

1. L'ÉLÈVE PEUT-IL AMÉLIORER SA FLOTTABILITÉ OU EST-ELLE TOTALEMENT DÉTERMINÉE PAR SES CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES ?

Résumé

Un élève normalement constitué doit accepter de conserver une grande partie de son corps immergée pour bien flotter. Les caractéristiques personnelles, notamment morphologiques (poids, densité des os, des muscles...), différencient chaque individu. Certains flottent mieux que d'autres. Mais en soufflant dans l'eau de manière importante, tout le monde coule ! Il faut donc adopter un comportement particulier pour bien flotter. Immerger une vaste partie du corps et conserver un grand volume d'air en inspiration sont parmi les premières règles à respecter.

Si un nageur a une flottabilité médiocre, il a peu de chances de devenir un spécialiste du dos crawlé ou du demi-fond. Mais la natation de performance ne lui est pas interdite pour autant.

LE CORPS HUMAIN FLOTTE-T-IL NATURELLEMENT ? ⁽⁶⁵⁾

La flottabilité du corps humain est déterminée par les densités relatives du milieu et du sujet.

On flotte mieux dans l'eau salée (densité de 1,025 à 15°) que dans l'eau douce (de 0,997 à 25°). La valeur de 1,0 Newton ⁽⁶⁶⁾ par dm³ (N/dm³) est atteinte par l'eau douce à 4°. La densité du corps humain correspond au rapport de son poids à son volume. Ainsi, plus les masses osseuses et musculaires d'un individu sont

importantes et plus sa capacité inspiratoire est faible, moins il flotte.

La plupart des individus flottent en inspiration forcée. Mais leurs caractéristiques anthropométriques déterminent une capacité à flotter plus ou moins bien.

Le niveau de flottabilité dépend de la répartition de la masse osseuse (densité = 1,8 N/dm³), de sa masse musculaire (d. = 1,05) et de sa masse grasse (d. = 0,95). Les femmes, qui ont un pourcentage de graisse moyen de 23 %, flottent mieux que les hommes dont le pourcentage de graisse se situe autour de 15 %.

La flottabilité verticale des élèves peut être évaluée par un test de terrain très simple. Le sujet réalise une apnée inspiratoire (blocage respiratoire après une inspiration forcée) et se laisse flotter, le corps immobile et tonique,

Figure 1. Forces de pesanteur et poussée d'Archimède

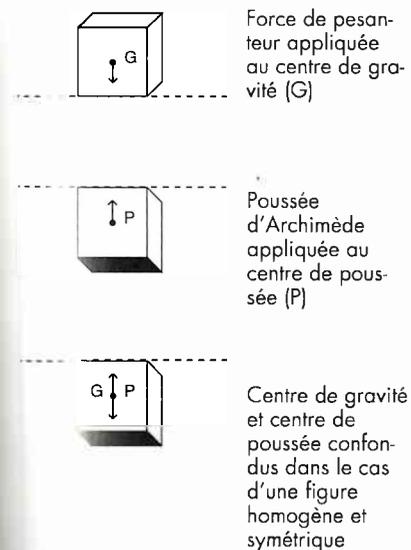
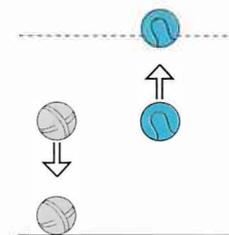


Figure 2. Cas opposés de la boule de pétanque qui coule et de la balle de tennis qui flotte



⁶⁵ Qu'est-ce qui fait qu'un objet flotte ?

Tout corps a un poids proportionnel à sa masse et est donc soumis à une force de pesanteur de direction verticale s'exerçant de haut en bas et s'appliquant au centre de gravité. Dans un milieu liquide, tout corps immergé est soumis à la poussée d'Archimède orientée verticalement du bas vers le haut, s'appliquant au centre géométrique du volume immergé et égale à la force de pesanteur des masses de liquide déplacées par ce corps (cf. figure 1).

