BAC BLANC – Correction

EXERCICE 1 : FABRICATION ET AROMATISATION D'UN YAOURT MAISON (10 POINTS)

Q.1. Le chauffage permet d'augmenter la température qui est un facteur cinétique augmentant la vitesse de réaction de fermentation. (0,25)

Q.2. Lorsque la fermentation débute alors la concentration en quantité de matière d'acide lactique augmente. La courbe du document 2 montre que cela commence vers t = 100 min. (0,25)

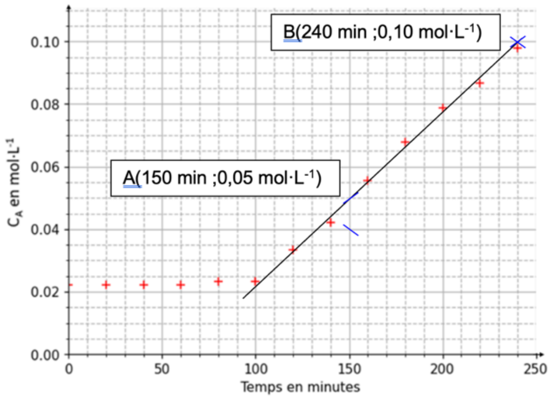
Q.3. Le sujet indique que l'acide lactique est naturellement présent dans le lait. (0,25)

Q.4. (total : 0,75) D'après la définition : $v_{app} = \dfrac{dC_A}{dt}$ (0,25)

Comme à partir de 100 minutes, C_A est représentée par une droite alors

$C_A = k \cdot t + \text{Cte}$

$$v_{app} = \frac{dC_A}{dt} = k$$



Il faut calculer le coefficient directeur k de cette droite. (0,25)

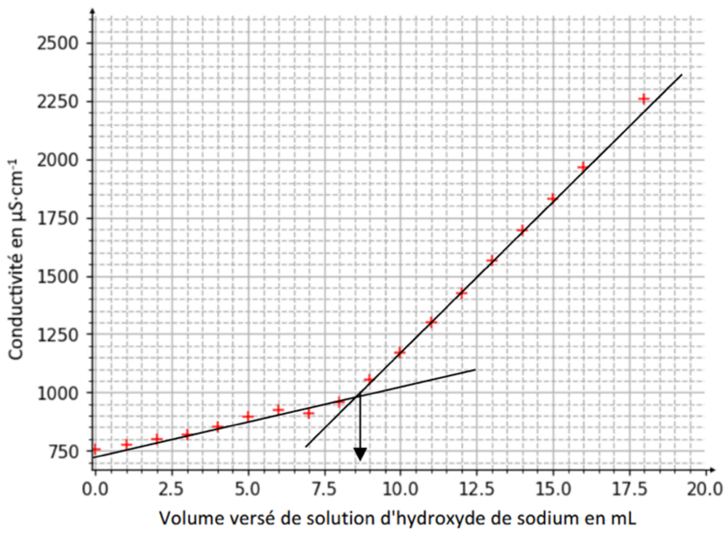
$$v_{app} = \frac{c_A - c_B}{t_A - t_B}$$

$$\rightarrow v_{app} = \frac{(0{,}10 - 0{,}05)}{(240 - 150) \times 60}$$

$$\rightarrow v_{app} = 9{,}0.10^{-6} mol.L^{-1}.s^{-1}$$

$$\rightarrow \; v_{app} = 9{,}0 \; \mu mol.L^{-1}.s^{-1}$$ (0,25)

Q.5. (total : 1,75) Il faut déterminer le degré Dornic, et donc la concentration en masse d'acide lactique dans le yaourt. On exploite le titrage.



À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques donc $n(HA)_{initiale} = n(HO^-)_{versée}$. (0,25)

$C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{éq}$ ainsi $C_A = \dfrac{C_B \cdot V_{éq}}{V_A}$ (0,25)

On cherche la valeur du volume équivalent.

