



PASS/LAS
Sujet

UE 9 - correction colle PRÉ-RENTRÉE

18/09/23

Fait par les gagnants des olympiades et d'AUT

QCM 1 : E

- A. FAUX, il est nécessaire de bien se souvenir des bases pour répondre aux différents items ! Il existe **sept grandeurs fondamentales** dans le système international qui permettent de définir toutes les unités existantes.

Tableau récapitulatif des 7 grandeurs fondamentales :

<u>Grandeur</u>	<u>Symbole</u>	<u>Unités (SI)</u>	<u>Nom unité</u>	<u>Dimension</u>
Longueur	$l, a, r, \dots$	m	mètre	[L]
Masse	m	kg	kilogramme	[M]
Temps	t	s	seconde	[T]
Température	T	K	kelvin	[θ]
Courant électrique	$i, I, \dots$	A	ampère	[I]
Intensité lumineuse	Iv	Cd	candela	[J]
Quantité de matière	n	mol	mole	[N]

[NB] : ce tableau est à connaître sur le bout des doigts ;)

- Vous pouvez remarquer que le **courant électrique** s'exprime en **ampère**,
- À l'inverse c'est **l'intensité lumineuse** qui s'exprime en **candela**.

[MNEMO] : pensez à "candle" qui veut dire bougie en anglais, et qui fait référence à la lumière !

- B. FAUX, la **masse surfacique** est une grandeur physique qui mesure la masse par unité de surface, elle est généralement désignée par la lettre grecque σ . Elle est donnée par la formule suivante :

$$\sigma = m / S$$

Avec :

- σ , la **masse surfacique** en **kg.m²**,
- **m**, la **masse** en **kg**,
- **S**, la **surface** en **m²**.

⇒ L'unité en SI de la **masse surfacique** est donc le **KILOgramme par mètre carré** ! Dès que l'on parle de **masse** et de **système international**, on doit se référer à son unité de référence qui est le **kilogramme**.

C. FAUX, afin de trouver la dimension de l'énergie, on utilise la formule de **l'énergie cinétique** :

$$E_c = \left(\frac{1}{2}\right) \times m \times v^2$$

Avec :

- E_c , l'énergie cinétique en Joules (J),
- m , la masse en kg,
- v , la vitesse en $m.s^{-1}$.

Grâce au tableau de l'item A, nous pouvons maintenant exprimer l'équation aux dimensions de **l'énergie**.

Application mathématique d'après les grandeurs fondamentales du SI :

$$\rightarrow E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

↪ Le kilogramme est l'unité de la **masse**, soit $[m] = M$.

↪ Le mètre par seconde est l'unité de la **vitesse**, soit une distance divisée par un temps, ainsi nous avons $[v] = L / T = L.T^{-1}$.

$$\rightarrow [E] = M. (L.T^{-1})^2 \quad \text{On distribue le carré aux termes entre parenthèses.}$$

$$\rightarrow [E] = M.L^2.T^{-2}.$$

[ATTENTION] : le piège réside dans l'oubli du carré au niveau de la vitesse !

D. FAUX, dans cet item, il faut s'aider de l'item C. En effet, la **puissance** représente la capacité d'accomplir un **travail** en un temps donné. Ainsi nous pouvons exprimer la **puissance** par la formule suivante :

$$P = E / t$$

Avec :

- P , la **puissance** en Watt,
- E , l'énergie en Joules (J),
- t , le **temps** en s.

Grâce au tableau de l'item A et la correction de l'item C, nous pouvons maintenant exprimer l'équation aux dimensions de la **puissance**.

Application mathématique d'après les grandeurs fondamentales du SI :

$$\rightarrow P = E / t$$

↪ L'énergie a une dimension de $M.L^2.T^{-2}$ (cf item C).

↪ La seconde est l'unité du **temps**, soit $[t] = T$.

$$\rightarrow [P] = M.L^2.T^{-2} / T$$

$$\rightarrow [P] = M.L^2.T^{-3}.$$

→ L'item est faux.

[ATTENTION] : vous trouvez ce résultat si vous multipliez l'énergie par le temps au lieu de diviser !

E. VRAI, **l'accélération** est définie par la dérivée de la **vitesse** en fonction du **temps**, c'est-à-dire une vitesse divisée par le temps, soit la formule :

$$a = dv(t) / dt$$

Avec :

- $dv(t)$, la dérivée de la vitesse en fonction du temps, soit une unité en $m.s^{-1}$,
- dt , la dérivée du temps, soit une unité en s.

Grâce au tableau de l'item A, nous pouvons maintenant exprimer l'équation aux dimensions de **l'accélération**.

Application mathématique d'après les grandeurs fondamentales du SI :

$$\rightarrow a = dv(t) / dt$$

↪ Le mètre par seconde est l'unité de la **vitesse**, soit $[v] = L.T^{-1}$.

↪ La seconde est l'unité du **temps**, soit $[t] = T$.

$$\rightarrow [a] = L \cdot T^{-1} / T$$

$$\rightarrow [a] = L \cdot T^{-2}.$$

→ L'item est vrai.

QCM 2 : ACDE

A. VRAI, ce QCM repose sur la notion de **dérivées partielles**.

→ La **dérivée partielle** correspond à la dérivation d'une fonction contenant plusieurs variables. L'objectif est donc de **dériver la formule en fonction d'une seule de ses variables**, les autres termes étant considérés comme **constants**.

Ainsi, $\left(\frac{\partial E}{\partial c}\right)_\lambda$ signifie que l'on **dérive E** en fonction de **c**.

- ❖ c est considéré comme une **variable** que nous allons **dériver**.
- ❖ λ est considéré comme une **constante**.

Pour calculer la **dérivée partielle**, il est nécessaire de connaître les formules de dérivation des différentes fonctions :

Fonction	Fonction dérivée
A	0
Ax + B	A
Ax ⁿ + B	n.Ax ⁿ⁻¹
cos(x)	-sin(x)
sin(x)	cos(x)
tan(x)	$\frac{1}{\cos^2(x)}$
1 / x	-1 / x ²

Fonction	Fonction dérivée
ln(x)	1 / x
√x	-1 / 2√x
e(x)	e(x)
u(x) + v(x)	u'(x) + v'(x)
u(x) . v(x)	u'(x) . v(x) + u(x) . v'(x)
u(x) / v(x)	$\frac{u' . v - u . v'}{v^2}$

Sachant que :

- **E = hc/λ** et que,
- la **dérivée partielle** se fait en fonction de la variable **c**,

→ Nous sommes dans la configuration de la fonction **Ax** qui a pour **dérivée A**, avec :

- **A = h/λ** une **constante**,
- **x = c**, la **variable**.

On peut ainsi calculer la **dérivée partielle** :

$$\rightarrow \left(\frac{\partial E}{\partial c}\right)_\lambda = Ax'$$

$$\rightarrow \left(\frac{\partial E}{\partial c}\right)_\lambda = h/\lambda \times c'$$

[RAPPEL] : la dérivée de x = 1 donc la dérivée de c = **c' = 1**

$$\rightarrow \left(\frac{\partial E}{\partial c}\right)_\lambda = h/\lambda \times 1$$

$$\rightarrow \left(\frac{\partial E}{\partial c}\right)_\lambda = h/\lambda = h \cdot \lambda^{-1}.$$

[RAPPEL] : une puissance négative signifie que le terme est au dénominateur : $\lambda^{-1} = 1/\lambda$.

B. FAUX, cf item A. $\left(\frac{\partial E}{\partial c}\right)_\lambda = h\lambda^{-1} = h/\lambda$.

C. VRAI, sachant que :

- $E = hc/\lambda$ et que,
- la **dérivée partielle** se fait en fonction de la **variable** λ ,

→ Nous sommes dans la configuration de la fonction A/x qui a pour **dérivée** $-A/x^2$, avec :

- $A = hc$, la **constante**,
- $x = \lambda$, la **variable**.

On peut ainsi calculer la **dérivée partielle** de E en fonction de λ :

$$\rightarrow \left(\frac{\partial E}{\partial \lambda}\right)_c = A / x'$$

$$\rightarrow \left(\frac{\partial E}{\partial \lambda}\right)_c = h.c / \lambda'$$

$$\rightarrow \left(\frac{\partial E}{\partial \lambda}\right)_c = h.c \times (1/\lambda)'$$

$$\rightarrow \left(\frac{\partial E}{\partial \lambda}\right)_c = h.c \times (-1/\lambda^2)$$

$$\rightarrow \left(\frac{\partial E}{\partial \lambda}\right)_c = -h.c/\lambda^2 = -h.c.\lambda^{-2}.$$

D. VRAI, cf item C.

E. VRAI, afin de résoudre cet item, il faut jouer un peu avec la formule :

$$E = h \times c / \lambda$$
$$\Leftrightarrow c = E \times \lambda / h$$

La **dérivée partielle** $\left(\frac{\partial c}{\partial E}\right)_\lambda$ possède pour **variable** E, nous sommes dans la configuration de la fonction Ax qui a pour **dérivée** A, avec :

- $A = \lambda/h$, la **constante**,
- $x = E$, la **variable**.

On peut ainsi calculer la **dérivée partielle** de c en fonction de E :

$$\rightarrow \left(\frac{\partial c}{\partial E}\right)_\lambda = Ax'$$

$$\rightarrow \left(\frac{\partial c}{\partial E}\right)_\lambda = \lambda/h \times E'$$

$$\rightarrow \left(\frac{\partial c}{\partial E}\right)_\lambda = \lambda/h \times 1$$

$$\rightarrow \left(\frac{\partial c}{\partial E}\right)_\lambda = \lambda/h = \lambda h^{-1}.$$

QCM 3 : BC

A. FAUX, on s'intéresse ici au **calcul d'incertitude**. Il faut savoir que chaque mesure réalisée est associée à une **incertitude** due à **différents facteurs** comme la précision d'un appareil, les erreurs de mesures, etc.

[NB] : on note souvent l'incertitude avec un "±", elle permet d'établir un intervalle dans lequel on est sûr que se trouve la valeur réelle de la grandeur mesurée.

On utilise ici la formule de la **force d'interaction gravitationnelle** qui permet de calculer la **force d'interaction F** entre deux objets :

$$F = G \times m_1 \times m_2 / d^2$$

Avec :

- **F** la **force d'interaction** en **N**,
- **G** la **constante d'interaction gravitationnelle**,
- **m₁** la **masse du premier objet** considéré en **Kg**,
- **m₂** la **masse du second objet** considéré en **Kg**,
- **d** la **distance qui sépare ces deux objets** en **m**.

Pour trouver la valeur de l'incertitude on peut utiliser deux méthodes :

- **Méthode logarithmique** :

❖ **INCERTITUDE RELATIVE :**

1) **On isole la grandeur (déjà isolée ici) :**

$$\rightarrow F = G \times m_1 \times m_2 / d^2.$$

2) **On introduit les logarithmes népériens et on utilise leurs propriétés :**

$$\rightarrow \ln(F) = \ln(G \times m_1 \times m_2 / d^2)$$

$$\rightarrow \ln(F) = \ln(G) + \ln(m_1) + \ln(m_2) - \ln(d^2)$$

$$\rightarrow \ln(F) = \ln(G) + \ln(m_1) + \ln(m_2) - 2\ln(d)$$

[RAPPEL] : principales propriétés du ln :

$\ln(a.b) = \ln(a) + \ln(b)$
$\ln(a/b) = \ln(a) - \ln(b)$
$\ln(a^x) = x.\ln(a)$

3) **On dérive maintenant la formule :**

$$\rightarrow dF/F = dG/G + dm_1/m_1 + dm_2/m_2 - 2d(d)/d$$

↪ En effet, la dérivée de $\ln(F)$ correspond à la différentielle de F : dF/F . On fait de même pour les autres variables.

4) **On enlève les constantes (car la dérivée d'une constante est nulle) :**

$$\rightarrow dF/F = dG/G + dm_1/m_1 + dm_2/m_2 - 2d(d)/d$$

$$\rightarrow \ln(F) = dm_1/m_1 + dm_2/m_2 - 2d(d)/d$$

5) **On remplace les “-” par les “+” et les “d” par des “Δ” :**

$$\rightarrow \Delta F/F = \Delta m_1/m_1 + \Delta m_2/m_2 + 2\Delta d/d.$$

↪ En effet, lors du calcul des incertitudes, il faut penser à **additionner** toutes les incertitudes.

On obtient ainsi l'**incertitude relative** (sous-entendue relative à la grandeur calculée), elle correspond au **pourcentage que représente l'incertitude par rapport à la grandeur en question**.

[EXEMPLE] : une **incertitude absolue Δx** de **1 kg** sur une mesure **x** de **100 Kg** donne une **incertitude relative de 1/100 soit 1%**.

❖ **INCERTITUDE ABSOLUE :**

Afin de trouver l'**incertitude absolue**, on distribue de l'autre côté le terme F :

$$\rightarrow \Delta F = (\Delta m_1/m_1 + \Delta m_2/m_2 + 2\Delta d/d) \times F$$

$$\rightarrow \Delta F = \Delta m_1 \cdot F/m_1 + \Delta m_2 \cdot F/m_2 + 2\Delta d \cdot F/d.$$

→ L'item est faux. Vous avez trouvé ce résultat si vous avez oublié de prendre en compte le carré de d et son impact dû au fonctionnement mathématique de la fonction logarithme.

[REMARQUE] : l'incertitude relative permet de chiffrer l'importance de l'incertitude par rapport à la grandeur. Par exemple, on pourrait faire la différence entre une incertitude d'1 mètre sur la mesure de la distance entre 2 astres (millions de kms) et une incertitude d'1 mètre sur la mesure de la taille d'une personne (un peu plus embêtante). On a ici la même incertitude absolue mais des incertitudes relatives très différentes.

B. VRAI, cf item A.

C. VRAI, nous avons vu ci-dessus le raisonnement par la **fonction logarithme** mais il existe une seconde méthode qui consiste à passer par la **différentielle**.

- **Méthode des différentielles** :

On assimile l'incertitude Δx d'une valeur x à sa **différentielle dx** . La **différentielle** d'une fonction est égale à la **somme des dérivées partielles selon chaque variable** $(\frac{\partial f}{\partial x})$ de cette fonction **multipliées par les différentielles (dx) de ces variables**.