Une balle de tennis flotte, à la différence d'une balle de pétanque. Si on accepte que leurs volumes sont identiques (environ 180 cm³, c'est-à-dire 7 cm de diamètre), ces deux sphères peuvent être soumises à la poussée d'Archimède (égale à 180 grammes-force). La boule de pétanque pèse 700 g : elle coule parce que la force de pesanteur est supérieure à la force de poussée d'Archimède. La balle de tennis flotte car elle ne pèse que 58 g (cf. figure 2).

⁶⁶ Le Newton est une unité de force qui se calcule en kg/m/s².

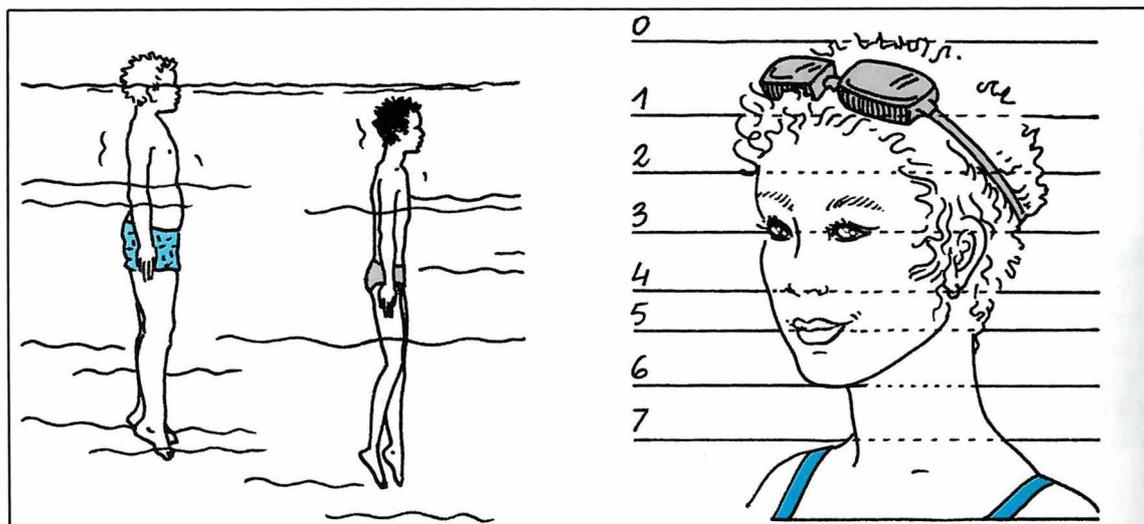


Figure 3. Test de flottaison verticale en correspondance avec les niveaux observables (d'après Cazorla, 1993)

les mains sur les cuisses et le regard horizontal. Un autre élève l'aide à limiter les mouvements de son corps pour obtenir une stabilité. En 1993, Cazorla a présenté des niveaux de flottaison de 0 à 7 (cf. figure 3).

En expiration forcée, tous les individus coulent. Lorsqu'on réduit le volume corporel en expirant le rapport favorable pesanteur/poussée d'Archimède s'inverse (cf. figure 4).

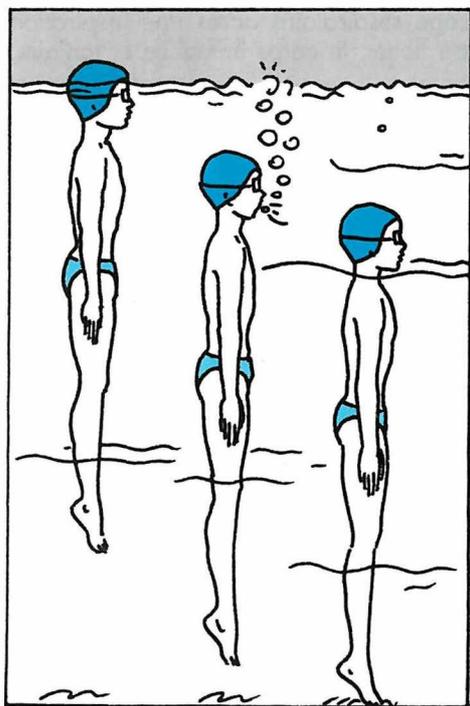


Figure 4. Lors de l'expiration forcée, tous les individus coulent.

