

UE 3A: Organisation des appareils et systèmes (1) : Méthodes d'étude. Bases physiques des méthodes d'exploration

Les informations contenues dans les documents du TeD ne peuvent en aucun cas faire l'objet de contestation au concours de PACES. Tous droits réservés au TeD.

Programme UE :

- Etats de la matière
 - ❖ Etats de la matière et caractérisation
 - ❖ Solutions aqueuses
- Transports membranaires
 - ❖ Propriétés colligatives
 - ❖ Potentiel chimique et électrochimique
 - ❖ Milieu intérieur et espaces hydriques
 - ❖ Principes régissant les flux moléculaires
 - ❖ Flux transmembranaires
 - ❖ Electrophysiologie (étude des transports membranaires)
- Optique
 - ❖ Optique géométrique
 - ❖ Optique corpusculaire
 - ❖ Optique ondulatoire
- Circulation des fluides physiologiques
 - ❖ Généralités de mécanique des fluides
 - ❖ Hémodynamique
 - ❖ Débitmétrie
 - ❖ Ultrasons et imagerie
 - ❖ Echanges thermiques
- Electricité
 - ❖ Electrostatique
 - ❖ Electrocinétique
 - ❖ Accidents de l'électricité

- 48 heures de cours magistraux en amphi
- 5 ED de 1h30 en groupe

Concours :

- Durée : 1h15
- 25 QCM type I (une seule proposition correcte) soit 3 minutes par QCM
- Coefficient 6
- Calculatrice interdite

Ted :

- 2 colles types concours + concours blanc
- Séances tutorat sur le sujet de votre choix
- Permanences question/réponse à la fac les mercredis
- Forum : questions sur annales/cours

Programme prérentrée :

- 1 Cours magistral de 1h30 pour introduire quelques grandes notions du programme.
- 2 ED de 1h en groupe pour commencer à s'entraîner aux calculs, conversions ainsi que quelques applications du cours.
- 6 QCM lors de l'épreuve de fin de prérentrée.

Sommaire :

CM pages 3 à 9

Rappels sur les grandeurs, unités, dimensions	p 2
Circulation des fluides physiologiques.....	p 3
Hydrodynamique des fluides parfaits	p 5 et 6
Les états de la matière et leur caractérisation.....	p 6 à 9

ED n°1 : Du calcul, des rappels page 10 et 11

ED n°2: Des applications et des QCM page 12 à 14

Partie 1 :

Rappel sur les grandeurs, unités, dimensions

Il existe 7 dimensions dans le système international, chacune reliée à une unité.

	Dimension	Unité SI
Longueur	L	Mètre (m)
Masse	M	Kilogramme (kg)
Temps	T	Seconde (s)
Intensité	I	Ampère (A)
Température	θ	Kelvin (K)
Quantité de matière	N	Mole (mol)
Intensité lumineuse	J	Candela (cd)

Attention, il est impossible d'additionner ou de soustraire deux valeurs de dimension différente.

Grandeurs	Unité	Equivalence	Dimension
Accélération	$m.s^{-2}$	$g = 9,81 m.s^{-2}$ (accélération de la pesanteur terrestre)	$[L.T^{-2}]$
Force (F)	N	Une force c'est une masse multipliée par une accélération : $1 N = 1 kg.m.s^{-2}$ Ex : Poids, $F = m.g$	$[M.L.T^{-2}]$
Pression (P)	Pa	Une pression c'est une force appliquée sur une surface : $1 Pa = 1 N.m^{-2} = 1 kg.m^{-1}.s^{-2}$	$[M.L^{-1}.T^{-2}]$
Travail d'une force (W) Energie (E)	J	Correspond à l'application de la force sur une certaine longueur : $1 J = 1 N.m$	$[M.L^2.T^{-2}]$
Puissance (P)	W	La puissance correspond à une énergie par unité de temps $1 W = 1 J.s^{-1}$	$[M.L^2.T^{-3}]$

Unités de pression :

$$1 Pa = 1 N.m^{-2} = 1 kg.m^{-1}.s^{-2}$$

$$1 mmHg = 133,4 Pa$$

$$1 bar = 10^5 Pa$$

$$1 atm = 101325 Pa$$

$$1 cmH_2O = 98,1 Pa$$

Partie 2 :
Circulation des fluides physiologiques

Hydrostatique:

Lois de Pascal :

Le liquide est considéré immobile, isotherme et incompressible

- Loi 1 : Il existe une pression hydrostatique s'exerçant dans toutes les directions en tout point du fluide.
- Loi 2 : Au même niveau du fluide, la pression hydrostatique est identique en tout point.
- Loi 3 : La pression hydrostatique augmente avec la profondeur du fait de la pression exercée par la colonne d'eau : $\Delta P = \rho gh$ avec h la différence de profondeur.