[EXEMPLE] : une **fonction f** comportant deux variables **x** et **y** aura pour **différentielle** :

$$df = (\frac{\partial f}{\partial x})dx + (\frac{\partial f}{\partial y})dy.$$

[RAPPEL] : la dérivée partielle sous-entend qu'on ne **prend en compte qu'une seule variable** et que les autres sont considérées comme **constantes**. Ici, $(\frac{\partial f}{\partial x})$ correspond à la dérivée partielle de la fonction f selon x et $(\frac{\partial f}{\partial y})$ à la dérivée partielle de la fonction f selon y .

1) **On isole la grandeur en question (déjà isolée ici) :**

$$\rightarrow F = G \times m_1 \times m_2 / d^2$$

2) **On introduit la différentielle et les dérivées partielles :**

$$\rightarrow dF = (\frac{\partial F}{\partial m_1}) dm_1 + (\frac{\partial F}{\partial m_2}) dm_2 + (\frac{\partial F}{\partial d}) dd$$

[NB] : G est une **constante**, sa dérivée est donc nulle.

3) **On remplace la différentielle par l'incertitude Δ :**

$$\rightarrow \Delta F = |(\frac{\partial F}{\partial m_1})| \Delta m_1 + |(\frac{\partial F}{\partial m_2})| \Delta m_2 + |(\frac{\partial F}{\partial d})| \Delta d$$

[ATTENTION] : on prend la **valeur absolue** (notée entre deux “ | ”) des dérivées partielles car on cherche à **majorer l'incertitude**, c'est-à-dire qu'on additionne les incertitudes les unes aux autres. En effet, un doute ajouté à un autre doute ne fait qu'augmenter l'incertitude. Par conséquent, **les incertitudes ne s'annulent strictement jamais**.

→ L'item est juste. Voyons quand même la suite du développement :

4) **On calcule les dérivées partielles :**

$$\rightarrow (\frac{\partial F}{\partial m_1}) = G \times m_2 / d^2$$

↪ Car la dérivée de m_1 vaut 1 et le reste est considéré comme constant.

$$\rightarrow \left(\frac{\partial F}{\partial m_2} \right) = G \times m_1 / d^2$$

$$\rightarrow \left(\frac{\partial F}{\partial d} \right) = -2 \times G \times m_1 \times m_2 / d^3$$

↪ Car la dérivée de $(1/x^2)$ vaut $-2 / x^3$, ici $F = G \times m_1 \times m_2 / d^2 = k \times 1 / d^2$ avec k constante $= G \times m_1 \times m_2$.

[RAPPEL] :

Fonction	Dérivée	Intervalle
$f(x) = k$	$f'(x) = 0$	$\mathbf{R}$
$f(x) = x$	$f'(x) = 1$	$\mathbf{R}$
$f(x) = ax + b$	$f'(x) = a$	$\mathbf{R}$
$f(x) = x^2$	$f'(x) = 2x$	$\mathbf{R}$
$f(x) = x^3$	$f'(x) = 3x^2$	$\mathbf{R}$
$f(x) = \frac{1}{x}$	$f'(x) = -\frac{1}{x^2}$	$] -\infty ; 0[\text{ ou }] 0 ; +\infty [$
$f(x) = \sqrt{x}$	$f'(x) = \frac{1}{2\sqrt{x}}$	$] 0 ; +\infty [$
$f(x) = x^n$ avec $n \in \mathbf{Z}$ et $n \neq 0$	$f'(x) = nx^{n-1}$	$\mathbf{R}$ si $n > 0$ $\mathbf{R}_-^*$ ou $\mathbf{R}_+^*$ si $n < 0$
$f(x) = e^x$	$f'(x) = e^x$	$\mathbf{R}$

5) On remplace les dérivées par leur valeur et on remplace les “-” pas des “+” (car on prend les valeurs absolues des dérivées) :

$$\rightarrow \Delta F = \left| \left(\frac{\partial F}{\partial m_1} \right) \right| \Delta m_1 + \left| \left(\frac{\partial F}{\partial m_2} \right) \right| \Delta m_2 + \left| \left(\frac{\partial F}{\partial d} \right) \right| \Delta d$$

$$\rightarrow \Delta F = |(G \times m_2 / d^2)| \Delta m_1 + |(G \times m_1 / d^2)| \Delta m_2 + |(-2 \times G \times m_1 \times m_2 / d^3)| \Delta d$$

$$\rightarrow \Delta F = G.m_2.\Delta m_1 / d^2 + G.m_1.\Delta m_2 / d^2 + 2.G.m_1.m_2.\Delta d / d^3$$

$$\rightarrow \Delta F = \Delta m_1.F/m_1 + \Delta m_2.F/m_2 + 2\Delta d.F/d.$$

On obtient ainsi l'**incertitude absolue ΔF** qui s'exprimera avec une unité (ici le newton N car c'est une force).

D. FAUX, on veut maintenant calculer l'**incertitude relative**. Les données de l'énoncé nous permettent d'utiliser cette expression, calculée à l'item A :

$$\Delta F/F = \Delta m_1/m_1 + \Delta m_2/m_2 + 2\Delta d/d$$

Avec :

$$\rightarrow \Delta m_1 = 6,5.10^{19} \text{ kg}$$

$$\rightarrow m_1 = 6,5.10^{23} \text{ kg}$$

$$\rightarrow \Delta m_2 = 6.10^{20} \text{ kg}$$

$$\rightarrow m_2 = 6.10^{24} \text{ kg}$$

$$\rightarrow \Delta d = 18.10^6 \text{ m}$$

$$\rightarrow d = 9.10^{10} \text{ m}$$

On calcule :

$$\rightarrow \Delta F/F = \Delta m_1/m_1 + \Delta m_2/m_2 + 2\Delta d/d$$

$$\rightarrow \Delta F/F = 6,5.10^{19} / 6,5.10^{23} + 6.10^{20} / 6.10^{24} + 2 \times 18.10^6 / 9.10^{10}$$

$$\rightarrow \Delta F/F = 6,5.10^{19} / 6,5.10^{23} + 6.10^{20} / 6.10^{24} + 2 \times 2 \times 9 \times 10^6 / 9.10^{10}$$

$$\rightarrow \Delta F/F = 1.10^{19} / 10^{23} + 1.10^{20} / 10^{24} + 2 \times 2.10^6 / 10^{10}$$

$$\rightarrow \Delta F/F = 1.10^{19-23} + 1.10^{20-24} + 4.10^{6-10}$$

$$\rightarrow \Delta F/F = 1.10^{-4} + 1.10^{-4} + 4.10^{-4}$$

$$\rightarrow \Delta F/F = 6.10^{-4}.$$

On ne met **pas d'unité** car le résultat correspond à un pourcentage (ici 0,06 %). Dans la formule, ΔF est en N et F est en N également, donc le rapport des deux grandeurs induit "l'annulation" des newtons.

➤ L'item est faux, vous avez trouvé ce résultat si vous avez oublié le facteur 2 lié au carré de la distance.

E. FAUX, vous avez trouvé ce résultat si vous avez oublié le facteur 2 lié au carré de la distance et que vous avez ajouté une unité.

QCM 4 : AE

A. VRAI, l'**enthalpie** (notée ΔH) est par définition une **grandeur thermodynamique** qui caractérise le passage de l'**état initial** à l'**état final** d'un **corps pur**, **indépendamment** du chemin parcouru entre les deux. *Que l'on passe de l'état solide à l'état liquide en faisant varier la température puis la pression ou bien la pression puis la température, la même quantité d'énergie transite.*

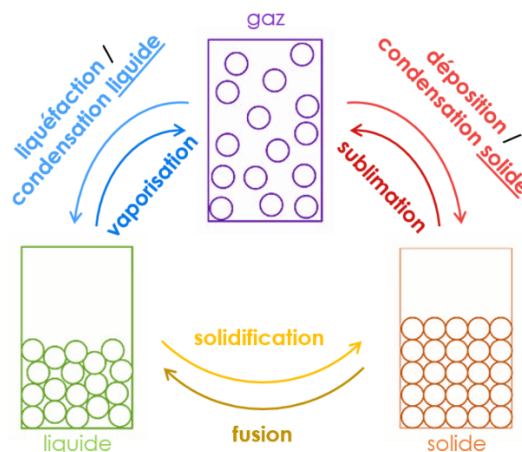
↪ Ce transfert peut être un **apport positif** (ΔH_{fus}) ou **négatif** ($-\Delta H_{\text{fus}}$ ou ΔH_{sol}), en effet, on peut apporter de l'énergie à un système (fusion) ou bien en restituer au milieu extérieur (solidification).

On peut ainsi écrire que l'enthalpie de fusion est égale à l'inverse de l'enthalpie de solidification :

$$\Delta H_{\text{fus}} = -\Delta H_{\text{sol}}$$

[RAPPEL] : un corps pur est composé d'une seule espèce (Fe, O₂, N₂...).

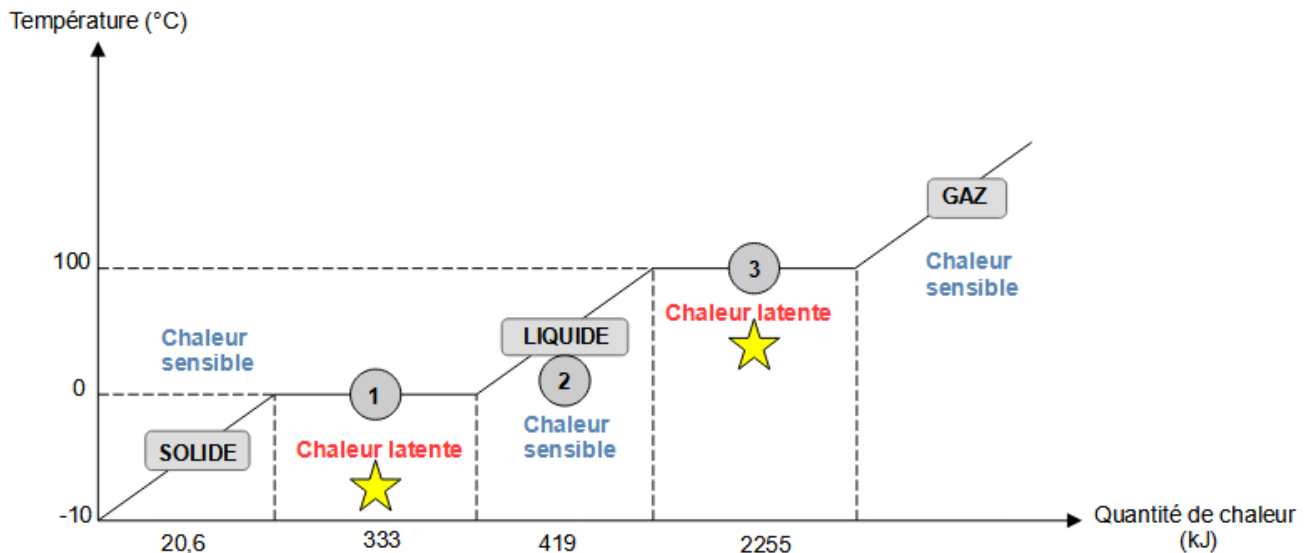
[RAPPEL] : les différents changements d'états :



B. FAUX, afin de légender le diagramme, il faut avoir les deux notions suivantes en tête :

- **Chaleur sensible** : chaleur absorbée ou produite par un système **sans** changement d'état.
- **Chaleur latente** : chaleur absorbée ou produite par un système **lors** du changement d'état à **pression et température constantes**.

[MNEMO] : sensible → sans changement d'état.



- En 1, il y a un transfert de **chaleur latente** à pression et température constantes. Il s'agit d'un apport de chaleur latente absorbée par le corps solide, qui fond et se retrouve à l'état liquide, on observe donc la **fusion**.
- En 2, il y a un transfert de **chaleur sensible** (on élève la température du corps concerné par agitation thermique jusqu'à atteindre la température de vaporisation), **sans changement d'état**.
- En 3, il y a de nouveau un transfert de **chaleur latente** à pression et température constantes, qui permet le passage de l'état liquide à l'état gazeux (second **changement d'état**) : la **vaporisation**.

C. FAUX, cf item B, il y a un apport de **chaleur sensible**, car cet apport ne permet pas de changement d'état du corps concerné.

D. FAUX, il est primordial de penser aux signes ! L'enthalpie d'un changement d'état dans un sens équivalent à l'**enthalpie opposée (-)** du changement d'état correspondant :

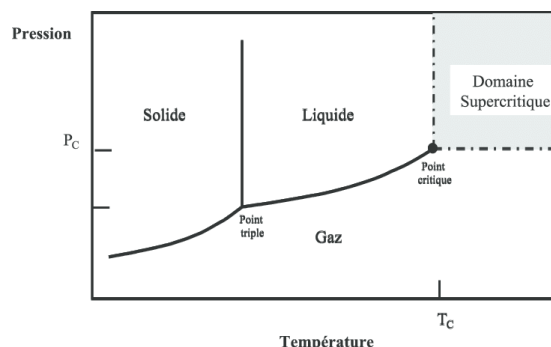
$$\Delta H_{\text{vaporisation}} = -\Delta H_{\text{condensation}}$$

Ici, la **vaporisation** nécessite un **apport d'énergie** (la chaleur est absorbée par la substance) tandis que la **condensation** est le résultat d'une **perte (libération) d'énergie** ce qui explique le signe opposé.

E. VRAI, tous les changements d'état se font à **température et pression précises**. En effet, afin de permettre à un corps de changer d'état, on doit augmenter sa température jusqu'à atteindre un certain palier, la **température de fusion** puis la **température d'ébullition**.

→ Ce sont des valeurs **définies** pour une pression donnée (respectivement **0°C** et **100°C** pour l'eau à pression atmosphérique). Il en va de même pour la pression.

Ces paliers de températures et de pressions correspondent à l'ensemble des points tracés par la courbe d'un diagramme de changement d'état :



[NB] : ces valeurs varient en revanche pour chaque corps pur.