PEUT-ON CONTRIBUER ACTIVEMENT À UNE MEILLEURE FLOTTABILITÉ ?

Pour bien flotter, il faut avoir un volume corporel le plus grand possible, et donc être en inspiration forcée. Il est ainsi illogique, durant une coulée ventrale, de donner une consigne expiratoire à un élève qui éprouve des problèmes de flottabilité.

La pesanteur est constante quel que soit le niveau d'immersion du corps dans l'eau, mais la poussée d'Archimède dépend du volume immergé. Ainsi, plus on veut flotter et plus on doit s'immerger pour que le corps soit soumis à la plus grande poussée d'Archimède possible. Un non-nageur en difficulté qui lève les bras hors de l'eau agit à l'inverse de ce qu'il faudrait faire pour avoir la tête émergée (cf. figure 5).

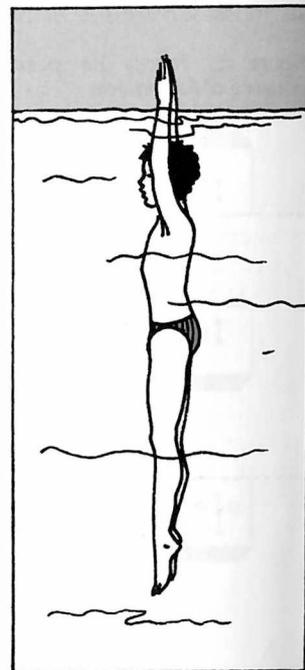


Figure 5. En équilibre vertical, le volume corporel émergé est individuel mais constant.

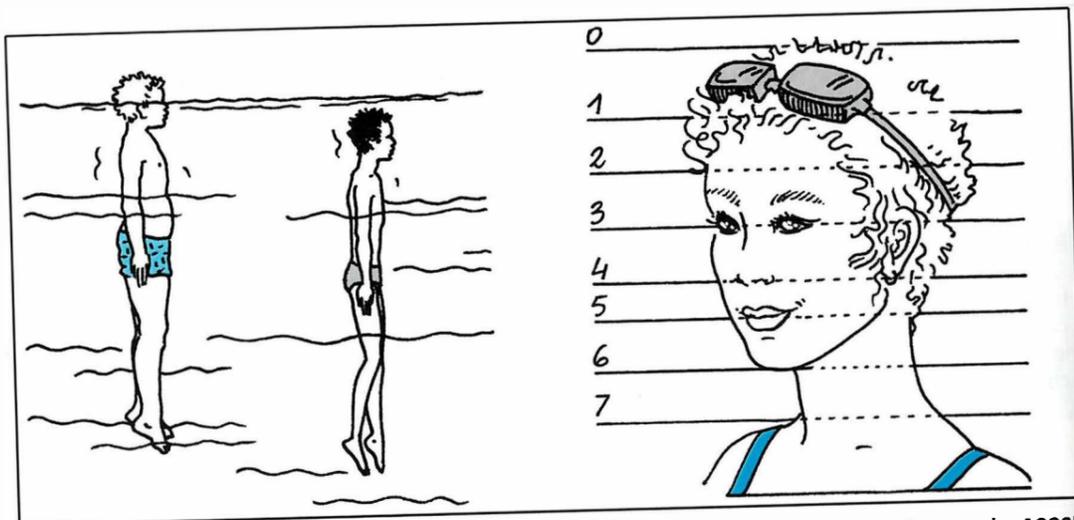


Figure 3. Test de flottaison verticale en correspondance avec les niveaux observables (d'après Cazorla, 1993)

les mains sur les cuisses et le regard horizontal. Un autre élève l'aide à limiter les mouvements de son corps pour obtenir une stabilité. En 1993, Cazorla a présenté des niveaux de flottaison de 0 à 7 (cf. figure 3).

En expiration forcée, tous les individus coulent. Lorsqu'on réduit le volume corporel en expirant le rapport favorable pesanteur/poussée d'Archimède s'inverse (cf. figure 4).

