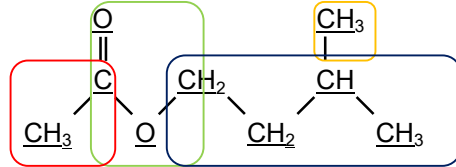


EXERCICE 1 – DES MOLÉCULES TÉMOINS DU MÛRISSEMENT DES POMMES

Bac S 2013 Antilles Guyane

1. Etude des molécules A & B.

1. Dans les deux molécules A et B, on reconnaît le groupe carboxyle, $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C} \end{array}$ caractéristique de la fonction chimique ester.
2. La molécule A se nomme **éthanoate de 3-méthylbutyle**.

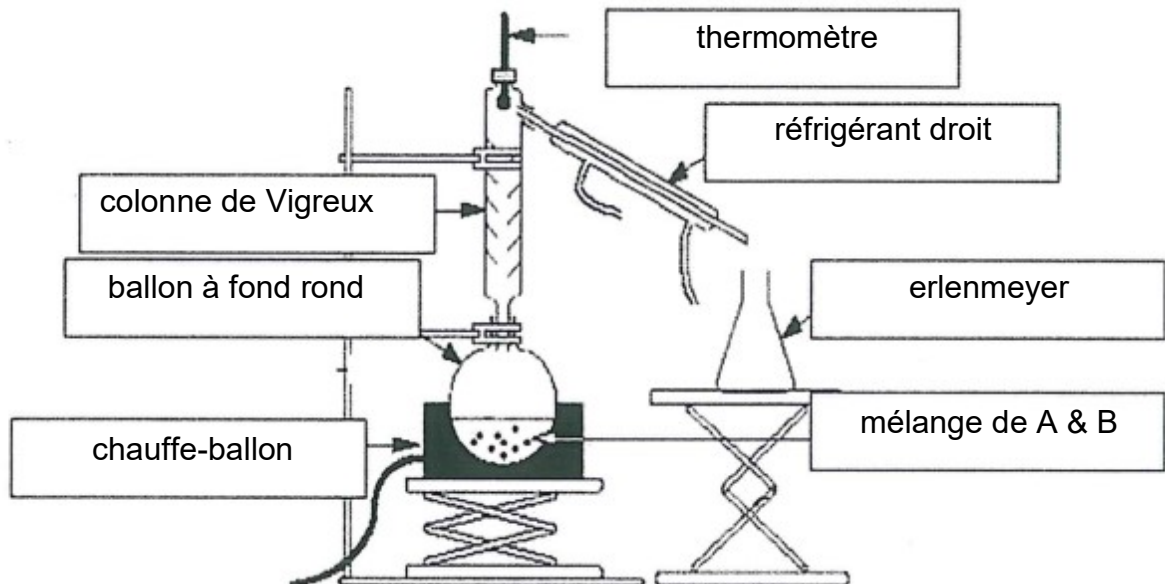


3. Les deux molécules ont la même formule brute : **C₇H₁₄O₂**.

Mais des formules semi-développées différentes : ce sont des molécules **isomères**.

Plus précisément des isomères de position de fonction (ces deux molécules ont la même chaîne principale, la même fonction MAIS la position de la fonction dans la chaîne est différente).

4.



5. La distillation fractionnée permet de séparer des espèces chimiques à l'état liquides qui forment un mélange homogène.

La distillation fractionnée se base sur des températures d'ébullition différentes entre les constituants du mélange homogène..

A et B ayant des températures d'ébullition différentes, il sera possible de séparer A et B.

Le composé B se vaporisent en premier à 133°C ayant la température d'ébullition la plus basse.

À cette température, A reste dans le ballon.

On récupère donc dans l'erlenmeyer le composé B.

Remarque : la faible différence entre les températures d'ébullition nécessitera d'utiliser une grande colonne de Vigreux.