Pour cela, on trace deux demi-droites modélisant l'évolution de la conductivité. On lit l'abscisse du point d'intersection des demi-droites. On lit $V_{éq}$ = 8,6 mL. (0,25)

La concentration est masse est $C_{mA} = C_A \cdot M$

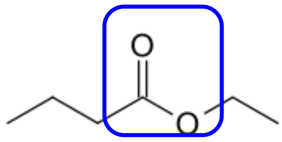
$$C_{mA} = \frac{C_B \cdot V_{éq}}{V_A} \cdot M \rightarrow \; C_{mA} = \frac{0{,}150 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 8{,}6 \text{ mL}}{10{,}0 \text{ mL}} \times 90{,}1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 12 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$ (0,5 : 0,25 pour le calcul de c_A puis idem pour c_{mA})

Un degré Dornic (noté °D) correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de yaourt.

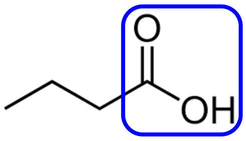
Degré = 12/0,1 = 120°D (0,25)

Le degré Dornic est compris entre 100 et 120°D donc c'est un yaourt brassé. (0,25)

Q.6. (0,5 : 2 x 0,25) Formule topologique du butanoate d'éthyle



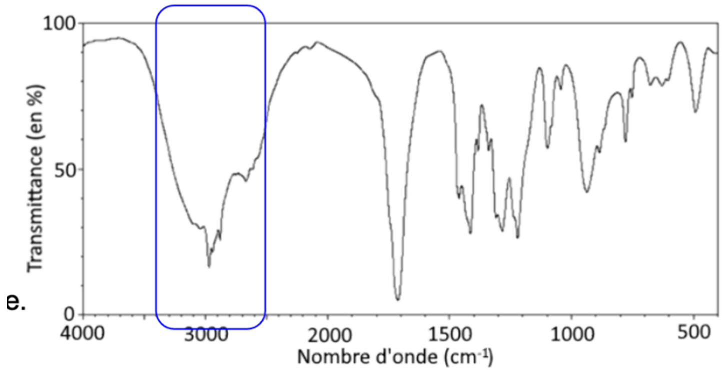
Formule topologique de l'acide butanoïque :



Q.7. (0,5 : 2 x 0,25) Voir ci-dessus. Pour le butanoate d'éthyle : la famille fonctionnelle est celle des esters. Pour l'acide butanoïque : la famille fonctionnelle est celle des acides carboxyliques.

Q.8. (0,5) Le spectre montre une bande large et forte entre 2500 et 3200 cm^{-1} qui caractérise la présence d'une liaison O – H d'un acide carboxylique.

C'est le spectre de l'acide butanoïque.



Q.9. (0,75 : 3 x 0,25) Il y a 3 facteurs qui optimisent la synthèse :
- L'ajout d'une petite quantité d'acide sulfurique montre qu'on a utilisé un catalyseur. Celui-ci n'apparaît pas dans l'équation de la réaction car il est régénéré en fin de transformation.
- On a chauffé à reflux, or l'augmentation de la température permet d'augmenter la vitesse de formation de l'arôme d'ananas.
- Un réactif a été introduit en excès, cela permet d'augmenter la valeur du rendement.

Q.10. (0,75) On cherche à connaître la concentration en quantité de matière de la solution :

On a : $c = \frac{n_{soluté}}{V_{solution}} \rightarrow c = \frac{\frac{m_{soluté}}{M}}{V_{solution}} = \frac{m_{soluté}}{M \times V_{solution}}$