QCM 5 : ADE

A. VRAI, dans cet item, nous recherchons la **pression partielle** appliquée par le **dioxygène** (O_2) dans la bombe. La **pression partielle** d'un gaz dans un mélange peut être définie comme la pression qu'il exercerait **s'il occupait seul le même volume que le mélange**, à la même température. Elle se définit par la formule :

❖ Première méthode en passant par la P_{tot} :

$$P_i = x_i \times P_{tot}$$
$$P_{O_2} = x_{O_2} \times P_{tot}$$

Avec :

- P_{O_2} , la **pression partielle** occupée par le **dioxygène** O_2 , en **Pa**,
- x_{O_2} , la **fraction molaire** du **dioxygène** (sans unité),
→ Ici nous avons $x_{O_2} = 0,3$, en effet, d'après l'énoncé : " $n_{O_2} = 0,3 n_{tot} mol$ " que l'on peut traduire par : l'oxygène occupe 30% de la quantité de gaz présente dans la bombe.
- P_{tot} , la **pression totale** du mélange de gaz, en **Pa**.

Seulement, nous ne connaissons pas la valeur de la **pression totale** (P_{tot}). Pour déterminer la **pression totale** de ce mélange de gaz, nous allons utiliser la formule des **gaz parfaits** :

$$P_{tot} \times V = n_{tot} \times R \times T$$
$$\Leftrightarrow P_{tot} = n_{tot} \times R \times T / V$$

Avec :

- P , la **pression totale** du mélange de gaz, en **Pa**,
- V , le **volume total** du mélange de gaz, en **m³**,
→ ici, $V = 4 \text{ daL} = 4 \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$,
- n_{tot} , la **quantité de matière totale** du mélange de gaz, en **mol**,
→ ici $n_{tot} = 5 \text{ mol}$,
- R , la **constante des gaz parfaits**, en **J.mol⁻¹.K⁻¹**,
→ ici $R = 8 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,
- T , la **température absolue**, en **K**,
→ ici $T(K) = 27 (^{\circ}\text{C}) + 273 = 300 \text{ K}$.

Application numérique :

$$\rightarrow P_{tot} = n_{tot} \times R \times T / V$$
$$\rightarrow P_{tot} = 5 \times 8 \times 300 / 4 \times 10^{-2}$$
$$\rightarrow P_{tot} = 5 \times 4 \times 2 \times 3 \times 10^2 / 4 \times 10^{-2}$$
$$\rightarrow P_{tot} = 30 \times 10^2 \times 10^2$$
$$\rightarrow P_{tot} = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

$$\rightarrow P_{O_2} = x_{O_2} \times P_{tot}$$
$$\rightarrow P_{O_2} = 0,3 \times 3 \cdot 10^5$$
$$\rightarrow P_{O_2} = 0,9 \cdot 10^5 = 9 \cdot 10^4 \text{ Pa.}$$

❖ Autre méthode : on utilise directement la formule des gaz parfaits (en fonction de l' O_2) :

$$P_{O_2} \times V = n_{O_2} \times R \times T$$
$$\Leftrightarrow P_{O_2} = n_{O_2} \times R \times T / V$$

Avec :

- P_{O_2} , la **pression partielle** de l' O_2 , en **Pa**,
- V , le **volume total** du mélange de gaz, en **m³**,
→ Ici, $V = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$,
- n_{O_2} , la **quantité de mole de O_2** du mélange de gaz, en **mol**,
→ Ici, $n_{O_2} = 0,3 \times n_{tot} = 0,3 \times 5 = 1,5 \text{ mol}$,
- R , la **constante des gaz parfaits**, en **J.mol⁻¹.K⁻¹**,
→ Ici, $R = 8 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,
- T , la **température absolue**, en **K**,
→ Ici, $T(K) = 27 (^{\circ}\text{C}) + 273 = 300 \text{ K}$.

Application :

$$\rightarrow P_{N_2} = n_{N_2} \times R \times T / V$$

$$\begin{aligned}
 &\rightarrow P_{N_2} = 1,5 \times 8 \times 3.10^2 / 4.10^{-2} \\
 &\rightarrow P_{N_2} = 1,5 \times 2 \times 4 \times 3.10^2 / 4 \times 10^{-2} \\
 &\rightarrow P_{N_2} = 1,5 \times 2 \times 3.10^2 \times 10^2 \\
 &\rightarrow P_{N_2} = 3 \times 3 \times 10^4 \\
 &\rightarrow P_{N_2} = 9.10^4 \text{ Pa.}
 \end{aligned}$$

→ L'item est vrai, 9.10^4 est inférieur à 9.10^5 Pa.

B. FAUX, dans cet item, nous recherchons la **pression partielle** appliquée par le **diazote** (N_2) dans la bombe. Pour déterminer la **pression partielle** de **diazote** de ce mélange de gaz, nous allons utiliser la formule des **gaz parfaits** appliquée au N_2 :

$$P_{N_2} = n_{N_2} \times R \times T / V$$

Avec :

- P_{N_2} , la **pression en diazote**, en **Pa**,
- V , le **volume total** du mélange de gaz, en m^3 ,
→ Ici, $V = 4.10^{-2} m^3$ (cf item A)
- n_{N_2} , la **quantité de mole de N_2** du mélange de gaz, en **mol**,
→ Ici, $n_{N_2} = 500.10^{-3} \text{ mol}$
- R , la **constante des gaz parfaits**, en $J.mol^{-1}.K^{-1}$,
→ Ici, $R = 8 J.mol^{-1}.K^{-1}$
- T , la **température absolue**, en **K**,
→ Ici, $T(K) = 27 (^{\circ}C) + 273 = 300 \text{ K}$.

Application numérique :

$$\begin{aligned}
 &\rightarrow P_{N_2} = n_{N_2} \times R \times T / V \\
 &\rightarrow P_{N_2} = 500.10^{-3} \times 8 \times 300 / 4.10^{-2} \\
 &\rightarrow P_{N_2} = 500.10^{-3} \times 2 \times 30.10^1 / 4.10^{-2} \\
 &\rightarrow P_{N_2} = 500.10^{-4} \times 2 \times 30.10^{-4} \\
 &\rightarrow P_{N_2} = 1000 \times 30 \\
 &\rightarrow P_{N_2} = 3.10^4 \text{ Pa.}
 \end{aligned}$$

→ L'item est faux.

[ATTENTION] : vous avez trouvé cet item juste si vous avez oublié les conversions de volume en m^3 .

C. FAUX, dans cet item, nous recherchons la **pression partielle** appliquée par le **dihydrogène** (H_2) dans la bombe. Nous procédons de la même manière qu'à l'item A en utilisant une des deux méthodes suivantes :

❖ **Première méthode passant par la P_{tot} :**

$$P_{H_2} = x_H \times P_{tot}$$

Avec :

- P_{H_2} , la **pression partielle** occupée par le **l'hydrogène H_2** , en **Pa**,
- x_H , la **fraction molaire** du **dihydrogène** (sans unité),
→ Ici, nous avons $x_H = 0,6$.
→ En effet, d'après l'énoncé : " $n_{H_2} = 0,6n_{tot}$ ". Ceci nous indique que l'hydrogène occupe 60% de la quantité de gaz présente dans la bombe.
- P_{tot} , la **pression totale** du mélange de gaz, en **Pa**.
→ D'après l'item A, $P_{tot} = 3.10^5 \text{ Pa}$.

Application numérique :

$$\begin{aligned}
 &\rightarrow P_H = x_H \times P_{tot} \\
 &\rightarrow P_H = 0,6 \times 3.10^5 \\
 &\rightarrow P_H = 1,8.10^5 = 18.10^4 \text{ Pa.}
 \end{aligned}$$

❖ **Autre méthode** : on utilise directement la formule des gaz parfaits :

$$P_H = n_H \times R \times T / V$$

Avec :

- P_{O_2} , la **pression partielle de l'O₂**, en **Pa**,
- V , le **volume total** du mélange de gaz, en **m³**,
→ Ici, $V = 4.10^{-2} \text{ m}^3$
- n_{H_2} , la **quantité de mole de dihydrogène H₂** du mélange de gaz, en **mol**,
→ Ici $n_{H_2} = 0,6 \times n_{\text{tot}} = 0,6 \times 5 = 3 \text{ mol}$,
- R , la constante des gaz parfaits, en **J.mol⁻¹.K⁻¹**,
→ Ici $R = 8 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- T , la **température absolue**, en **K**,
→ Ici $T(\text{K}) = 27 (^{\circ}\text{C}) + 273 = 300 \text{ K}$.

Application :

- $P_{H_2} = n_{H_2} \times R \times T / V$
- $P_{H_2} = 3 \times 8 \times 3.10^2 / 4.10^{-2}$
- $P_{H_2} = 3 \times 2 \times 3.10^2.10^2$
- $P_{H_2} = 18.10^4 \text{ Pa}$.

En comparant cette valeur aux données de l'énoncé (tableau), on constate que la **pression partielle** du **dihydrogène (H)** est **supérieure à 15.10⁴ Pa**, provoquant une abrasion de l'atmosphère mettant feu à l'établissement.

→ L'item est faux. Vous avez trouvé cet item juste si vous avez oublié les conversions de volume !

- D. VRAI, cf item C, en effet, la pression partielle en hydrogène étant supérieure à **15.10⁴ Pa**, Matthias a construit une bombe assez puissante pour mettre feu à l'établissement.
- E. VRAI, la pression de la bombe correspond à la **pression totale** du mélange de gaz, déjà calculée à l'item A. Cependant, il est également possible de passer par l'addition des pressions partielles :

$$P_{\text{tot}} = \sum P_i$$

$$\Leftrightarrow P_{\text{tot}} = P_H + P_{N_2} + P_{O_2}$$

- Ce dont nous disposons :
 - La **pression partielle** du dihydrogène, $P_{H_2} = 18.10^4 \text{ Pa}$,
 - La **pression partielle** du dioxygène, $P_{O_2} = 9.10^4 \text{ Pa}$,
 - La **pression partielle** du diazote, $P_{N_2} = 3.10^4 \text{ Pa}$.
- Application numérique :
 - $P_{\text{tot}} = 18.10^4 + 9.10^4 + 3.10^4$
 - $P_{\text{tot}} = 30.10^4 = 3.10^5 \text{ Pa}$.

→ La **pression totale** résidant dans cette bombe à hydrogène est de **3.10⁵ Pa**. L'item est vrai.

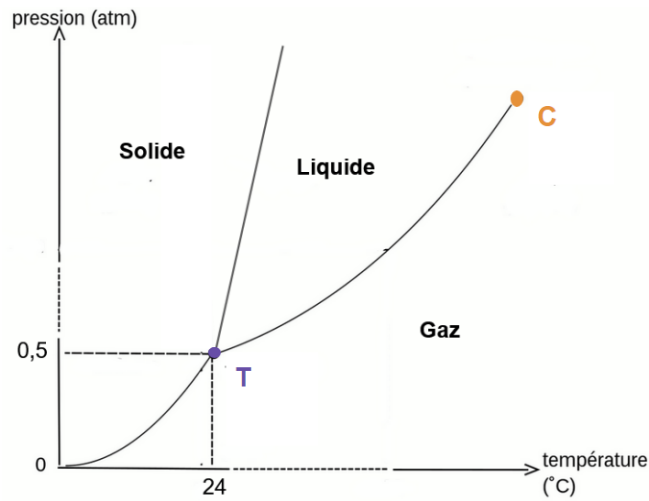
QCM 6 : ABCDE

- A. VRAI, le beurre est bel et bien **plus dense à l'état solide que liquide**.

[RAPPEL] : l'eau est la seule espèce chimique à être plus dense à l'état liquide qu'à l'état solide.
En effet, la masse volumique de l'eau est plus importante à **l'état liquide** qu'à **l'état solide** ($1000 \text{ kg.m}^{-3} > 917 \text{ kg.m}^{-3}$).

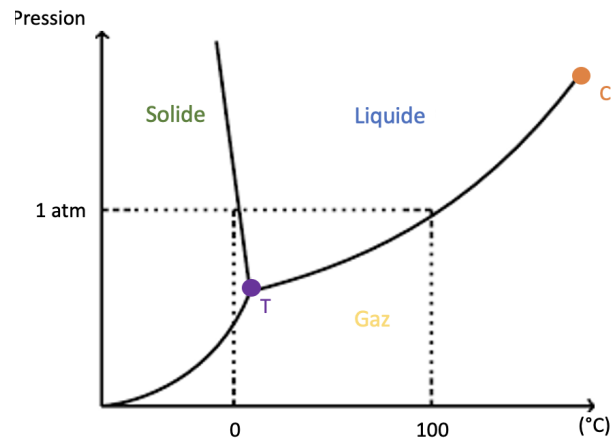
→ Cette **dilatation** est due aux liaisons hydrogènes qui relient les molécules d'eau et qui se tordent à l'état liquide, contrairement à l'état solide où elles sont plus droites.

- B. VRAI, pour répondre à cet item, il faut d'abord analyser le diagramme de phase donné en énoncé :



C'est un diagramme classique, c'est-à-dire avec la pente de la **courbe de fusion/solidification** (entre **solide** et **liquide**) **positive**, une **courbe de sublimation/condensation** (entre **solide** et **gaz**) et une **courbe de vaporisation/liquéfaction** (entre **liquide** et **gaz**).

[NB] : le **diagramme de l'eau**, au contraire, voit sa courbe de fusion/solidification changer de direction et devenir **négative** pour les raisons énoncées ci-dessus (*cf item A*).

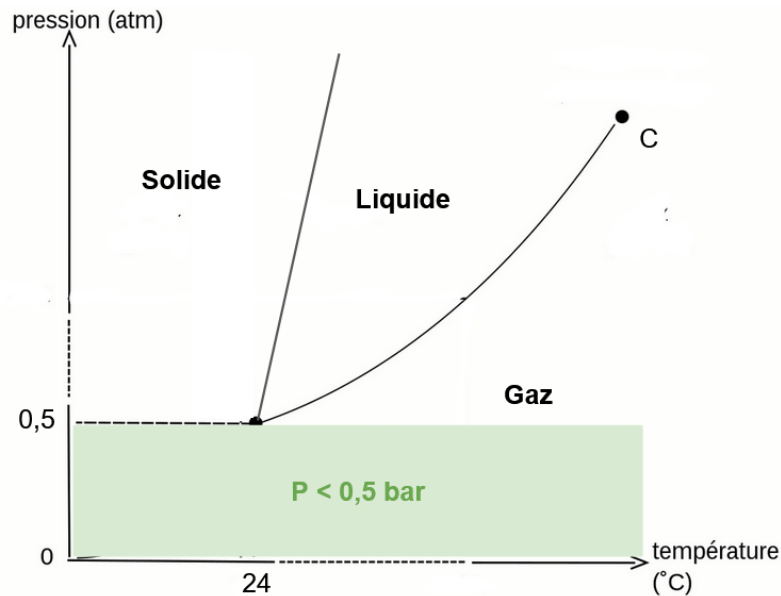


Rappel du diagramme de phase de l'eau

Il y a deux points à connaître :

- ♦ Le **point triple T** où les **trois états de la matière coexistent** (ici pour une pression de 0,5 bar et une température de 24°C, les trois états du beurre coexistent). C'est d'ailleurs le seul point de coexistence des trois phases.
- ♦ Le **point critique C**, au-delà duquel les états liquide et gazeux ne se distinguent plus : c'est le **fluide supercritique**.