2 . Synthèse de la molécule A

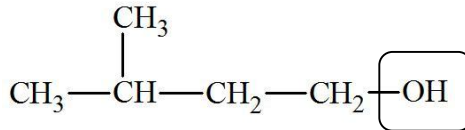
6. Semi-développée :

Groupe hydroxyle

Famille alcool

Formule brute : $C_5H_{12}O$

Masse molaire $M = 5 \times M(C) + 12 \times M(H) + 1 \times M(O) = 5 \times 12 + 12 \times 1 + 16 = 88 \text{ g/mol}$



7. Le montage à reflux est le montage B.

Un montage à reflux permet d'accélérer une réaction chimique SANS perte de matière.

On joue sur le facteur cinétique température qui permet d'augmenter l'agitation moléculaire et ainsi augmenter le nombre de chocs efficaces.

8. L'acide sulfurique est un catalyseur.

Un catalyseur est une espèce chimique qui participe à la réaction chimique dans le but d'accélérer la réaction, MAIS en fin de réaction, le catalyseur est régénéré. Il n'apparaît pas dans l'équation-bilan.

9. La molécule A est moins soluble dans l'eau salée que dans l'eau, et moins soluble dans l'eau froide que dans l'eau à 20°C.

Ainsi l'ajout d'eau salée glacée permet d'extraire la molécule A de la phase aqueuse.

10. La phase située au-dessus est la moins dense, il s'agit de la phase organique dont tous les constituants ont des densités inférieures à 1.

On y retrouve :

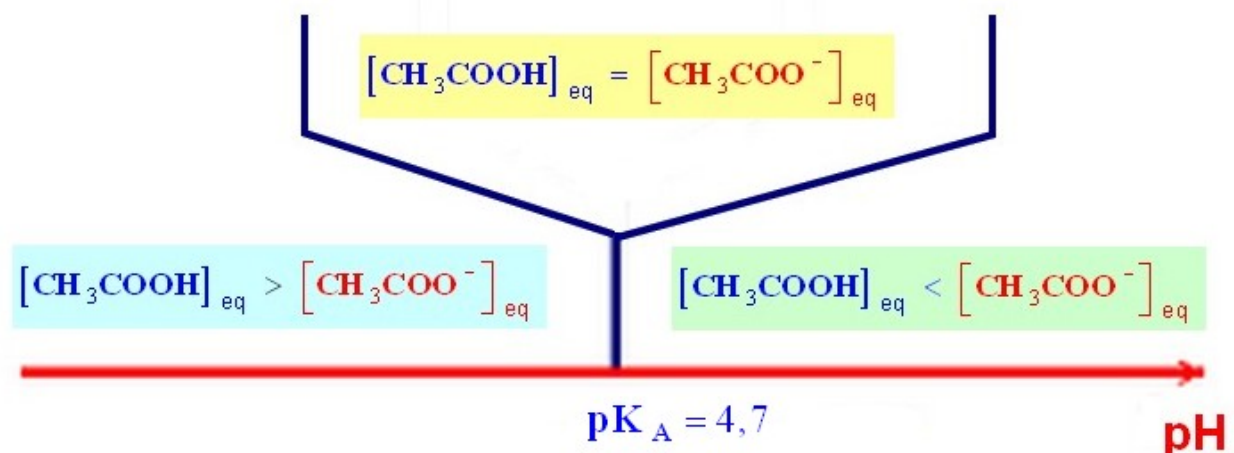
- La molécule A
- Le 3-méthylbutan-1-ol en excès puisqu'il possède une très faible solubilité dans l'eau salée froide.