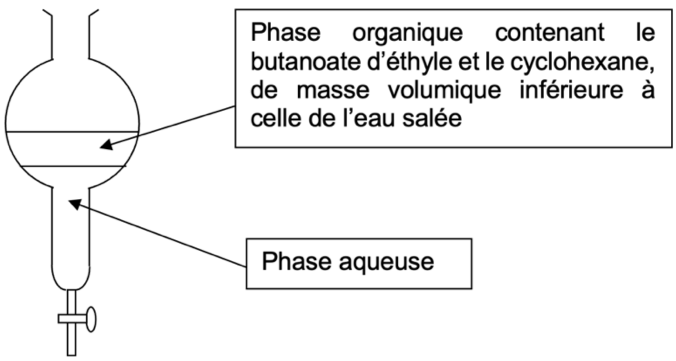
En remplaçant $m_{soluté}$: $c = \frac{t \times m_{solution}}{M \times V_{solution}}$

Or, grâce à la masse volumique : $c = \frac{t \times \rho \times V_{solution}}{M \times V_{solution}} \rightarrow c = \frac{t \times \rho}{M}$

Enfin, en utilisant la densité : $c = \frac{t \times d \times \rho_{eau}}{M} \rightarrow c = \frac{0{,}95 \times 1{,}04 \times 1000}{98{,}0} = 10{,}0\ mol.L^{-1}$

Q.11. (0,5) Le butanoate d'éthyle est très peu soluble dans l'eau salée mais il est soluble dans le cyclohexane. Ainsi lors de l'extraction liquide-liquide, l'ester passera dans le cyclohexane.
De plus le cyclohexane est non miscible à l'eau, ainsi il formera une phase bien distincte.

Q.12. (0,75 : phase aqueuse + organique + justification phases)



Q.13. (total : 0,75) $n = \frac{m}{M} = \frac{\rho \cdot V}{M}$ → $n = \frac{0{,}79\ \text{g} \cdot \text{ml}^{-1} \times 40{,}0\ \text{mL}}{46{,}0\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0{,}69\ \text{mol}$ d'éthanol (0,25)

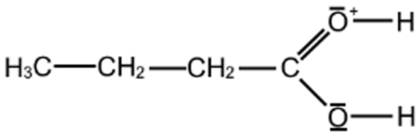
D'après l'équation de la réaction, 1 mol d'acide consomme 1 mol d'éthanol. (0,25)
Alors on pourra consommer 0,44 mol d'acide et 0,44 mol d'éthanol ; il restera de l'éthanol en excès (0,69 – 0,44 = 0,25 mol). (0,25)

Q.14. (total : 0,75) $\eta = \frac{n_{\text{ester expérimental}}}{n_{\text{ester max}}} = \frac{\frac{m_{\text{ester expérimental}}}{M_{ester}}}{n_{acide}}$ (0,25)

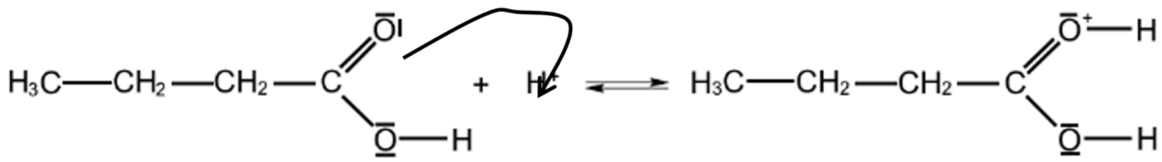
L'acide est le réactif limitant, d'après l'équation de la réaction si la transformation était totale alors il se formerait autant d'ester qu'il disparaît d'acide butanoïque. (0,25)

$\eta = \frac{\frac{33{,}7}{116{,}0}}{4{,}4 \times 10^{-1}} = 0{,}66 = 66\%$ (0,25)

Q.15. (0,5 : justif + bonne identification) Un intermédiaire réactionnel est une espèce formée lors d'une étape du mécanisme réactionnel et consommée lors de l'étape suivante.