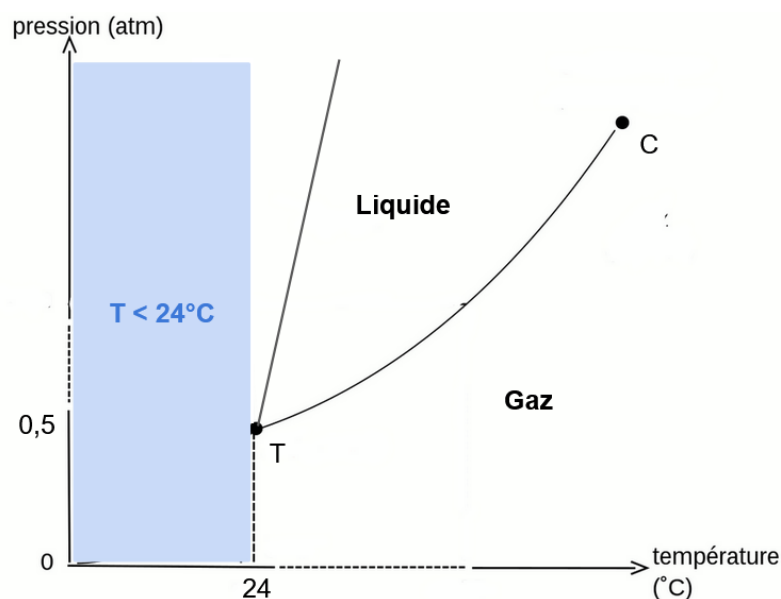
Maintenant, si l'on étudie les **variations de température pour des pressions inférieures à 0,5 bar**, on en revient à se déplacer sur le rectangle vert :



On observe que dans notre cas, les seuls états atteignables sont l'état **solide** et **gazeux**. On en conclut donc qu'il n'est **pas possible d'atteindre l'état liquide** dans ces conditions de pression.

→ On peut obtenir du **gaz par augmentation de la température** sans passer par l'état liquide : c'est la **sublimation**. On peut aussi obtenir un **solide par diminution de la température** sans passer par l'état liquide : c'est la **déposition**.

C. VRAI, si l'on étudie les **variations de pression pour des températures inférieures à 24°C**, on en revient à se déplacer sur le rectangle bleu :



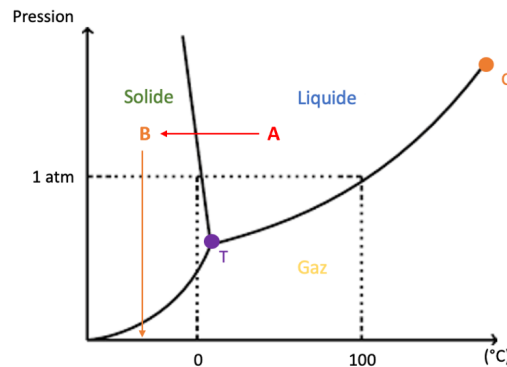
On observe comme pour des pressions inférieures à 0,5 bar, qu'il n'est pas possible d'atteindre l'état **liquide** dans ces conditions de température.

→ On peut obtenir du **gaz par abaissement de pression** sans passer par l'état liquide : c'est la **sublimation**. On peut obtenir un **solide par augmentation de pression** sans passer par l'état liquide : c'est la **déposition**.

Il faut bien noter que les transitions de phase peuvent avoir lieu en jouant sur la température, la pression, ou les deux en même temps. C'est pourquoi il est important de savoir utiliser le diagramme de phase.

D. VRAI, la **lyophilisation** est un processus de **déshydratation en 2 temps** permettant la conservation de substances fragiles :

- A partir du corps **liquide (A)**, on **abaisse la température** pour passer à l'état **solide (B)** (**congélation**),
- Puis on procède à un **abaissement de pression** pour passer à l'état **gazeux (sublimation)**.



E. VRAI, il y a cependant une particularité car la lyophilisation est un procédé de conservation des substances fragiles **contenant de l'eau** ! Le beurre est composé en grande partie de matière grasse mais contient tout de même de l'eau.

[NB] : c'est pour cela aussi qu'à l'item précédent c'est le diagramme de phase de l'eau qui a été utilisé (on le reconnaît grâce à la pente de fusion/solidification négative).

QCM 7 : CDE

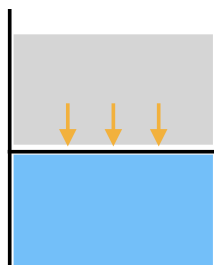
A. FAUX, les propriétés colligatives sont des propriétés physico-chimiques des solutions qui ne dépendent que du **nombre d'espèces présentes** dans le système, **et non de leur nature**.

On retrouve quatre propriétés colligatives lors de l'ajout d'un soluté dans un solvant :

- Apparition de la **pression osmotique** qui résulte de la différence de concentration des deux solutés,
- Abaissement de la **pression de vapeur saturante**,
- Abaissement du **point de fusion** (ou du point de congélation) : loi de la cryométrie,
- Élévation de la **température d'ébullition** : loi de l'ébulliométrie.

[RAPPEL] : notion de pression de vapeur

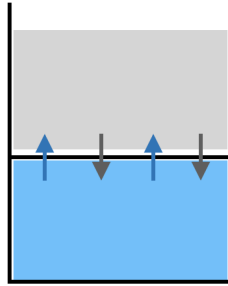
C'est la **pression partielle** exercée par la **vapeur** (gaz G) sur la **phase condensée** (liquide L ou solide S) d'une substance.



Un liquide ou un solide **n'existe jamais seul** mais en équilibre avec son gaz présent au-dessus

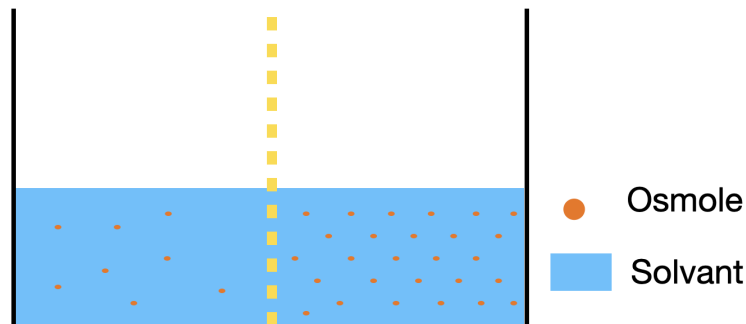
[EXEMPLE] : l'odeur du dissolvant est due à l'odeur du gaz au-dessus de la phase liquide, et non au liquide lui-même.

À l'état d'équilibre, c'est-à-dire où autant de molécules entrent dans le liquide qu'il n'en sort, on parle de **pression de vapeur saturante**.

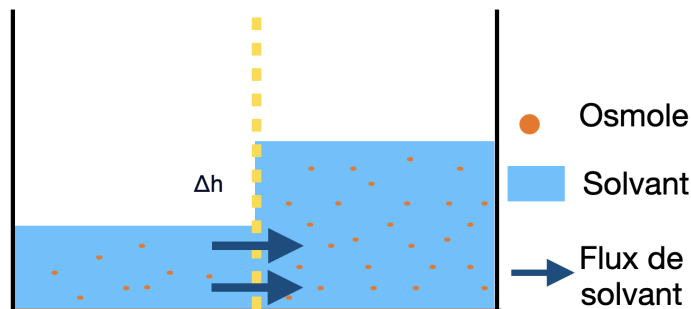


- B. FAUX, le phénomène d'osmose correspond au **flux de solvant** qui va **diluer une solution trop concentrée**, et ainsi tendre à égaliser les concentrations.

Mise en situation :

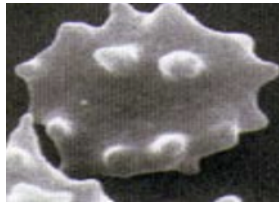


- On a deux phases liquides séparées par une **membrane hémiperméable** (= *membrane qui ne laisse passer QUE le solvant, mais pas les solutés*).
- La solution de droite est plus concentrée que celle de gauche, ainsi pour égaliser les concentrations notre solvant devra se déplacer de la gauche vers la droite. **L'eau diffuse de la solution HYPOtonique (moins concentrée) vers la solution HYPERtonique (plus concentrée)**.



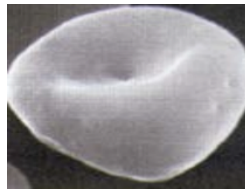
[NB] : ceci vous aidera pour l'UE 8. Retenez que l'eau suit le sel, elle cherchera toujours à le diluer.

- C. VRAI, on peut appliquer le phénomène d'osmose aux cellules car leur membrane peut être associée à une **membrane hémiperméable**.
- ◆ **La plasmolyse** : correspond à un mouvement d'eau de l'intérieur des cellules vers l'extérieur, la cellule est alors déshydratée, plate.
 - ↪ Ce phénomène a lieu lorsque la cellule est **plongée dans une solution hyperosmolaire**. Le cytoplasme de la cellule sort donc afin de diluer la solution extracellulaire.

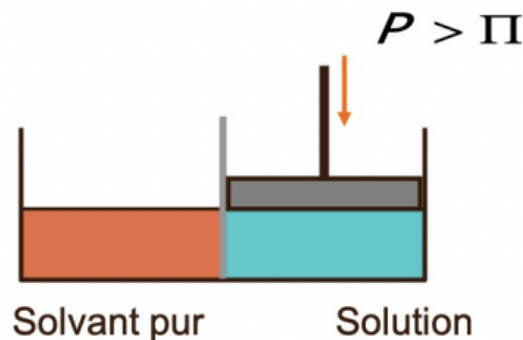


[MNEMO] : PLasmolyse = Cellule PLAtée.

- ♦ **La turgescence** : correspond à un mouvement d'eau de l'extérieur vers l'intérieur des cellules, la cellule est alors gonflée, hyper hydratée.
 - ↪ Ce phénomène a lieu lorsque la cellule est **plongée dans une solution hypo osmolaire**. La solution extracellulaire rentrera ainsi dans la cellule afin de diluer son cytoplasme qui est davantage concentré.



- D. VRAI, le phénomène d'ultrafiltration correspond au transfert du solvant du côté hyperosmolaire de la solution vers le côté hypo osmolaire au travers de la membrane héli-perméable sous l'effet d'une **pression hydrostatique supérieure** à la pression osmotique.



Plus simplement, en appliquant une pression supérieure à la pression osmotique, on a un **flux de solvant de la solution la plus concentrée vers la solution la moins concentrée**, c'est le phénomène d'**osmose inverse**. Ce processus permet notamment d'évacuer l'eau et de filtrer/concentrer les nutriments au niveau du rein.

- E. VRAI, pour calculer la concentration osmolaire, on utilise la formule suivante :

$$C_{\text{osmolaire}} = i \times C_{\text{molaire}}$$

Avec :

- $C_{\text{osmolaire}}$, la **concentration osmolaire** en osmol.m^{-3} ,
- i , le **coefficient d'ionisation** qui représente le nombre de particules de soluté en solution par molécule de soluté,
- C_{molaire} , la **concentration molaire** en mol.m^{-3} .

Or, l'**urée** (tout comme le glucose ou les protéines) est un **composé qui ne se dissocie pas** ; le nombre d'espèces formées est donc égal à 1 ainsi que leur **coefficient d'ionisation**.

↪ Leur **concentration osmolaire** sera donc **TOUJOURS** égale à leur **concentration molaire**.

QCM 8 : BC

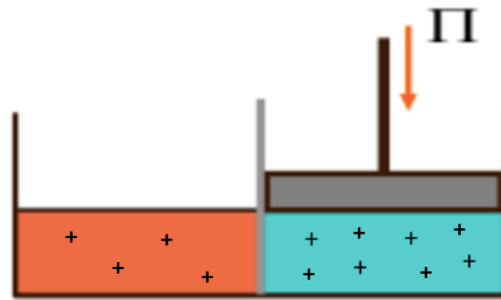
- A. FAUX, la **pression osmotique** est la pression à exercer sur une solution afin d'**empêcher** le phénomène d'**osmose**. En d'autres termes, c'est la pression à exercer pour que le solvant de la solution la moins concentrée ne diffuse pas vers la solution à diluer (= la solution la plus concentrée).

Cette pression est donnée par la **loi de Van't Hoff** :

$$\pi = R \times T \times C_{\text{osmolaire}}$$

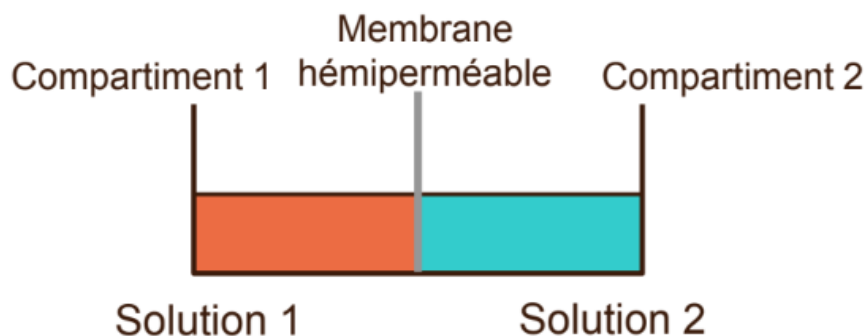
Avec :

- **R** la constante des **gaz parfaits**,
- **T** la **température** en **Kelvin K**,
- **C_{osmolaire}** la **concentration osmolaire** en **osmol.m⁻³**.



