



PASS/LAS

Correction

UE13 – COLLE n°1

18 janvier

Fait par les mêmes qui ont fait la colle :)

QCM 1 : ABDE

A. VRAI, En effet, ce sont bien les 4 caractéristiques d'un vecteur :

- ☞ Le **sens** du vecteur correspond à **l'endroit vers lequel** la force agit.
 - ☞ Le **point d'application** du vecteur représente **l'endroit où** la force s'exerce.
- De plus, un vecteur est aussi caractérisé par sa **norme** et sa **direction**.

B. VRAI, **un champ électrique** apparaît lorsqu'une **particule chargée** modifie les propriétés de l'espace dans lequel elle se trouve.

- ❑ Si une autre particule se situe également dans cet espace, elle subit **la force électrique** créée par la particule précédente.
- ❑ La force s'exprimant en Newton (N) et la charge en Coulomb C, **le champ électrique s'exprime bien en $N.C^{-1}$** .

Rappel : $\vec{F} (N) = q (C) \cdot \vec{E}$ d'où $\vec{E} = \vec{F} (N) / q (C)$.

C. FAUX, La constante diélectrique K est inversement proportionnelle à la permittivité électrique ϵ .

- ☞ Elle s'exprime donc en $N.m^2.C^{-2}$ car **$K = 1/4\pi\epsilon$** .
- ☞ La force électrique est égale à : **$F = K(q_1.q_2) / r^2$** .

Si on fait **l'équation aux dimensions**, on obtient :

$$[F] = ([K].[q]^2) / [r]^2$$

$$[F] = (N.m^2.C^{-2} . C^2) / m^2$$

$$[F] = N.m^2.C^{-2} . C^2 . m^{-2}$$

$$[F] = N.m^2.C^{-2} . C^2 . m^{-2}$$

$$[F] = N$$

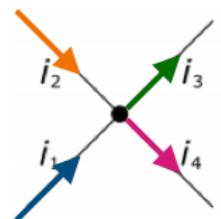
☞ Ainsi **la force s'exprime en Newton** dans les unités du système international, **À SAVOIR PAR COEUR** !!!!

D. VRAI,

- ☞ **La loi des noeuds** traduit le fait que la somme des **intensités** des courants qui entrent dans le noeud est égale à la somme des intensités des courants qui sortent même noeud.

Exemple : selon ce schéma, on a **$i_2 + i_1 = i_4 + i_3$**

- ☞ **La loi des mailles** concerne **l'additivité** des tensions au sein d'une maille = quand les tensions sont en série, elles s'additionnent.



de ce

E. VRAI, la relation entre **l'intensité du courant électrique** et **la densité du courant électrique** s'écrit : **$I = J.S$** , avec :

- ❑ **J**, la densité de courant.
- ❑ **S**, la section du conducteur.
- ☞ D'une part, on a la **densité de courant**, reliée au mouvement des charges, qui se calcule par la formule : **$J = n.q.v$** avec :
 - ❑ n, le nombre de charge par unité de volume.

❑ q , la charge qui crée le courant.

❑ v , la vitesse limite atteinte par les particules.

☞ D'autre part, la **section du conducteur**, qui est cylindrique, est égale à πr^2 .

☞ Ainsi, on obtient bien l'égalité suivante : $I = n \cdot q \cdot v \cdot \pi \cdot r^2$.

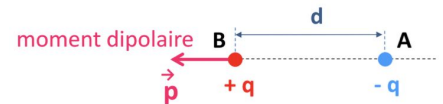
QCM 2 : CE

A. FAUX, le **moment dipolaire** est une grandeur propre à la distribution de charges spécifique à un dipôle (grandeur intrinsèque), c'est un vecteur dont la norme se calcule par la formule suivante :

- $\vec{p} = q \cdot \vec{d}$

- Avec, q la charge et d la distance entre les 2 charges ponctuelles $+q$ et $-q$.

- Donc le moment dipolaire est bien **proportionnel** à la distance entre les charges ponctuelles.



B. FAUX, **ATTENTION AUX UNITÉS** : le moment dipolaire ($\vec{p} = q \cdot \vec{d}$) est le produit :

- D'une charge q dont l'unité est le **coulomb C**,

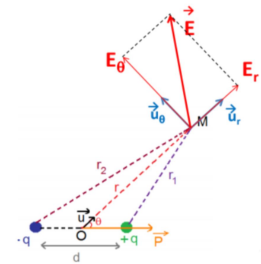
- Et d'une distance d dont l'unité est le **mètre m**.

→ Donc **l'unité du moment dipolaire est le coulomb.mètre (C.m)** (et pas coulomb par mètre C.m⁻¹ ou newton.mètre N.m)

C. VRAI, le champ électrique créé par un **dipôle électrique** est donné par la formule suivante :

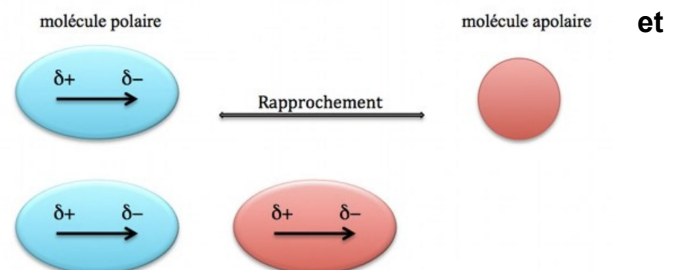
$$\vec{E} = \frac{Kp}{r^3} (2 \cos \theta \vec{u}_r + \sin \theta \vec{u}_\theta)$$

- Avec p qui désigne bien le moment dipolaire créé par les 2 charges ponctuelles du dipôle. **Donc le champ électrique $\vec{E}$ créé par un dipôle est bien proportionnel au moment dipolaire p .**



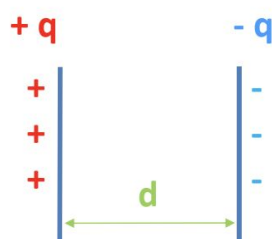
D. FAUX, les molécules diatomiques sont des molécules constituées uniquement de **deux atomes**, de même ou de différents éléments chimiques comme par exemple H₂, O₂, etc. Or, les molécules diatomiques homonucléaires présentent un **centre de symétrie** : le **barycentre des charges (+) et (-) coïncident**, et il n'y a donc **pas de moment dipolaire**.

E. VRAI, c'est la définition même des interactions de Van Der Waals : dans la matière, **les dipôles permanents instantanés créent un champ électrique** qui interagit avec les molécules déformables et fait apparaître des **dipôles induits**. Le bilan des interactions entre les dipôles a pour conséquence une **force attractive appelée interaction de Van der Waals**, responsable d'une **grande cohésion des molécules entre elles au sein de la matière**.



QCM 3 : ACDE

A. VRAI, il s'agit de la définition exacte du condensateur plan donnée en cours. Schématiquement, on peut représenter le condensateur plan de la manière suivante :



- B. FAUX, un diélectrique est un milieu **ISOLANT** polarisé naturellement ou en présence d'un champ électrique.
- C. VRAI, la formule de la capacité du condensateur est la suivante :

$$C = \epsilon S/d$$

La capacité est donc **proportionnelle à la permittivité** et à la surface des plaques mais inversement proportionnelle à la distance séparant les deux plaques. La capacité du condensateur s'exprime en **Farad**.

- D. VRAI, la membrane cellulaire est **polarisée**. Elle possède en effet une **face extracellulaire** chargée **+q** et une **face intracellulaire** chargée **-q**, au repos. La **bicouche lipidique** a un rôle d'isolant et est assimilable au milieu **diélectrique** du condensateur plan.
- E. VRAI, le milieu intracellulaire (IC) est bien chargée négativement et le milieu extracellulaire (EC) positivement (*moyen mnémo : PENible*). Il est également important de connaître les principaux ions composant les milieux. Ainsi, on retrouve les ions **Na⁺** en majorité dans le milieu **EC** et les ions **K⁺** en majorité dans le milieu **IC** (*moyen mnémo : KINE*).

