

# L'HYDROSTATIQUE

**L'hydrostatique** est une branche de l'hydromécanique (la mécanique des fluides) qui étudie les phénomènes et les forces dans les liquides au repos.

**La pression** est le quotient de la force F et de la surface A sur laquelle la force agit perpendiculairement

$$p = \frac{F_{\perp}}{A}$$

**La pression hydrostatique** est la pression qu'un liquide au repos exerce sur le fond et les parois du récipient en raison de son poids. Elle peut être calculée de la manière suivante :

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

(La pression ne dépend pas de la forme du récipient contenant le liquide.)

$\rho$  – densité du liquide (eau, huile, etc.)

$g$  – accélération de la pesanteur

$h$  – hauteur de la colonne de liquide au-dessus du point où la pression est mesurée

Fait intéressant - Dans l'eau, la pression augmente de 1 bar (100 000 Pa) tous les 10 m.

La pression totale à une certaine profondeur se calcule comme suit  $p_{uk} = p_{atm} + \rho \cdot g \cdot h$

**La pression atmosphérique standard** ( $p_{atm}$ ) est de 101 325 Pa.

**La poussée d'Archimède** est la force qui agit sur un corps immergé dans un liquide et qui le pousse vers le haut. Elle résulte de la différence de pression hydrostatique entre la partie inférieure et supérieure du corps :

$$F_{uz} = \rho_{tek} \cdot g \cdot V_{udt}$$

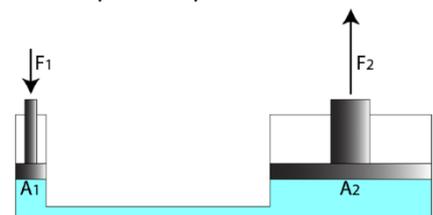
$\rho_{tek}$  – densité du liquide (fluide)

$V_{udt}$  – volume de la partie du corps immergée dans le liquide (la poussée d'Archimède agit uniquement sur cette partie)

**La loi d'Archimède** – Un corps plongé dans un liquide déplace un volume de liquide égal au volume de sa partie immergée, et il subit une poussée vers le haut égale au poids du liquide déplacé.

**Loi de Pascal** – la loi fondamentale de l'hydrostatique, qui dit : dans un liquide dans un récipient fermé, la pression extérieure se propage également de tous les côtés, c'est-à-dire les particules de fluide transmettent la pression dans toutes les directions de manière égale :

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$$



Un exemple de grue hydraulique

(Avec une force F1 plus petite, nous surmontons une force F2 plus grande)

F2 i F1 - forces agissant sur les surfaces A2 et A1

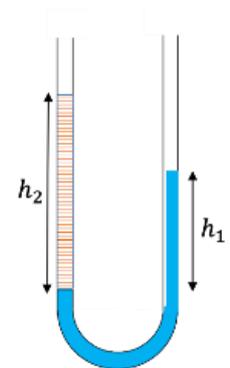
A2 i A1 - les surfaces des pistons sur lesquelles les forces agissent

$F_2$  et  $F_1$  – forces agissant sur les surfaces  $A_2$  et  $A_1$   
 $A_2$  et  $A_1$  – les surfaces des pistons sur lesquelles les forces agissent  
 Application de la loi de Pascal  
 → grue hydraulique, systèmes de freinage des voitures

**Équilibre fluide** – un état dans lequel les forces au sein du fluide sont équilibrées, de sorte qu'il n'y a aucun mouvement du fluide. Dans cet état, la pression hydrostatique agit de manière égale dans toutes les directions.

**Pression de connexion** - pression supplémentaire ajoutée à un fluide pour augmenter la pression totale dans un système fermé.

**Tension superficielle**- une force qui agit sur la surface du liquide. Tension superficielle est une conséquence des forces moléculaires entre les molécules liquides.