Représentation schématique de la pression osmotique π

- B. VRAI, afin de résoudre cet exercice il y a plusieurs formules à utiliser. Il est possible de réaliser un schéma :



Pour trouver la valeur de la pression osmotique, nous allons appliquer la **loi de Van't Hoff** :

$$\pi = R \times T \times C_{\text{osmolaire}}$$

Cependant nous ne connaissons pas la valeur de la **concentration osmolaire**, nous allons donc avoir besoin de la **concentration molaire** :

- ♦ On pouvait utiliser le raisonnement : dans cette situation, le solvant étant de l'eau, on en déduit que **C_{molaire} = C_{osmolaire} = 10.10⁻² mol.L⁻¹**. (si vous avez utilisé cette solution, suite de la correction à l'étape 3)
- ♦ Ou nous pouvions la calculer en deux étapes :

1) Cherchons tout d'abord la quantité de matière n en NaCl :

$$n_{\text{NaCl}} = C_{\text{molaire}} \times m_{\text{solvant}}$$

Avec :

- **C_{molaire}** la **concentration molaire** en **mol.kg⁻¹**,
→ Ici, **C_{molaire} = 10.10⁻² mol.kg⁻¹**
- **m_{solvant}** la **masse de solvant** en **kg** (attention aux unités, pensez à bien tout convertir).
→ Ici, **m_{solvant} = 500 g = 500.10⁻³ kg = 0,5 kg**.

Application numérique :

$$\begin{aligned} \rightarrow n_{\text{NaCl}} &= C_{\text{molale}} \times m_{\text{solvant}} \\ \rightarrow n_{\text{NaCl}} &= 10 \cdot 10^{-2} \times 500 \cdot 10^{-3} \\ \rightarrow n_{\text{NaCl}} &= 10^1 \cdot 10^{-2} \times 5 \cdot 10^2 \cdot 10^{-3} \\ \rightarrow n_{\text{NaCl}} &= 5 \cdot 10^{1+2-2-3} \\ \rightarrow n_{\text{NaCl}} &= 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.} \end{aligned}$$

ou

$$\begin{aligned} \rightarrow n_{\text{NaCl}} &= C_{\text{molale}} \times m_{\text{solvant}} \\ \rightarrow n_{\text{NaCl}} &= 10 \cdot 10^{-2} \times 0,5 \\ \rightarrow n_{\text{NaCl}} &= 10 \cdot 10^{-2} / 2 \\ \rightarrow n_{\text{NaCl}} &= 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.} \end{aligned}$$

2) Ensuite calculons la concentration molaire :

La concentration molaire se trouve avec la formule suivante :

$$C_{\text{molaire}} = n / V$$

Avec :

- C_{molaire} la concentration molaire exprimée en mol.m^{-3} ,
- n_{NaCl} la quantité de matière en NaCl, en mol,
 $\rightarrow$ Ici, $n = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$
- V le volume de solution en m^3 ,
 $\rightarrow$ D'après l'énoncé, les deux solutions remplissent un récipient de **1L** et sont de même volume, soit : $V_1 = V_2 = 0,5 \text{ L}$.

Application numérique :

$$\begin{aligned} \rightarrow C_{\text{molaire}} &= n_{\text{NaCl}} / V \\ \rightarrow C_{\text{molaire}} &= 5 \cdot 10^{-2} / 0,5 \\ \rightarrow C_{\text{molaire}} &= 5 \cdot 10^{-2} \times 2 \quad (\text{diviser par } 0,5 \text{ revient à multiplier par } 2) \\ \rightarrow C_{\text{molaire}} &= 10 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}. \end{aligned}$$

ou

$$\begin{aligned} \rightarrow C_{\text{molaire}} &= n_{\text{NaCl}} / V \\ \rightarrow C_{\text{molaire}} &= 5 \cdot 10^{-2} / 0,5 \\ \rightarrow C_{\text{molaire}} &= 5 \cdot 10^{-2} / 5 \times 10^{-1} \\ \rightarrow C_{\text{molaire}} &= 1 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \\ \rightarrow C_{\text{molaire}} &= 10 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}. \end{aligned}$$

[NB] : Dans cette situation, les deux calculs que nous venons de faire auraient pu être évités car le solvant était de l'eau, ainsi $C_{\text{molale}} = C_{\text{molaire}} = 10 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

[ATTENTION] : en UE9 il est très important de repérer où est ce que vous pouvez gagner du temps.

3) On peut à présent calculer la concentration osmolaire :

$$C_{\text{osmolaire}} = i \times C_{\text{molaire}}$$

Avec :

- $C_{\text{osmolaire}}$ la concentration osmolaire en osmol.m^{-3} .
- i le coefficient d'ionisation du soluté, sans unité,
 $\rightarrow$ Ici $i_{\text{NaCl}} = 2$ car en solution le NaCl devient du Na^+ et du Cl^- (**2** particules)
- C_{molaire} la concentration molaire exprimée en mol.m^{-3} .
 $\rightarrow$ Ici, $C_{\text{molaire}} = 10 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} = 10 \cdot 10^{-2} \cdot 10^3 = 10^2 \text{ mol.m}^{-3}$
 $\rightarrow$ Il paraît ici pertinent de **calculer directement en mol.m^{-3}** afin d'obtenir une concentration osmolaire directement en osmol.m^{-3} et non pas en osmol.L^{-1} . Souvenez-vous qu'il faut garder une homogénéité des unités !
 $\rightarrow$ Vous pouvez cependant tout à fait le calculer en mol.L^{-1} , obtenant des osmol.L^{-1} puis faire la conversion après !

Application numérique :

$$\begin{aligned} \rightarrow C_{\text{osm}} &= i \times C_{\text{molaire}} \\ \rightarrow C_{\text{osm}} &= 2 \times 10^2 \\ \rightarrow C_{\text{osm}} &= 200 \text{ osmol.m}^{-3}. \end{aligned}$$

4) Pour finir, on calcule la **pression osmotique** :

$$\pi = R \times T \times C_{\text{osmolaire}}$$

Avec :

- **R**, la **constante des gaz parfaits**,
→ D'après l'énoncé, **R = 8 SI**
- **T**, la **température** en **Kelvin K**,
→ Ici, **T = 27°C = 27 + 273 = 300 K**
- **C_{osmolaire}** la **concentration osmolaire** en **osmol.m⁻³**.
→ Ici, **C_{osm} = 200 osmol.m⁻³**.

On peut alors appliquer la **loi de Van't Hoff** :

$$\begin{aligned} \rightarrow \pi &= R \times T \times C_{\text{osmolaire}} \\ \rightarrow \pi &= 8 \times 300 \times 200 \\ \rightarrow \pi &= 2400 \times 2 \times 100 \\ \rightarrow \pi &= 4800 \times 100 \\ \rightarrow \pi &= 480\,000 \text{ Pa} \\ \rightarrow \pi &= 4,8 \times 10^5 \text{ Pa} \\ \rightarrow \pi &= 4,8 \text{ bar.} \end{aligned}$$

[RAPPEL] : 1 bar = 10⁵ Pa.

→ L'item est vrai.

C. VRAI, cf item B.

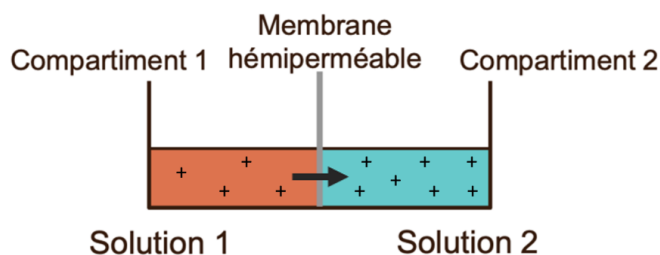
D. FAUX, cf item B, si vous avez coché vrai, c'est que vous avez oublié de prendre en considération le **i**, et donc de multiplier par **2**.

E. FAUX, d'après l'énoncé on a **$\pi_1 = 3.10^2 \text{ Pa} = 300 \text{ Pa} < 480\,000 \text{ Pa}$** .

★ On peut voir ici que : **$\pi_1 < \pi_2$** .

★ D'après la définition donnée dans l'item A ; la **pression osmotique** est la pression qu'il faudrait exercer sur la solution pour **empêcher** le phénomène d'**osmose**.

- Cette **pression osmotique**, signifie que le solvant de la **solution 1** aura tendance à **diffuser** à travers la membrane hémiperméable vers la **solution 2**, afin d'atteindre un **équilibre**.
- Vous pouvez également vous dire que la pression osmotique dépend de la quantité d'osmoles, donc de particules. Ainsi, plus la pression osmotique est élevée, plus la quantité d'osmoles est élevée, plus la concentration est élevée !



QCM 9 : C

A. FAUX, la **loi de Raoult** décrit le comportement du **solvant** dans une solution. Elle stipule que dans une solution idéale, la **pression partielle** en phase vapeur d'un constituant est **proportionnelle** à sa **fraction molaire** en phase liquide :

$$P_i(g) = f_i(L) \times P_{vs}$$

avec :

- **P_i(g)**, la **pression partielle** du solvant en phase gazeuse, exprimée en **pascal** (Pa) dans le SI,
- **f_i(L)**, la **fraction molaire** du solvant (sans unité),
- **P_{vs}**, la **pression de vapeur saturante** du solvant, exprimée en **pascal** (Pa) dans le SI.

La **pression de vapeur saturante** du **solvant** correspond à la pression pour laquelle le **solvant** en phase liquide est **en équilibre** avec sa phase gazeuse.

→ Lors de cet **équilibre**, le temps mis par le liquide pour s'évaporer est égal au temps mis par le gaz pour se condenser.

[NB] : la **loi de Raoult** s'applique à des composants qui présentent une **pression de vapeur saturante**.

[MNÉMO] : loi de Raoult pour les solvants.

- B. FAUX, la **loi de Henry** s'applique à un **soluté** en solution diluée. Elle stipule qu'à température constante et à l'équilibre, la quantité de gaz dissout dans un liquide est **proportionnelle** à la **pression partielle** qu'exerce ce gaz sur le liquide :

$$P_i(g) = f_i(L) \times K_i$$

Avec :

- $P_i(g)$, la **pression partielle** du gaz exprimée dans le SI en **pascal** (Pa),
- $f_i(L)$, la **fraction molaire** en phase liquide (sans unité),
- K_i , la **constante de volatilité** spécifique du gaz, exprimée dans le SI en **pascal** (Pa).

[MNÉMO] : loi de Henry pour les solutés,

- C. VRAI, la **loi de Henry** peut être utilisée pour expliquer la dissolution d'un gaz dans un **solvant** liquide tel que l'eau. En effet, toute **augmentation de pression** s'accompagne d'une augmentation du nombre de chocs des molécules de gaz à la surface du solvant. Autrement dit, la **solubilité du gaz augmente**.

[EXEMPLES] :

- ❖ Ouvrir une bouteille d'eau gazeuse fait diminuer la pression à l'intérieur de celle-ci, on a donc une diminution de la solubilité du gaz : le gaz dissout dans l'eau peut s'en échapper, d'où l'apparition de bulles qui remontent à la surface !
- ❖ En plongée, la quantité de gaz dissous dans notre **sang** (le **solvant**) augmente, en parallèle à l'augmentation de la **pression**. Effectuer une remontée trop rapide et/ou sans paliers crée alors des bulles de gaz, emprisonnées dans nos vaisseaux pouvant entraîner une embolie gazeuse.

- D. FAUX, pour ce type de QCM, procédons par étape :

1) On détermine la formule à utiliser :

→ Ici, nous allons devoir utiliser la **loi de Henry** :

$$C_i = H_i \times P_i(g)$$

Avec :

- C_i , la **concentration de gaz** dissous dans le liquide en **mol.L⁻¹**,
- H_i , la **constante de Henry** du gaz en **mol.L⁻¹.atm⁻¹**,
→ Ici, $H_{CO_2} = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$
- $P_i(g)$, la **pression partielle** du gaz dans l'enceinte en **atm**.
→ Ici, $P_{CO_2}(g)$ à déterminer.

2) On détermine la pression partielle exercée par le CO₂ :

→ Pour cela, on utilise la formule suivante :

$$P_{CO_2}(g) = f_{CO_2}(g) \times P_{Totale}$$

Avec :

- $f_{CO_2}(g)$, la **proportion de CO₂** dans l'air ambiant, sans dimension,
→ Ici, $f_{CO_2}(g) = 60\% = 0,6$
- P_{Totale} , la **pression totale** dans l'enceinte en **atm**.
→ Ici, $P_{Totale} = 1 \text{ atm}$

Application :

- $P_{\text{CO}_2(\text{g})} = f_{\text{CO}_2(\text{g})} \times P_{\text{totale}}$
- $P_{\text{CO}_2(\text{g})} = 0,6 \times 1$
- $P_{\text{CO}_2(\text{g})} = 0,6 \text{ atm.}$

3) On peut maintenant déterminer la concentration de CO_2 dissous dans le bassin :

- $C_{\text{CO}_2} = H_i \times P_i(\text{g})$
- $C_{\text{CO}_2} = 3,4 \cdot 10^{-2} \times 0,6$
- $C_{\text{CO}_2} = 34 \cdot 10^{-3} \times 6 \cdot 10^{-1}$
- $C_{\text{CO}_2} = 34 \times 6 \times 10^{-4}$
- $C_{\text{CO}_2} = 204 \cdot 10^{-4} = 0,0204 \text{ mol.L}^{-1} = 20,4 \text{ mmol.L}^{-1}.$

E. FAUX, cf item D.

QCM 10 : BE

A. FAUX, d'après la **loi de l'ébulliométrie**, l'ajout de soluté dans un solvant tend à **augmenter la température d'ébullition** de la solution. La variation de la température d'ébullition est notée ΔT_{eb} et se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$\Delta T_{\text{eb}} = K_{\text{eb}} \times C_{\text{osmolale}}$$

Avec :

- ΔT_{eb} : la **variation de la température d'ébullition** du solvant qui correspond à une augmentation de cette température en $^{\circ}\text{C}$ ou en **K**,
- K_{eb} : la **constante ébullioscopique du solvant** en $^{\circ}\text{C.kg.osm}^{-1}$ ou **K.kg.osm⁻¹**,
→ D'après l'énoncé, $K_{\text{eb}} = 2,5 \text{ }^{\circ}\text{C.kg.osm}^{-1}$
- C_{osmolale} : la **concentration osmolale** de la solution en **osm.kg⁻¹**.
→ D'après l'énoncé, $C_{\text{osmolale}} (\text{parfum}) = 1,5 \text{ osm.kg}^{-1}$

Application numérique :

- $\Delta T_{\text{eb}} = K_{\text{eb}} \times C_{\text{osmolale}}$
- $\Delta T_{\text{eb}} = 2,5 \times 1,5$
- $\Delta T_{\text{eb}} = 3,75 \text{ }^{\circ}\text{C}.$

→ La **variation** de température d'ébullition après ajout du concentré aromatique est de **3,75°C**.