QCM 4 : BCDE

- A. FAUX, **ATTENTION AUX UNITÉS !!!** Le **champ électrique** s'exprime en **N.C⁻¹** et pas en **N** qui correspond à l'unité d'une **force**. Normalement, quand vous voyez ce genre de pièges, ce n'est pas la peine de faire le calcul. On va quand même le faire ici pour montrer le cheminement et de surcroît, le résultat nous servira pour l'item B.

☞ La formule permettant de calculer le champ électrique **E** créé par une charge **q** est la suivante :

$$\vec{E} = K \frac{q}{r^2} \vec{u} \text{ avec}$$

- **q** = **3e** = 3 x 1,6.10⁻¹⁹ C, car c'est la charge du noyau de l'atome ₃Li composé de **3 protons** chacun de charge élémentaire **e**.
- ☞ Rappel : toute charge électrique est un multiple de la charge élémentaire **e**.
- **K** = 9.10⁹ N.m².C⁻², la constante diélectrique du milieu.
- **r** = 160 pm = 1,6.10².10⁻¹² m = 1,6.10⁻¹⁰ m, la distance séparant le noyau du point A → *Rappel : 1 pm = 10⁻¹² m.*
- **u** = vecteur unitaire reliant la charge au point A.

Attention, pour calculer l'intensité du champ électrique, il faut prendre **la valeur absolue des charges !**

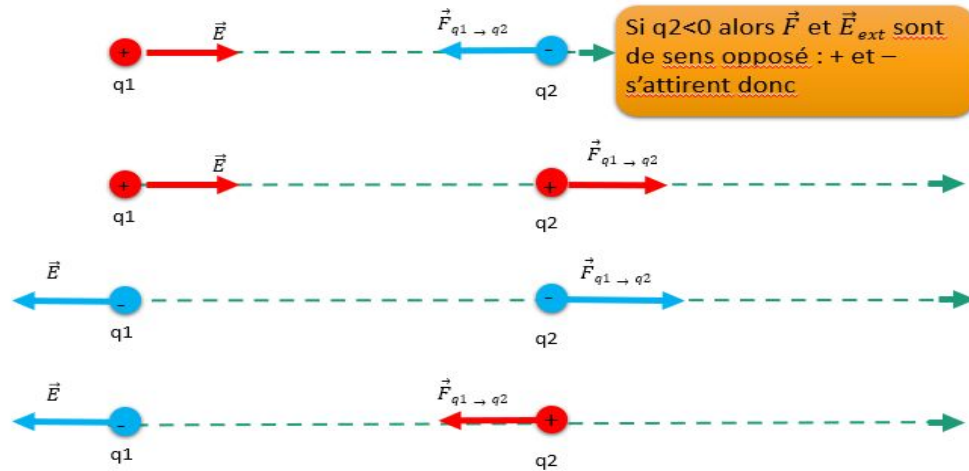
- E = (K.3e)/r²
- E = (9.10⁹). (3x1,6.10⁻¹⁹) / [(1,6.10⁻¹⁰)²]
- E = (9x3x1,6/4,6x1,6). (10⁹.10⁻¹⁹/10⁻²⁰) (*on regroupe toutes les puissances de 10 ensemble*)
- E = (27/1,6).10¹⁰
- E = (270/16).10¹⁰ → *d'après l'aide au calcul, 270/16 = 17*
- E = **17.10¹⁰ N.C⁻¹**

- B. VRAI, La formule à utiliser est **F=q.E**, avec **q** la charge du point A (qui subit la force), soit la charge d'un électron - e.

Attention, pour calculer l'intensité du champ électrique, il faut prendre **la valeur absolue des charges !**

- F = |q|.E
- F = |-e|.E
- F = 1,6.10⁻¹⁹ x 17.10¹⁰
- F = **27,2.10⁻⁹ N.**
- F = **27.10⁻⁹ N** à l'unité près.

- C. VRAI, c'est une définition du cours, le **vecteur force** est **en sens opposé** au **vecteur champ électrique** à condition que la charge **q** sur laquelle s'applique la force et qui subit le champ électrique (ici la charge de notre électron de la couche L) soit **négative**, ce qui est le cas ici (cf. formule item B).



D. VRAI, le potentiel électrique du point M représente **l'état électrique** de ce point de l'espace. Or, le point M est entouré de plusieurs charges : elles vont donc toutes influencer sur son potentiel électrique $V(M)$. il faut utiliser la

formule : $V(M) = K \cdot \sum \frac{q_i}{r_i}$,

- avec **2 électrons** de charge $-e$ et **le noyau** de charge $+3e$ qui sont à une distance r_2 de M et **l'électron** du point A de charge $-e$ qui est à une distance de $r_2/2$ de M.
- et $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$.

On obtient donc :

- $V = K \cdot \sum q_i / r_i$
- $V = 9 \cdot 10^9 \times [(-e/r_2) + (-e/r_2) + (3e/r_2) + [-e/(r_2/2)]]$
- $V = 9 \cdot 10^9 \times [(-2e+3e/r_2) + (-2e/r_2)]$
- $V = 9 \cdot 10^9 \times [(-2e+3e-2e/r_2)]$
- $V = 9 \cdot 10^9 \times [(-e) / r_2]$
- $V = 9 \cdot 10^9 \times (-1,6 \cdot 10^{-19}) / (200 \cdot 10^{-12})$
- $V = [(9 \times -1,6) / 2] \times [(10^9 \cdot 10^{-19}) / (10^{-10})]$
- $V = [(9 \times -0,8)] \cdot [(10^0)]$
- **$V = -7,2 \text{ Volts}$.**

E. VRAI, il ne faut pas forcément connaître cette unité par coeur mais il fallait la déduire ! On sait qu'un potentiel a pour formule $V = K \cdot q/r$ avec K en $\text{N.m}^2.\text{C}^{-2}$ (donné dans l'énoncé), q en C et r en m . Ainsi :

- $[V] = [\text{N.m}^2.\text{C}^{-2}] \times [\text{C}] / [\text{m}]$
- **$[V] = [\text{N.m.C}^{-1}]$.**

QCM 5 : ABE

A. VRAI, pour savoir si le noyau d'hydrogène H^+ est **accéléré**, il faut d'abord trouver dans quel **sens** il se déplace. Ici, il faut savoir qu'un noyau d'hydrogène est semblable à un proton, il est **chargé positivement** et se déplacera donc vers **les potentiels décroissants** (vers la borne négative donc ici U_2).

☞ En effet, $\vec{E} = -\text{grad}(\vec{V})$, le champ électrique se dirige vers les potentiels décroissants.

☞ De plus, nous savons que $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$: nous sommes ici en présence d'un **proton** de charge $q > 0$. La force s'appliquant sur le proton est donc dirigée dans le **même sens** que le champ. **Le proton** ira donc vers les **potentiels décroissants**.

☞ Pour finir, $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$; il pourra être **accéléré en se déplaçant de U_1 vers U_2 si $U_1 > U_2$** .

B. VRAI, nous savons que l'énergie totale du proton est : $E_{\text{totale}} = E_{\text{cinétique}} + E_{\text{potentielle}}$ avec :

- $E_{\text{cinétique}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
- $E_{\text{potentielle}} = qU$.

D'après le principe de **conservation de l'énergie**, $E_{\text{totale}} = \text{constante}$. Elle sera donc identique au point O et au point M. Or, d'après l'énoncé, le proton est déposé au point O avec **une vitesse négligeable** donc $E_{\text{cinétique O}} = 0$.

