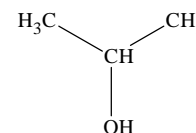


I. Suivi cinétique par spectrophotométrie d'une transformation lente (7,5 points)1. Quel est cet alcool ?

- Le document 1 permet de conclure quant à la famille organique avec les liaisons O-H à 3300 cm^{-1} et C-O à 1150 cm^{-1} . Il s'agit donc bien d'un alcool (et pas d'un composé carbonylé - aldéhyde ou cétone - car il n'y a pas de liaison C=O à 1700 cm^{-1}).
- Le document 2 est la signature de chaque molécule avec 3 signaux présents, soit 3 groupes d'H équivalents :
 - L'heptuplet ① à $\delta = 4\text{ ppm}$ correspond à l'H lié au carbone (près de l'oxygène) avec 6 H voisins ;
 - Le singulet ② à $\delta = 2,2\text{ ppm}$ correspond à l'H lié à l'oxygène avec aucun H voisin (singulet) ;
 - Le doublet ③ à $\delta = 1,2\text{ ppm}$ correspond aux 6 H liés au carbone central avec un H.
- Cet alcool est le propan-2-ol dont la formule semi-développée est :

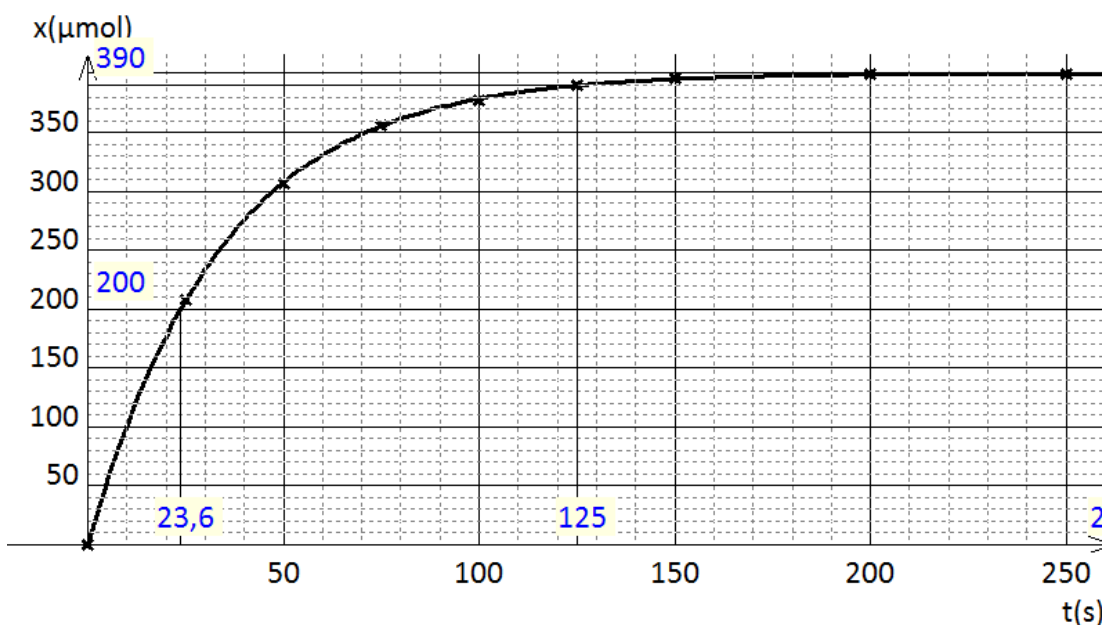
2. Réglage du spectrophotomètre

- Pour être le plus précis, il faut que la valeur de l'absorbance soit la plus grande. Ici, pour $A_{\text{max}} \approx 2,4$, on doit choisir la longueur d'étude proche de $\lambda = 530\text{ nm}$.
- D'après le « cercle chromatique », la solution absorbe principalement les radiations vertes. Elle diffuse donc la couleur complémentaire, soit le magenta.