[RAPPEL] : pour convertir une température en $^{\circ}\text{C}$ en K, on doit **ajouter 273 aux $^{\circ}\text{C}$** . Cependant, la relation entre les degrés Celsius et les Kelvin correspond à une addition, or **un delta entre 2 valeurs de température n'a pas besoin d'être converti**.

[EXEMPLE] : prenons 2 températures : 100°C et 110°C .

Il y a une différence de 10°C ($110 - 100$) entre ces deux températures (ce qui correspond à notre ΔT). Si on convertit ces deux températures en K, on obtient :

- $100 + 273 = 373 \text{ K}$
- $110 + 273 = 383 \text{ K}$

Si on calcule à nouveau la différence entre ces deux températures, on trouve $383 - 373 = 10 \text{ K}$ soit **la même différence qu'en degré celsius**.

→ Vous trouviez l'item vrai si vous ajoutiez 273 à la variation de température en degrés, pour calculer la nouvelle température d'ébullition en Kelvin.

B. VRAI, cf item A.

C. FAUX, afin de déterminer la **nouvelle température d'ébullition de la solution**, on doit ajouter la différence de température d'ébullition calculée précédemment, à la valeur de la température d'ébullition initiale.

Nous pouvons l'écrire en formule :

$$T_{\text{eb}} (\text{benzène} + \text{concentré aromatique}) = T_{\text{eb}} (\text{benzène}) + \Delta T_{\text{eb}}$$

Avec :

- T_{eb} (benzène + concentré aromatique) : la nouvelle température d'ébullition suite à l'ajout du soluté, en °C ou en K,
- T_{eb} (benzène) : la température d'ébullition du benzène pur, en °C ou K,
→ D'après l'énoncé, T_{eb} (benzène) = 80°C
- ΔT_{eb} : la variation de température d'ébullition,
→ D'après l'item A, $\Delta T_{eb} = 3,75^\circ\text{C} = 3,75\text{ K}$

Application numérique :

- T_{eb} (benzène + concentré aromatique) = T_{eb} (benzène) + ΔT_{eb}
- T_{eb} (benzène + concentré aromatique) = 80 + 3,75
- T_{eb} (benzène + concentré aromatique) = 83,75 °C.

→ La nouvelle température d'ébullition de la solution est de 83,75 °C, à ne pas confondre avec la variation de température d'ébullition, qui est de 3,75 °C !

D. FAUX, la loi de la cryométrie stipule qu'après ajout de soluté dans un solvant, on observe un abaissement de la température de fusion du solvant. La variation de la température de fusion est notée ΔT_{cong} et se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$\Delta T_{cong} = K_{cong} \times C_{osmolale}$$

Avec :

- ΔT_{cong} : la variation de la température de fusion du solvant, en °C ou en K,
- K_{cong} : la constante cryoscopique du solvant, en °C.kg.osm⁻¹ ou K.kg.osm⁻¹,
→ D'après l'énoncé, K_{cong} (benzène) = 33,5 °C.kg.osm⁻¹
- $C_{osmolale}$: la concentration osmolale de la solution, en osm.kg⁻¹,
→ D'après l'énoncé, $C_{osmolale}$ (parfum) = 1,5 osm.kg⁻¹

Application numérique:

- $\Delta T_{cong} = K_{cong} \times C_{osmolale}$
- $\Delta T_{cong} = 33,5 \times 1,5$
- $\Delta T_{cong} = 50,25\text{ °C}$
- $\Delta T_{cong} = 50,25\text{ °C}$ ou 50,25 K (comme vu à l'item A).

→ La variation de la température de fusion (ou de congélation) est de 50,25 °C.

Vous avez trouvé 47,25 si vous avez confondu la température de congélation T_{cong} avec la constante de cryométrie K_{cong} !

[NB] : la nouvelle température de congélation sera de -18,75°C ou -18,75 K car :

$$T_{cong} \text{ (benzène + concentré aromatique) } = T_{cong} \text{ (benzène) } - \Delta T_{cong}$$

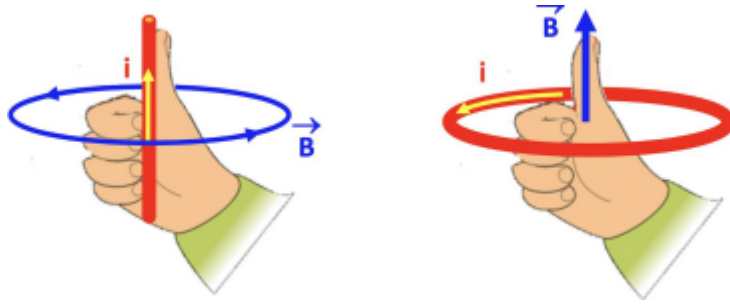
E. VRAI, cf item D.

QCM 11 : CDE

A. FAUX, le champ magnétique est orienté dans le sens anti-horaire. Pour cet item, il faut utiliser la règle de la main droite. Le pouce indique un sens de déplacement et les autres doigts indiquent un sens de rotation (on suit le mouvement des phalanges).

On étudie alors deux cas :

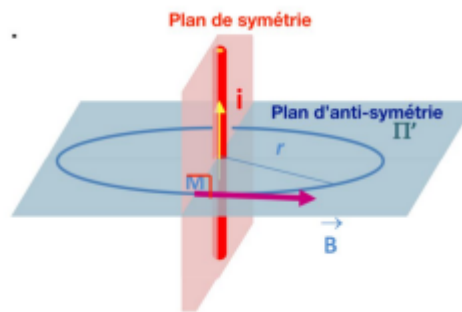
- Si le pouce indique le sens du courant, les 4 autres doigts indiquent le sens du champ magnétique,
- Si le pouce indique le sens du vecteur champ magnétique, les 4 autres doigts indiquent le sens du courant.



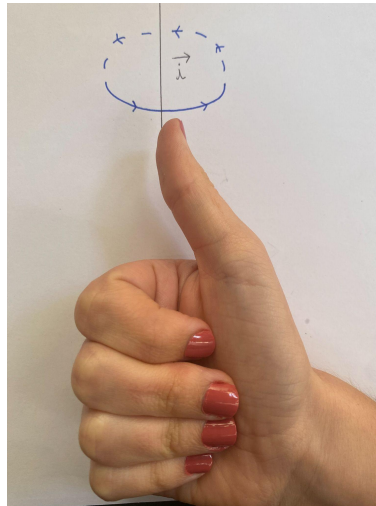
Dans cet item, le courant " i " traverse la feuille de bas en haut. C'est le pouce qui indique le sens du courant tandis que les doigts indiquent le sens du champ magnétique. Les doigts nous indiquent ainsi que le **champ magnétique** est orienté dans le sens **anti-horaire**.

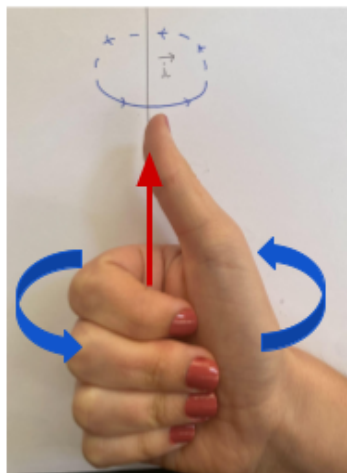
[NB] : le sens **anti-horaire** est aussi appelé sens **trigonométrique**.

- B. FAUX, le **champ magnétique** induit par le courant i est **parallèle** au **plan d'anti-symétrie**. Il se situe donc dans le plan **perpendiculaire** au **plan de symétrie**.



- C. VRAI, le **champ magnétique** arrive vers vous à gauche du courant et va vers la table à droite. Pour cet item, il faut utiliser la **règle de la main droite** (cf item A) et visualiser le sens du champ magnétique :

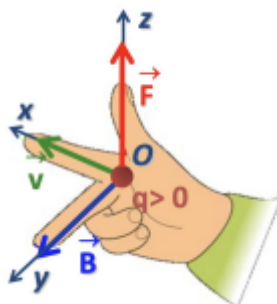




Les pointillés indiquent que le **champ magnétique** est derrière la feuille.

D. VRAI, la force de Lorentz représente la force subie par une charge q en mouvement dans un champ magnétique uniforme. On utilise la **règle des trois doigts** pour étudier le sens des vecteurs :

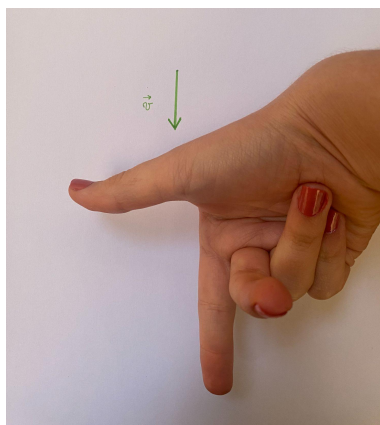
- Le **pouce** indique la force $\mathbf{F}$,
- L'**index** représente la vitesse $\mathbf{v}$,
- Le **majeur** indique le champ magnétique $\mathbf{B}$.

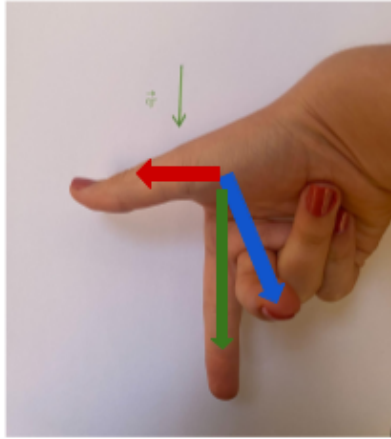


[MNÉMO] : dans l'ordre en partant du majeur "**B**on **V**ent **F**redon".

Le **champ magnétique** sort perpendiculairement à la feuille et pointe vers le ciel. Le vecteur **vitesse** de la charge q , positive pointe vers le bas. On dirige donc :

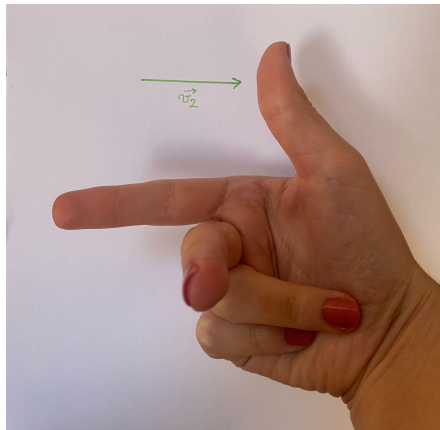
- Le **majeur** vers le **ciel**,
- L'**index** vers le **bas**,
- On voit que notre **pouce** pointe vers la **gauche**.
 ⇒ Le vecteur **force** est dirigé **vers la gauche**, l'item est vrai.



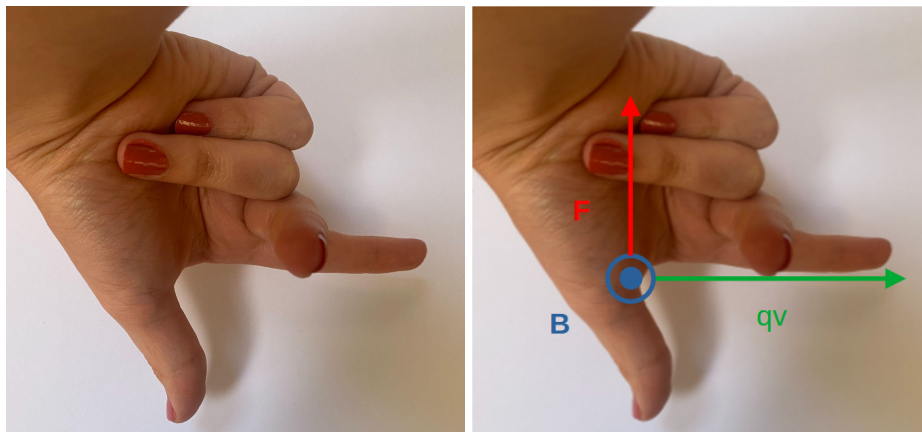


E. VRAI, on utilise de nouveau la **règle des trois doigts** mais cette fois-ci la charge est **négative**. Le **champ magnétique** sort perpendiculairement de la feuille et pointe vers le ciel. Le vecteur **vitesse** de la charge q_2 pointe vers la droite. On procède de la façon suivante :

1. On positionne **le majeur vers le ciel** :



2. On positionne **l'index vers la droite** en maintenant le majeur dans sa position :



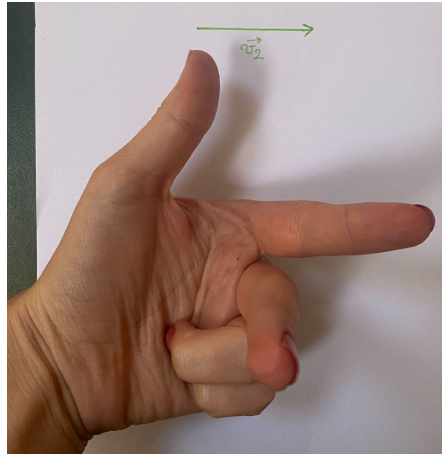
[NB] : le prof considère que :

- $\otimes$ signifie que la pointe du vecteur va vers l'arrière.
- $\odot$ signifie que la pointe du vecteur va vers l'avant.

[ATTENTION] : la charge q_2 est **négative**, le vecteur **force** se trouve dans le **sens opposé**, et se dirige donc vers **haut de la feuille**.

→ L'item est vrai.

[ASTUCE] : le plus simple quand on se retrouve face à une charge **négative** est d'utiliser la **main gauche**. Le **pouce**, notre vecteur **force**, se dirige bien vers le **haut de la feuille**.



