



MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION,  
DE LA MODERNISATION  
DE L'ADMINISTRATION,  
*en charge du numérique*

DIRECTION GÉNÉRALE  
DES RESSOURCES HUMAINES

CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT DES  
INGÉNIEURS SUBDIVISIONNAIRES DE CATÉGORIE  
A RELEVANT DE LA FONCTION PUBLIQUE DE LA  
POLYNÉSIE FRANÇAISE

**DEUXIÈME ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :**

Physique Chimie appliquée – option Chimie

**SUJET PRINCIPAL**

**Mardi 11 avril 2023**

**(Durée : 3 heures – coefficient 3)**

Le sujet comporte 19 pages (page de garde incluse).

Aucun autre document n'est autorisé.

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, non autorisée.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire, de tout autre matériel électronique et de téléphone cellulaire est rigoureusement interdit.

**NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.**

**Partie Physique**  
**Option n°2 - Chimie**

Cette épreuve comporte 50 questions

Tout dispositif électronique est INTERDIT (en particulier la calculatrice).

**CONSIGNES**

Cette épreuve comporte 2 parties indépendantes :

Partie 1 : questions de 1 à 30

Partie 2 : questions de 31 à 50

Chaque question comporte au plus 3 réponses.

A chaque question numérotée de 1 à 50, correspond sur la feuille « GRILLE DES REPONSES » une ligne.

Chaque ligne comporte 4 cases A, B, C, D.

Les cases A, B, C, D correspondent à 4 propositions.

**BAREME**

Aucune erreur = 1 point

Une erreur (réponse erronée cochée ou une réponse exacte non cochée) = 0,5 points.

Plus d'une erreur = 0 point

Aucune réponse cochée = 0 point

En cas de doute sur la réponse du candidat à une question, la question sera notée 0 point.

Une erreur est définie par une proposition exacte non cochée ou une proposition fausse cochée parmi les items A, B, C, D.

La somme des points sur 50 est ensuite reportée à une note sur 20.

**Constantes physiques et aides aux calculs :**

Célérité de la lumière :  $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Accélération de gravité :  $G = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Charge élémentaire (conversion joules en électronvolts) :  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Masse de l'électron :  $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Viscosité de l'eau

$$\eta = 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Masse volumique de l'eau

$$\rho = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \text{ et } \pi = 3$$

Equation de Bernoulli

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z = \text{Cte}$$

Loi de Poiseuille

$$Q = \frac{\pi r^4}{8\eta} \frac{\Delta P}{\Delta x}$$

Nombre de Reynolds

$$R_e = \frac{2\rho v_{\text{moy}} r}{\eta}$$

Loi de Laplace dans une artère cylindrique

$$T = P \cdot r$$

$\text{Log}(0,1) = -1$  ;  $\text{Log}(2) = 0,3$  ;  $\text{Log}(3) = 0,5$  ;  $\text{Log}(5) = 0,7$

$\text{Ln}(1) = 0$  ;  $\text{Ln}(2) = 0,7$  ;  $\text{ln}(3) = 1,1$  ;  $\text{ln}(5) = 1,6$  ;  $\text{ln}(7) = 1,9$

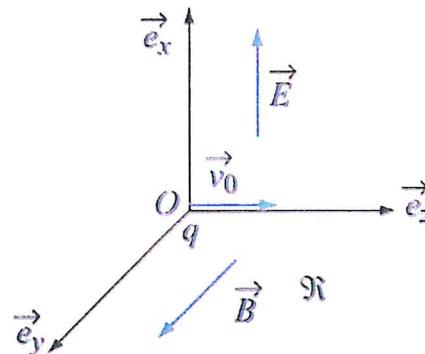
Concernant les questions 1 à 6

**Électron dans un champ électrique et magnétique**

Un électron de charge  $q \approx -1,6 \cdot 10^{-19}$  C et de masse  $m \approx 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg, assimilé à un point matériel  $M$ , évolue dans le référentiel du laboratoire  $\mathcal{R}$  supposé galiléen et muni d'un repère cartésien  $\{O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z\}$  sous l'action d'un champ électrique  $\vec{E} = E \cdot \vec{e}_x$  et d'un champ magnétique  $\vec{B} = B \cdot \vec{e}_y$ , tous deux uniformes et stationnaires.

On désigne par  $x, y$  et  $z$  les coordonnées de  $M$  dans  $\mathcal{R}$ , et par  $\vec{v}_0 = v_0 \cdot \vec{e}_z$  la vitesse initiale de  $M$  telle que  $v_0 = 500$  km/s (figure ci-contre).

On place en  $z_0 = 10$  cm un écran d'observation  $\Pi$  parallèle au plan  $(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y)$  destiné à intercepter  $M$ .



• **Question 1 :**

Dans le cas particulier où  $B = 0$ , et  $E = 0$  V.m<sup>-1</sup>, déterminer l'abscisse  $x_e$  de  $M$  sur  $E$ .

- A.  $x_e = 7,2$  mm
- B.  $x_e = 3,5$  mm
- C.  $x_e = -3,5$  mm
- D.  $x_e = -7$  mm

• **Question 2 :**

Dans le cas particulier où  $E = 10$  V.m<sup>-1</sup>, et  $B = 10^{-5}$  T, la trajectoire est un cercle de rayon  $R$ . Calculer  $R$ .

- A.  $R = 10,9$  cm
- B.  $R = 13,8$  cm
- C.  $R = 15,1$  cm
- D.  $R = 28,4$  cm

• **Question 3 :**

Que vaut l'abscisse  $x_m$  de  $M$  sur  $\Pi$  ?

- A.  $x_m = 1,8$  cm
- B.  $x_m = 3,8$  cm
- C.  $x_m = -4,3$  cm
- D.  $x_m = 6,6$  cm

• **Question 4 :**

En supposant que  $E = 1 \text{ kV.m}^{-1}$ , déterminer  $B$  afin que le mouvement de  $M$  soit rectiligne et uniforme.

- A.  $B = 2 \text{ T}$
- B.  $B = 2 \text{ mT}$
- C.  $B = -4 \text{ mT}$
- D.  $B = -200 \text{ mT}$

• **Question 5 :**

On suppose  $E$  et  $B$  non nuls et on pose  $\omega_c = \frac{qB}{m}$ . L'équation différentielle d'évolution de l'abscisse  $x$  de  $M$  s'écrit sous la forme  $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_c^2 x = a$ ,  $a$  est une constante indépendante du temps. Déterminer  $a$ .

- A.  $a = \frac{q}{m} (E + Bv_0)$
- B.  $a = -\frac{q}{m} (E + Bv_0)$
- C.  $a = \frac{q}{m} (Bv_0 - E)$
- D.  $a = \frac{q}{m} (E - Bv_0)$

• **Question 6 :**

On suppose  $B = \frac{2E}{v_0}$ . Exprimer  $x(t)$

- A.  $x(t) = -\frac{mE}{qB^2} [1 + \cos(\omega_c t)]$
- B.  $x(t) = \frac{mE}{qB^2} [\cos(\omega_c t) - 1]$
- C.  $x(t) = \frac{mE}{qB^2} [1 - \cos(\omega_c t)]$
- D.  $x(t) = \frac{mE}{qB^2} [1 + \cos(\omega_c t)]$

## Concernant les questions 7 à 9

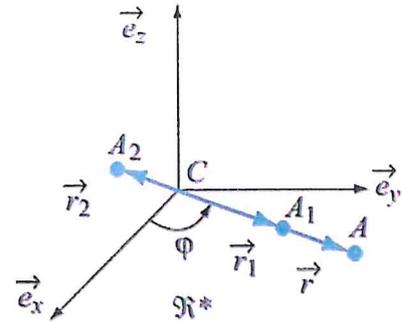
### Interaction gravitationnelle

Deux corps assimilés à des points matériels  $A_1$  et  $A_2$ , de masses respectives  $m_1$  et  $m_2$ , évoluent librement du reste de l'univers sous la seule action des forces de gravitation qu'elles exercent l'une sur l'autre. On note  $C$  le centre de masse du système,  $\vec{r}_1 = \overrightarrow{CA_1}$  et  $\vec{r}_2 = \overrightarrow{CA_2}$ , les rayons vecteurs des deux corps et  $G \approx 6,67 \cdot 10^{-11}$  SI la constante de gravitation universelle.

Ce problème à deux corps se réduit, dans le référentiel galiléen  $\mathcal{R}^*$  du centre de masse, à l'étude du mouvement d'un point matériel fictif  $A$  de masse  $\mu$ , de rayon vecteur

$\vec{r}_1 = \overrightarrow{CA} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$  (cf. figure ci-contre), soumis à la force

$$F_g = -\frac{Gm_1m_2\vec{r}}{\|\vec{r}\|^3}$$



#### • Question 7 :

Exprimer  $\mu$  en fonction de  $m_1$  et  $m_2$ .

- A.  $\mu = m_1 + m_2$
- B.  $\mu = \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right)^{-1}$
- C.  $\mu = (m_1 m_2)^{\frac{1}{2}}$
- D.  $\mu = \left(\frac{1}{m_1} - \frac{1}{m_2}\right)^{-1}$

#### • Question 8 :

Quels sont, au cours du mouvement de  $A$ , les grandeurs conservatives ?

- A. L'énergie mécanique de  $A$ .
- B. L'énergie potentielle de  $A$ .
- C. L'énergie cinétique de  $A$ .
- D. Le moment cinétique de  $A$  en  $C$ .

#### • Question 9 :

Le référentiel  $\mathcal{R}^*$  est muni du repère cartésien  $\{C, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z\}$ , le mouvement de  $A$  s'effectue dans le plan  $(C, \vec{e}_x, \vec{e}_y)$ . On désigne respectivement par  $r = \|\vec{r}\|$  et  $\varphi(\vec{e}_x, \vec{r})$  la coordonnée radiale et l'angle orienté du système de coordonnées polaires. Exprimer l'énergie mécanique  $E_m$  de  $A$ .

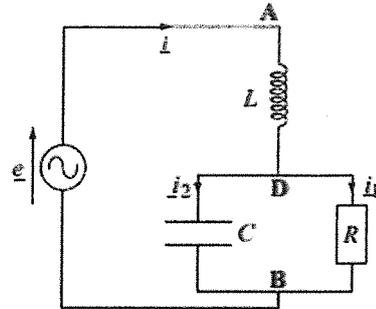
- A.  $E_m = \frac{1}{2}\mu\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right] - \frac{Gm_1m_2}{r^2}$
- B.  $E_m = \frac{1}{2}\mu\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d^2\varphi}{dt^2}\right)^2\right] - \frac{Gm_1m_2}{r}$
- C.  $E_m = \frac{1}{2}\mu\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right] - \frac{Gm_1m_2}{r}$
- D.  $E_m = \frac{1}{2}\mu\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d^2\varphi}{dt^2}\right)^2\right] + \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

**Concernant les questions 10 à 15**

**Régime sinusoïdal forcé**

Le dipôle AB représente sur le schéma de la figure ci-contre est alimenté par une source tension parfaite de force électromotrice instantanée :

$$e(t) = E_0 \cdot \sin(\omega t)$$



• **Question 10 :**

Exprimer  $L$  en fonction de  $R$ ,  $C$  et  $\omega$  pour que le dipôle AB soit équivalent à une résistance pure  $R_{\text{eq}}$ .

- A.  $L = \frac{RC\omega}{1+R^2C^2\omega^2}$
- B.  $L = \frac{R^2C}{1+RC\omega}$
- C.  $L = \frac{R^2C}{1+R^2C^2\omega^2}$
- D.  $L = \frac{RC\omega}{1-RC\omega}$

• **Question 11:**

Calculer sachant que  $R = 100 \Omega$ ,  $C = \frac{100}{3} \mu F$  et  $\omega = 400 \text{ rad. s}^{-1}$

- A.  $L = 120 \text{ mH}$
- B.  $L = 200 \text{ mH}$
- C.  $L = 50 \text{ mH}$
- D.  $L = 37 \text{ mH}$

• **Question 12 :**

La valeur efficace de la force électromotrice du générateur vaut  $E_0 = 180 \text{ V}$ .

Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant  $I$  dans la bobine.

- A.  $I = 1,2 \text{ A}$
- B.  $I = 3,7 \text{ A}$
- C.  $I = 4,2 \text{ A}$
- D.  $I = 5 \text{ A}$

• **Question 13 :**

Calculer les valeurs efficaces  $U_{AD}$  et  $U_{DB}$  des différences de potentiel  $u_{AD}$  et  $u_{DB}$ .

- A.  $U_{AD} = 100 \text{ V}$  et  $U_{DB} = 250 \text{ V}$
- B.  $U_{AD} = 45 \text{ V}$  et  $U_{DB} = 135 \text{ V}$
- C.  $U_{AD} = 240 \text{ V}$  et  $U_{DB} = 300 \text{ V}$
- D.  $U_{AD} = 180 \text{ V}$  et  $U_{DB} = 45 \text{ V}$

• **Question 14 :**

Calculer les valeurs efficaces  $I_1$  et  $I_2$  des intensités des courants circulants respectivement dans la résistance et dans le condensateur.

- A.  $I_1 = 1 \text{ A}$  et  $I_2 = 4 \text{ A}$
- B.  $I_1 = 3 \text{ A}$  et  $I_2 = 4 \text{ A}$
- C.  $I_1 = 2 \text{ A}$  et  $I_2 = 7 \text{ A}$
- D.  $I_1 = 7 \text{ A}$  et  $I_2 = 2 \text{ A}$

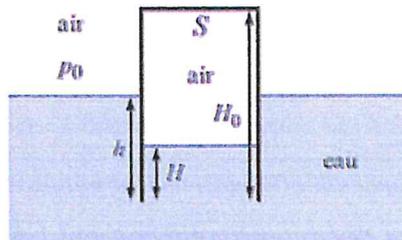
• **Question 15 :**

Calculer la puissance moyenne  $P$ , consommée sur une période par le dipôle AB.

- A.  $P = 1\,200 \text{ W}$
- B.  $P = 120 \text{ W}$
- C.  $P = 75 \text{ W}$
- D.  $P = 900 \text{ W}$

**Concernant les questions 16 à 18**

Une cloche cylindrique de masse  $m$ , dont l'épaisseur des parois est négligeable, est renversée puis plongée verticalement dans une cuve remplie d'eau. On désigne respectivement par  $S$  et  $H_0$  la section et la hauteur du cylindre, par  $\rho$  la masse volumique de l'eau et par  $p_0$  la pression atmosphérique extérieure. La cloche s'enfonce dans le liquide en emprisonnant un volume d'air initial égal à son volume intérieur (cf. figure ci-dessous). La répartition de la masse de la cloche est telle que, dans son état d'équilibre final, elle flotte en restant verticale.



On négligera la masse volumique de l'air devant celle de l'eau et l'on supposera que la pression de l'air (que l'on assimilera à un gaz parfait) à l'intérieur du récipient est uniforme.

• **Question 16 :**

Exprimer la hauteur  $h$  de la partie immergée du récipient.

- A.  $h = \frac{mg}{mg+p_0S} H_0$
- B.  $h = \frac{m}{\rho S} + \frac{mg}{mg+p_0S} H_0$
- C.  $h = H_0 - \frac{m}{\rho S}$
- D.  $h = \frac{mg+p_0S}{mg} H_0 - \frac{m}{\rho S}$

• **Question 17 :**

Exprimer le volume  $V_1$  de l'air emprisonné dans la cloche.

- A.  $V_1 = \frac{p_0 S^2}{mg + p_0 S} H_0$
- B.  $V_1 = \frac{mg + p_0 S}{p_0 S^2} H_0$
- C.  $V_1 = \frac{p_0 S^2}{mg} H_0$
- D.  $V_1 = \frac{mg}{p_0 S^2} H_0$

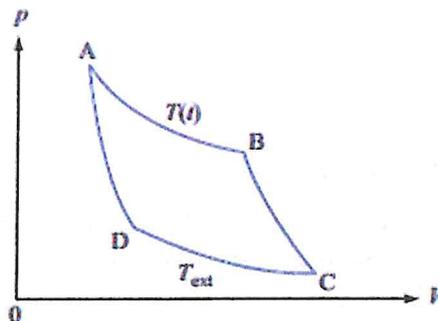
• **Question 18 :**

Calculer la pression  $p_1$  de l'air dans la cloche

- A.  $p_1 = p_0 + \rho gh$
- B.  $p_1 = p_0 + \rho g H_0$
- C.  $p_1 = \rho gh(H_0 - h)$
- D.  $p_1 = p_0 + \frac{mg}{S}$

**Concernant les questions 19 à 20**

Le fluide d'une pompe à chaleur décrit de façon réversible un cycle de Carnot constitué de deux évolutions adiabatiques AD et BC et de deux évolutions isothermes AB et DC (cf. le diagramme  $p$  (pression),  $V$  (volume) représenté sur la figure ci-dessous).



Au cours de chaque évolution isotherme AB, le système échange la quantité de chaleur  $\delta Q_c$  avec une source chaude constituée par l'air ambiant d'une pièce de capacité thermique totale  $C$  que l'on désire chauffer. La température de la pièce à l'instant  $t$  est notée  $T(t)$ .

Au cours de chaque évolution isotherme DC, le système échange la quantité de chaleur  $\delta Q_f$  avec une source froide constituée par l'air extérieur à la pièce dont la température constante est notée  $T_{ext}$ .

On peut considérer que la température  $T(t)$  de la source chaude reste constante au cours d'un cycle (de durée  $dt$ ) et qu'elle augmente de  $dT$  à chaque cycle. On désigne par  $P$  la puissance mécanique totale constante fournie au système.

• **Question 19 :**

*Pour que la machine fonctionne en pompe à chaleur qui réchauffe la pièce,*

- A. il faut que le cycle soit décrit dans le sens ADCBA.
- B. il faut que le cycle soit décrit dans le sens ABCDA.
- C. le sens du cycle n'a pas d'importance.
- D. on doit nécessairement avoir :  $T(0) > T_{\text{ext}}$ .

• **Question 20 :**

*L'efficacité thermique  $\eta(t) = \frac{\delta Q_c}{\delta W}$ , où  $\delta W$  est le travail total échangé au cours d'un cycle. Exprimer  $\eta(t)$ .*

- A.  $\eta(t) = \frac{T_{\text{ext}}}{T(t) - T_{\text{ext}}}$
- B.  $\eta(t) = \frac{T(t)}{T_{\text{ext}}}$
- C.  $\eta(t) = \frac{T(t) - T_{\text{ext}}}{T(t)}$
- D.  $\eta(t) = \frac{T(t)}{T(t) - T_{\text{ext}}}$

• **Question 21 :**

***Conséquence dynamique de la loi de Bernoulli***

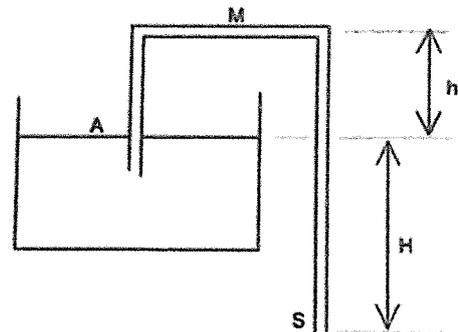
Soit un fluide parfait, s'écoulant dans un tube horizontal indéformable selon les critères de la loi de Bernoulli, que se passe-t-il au niveau d'une dilatation, par rapport à la partie en amont dont la section est inférieure.

- A. La vitesse du fluide augmente.
- B. La vitesse du fluide diminue.
- C. La pression du fluide augmente.
- D. La pression du fluide diminue.

• **Question 22 :**

*Etude d'un syphon*

Soit un syphon de diamètre  $d$  alimenté par un récipient rempli d'eau, de grande dimension par rapport à  $d$  et ouvert à l'atmosphère.



**Données :**

$H = 3,2 \text{ m}$  ;  $h = 1,8 \text{ m}$  ;  $d = 10,0 \text{ mm}$  ;  $P_{atm} = 1,0 \text{ bar}$  ;  $G = 10 \text{ SI}$

- A. La vitesse de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de  $10 \text{ m.s}^{-1}$
- B. La vitesse de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de  $8 \text{ m.s}^{-1}$
- C. Le débit de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de  $100 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$
- D. Le débit de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de  $80 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

• **Question 23 :**

*La charge d'un fluide :*

- A. Est constante le long d'un conduit si le fluide est parfait, incompressible, avec un débit constant.
- B. Augmente dans le sens de l'écoulement si le fluide est réel, avec une masse volumique constante et un débit constant en régime laminaire.
- C. Diminue dans le sens de l'écoulement proportionnellement au carré de la vitesse, si le fluide est parfait, incompressible, avec un débit constant, dans un tube horizontal.
- D. Est constante en tout point d'un fluide incompressible au repos dans un tube vertical.

• **Question 24 :**

*Conservation du débit dans une artère indéformable*

$V$  vitesse moyenne,  $S$  section de l'artère,  $\rho$  masse volumique

- A.  $Q = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 = Cte$
- B.  $Q = S \times v = Cte$
- C.  $\text{L.min}^{-1}$ ,  $\text{kg.s}^{-1}$ ,  $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$  sont toutes des unités de débit volumique
- D. La conservation du débit n'est vérifiée que si le fluide est incompressible.

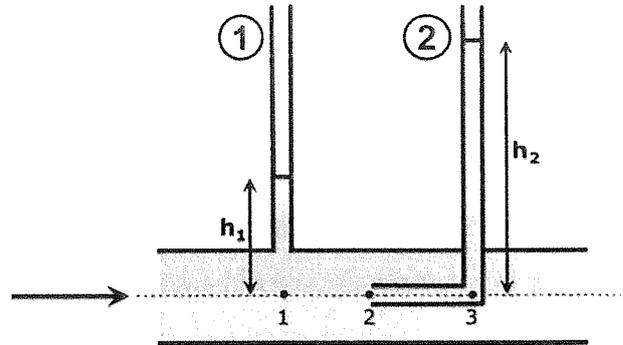
• **Question 25 :**

*La sonde de Pitot*

Lors d'un écoulement de fluide à vitesse constante, les liquides en 1 et en 2 se stabilisent aux niveaux représentés sur le schéma.

Dans le cas où l'écoulement s'interrompt :

- A. Rien ne change.
- B. Les niveaux 1 et 2 s'équilibrent à un niveau plus élevé que le niveau 2 de départ.
- C. Le niveau 1 s'élève pour rejoindre le niveau 2 stable.
- D. Le niveau 2 s'abaisse pour rejoindre le niveau 1 stable.

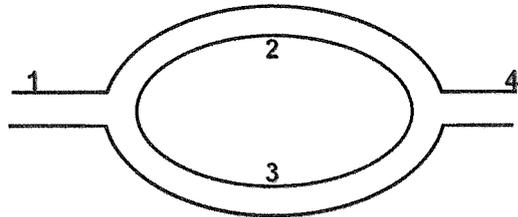


• **Question 26 :**

*Écoulement sanguin dans deux artères en parallèle*

Soient  $R_2$  et  $R_3$  les résistances hydrauliques des deux artères 2 et 3 de section circulaire, leurs débits étant  $Q_2$  et  $Q_3$ .

Dans les conditions d'application de la loi de Poiseuille, le débit  $Q_1$  étant constant :



- A.  $Q_1 = Q_2 + Q_3$ .
- B. Soit  $R$  la résistance équivalente à l'ensemble des deux artères en parallèle.  $R = \frac{R_2}{2} = \frac{R_3}{2}$  si longueurs et sections des deux artères sont identiques.
- C.  $R_2 = 2R_3$  si la longueur de l'artère 2 est double de celle de l'artère 3 et les diamètres identiques.
- D.  $Q_2 = 2Q_3$  si la longueur de l'artère 2 est la moitié de celle de l'artère 3 et les sections identiques.

