

**Ecole supérieure des sciences et techniques
de santé de Sousse**

Section : Physiothérapie

2^{ème} année Physiothérapie

Certificat Hydrothérapie

**PRINCIPES DE L'EQUILIBRE ET DE LA
MOTRICITE HUMAINE DANS LES
MILIEUX AQUATIQUES**

Dr.Sadok Gahbiche

Année universitaire 2009-2010

PRINCIPES DE L'EQUILIBRE ET DE LA MOTRICITE HUMAINE DANS LES MILIEUX AQUATIQUES

PLAN

I - INTRODUCTION

II - BASES MECANIQUES

A – Mécanique Statique

1 - Flottabilité

2 – Equilibre aquatique

B – Mécanique Dynamique

1 – Généralités

2 - Equilibration aquatique

III – LES BASES ORGANIQUES DE LA MOTRICITE

A- Les bases musculaires et articulaires

B- Les bases respiratoires

C- Les bases neurologiques

PRINCIPES DE L'EQUILIBRE ET DE LA MOTRICITE HUMAINE DANS LES MILIEUX AQUATIQUES

I - INTRODUCTION

L'équilibre de l'homme dans un milieu aquatique est régi par le concours de certaines forces imposées par le fluide et dépendante de la gravité ainsi que les réactions que développera l'être humain lui-même découlant du principe d'Archimède

Quant à la motricité humaine en milieu aquatique, elle sera fonction de l'interaction entre force de résistance et forces propulsives

II - BASES MECANIQUES

A – Mécanique Statique

1 - Flottabilité

Dans un liquide, les corps sont soumis à la [poussée d'Archimède](#). Les corps ont une **flottabilité** différente selon leur [masse volumique](#).

Poussée d'Archimède : Tout corps plongé dans un fluide au repos, entièrement mouillé par celui-ci ou traversant sa surface libre, subit une force verticale, dirigée de bas en haut et égale au poids du volume de fluide déplacé"

Afin d'analyser les principes de flottaisons du corps dans l'eau, il semble utile de rappeler quelques informations théoriques, tout corps solide, liquide ou gazeux a une masse m caractéristique de la quantité de matière qu'il contient et un poids P_g proportionnel à la masse, tel que $P_g = mg$.

P_g est une force de pesanteur, cette force s'exerce du haut vers le bas. (Donc à l'inverse de la poussée d'Archimède).

Sur terre (donc appui solide), **la force de pesanteur**, s'exerce sur le centre de gravité G . Nous disons donc que nous sommes en équilibre, lorsque le centre de gravité se projette à l'intérieur de la base de sustentation. Alors que dans l'eau (ou autre milieu liquide) une autre force intervient, la **poussée d'Archimède**. Cette force de poussée a un sens inverse à celle de la pesanteur. Celle-ci s'applique au centre géométrique du volume de liquide déplacé encore appelé centre de poussée.

RECAP

Forces : pesanteur, poussée d'Archimède = flottabilité.

La flottabilité va dépendre de la densité

Densité : 1N/dm^3 (eau)

Un corps flotte : densité corporelle < 1

densité eau

Densité os : $1,8\text{N/dm}^3$

Densité muscle : $1,05\text{N/dm}^3$

Densité graisse : $0,95\text{N/dm}^3$

La densité a un effet sur la capacité à flotter.

En moyenne, les femmes flottent mieux que les hommes (15% de MG pour l'homme, contre 23% pour les femmes)

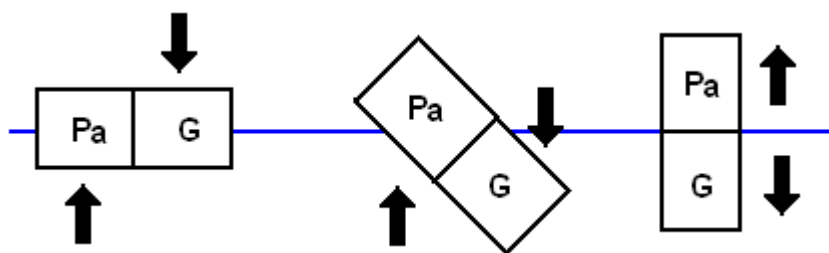
La capacité pulmonaire a un rôle dans la capacité à flotter. Plus le volume d'air est important, plus on flotte.

Le nageur a une flottabilité importante quand le volume du corps émergé diminue.