La phase inférieure est la phase aqueuse :

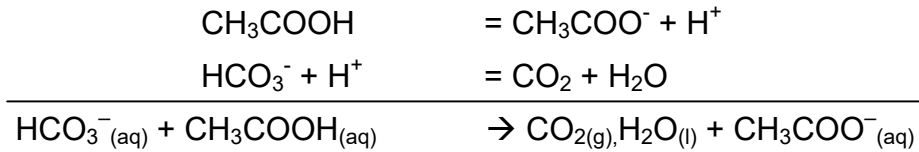
- Evidemment on y trouve l'eau et les ions.
- L'acide éthanoïque, possédant une forte solubilité dans l'eau salée froide, est dans la phase aqueuse.

11. On me donne le pKa du couple : $pK_a = 4,7$.

On en déduit le diagramme de prédominance :



12. L'effervescence est due à la réaction entre l'acide éthanoïque $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ et la base hydrogénocarbonate $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$ apportée par la solution d'hydrogénocarbonate de sodium :



C'est une réaction acido-basique car il y a échange de proton.

Du dioxyde de carbone CO_2 gazeux est libéré.

On l'identifie grâce au test à l'eau de chaux qui se trouble en sa présence.

3. Calcul du rendement.

13. On applique les relations suivantes :

➤ Pour le 3-méthylbutanol :

$$\left. \begin{array}{l} d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}} \text{ donc } \rho = d \cdot \rho_{\text{eau}} \\ m = \rho \cdot V \text{ donc } m = d \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V \\ n = \frac{m}{M} \end{array} \right\} \text{ soit } n = \frac{d \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V}{M} \text{ donc } n_1 = \frac{0,81 \times 1,00 \times 20,0}{88} = \mathbf{0,18 \text{ mol}}$$

➤ Pour l'acide éthanoïque : $n_2 = \frac{m}{M} = \frac{31,8}{60,0} = 0,53 \text{ mol}$

14. On répond par étapes :

➤ On a obtenu $V = 18,1 \text{ mL}$ de la molécule A, ce qui correspond à une quantité de matière $n = \frac{d \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V}{M}$ soit : $n_A = \frac{0,87 \times 1,00 \times 18,1}{130} = 0,12 \text{ mol}$ de molécules A.

➤ Déterminons le réactif limitant :

$n_1 < n_2$ et comme une mole d'acide éthanoïque réagit avec une mole de 3-méthylbutan-1-ol, le réactif limitant est alors le 3-méthylbutanol.

Remarque: On peut aussi utiliser un tableau d'avancement.

équation chimique		3-méthylbutan-1-ol + acide éthanoïque \rightarrow A + H_2O			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	$x = 0$	n_1	n_2	0	
En cours de transformation	x	$n_1 - x$	$n_2 - x$	x	
État final	$x = x_{\text{max}}$	$n_1 - x_{\text{max}}$	$n_2 - x_{\text{max}}$	x_{max}	

Si le 3-méthylbutan-1-ol est limitant, alors $n_1 - x_{\text{max}} = 0$, donc $n_1 = x_{\text{max}}$.

Si l'acide éthanoïque est limitant alors $n_2 - x_{\text{max}} = 0$ donc $n_2 = x_{\text{max}}$.

Le réactif limitant est celui qui conduit à la valeur de l'avancement maximal la plus faible ; $n_1 < n_2$ donc il s'agit du 3-méthylbutan-1-ol.

➤ On peut calculer le rendement.

D'après l'énoncé, rendement : $r = \frac{n_A}{n_{\text{limitant}}} = \frac{0,12}{0,18} = 0,66 = \mathbf{66 \%}$

15. Pour améliorer le rendement, on peut :

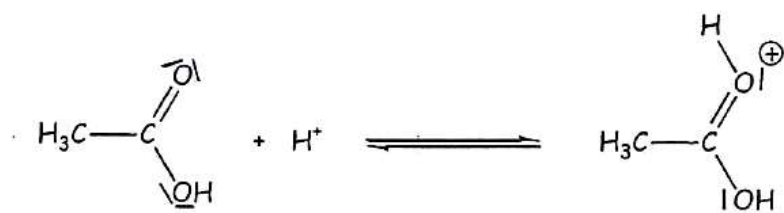
- introduire un des deux réactifs en excès.
- On pourrait éliminer un des produits formés, avec un montage de distillation à condition que l'un des produits formés possède une température d'ébullition inférieure à celles des autres espèces présentes dans le milieu réactionnel.
- On peut utiliser un Dean-Stark pour éliminer l'eau du milieu réactionnel

4. étude du mécanisme de la réaction d'estérification.