- $E_{\text{totale O}} = E_{\text{totale M}}$
- $E_{\text{cinétique O}} + E_{\text{potentielle O}} = E_{\text{cinétique M}} + E_{\text{potentielle M}}$
- $0 + qU_1 = E_{\text{cinétique M}} + qU_2$
- $E_{\text{cinétique M}} = qU_1 - qU_2$
- $E_{\text{cinétique M}} = q\Delta U$.

D'après l'énoncé, la charge élémentaire est $e = + 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (on prend la valeur positive car il s'agit d'un proton chargé positivement).

- $E_{\text{cinétique M}} = q \cdot (U_1 - U_2)$
- $E_{\text{cinétique M}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 500$
- $E_{\text{cinétique M}} = 1,6 \cdot 10^{-17} \cdot 5 \text{ J}$.

Or, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \leftrightarrow E_{\text{cinétique M}} = 1,6 \cdot 10^{-17} \cdot 5 / 1,6 \cdot 10^{-19} = 500 \text{ eV} = 0,5 \text{ keV}$.

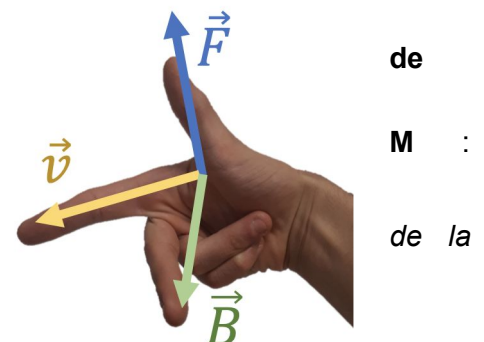
C. FAUX, à la sortie du champ électrique, la particule traverse un champ magnétique. Or, on sait que la **trajectoire** d'une particule dans un **champ magnétique** est un **cercle uniforme** donc le rayon est le **rayon de Larmor** donné par la formule suivante : $r = mv / qB$ (mnémo : *le rayon de La mort, Ma Vie Qui Balance*) avec :

- m : la masse de la particule.
- v : la vitesse de la particule.
- q : la charge de la particule.
- B : le champ magnétique.

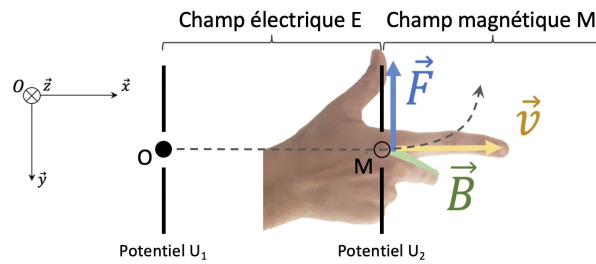
☞ **Donc la trajectoire de la particule dans le champ magnétique ne dépend pas de l'intensité du courant.**

D. FAUX, pour les items D et E, on demande l'**orientation du vecteur champ magnétique** dans le système : il faut penser à utiliser la **force Lorentz** et la **règle des 3 doigts** : $\vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B}$.

☞ On va commencer par placer les vecteurs vitesse et force au **point** (**Remarque** : sur le repère orthonormé, le rond avec la croix à l'intérieur indique que l'axe z est perpendiculaire à la feuille et sortant de la feuille par l'arrière ; il s'éloigne de vous).



- **Vecteur vitesse** : le **vecteur vitesse** est toujours **tangent** à la **trajectoire** donc pour le point M, le vecteur vitesse sera dirigé dans le sens des $\vec{x}$ **croissants** (vers la droite de la feuille).
- **Vecteur force** : on sait que $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ donc le **vecteur force** est orienté dans le **même sens** que la composante normale du **vecteur accélération**. Or au point M, l'accélération mène le noyau d'hydrogène dans le sens des $\vec{y}$ **décroissants** (vers le haut de la feuille).
- On peut donc placer nos doigts en fonction du schéma pour obtenir le sens du **vecteur champ magnétique B** : il sera donc dirigé dans le sens des $\vec{z}$ **croissants** : **perpendiculaire à la feuille et s'éloignant de vous**.



E. VRAI, cf item D.

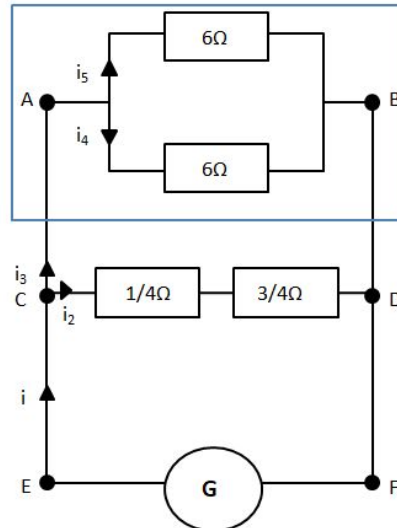
QCM 6 : B

A. FAUX, pour calculer l'intensité i , on utilise **la loi d'Ohm** : $U = R \cdot I$, avec :

- U la tension aux bornes du générateur : $U_{EF} = 6 \text{ V}$.
- R la résistance $R_{eq \text{ totale}}$ du circuit.
- I l'intensité que l'on cherche à déterminer : $I = U_{EF} / R_{eq \text{ (tot)}}$.

- Dans un premier temps, on calcule la **résistance totale** $R_{eq \text{ (tot)}}$.

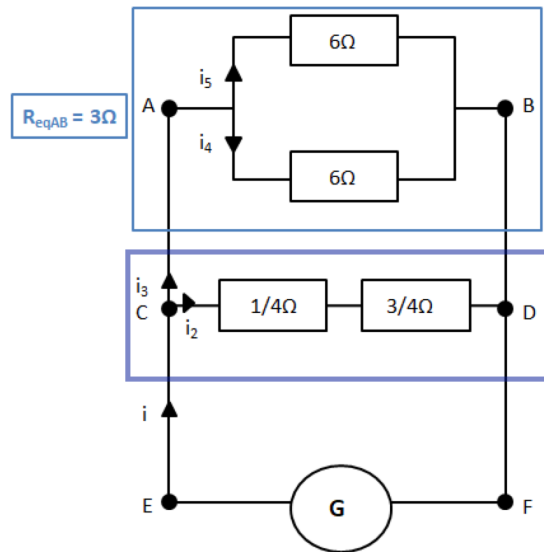
1) On part bien de la boucle la **plus éloignée** du générateur :



On a deux résistances en **dérivation**, on utilise donc la formule suivante : $1/R_{eq} = \sum 1/R_i$.

- $1/R_{eq(AB)} = 1/R_1 + 1/R_2$
- $1/R_{eq(AB)} = 1/6 + 1/6$
- $1/R_{eq(AB)} = 2/6$
- ⇔ $R_{eq(AB)} = 6/2$
- $R_{eq(AB)} = 3 \text{ Ohm}$.

2) On peut ensuite calculer la **résistance équivalente de la maille CD** :

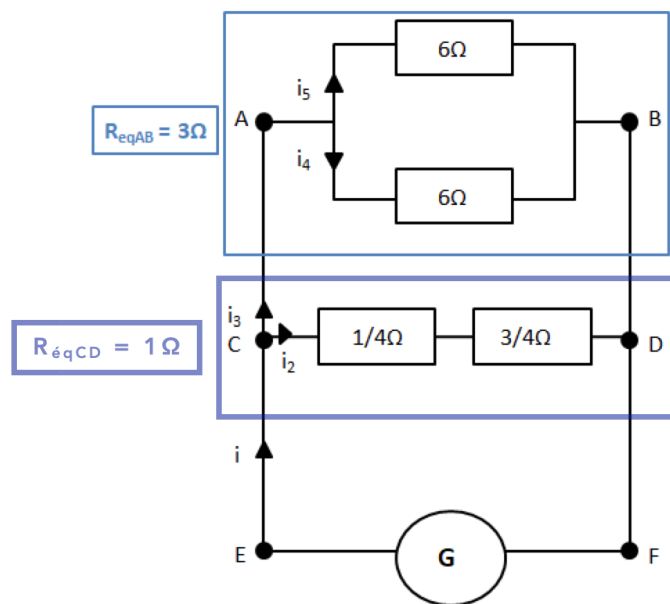


On a deux résistances en **série**, on utilise donc la formule suivante : $R_{eq} = \sum R_i$.