Ces lois permettent d'étudier les différences de pression au sein d'un liquide immobile, isotherme et incompressible en équilibre grâce à la formule :

$$P + \rho gz = cst$$

P : la pression hydrostatique, (Pa)

g : l'accélération de la pesanteur, ($m.s^{-2}$)

ρ : la masse volumique, ($kg.m^{-3}$)

z : l'altitude, (m)

Pour un liquide donné si l'altitude diminue (ou que la profondeur augmente) alors la pression hydrostatique augmente.

Pression artérielle :

Elle correspond à la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur du vaisseau.

Elle varie durant le déroulement du cycle cardiaque (systole/diastole)

PA systolique \approx 130 mmHg

PA diastolique \approx 80 mmHg

$$PA_{moy} = \frac{PA_{systolique} + 2PA_{diastolique}}{3}$$

Ici on fait la moyenne pondérée car la diastole couvre les deux tiers du cycle cardiaque.

Elle varie aussi dans l'espace, elle n'est pas la même au niveau du cœur, de la tête et des pieds.

La pression artérielle moyenne au niveau :

- du cœur \approx 13 kPa

- de la tête $\approx PA_m \text{ cœur} - \rho gh_1$, avec h_1 la différence de hauteur entre la tête et le cœur

- des pieds $\approx PA_m \text{ cœur} + \rho gh_2$, avec h_2 la différence de hauteur entre les pieds et le cœur

Partie 3 :

Hydrodynamiques des fluides parfaits

On considère un fluide parfait tout fluide ne subissant aucune force de frottement.

Le régime d'écoulement est considéré permanent, c'est à dire dont la vitesse et la pression sont indépendants du temps.

Un fluide remplissant ces deux caractéristiques décrit un écoulement laminaire, ie tous les composants de cet écoulement ont une vitesse parallèle au sens de ce dernier.

$$D = S \cdot v$$

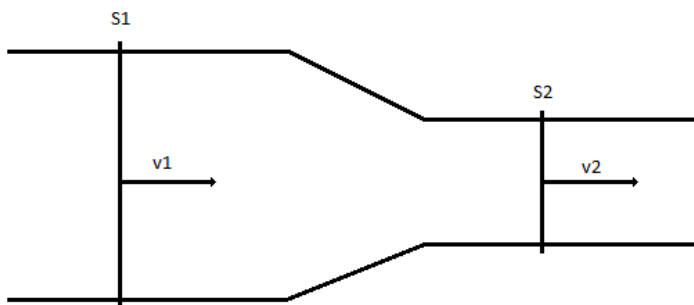
v : vitesse du fluide, (m.s⁻¹)

S : section du tuyau, (m²)

D : débit, (m³.s⁻¹)

Equation de continuité :

Soit un fluide incompressible circulant en régime permanent dans un conduit, alors le débit est constant quelles que soient les variations de diamètre le long du conduit.



On sait que :

$$D_1 = D_2$$
$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$$
$$S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

En remplaçant :

$$d_2 = d_1 \sqrt{\frac{v_1}{v_2}}$$

Application pratique : sténose et anévrisme

Sténose : c'est une modification anatomique qui se traduit par un rétrécissement d'un vaisseau. D'après l'équation de continuité la vitesse du fluide augmente au niveau de la sténose.

Anévrisme : modification anatomique qui se traduit par un élargissement d'un vaisseau. D'après l'équation de continuité la vitesse du fluide diminue au niveau de l'anévrisme.

$$\text{Degré de sténose} = \frac{S_1 - S_2}{S_1} * 100$$

0% : absence de sténose

100% : obstruction complète

>70% : sténose sévère

Théorème de Bernoulli :

Il s'applique pour un fluide parfait, incompressible d'écoulement permanent et dont la charge est constante tout au long du conduit.

$$P + \rho gz + \frac{1}{2} \rho v^2 = cst$$

P : pression statique

ρgz : pression de pesanteur

$\frac{1}{2} \rho v^2$: pression cinétique

Partie 4 :

Les états de la matière et leur caractérisation

Définitions :

- Corps pur : matière ne comportant qu'une espèce chimique à la différence du mélange
 - simple : l'espèce chimique est constituée d'un seul type d'atome (H_2)
 - composé : l'espèce chimique est constituée d'atomes différents (H_2O)
- La cohésion est assurée par des forces de liaisons intermoléculaires notées E_l (énergie de liaison)
- La dispersion : mouvements (translation, rotation, vibration) des molécules provoqués par l'agitation thermique. Les molécules acquièrent une E_c (énergie cinétique)

Les états de la matière dépendent de l'équilibre entre cohésion et dispersion donc entre E_l et E_c .