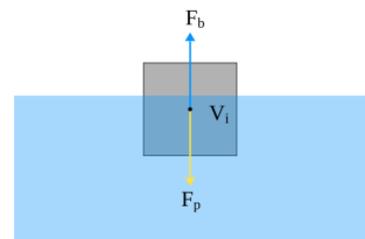
L'équilibre du fluide rouge et bleu dans ce qu'on appelle le tube en U.  
 (Pressions hydrostatiques pour colonnes  $h_1$  et  $h_2$  sont égales).

**Remontée capillaire**- apparence quand le liquide monte ou descend en tubes fins grâce à la combinaison de la cohésion (forces d'attraction entre les molécules) et adhérences (forces d'attraction des molécules et de la paroi de tube).

**Formule barométrique**- la pression atmosphérique change avec l'altitude et diminue selon la formule dite barométrique.

$$p = p_0 \cdot e^{-\frac{\rho_0 \cdot g \cdot h}{p_0}}$$

$p_0$  – pression de l'air à la surface de la Terre  
 $\rho_0$  – densité de l'air à la surface de la Terre  
 $p$  – pression de l'air à une hauteur  $h$



Le poids du bateau flottant  $F_p$  et sa flottabilité  $F_b$  doivent être de même taille ( $V_i$  est la partie immergée du bateau).

**Exemple pour la force de flottabilité**- bateau sur l'eau:

Un bateau flotte grâce au principe de flottabilité, basé sur la loi d'Archimède, selon lequel un corps immergé dans un liquide éprouve une flottabilité égale au poids du liquide qu'il déplace. Forme et conception du bateau avec répartition du poids, permet au bateau de rester à flot sans couler.

# HYDRODYNAMIQUE

**HYDRODYNAMIQUE** – branche de l'hydromécanique qui traite des lois du mouvement des fluides et des phénomènes provoqués par l'interaction d'un écoulement de fluide et d'un corps bordant le fluide en mouvement.

**ÉQUATION DE CONTINUITÉ** – exprime la loi de l'indestructibilité de la matière : un changement de densité en un point s'accompagne toujours d'un flux de matière depuis ou vers ce point :

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$A_1$  et  $A_2$  – sections transversales du tuyau au début et à la fin de la section observée du tuyau

$v_1$  i  $v_2$  – vitesses des fluides à travers les sections transversales

- La vitesse d'écoulement d'un liquide dans un tuyau de section différente est inversement proportionnelle (proportionnelle) avec sections transversales correspondantes

- L'équation de continuité est une conséquence de la loi de conservation de la masse.

**DÉBIT VOLUMÉTRIQUE** – la quantité de fluide qui traverse une certaine section transversale d'un tuyau dans une unité de temps :

$$q = A \cdot v$$

$q$  – débit volumique - à unité de mesure ... [m<sup>3</sup>/s] ... [m<sup>3</sup>/s]

$A$  – section transversale à travers laquelle le fluide s'écoule

$v$  – vitesse du fluide à travers cette section transversale

- La vitesse du fluide dans le tuyau change avec la position et le temps. Il diffère considérablement du laminaire

Écoulement turbulent

- Écoulement laminaire ou stationnaire écoulement calme et uniforme du fluide en couches parallèles avec peu de mélange entre eux, sans turbulence

- Turbulence - mouvement irrégulier et tourbillonnant

**ÉQUATION DE BERNOULI POUR UN TUYAU INCLINÉ** – la loi fondamentale qui décrit le mouvement d'un fluide dans un tuyau, par laquelle nous égalisons les pressions dans une partie particulière du tuyau.

$$p_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$p_1$  i  $p_2$  - pression du fluide au début et à la fin du tuyau

$v_1$  i  $v_2$  - vitesse du fluide au début et à la fin du tuyau

$h$  - hauteur du liquide au dessus du point de référence

$g$  - accélération due à la gravité (9,81 m/s)

$\rho$  - densité du fluide

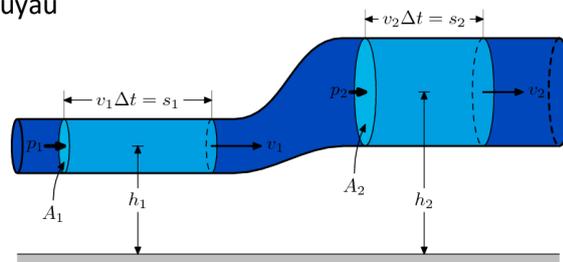


Illustration d'un tuyau avec les quantités qui définissent l'équation de Bernoulli à travers le tuyau sans différences de hauteur. (pression, hauteur de chaque côté du tuyau et débit du fluide)