➤ $R_{eq(CD)} = 1/4 + 3/4$

➤ $R_{eq(CD)} = 1 \text{ Ohm}$.

3) On peut enfin en déduire la **résistance équivalente totale** :



On a deux résistances en **dérivation**, on utilise donc la formule suivante : $1/R_{eq} = \sum 1/R_i$.

➤ $1/R_{eq(tot)} = 1/R_{eq(AB)} + 1/R_{eq(CD)}$

➤ $1/R_{eq(tot)} = 1/3 + 1$

➤ $1/R_{eq(tot)} = 1/3 + 3/3$

➤ $1/R_{eq(tot)} = 4/3$

➤ $R_{eq(tot)} = 3/4 \text{ Ohm}$.

- On calcule ensuite **l'intensité** :

➤ $I = U_{EF}/R_{eq(tot)}$

➤ $I = 6/(3/4)$

➤ $I = (6 \cdot 4)/3$

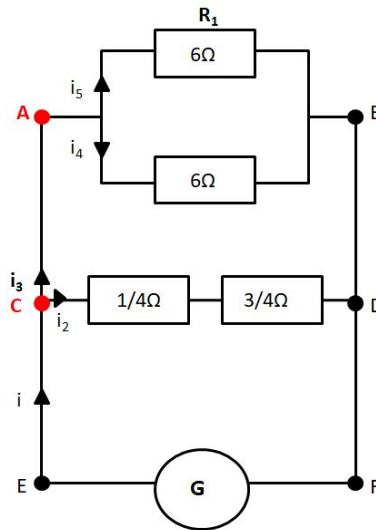
➤ $I = 8 \text{ A}$.

B. VRAI, cf **item A**.

C. FAUX, d'après la **loi des mailles**, les tensions aux bornes de résistances placées en **parallèles** sont **égales**.

□ Ainsi $U_{EF} = U_{CD} = U_{AB} = 6 \text{ V}$.

D. FAUX, d'après la loi des noeuds la somme des courants entrant au niveau d'un noeud est égale à la somme des courants sortant.



Au niveau du **noeud C**, l'intensité I se divise en i_2 et i_3 . Ensuite, i_3 se divise au niveau du **noeud A** en i_4 et i_5 .

Ainsi :

- > $i_3 = i_4 + i_5$
- > $i = i_3 + i_2 = i_4 + i_5 + i_2$.

E. FAUX, on utilise de nouveau la loi d'Ohm : $I = U/R$, avec :

- $U_{AB} = U_{CD} = 6 \text{ V}$ (cf **item C**).
- $R_1 = 6 \text{ Ohm}$, $R_{CD} = \frac{1}{4} + \frac{3}{4} = 1 \text{ Ohm}$.

Ainsi :

- > $U_{CD} = U_{AB}$
- > $R_{CD} \cdot i_2 = R_1 \cdot i_5$
- > $i_2 = (R_1/R_{CD}) \cdot i_5$
- > $i_2 = (6/1) \cdot i_5 \Leftrightarrow i_2 = 6 \times i_5$.

QCM 7 : AE

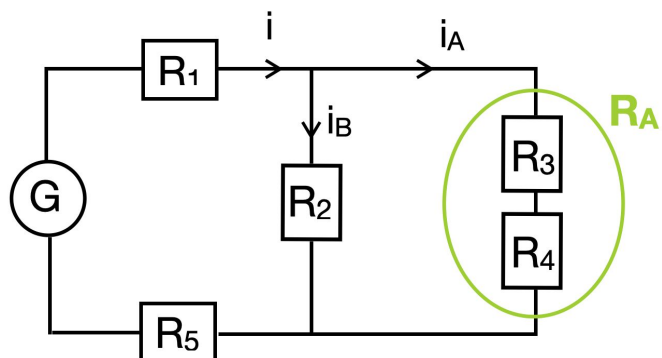
A. VRAI, pour n'importe quel exercice sur le circuit électrique, procédez par étapes.

- > On commence par calculer la résistance équivalente de R_3 et R_4 .

R_3 et R_4 sont en série, on applique alors la formule suivante : $R_A = R_3 + R_4$ avec :

- $R_3 = 0,5 \cdot R_5$ soit $0,5 \times 2 = 1 \text{ } \Omega$.
- $R_4 = 3/2 \cdot R_5$ soit $3/2 \times 2 = 3 \text{ } \Omega$.

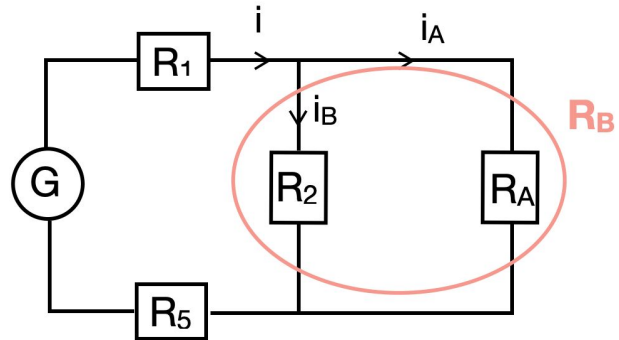
- $R_A = R_3 + R_4$
- $R_A = 1 + 3 = 4 \text{ } \Omega$.



- On poursuit en calculant la résistance équivalente à R_A et R_2 . Ces résistances sont en dérivation donc on utilise : $1/R_B = 1/R_2 + 1/R_A$.

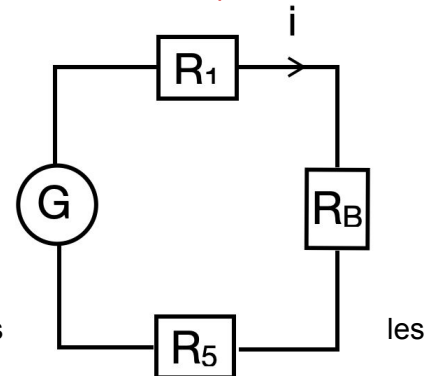
- $R_A = 4 \Omega$.
- $R_2 = 2.R_5$ soit $2 \times 2 = 4 \Omega$.
 - $1/R_B = 1/R_2 + 1/R_A$
 - $1/R_B = 1/4 + 1/4$
 - $1/R_B = 2/4$
 - $R_B = 4/2 = 2 \Omega$.

Ne pas oublier de reprendre l'inverse !!!



- Pour finir, on trouve R_{eq} en calculant résistance équivalente à R_1 , R_B et R_5 qui sont des résistances en série : $R_{eq} = R_1 + R_B + R_5$.

- $R_1 = 3,5.R_5$ soit $3,5 \times 2 = 7 \Omega$.
- $R_B = 2 \Omega$.
- $R_5 = 2 \Omega$.
 - $R_{eq} = R_1 + R_B + R_5$
 - $R_{eq} = 7 + 2 + 2 = 11 \Omega$.



- B. FAUX, cf. item A (on trouvait cet item vrai si on avait additionné toutes résistances comme si elles étaient en série).
- C. FAUX, cf. item A (on trouvait cet item vrai si on avait uniquement utilisé la formule des résistances en dérivation).
- D. FAUX, nous avons précédemment calculé la résistance équivalente du circuit. La loi d'Ohm nous permet de déterminer la tension aux bornes du générateur, l'intensité ou la résistance équivalente du circuit (en connaissant 2 termes) : $U = R.I$.

