui-ci, une poussée verticale dirigée de bas en haut, est égale au poids du volume du liquide déplacé. Donc, cette force de poussée verticale est variable en fonction du **volume immergé** dit (V_i) du corps, de la masse volumique (ρ) du fluide etc. ...**On parle alors d'équilibre hydrostatique.**

Rappels : Tout corps plongé dans un fluide (liquide ou gaz) a un poids apparent plus faible que son **poids réel G**, c'est-à-dire la force exercée par notre planète sur ce corps.

Expérience : Que constate-t-on ?

La force **F1**, lorsque ce corps est immergé, a une intensité plus élevée que la force **G** exercée sur le corps par la Terre: il monte jusqu'au moment où ces deux forces ont la même intensité, elles s'annulent ($F2 = G$) et le corps flotte. A noter que la force **G** peut avoir une intensité plus élevée que **F1**, le corps ne monte pas, il a seulement un poids apparent plus faible que son poids réel **G**.

F1&2: Force verticale (apesanteur /impesanteur) G : La force de pesanteur

Il existe donc une **force exercée par le fluide** qui pousse ce corps vers le haut, c'est cette force qui est appelée poussée d'Archimède et est notée F_A (une poussée est une force, pas une pression).

En récapitulatif :

NB : Si le poids du corps est noté G et si son **poids apparent** est noté G_{app} , nous avons la formule:

Pour F1

$$G_{app} = G - F_A$$

Ou

Pour F2

$$F_A = G - G_{app}$$

Si le corps flotte ou est en équilibre dans un fluide, son **poids apparent** G_{app} est nul et nous obtenons la formule:

$$\text{Corps flottant: } F_A = G$$

C) Son principe :

- A savoir que la poussée d'Archimède **varie** en fonction **du volume immergé (V_i)** du corps, de la **masse volumique (ρ)** exprimée en kg / m^3 du fluide,...
- La poussée d'Archimède ne **varie pas** avec la **profondeur (h)** d'immersion lorsque le corps est totalement immergé, ce qui est étonnant (la pression n'est donc pas un facteur significatif de la poussée d'Archimède),...

Formule:

$$F_A = \rho_{\text{fluide}} \cdot V_i \cdot g$$

$$F_A = G - G_{app}$$

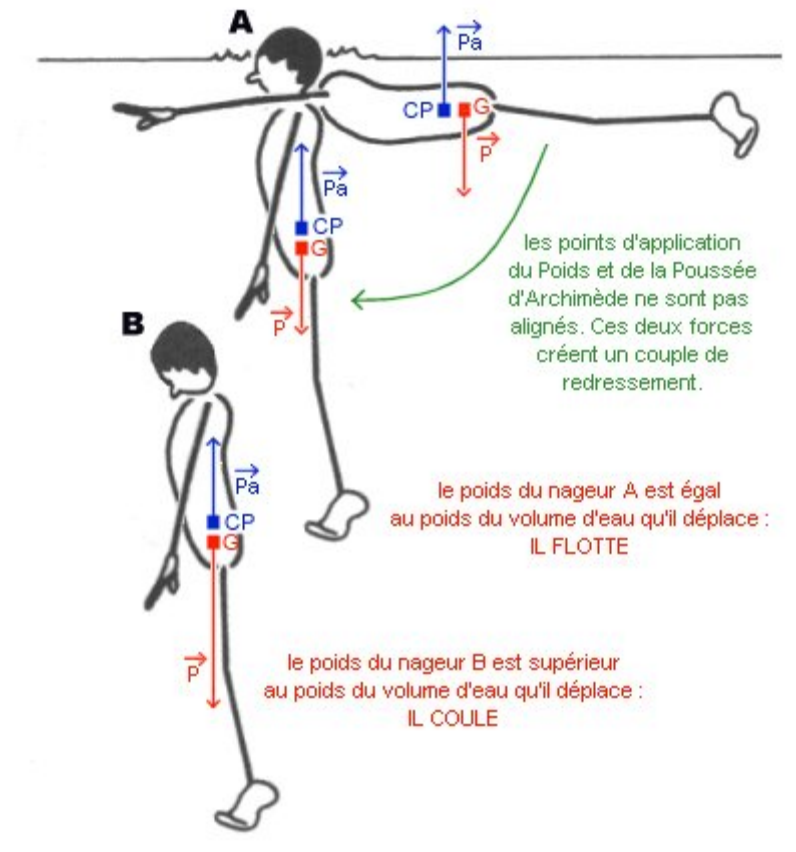
Légende des symboles et leur [unité SI] (Système International):

