Soit deux sons purs, identifier pour chaque cas de figure, la perception qui résultent de la production de ces deux sons purs.

a) 440 Hz et 440,3 Hz

Pour des différences aussi faibles entre fréquences, il faut percevoir si la différence fréquentielle est audible.

Il faut calculer le différentiel en fréquence $\frac{\Delta f}{f}$ *(on sait qu'entre 200 et 5000 Hz, celui-ci est égal à 0,003 → voir cours 2)*

Ici $\Delta f = 440{,}3 - 440 = 0{,}3$ *et* $0{,}3/440 = 6{,}8.10^{-4} << 0{,}003$ *la différence est donc indiscernable.*

b) 440 Hz et 441 Hz

Ici $\Delta f = 441 - 440 = 1$ *et* $1/440 = 0{,}0022 < 0{,}003$ *la différence n'est donc discernable fréquentiellement.*
Cependant on perçoit une modulation de fréquence qui est assimilée comme l'association de deux fréquences.

Les deux signaux ont pour expression $x_1(t) = A.\sin(2.\pi.440.t)$ *et* $x_2(t) = A.\sin(2.\pi.441.t)$

Le signal résultant a la forme suivante :

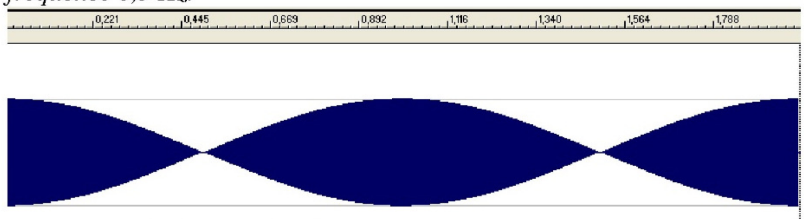
$$x(t) = x_1(t) + x_2(t) = A.[\sin(2.\pi.440.t) + \sin(2.\pi.441.t)]$$

$$\Rightarrow \quad x(t) = 2.\sin\left(\frac{2.\pi.440.t + 2.\pi.441.t}{2}\right).\cos\left(\frac{2.\pi.440.t - 2.\pi.441.t}{2}\right)$$

(relation trigonométrique)

$$\Rightarrow \quad \boxed{x(t) = 2.\sin(2.\pi.440{,}5.t).\cos(2.\pi.0{,}5)}$$

On s'aperçoit que le signal se décrit comme un signal de fréquence 440,5 Hz enveloppé par un signal de fréquence 0,5 Hz.



c) 440 Hz et 445 Hz

Même constat que précédemment : $x(t) = 2.\sin(2.\pi.442{,}5.t).\cos(2.\pi.2{,}5)$ *avec une modulation plus rapide.*

La fréquence perçue est la moyenne des deux fréquences composantes (ici 442,5 Hz)
La modulation est égale à la différence des deux fréquences composantes divisées par 2 (ici 2,5 Hz)

d) 440 Hz et 500 Hz

Lorsque la modulation dépasse 16 Hz, la modulation est difficile à percevoir, les fréquences ne peuvent plus fusionner, la perception distingue maintenant clairement deux fréquences dissociées.
L'outil perceptif permettant de mesurer l'intervalle entre les fréquences est le demi-ton par exemple, pour juger de la consonnance ou non des fréquences.

Ici log(500/440) = xlog(1,0595) → x = 2,21 2 demis-tons au dessus du La_3
C'est un Si_3

e) 440 Hz et 550 Hz

Ici log(550/440) = xlog(1,0595) → x = 3,9 4 demis-tons au dessus du La_3
C'est un Do_4

On peut aussi remarquer que le rapport 550/440 = 1,25 = 5/4
Ce qui correspond à la cinquième harmonique du 440Hz divisé par deux octaves (nous sommes dans un rapport de tierce)

f) 440 Hz et 660 Hz

Ici log(660/440) = xlog(1,0595) → x = 7 7 demis-tons au dessus du La_3
C'est un Mi_4

On peut aussi remarquer que le rapport 660/440 = 1,5 = 3/2
Ce qui correspond à la troisième harmonique du 440Hz divisé par un octave (nous sommes dans un rapport de quinte)