- $U = R.I = 11 \times 6 = 66 \text{ V}$.

→ La tension délivrée par le générateur est donc de 66 V.

(On trouvait cet item vrai si la résistance équivalente était de 17 Ω).

- E. VRAI, cf. item D.

QCM 8 : B

- A. FAUX, pour réaliser un **ECG standard**, nous n'avons besoin que de **9 électrodes** : **3** dans le **plan frontal** au niveau des points de mesure R, L, F et **6** précordiales dans le **plan horizontal**.

- B. VRAI, même s'il faut **9 électrodes** pour effectuer un ECG standard, on utilisera 12 dérivations.

☞ **Rappel** : une dérivation est un système de deux électrodes (de référence ou de mesure) mesurant une **différence de potentiel**. On mesure toujours une **ddp** !

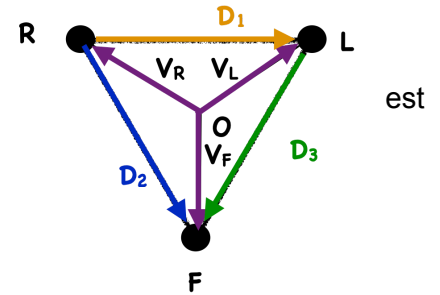
- Les **3 électrodes** du plan frontal vont créer **6 dérivations** : **3 unipolaires** (ddp entre une électrode de mesure et l'électrode de référence) mais aussi **3 bipolaires** (ddp entre deux électrodes de mesure).
- Les **6 électrodes** du plan horizontal vont créer **6 dérivations** unipolaires.
- Ainsi, on a **6 dérivations** dans le plan frontal et **6** dans le plan horizontal donc **12 dérivations au total**.

- C. FAUX, **attention** à ne pas mélanger l'ordre des hypothèses !

- La **première** énoncé que le potentiel créé par le cœur, en voie d'activation ou de restauration, peut être assimilé à celui créé par **un dipôle unique**. Mnémo : **unique** - **1^{ère}** hypothèse.
- La **deuxième**, qui correspond à celle de l'item, énonce que l'**origine** du **vecteur moment** de ce dipôle peut être considérée comme **fixe**. C'est le **centre électrique** du cœur.
- La **troisième** hypothèse d'Einthoven énonce que les 3 points de recueil **R, L et F** des dérivations des membres sont assimilés aux **3 sommets** d'un **TRIANGLE ÉQUILATÉRAL**, dont le **centre de gravité O = centre électrique du cœur**.

D. FAUX, attention à bien connaître ce schéma !

- La dérivation bipolaire **D1** est la plus simple à mémoriser, elle **horizontale** orientée de **droite à gauche** et correspond donc à la différence entre V_L et V_R : **$D1 = V_L - V_R$** (elle va du poignet droit au poignet gauche).



E. FAUX, on sait que **$V_L + V_R + V_F = 0$** , ainsi **$V_L = -(V_R + V_F)$** .

- Mais pourquoi la somme de ces ddp est elle nulle ?
- Une cellule cardiaque est assimilable à **un dipôle électrique**. D'où :

$$V_P = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{\vec{M} \cdot \vec{u}}{r^2}$$

V_P : potentiel électrique au point P créé par le dipôle.

$1/4\pi\epsilon$: constante avec ϵ la permittivité électrique du milieu.

$\vec{M}$: moment dipolaire cardiaque.

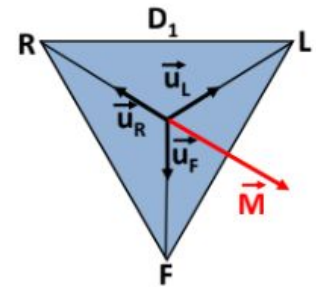
r : distance entre l'origine du dipole O et le point de mesure P.

$\vec{u}$: vecteur unitaire qui porte la direction reliant O à P.

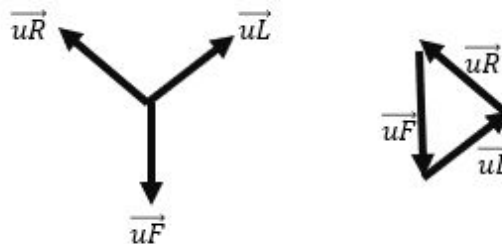
☞ Sachant que r est considéré comme constante, on établit une

nouvelle constante **$K = 1/4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r^2$** . D'où :

- $V = K \cdot \vec{M} \cdot \vec{u}$** avec **$V_L = K \cdot \vec{M} \cdot \vec{u}_L$** , **$V_F = K \cdot \vec{M} \cdot \vec{u}_F$** , **$V_R = K \cdot \vec{M} \cdot \vec{u}_R$** .



- D'après la troisième théorie d'Einthoven, on a **$V_R + V_F + V_L = K \cdot M (\vec{u}_R + \vec{u}_F + \vec{u}_L) = 0$** car **la somme des 3 vecteurs unitaires est nulle**. On peut les déplacer pour que leur origine et leur terminaison coïncident (selon *la relation de Chasles* vu au lycée), comme montré sur le schéma ci-contre.



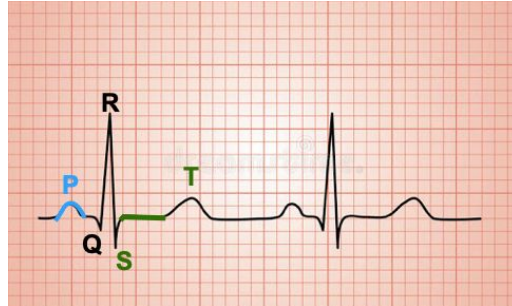
Le centre électrique du coeur a donc un potentiel de 0 V mesuré par une électrode dite de référence!

QCM 9 : AC

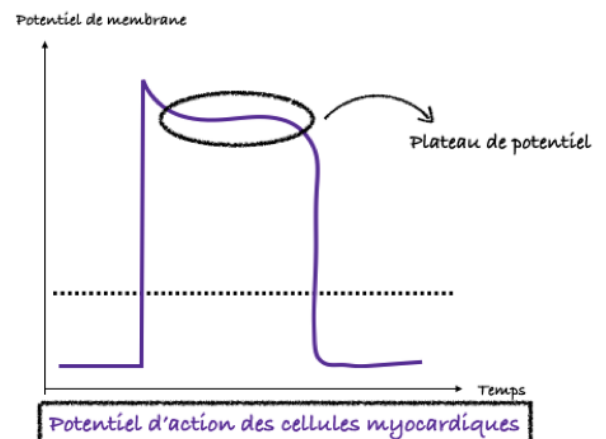
- A. VRAI, au repos, le potentiel de membrane (V_m étant égal à $V_{int} - V_{ext}$) des cellules cardiaques est **négatif**. Cette valeur de potentiel est due **aux différences de concentrations en ions** de part et d'autre de la membrane (prédominance **d'anions** chargés négativement dans le milieu **intracellulaire** et de **cation**, chargés positivement, dans le milieu **extracellulaire**).
- B. FAUX, le potentiel d'action des cellules **myocardiques** est **INDUIT**. Les cellules **myocardiques** nécessitent une **stimulation** au contraire des cellules **nodales** (spécialisées dans la conduction et **l'élaboration** de l'influx nerveux) qui se **dépolarisent** de façon **spontanée**.

- C. VRAI, parmi les cellules **nodales**, seules les cellules du **faisceau de His** et du **réseau de Purkinje** présentent un plateau de potentiel. Attention, si l'on avait parlé de toutes les cellules composant le tissu cardiaque, on aurait pu ajouter les cellules myocardiques.
- D. FAUX, les six dérivations **périphériques des membres** permettent l'exploration de l'activité cardiaque dans le plan **FRONTAL**. Ce sont les six **dérivations précordiales** qui permettent la mesure de l'activité du cœur dans le plan **HORIZONTAL**.
- E. FAUX, les six **dérivations précordiales** sont des dérivations **UNI**polaires. Le reste de l'item est juste.