• **Question 27 :**

*Soit un vaisseau dans lequel circule du sang, fluide réel, en régime permanent.*

- A. Si le rayon du vaisseau est divisé par 3, la résistance à l'écoulement par unité de longueur du conduit est multipliée par 9.
- B. Si le rayon du vaisseau est divisé par 3, la résistance à l'écoulement par unité de longueur du conduit est multipliée par 81.
- C. Si la surface de section du vaisseau est divisée par 2, la résistance à l'écoulement par unité de longueur du conduit est divisée par 9.
- D. Si la surface de section du vaisseau est divisée par 3, le débit reste inchangé.

**Concernant les questions 28, 29 et 30 ci-dessous**

Les conditions de repos et d'exercice modéré chez un sujet normal sont définies par les données suivantes :

	Perte de charge entre ventricule gauche et l'oreillette droite	Débit cardiaque
Repos	100 mm de Hg	6 L / min
Exercice modéré	150 mm de Hg	18 L / min

On donne  $1 \text{ mm de Hg} = 130 \text{ Pa}$  et  $\eta = 3 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$

• **Question 28 :**

*La résistance périphérique totale au repos en unité S.I. est :*

- A.  $1,3 \cdot 10^5 \text{ en } \text{M L}^{-4} \text{ T}^{-1}$
- B.  $4 \cdot 10^3 \text{ en } \text{M L}^{-4} \text{ T}^{-1}$
- C.  $1,3 \cdot 10^6 \text{ en } \text{M L}^{-1} \text{ T}^{-4}$
- D.  $1,3 \cdot 10^8 \text{ en } \text{M L}^{-4} \text{ T}^{-1}$

• **Question 29 :**

*Quelle est la résistance périphérique totale à l'exercice en unité S.I. ?*

- A.  $4,3 \cdot 10^7 \text{ en } \text{kg.m}^{-4} \cdot \text{s}^{-1}$
- B.  $4,3 \cdot 10^5 \text{ en } \text{kg.m}^{-4} \cdot \text{s}^{-1}$
- C.  $6,5 \cdot 10^9 \text{ en } \text{kg.m}^{-4} \cdot \text{s}^{-1}$
- D.  $6,5 \cdot 10^7 \text{ en } \text{kg.m}^{-4} \cdot \text{s}^{-1}$

• **Question 30 :**

La résistance des capillaires représente 30% de la résistance périphérique totale au repos. En supposant ces capillaires en parallèle entre l'artériole et la veinule, calculer leur nombre, en prenant comme rayon d'un capillaire  $4 \mu\text{m}$  et comme longueur de celui-ci  $1 \text{ mm}$ .

On prendra  $\pi \sim 3$

$$R_{\text{capillaire}} = 0,3 R_{\text{repos}} \quad R_{\text{capillaire}} = \frac{8 \cdot \eta \cdot l}{\pi \cdot r^4}$$

- A.  $8 \cdot 10^6$
- B.  $8 \cdot 10^{18}$
- C.  $8 \cdot 10^8$
- D.  $8 \cdot 10^{-8}$

## Option n°2

### Chimie

• **Question 31 :**

On considère une solution de carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) de concentration  $c = 0,1 \text{ mol/L}$

- A. Le pH de cette solution est compris entre 3 et 4.
- B. Le pH de cette solution est compris entre 5 et 6.
- C. Le pH de cette solution est compris entre 9 et 10.
- D. Le pH de cette solution est compris entre 11 et 12.

• **Question 32 :**

L'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_2$  (peroxyde d'hydrogène) peut avoir le comportement d'un oxydant ou d'un réducteur. Les ions  $\text{Fe}^{2+}$  participent à 2 couples redox :  $(\text{Fe}^{2+} / \text{Fe})$  et  $(\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+})$ .

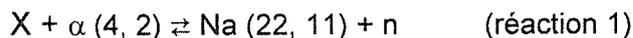
On donne les valeurs du potentiel standard  $E^\circ$  des couples redox suivants :

Couple redox	$\text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$	$\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}_2$	$\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$	$\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$
$E^\circ (\text{V})$	1,77	0,695	- 0,447	0,77

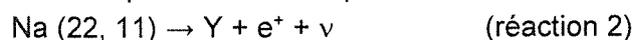
- A. L'oxydation des ions  $\text{Fe}^{2+}$  en ions  $\text{Fe}^{3+}$  par  $\text{H}_2\text{O}_2$  est possible de façon spontanée.
- B. La réduction des ions  $\text{Fe}^{2+}$  en Fe par l'eau oxygénée est possible de façon spontanée.
- C. L'eau oxygénée ne réagit pas de façon spontanée avec les ions  $\text{Fe}^{3+}$ .
- D. En milieu acide, la demi-équation du couple redox  $(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2)$  est  $\text{O}_2 + 2 \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$

• **Question 33 :**

En bombardant un atome X par des particules alpha, on obtient un isotope du sodium :



Cet isotope est radioactif  $\beta^-$  +



- A. X est du Néon et Y est du Fluor
- B. X est du Fluor et Y est du Néon
- C. La réaction 1 est provoquée
- D. La réaction 2 est spontanée

• **Question 34 :**

*Quels sont les éléments chimiques constitutifs de la matière vivante ?*

- A. Hydrogène.
- B. Carbone.
- C. Oxygène.
- D. Azote.

• **Question 35 :**

*Parmi les affirmations suivantes sur l'ARN :*

- A. L'ARN est l'acide désoxyribonucléique.
- B. L'ARN est monocaténaire.
- C. Son sucre est le désoxyribose et ses bases l'adénine, la guanine, la cytosine et la thymine.
- D. Son sucre est le ribose et ses bases l'adénine, la guanine, la cytosine et l'uracile.

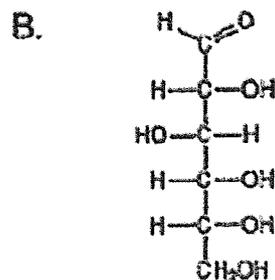
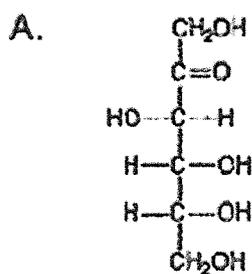
• **Question 36 :**

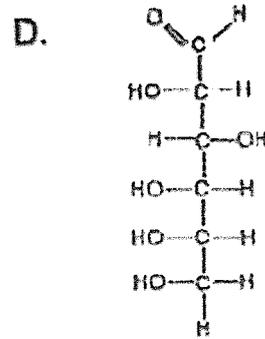
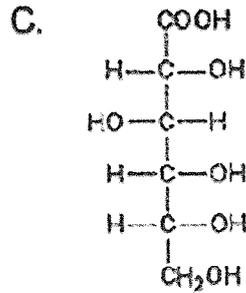
*Un aldohexose acyclique*

- A. Est un ose réducteur.
- B. Contient une fonction cétone.
- C. Possède 5 groupements OH.
- D. Possède 6 carbones asymétriques.

• **Question 37 :**

*La formule linéaire ou formule de Fischer du D-glucose est :*





• **Question 38 :**

*Un acide aminé :*

- A. Possède une fonction amine et une fonction acide carboxylique portées par le même carbone.
- B. Est un constituant de base des lipides.
- C. Possède un radical ou chaîne latérale.
- D. Est un constituant de base des protides.

• **Question 39 :**

*Un monosaccharide de la série L*

- A. Admet un énantiomère appartenant à la série D.
- B. Possède des carbones asymétriques de configurations absolues inverses de toutes celles observées dans le même saccharide mais de la série D.
- C. Est obligatoirement lévogyre.
- D. Possède au moins un carbone asymétrique.

• **Question 40 :**

*La liaison peptidique :*

- A. Relie l'extrémité COOH d'un premier acide aminé avec l'extrémité NH<sub>2</sub> d'un deuxième acide aminé.
- B. Se forme par élimination d'une molécule d'eau.
- C. Est de forme : CO-NH.
- D. Est composé de deux formes mésomères.

• **Question 41 :**

*L'acide linoléique peut s'écrire :  $C_{18}\Delta^{9,12}$ . Cela signifie qu'il :*

- A. Possède 2 double liaisons.
- B. A 22 carbones.
- C. Est saturé.
- D. A 22 carbones et est insaturé.

• **Question 42 :**

*Le point de fusion des acides gras :*

- A. Correspond à la température pour laquelle l'acide gras passe de l'état solide à l'état liquide.
- B. Est plus élevé pour des acides gras saturés.
- C. Transforme les doubles liaisons en liaisons simples.
- D. Est plus bas pour des acides gras saturés.

• **Question 43 :**

*Les 20  $\alpha$  – aminoacides constituant principaux des protéines naturelles*

- A. Appartiennent tous à la série L.
- B. Possèdent tous un carbone asymétrique  $\alpha$  de configuration absolue S.
- C. Sont tous globalement neutres.
- D. Sont tous chiraux.

• **Question 44 :**

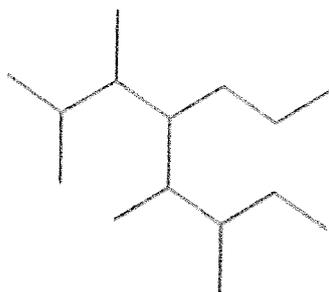
*Le pH au point isoélectrique de la thréonine vaut 5,6.*

*Pour cet aminoacide  $pK_{a1} = 2,63$  et  $pK_{a2} = 10,43$*

- A. A pH = 5,6, la thréonine se trouve sous forme zwitterionique.
- B. A pH = 3,0, la thréonine se trouve sous sa forme cationique.
- C. A pH =  $pK_{a1}$ , la thréonine se trouve à 50% de forme zwitterionique et 50% de forme cationique ( $-NH_3^+$ )
- D. A pH =  $pK_{a2}$ , la thréonine se trouve à 50% de forme zwitterionique et 50% de forme anionique ( $-CO_2^-$ ).

• **Question 45 :**

Concernant la molécule suivante :



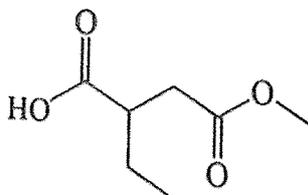
- A. 2,3,5,6-tétraméthyl-4-propyloctane.
- B. 3,4,6,7-tétraméthyl-5-propylheptane.
- C. 2,3,5,6-tétraméthyl-4-propylheptane.
- D. 2,3-diméthyl-5-(1,2-diméthylpropyl)heptane.

• **Question 46 :**

- A. Méthylcyclohex-3-ène.
- B. 5-méthylcyclohexène.
- C. 4-méthylcyclohexène.
- D. Méthylcyclohexène.



• **Question 47 :**



- A. Acide 2-éthyl-3-méthoxycarbonylpropanoïque.
- B. 4-carboxy-3-éthylpropanoate de méthyle.
- C. 3-carboxypentanoate de méthyle.
- D. Acide 2-éthyl-3-méthoxycarbonylbutanoïque.

• **Question 48 :**

*Les alcanes*

- A. Sont des hydrocarbures.
- B. Peuvent présenter des chaînes carbonées linéaires, ramifiées ou cycliques.
- C. Ont pour formule générale  $C_nH_{2n+2}$
- D. Ont pour formule générale  $C_nH_{2n+2}$  seulement si leur chaîne carbonée est linéaire.

• **Question 49 :**

*Les deux alcènes suivants :*



- A. Présentent la même stabilité thermodynamique.
- B. A est plus stable que B.
- C. Présentent les mêmes spectres RMN  $^1H$
- D. Absorbent dans l'ultraviolet.

• **Question 50 :**

*A propos de la règle de Markovnikov et concernant l'addition de AH sur un alcène dissymétrique*

- A. « L'hydrogène se fixe sur le carbone le plus substitué ».
- B. La règle permet de prévoir la stéréosélectivité de la réaction.
- C. La règle empirique
- D. La règle permet de prévoir la régiosélectivité de la réaction.





MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION,  
DE LA MODERNISATION  
DE L'ADMINISTRATION,  
*en charge du numérique*

DIRECTION GÉNÉRALE  
DES RESSOURCES HUMAINES

**CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT DES  
INGÉNIEURS SUBDIVISIONNAIRES DE CATÉGORIE  
A RELEVANT DE LA FONCTION PUBLIQUE DE LA  
POLYNÉSIE FRANÇAISE**

**DEUXIÈME ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :**

**Physique Chimie appliquée – option résistance des matériaux**

**SUJET PRINCIPAL**

**Mardi 11 avril 2023**

**(Durée : 3 heures – coefficient 3)**

Le sujet comporte 20 pages (page de garde incluse).

Aucun autre document n'est autorisé.

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, non autorisée.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire, de tout autre matériel électronique et de téléphone cellulaire est rigoureusement interdit.

**NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.**

**Partie Physique**  
**Option n°1 - Résistance des matériaux**

Cette épreuve comporte 50 questions

Tout dispositif électronique est INTERDIT (en particulier la calculatrice).

**CONSIGNES**

Cette épreuve comporte 2 parties indépendantes :

Partie 1 : questions de 1 à 30

Partie 2 : questions de 31 à 50

Chaque question comporte au plus 3 réponses.

A chaque question numérotée de 1 à 50, correspond sur la feuille « GRILLE DES REPONSES » une ligne.

Chaque ligne comporte 4 cases A, B, C, D.

Les cases A, B, C, D correspondent à 4 propositions.

**BAREME**

Aucune erreur = 1 point

Une erreur (réponse erronée cochée ou une réponse exacte non cochée) = 0,5 points.

Plus d'une erreur = 0 point

Aucune réponse cochée = 0 point

En cas de doute sur la réponse du candidat à une question, la question sera notée 0 point.

Une erreur est définie par une proposition exacte non cochée ou une proposition fausse cochée parmi les items A, B, C, D.

La somme des points sur 50 est ensuite reportée à une note sur 20.

**Constantes physiques et aides aux calculs :**

Célérité de la lumière :  $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Accélération de gravité :  $G = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Charge élémentaire (conversion joules en électronvolts) :  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Masse de l'électron :  $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Viscosité de l'eau

$$\eta = 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Masse volumique de l'eau

$$\rho = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \text{ et } \pi = 3$$

Equation de Bernoulli

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z = \text{Cte}$$

Loi de Poiseuille

$$Q = \frac{\pi r^4}{8\eta} \frac{\Delta P}{\Delta x}$$

Nombre de Reynolds

$$R_e = \frac{2\rho V_{moy} r}{\eta}$$

Loi de Laplace dans une artère cylindrique

$$T = P \cdot r$$

$\text{Log}(0,1)=-1$  ;  $\text{Log}(2) = 0,3$  ;  $\text{Log}(3) = 0,5$  ;  $\text{Log}(5) = 0,7$

$\text{Ln}(1)=0$  ;  $\text{Ln}(2)=0,7$  ;  $\text{ln}(3)=1,1$  ;  $\text{ln}(5)=1,6$  ;  $\text{ln}(7)=1,9$

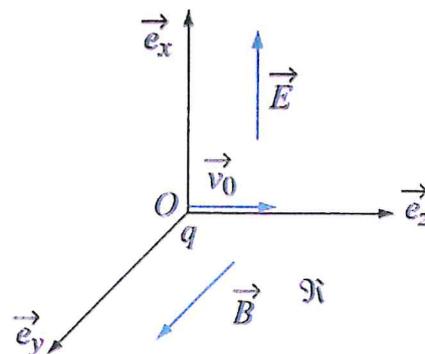
Concernant les questions 1 à 6

### Électron dans un champ électrique et magnétique

Un électron de charge  $q \approx -1,6 \cdot 10^{-19}$  C et de masse  $m \approx 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg, assimilé à un point matériel  $M$ , évolue dans le référentiel du laboratoire  $\mathcal{R}$  supposé galiléen et muni d'un repère cartésien  $\{O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z\}$  sous l'action d'un champ électrique  $\vec{E} = E \cdot \vec{e}_x$  et d'un champ magnétique  $\vec{B} = B \cdot \vec{e}_y$ , tous deux uniformes et stationnaires.

On désigne par  $x, y$  et  $z$  les coordonnées de  $M$  dans  $\mathcal{R}$ , et par  $\vec{v}_0 = v_0 \cdot \vec{e}_z$  la vitesse initiale de  $M$  telle que  $v_0 = 500$  km/s (figure ci-contre).

On place en  $z_0 = 10$  cm un écran d'observation  $\Pi$  parallèle au plan  $(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y)$  destiné à intercepter  $M$ .



• **Question 1 :**

Dans le cas particulier où  $B = 0$ , et  $E = 0$  V.m<sup>-1</sup>, déterminer l'abscisse  $x_e$  de  $M$  sur  $E$ .

- A.  $x_e = 7,2$  mm
- B.  $x_e = 3,5$  mm
- C.  $x_e = -3,5$  mm
- D.  $x_e = -7$  mm

• **Question 2 :**

Dans le cas particulier où  $E = 10$  V.m<sup>-1</sup>, et  $B = 10^{-5}$  T, la trajectoire est un cercle de rayon  $R$ . Calculer  $R$ .

- A.  $R = 10,9$  cm
- B.  $R = 13,8$  cm
- C.  $R = 15,1$  cm
- D.  $R = 28,4$  cm

• **Question 3 :**

Que vaut l'abscisse  $x_m$  de  $M$  sur  $\Pi$  ?

- A.  $x_m = 1,8$  cm
- B.  $x_m = 3,8$  cm
- C.  $x_m = -4,3$  cm
- D.  $x_m = 6,6$  cm

• **Question 4 :**

En supposant que  $E = 1 \text{ kV.m}^{-1}$ , déterminer  $B$  afin que le mouvement de  $M$  soit rectiligne et uniforme.

- A.  $B = 2 \text{ T}$
- B.  $B = 2 \text{ mT}$
- C.  $B = -4 \text{ mT}$
- D.  $B = -200 \text{ mT}$

• **Question 5 :**

On suppose  $E$  et  $B$  non nuls et on pose  $\omega_c = \frac{qB}{m}$ . L'équation différentielle d'évolution de l'abscisse  $x$  de  $M$  s'écrit sous la forme  $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_c^2 x = a$ ,  $a$  est une constante indépendante du temps. Déterminer  $a$ .

- A.  $a = \frac{q}{m} (E + Bv_0)$
- B.  $a = -\frac{q}{m} (E + Bv_0)$
- C.  $a = \frac{q}{m} (Bv_0 - E)$
- D.  $a = \frac{q}{m} (E - Bv_0)$

• **Question 6 :**

On suppose  $B = \frac{2E}{v_0}$ . Exprimer  $x(t)$

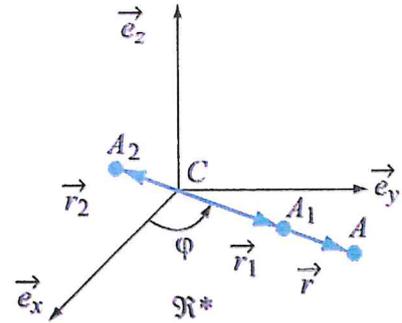
- A.  $x(t) = -\frac{mE}{qB^2} [1 + \cos(\omega_c t)]$
- B.  $x(t) = \frac{mE}{qB^2} [\cos(\omega_c t) - 1]$
- C.  $x(t) = \frac{mE}{qB^2} [1 - \cos(\omega_c t)]$
- D.  $x(t) = \frac{mE}{qB^2} [1 + \cos(\omega_c t)]$

**Concernant les questions 7 à 9**

**Interaction gravitationnelle**

Deux corps assimilés à des points matériels  $A_1$  et  $A_2$ , de masses respectives  $m_1$  et  $m_2$ , évoluent librement du reste de l'univers sous la seule action des forces de gravitation qu'elles exercent l'une sur l'autre. On note  $C$  le centre de masse du système,  $\vec{r}_1 = \overrightarrow{CA_1}$  et  $\vec{r}_2 = \overrightarrow{CA_2}$ , les rayons vecteurs des deux corps et  $G \approx 6,67 \cdot 10^{-11}$  SI la constante de gravitation universelle.

Ce problème à deux corps se réduit, dans le référentiel galiléen  $\mathcal{R}^*$  du centre de masse, à l'étude du mouvement d'un point matériel fictif  $A$  de masse  $\mu$ , de rayon vecteur  $\vec{r}_1 = \overrightarrow{CA} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$  (cf. figure ci-contre), soumis à la force  $F_g = -\frac{Gm_1m_2\vec{r}}{\|\vec{r}\|^3}$



• **Question 7 :**

Exprimer  $\mu$  en fonction de  $m_1$  et  $m_2$ .

- A.  $\mu = m_1 + m_2$
- B.  $\mu = \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right)^{-1}$
- C.  $\mu = (m_1 m_2)^{\frac{1}{2}}$
- D.  $\mu = \left(\frac{1}{m_1} - \frac{1}{m_2}\right)^{-1}$

• **Question 8 :**

Quels sont, au cours du mouvement de  $A$ , les grandeurs conservatives ?

- A. L'énergie mécanique de  $A$ .
- B. L'énergie potentielle de  $A$ .
- C. L'énergie cinétique de  $A$ .
- D. Le moment cinétique de  $A$  en  $C$ .

• **Question 9 :**

Le référentiel  $\mathcal{R}^*$  est muni du repère cartésien  $\{C, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z\}$ , le mouvement de  $A$  s'effectue dans le plan  $(C, \vec{e}_x, \vec{e}_y)$ . On désigne respectivement par  $r = \|\vec{r}\|$  et  $\varphi(\vec{e}_x, \vec{r})$  la coordonnée radiale et l'angle orienté du système de coordonnées polaires. Exprimer l'énergie mécanique  $E_m$  de  $A$ .

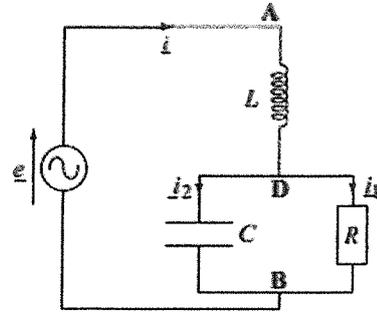
- A.  $E_m = \frac{1}{2} \mu \left[ \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 - \frac{Gm_1m_2}{r^2} \right]$
- B.  $E_m = \frac{1}{2} \mu \left[ \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2 \left(\frac{d^2\varphi}{dt^2}\right)^2 - \frac{Gm_1m_2}{r} \right]$
- C.  $E_m = \frac{1}{2} \mu \left[ \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 \right] - \frac{Gm_1m_2}{r}$
- D.  $E_m = \frac{1}{2} \mu \left[ \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2 \left(\frac{d^2\varphi}{dt^2}\right)^2 + \frac{Gm_1m_2}{r^2} \right]$

### Concernant les questions 10 à 15

#### Régime sinusoïdal forcé

Le dipôle AB représente sur le schéma de la figure ci-contre est alimenté par une source tension parfaite de force électromotrice instantanée :

$$e(t) = E_0 \cdot \sin(\omega t)$$



• **Question 10 :**

Exprimer  $L$  en fonction de  $R$ ,  $C$  et  $\omega$  pour que le dipôle AB soit équivalent à une résistance pure  $R_{\text{eq}}$ .

- A.  $L = \frac{RC\omega}{1+R^2C^2\omega^2}$
- B.  $L = \frac{R^2C}{1+RC\omega}$
- C.  $L = \frac{R^2C}{1+R^2C^2\omega^2}$
- D.  $L = \frac{RC\omega}{1-RC\omega}$

• **Question 11:**

Calculer sachant que  $R = 100 \Omega$ ,  $C = \frac{100}{3} \mu F$  et  $\omega = 400 \text{ rad} \cdot s^{-1}$

- A.  $L = 120 \text{ mH}$
- B.  $L = 200 \text{ mH}$
- C.  $L = 50 \text{ mH}$
- D.  $L = 37 \text{ mH}$

• **Question 12 :**

La valeur efficace de la force électromotrice du générateur vaut  $E_0 = 180 \text{ V}$ .

Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant  $I$  dans la bobine.

- A.  $I = 1,2 \text{ A}$
- B.  $I = 3,7 \text{ A}$
- C.  $I = 4,2 \text{ A}$
- D.  $I = 5 \text{ A}$

• **Question 13 :**

Calculer les valeurs efficaces  $U_{AD}$  et  $U_{DB}$  des différences de potentiel  $u_{AD}$  et  $u_{DB}$ .

- A.  $U_{AD} = 100 \text{ V}$  et  $U_{DB} = 250 \text{ V}$
- B.  $U_{AD} = 45 \text{ V}$  et  $U_{DB} = 135 \text{ V}$
- C.  $U_{AD} = 240 \text{ V}$  et  $U_{DB} = 300 \text{ V}$
- D.  $U_{AD} = 180 \text{ V}$  et  $U_{DB} = 45 \text{ V}$

• **Question 14 :**

Calculer les valeurs efficaces  $I_1$  et  $I_2$  des intensités des courants circulants respectivement dans la résistance et dans le condensateur.

- A.  $I_1 = 1 \text{ A}$  et  $I_2 = 4 \text{ A}$
- B.  $I_1 = 3 \text{ A}$  et  $I_2 = 4 \text{ A}$
- C.  $I_1 = 2 \text{ A}$  et  $I_2 = 7 \text{ A}$
- D.  $I_1 = 7 \text{ A}$  et  $I_2 = 2 \text{ A}$

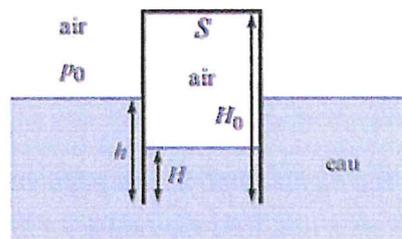
• **Question 15 :**

Calculer la puissance moyenne  $P$ , consommée sur une période par le dipôle AB.

- A.  $P = 1\,200 \text{ W}$
- B.  $P = 120 \text{ W}$
- C.  $P = 75 \text{ W}$
- D.  $P = 900 \text{ W}$

**Concernant les questions 16 à 18**

Une cloche cylindrique de masse  $m$ , dont l'épaisseur des parois est négligeable, est renversée puis plongée verticalement dans une cuve remplie d'eau. On désigne respectivement par  $S$  et  $H_0$  la section et la hauteur du cylindre, par  $\rho$  la masse volumique de l'eau et par  $p_0$  la pression atmosphérique extérieure. La cloche s'enfonce dans le liquide en emprisonnant un volume d'air initial égal à son volume intérieur (cf. figure ci-dessous). La répartition de la masse de la cloche est telle que, dans son état d'équilibre final, elle flotte en restant verticale.



On négligera la masse volumique de l'air devant celle de l'eau et l'on supposera que la pression de l'air (que l'on assimilera à un gaz parfait) à l'intérieur du récipient est uniforme.

• **Question 16 :**

Exprimer la hauteur  $h$  de la partie immergée du récipient.

- A.  $h = \frac{mg}{mg+p_0S} H_0$
- B.  $h = \frac{m}{\rho S} + \frac{mg}{mg+p_0S} H_0$
- C.  $h = H_0 - \frac{m}{\rho S}$
- D.  $h = \frac{mg+p_0S}{mg} H_0 - \frac{m}{\rho S}$

• **Question 17 :**

Exprimer le volume  $V_1$  de l'air emprisonné dans la cloche.

- A.  $V_1 = \frac{p_0 S^2}{mg + p_0 S} H_0$
- B.  $V_1 = \frac{mg + p_0 S}{p_0 S^2} H_0$
- C.  $V_1 = \frac{p_0 S^2}{mg} H_0$
- D.  $V_1 = \frac{mg}{p_0 S^2} H_0$

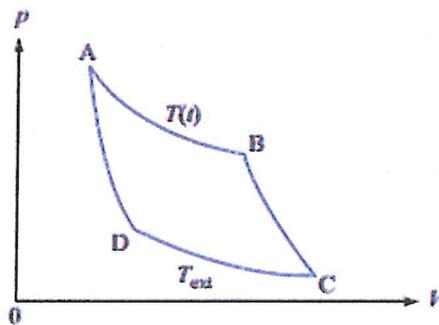
• **Question 18 :**

Calculer la pression  $p_1$  de l'air dans la cloche

- A.  $p_1 = p_0 + \rho gh$
- B.  $p_1 = p_0 + \rho g H_0$
- C.  $p_1 = \rho gh(H_0 - h)$
- D.  $p_1 = p_0 + \frac{mg}{S}$

**Concernant les questions 19 à 20**

Le fluide d'une pompe à chaleur décrit de façon réversible un cycle de Carnot constitué de deux évolutions adiabatiques AD et BC et de deux évolutions isothermes AB et DC (cf. le diagramme  $p$  (pression),  $V$  (volume) représenté sur la figure ci-dessous).



Au cours de chaque évolution isotherme AB, le système échange la quantité de chaleur  $\delta Q_c$  avec une source chaude constituée par l'air ambiant d'une pièce de capacité thermique totale  $C$  que l'on désire chauffer. La température de la pièce à l'instant  $t$  est notée  $T(t)$ .

Au cours de chaque évolution isotherme DC, le système échange la quantité de chaleur  $\delta Q_f$  avec une source froide constituée par l'air extérieur à la pièce dont la température constante est notée  $T_{ext}$ .

On peut considérer que la température  $T(t)$  de la source chaude reste constante au cours d'un cycle (de durée  $dt$ ) et qu'elle augmente de  $dT$  à chaque cycle. On désigne par  $P$  la puissance mécanique totale constante fournie au système.

• **Question 19 :**

*Pour que la machine fonctionne en pompe à chaleur qui réchauffe la pièce,*

- A. il faut que le cycle soit décrit dans le sens ADCBA.
- B. il faut que le cycle soit décrit dans le sens ABCDA.
- C. le sens du cycle n'a pas d'importance.
- D. on doit nécessairement avoir :  $T(0) > T_{ext}$ .

• **Question 20 :**

*L'efficacité thermique  $\eta(t) = \frac{\delta Q_c}{\delta W}$ , où  $\delta W$  est le travail total échangé au cours d'un cycle.  
Exprimer  $\eta(t)$ .*

- A.  $\eta(t) = \frac{T_{ext}}{T(t) - T_{ext}}$
- B.  $\eta(t) = \frac{T(t)}{T_{ext}}$
- C.  $\eta(t) = \frac{T(t) - T_{ext}}{T(t)}$
- D.  $\eta(t) = \frac{T(t)}{T(t) - T_{ext}}$

• **Question 21 :**

*Conséquence dynamique de la loi de Bernoulli*

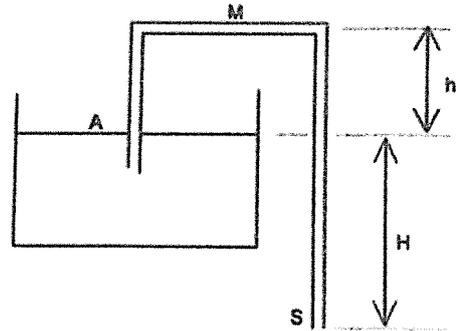
Soit un fluide parfait, s'écoulant dans un tube horizontal indéformable selon les critères de la loi de Bernoulli, que se passe-t-il au niveau d'une dilatation, par rapport à la partie en amont dont la section est inférieure.

- A. La vitesse du fluide augmente.
- B. La vitesse du fluide diminue.
- C. La pression du fluide augmente.
- D. La pression du fluide diminue.

• **Question 22 :**

*Etude d'un syphon*

Soit un syphon de diamètre  $d$  alimenté par un récipient rempli d'eau, de grande dimension par rapport à  $d$  et ouvert à l'atmosphère.



**Données :**

$H = 3,2 \text{ m}$  ;  $h = 1,8 \text{ m}$  ;  $d = 10,0 \text{ mm}$  ;  $P_{atm} = 1,0 \text{ bar}$  ;  $G = 10 \text{ SI}$

- A. La vitesse de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de  $10 \text{ m.s}^{-1}$
- B. La vitesse de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de  $8 \text{ m.s}^{-1}$
- C. Le débit de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de  $100 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$
- D. Le débit de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de  $80 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

• **Question 23 :**

*La charge d'un fluide :*

- A. Est constante le long d'un conduit si le fluide est parfait, incompressible, avec un débit constant.
- B. Augmente dans le sens de l'écoulement si le fluide est réel, avec une masse volumique constante et un débit constant en régime laminaire.
- C. Diminue dans le sens de l'écoulement proportionnellement au carré de la vitesse, si le fluide est parfait, incompressible, avec un débit constant, dans un tube horizontal.
- D. Est constante en tout point d'un fluide incompressible au repos dans un tube vertical.

• **Question 24 :**

*Conservation du débit dans une artère indéformable*

$V$  vitesse moyenne,  $S$  section de l'artère,  $\rho$  masse volumique

- A.  $Q = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 = Cte$
- B.  $Q = S \times v = Cte$
- C.  $\text{L.min}^{-1}$ ,  $\text{kg.s}^{-1}$ ,  $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$  sont toutes des unités de débit volumique
- D. La conservation du débit n'est vérifiée que si le fluide est incompressible.

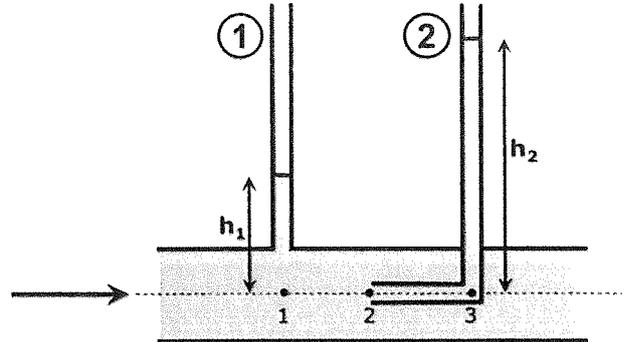
• **Question 25 :**

**La sonde de Pitot**

Lors d'un écoulement de fluide à vitesse constante, les liquides en 1 et en 2 se stabilisent aux niveaux représentés sur le schéma.

Dans le cas où l'écoulement s'interrompt :

- A. Rien ne change.
- B. Les niveaux 1 et 2 s'équilibrent à un niveau plus élevé que le niveau 2 de départ.
- C. Le niveau 1 s'élève pour rejoindre le niveau 2 stable.
- D. Le niveau 2 s'abaisse pour rejoindre le niveau 1 stable.

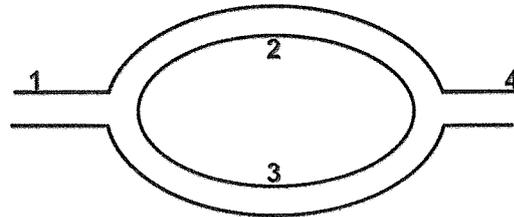


• **Question 26 :**

**Écoulement sanguin dans deux artères en parallèle**

Soient  $R_2$  et  $R_3$  les résistances hydrauliques des deux artères 2 et 3 de section circulaire, leurs débits étant  $Q_2$  et  $Q_3$ .

Dans les conditions d'application de la loi de Poiseuille, le débit  $Q_1$  étant constant :



- A.  $Q_1 = Q_2 + Q_3$ .
- B. Soit  $R$  la résistance équivalente à l'ensemble des deux artères en parallèle.  $R = \frac{R_2}{2} = \frac{R_3}{2}$  si longueurs et sections des deux artères sont identiques.
- C.  $R_2 = 2R_3$  si la longueur de l'artère 2 est double de celle de l'artère 3 et les diamètres identiques.
- D.  $Q_2 = 2Q_3$  si la longueur de l'artère 2 est la moitié de celle de l'artère 3 et les sections identiques.