QCM 12 : CE

A. FAUX, on se trouve dans le cas d'un champ magnétique induit par un **fil rectiligne infini**. Le champ magnétique formera un cercle autour du fil, la formule à utiliser est donc la suivante :

$$B = \mu_0 \times i / 2 \times \pi \times a$$

Avec :

- **B**, la **norme du champ magnétique** en **Tesla (T)**,
- μ_0 , la **perméabilité magnétique du vide**,
→ Ici, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ SI
- **i**, l'**intensité du courant électrique** en **ampères (A)**,
→ D'après l'énoncé, **i** = 24 dA = **$24 \cdot 10^{-1}$ A**,
- **a**, le **rayon** entre le **fil rectiligne** et un **point du cercle formé par le champ magnétique** en **mètres (m)**,
→ Dans l'énoncé, on nous donne le **diamètre**, **d** = 1,2 mm
 - **a** = d / 2
 - **a** = 1,2 / 2
 - **a** = 0,6 mm = **$6 \cdot 10^{-4}$ m**.

Calcul de la norme du champ magnétique créé par le fil rectiligne :

- **$B = \mu_0 \times i / 2 \times \pi \times a$**
- **$B = 2 \times 2\pi \cdot 10^{-7} \times 24 \cdot 10^{-1} / 2\pi \times 6 \cdot 10^{-4}$**
- **$B = 2 \times 4 \times 6 \cdot 10^{-1-7+4} / 6$**
- **$B = 2 \times 4 \cdot 10^{-4}$**
- **$B = 8 \cdot 10^{-4}$ T**
- **$B = 8$ G.**

[RAPPEL] : **$1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$**

[MNEMO] : on peut mettre **4** gosses (**Gauss**) dans une **Tesla**.

→ L'item est **faux**, la **norme du champ magnétique** vaut **8 G**.

[NB] : vous trouvez 4G si vous utilisez la valeur du diamètre (1,2 mm) plutôt que celle du rayon.

B. FAUX, vous trouvez 24 G si vous utilisez la formule pour calculer le champ magnétique au centre d'une spire de courant :

$$B = \mu_0 \times i / 2 \times a$$

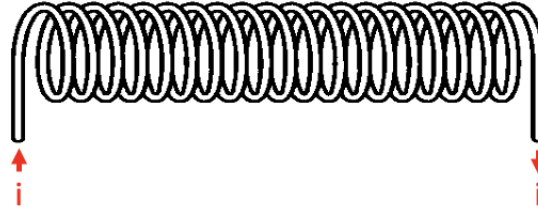
Avec :

- **B**, la **norme du champ magnétique** en **Tesla (T)**,
- μ_0 , la **perméabilité magnétique du vide**,
→ Ici, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ SI
- **i**, l'**intensité du courant électrique** en **ampères (A)**,

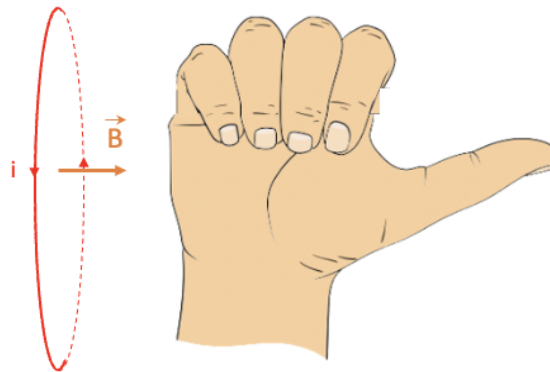
- **a**, le **rayon** entre l'axe formé par le champ magnétique et un point du cercle la spire de courant en **mètres (m)**.

[TIPS] : pour vous souvenir de la formule à utiliser, référez vous au champ magnétique. S'il est circulaire, la formule sera celle avec le π , tandis que s'il est linéaire on utilisera l'autre formule !

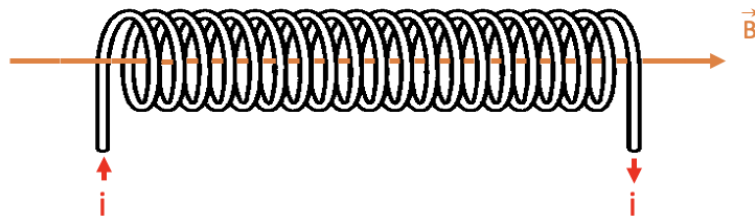
- C. VRAI, pour définir le sens du champ magnétique généré par le **solénoïde infini**, on doit utiliser **la règle de la main droite**. Le courant passant dans le solénoïde s'enroule de l'arrière vers l'avant d'après le schéma de l'énoncé. On va alors imiter ce mouvement avec notre main :



On enroule notre main de l'arrière vers l'avant et on remarque que notre pouce est dirigé vers la droite.



→ On en déduit donc que le **champ magnétique** induit est **dirigé de la gauche vers la droite**.



- D. FAUX, après avoir trouver le sens de ce champ, on nous demande de calculer sa **norme**. Pour calculer l'intensité du champ magnétique induit par un **solénoïde infini**, on doit se servir de la formule suivante

$$B = \mu_0 \times i \times n$$

Avec :

- **B**, la **norme du champ magnétique** en **Tesla (T)**,
- **μ_0** , la **perméabilité magnétique du vide**,
→ Ici, **$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ SI**,
- **i**, l'**intensité du courant électrique** en **ampères (A)**,
→ D'après l'énoncé, **$i = 15 \text{ mA} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ A}$** ,
- **n**, le **nombre de spires par mètre** composant le solénoïde infini,
→ D'après l'énoncé, ce solénoïde contient **2 spires par centimètres** ce qui correspond à **$2 \cdot 10^2$ spires par mètre**.

Calcul de la norme du champ magnétique créée par le solénoïde infini :

$$\begin{aligned} \rightarrow B &= \mu_0 \times i \times n \\ \rightarrow B &= 4\pi \cdot 10^{-7} \times 15 \cdot 10^{-3} \times 2 \cdot 10^2 \\ \rightarrow B &= 4 \times 3 \times 30 \cdot 10^{-7-3+2} \end{aligned}$$

→ $B = 3 \times 120 \cdot 10^{-8}$
 → $B = 360 \cdot 10^{-8} = 3,6 \cdot 10^{-6} \text{ T}$.

→ L'item est faux.

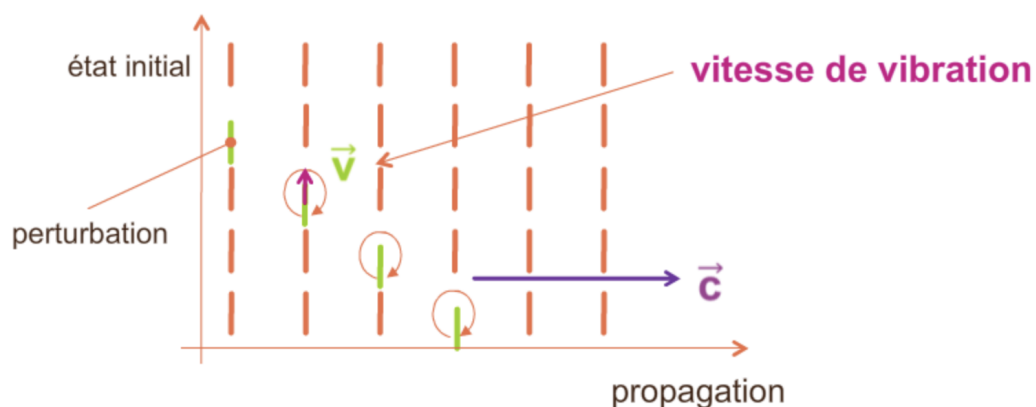
[NB] : vous avez trouvé le résultat proposé dans l'item si vous avez oublié de convertir les spires par centimètres en spires par mètres.

E. VRAI, cf item D.

QCM 13 : BCE

A. FAUX, une onde est caractérisée par deux types de vitesse, à ne pas confondre :

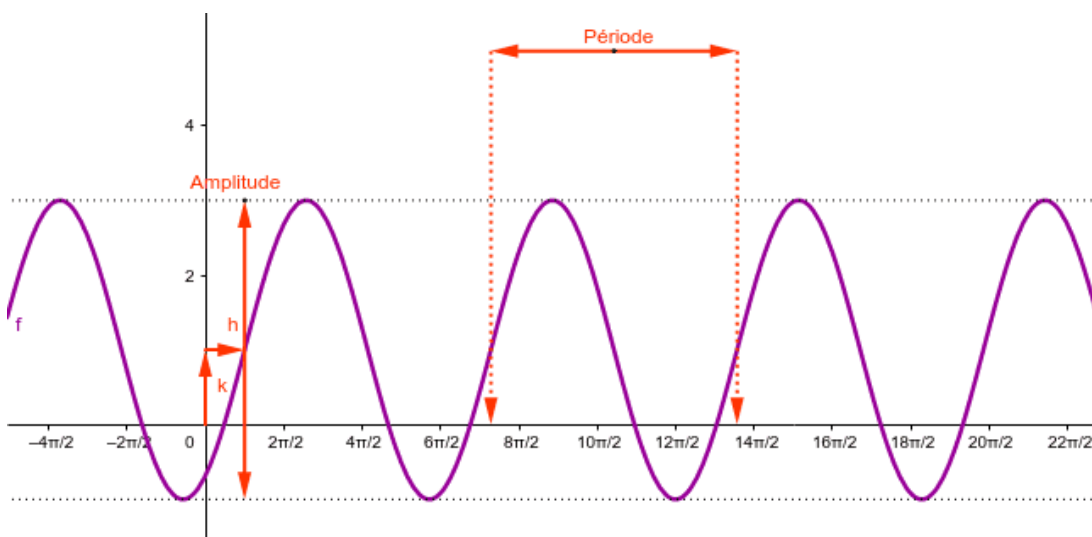
- La **vitesse de vibration v** des particules : il s'agit de la vitesse de vibration des particules sur elles-mêmes. Cette vibration se transmet de proche en proche entre les différentes particules, définissant alors une direction et un sens de propagation.
- La **célérité c** : la **vitesse de propagation** de la perturbation **dans le milieu**, autrement dit, la vitesse de l'onde.



[RAPPEL] : une onde est un déplacement d'énergie **SANS déplacement de matière**. La perturbation initiale est une petite vibration d'une particule, non considérée comme un déplacement.

B. VRAI, une onde est dite **progressive** et **périodique** lorsque :

- Elle est **entretenu** : l'onde dure dans le temps.
- Elle est **périodique** : l'onde est régulière et les variations de la perturbation correspondent à la répétition d'un motif (ici une fonction sinusoïdale).
 - L'onde est alors caractérisée par une **période temporelle T** .
 - Deux positions identiques de la perturbation, c'est-à-dire **en phase**, seront toujours espacées d'une durée correspondant à un multiple entier de la période T .



Représentation d'une fonction sinusoïdale

Dans la fonction sinusoïdale d'une onde, on voit apparaître une double périodicité :

- La **période temporelle T**, qui correspond à la durée d'un cycle,
- La **période spatiale**, représentée par la **longueur d'onde λ** , correspondant à la distance parcourue au cours d'un cycle.

[ATTENTION] : la longueur d'onde est à différencier de l'amplitude d'une onde :

- ★ **Longueur d'onde** : distance parcourue par l'onde **au cours d'une période**.
- ★ **Amplitude** : distance **maximale** parcourue par rapport à la position de repos (*cf schéma*).

C. VRAI, la **pulsation ω** est une **grandeur temporelle** caractérisant les ondes sinusoïdales. Exprimée en **rad.s⁻¹**, elle est liée à la période T par la formule suivante :

$$\omega = 2\pi / T$$

→ La pulsation correspond ainsi à la vitesse de rotation de l'onde s'il s'agit d'un phénomène rotatoire.

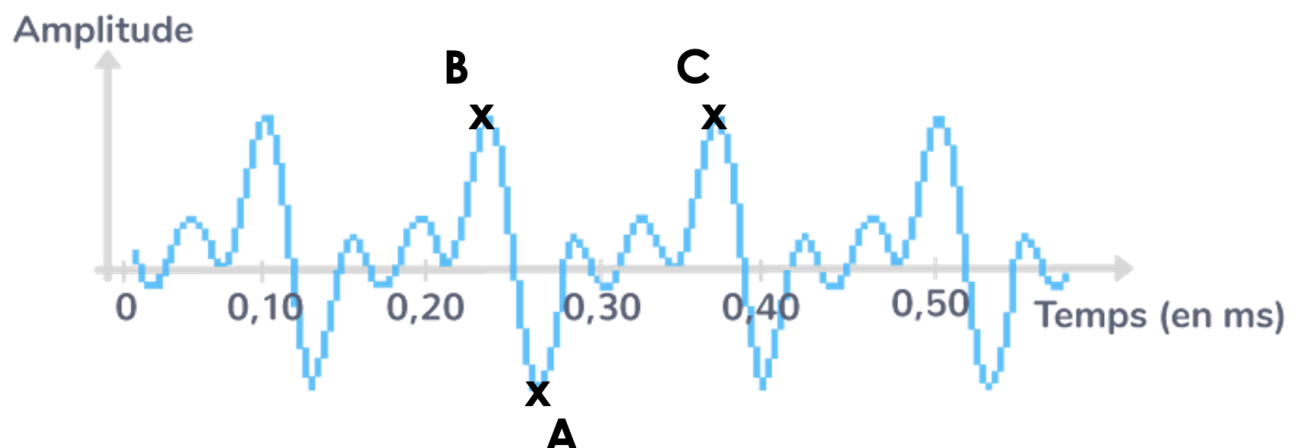
[RAPPEL] : il existe des grandeurs spatiales et temporelles permettant de définir une onde :

Grandeurs spatiales		Grandeurs temporelles	
Longueur d'onde	❖ Symbole : λ, en m ❖ C'est la <u>distance parcourue</u> par l'onde au cours d'une période.	Pulsation	❖ Symbole : ω, en rad.s⁻¹ ❖ Rapport entre le nombre de cycles complets d'une onde et le temps nécessaire pour effectuer ces cycles.
Amplitude (de la vibration)	❖ Symbole : s_0 ❖ C'est la <u>distance maximale parcourue par rapport à la position de repos</u>.	Fréquence	❖ Symbole : f, en Hz ou s⁻¹ ❖ Représente le <u>nombre de cycles par seconde</u> ❖ Égale à l'inverse de la période ($f = 1/T$).
		Période	❖ Symbole : T, en s ❖ C'est la <u>durée d'un cycle</u>.