- F_A → poussée (ou force) d'Archimède en [N](newton)
- ρ_{fluide} → masse volumique du fluide en [kg/m^3]
- V_i → volume immergé du corps en [m^3]
- g → gravité en [N/kg] (ou accélération de la pesanteur en [m/s^2])
- G → poids du corps en [N]
- G_{app} → poids apparent du corps en [N]

Pour conclure, l'hydrostatique est une notion fondamentale d'équilibre statique en milieu aquatique, car cet équilibre est dépendant de différentes forces qui vont s'exercer sur le corps grâce à la force de la direction, du sens, de l'intensité, et du point d'application.

C) Exemple en caractéristique de natation :

Schéma :



Remarque : Le point où toutes les forces génèrent l'effort de poussée, est appelé le Centre de Poussée. Il correspond au centre de gravité du fluide déplacé. La constitution du corps humain est hétérogène : son centre de gravité n'est pas confondu avec le centre de poussée.

Chapitre II : Les résistances aquatiques en natation.

A) Les contraintes spécifiques au milieu aquatique :

La résistance à l'avancement : Tout corps qui se déplace dans l'eau subit une force opposée à son déplacement. Cette force frénatrice (frein) est **appelée résistance à l'avancement**.

Elle se décompose en plusieurs éléments distincts :

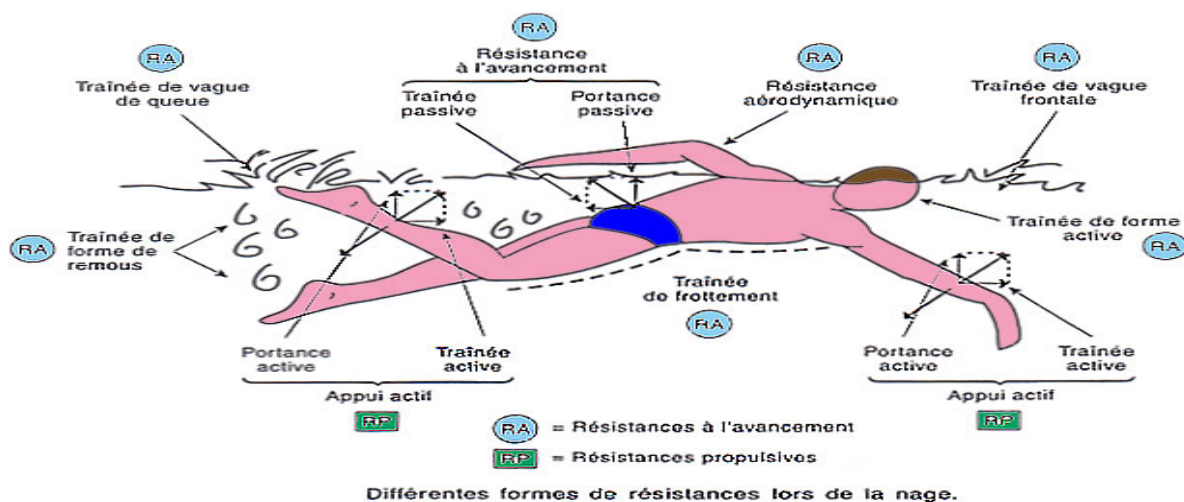
1. La résistance de traînée : elle est, à la fois, liée à la morphologie du nageur, à la forme de son corps au cours de son déplacement et sa vitesse.
Cette force a deux composantes :

a) La résistance frontale : cette composante est liée à la résistance de forme qui s'exerce à l'avant du corps du nageur. Cette résistance tend à diminuer plus l'avant du corps adopte une position profilée : les bras serrés et allongés en avant, la tête dans l'axe du corps.

b) La résistance de remous ou de queue /turbulence : cette composante est liée à la résistance de forme qui s'exerce à l'arrière du corps du nageur. Elle est à l'origine d'une dépression qui exerce un effet d'aspiration derrière le nageur. Cette résistance tend à diminuer plus l'arrière du corps adopte une position profilée : le corps gainé, les jambes et les pieds tendus.