3. Suivi de la transformation

- La loi de Beer-Lambert s'écrit : $A = \epsilon_{\lambda} \times \ell \times C$ avec la largeur ℓ de la cuve et la concentration C de la solution. Il s'agit d'une loi empirique qui ne s'applique que pour des solutions diluées et à longueur d'onde λ fixe.
- La solution devient de moins en moins magenta, car l'espèce colorée (MnO_4^-) disparaît au cours de la transformation. L'absorbance doit donc diminuer, ce que montre le document 4.
- La quantité d'ions permanganate vaut $n = C \times V$; A.N. : $n = 1,0 \cdot 10^{-2} \times 100,0 \cdot 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-3}\text{ mol} = 1,0\text{ mmol}$.
- Dans le tableau, on a $A(t = 125\text{ s}) = 0,53$.

Ce qui donne $x(t = 125\text{ s}) = 5,0 \times 10^{-4} \times (1 - 0,53/2,40) = 3,9 \times 10^{-4}\text{ mol} = x(t = 125\text{ s}) = 390\text{ }\mu\text{mol}$.
Sur le document 5, on vérifie que pour $t = 125\text{ s}$, on a bien l'avancement $x = 390\text{ }\mu\text{mol}$.



3.5. On détermine le réactif limitant entre les ions permanganate et l'alcool :

- Si MnO_4^- est en défaut : $1,0 \cdot 10^{-3} - 2 x_{\text{max}} = 0$ soit $x_{\text{max}} = 5,0 \cdot 10^{-4}\text{ mol}$.
- Si l'alcool est en défaut : $2,0 \cdot 10^{-3} - 5 x_{\text{max}} = 0$ soit $x_{\text{max}} = 4,0 \cdot 10^{-4}\text{ mol}$

On vérifie que l'alcool est bien limitant car lorsque l'avancement aura atteint la valeur de $400\text{ }\mu\text{mol}$, la réaction s'arrêtera (c'est d'ailleurs ce qu'on observe sur le document 5).

4. Cinétique

- 4.1. Le temps de demi réaction $t_{1/2} = 24$ s (voir le tracé page précédente).
- 4.2. Un catalyseur est une espèce chimique qui accélère une réaction possible, sans apparaître dans l'équation bilan (il est régénéré).
- 4.3. Ici, l'acide sulfurique n'est pas un catalyseur car il apparaît dans la réaction et apporte les ions H^+ présents dans l'équation bilan, donc consommés au cours du temps.
- 4.4. La réaction est plus rapide si elle s'effectue à température supérieure, car les molécules réactives étant plus agitées, elles engendreront plus de chocs efficaces, donc plus de réaction.
- 4.5. Sur le graphe ci-dessous, l'avancement maximal sera atteint plus rapidement ($t_{1/2} < 24$ s) car la réaction sera plus rapide si on augmente la concentration des réactifs (facteur cinétique).

II. Ondes et vitesse (7,5 points)

1. Le « bang » d'un avion

1.1. Quelques caractéristiques des ondes sonores

- 1.1.1 Les ondes sonores ne peuvent pas se propager dans le vide, leur propagation nécessite un milieu matériel, ce sont donc des ondes mécaniques
- 1.1.2 Une onde sonore se propage, c'est donc une onde **a) progressive**. Elle se propage dans toutes les directions qui lui sont offertes, il s'agit d'une onde **b) tridimensionnelle**. La direction de la propagation de l'onde sonore est parallèle à la direction de la perturbation, c'est une onde **d) longitudinale**.
Propositions a), b) et d) sont correctes.
- 1.1.3 Le son se propage dans tous les milieux matériels mais ne se propage pas dans le **c) vide**.

