

# 4 Les forces au waterpolo

Le waterpolo est un sport extrêmement physique qui demande aux athlètes beaucoup d'énergie pour se maintenir en partie hors de l'eau et garder la vivacité et la technique pour maîtriser le ballon.

## Partie 1 Étude des forces agissant sur le ballon immobile sur l'eau

Dans une piscine, les athlètes auraient tendance à couler s'ils ne nageaient pas, alors que le ballon flotte spontanément.



Doc. 1 Un ballon de waterpolo.

On parle d'interaction lorsque deux objets agissent l'un sur l'autre.  
Une interaction s'établit le plus souvent par contact, mais elle peut aussi se faire à distance.  
Une interaction peut être localisée en un point précis ou répartie sur tout ou partie d'un système.

### Doc. 2 Notions concernant les interactions.

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Masse               | 420 g  |
| Volume              | 5,5 L  |
| Circonférence       | 69 cm  |
| Pression intérieure | 90 kPa |

### Doc. 3 Propriétés physiques d'un ballon de waterpolo.

- Établis le diagramme objet-interaction du ballon lorsque celui-ci flotte sur l'eau sans qu'un joueur s'en soit emparé.
- Quelles sont les deux forces non négligeables qui sont appliquées sur le ballon ?
- Précise les quatre caractéristiques (point d'application, direction, sens et intensité) de chacune d'elle.
- Représente-les sur un schéma (échelle : 1 cm pour 1 N).

### Aide à la résolution

- Dans un diagramme objet-interaction, on place l'objet étudié au centre dans un ovale. Chaque objet interagissant avec est placé dans un autre ovale autour. On représente les différentes interactions par une double flèche (pleine pour les interactions de contact et en pointillés pour les interactions à distance).
- Doc. 2 Lis l'énoncé en entier avant de commencer à le résoudre. Cela peut te donner des indications pour répondre aux questions.
- Doc. 3 Toutes les données d'un document ne sont pas toujours utiles !
- Fais bien attention aux unités.
- Le ballon est immobile, il est donc à l'équilibre. Les forces qui s'exercent sur lui se compensent.
- Pour le schéma, respecte bien l'échelle donnée dans l'énoncé.

## Partie 2 Étude des forces lorsque le ballon est maintenu sous l'eau

Une faute courante en waterpolo est de maintenir le ballon entièrement sous l'eau pour qu'il ne soit plus jouable par l'adversaire.



Doc. 4 Un joueur commet une faute en mettant le ballon sous l'eau.

Dès l'Antiquité, le savant grec Archimède a démontré que tout corps plongé dans un liquide subissait de la part de ce liquide une force de poussée verticale, dirigée vers le haut, dont la valeur était égale au poids du liquide déplacé.

C'est cette force que l'on appelle « poussée d'Archimède ».

L'intensité de la poussée d'Archimède se calcule donc par la formule :

$$P_A = \rho \times V \times g$$

avec  $\rho$  : la masse volumique du liquide (pour l'eau, 1 kg/L) ;

$V$  : le volume du liquide déplacé (en L) ;

$g$  : l'intensité de pesanteur (9,8 N/kg).

### Doc. 5 La poussée d'Archimède.

- Établis le diagramme objet-interaction du ballon quand il est maintenu sous l'eau en situation de faute.
- Lorsque le ballon est maintenu immobile sous l'eau, que peux-tu dire des forces qu'il subit ?
- Détermine la direction, le sens et le point d'application des trois forces qui s'exercent sur le ballon.
- Calcule l'intensité de chacune de ces forces, sachant que la somme des intensités de celles qui sont dirigées vers le bas doit être égale à la somme des intensités de celles qui sont dirigées vers le haut.
- Trace un schéma simple de la situation, et représente les 3 forces exercées sur le ballon en prenant son centre comme point d'application fictif de deux d'entre elles. Utilise l'échelle 1 cm pour 10 N.
- Trace un second schéma correspondant à la situation où le joueur viendrait de cesser d'agir sur le ballon. Explique ce qui arrive alors au ballon en t'appuyant sur ce second schéma.

### Aide à la résolution

- Le diagramme objet-interaction ne sera pas le même que dans la Partie 1 : le joueur de waterpolo appuie sur le ballon pour le maintenir sous l'eau.
- Le ballon est toujours immobile dans cette situation : il est donc soumis à des forces qui se compensent.
- Pour calculer la poussée d'Archimède, il faut te servir des données du Doc. 5.
- L'intensité de la force exercée par le joueur de waterpolo se déduit des deux autres intensités.