Si la température augmente, l'agitation thermique augmente, l' E_c augmente.

Solide : $E_l \gg E_c$

- ❖ Etat ordonné, condensé
- ❖ Volume propre, forme propre
- ❖ Particules avec position fixe

Liquide : $E_l \approx E_c$

- ❖ FLUIDE
- ❖ Volume propre, PAS de forme propre
- ❖ Quasi-incompressible

Gaz : $E_l \ll E_c$

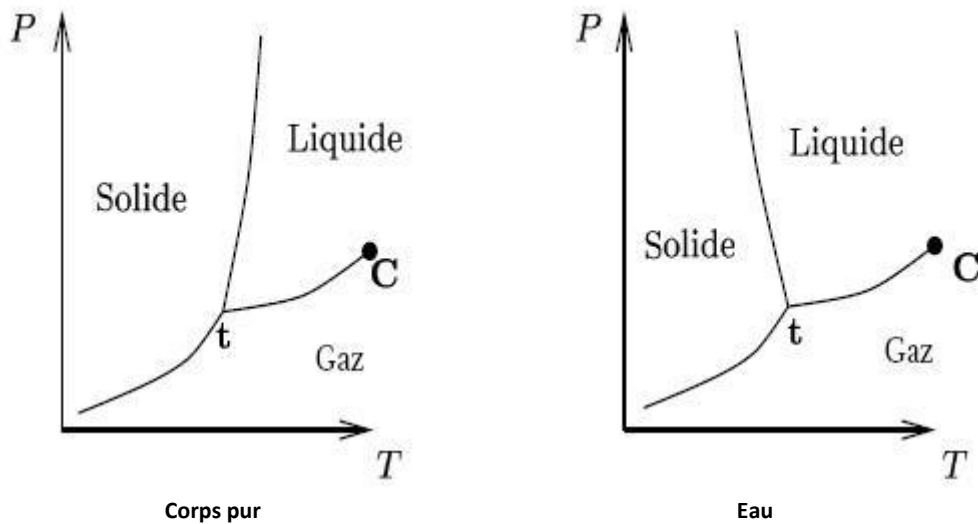
- ❖ FLUIDE
- ❖ Etat désordonné, diffus
- ❖ PAS de volume propre, PAS de forme propre
- ❖ Compressible, expansible
- ❖ Peu d'interactions intermoléculaires (les molécules sont trop éloignées)

Système thermodynamique :

On divise l'univers en deux parties : le système et l'extérieur, il existe 3 types de systèmes. L'univers correspondant à la portion susceptible d'interagir avec le système.

Système	Echange d'énergie avec l'extérieur	Echange de matière avec l'extérieur
Ouvert	Oui	Oui
Fermé	Oui	Non
Isolé	Non	Non

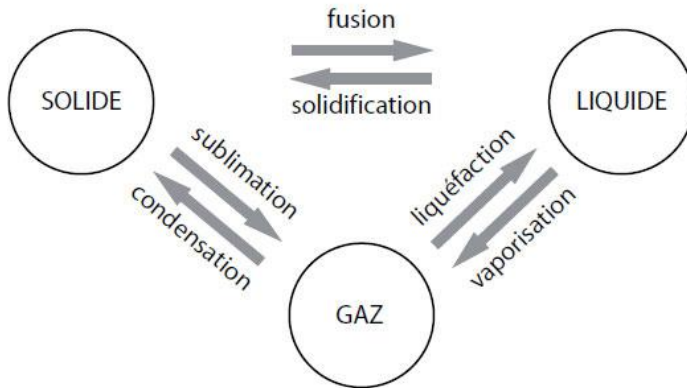
Diagrammes de phases :



- Point triple t : coexistence des 3 phases à l'équilibre, caractéristique du corps pur étudié.
- Point critique c : point à partir duquel il est impossible de distinguer le gaz du liquide.
- Courbes :
 - Sublimation (équilibre entre solide et gaz)
 - Vaporisation (équilibre entre liquide et gaz)
 - Fusion (équilibre entre solide et liquide)

Spécificité du diagramme de phase de l'eau : pente de fusion négative.