1.2. Ondes sonores produites par un avion

- 1.2.1 La célérité des ondes sonores à la température $\theta = -50^\circ C$ est donnée par la relation :

$$v_{\text{son}}(\theta) = v_{\text{son}}(0) \times \sqrt{1 + \frac{\theta}{273}} \rightarrow v_{\text{son}}(-50^\circ C) = 3,3 \times 10^2 \times \sqrt{1 + \frac{-50}{273}} \rightarrow v_{\text{son}}(-50^\circ C) = 3,0 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1}$$

- 1.2.2 L'avion vole à une vitesse de $v = 220 \text{ m.s}^{-1}$, soit à une vitesse v inférieure à celle du son à $-50^\circ C$, l'avion **n'a pas passé le mur du son**.

2. Le claquement d'un coup de fouet

- 2.1. Pour montrer l'homogénéité de cette relation il suffit de montrer que $\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ est homogène à une vitesse. Donc

$$\sqrt{\frac{F}{\mu}} \text{ est en m/s. } \mu \text{ est en kg/m et } F \text{ en kg.m.s}^{-2}. \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow \sqrt{\frac{\text{kg.m.s}^{-2}}{\text{kg.m}^{-1}}}. \text{Après simplification l'unité de } \sqrt{\frac{F}{\mu}} \text{ vaut } \sqrt{\text{m}^2.\text{s}^{-2}} \text{ soit m.s}^{-1}. \text{ Ce qui correspond à une unité de vitesse.}$$

- 2.2.1 D'après la figure 4, la perturbation met une durée $\tau = 8 \times \Delta t$ pour atteindre l'extrémité de la lanière, soit $\tau = 8 \times 3,5 \times 10^{-2} \text{ s}$. $\tau = 2,8 \times 10^{-1} \text{ s}$.

- 2.2.2 La lanière a une longueur $L = 3,0 \text{ m}$. La vitesse vaut $v = \frac{L}{\tau}$. $v = \frac{3,0}{2,8 \times 10^{-1}} = 1,1 \times 10^1 \text{ m.s}^{-1}$

- 2.3. Entre deux images il s'écoule une durée de $\tau' = 1/4000 \text{ s}$ pour une distance $d = 11 \text{ cm}$. $V' = \frac{d}{\tau'}$.

$$V' = \frac{0,11}{\frac{1}{4000}} = 0,11 \times 4000 = 4,4 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1}. \text{ Cette vitesse est supérieure à } 340 \text{ m.s}^{-1}, \text{ le mur du son a été dépassé}$$

par la mèche.

3. Cinémomètre Doppler

- 3.1. Une source d'onde de fréquence f_{source} est perçue par un récepteur en mouvement à une fréquence différente $f_{\text{récepteur}}$. La fréquence perçue dépend de la vitesse relative du récepteur par rapport à la source émettrice. Si la source et le récepteur sont en approche relative alors $f_{\text{récepteur}} > f_{\text{source}}$. Si la source émet des ondes sonores, elles seront perçues plus aiguës par le récepteur en mouvement relatif. En éloignement relatif on a $f_{\text{récepteur}} < f_{\text{source}}$. Les ondes sonores seront perçues plus graves par le récepteur. C'est l'effet Doppler. (Il s'applique également aux ondes électromagnétiques dont la lumière).

3.2.

- 3.2.1 La cible réfléchit les ondes du cinémomètre. Elle joue alors le rôle de l'émetteur (ou source). Tandis que le cinémomètre (en A ou B) est le récepteur.

3.2.2 La distance entre les cercles représente les longueurs d'onde. Dans la situation A₁ la longueur d'onde est constante. Ce qui correspond à une distance relative constante. La cible est donc immobile.

3.2.3

<p>L'observation du schéma montre que la longueur d'onde λ_{A1} est supérieure λ_{A2} ($\lambda_{A1} > \lambda_{A2}$). Comme $\lambda = \frac{v}{f}$ et que l'onde possède partout la même célérité v alors $\frac{v}{f_{A1}} > \frac{v}{f_{A2}}$. On en déduit que $f_{A1} < f_{A2}$ donc la cible s'approche du cinémomètre.</p>	
--	--

3.3.