C'est le cas de : 

Q.16. (0,5 : justif + bonne flèche)

(1) 

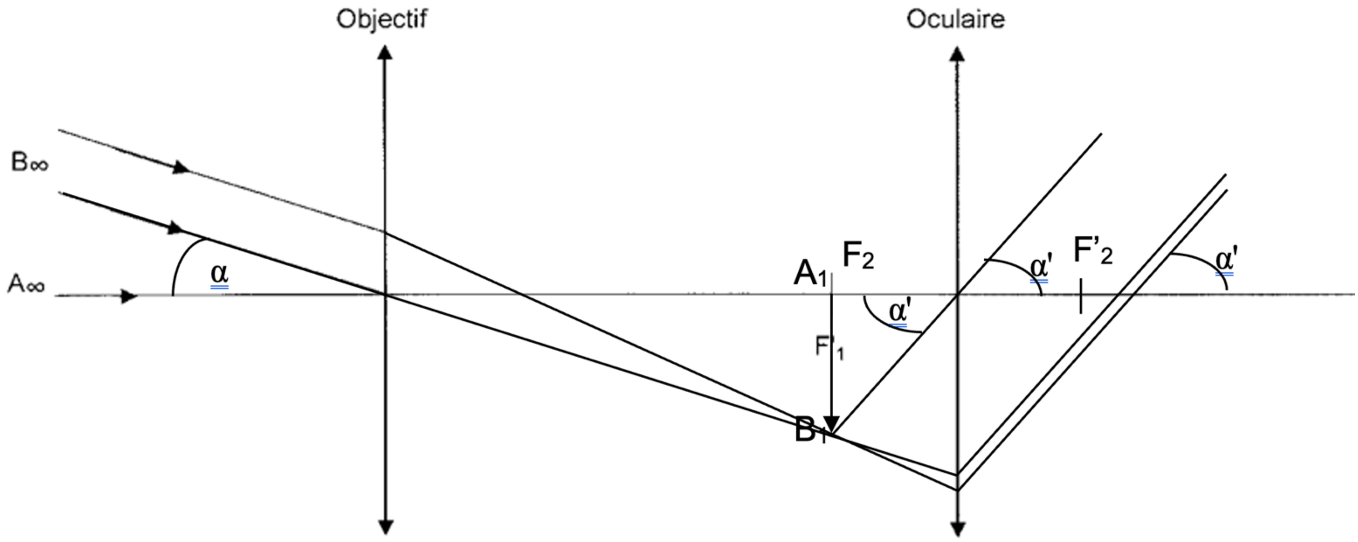
Le doublet d'électrons se déplace d'un site donneur (riche en électrons) vers un site accepteur (pauvre en électrons).

EXERCICE 2 – OBSERVATION D'UN AVION EN VOL (5 POINTS)

Q.1. (0,25) Une lunette afocale donne, d'un objet situé à l'infini, une image définitive rejetée à l'infini.

Q.2. (0,5 : 0,25 par point) Le foyer objet F_2 est confondu avec le foyer image F'_1. F'_2 est symétrique de F_2 par rapport à O_2.

Q.3. (0,75 : 0,25 pour chaque rayon + 0,25 image intermédiaire)



Q.4. (0,5 : calcul + comparaison) $\tan \alpha = \alpha = \dfrac{\text{AB}}{h} = \dfrac{L}{h}$

$\alpha = \dfrac{44{,}5}{10{,}4 \times 10^3}$ = $4{,}28\times10^{-3}$ rad > $3{,}0\times10^{-4}$ rad

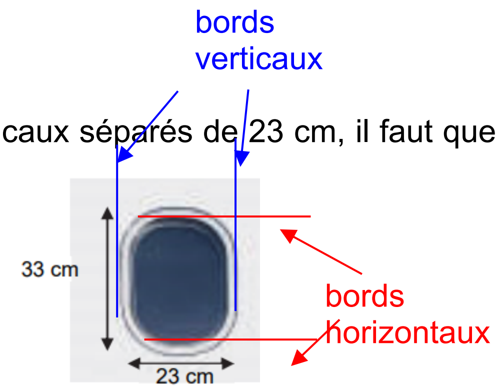
L'angle α est assez grand pour distinguer l'avant de l'avion de l'arrière.