**ÉQUATION DE BERNOULLI POUR TUYAU HORIZONTAL** – décrit la loi de conservation de l'énergie pour un fluide en écoulement. Illustration d'un tuyau avec les quantités qui définissent l'équation de Bernoulli à travers le tuyau sans différences de hauteur. (pression, hauteur de chaque côté du tuyau et débit du fluide)

$p_1$  i  $p_2$  - pression du fluide au début et à la fin du tuyau

$\varphi$  - densité du fluide

$v_1$  i  $v_2$  - vitesse du fluide au début et à la fin du tuyau

$$p_1 + \frac{1}{2} \varphi v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \varphi v_2^2$$

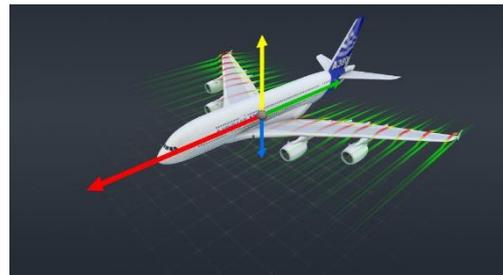
- un tuyau horizontal signifie qu'il n'y a pas de différence de hauteur entre les points, donc l'énergie potentielle est ignoré (nous supposons que  $h_1 = h_2 = 0$ ).

- L'équation de Bernoulli est une conséquence de la loi de conservation de l'énergie.

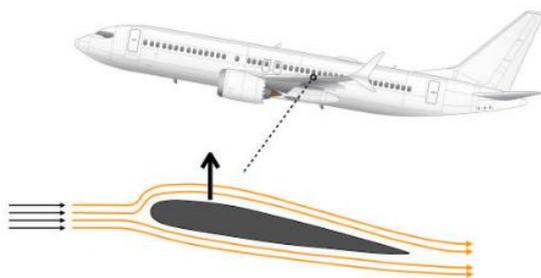
### LA POUSSÉE DYNAMIQUE :

1. La poussée dynamique 1. La portance dynamique en hydrodynamique est une force qui apparaît quand un objet se déplace dans l'eau. Elle est causée par les différences de vitesse et de pression autour de l'objet. Ce principe est très important pour le mouvement des bateaux et des sous-marins. On l'utilise aussi dans les sports nautiques et la construction des coques de bateau. Ce phénomène suit le principe de Bernoulli et la loi de continuité.

2. Si une plaque est inclinée à un angle inférieur à 90 degrés par rapport au flux d'air, une force apparaît à cause de la différence de pression des deux côtés. Cette force n'agit pas au centre de la plaque. Si la plaque se déplace horizontalement, la portance dynamique la fait monter. La portance dynamique permet aux avions de voler et, en général, aux objets plus denses que l'air de rester en l'air.



Flèche rouge – force de poussée, flèche verte – force de résistance  
Flèche bleue – poids de l'avion, flèche jaune – portance dynamique



Le profil d'une aile d'avion (image à gauche - couleur gris foncé) avec un vol orienté vers la gauche. Le flux d'air est dirigé vers la droite - les lignes de courant (en jaune) passent au-dessus et en dessous de l'aile de l'avion.

Au-dessus de l'aile, l'air circule plus rapidement, ce qui entraîne une pression plus faible.

En dessous de l'aile, l'air circule plus lentement, ce qui entraîne une pression plus élevée. La différence de pression entre le dessus et le dessous de l'aile permet à l'avion de s'élever (flèche noire épaisse).

Tekstove su prevele učenice 4. b i 4. e razreda koje uče francuski jezik kao izborni predmet :

Marta A., Mia V., Ana R., Lucia Đ., Petra O. i Ana G.