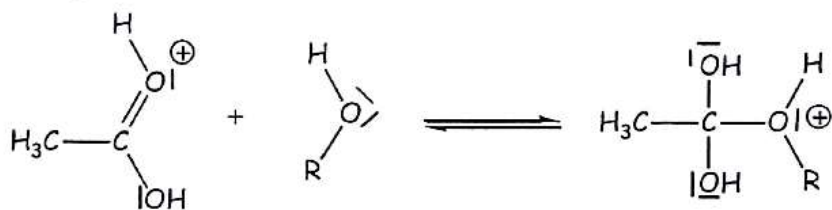
16. L'étape 2 est une addition et l'étape 4 une élimination

17. Mécanisme :

Etape 1 :



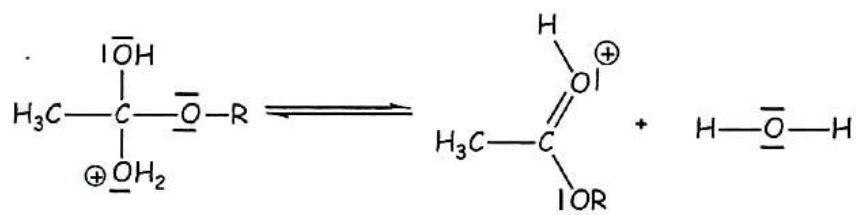
Etape 2 :



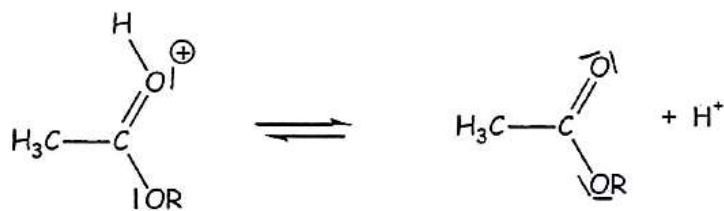
Etape 3 :



Etape 4 :



Etape 5 :