QCM 10 : E



- A. FAUX, en C se trouve le **segment S-T** isoélectrique (= signal ECG nul). Les cellules **ventriculaires** sont à ce moment-là **totale**ment **dépolarisées** ($V_{ext} < 0$ et $V_{int} > 0$).
- ☞ **RAPPEL** : quand les cellules myocardiques sont **totale**ment **dépolarisées** ou **totale**ment **repolarisées**, il y a une **absence de signal sur l'ECG** (les moments dipolaires se compensent).
- ☞ A l'inverse, **un signal est détecté** lorsque les cellules myocardiques sont **en cours de dépolarisation** ou **de repolarisation**. En effet, les moments dipolaires au niveau de la membrane plasmique des cellules myocardiques ne se compensent pas, ce qui crée un potentiel électrique non nul et ainsi détectable.
- B. FAUX, en A se trouve bien l'onde T, mais elle correspond au moment où **les cellules ventriculaires sont en cours de repolarisation** (les cellules des oreillettes sont elles, déjà au repos car elles se sont repolarisées au niveau du complexe QRS).
- C. FAUX, en B se trouve bien **l'onde P**, mais cette onde correspond à la **dépolarisation des cellules auriculaires** (= des oreillettes)
- ☞ L'onde P est le premier signal du tracé électrographique. Il correspond donc au **début de la séquence de propagation de l'influx nerveux**, c'est à dire, quand l'influx nerveux se propage à travers les cellules myocardiques des **oreillettes droite et gauche** (ce qui les active et entraîne leur contraction).
- D. FAUX, attention à bien lire jusqu'au bout !!!
- ☞ Cette vitesse de propagation de l'influx nerveux (**4 m.s^{-1}**) se trouve bien dans le noeud sinusal, dans le tronc et les branches du faisceau de His ainsi que dans le réseau de Purkinje **mais pas dans le noeud atrio-ventriculaire** !!
- ☞ En effet, dans le **noeud atrio-ventriculaire**, la vitesse de propagation de l'influx nerveux diminue, elle n'est plus que de **$0,2 \text{ m.s}^{-1}$** , ce qui se traduit par un **retard de 0,10-0,15 secondes** au niveau de ce noeud. Cela permet la **séparation dans le temps** des contractions auriculaires (oreillettes) et ventriculaires.
- E. VRAI, à l'inverse des **cellules myocardiques**, **les cellules du noeud sinusal** ne présentent pas de plateau de potentiel.
- ☞ **RAPPEL** : le plateau de potentiel des **cellules myocardiques** correspond à un maintien de la dépolarisation des cellules ; à ce moment-là ce sont les **ions Ca^{2+}** qui entrent **lentement** dans la cellule.



QCM 11 : BC

A. FAUX, Pour trouver la fréquence cardiaque du patient, deux techniques sont possibles :

- 1) Comme le **déroulement du papier est standard** : 2.5 cm/s, on peut utiliser directement la formule : $f = 1500/d$ avec :
 - f la fréquence cardiaque par minute et d la distance en mm séparant deux ondes de même nature.
 - Entre **2 pics QRS** on retrouve 12 petits carreaux, soit $d = 12 \text{ mm}$.

Donc :

- $f = 1500 / 12$
- $f = (3.5.100) / (3.4)$
- $f = 500 / 4$
- $f = 125 \text{ min}^{-1}$.

- 2) Soit nous pouvons partir de la période T pour trouver la fréquence. En effet $T = d/v$ avec :

- T la période entre deux ondes de même nature, d la distance et v la vitesse de déroulement du papier.
- Pour cela, il va falloir faire **attention aux unités !!!** La vitesse est en **cm/s** alors que la distance est en **mm** :
 - $T = 12 / 25 \text{ s}$ On choisit de tout convertir en mm soit $v = 25 \text{ mm/s}$
- Nous voulons un résultat en minutes, alors nous devons convertir nos secondes en minutes:
 - $T = 12 / (25.60) \text{ min}$ Car $60 \text{ s} = 1 \text{ min}$.
 - $T = 12 / 1500 \text{ min}$
- La fréquence est l'inverse de la période, nous avons donc :
 - $f = 1500/12 \text{ min}^{-1}$ On retrouve notre formule !
 - $f = 125 \text{ min}^{-1}$.

B. VRAI, cf. item A.

C. VRAI, la fréquence cardiaque doit être comprise entre **60 et 100 min⁻¹** pour être **physiologique**. Cet étudiant, très stressé, possède une fréquence $f = 125 \text{ min}^{-1} > 100 \text{ min}^{-1}$, il est en tachycardie sinusale !

D. FAUX, le **signal QRS** correspond à l'activité de **dépolarisation des ventricules**. Ce signal masque le signal de repolarisation des oreillettes.

E. FAUX, il serait en bloc atrio-ventriculaire de **second degré 3:1**. Le bloc AV de **troisième degré** correspond à un **nombre d'ondes P indépendant du nombre de complexe QRS**. En effet, le noeud auriculo-ventriculaire, **ne recevant aucun signal du noeud sinusal**, déclenche des PA **de façon indépendante**. C'est un bloc complet entre les oreillettes et les ventricules.

QCM 12 : B

A. FAUX, **2 méthodes** pour le calcul de la fréquence cardiaque :

- **Méthode du 1500** : on fait **1500/(nombre de petits carreaux entre 2 pics de même type)**
ATTENTION, on ne peut utiliser cette méthode que lorsqu'on est sur papier millimétré, qu'un grand carreau est constitué de 5 petits carreaux de 1 mm et que la vitesse de déroulement du papier est standard, donc de 2,5 cm/s (ce qui est le cas ici).
 - Entre 2 ondes de même type, on compte **21 petits carreaux** soit 21 mm.
 - $f = 1500/21$
 - $f = 71,43$
- **Méthode du produit en croix** : on sait que la **vitesse de déroulement du papier** est de **2,5 cm.s⁻¹**.
 - Entre 2 ondes de même type, on compte 21 petits carreaux (chaque petit carreau mesurant 1 mm) : ce qui équivaut à **2,1 cm**.
 - $2,5 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ s}$
 $2,1 \text{ cm} \rightarrow x \text{ s}$ (la période T)
 - $x = 21/25$
 - $x = 0,84 \text{ s}$
 - Entre 2 battements cardiaques, il s'écoule 0,84 s.**
 - A partir de cette période, on a 2 façons de faire :

- On convertit le temps en minutes puis on calcule la fréquence.

$$60 \text{ s} \rightarrow 1 \text{ min}$$

$$0,84 \text{ s} \rightarrow x \text{ min}$$

- o $x = 0,84/60$
- o $x = (84/60) \cdot 10^{-3}$
- o $x = 14 \cdot 10^{-3} \text{ min}$

$$f = 1/T$$

- o $f = 1/(14 \cdot 10^{-3})$
- o $f = 10^3/14$
- o $f \approx 71,43 \text{ min}^{-1} \text{ (bpm)}$

- On calcule la fréquence en s^{-1} puis on la convertit en min^{-1}

$$f = 1/T$$

- o $f = 1/(84 \cdot 10^{-2})$
- o $f = 10^2/84$
- o $f \approx 1,2 \text{ s}^{-1}$

$$f(\text{min}^{-1}) = f(\text{s}^{-1}) \times 60$$

- o $f(\text{min}^{-1}) = 1,2 \times 60$
- o $f(\text{min}^{-1}) = 12 \times 6$
- o $f \approx 72 \text{ min}^{-1} \text{ (bpm)}$

Donc la fréquence cardiaque de Madame D. est comprise entre 70 et 80 bpm.