• **Question 27 :**

**Soit un vaisseau dans lequel circule du sang, fluide réel, en régime permanent.**

- A. Si le rayon du vaisseau est divisé par 3, la résistance à l'écoulement par unité de longueur du conduit est multipliée par 9.
- B. Si le rayon du vaisseau est divisé par 3, la résistance à l'écoulement par unité de longueur du conduit est multipliée par 81.
- C. Si la surface de section du vaisseau est divisée par 2, la résistance à l'écoulement par unité de longueur du conduit est divisée par 9.
- D. Si la surface de section du vaisseau est divisée par 3, le débit reste inchangé.

**Concernant les questions 28, 29 et 30 ci-dessous**

Les conditions de repos et d'exercice modéré chez un sujet normal sont définies par les données suivantes :

	Perte de charge entre ventricule gauche et l'oreillette droite	Débit cardiaque
Repos	100 mm de Hg	6 L / min
Exercice modéré	150 mm de Hg	18 L / min

On donne  $1 \text{ mm de Hg} = 130 \text{ Pa}$  et  $\eta = 3 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$

• **Question 28 :**

*La résistance périphérique totale au repos en unité S.I. est :*

- A.  $1,3 \cdot 10^5$  en  $\text{M L}^{-4} \text{T}^{-1}$
- B.  $4 \cdot 10^3$  en  $\text{M L}^{-4} \text{T}^{-1}$
- C.  $1,3 \cdot 10^6$  en  $\text{M L}^{-1} \text{T}^{-4}$
- D.  $1,3 \cdot 10^8$  en  $\text{M L}^{-4} \text{T}^{-1}$

• **Question 29 :**

*Quelle est la résistance périphérique totale à l'exercice en unité S.I ?*

- A.  $4,3 \cdot 10^7$  en  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-4}\cdot\text{s}^{-1}$
- B.  $4,3 \cdot 10^5$  en  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-4}\cdot\text{s}^{-1}$
- C.  $6,5 \cdot 10^9$  en  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-4}\cdot\text{s}^{-1}$
- D.  $6,5 \cdot 10^7$  en  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-4}\cdot\text{s}^{-1}$

• **Question 30 :**

La résistance des capillaires représente 30% de la résistance périphérique totale au repos. En supposant ces capillaires en parallèle entre l'artériole et la veinule, calculer leur nombre, en prenant comme rayon d'un capillaire  $4 \mu\text{m}$  et comme longueur de celui-ci  $1 \text{ mm}$ .

On prendra  $\pi \sim 3$

$$R_{\text{capillaire}} = 0,3 R_{\text{repos}} \quad R_{\text{capillaire}} = \frac{8 \cdot \eta \cdot l}{\pi \cdot r^4}$$

- A.  $8 \cdot 10^6$
- B.  $8 \cdot 10^{18}$
- C.  $8 \cdot 10^8$
- D.  $8 \cdot 10^{-8}$

## Option n°1

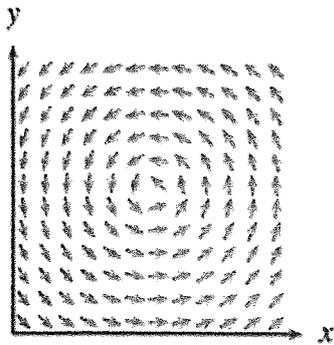
### *Résistance des matériaux*

Les tables sont données en annexe 1 – Module de Young et limite de résistances.

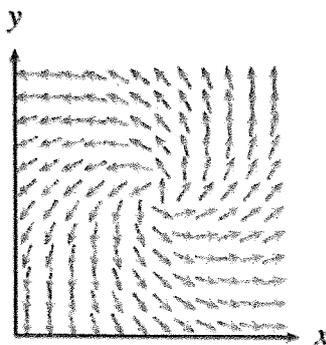
• **Question 31 :**

Les figures ci-dessous représentent les cartes de champ d'un écoulement stationnaire et bidimensionnel.

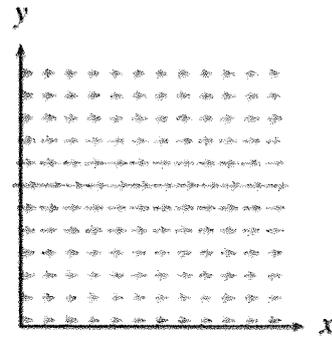
Quels sont les écoulements tourbillonnaires ?



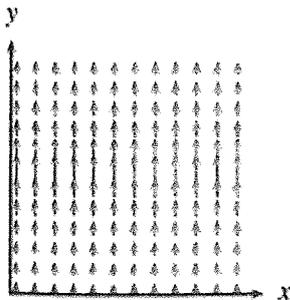
(a)



(b)



(c)



(d)

• **Question 32 :**

Les risques de fracture sont plus élevés quand on tombe sur un sol dur

- A - La variation de la quantité de mouvement en arrivant sur le sol est plus importante.
- B - La durée de l'impact est plus courte.
- C - Le module de Young change.
- D - Cette affirmation est fausse.

• **Question 33 :**

Un bloc rectangulaire de gélatine a respectivement une hauteur, une largeur et une longueur de 4 cm, 8cm et 10 cm. Ce bloc est soumis à une force de cisaillement de 0,4 N appliquée parallèlement à sa face supérieure. Si la surface supérieure est déplacée de 0,3 mm par rapport à la surface inférieure, quel est le module de cisaillement de la gélatine ?

- A - 2 000 N.m<sup>-2</sup>
- B - 6 667 N.m<sup>-2</sup>
- C - 0,00015 N.m<sup>-2</sup>
- D - 50 N.m<sup>-2</sup>

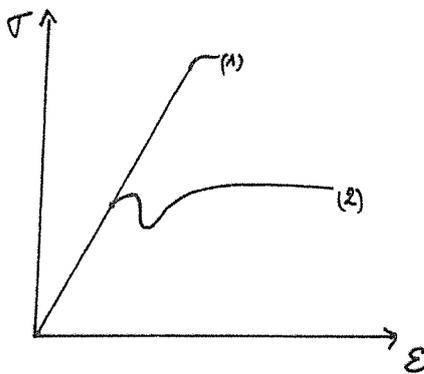
• **Question 34 :**

Un câble de 130 cm de long et de 2 mm de diamètre est soumis à une force de traction de 600 N. Sa longueur finale est de 130,26 cm. Quel est le module de Young du matériau qui constitue le câble ?

- A -  $95,5 \times 10^9$  N.m<sup>-2</sup>
- B - 10 N.m<sup>-2</sup>
- C -  $24 \times 10^9$  N.m<sup>-2</sup>
- D -  $1,91 \times 10^8$  N.m<sup>-2</sup>

• **Question 35 :**

La figure ci-dessous donne le graphique de  $\sigma$  en fonction de  $\varepsilon$  pour deux matériaux différents. Que peut-on dire de leurs modules de Young ?



- A - Le module de Young de (2) est plus grand que celui de (1)
- B - Ils sont identiques.
- C - Le module de Young de (1) est plus grand que celui de (2).
- D - Pas assez d'éléments pour répondre.

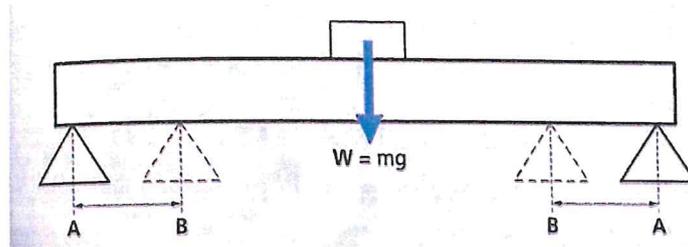
• **Question 36 :**

Deux tubes creux constitués de la même matière ont des parois de même épaisseur. Le premier a un rayon de même épaisseur. Le premier a un rayon double du second. Comparer les flexions de ces tubes sous l'effet d'une charge (c'est-à-dire une force) appliquée au même endroit.

- A - Le premier tube fléchit plus que le second.
- B - La flexion est identique.
- C - Le second tube fléchit plus que le premier.
- D - Pas assez d'élément pour répondre.

• **Question 37 :**

Comment varie la flexion de la poutre de la figure ci-dessous lorsque les points d'appui sont déplacés de B en A.



- A - Elle diminue car le bras de levier de la charge  $W$  par rapport aux points d'appuis est augmenté.
- B - Elle augmente car le moment responsable de la flexion augmente.
- C - Elle ne varie pas car la charge porte étant identique.
- D - Pas assez d'éléments pour répondre.

• **Question 38 :**

Un sportif de masse 50 kg court et tombe sur une main avec le bras tendu. Quelle est la vitesse minimum du coureur qui peut causer une fracture de l'os du bras ? La durée de l'impact est de  $10^{-2}$  secondes et la section de l'os est de  $4 \text{ cm}^2$ .

- A -  $13,6 \text{ m.s}^{-1}$
- B -  $8 \text{ m.s}^{-1}$
- C -  $1,36 \text{ m.s}^{-1}$
- D -  $2 \text{ m.s}^{-1}$

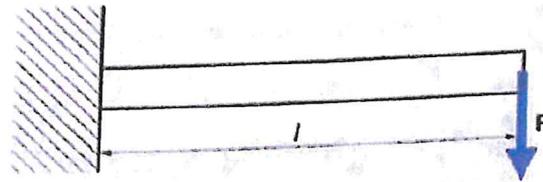
• **Question 39 :**

Calculer l'allongement relatif de l'humérus lorsqu'un homme de 70 kg se suspend à une barre fixe. On admettra que l'humérus est un os cylindrique creux de diamètres externe et interne de 3 et de 2 cm.

- A -  $10^{-5}$
- B -  $5,5 \times 10^{-5}$
- C -  $2 \times 10^{-5}$
- D -  $10^{-3}$

• **Question 40 :**

Une poutre est encastrée dans un mur à une de ses extrémités. Comment varie la flexion de la poutre quand on double la distance  $l$  entre le point d'application de la charge  $F$  et le point d'encastrement ?



- A - Elle augmente.
- B - Elle diminue.
- C - Elle reste identique.
- D - Cela dépend du matériau qui constitue la barre.

• **Question 41 :**

Lors de l'ouverture d'une bouteille de champagne, le bouchon de 12 g et de section moyenne de  $2 \text{ cm}^2$  est tiré horizontalement vers un mur. Il touche le mur à la vitesse de 10 m/s et repart dans l'autre sens à la même vitesse. La durée de l'impact est de  $10^{-4} \text{ s}$ . Le module de Young du liège est de  $20 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$ . Quelle est la déformation relative du bouchon lors du choc ?

- A -  $6 \times 10^{-4}$
- B -  $3 \times 10^{-4}$
- C -  $6 \times 10^{-1}$
- D -  $3 \times 10^{-1}$

• **Question 42 :**

Deux tubes creux de même masse, constitués du même matériau, ont des parois de même épaisseur. Le premier a un rayon double du second. Les deux tubes sont posés horizontalement. Comparer les compressions de ces tubes sous l'effet d'une force horizontale identique appliquée aux extrémités de chacun des tubes.

- A - L'écrasement relatif est plus important pour le tube le plus large.
- B - L'écrasement relatif est plus important pour le tube le plus étroit.
- C - La compression sur chacun des tubes est nulle.
- D - La compression (non nulle) des deux tubes est identique.

• **Question 43 :**

Malheureusement, la dureté de fixation des skis de Moana est trop élevée. Lors d'une chute, son ski reste donc accroché à sa bottine malgré une force de 105 N exercée à 0,8 m de la cheville et perpendiculaire au ski. Quel sera l'angle de torsion du tibia de Judith ?

*Données :* Section du tibia  $A = 3.10^{-4} \text{ m}^2$  ; la longueur du tibia  $l = 0,35 \text{ m}$  ;  $G_{\text{cis}} = 3,5.10^9 \text{ N/m}^2$

- A.  $1,5.10^{-6}$  rad
- B. 0,0005 rad.
- C. 0,001 rad.
- D. 1,7 rad.

• **Question 44 :**

On applique une force de traction de 100 N à l'extrémité d'une barre qui a une section droite de  $0,1 \text{ m}^2$ . Quel est l'effort  $\sigma$  dans la barre ?