D. FAUX, deux points d'une onde progressive et périodique sont dits **en phase** lorsqu'ils subissent des perturbations de même valeur et de même sens. Cela signifie qu'il faut que les deux points :

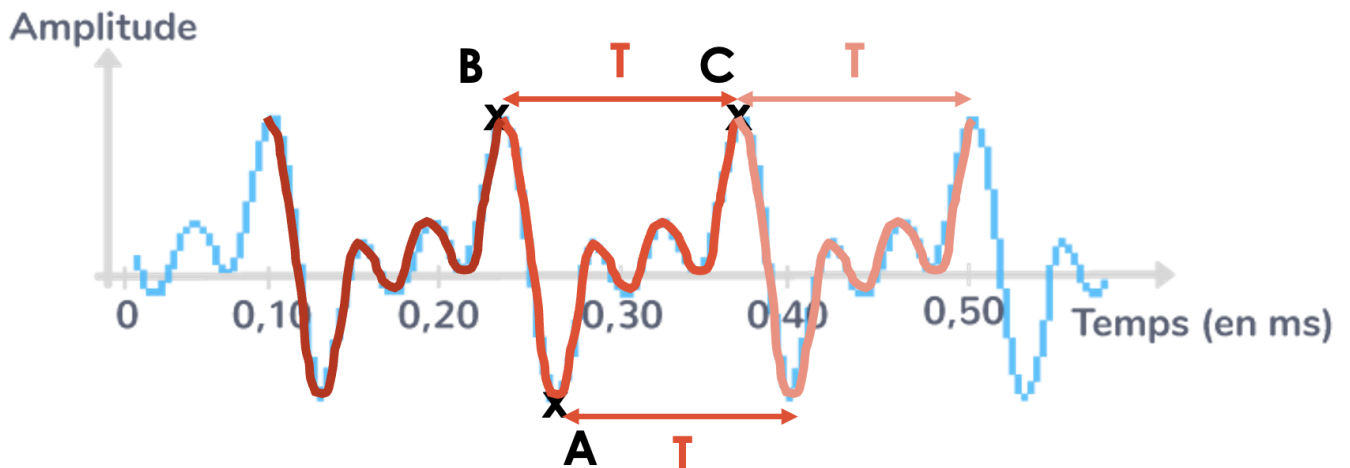
- Aient la **même ordonnée** et **varient dans le même sens**.
- Soient espacés d'un **multiple entier de la période T**.

On peut ainsi définir la **surface d'onde**, qui correspond à **l'ensemble des points étant en phase**. Il existe autant de surfaces d'onde que de positions différentes de la perturbation initiale dans une période.



L'onde ci-dessus est une onde progressive périodique. On peut donc définir des points en phase, et par conséquent des surfaces d'onde.

[ASTUCE] : pour déterminer la période, il faut repérer l'endroit où le motif de l'onde se répète. Ainsi, il est plus facile de savoir directement lorsqu'un item est faux.

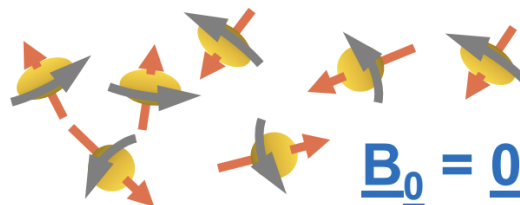


On remarque que les points A et B ne sont pas espacés d'un multiple entier de la période T et n'ont pas la même ordonnée. Ces deux points ne sont donc pas en phase, l'item est faux.

- E. VRAI, cf item D, les points B et C ont la même ordonnée et sont **espacés d'une période** (= d'un motif). Ils sont en phase et se situent **sur la même surface d'onde**.

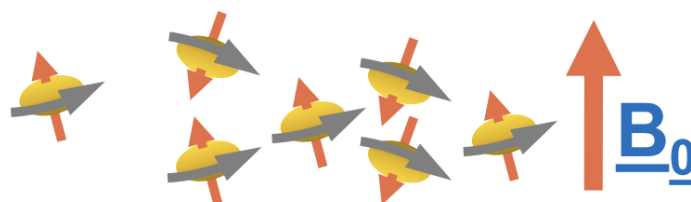
QCM 14 : AD

- A. VRAI, un **champ magnétique** appliqué à une population de noyaux entraîne l'apparition d'une **aimantation macroscopique**. En effet, les noyaux sont caractérisés par un **moment magnétique**, assimilée à une aimantation microscopique. En condition de **champ magnétique extérieur nul**, les **moments magnétiques** sont dirigés **aléatoirement** dans l'espace :



→ L'**aimantation macroscopique** totale est donc considérée comme nulle.

Dans des conditions de **champ magnétique extérieur non nul**, les **moments magnétiques** vont s'orienter, pour la plupart, **dans la direction du champ magnétique** avec un léger angle d'écart dû au **mouvement de précession** (précession de Larmor = rotation des noyaux sur eux-mêmes) des noyaux :



→ Il y a apparition d'une **aimantation macroscopique**.

[ATTENTION] : cela concerne **uniquement** les noyaux **possédant un moment magnétique** c'est-à-dire les noyaux dont le **nombre de masse est impair** (comme l'hydrogène).

Les noyaux se placent alors dans **deux positions possibles** :

- **Spin-up** : dans le **même sens** que le champ magnétique B_0 .
 - État **stable** de **basse énergie** (niveau d'énergie E^-).
 - Concerne la majorité des noyaux.
- **Spin-down** : dans le **sens opposé** au champ magnétique B_0 .
 - État **instable** de **haute énergie**, état excité (niveau d'énergie E^+)
 - Concerne une minorité de noyaux.

L'état de **spin-up** est **privilegié** car il est moins coûteux en énergie pour les noyaux de se placer dans le même sens que le champ magnétique.

↪ Ainsi, si **l'intensité du champ magnétique augmente**, il sera de plus en plus difficile de lutter contre son sens. La **proportion de noyaux en spin-up** va alors augmenter.

L'énergie des noyaux **spin-down** va alors augmenter afin de lutter contre le sens du champ magnétique. Cela peut être démontré grâce à la formule suivante :

$$\Delta E = h \times \gamma \times B_0 / 2\pi$$

Avec :

- ΔE la **différence d'énergie** entre l'état **spin-up** et l'état **spin-down**, en **J**,
- h la **constante de Planck** en **J.s**,
- γ le **rapport gyromagnétique**, spécifique au noyau observé, en **Hz.T⁻¹**,
- B_0 l'**intensité du champ magnétique** en **Tesla T**.

L'intensité du champ magnétique B_0 étant placée au numérateur, elle varie dans le même sens que la différence d'énergie :

$$\Delta E = h \times \gamma \times B_0 / 2\pi$$

- Lorsque **l'intensité du champ magnétique augmente**, la **différence d'énergie** entre l'état spin-up et spin-down augmente également, l'item est juste.

[ATTENTION] : il ne faut pas confondre la direction et le sens. Les spin-downs sont dirigés dans la même direction que le champ magnétique, seulement dans un sens opposé.

B. FAUX, cf item A.

C. FAUX, cf item A, **l'état de spin-up est privilégié par les noyaux**, car il devient difficile de lutter contre le sens du champ magnétique si l'intensité de celui-ci augmente : la **proportion de noyaux en spin-up augmente en conséquence**.

On peut aussi raisonner avec la loi de Boltzmann :

$$N_{\uparrow} / N_{\downarrow} = \exp(\Delta E / kT)$$

Avec :

- $N_{\uparrow}$ le nombre de noyau en état de **spin-up**,
- $N_{\downarrow}$ le nombre de noyau en état de **spin-down**,
- ΔE la **différence d'énergie** entre l'état **spin-up** et l'état **spin-down**, en **J**,
- k la **constante de Boltzmann**, en **J.K⁻¹**,
- T la **température**, en **K**.

La différence d'énergie entre l'état spin-up et l'état spin-down étant placée au numérateur, elle varie dans le même sens que la quantité de spin up :

$$N_{\uparrow} / N_{\downarrow} = \exp(\Delta E / kT)$$

D. VRAI, cf item A et C.

E. FAUX, plus la différence d'énergie entre l'état spin-up et spin-down est élevée, plus cela signifie que **l'intensité du champ magnétique** est importante. Cela permet d'augmenter la résolution de

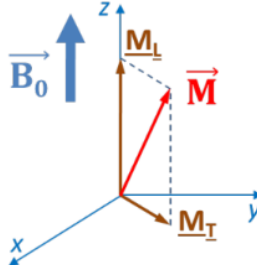
l'image. En effet, cela revient à augmenter la puissance de la machine, et donc à améliorer le résultat de l'imagerie.

QCM 15 : ACDE

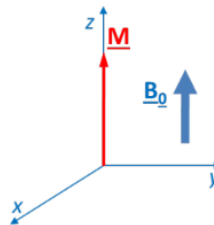
A. VRAI, l'exponentielle A modélise le temps **T1**, appelé temps de relaxation **longitudinale**.

[RAPPEL] : l'aimantation macroscopique peut-être décrite par deux composantes :

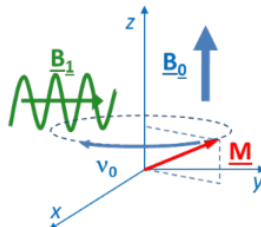
- la composante **longitudinale**, le long de l'**axe z**,
- la composante **transversale**, dans le plan **xy**.



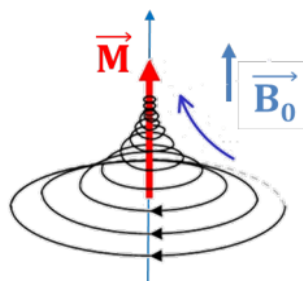
Avant l'application du champ de radiofréquence **B1**, la **composante longitudinale est maximale** et la **composante transversale est nulle**.



Lorsqu'**arrive** le champ de radiofréquence **B1**, la **composante longitudinale diminue** tandis que la **transversale augmente**.



À l'arrêt de propagation du **champ de radiofréquence B1**, l'aimantation va **revenir à la valeur d'équilibre c'est-à-dire suivant l'axe z**. Le retour à l'aimantation sur l'axe z se fait selon un mouvement en spirale.

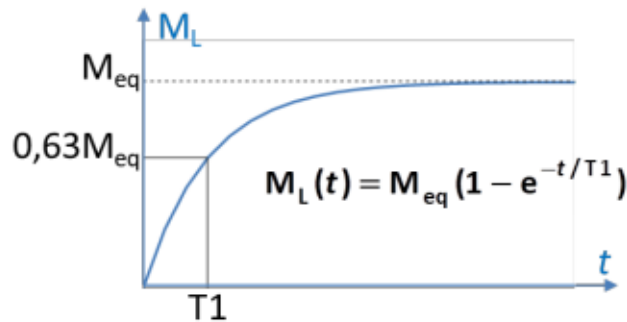


La modélisation de cette spirale est compliqué à réaliser, on la catégorise donc en deux temps :

♦ **Le temps T1 :**

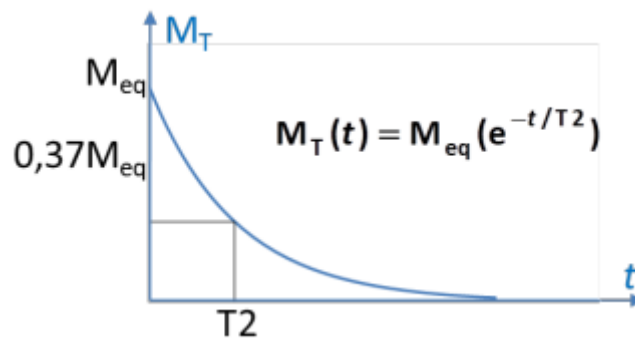
- C'est le premier temps mesuré,
- Correspond au temps de relaxation **longitudinale**,
- Il décrit l'augmentation de l'aimantation **selon l'axe z**,
- Il augmente jusqu'à atteindre l'**aimantation maximale** (le **point d'équilibre**),

- Il décrit le transfert d'énergie **vers le milieu** (interaction **spin-réseau**).
- Il est modélisé par une **exponentielle croissante**.



♦ **Le temps T2 :**

- Il est mesuré **après** le temps T1.
- Correspond au temps de relaxation **transversale**,
- Il décrit la variation de l'aimantation **dans le plan** qui va progressivement **s'annuler** jusqu'à revenir **sur l'axe z**,
- Il décrit l'interaction énergétique **entre spins voisins** (interaction **spin-spin**), ce qui induit la diminution de l'aimantation dans le plan transversal.
- Il est modélisé par une **exponentielle décroissante**.



B. FAUX, cf item A, l'exponentielle B est une exponentielle **décroissante**, elle modélise donc le temps **T2**.

[MNEMO] : La **d**écroissante permet d'étudier le temps T **d**eux.

C. VRAI, cf item A.

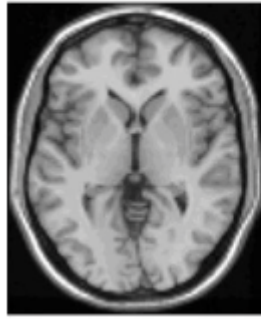
D. VRAI, cf item A.

E. VRAI, le **temps T2** décrit les **hétérogénéités locales** du champ magnétique à travers les interactions **spin-spin**. Ces interactions sont **propres à chaque système**. On observe une certaine spécificité du temps T2 en fonction de la nature de l'organe étudié.

→ Globalement, les temps T2 sont **plus courts** que les temps T1 (le temps T2 est environ égal **à la moitié de T1** dans les tissus biologiques, car ces derniers sont essentiellement composés d'**eau**).

[NB] : l'**IRM** (Imagerie par **R**ésonance **M**agnétique) étudie le contraste et la distinction entre les organes grâce aux **temps de relaxation différents**. Les tissus biologiques étant majoritairement composés d'eau, l'IRM s'intéresse à la résonance magnétique des **protons de l'eau**. On peut alors **pondérer** les temps **T1** et **T2**, et obtenir des images spécifiques comme ci-dessous.

T1



T2

