# Des modèles pour l’action et l’écoulement des fluides

**Rappels de première**

1. **Notion de fluide**

On désigne par « fluide » tout état de la matière n’ayant pas de forme propre. Un fluide s’écoule. Les états liquide et gazeux sont des états fluides. L’état solide n’en est pas un.

1. **Notion de champ**

En physique, **un champ** est la représentation d'un **ensemble de valeurs prises par une grandeur physique en différents points d'une région de l'espace**.

Comme pour les grandeurs, les champs peuvent être de deux types :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Type de la grandeur* | *Carte de champ / carte de lignes de champ* | *Lecture de la carte* |
| la **grandeur** étudiée **est scalaire**, on parle de **champ scalaire***Exemples : température, pression.* | Pour représenter un **champ scalaire**, les physiciens font figurer sur un plan (de la zone étudiée) les valeurs de la grandeur mesurée en différents points. Les **courbes de niveau** d'un **champ scalaire**, appelées aussi équipotentielles, sont les courbes obtenues en reliant tous les points où la grandeur étudiée a la même valeur. | Sur une **carte de champ scalaire**, plus les courbes de niveau sont proches, plus la variation de la valeur de la grandeur mesurée est importante. |
| la **grandeur** étudiée **est vectorielle**, on parle de **champ vectoriel**.*Exemples : vitesse, force.* | Pour représenter un **champ vectoriel**, les physiciens font figurer sur un plan les vecteurs correspondant à la grandeur mesurée en différents points : on appelle cela une carte de champ. On appelle **lignes de champ** **les courbes tracées tangentes aux vecteurs associés à la grandeur mesurée**. Ces **courbes** sont **orientées** pour rendre compte du **sens des vecteurs** représentant la grandeur mesurée. L’ensemble forme la **carte de lignes de champ.** | Sur une **carte de lignes de champ** (vectoriel) :* lorsque les lignes de champ **se resserrent**, la norme du champ **augmente**.
* lorsque les lignes de champ **s’écartent**, la norme du champ **diminue**.
* lorsque les lignes de champ sont **parallèles**, la norme du champ est constante, le champ est **uniforme**.
 |

1. **Loi de la statique des fluides**

Cette loi s’applique uniquement pour un fluide incompressible (= dont la masse volumique est indépendante de la pression) au repos.

|  |
| --- |
| RÃ©sultat de recherche d'images pour "schÃ©ma de la statique des fluides"La variation de pression *ΔP = P2 – P1*, entre deux points M1 (d’altitude *z1*) et M2 (d’altitude *z2*) dans un liquide incompressible, est donnée par la relation : ***ΔP = - ρ g Δz***avec *ΔP = P2 - P1* la différence de pression en Pa *ρ* la masse volumique du fluide en kg.m-3 *g* norme du champ de pesanteur terrestre en N.kg-1 *Δz = z2-z1* la différence d’altitude en m*L’axe z est orienté vers le haut* |

**A- La poussée d’Archimède**

1. **Expression**

Tout fluide exerce sur un objet immergé une force **verticale, vers haut, égale au poids du fluide déplacé** par la présence de l’objet.

La valeur de cette poussée s’exprime donc par la relation :

L’expression vectorielle de la poussée d’Archimède est :

* : masse volumique du fluide en  ;
* : volume immergé de l’objet sur lequel s’exerce la poussée en ;
* : champ de pesanteur terrestre ( sur Terre au niveau de la mer).

1. **Origine de la poussée d’Archimède**

La poussée d’Archimède est la « résultante » : c’est la force équivalente à la somme de toutes les forces de pressions exercées par le fluide sur l’objet immergé. Or la pression, dans un fluide, est toujours plus faible à haute altitude qu’à basse altitude. La résultante est donc dirigée vers le haut.

**B- Cadre du modèle de l’écoulement d’un fluide**

Pour décrire l’écoulement d’un fluide, trois champs sont utiles :

* le **champs de vitesse de l’écoulement**
* le **champs de pression dans l’écoulement**
* le **champ de masse volumique du fluide**

Dans toute la suite du chapitre on ne s’intéressera qu’à :

* des **écoulements permanents**, c’est-à-dire que les trois champs (vitesse, pression et masse volumique) sont **indépendants du temps**
* des **fluides** **incompressibles**, c’est-à-dire des fluides dont la masse volumique est **uniforme** (la même en tout point) et **indépendante du temps**.
* Des **fluides parfaits**, c’est-à-dire des fluides dont on peut **négliger la viscosité**.

**C- Débit volumique**

Dans tout ce paragraphe on considère un fluide incompressible (donc un liquide) en écoulement dans un conduit.

1. **Définition**

Le débit volumique est le volume de fluide qui traverse une section du conduit par unité de temps.

 : volume de fluide en ;  : durée en s ;  : débit volumique en .

1. **Relation entre débit volumique et vitesse d’écoulement**

La surface de contrôle est une surface géométrique imaginaire à travers laquelle on étudie l’écoulement du fluide. On considèrera cette année qu’elle est égale à la section droite de l’écoulement, c’est-à-dire la section perpendiculaire au vecteur vitesse de l’écoulement (voir schéma ci-contre).

Le débit volumique s’exprime donc en fonction de la vitesse du fluide et de la section du conduit par :

1. **Conservation du débit volumique**

Si le conduit change de section, le fluide étudié étant incompressible, **son débit volumique est constant**. On a donc, à deux positions A et B du conduit :

Donc :

* si le conduit s’élargit, donc  : le fluide va moins vite.
* si le conduit se rétrécit (figure ci-dessous), donc  : le fluide va plus vite.

**D- La relation de Bernoulli**

1. **Énoncé de la loi de Bernoulli**

Si un fluide s’écoule dans un conduit où la pression et/ou l’altitude varie(nt), alors on a :

Cette relation est juste une application du théorème de l’énergie cinétique à une portion de fluide : les forces de pression sont non conservatives et l’énergie mécanique ne se conserve donc pas.

On a ici :

1. **Cas du fluide au repos : la statique des fluides**

Si le fluide est au repos (il ne s’écoule pas), alors :

Donc la relation de Bernoulli devient :

On retrouve la loi de statique des fluides apprise en 1ère : la pression est plus élevée en qu’en .

1. **Application de la relation de Bernoulli : l’effet Venturi**

Lorsqu’un fluide incompressible s’écoule dans un conduit horizontal dont la section diminue : sa vitesse augmente et sa pression diminue.

La conservation du débit volumique entraîne une augmentation de la vitesse du fluide si la section diminue (cf ci-dessus) : .

Or à une altitude constante, la relation de Bernoulli donne

On en déduit :