- A. 2 000  $\text{N.m}^{-2}$
- B. 1 000  $\text{N.m}^{-2}$
- C. 500  $\text{N.m}^{-2}$
- D. 1500  $\text{N.m}^{-2}$

• **Question 45 :**

Un effort de traction de  $2 \times 10^6 \text{ N.m}^{-2}$  est exercée sur une barre qui a une section droite de  $0,05 \text{ m}^2$ . Que vaut la force appliquée ?

- A -  $4.10^7 \text{ N}$
- B -  $2.10^7 \text{ N}$
- C -  $1.10^5 \text{ N}$
- D -  $3.10^5 \text{ N}$

• **Question 46 :**

Un tuyau de 0,4 m de long est soumis à un effort de compression, ce qui réduit sa longueur de 0,005 m.

Que vaut la déformation  $\epsilon$  ?

- A -  $2,0.10^{-3}$
- B - 0, 0125
- C -  $1,25.10^{-3}$
- D - 0,002

• **Question 47 :**

*On assimile la jambe d'une personne à une barre osseuse de 1,2 m de long. Si la déformation est de  $1,3 \times 10^{-4}$  lorsque la personne est debout, de quelle longueur la jambe est-elle raccourcie ?*

- A -  $1,08 \cdot 10^{-4}$  m
- B -  $1,56 \cdot 10^{-4}$  m
- C -  $1,30 \cdot 10^{-4}$  m
- D -  $1,56 \cdot 10^{-3}$  m

**Concernant les questions 48 et 49**

*Un fil d'aluminium a une longueur de 20 m et un rayon de 2 mm. La limite linéaire pour l'aluminium est de  $0,6 \times 10^8 \text{ N.m}^{-2}$ .*

• **Question 48 :**

*Quelle force de traction faut-il exercer pour étirer le fil jusqu'à la limite linéaire ?*

- A - 754 N.
- B -  $1,88 \cdot 10^8$  N
- C -  $3,77 \cdot 10^5$  N
- D -  $4,71 \cdot 10^{13}$  N

• **Question 49 :**

*Quel est l'allongement du fil lorsque cette force s'exerce sur le fil ?*

- A -  $4,28 \cdot 10^{-5}$  m
- B - 0,0171 m
- C -  $1,71 \cdot 10^{-5}$  m
- D - 0,0428 m

• **Question 50 :**

*Si la section droite d'un fémur humain a une valeur minimum de  $6,45 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ .*

*On donne  $\sigma = 12 \times 10^7 \text{ N/m}^2$*

*Quelle force de traction provoquera la fracture ?*

- A - 18 604 N
- B - 77 400 N
- C - 97 604 N
- D - 28 400 N

## ANNEXE 1

### OPTION n°1 RESISTANCE DES MATERIAUX

Matériau	Module de Young $E$	Limite de résistance à la traction, $\sigma_t$	Limite de résistance à la compression, $\sigma_c$
Aluminium	$7 \times 10^{10}$	$2 \times 10^8$	
Acier	$20 \times 10^{10}$	$5 \times 10^8$	
Brique	$2 \times 10^{10}$	$4 \times 10^7$	
Verre	$7 \times 10^{10}$	$5 \times 10^7$	$11 \times 10^8$
Os (suivant l'axe)			
Traction	$1,6 \times 10^{10}$	$12 \times 10^7$	
Compression	$0,9 \times 10^{10}$		$17 \times 10^7$
Bois dur	$10^{10}$		$10^8$
Tendon	$2 \times 10^7$		
Caoutchouc	$10^6$		
Vaisseaux sanguins	$2 \times 10^5$		

Matériau	Module de cisaillement, $G$
Aluminium	$2,4 \times 10^{10}$
Os (long)	$10^{10}$
Cuivre	$4,2 \times 10^{10}$
Verre	$2,3 \times 10^{10}$
Bois dur	$10^{10}$
Acier	$8,4 \times 10^{10}$
Tungstène	$11,4 \times 10^{10}$

Os	Moment correspondant à la fracture (N m)	Angle de torsion à la fracture
Jambe		
Fémur	140	$1,5^\circ$
Tibia	100	$3,4^\circ$
Péroné	12	$35,7^\circ$
Bras		
Humérus	60	$5,9^\circ$
Radius	20	$15,4^\circ$
Cubitus	20	$15,2^\circ$







MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION,  
DE LA MODERNISATION  
DE L'ADMINISTRATION,  
*en charge du numérique*

DIRECTION GÉNÉRALE  
DES RESSOURCES HUMAINES

CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT DES  
INGÉNIEURS SUBDIVISIONNAIRES DE CATÉGORIE  
A RELEVANT DE LA FONCTION PUBLIQUE DE LA  
POLYNÉSIE FRANÇAISE

**DEUXIÈME ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :**

Biologie appliquée

**SUJET PRINCIPAL**

**Mardi 11 avril 2023**

**(Durée : 3 heures – coefficient 3)**

Le sujet comporte 9 pages (page de garde incluse).

Aucun autre document n'est autorisé.

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, non autorisée.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire, de tout autre matériel électronique et de téléphone cellulaire est rigoureusement interdit.

**NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.**

L'épreuve est constituée de **deux parties indépendantes**.

**Les candidats doivent respecter les notations de l'énoncé et préciser, dans chaque cas, la numérotation de la question posée.**

**Une grande attention sera apportée à la clarté de la rédaction et à la présentation des différents schémas.**

Vous répondrez aux questions posées en construisant méthodiquement votre argumentation sur l'analyse des documents proposés et sur vos connaissances et en adéquation avec les consignes explicites propres à chaque question. Les réponses seront précises, concises et structurées.

- Le plus grand soin sera apporté à la présentation et l'orthographe, ainsi qu'à la clarté et la concision de vos réponses. Aucune abréviation non conventionnelle ne sera utilisée sans que n'en soit mentionnée la signification.
- Les calculatrices ne sont pas autorisées.

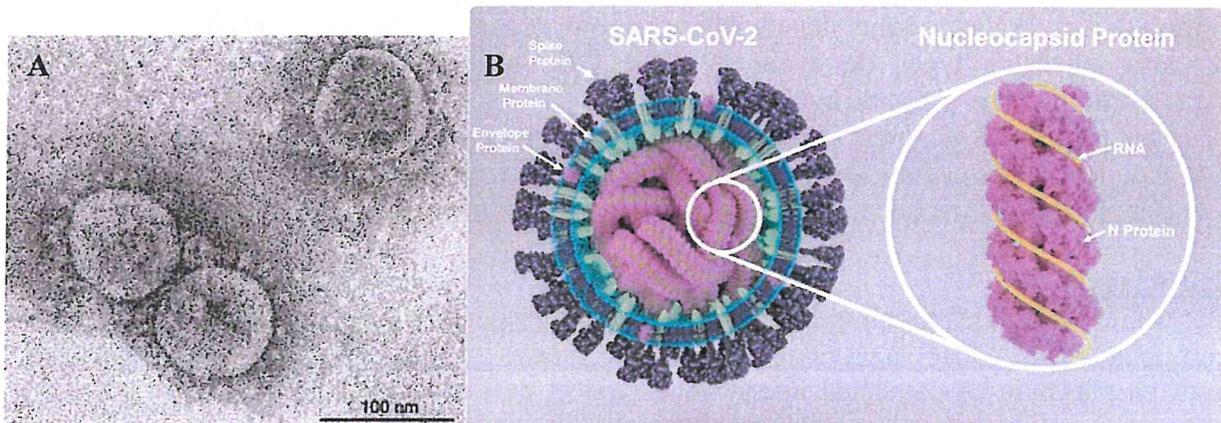
## THEME 1 : LA TRANSMISSION DE L'INFORMATION GENETIQUE AU COURS DES DIVISIONS CELLULAIRES CHEZ LES EUKARYOTES.

Le cycle cellulaire eucaryote est constitué par une succession de phases assurant la croissance, le maintien et la division cellulaire de la cellule . Ce phénomène donne naissance à deux cellules-filles dont les caractères sont hérités de la cellule-mère. Les **divisions cellulaires**, permettant aussi le **renouvellement cellulaire** tout au long de la vie des organismes, sont **contrôlées** tant par une **machinerie cellulaire interne** que par des **signaux extracellulaires**, ce qui assure le **synchronisme des divisions** entre elles.

### PARTIE 1 – LES PHASES DU CYCLE CELLULAIRE

Exposer les différentes phases du cycle cellulaire et leurs caractéristiques permettant d'expliquer le maintien des caractéristiques d'une cellule eucaryote au cours des divisions successives. Les différentes étapes des mécanismes moléculaires cités ne sont pas attendues.

### PARTIE 2 – CORONAVIRUS ET CYCLE CELLULAIRE.



#### Document 1A :

(Structure du Sars-CoV-1. Image extraite de l'article [SARS — beginning to understand a new virus](#). Konrad Stadler et al. Nature Reviews Microbiology volume 1, pages 209–218 (2003))

Document 1B : Structure du SRAS-CoV-2 montrant les protéines clés et la structure de la protéine de nucléocapside

(<https://ma-clinique.fr/la-proteine-sars-cov-2-neucleocapside-n-est-fortement-glycosylee>)

*Le Sars-CoV est un virus dit enveloppé : il est doté d'une enveloppe d'origine cellulaire entourant sa structure virale contenant son génome. La protéine N (nucléoprotéine) est la protéine de la nucléocapside responsable du syndrome respiratoire aigu sévère, se lie à l'ARN et forme avec lui un complexe impliqué dans le bourgeonnement des nouveaux virions dans la cellule.*

**L'ensemble documentaire à pour objectif de comprendre l'influence de l'infection par le coronavirus sur le cycle cellulaire de cellules infectées.**

1) Après avoir expliqué l'intérêt d'utiliser du BrdU à la suite d'une expérience de transfection, exploiter les informations du document 3a afin de mettre en évidence le rôle de la protéine N dans le cycle cellulaire de son hôte.

2) Exploiter les résultats du western blot ( document 3b) afin de montrer l'influence de la protéine N sur la présence des protéines caractéristiques de la phase G1 et de la phase S. Réaliser une mise en relation avec le document 3a.

3) Expliquer en quoi ces résultats sont critiquables.

4) Après avoir expliqué l'intérêt de mesurer le niveau de phosphorylation de l'histone H1, exploiter les résultats du document 3c et par une mise en relation avec le document 3b montrer le rôle de la protéine N sur l'activité des complexes Cdk2-cycline A et Cdk2-cycline E.

5) Proposer une hypothèse quant à l'intérêt pour le virus de ces perturbations.

### **Document 2 : les points de contrôle du cycle cellulaire.**

Le cycle cellulaire est régulé par les protéines cyclines, qui se lient aux kinases Cdk. Le complexe Cdk cycline permet des phosphorylations de nombreuses protéines intracellulaires. Il existe plusieurs types de cyclines et de Cdk, chaque complexe Cdk-cycline étant caractéristique d'une phase du cycle cellulaire.

- les complexes Cdk4/cycline D et Cdk6/cycline D sont **caractéristiques de la phase G1**.
- le complexe Cdk2/cycline E est **caractéristique de la transition G1/S**.
- le complexe Cdk2/cycline A est **caractéristique de la phase S**.

