Isabelle Bricaud : i.bricaud@yahoo.fr
Benoît Malet: maletbenoit@yahoo.fr
Pierre Salles : lycee.salles@laposte.net
Valérie Hoornaert : vhoornaert@gmail.com
Pascal Olive : psi1montaigne@gmail.com
François Lelong : psi2phch@gmail.com
Jérôme Fanjeaux : jerome.fanjeaux@free.fr

PSI2. PHYSIQUE. Semaine de colle 17, du lundi 2 au vendredi 6 février 2026.

Induction. Cf programme semaine dernière.

Cas de Von Neumann : circuit immobile dans champ magnétique variable dans le temps.
Cas de Lorentz : circuit mobile dans champ statique uniforme.
Loi de Lenz .

Mécanique des fluides.

Statique de fluides.

Pression cinétique, force de pression volumique $\vec{F}_v = -\overrightarrow{grad}(P)$, poussée d'Archimède et applications (flottaison iceberg, ballon à air chaud ou He), loi de l'hydrostatique $\mu\vec{g} = \overrightarrow{grad}(P)$: cas particulier des liquides (loi linéaire si incompressibles) et des gaz (compressibles donc hypothèses supplémentaires nécessaires). Exemple de l'atmosphère isotherme à savoir faire en exercice.

Fluides en écoulement.

Définition d'une particule de fluide, de sa trajectoire. Une photographie du mouvement du fluide définit les lignes de courant.
Notions d'écoulements laminaire, stationnaire, turbulent.
Pour un écoulement stationnaire, lignes de champ et trajectoires coïncident.
Conservation de la matière.
Notion de dérivée particulaire. $\vec{a} = \left(\frac{D\vec{v}}{Dt}\right) = \frac{\partial\vec{v}}{\partial t} + (\vec{v}\cdot\vec{\nabla})\vec{v}$ ***terme d'accélération convective.***
L'application du PFD donne l'équation d'Euler : $\frac{\partial\vec{v}}{\partial t} + (\vec{v}.\overrightarrow{grad})\vec{v} = -\frac{1}{\mu}\overrightarrow{grad}(P) + \vec{g}$

A titre indicatif, équation d'Euler et présence d'un terme non-linéaire (accélération convective) source de nombreux problèmes de calcul. Notion de structure chaotique.

Ondes sonores ou de pression.

La compressibilité du fluide est prise en compte donc une approche thermodynamique est obligatoire.
Approximation acoustique : le champ de pesanteur n'est pas pris en compte, calcul limité à l'ordre 1, évolution isentropique.
L'équation d'Euler, la conservation de la matière et S=Cte → la surpression p obéit à l'équation d'onde avec la vitesse $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_o\chi_S}}$. Exemple du gaz parfait $c = \sqrt{\frac{\gamma R T_o}{M}} = \sqrt{\frac{\gamma P_o}{\mu_o}}$.
Expérimentalement, l'hypothèse acoustique est validée et montre que l'écart à l'équilibre est très faible du fait de la quasi-réversibilité.
Pour la relation entre la surpression et la vitesse, utiliser le PFD ou Euler sous la forme :

$$\mu_o \frac{\partial\vec{v}}{\partial t} = -\overrightarrow{grad}(P)$$

Cas particulier de l'OPPH. L'onde de pression est longitudinale. surpression p_1 et vitesse u_1 sont en phase. Définition de l'impédance acoustique $Z=\mu_o c$ telle que : $p_1=\pm Z u_1$ selon OPPH±.

Obtention de l'énergie mécanique volumique $e = \frac{1}{2}\mu_o v^2 + \frac{1}{2}\chi_S p^2$ par analogie avec le câble coaxial. Loi de conservation de l'énergie : $\frac{\partial e}{\partial t} + div(\vec{\Pi}) = 0$.

vecteur densité de courant d'énergie : $\vec{\Pi} = p_1\vec{u}_1 = p_1 u_1 \vec{e}_x$, intensité sonore $I = \langle\vec{\Pi}.\vec{e}_x\rangle$ en $W.m^{-2}$.
Seuils d'audition ($10^{-12} W.m^{-2}$) et de douleur ($1 W.m^{-2}$) pour l'oreille. Intensité en dB.

Vérification numérique du très faible écart à la position d'équilibre et justification de l'hypothèse réversible.

Réflexion-transmission d'une onde sonore en incidence normale. Cas particulier air-eau. Application à l'échographie.