Q.5. (total 0,5) α et α ' sur le schéma. (0,25)

$G = \dfrac{\alpha'}{\alpha}$ (0,25)

Q.6. (total : 0,75) Pour distinguer l'un de l'autre les bords verticaux séparés de 23 cm, il faut que l'angle α' soit supérieur à $3{,}0\times10^{-4}$ rad.

Le grossissement G est compris entre 16 et 48.



Comme $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha}$ alors α' = $G.\alpha$ (0,25)

On a AB = 23 cm et h = 10,4 km = $10{,}4\times10^3$ m.

On peut exprimer α = $\dfrac{\text{AB}}{h}$.

α' = $G. \dfrac{\text{AB}}{h}$ (0,25)

Avec le plus petit grossissement α' = 16 × $\dfrac{0{,}23 \text{ m}}{10{,}4 \times 10^3 \text{ m}}$ = $3{,}5\times10^{-4}$ rad > $3{,}0\times10^{-4}$ rad donc on peut distinguer les deux points. (0,25)

Q.7. (0,25) Ce décalage de fréquence est dû à l'effet Doppler.

Q.8. (total 0,75 : 0,25x3 : chaque élimination) On élimine la proposition A, car les formules ne sont pas homogènes.

En effet prenons $\frac{c}{c-v}$ et remplaçons chaque grandeur par son unité alors on obtient $\frac{m.s^{-1}}{m.s^{-1}}$.
Ce qui est égal à 1 donc sans dimension. Or la fréquence *f* devrait être en hertz (= s^{-1}).

On élimine la proposition C car $f_A > f_E$.

Or d'après la proposition C : $f_A = f_0.\frac{c}{c+v} < f_E = f_0.\frac{c}{c-v}$

On élimine la proposition D :
La présence du 2 dans la formule de f_A n'est pas correcte.
Cette formule ne serait valable que si c – 2v >0 donc si v < c/2. Or le sujet indique que la vitesse de croisière de l'avion est de 863 km·h^{-1} ce qui est supérieur à la moitié de la célérité du son (175 m.s^{-1} = 630 km.h^{-1}).

On retient donc la proposition B.

Q9. (0,75 partage selon l'appréciation du correcteur) $f_A = f_0.\frac{c}{c-v}$ $\qquad f_E = f_0.\frac{c}{c+v}$

$$\frac{f_A}{f_E} = \frac{f_0.\frac{c}{c-v}}{f_0.\frac{c}{c+v}} = \frac{c}{c-v} \times \frac{c+v}{c} = \frac{c+v}{c-v}$$

$$f_A.(c-v) = f_E.(c+v) \rightarrow f_A.c - f_A.v = f_E.c + f_E.v$$

$$\rightarrow f_A.c - f_E.c = f_E.v + f_A.v$$

$$\rightarrow (f_A - f_E).c = (f_E + f_A).v$$

$$\rightarrow v = c.\frac{(f_A - f_E)}{(f_E + f_A)}$$

$\rightarrow v = 345 \times \frac{(2,2-1,5)}{(1,5+2,2)} = 65$ m.s^{-1}, en multipliant par 3,6 on trouve 235 km.h^{-1}.

Cette vitesse est relativement peu élevée pour un avion, mais elle est cohérente puisqu'il s'agit de l'atterrissage.

EXERCICE 3 : PHYSIQUE ET RACCORDEMENTS ROUTIERS (5 POINTS)

Q.1. (0,25) La portion OP est une ligne droite horizontale. La valeur de l'accélération du véhicule est nulle donc la valeur de la vitesse est constante.
(0,25) Le mouvement du véhicule est donc rectiligne et uniforme.