### **Document 3**

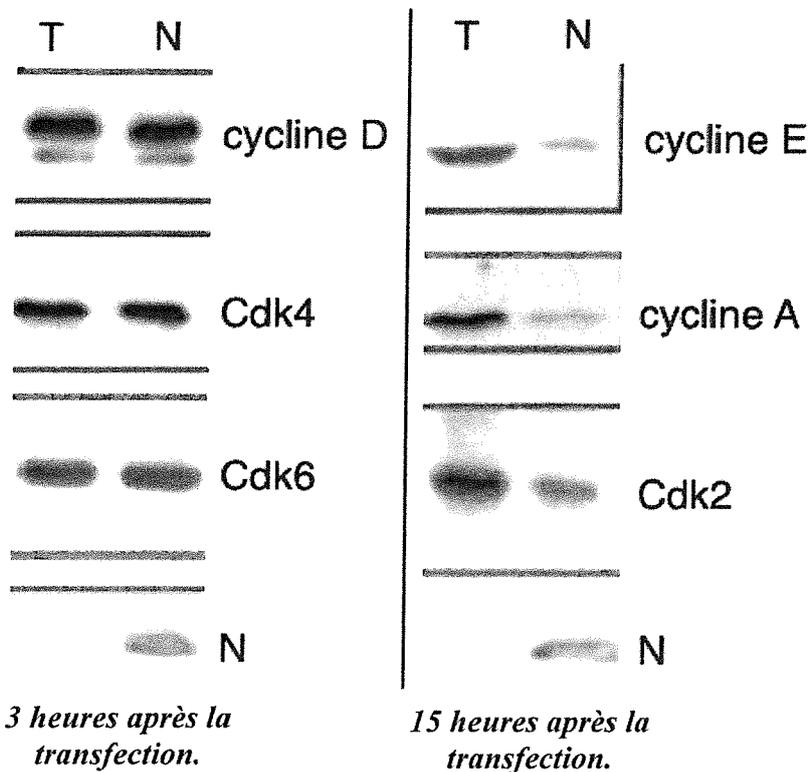
Des cellules humaines sont mises en culture, afin de réaliser une transfection avec un plasmide contenant le gène codant la protéine N (N). Ces cellules sont comparées à un témoin transfecté avec un plasmide ne contenant aucun gène viral et ne perturbant pas la vie cellulaire (T).

*NB : on rappelle que la transfection est une transgénése transitoire.*

<b>Protéine N présente</b>	<b>Nombre de cellules</b>	<b>Nombre de cellules exprimant la protéine N</b>	<b>Cellules BrdU +</b>	<b>pourcentage de cellules BrdU +</b>
non (T)	200	0	130 ± 9	65 %
oui (N)	200	150 ± 12	11 ± 3	7,3 %

**Document 3a**: La BrdU est un analogue de nucléotide détectable par un anticorps, qui est incorporé dans les acides nucléiques de la même façon que la thymine (pour l'ADN). 14 heures après transfection par le plasmide contenant le gène codant la protéine N, on traite les cellules avec du BrdU pendant une heure. On compte ensuite les cellules BrdU +, c'est-à-dire les cellules ayant incorporé du BrdU lors d'un événement de réplication de l'ADN.

**Document 3b:** Résultats d'expérience par western blot des cellules transfectées avec le plasmide N, ou avec le plasmide témoin T.



**Document 3c: Résultats d'expérience par western blot**

L'histone H1 est normalement phosphorylée par les complexes Cdk2-cycline A et Cdk2-cycline E.

On a incubé l'histone H1 avec un cytoplasme de cellules transfectées par le plasmide N ou par le plasmide T.

On réalise ensuite un western blot en détectant spécifiquement la forme phosphorylée de l'histone H1.

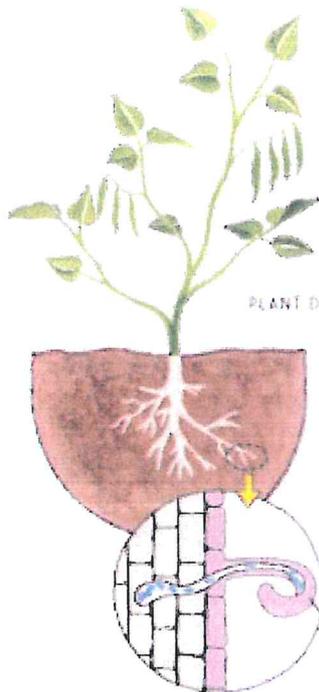
Gauche : plasmide témoin.

Droite : plasmide contenant le gène codant la protéine N.



## THEME 2 : RELATIONS TROPHIQUES DANS UN ECOSYSTEME

Les racines des Fabacées (trèfle, lupin, soja, luzerne, pois, haricot, genêt, ajonc, cytise, etc.) portent des nodosités. Ces nodules ne se forment que si la plante est cultivée en présence de bactéries particulières, le plus souvent du genre *Rhizobium*. Cette observation laisse suggérer une interaction particulière entre plante et bactérie.



**Document 1 :** Formation de la nodosité © MNHN  
Museum national d'Histoire naturelle – DIREF © 2018

La formation de la nodosité implique deux principaux processus : l'infection de la plante par les bactéries *Rhizobium* et l'organogenèse nodulaire.

1 DÉFORMATION PUIS INFECTION  
DES POILS ABSORBANTS  
2 FORMATION D'UN CORDON  
D'INFECTION TRANSFÉRANT LES  
BACTÉRIES DANS LE CORTEX

3 PÉNÉTRATION DES  
BACTÉRIES DANS  
LES CELLULES CORTICALES

4 MULTIPLICATION  
DES CELLULES RACINALES  
FORMANT DES NODOSITÉS

L'hypothèse posée pour expliquer la formation des nodosités est l'existence d'un dialogue moléculaire entre la plante et les bactéries.

**D'après le sujet de l'épreuve de Biologie B du concours agro 2004.**

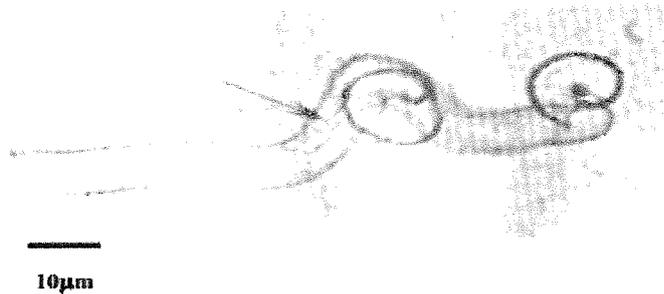
**Document 2 :** Micrographies optiques de poils absorbants d'une racine de Fabacée en présence et en absence de *Rhizobium* (d'après Maxwell et al. dans *Plant Physiological Ecology* 1998).

Les documents 2.1a et 2.1b correspondent à des observations réalisées en début de culture. Le document 2.1c correspond à des observations après 3 semaines de culture en présence de bactéries du genre *Rhizobium*.

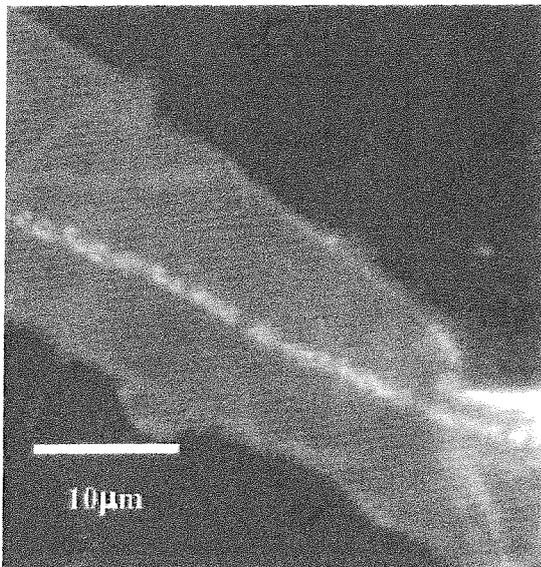
**2.1a :** Poil absorbant en formation d'une racine cultivée en absence de *Rhizobium*.



**2.1b** : poil absorbant d'une racine cultivée en présence de Rhizobium. La flèche désigne un canal intracellulaire en formation dans le poil.



Document 2.1c : Micrographie d'un poil absorbant de trèfle (*Trifolium* sp) cultivé en présence de Rhizobium ; l'observation est réalisée au microscope à fluorescence. Le marqueur fluorescent utilisé se fixe préférentiellement aux parois bactériennes.



**1)- Exploiter le document 2 et montrer comment l'infection par la bactérie est favorisée.**

L'effet de la présence de Rhizobium sur la morphologie des poils absorbants (document 2), peut aussi être obtenu en cultivant les racines en présence d'une des substances rejetées par les bactéries Rhizobium du sol. Cette substance est appelée « facteur Nod ». La synthèse de tels facteurs par les bactéries met en jeu plusieurs enzymes dont les gènes sont appelés « gènes nod ». En amont de ces gènes, se trouve une séquence appelée « promoteur nod ».

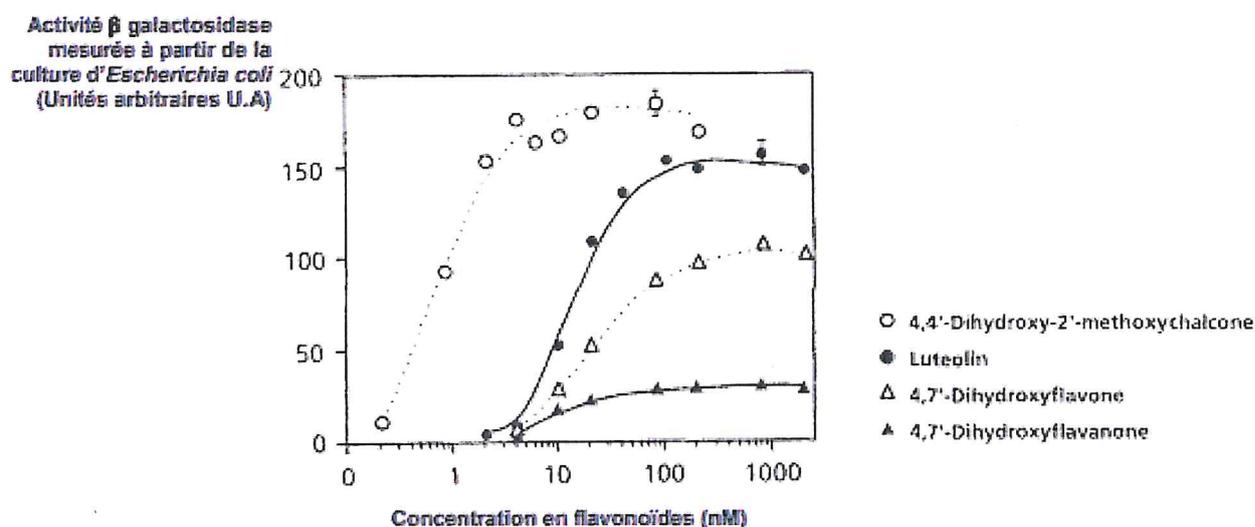
On a transformé génétiquement les bactéries *Escherichia coli* (*E. coli*) en adjoignant le promoteur nod au gène de la  $\beta$  galactosidase. L'activité de cette enzyme a été testée en présence de plusieurs substances qui sont rejetées par les racines dans le sol. Ces substances sont qualifiées d'exsudats. Celles qui sont testées font toutes partie d'un type de composants organiques appelés flavonoïdes.

Protocole 1 : Mesure de l'activité de la  $\beta$  galactosidase de bactéries *E. coli* non transformées cultivées dans un milieu contenant du lactose et des concentrations variables de flavonoïdes, molécules organiques sécrétées par les racines dans le sol dans les conditions naturelles. Résultats : On ne décèle aucune activité de la  $\beta$  galactosidase, quelle que soit la concentration en flavonoïdes.

Protocole 2 : Mesure de l'activité de la  $\beta$  galactosidase de bactéries *E. coli* transformées cultivées dans un milieu contenant du lactose et des concentrations variables de flavonoïdes. Plusieurs tests ont été effectués. Les résultats sont fournis ci-dessous.

**Document 3 : Effet de la présence de flavonoïdes à différentes concentrations sur l'activité  $\beta$  galactosidase d'une culture de bactéries *Escherichia coli* transformées.**

Les différents flavonoïdes testés sont issus d'exsudats de luzerne (*Medicago sp*) et le promoteur nod utilisé est issu de *Rhizobium meliloti*. Ce dernier peut être à l'origine de la formation de nodules chez la Luzerne.



- 2) Quelle est l'hypothèse testée par cette expérience ?
- 3) Quel rôle joue le gène de la  $\beta$  galactosidase dans ce protocole ?
- 4) Analyser et interpréter le document 3.
- 5) A l'aide des documents 2 et 3, proposez une chronologie des événements conduisant à l'établissement de l'association entre *Rhizobium* et une racine de légumineuse.