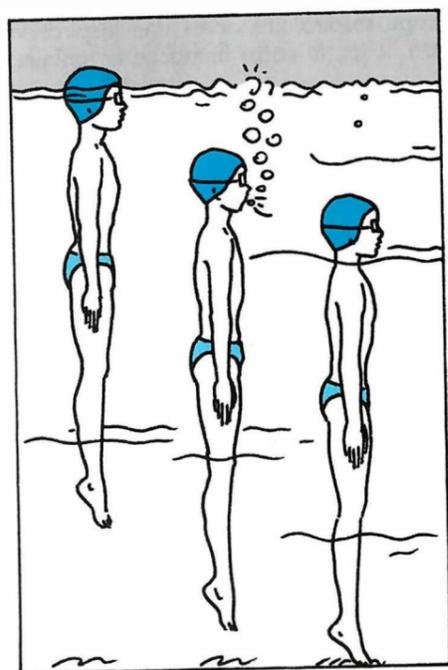


Figure 4. Lors de l'expiration forcée, tous les individus coulent.

PEUT-ON CONTRIBUER ACTIVEMENT À UNE MEILLEURE FLOTTABILITÉ ?

Pour bien flotter, il faut avoir un volume corporel le plus grand possible, et donc être en inspiration forcée. Il est ainsi illogique, durant une coulée ventrale, de donner une consigne expiratoire à un élève qui éprouve des problèmes de flottabilité.

La pesanteur est constante quel que soit le niveau d'immersion du corps dans l'eau, mais la poussée d'Archimède dépend du volume immergé. Ainsi, plus on veut flotter et plus on doit s'immerger pour que le corps soit soumis à la plus grande poussée d'Archimède possible. Un non-nageur en difficulté qui lève les bras hors de l'eau agit à l'inverse de ce qu'il faudrait faire pour avoir la tête émergée (cf. figure 5).

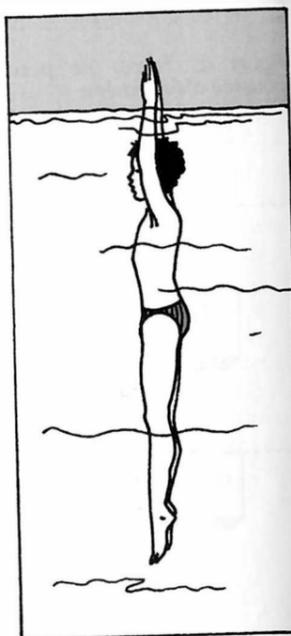


Figure 5. En équilibre vertical, le volume corporel émergé est individuel mais constant.