3.3.1 On a $f_D = \frac{2 \times f_0 \times v_r}{c}$ donc $v_r = \frac{f_D \times c}{2 \times f_0} \rightarrow v_r = \frac{7416 \times 3,00 \times 10^8}{2 \times 24,125 \times 10^9} = 46,1 \text{ m.s}^{-1}$.

3.3.2 On convertit en km/h en multipliant le résultat précédent par 3,6. $v_r = 46,1 \times 3,6 = 166 \text{ km.h}^{-1}$ valeur conforme à celle affichée par le cinémomètre photographié

III. Propriétés des ondes lumineuses - Non-spécialistes seulement

1. Utilisation d'une fente verticale sur le chemin du faisceau laser

1.1. Le phénomène mis en évidence est la diffraction.

1.2. Voir le graphe page.

1.3. La courbe est une droite qui passe par l'origine. En utilisant les coordonnées du point M(8,0 ; 15,5), le coefficient directeur k de cette droite est $k = \frac{15,5 \text{ mm}}{8,0 \text{ mm}} = 1,9 \text{ mm} = 1,9 \times 10^{-6} \text{ m}^2$.

Le coefficient directeur k a bien une unité.

1.4. $\lambda_{\text{expl}} = \frac{a \times L}{2D} = \frac{L}{2D \times x}$ or $\frac{L}{x} = k$ coefficient directeur de la droite soit $\lambda_{\text{expl}} = \frac{k}{2D} = \frac{1,9 \times 10^{-6}}{2 \times 1,50}$

$\lambda_{\text{expl}} = 6,33 \times 10^{-7} \text{ m} = 633 \text{ nm}$

En utilisant les valeurs de L et a du tableau, on obtient les valeurs indiquées ci-dessous.

a (mm)	0,10	0,14	0,20	0,25	0,35	0,50
L (mm)	19	14,5	10	7,0	5,0	4,0
$x = \frac{1}{a}$ (en mm^{-1})	10	7,1	5,0	4,0	2,9	2,0
λ_{expl} (nm)	633	677	667	583	583	667
% d'erreur	2,56	4,10	2,56	10,3	10,3	2,56

1.5. Ecart relatif (en %) = $\frac{\lambda - \lambda_{\text{expl}}}{\lambda} \times 100 = \frac{650 - 633}{650} \times 100 = 2,62 \%$. Ce résultat est acceptable car il est

largement inférieur à 5%. **Pour les valeurs du tableau en gras**, ce résultat est inacceptable (10,3 %). D'où l'intérêt d'utiliser une courbe qui minimise les écarts.

2. Utilisation des fentes de Young sur le chemin du faisceau laser

2.1. Le phénomène mis en évidence est l'interférence de deux ondes.

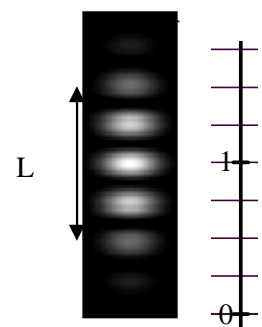
2.2. En utilisant 2 lasers identiques placés respectivement devant la fente S₁ et devant la fente S₂, on n'observerait pas le même phénomène d'interférences car les deux sources doivent être synchrones et cohérentes.

2.3. Le point O sur l'écran est lumineux. Comme O est sur la médiatrice du segment S₁S₂, on en déduit que

S₁O = S₂O et donc que $\delta = S_1O - S_2O = 0 = k \lambda$ avec $k = 0$. Donc les interférences en O sont constructives et O est lumineux.