2. La résistance de vague : elle est liée aux mouvements réalisés à la surface de l'eau. Ces derniers sont à l'origine de la création d'une vague en avant du corps et d'un creux à l'arrière. Ainsi, en avançant à la surface, le nageur crée une pente liquide composée d'une zone de haute pression à l'avant et d'une zone de dépression à l'arrière qu'il doit surmonter.

3. La résistance de frottement : elle est liée aux propriétés d'écoulement de l'eau de la surface du corps. Ce qui explique pourquoi les nageurs de haut niveau s'épilent intégralement le corps ou utilise des combinaisons sensées améliorer jusqu'à 30% l'écoulement de l'eau le long du corps.



Remarque : D'après de nombreuses études, les forces de résistance sont :

- La résistance frontale
- La résistance de frottements
- La résistance de remous

Exemple en natation : Lorsque le corps se met en mouvement dans l'axe horizontal, les données se compliquent avec l'apparition de force de résistance et de propulsion.

On parle donc d'hydrodynamique.

B) L'hydrodynamique : (la dynamique des fluides)

C'est une partie de la mécanique qui étudie la circulation des fluides, l'énergie et la pression des fluides.

Par ailleurs, la résolution d'un problème de dynamique des fluides demande normalement de calculer diverses propriétés des fluides comme par exemple la vitesse, la viscosité, la densité, la pression et la température en tant que fonctions de l'espace et du temps.

C) Les problèmes fondamentaux liés à la résistance de l'eau :

Glisser, c'est diminuer les résistances à l'avancement au niveau des segments non propulsifs comme :

- La résistance de forme
- La résistance de vague
- La résistance de frottement

Résistance de forme et résistance de frottement :

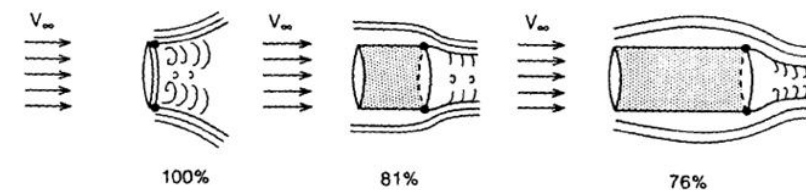
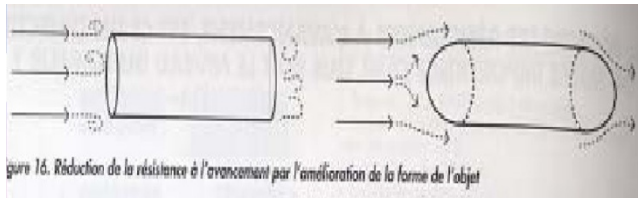
Lorsqu'un fluide passe au-delà d'un obstacle, les particules composantes ce fluide devient leur trajet initial.

Plus cette déviation est importante, plus les résistances sont grandes.

Résistance de forme :

Elle dépend de la géométrie de l'objet au niveau de sa forme (morphologie du corps humain en natation) et de sa longueur comme le montrent les schémas ci-dessous, puis de son orientation en surface perpendiculaire à l'axe de déplacement qui est le « **Maître Couple** ».

En natation, elle dépend du profil hydrodynamique du nageur. On le voit par exemple dans les coulées : une position mains jointes devant permet de réduire les résistances et d'aller plus loin. Ceci explique aussi l'avantage des nageurs de grande taille, leur corps plus allongé présente une résistance de forme plus faible comme le montre la figure suivante.



Conseil préconisé :

Nager vite, c'est gérer la contradiction entre l'amélioration de l'efficacité propulsive et la diminution de résistance de l'avancement au cours de la même action.