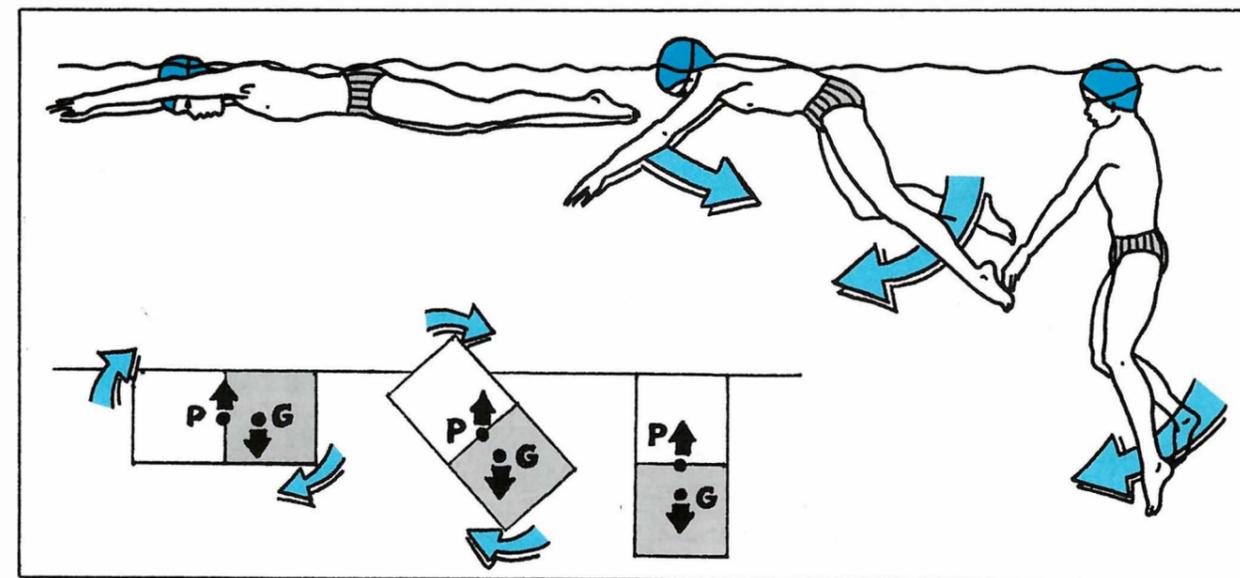


Figure 6. Représentation de la « verticalisation » liée au couple de redressement, d'après Chollet, 1997

LE CORPS HUMAIN FLOTTE-T-IL MIEUX À L'HORIZONTALE ?

Une fausse représentation laisse imaginer qu'on flotte mieux horizontalement.

En effet, en situation statique, le corps humain « se verticalise » naturellement. Si on met artificiellement un corps à l'horizontale, bras le long du corps, il revient à une position verticale naturelle : les points d'application des forces de pesanteur et de poussée d'Archimède sont alignés sur la verticale. Le corps est ainsi soumis à un couple de redressement (cf. figure 6).

Ce couple de redressement est en relation avec l'hétérogénéité du corps humain. Rappelons que, d'après Reischle (1988), la tête représente 7 % du poids total du corps, le tronc 43 %, les membres supérieurs 12 % (bras : 6 %, avant-bras : 4 %, mains : 2 %) et les membres inférieurs 38 % (cuisses : 24 %, jambes : 10 %, pieds : 4 %).

Un test de terrain simple (cf. figure 7) permet d'évaluer ce couple de redressement. Il consiste à s'immobiliser sur le dos, corps tonique à l'horizontale, bras le long des cuisses, avec l'aide d'un partenaire qui tient les pieds à la surface de l'eau. Au signal et après blocage de la respiration en inspiration forcée, l'aide lâche le sujet. On chronomètre la durée nécessaire au corps pour retrouver une position verticale. Cazorla (1993) définit les valeurs les plus faibles autour de 3 s, 8 s pour les moyennes et 20 s pour les meilleures.

FAUT-IL S'ALIGNER POUR MIEUX S'ÉQUILIBRER ?

Pour être en équilibre aquatique, la tête doit se fléchir afin d'aligner à l'horizontale les segments corporels. Il faut être tonique pour solidariser l'ensemble des segments. Toute partie laissée hors de l'eau sera soumise à la force de pesanteur, mais ne sera plus directement soumise à la poussée d'Archimède. Il est possible de rechercher un meilleur équilibre en plaçant les bras dans le prolongement du corps. Ceci permettra de mieux répartir les masses les plus denses par rapport aux masses les moins denses.

Par contre, un corps tracté « s'horizontalise » (« effet ski nautique ») du fait de la résultante dynamique des forces de traction.

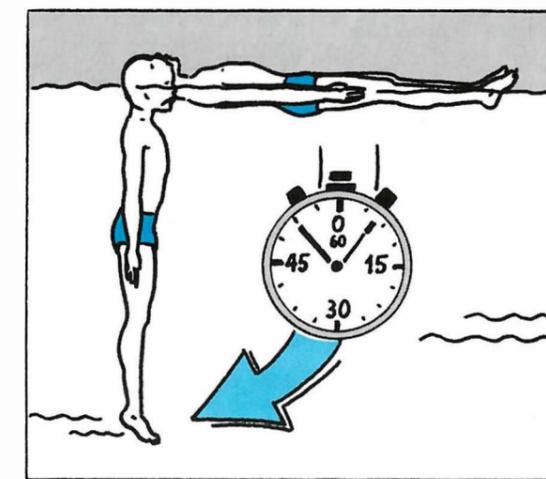


Figure 7. Test de flottaison horizontale