Q.2. (0,5 : 0,25 par ligne) En s'aidant des lignes 11 et 12 du programme sur les coordonnées $v_x = \frac{dx}{dt}$ et $v_y = \frac{dy}{dt}$ du vecteur vitesse :

```
11  vx.append((x[i+1]-x[i])/dt)
12  vy.append((y[i+1]-y[i])/dt)
```

Puisque $a_x = \frac{dv_x}{dt}$ et $a_y = \frac{dv_y}{dt}$, on peut écrire :

```
18  ax.append((vx[i+1]-vx[i])/dt)
19  ay.append((vy[i+1]-vy[i])/dt)
```

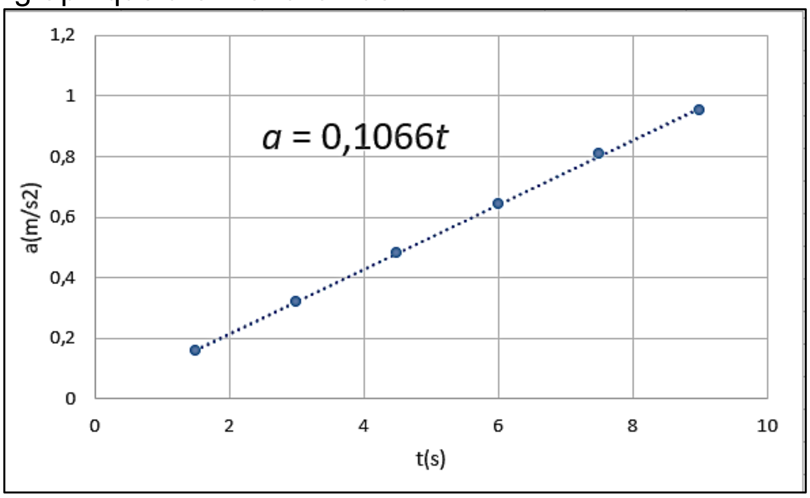
Q.3. (0,75 : 0,25 explication méthode + 0,25 application méthode + 0,25 accélération % à t)

Méthode 1 : Pour chaque colonne du tableau, calculons le rapport $\frac{a}{t}$:

t (s)	1,50	3,00	4,50	6,00	7,50	9,00
a (m·s^{-2})	0,1587	0,3218	0,4824	0,6411	0,8070	0,9506
$\frac{a}{t}$ (m·s^{-3})	0,106	0,107	0,107	0,107	0,108	0,106

On constate que la valeur du rapport $\frac{a}{t}$ est quasi constante. La valeur de l'accélération est donc proportionnelle au temps. On a donc bien « une augmentation linéaire dans le temps de l'accélération ».

Méthode 2 : on trace le graphique *a* en fonction de *t*



On obtient une droite qui passe par l'origine donc la valeur *a* de l'accélération est proportionnelle au temps *t*. On a donc bien « une augmentation linéaire dans le temps de l'accélération ».

Q.4. (0,5 : 0,25 par vecteur) Le vecteur unitaire $\overrightarrow{u_T}$ est tangent à la trajectoire et orienté dans le sens du mouvement. Le vecteur unitaire $\overrightarrow{u_N}$ est orthogonal au vecteur unitaire $\overrightarrow{u_T}$ et orienté vers le centre C du cercle. (voir schéma ci-dessous)