B. VRAI, cf item A.

C. FAUX, on distingue principalement 2 types de pathologies : les anomalies de conduction et celles de l'élaboration de l'influx (anomalies de fréquence et de rythme).

→ La **fréquence** est **normale** (comprise entre 60 et 100 bpm) : Madame D. ne présente pas d'anomalie de la fréquence.

→ Le **rythme** est **normal** (c'est à dire que la fréquence est normale et les déflexions régulières) : Madame D. ne présente pas d'anomalie du rythme cardiaque.

→ Pour savoir si Madame D. présente une **anomalie de conduction** (bloc atrioventriculaire), on regarde l'**intervalle P-R** et la concordance entre **ondes P et complexe QRS** (une onde P doit toujours donner un QRS, ce qui est bien le cas ici).

L'intervalle P-R représente, sur cet ECG, 9 petits carreaux, soit **0,9 cm**.

$$2,5 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ s}$$

$$0,9 \text{ cm} \rightarrow ? \text{ s}$$

$$x = 9/25$$

$$x = 0,36 \text{ s}$$

Lors de l'intervalle P-R de la patiente, il s'écoule 0,36 s. Comme **P-R > 0,20 s**, on peut parler de **bloc atrio ventriculaire du premier degré** (BAV 1).

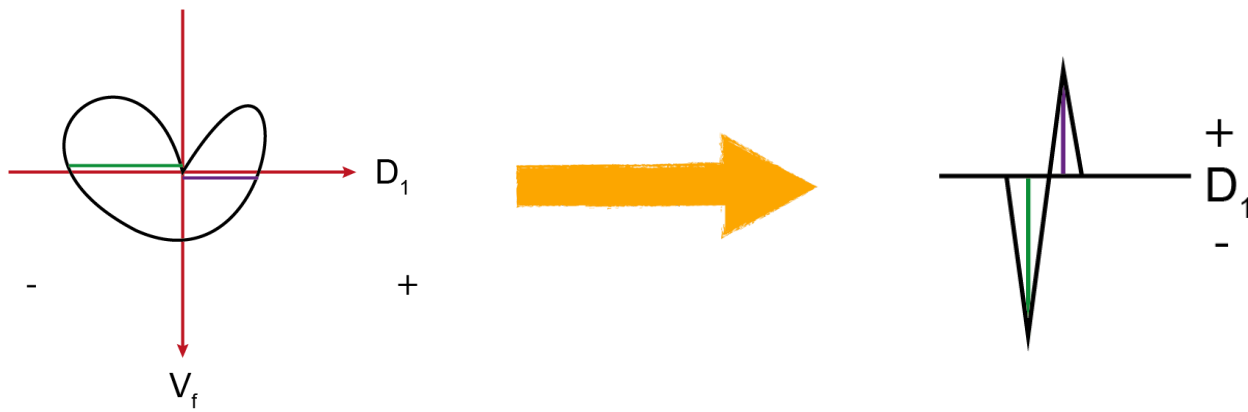
D. FAUX, Madame D. présente bien une anomalie cardiaque causée par un retard de l'impulsion auriculaire (l'influx nerveux n'est pas transmis suffisamment vite des oreillettes aux ventricules). Mais ce retard a lieu au niveau du **nœud atrioventriculaire** (ou nœud de **Ashoff-Tawara**). Le nœud de Keith et Flack est le nœud sinusal.

E. FAUX, on peut parler de bloc atrio-ventriculaire du premier degré lorsque l'intervalle **P-R > 0,20 seconde**.

QCM 13 : CE

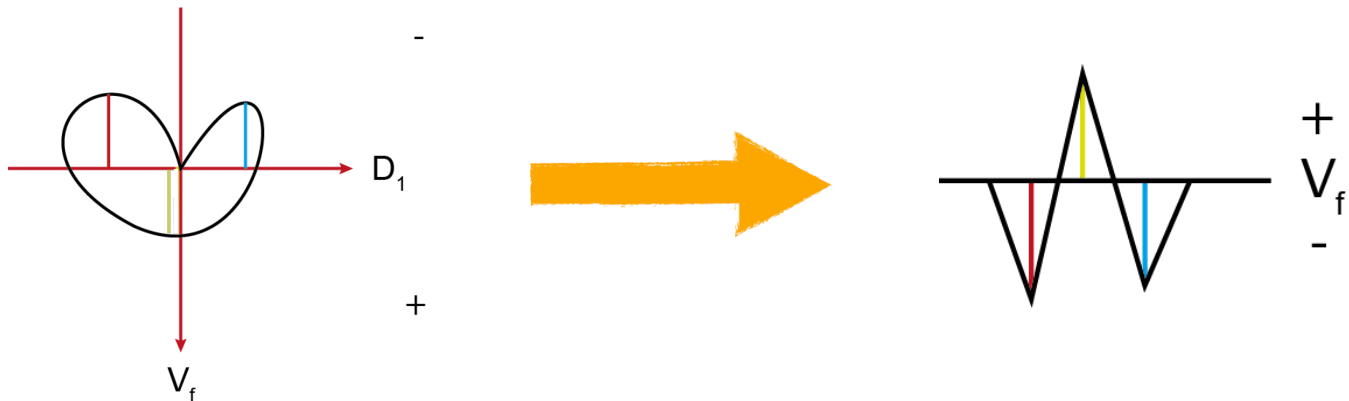
A. FAUX, pour commencer, on place **D₁**, notre dérivation d'intérêt, et **V_f sa perpendiculaire**. On établit ensuite la **polarité** de part et d'autre de V_f : + du côté de la flèche de D₁ et - de l'autre. Enfin, on part du **centre électrique** du coeur et on tourne dans le **sens inverse** des aiguilles d'une montre.

☞ À chaque fois que je coupe la perpendiculaire, je trace la **plus grande parallèle** (segment reliant un point du VCG à la perpendiculaire) **possible à la dérivation d'intérêt** par rapport à la partie du VCG que je viens de parcourir :

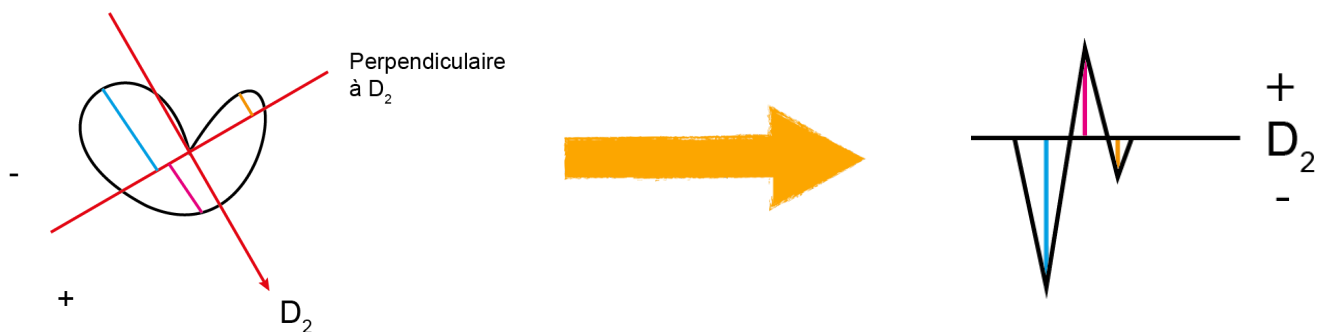


Au final, il y a **autant de déflexions sur l'ECG** que de **points de croisements entre la courbe VCG et la perpendiculaire** (ici V_f).