D) Le maître-couple :

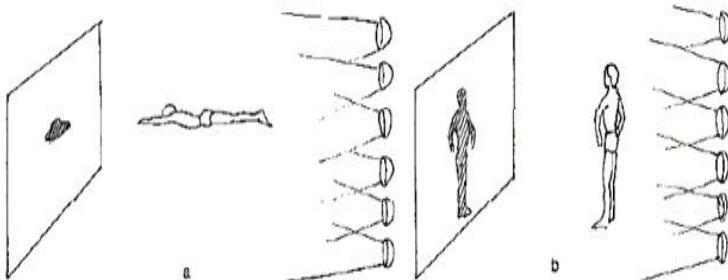
Définition :

C'est la surface orthogonale de projection du corps sur un plan perpendiculaire à son axe de déplacement (à la manière de l'ombre portée sur un écran vertical par un projecteur placé derrière le nageur).

Plus la surface du maître-couple est importante, plus la résistance à l'avancement croît (en fonction du diamètre ou de la section du tube imaginaire, à l'intérieur duquel glisse le nageur, est plus grand).

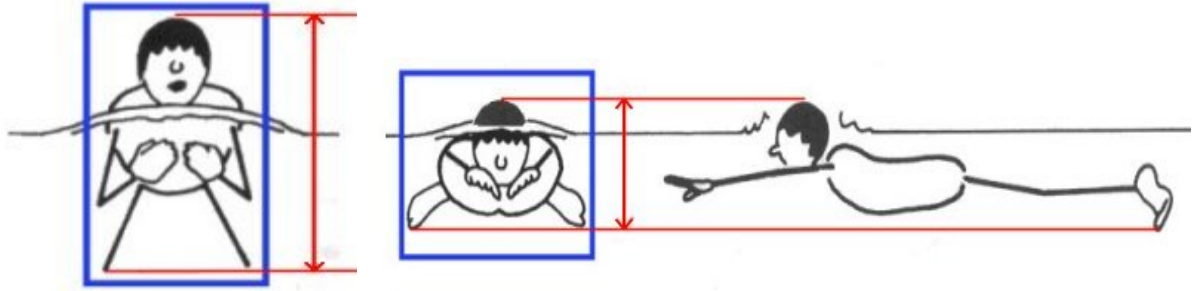
Schéma1 :

Voici comment réduire son maître-couple :



Remarque : On constate que le maître couple représente la surface de projection orthogonale du corps par rapport au déplacement sur un plan vertical. Par exemple, un nageur non expert qui relève la tête pendant une coulée offre plus de résistance à l'avancement donc augmente la surface du maître couple; comme pour un nageur qui a un battement de jambes trop ample. Le maître couple sert à aligner horizontalement les segments corporels responsables de l'évolution de la vitesse.

Schéma2 :



Conseil préconisé :

Pour la diminuer, il faut donc tout d'abord penser à sa position dans l'eau et essayer d'être le plus horizontal possible dans toutes les nages. La position de la tête, le gainage, la respiration vont avoir une grande incidence sur cette position.

Pour limiter cette résistance, il faut :

- être bien profilé dans les coulées
- être toujours le plus allongé possible en essayant de se grandir en permanence.
- avoir une bonne coordination en évitant par exemple d'ouvrir les bras en brasse tant que les jambes n'ont pas fini leurs mouvements

source: “ <http://www.proftnj.com/physique.htm>
<http://www.proftnj.com/archipri.htm#Quels#ixzz1jcAAIPQJ> “
<http://www.natationpourtous.com/technique/physique-nage.php>
http://www.staps.uhp-nancy.fr/foad_natation/natadico.htm
http://www.staps.uhp-nancy.fr/foad_natation/introduction.htm
<http://combi-natation-tpe.e-monsite.com/pages/revolution/la-physique-de-la-lzr-racer.html>
[http://mrdalshim.free.fr/pages_web\(.htm\)/staps_deug_1/v1.11/uf3.htm](http://mrdalshim.free.fr/pages_web(.htm)/staps_deug_1/v1.11/uf3.htm)
http://staps.univ-lille2.fr/fileadmin/user_upload/ressources_peda/Licence/Licence_1-4/natation4_potdevin.pdf