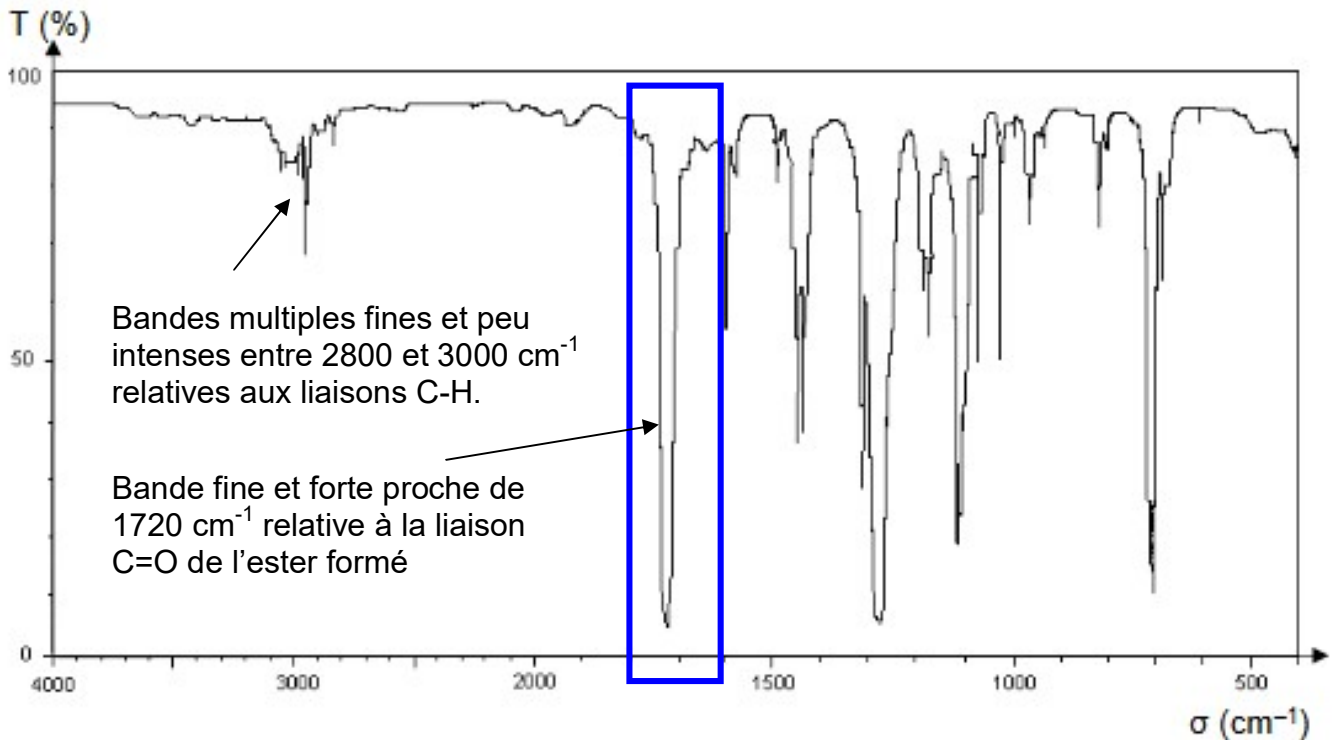


18. Le cation H^+ est attaqué par un doublet d'un atome d'oxygène lors de l'étape 1 du mécanisme. Puis ce cation H^+ est libéré en fin de réaction lors de l'étape 5.

H^+ est bien un catalyseur : le mécanisme réactionnel confirme qu'il n'intervient pas dans le bilan réactionnel.

5. Identification de la molécule obtenue.

19. Le spectre peut correspondre à la formule du benzoate de méthyle puisque l'on retrouve des bandes relatives à des liaisons présentes dans cette molécule.



Remarques :

- le spectre est difficilement exploitable en dessous de 1500 cm^{-1} , il ne permet pas d'affirmer avec certitude la présence de la liaison C-O.
- L'absence de la bande large et forte caractéristique de la liaison O-H écarte la possibilité d'éventuelles traces d'acide benzoïque restant.

EXERCICE 2 - L'EFFET DOPPLER PEUT-IL PERTURBER UN DANSEUR ? (5 points) BAC S 2016 Amérique du sud

1. Quelques rappels

1. Une onde et la propagation d'une perturbation sans transport de matière mais avec un transfert d'énergie.
2. Une onde sonore est une onde mécanique car elle a un besoin absolu d'un milieu matériel pour se propager.

Remarque prof : Ne pas oublier la notion de nécessité absolu d'un milieu matériel. Car la lumière est une onde non-mécanique n'ayant pas absolument besoin d'un milieu matériel pour se propager.

3. L'onde sonore est une onde longitudinale (et non pas transversale) car la perturbation est parallèle à l'axe de propagation (contrairement à une onde transversale dont la perturbation est perpendiculaire à l'axe de propagation).

Un exemple d'onde transversale est la vague à la surface de l'eau.

4. L'onde sonore se propage plus rapidement dans un milieu solide que liquide que gazeux..

Cela s'explique par la compacité du milieu. L'onde sonore se propage plus rapidement dans un milieu plus compact et dense comme l'état solide que dans un milieu moins compact comme l'état gazeux de l'air.