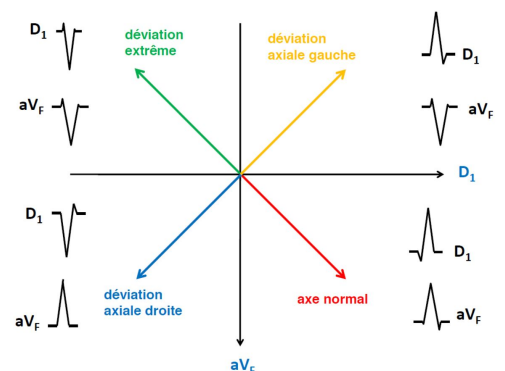
B. FAUX, Cette fois-ci, V_f est notre dérivation d'intérêt et D_1 sa **perpendiculaire** :



C. VRAI, on utilise D_2 comme dérivation d'intérêt, à 30° de V_f (**prenez votre rapporteur au concours / en colle !**), et la perpendiculaire (90°) à D_2 , donc à 120° de V_f . Pour rappel, la **perpendiculaire** de D_2 est V_L . On obtient alors :



D. FAUX, pour déterminer l'axe électrique du coeur, on considère **toujours** les dériviatiions D_1 et V_f . Ensuite, on regarde pour chacune d'elles si elles sont **globalement** positives ou négatives : on fait le **bilan de toutes les déflexions**. Le bilan est négatif s'il existe par exemple une grande déflexion négative et deux petites positives. Il peut être aussi être négatif s'il y a deux déflexions moyennes négatives et une déflexion moyenne positive. On fait donc bien un **bilan de toutes** les déflexions! Ici, on voit bien que V_f **et** D_1 ont un signe global **négatif** (cf **items A et B**). Ainsi, la déviation axiale est **extrême**.



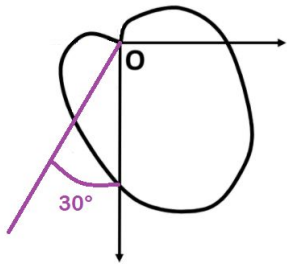
E. VRAI, cf **item D**.

QCM 14 : CE

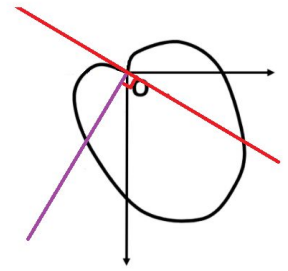
A. FAUX, avant toute chose il faut connaître et savoir placer ses dériviatiions par coeur avec les bonnes mesures d'angles.

TIPS : prendre un rapporteur pour être sûr de ne pas faire d'erreurs d'angles.

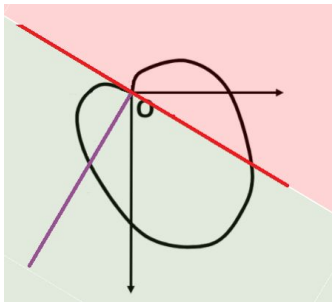
Attention : il n'y a aucune dérivation avec des angles de 45° !!



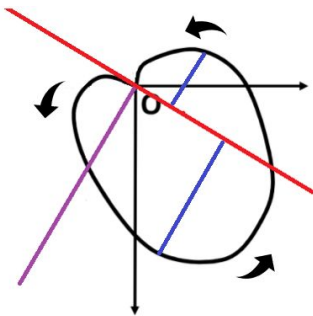
➤ On trace D_3 comme demandée, à 30° de la verticale.



➤ Puis on trace la **perpendiculaire** (90°) de $D_3 \Rightarrow V_R$, passant par le **centre électrique du coeur O**.



Cette perpendiculaire permet de définir **un côté positif** (du côté de la dérivation) et **un côté négatif** (de l'autre côté de la perpendiculaire).



➤ Ensuite, en **partant du centre électrique du coeur O**, on suit la courbe du VCG dans le **sens trigonométrique** (anti-horaire). La perpendiculaire coupe ici notre VCG en deux secteurs. On trace les traits les plus grands (les déflexions), parallèles à D_3 , dans chacun des secteurs.

On reporte ces déflexions (dans l'ordre donné par le sens trigonométrique) sur **un axe horizontal** en faisant attention aux côtés **positif** et **négatif**.

➤ Et enfin, on trace les **déflexions** de l'ECG de la dérivation D_3 .

L'ECG de l'item A était celui de la dérivation D_2 .

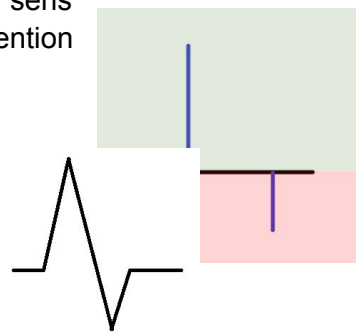
Attention de ne pas confondre D_2 et D_3 .

B. FAUX, c'est l'ECG de D_1 : cf. correction en A.

C. VRAI, cf. item A.

D. FAUX, c'est l'ECG de V_f : cf. correction en A.

E. VRAI, c'est la définition du cours. La courbe du VCG est obtenue grâce aux deux premières hypothèses d'Einthoven.



QCM 15 : ACDE

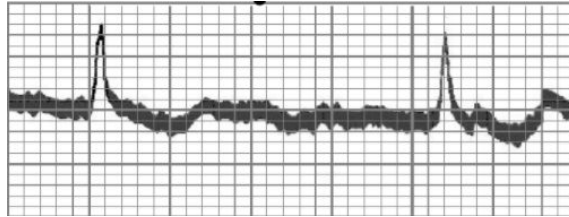
A. VRAI, une fréquence cardiaque est dite **normale** si elle est comprise entre **60 et 100 bpm**. En dessous de 60 bpm, on va être dans le cas d'une **bradycardie sinusale**. Le noeud sinusal a une pente de dépolarisation

trop faible, les intervalles entre chaque dépolarisation sont donc allongés conduisant à une fréquence cardiaque trop faible.

Cependant, dans certains cas (chez les sportifs, par exemple) la fréquence cardiaque peut être basse (en dessous de 60 bpm) sans pour autant qu'il y ait de pathologie.

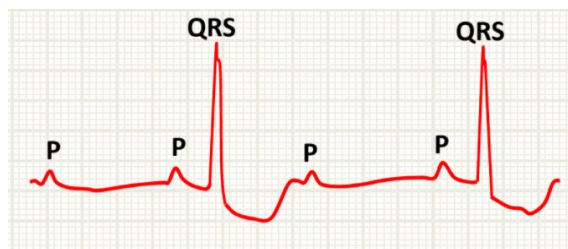
B. FAUX, attention, la tachycardie est définie lorsque le rythme est régulier avec une fréquence cardiaque **supérieure** à 100 bpm (attention à ne pas lire trop vite !!).

C. VRAI, la **fibrillation auriculaire** est due à une **multitude de foyer de dépolarisation** ectopiques au niveau des oreillettes. Sur l'ECG, on va observer de nombreuses **petites déflexions** entre deux complexes QRS. Il ne sera donc **pas possible d'identifier de véritables ondes P** sur le tracé.



D. VRAI, dans le cas d'un bloc de conduction atrioventriculaire de second degré de type 1 (également appelé **2 : 1**), **une onde P sur deux** n'engendrera pas de dépolarisation des ventricules et donc pas de complexes QRS. En effet, une dépolarisation auriculaire sur deux ne sera pas transmise aux ventricules car le NAV n'assure pas une bonne conduction.

→ On aura donc **2 ondes P consécutives** et la dépolarisation des ventricules n'aura lieu que pour **une dépolarisation auriculaire sur deux**.



E. VRAI, dans le cas d'un bloc de conduction atrioventriculaire de second degré de type 2 (3 : 1), l'onde P est conduite jusqu'aux ventricules une fois sur trois. On aura **3 ondes P consécutives**, la dépolarisation des ventricules n'aura donc lieu que pour **une dépolarisation auriculaire sur trois**.