Il faut rechercher l'immersion de la tête, extension du corps et relâchement musculaire.

Flotte-t-on mieux à l'horizontale ?

On passe de l'horizontale, à l'a verticale grâce au " couple de force ". La pesanteur s'applique au centre de gravité. Poussée d'Archimède s'applique au centre de poussée. C'est le **couple de redressement**.



poussée d'Archimède = $p \cdot v \cdot g$

p = masse volumique du corps immergé

v = volume du fluide déplacé

g = constante de gravité

La flottabilité est la poussée verticale, dirigée de bas en haut, qu'un fluide exerce sur un objet immergé. Le fluide peut aussi bien être un gaz qu'un liquide. La flottabilité agit toujours dans la direction opposée à la gravité.

Selon le rapport entre le Poids réel (P_r) et la poussée d'Archimède (P_a), on distingue:

- corps de flottabilité positive: l'objet remonte ($P_r < P_a$)
- corps de flottabilité négative: l'objet coule ($P_r > P_a$)
- corps de flottabilité nulle: l'objet flotte entre deux eaux ($P_r = P_a$)

2 – Equilibre aquatique

L'équilibre aquatique correspond à l'état de repos du corps d'un sujet soumis aux forces de pesanteur équilibrées par celle de la poussée d'Archimède. Nous trouvons ici le caractère statique de l'équilibre. Le caractère dynamique de cet équilibre sera nommé plus loin "Equilibration".

Nous savons que l'équilibre aquatique à une position verticale dans l'eau. Et nous savons aussi que l'équilibration aquatique exige une horizontalité du corps.

Notre corps dans l'eau est soumis au couple de redressement. Ce couple de redressement est mis en action lorsque le corps ou l'objet est dissymétrique ou hétérogène. Il a pour effet de mettre en alignement vertical des centres de poussé et de gravité.

L'importance de la tête dans l'équilibre aquatique.

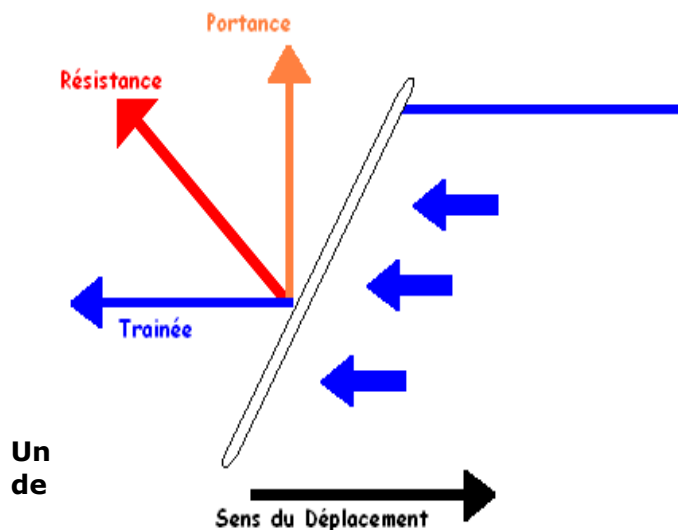
Une des premières actions pour s'équilibrer horizontalement est la bascule de la tête afin d'aligner à l'horizontal les segments corporels. D'autre part le fait d'immerger la tête va rééquilibrer le corps afin de garder l'alignement horizontal. A l'inverse le redressement de la tête va accélérer le processus du couple de redressement vertical.

Autres facteurs de l'équilibration aquatique.

La tonicité de l'ensemble des segments dans l'eau joue un rôle majeur sur le couple de redressement. D'autre part toutes les parties du corps laissées hors de la surface de l'eau ne seront plus soumises à la poussée d'Archimède, ce qui accroît la force de pesanteur sur ces segments.

B – Mécanique Dynamique

1 – Généralités



Les résistances qui freinent le nageur sont liées à 3 facteurs :

- La vitesse de déplacement
- Surface opposée à l'avancement
- Forme qu'il représente dans l'eau

Un nageur tiré dans l'eau se rapproche l'horizontale

$$R = kSV^2$$

S : surface du maître couple : c'est la projection sur un plan perpendiculaire à l'axe de déplacement de tous les points du nageur immergé.