5. Les ondes lumineuses (ou électromagnétiques) sont des ondes non-mécanique car elles n'ont pas un besoin absolu de milieu matériel pour se propager.

L'observation de la lumière issue des étoiles nous prouve bien que les ondes lumineuses peuvent se propager à travers le vide (milieu non matériel).

6. La longueur d'onde, notée λ , est la périodicité spatiale d'une onde périodique. C'est la distance qui sépare deux points du milieu matériel traversé par une onde périodique, dans le même état d'excitation.

7. La lumière se propage dans le vide à la célérité $c = 3,0 \times 10^8$ m/s.

8. Domaine 1 : Ondes UV – Domaine 2 : Visible – Domaine 3 : IR

Le visible est limité entre 400 nm (violet) et 800 nm (rouge).

2. Effet Doppler

9. On dispose de deux méthodes :

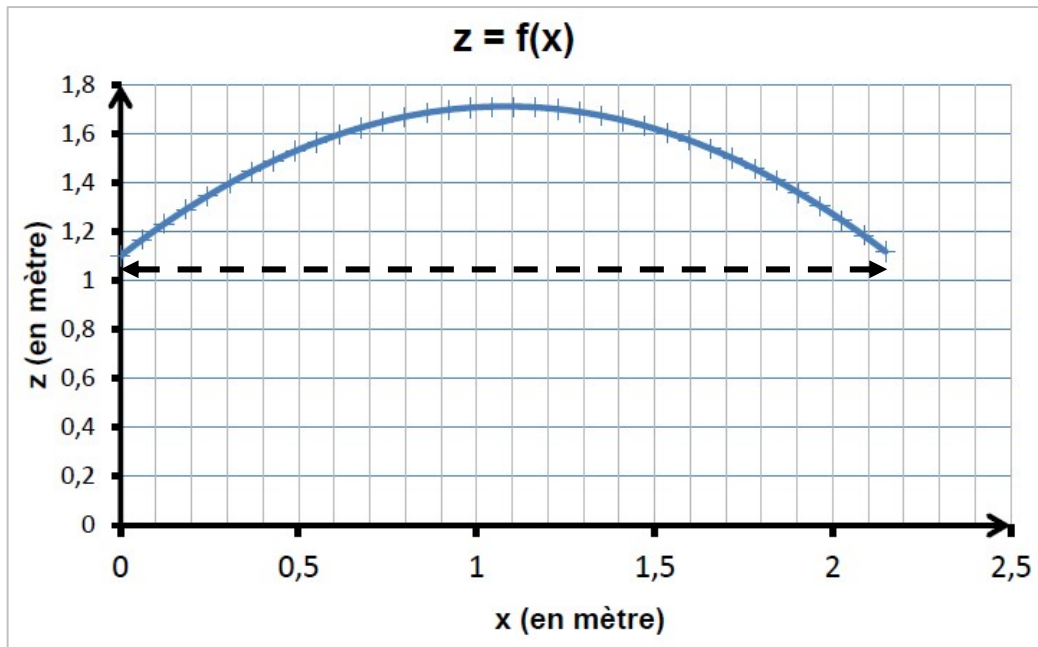
➤ **Méthode 1** : on utilise le plan de la scène (vue de dessus) à l'échelle 1 / 120^{ème}.

La distance parcourue $G_i G_f$ mesure 1,8 cm sur le document, soit en réalité :

$$1,8 \times 120 = 216 \text{ cm} = 2,2 \text{ m}$$

Remarque : en fonction des paramétrages de l'imprimante ou de la photocopieuse, la distance $G_i G_f$ mesurée sur le papier peut varier.

➤ **Méthode 2** : on exploite la trajectoire du centre de gravité G de Kilian lors de son grand jeté



10. La vitesse moyenne horizontale est- : $v_x = \frac{G_i G_f}{\Delta t}$.

La distance horizontale a été parcourue en $\Delta t = 0,710$ s donc $v_x = \frac{2,15}{0,710} = 3,03 \text{ m.s}^{-1}$

11. L'effet Doppler est la modification de la fréquence d'une onde lorsque l'émetteur de cette onde et le récepteur sont en mouvement relatif.