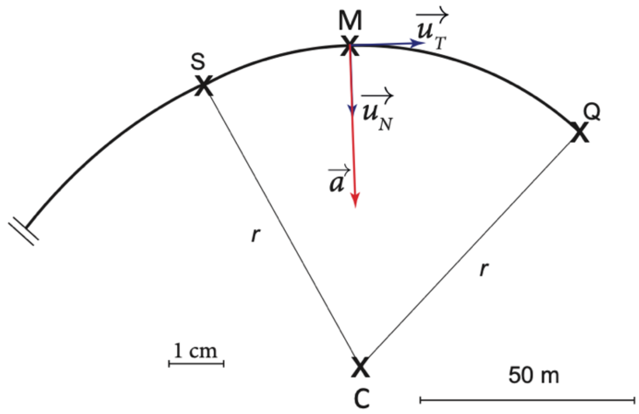
Q.5. (0,25) Dans le repère de Frenet, le vecteur accélération s'écrit : $\vec{a} = \dfrac{v^2}{r}\overrightarrow{u_N} + \dfrac{dv}{dt}\overrightarrow{u_T}$.

(0,25) Le mouvement du véhicule entre les points S et Q est uniforme : la valeur de la vitesse est constante v = 15,0 m·s^{-1}. Ainsi $\dfrac{dv}{dt} = 0$ donc $\vec{a} = \dfrac{v^2}{r}\overrightarrow{u_N}$.

Q.6. (0,5 : 0,25 calcul norme + 0,25 tracé)

$a = \dfrac{v^2}{r}$ soit $a = \dfrac{15{,}0^2}{75{,}0} m \cdot s^{-2}$ = **3,00 m·s^{-2}**.

Avec l'échelle, 1,0 cm pour 1,0 m·s^{-2}, le vecteur accélération $\vec{a}$ au point M mesure 3,00 cm et est orienté vers le point C.



Q.7. (0,75) La deuxième loi de Newton appliquée au véhicule de masse m dans le référentiel terrestre supposé galiléen s'écrit : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m\vec{a}$.

Or les forces $\vec{P}$ et $\vec{R}$ se compensent donc $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$ soit $\vec{f} = m\vec{a}$.

Le vecteur $\vec{f}$ est colinéaire et de même sens que le vecteur $\vec{a}$ orienté vers le point C.

Schéma 1 : $\vec{P}$ et $\vec{R}$ ne se compensent pas $\Rightarrow$ ne convient pas.

Schéma 2 : $\vec{f}$ n'est pas colinéaire et de même sens que le vecteur $\vec{a}$ $\Rightarrow$ ne convient pas.

Schéma 3 : $\vec{f}$ n'est pas de même sens que le vecteur $\vec{a}$ (centripète) $\Rightarrow$ ne convient pas.

Schéma 4 : $\vec{f}$ n'est pas de même sens que le vecteur $\vec{a}$ (centripète) et $\vec{P}$ et $\vec{R}$ ne se compensent pas $\Rightarrow$ ne convient pas.

Schéma 5 : $\vec{f}$ est colinéaire et de même sens que le vecteur $\vec{a}$ et $\vec{P}$ et $\vec{R}$ se compensent $\Rightarrow$ convient.

Q.8. (1) On a $\vec{f} = m\vec{a}$ soit, en norme, $f = m \cdot a$.

Par ailleurs $f < f_{max}$ avec f_{max} = 10 400 N sur chaussée sèche et 7 200 N sur chaussée humide.

Donc : $m \cdot a < f_{max}$

Soit : $m\dfrac{v^2}{r} < f_{max} \Leftrightarrow v^2 < \dfrac{r \times f_{max}}{m} \Leftrightarrow v < \sqrt{\dfrac{r \times f_{max}}{m}}$ en ne retenant que la solution positive.

Chaussée sèche : $v < \sqrt{\dfrac{75{,}0 \times 10400}{1200}}$ m·s^{-1} = 25,5 m·s^{-1} = 25,5 × 3,6 km·h^{-1} $\approx$ 92 km·h^{-1}

Chaussée humide : $v < \sqrt{\dfrac{75{,}0 \times 7200}{1200}}$ m·s^{-1} = 21,2 m·s^{-1} = 21,2 × 3,6 km·h^{-1} $\approx$ 76 km·h^{-1}

Pour tenir compte des deux types de chaussées possibles, il faut placer avant le point O le panneau :