Transition de phase :



Notion de Gaz parfait :

Propriétés :

- Interactions moléculaires négligeables.
- Les particules constituantes sont considérées comme des masses ponctuelles.
- Les molécules sont indépendantes les unes des autres.
- Les chocs sont élastiques, ils n'entraînent pas de diminution de l' E_c .
- Il est homogène et isotrope.

Loi des gaz parfaits :

$$PV = nRT$$

P : Pression (Pa)

V : volume occupé par le gaz (m^3)

n : quantité de matière (mol)

R : constante des gaz parfaits ($8.314 \text{ m}^3 \cdot \text{Pa} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

T : température (K)

Cette formule est applicable pour la plupart des gaz en pratique à pression ordinaire

Mélange de gaz parfaits :

Notion de pression partielle :

Dans un mélange de gaz parfaits, la pression partielle d'un de ces gaz correspond à la pression que ce gaz aurait appliquée s'il était seul dans les mêmes conditions.

La pression totale du mélange correspond donc à la somme des pressions partielles des différents gaz :

$$P = \sum P_i$$

$$P_i = \frac{n_i}{n} * P = x_i * P$$

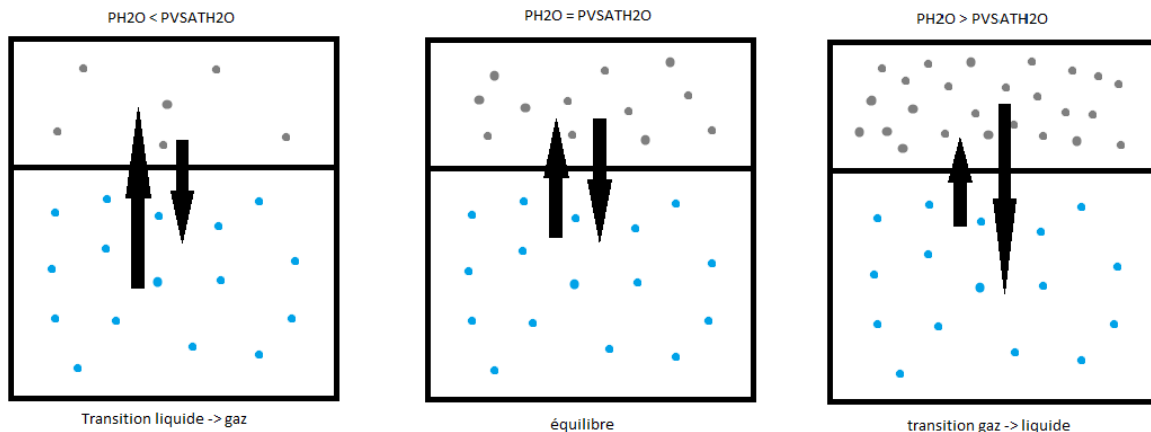
Composition de l'air

Air sec	Air alvéolaire
N2=78%	N2=80,4%
O2=21%	O2=14%
CO2=0.04%	CO2=5,6%
...	Air saturé en vapeur d'eau

Quand l'altitude augmente, la pression totale (P) de l'air diminue mais la composition reste constante

Notion de pression de vapeur saturante (PVSAT)

Dans un espace clos, s'il y a coexistence de la phase liquide et gazeuse d'un composé, il y aura une transformation constante de certaines particules de la phase liquide à la phase gazeuse et inversement. A l'équilibre, la pression maximale exercée par les particules gazeuses est notée PVSAT.



La PVSAT de l'eau dépend de la température, plus la température augmente plus la PVSAT_{H2O} augmente.

Valeur à retenir : PVSAT_{H2O} = 47mmHg à 37°C
PVSAT_{H2O} = 760mmHg à 100°C

Physiologie respiratoire :

ATPS (Ambient Temperature and Pression Saturated)	BTPS (Body Temperature and Pression Saturated)	STPD (Standard Temperature and Pression Dry)
Conditions variables Attention air saturé en eau	Au niveau des poumons Température: $37^{\circ}\text{C}=310\text{K}$ Pression : $P_T = P_{\text{amb}}$ $P_{\text{H}_2\text{O}} = P_{\text{VSAT}}_{\text{H}_2\text{O},37^{\circ}\text{C}} = 47\text{mmHg}$ $P_{\text{gaz}} = P_T - P_{\text{H}_2\text{O}} = P_{\text{amb}} - P_{\text{H}_2\text{O}}$	Standard Temperature: $0^{\circ}\text{C} = 273\text{K}$ $P_T = 760\text{mmHg} = 1\text{atm}$ $P_{\text{H}_2\text{O}} = 0 \text{ mmHg}$ car air sec