Par exemple, lorsqu' une ambulance se rapproche de moi, j'ai l'impression d'un son de sirène de fréquence de plus en plus élevé et une fréquence de plus en plus grave lorsque celle-ci s'éloigne.

12. La seule note émise par le piano pendant le grand jeté est un La3 dont le tableau nous donne la de fréquence 440 Hz.

13. Comme Kilian s'éloigne du piano (voir plan), il faut utiliser la relation $f_R = f_E \times \left(\frac{V_{son}}{V_{son} + V_R} \right)$ en prenant $v_R = v_x = \text{constante}$ d'après l'énoncé.

$$f_R = 440 \times \left(\frac{340}{340 + 3,03} \right) = 436 \text{ Hz}$$

14. Calculons tout d'abord la variation relative de fréquence $\frac{\Delta f}{f}$.

Avant le saut, Killian est considéré immobile et la hauteur reçue est la même que celle jouée par le piano donc $f_1 = f_{La3} = 440$ Hz. À cause de l'effet Doppler, $f_2 = f_R = 436$ Hz

$$\frac{\Delta f}{f} = \left(\frac{440 - 436}{440} \right) = 9 \times 10^{-3}$$

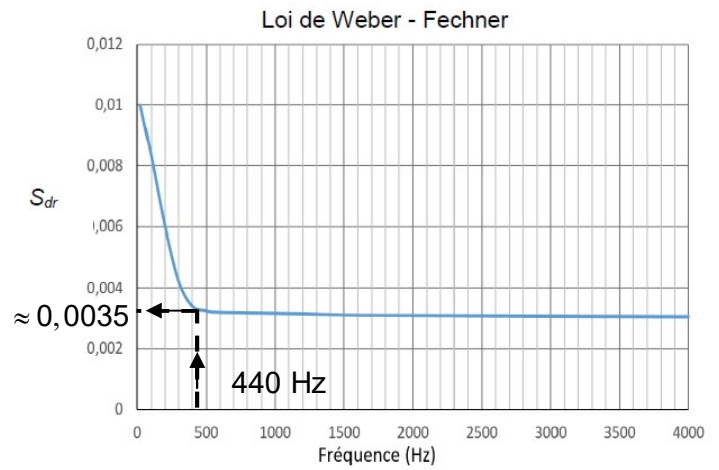
Vu que Kilian a une oreille entraînée par des années d'études musicales, le seuil différentiel relatif S_{dr} est donné par la relation $\left(\frac{\Delta f}{f} \right)_{\text{oreille entraînée}} = \frac{1}{1000} = 1 \times 10^{-3}$

Conclusion, pour Killian, le seuil différentiel est largement dépassé ($9 \times 10^{-3} > 1 \times 10^{-3}$) et Killian est capable de percevoir cette différence de hauteur.

15. Pour un autre danseur n'ayant pas l'oreille entraînée, il faut utiliser la courbe fournie :

Pour une note de fréquence 440 Hz, le seuil différentiel relatif vaut environ 0,0035.

La variation relative de fréquence est supérieure au seuil différentiel relatif ($0,009 > 0,0035$) donc le danseur pourra également percevoir la différence de hauteur.



16. L'effet Doppler permet d'expliquer le fait que la hauteur du son perçu par Kilian lors de son grand jeté est différente de celle de la note perçue lorsqu'il est immobile.

La courbe de Weber permet d'expliquer que cette différence de hauteur est perceptible pour toute oreille humaine.

Alice a raison : elle a bien joué une série de La3.

Kilian a lui aussi raison, il entend bien une différence de hauteur.

Le désaccord est lié à l'effet Doppler.