K : coefficient de forme (hydrodynamisme)

V : vitesse. La résistance est proportionnelle à la V^2

Un nageur en mouvement est soumis à des forces de 2 catégories différentes :

- Les forces propulsives
- Les forces de résistance

Les forces de résistance

- Elles sont de 3 types :
 - Résistances ou traînées de forme, dues à tous les mouvements verticaux et latéraux du nageur. (résistance frontale, aspiration de queue)
 - Résistances ou traînées de vague, elle freine le nageur
 - Résistances de frottement, dues à la forme du nageur, c'est le contact de la peau avec le corps.

Les forces propulsives (appuis)

Force de portance et traînée active, on augmente S et k

Il faut sortir les bras le plus loin et perpendiculaire du corps.

Les principes d'efficacité motrice :

- **Grandeur des surfaces propulsives : plus elles sont importantes, plus je vais vite (mains et avant-bras)**
- **Orientation des surfaces propulsives : comment utilise-t-on l'eau pour avancer ? Principe de Bernouilli, système de l'aile d'avion. La main prend un point fixe et appuie dessus pendant toute la poussée, c'est l'écoulement de l'eau qui provoque une force.**
- **Longueur du trajet des SP**
- **Profondeur des SP (plus l'eau est profonde, plus l'écoulement est bon)**
- **Forme du trajet des SP (trajet en S en Crawl) forme axé sur centre du corps**
- **Accélération progressive du mouvement**
- **Continuité des actions propulsives (entretien du mouvement)**

2 - Equilibration aquatique

L'équilibration est la notion dynamique de l'équilibre c'est le fait de maintenir à tout moment son équilibre. Cette fonction a plusieurs buts, comme par exemple la récupération d'un équilibre détruit. Du fait de l'absence de points d'appuis fixes et du caractère déformable du corps dans l'eau. Les premiers mécanismes d'équilibration seront d'abord lié au maintien du positionnement horizontal du corps dans l'eau, mais aussi de la récupération des déséquilibres dus aux mouvements de nage: il s'agit alors de l'équilibration dynamique.

1 – Facteurs de déséquilibre

- Prise d'inspiration en cas de nage ventrale et de relevé de la tête
- Prise d'informations visuelles
- La propertion :cad la vitesse dans l'eau.Plus on se déplace dans l'eau,mieux est l'équilibre.

2 – Facteurs de rééquilibre

- Mouvement actif de la tête pour rétablir l'équilibre lors de l'inspiration
- Prise d'information brève et efficace
- Bonne propertion

III – LES BASES ORGANIQUES DE LA MOTRICITE

A- Les bases musculaires et articulaires

Les différentes articulations du membre supérieur (épaule, coude, poignet) permettent d'orienter la main sous tous les plans. On utilise en priorité les bras (sauf brasse).

Le fait de nager avec les bras permet une consommation énergétique beaucoup moins supérieure.

B- Les bases respiratoires

Inspiration

L'équilibre normal en natation est visage bloqué entre bras, dès que l'on sort la tête de l'eau, on augmente les résistances.

Elle doit être brève, on inspire par la bouche

Elle est placée en fin d'action propulsive

Expiration

Elle est longue puis devient explosive. Elle est complète et active.

C- Les bases neurologiques

Un débutant a des réflexes de terrien, nécessitant une adaptation au milieu aquatique. Etre nageur c'est résoudre le triple problème d'un nouvel équilibre, d'une nouvelle respiration, une nouvelle propulsion impliquant des prises d'information nouvelle.

	Terrien	Nageur
Equilibre	<ul style="list-style-type: none">• Equilibre Vertical• Pesanteur• Jambes Moteurs, Bras Equilibrateurs• Regard Horizontal	<ul style="list-style-type: none">• Equilibre Horizontal• Pesanteur + Poussée d'Archimède• Bras moteurs et jambes équilibratrices• Regard vertical
Respiration	<ul style="list-style-type: none">• Temps Inspiration = Temps Expiration• Respiration Innée• Respiration Aisée	<ul style="list-style-type: none">• Temps Expiration > Temps Inspiration• Respiration Forcée (soumise à apprentissage)• Resistance de l'eau (expiration difficile)

<p>Propulsion</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jambes • Résistance à l'avancement négligeable • Action-Réaction, le sol n'oblige pas à une organisation motrice pour trouver l'appui solide 	<ul style="list-style-type: none"> • Bras • Résistance Forte ($R=kSV^2$) • Action-Réaction, il faut s'organiser pour trouver un appui solide, chercher l'appui en profondeur, orientation de la main, utiliser tout le bras et accélérer le mouvement • Principe de Bernouilli
--------------------------	--	---