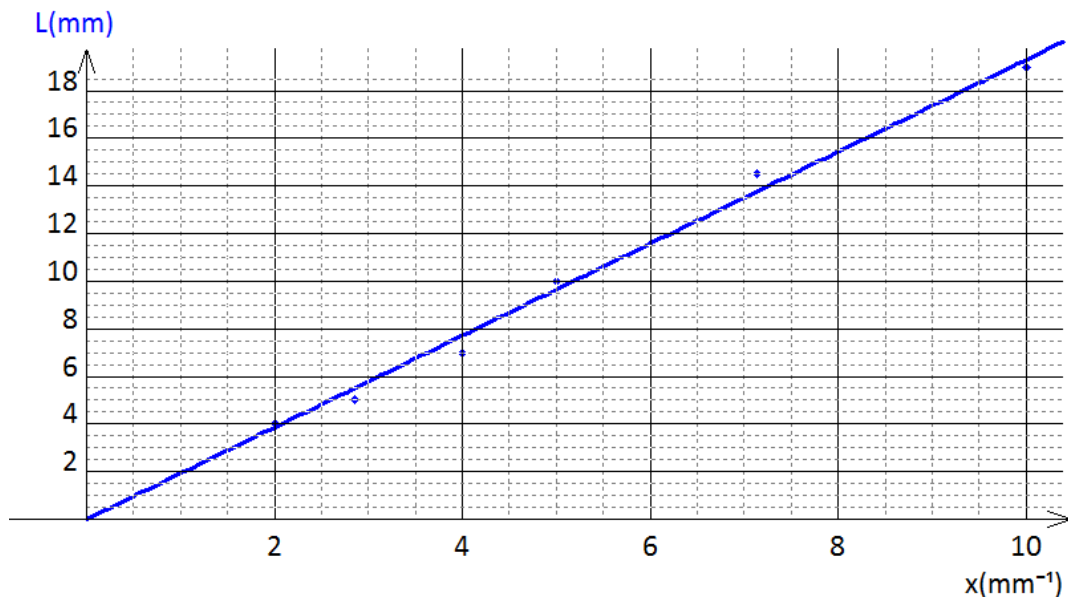
2.4. On mesure le maximum d'interfrange. $L = 4 \times i$ soit $i = \frac{L}{4} = \frac{1,0 \text{ cm}}{4} = 0,25 \text{ cm}$.

Document 2 ↴



$$2.5. \quad \lambda_{\text{exp2}} = \frac{i \times b}{D} = \frac{0,25 \times 10^{-2} \times 0,21 \times 10^{-3}}{80,0 \times 10^{-2}} = 6,6 \times 10^{-7} \text{ m} = 660 \text{ nm}$$

Le résultat est acceptable car l'écart relatif est de $\frac{660 - 650}{650} \times 100 = 1,5\%$



IV. Les oreilles irremplaçables - Spécialistes seulement (5 points)

1. Des bouchons d'oreille pour profiter de la musique !

1.1. Seul le bouchon moulé respecte le critère de l'atténuation inférieure à 25 dB. En effet, la courbe d'atténuation du bouchon moulé atténue les bruits entre 20 et 25 dB, maximum de 25 dB entre 4000 et 8000 Hz.

Par contre la courbe d'atténuation du bouchon en mousse présente des atténuations de bruit allant de 25 dB à 42 dB, elle ne descend jamais en dessous de 25 dB. Ces bouchons atténuent de trop les sons pour un musicien, qui n'aura pas alors de bonnes sensations.

1.2. Pour le bouchon en mousse l'atténuation est plus grande pour les sons de fréquence supérieure à 2000 Hz. Celui-ci atténue davantage les sons aigus.

1.3. Le bouchon en mousse ne modifie pas la fréquence du fondamental, ainsi la **hauteur n'est pas modifiée**. Par contre, il **modifie le timbre** car le spectre en fréquence (figure 11) est différent de celui de la flûte seule (figure 2).

1.4. Le bouchon en silicone, **ne modifie pas le timbre, ni la hauteur** du son. En effet les spectres en fréquence des figures 2 et 4 sont identiques.

1.5. $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \times \log\left(\frac{1,0 \times 10^{-2}}{1,0 \times 10^{-12}}\right)$ soit $L = 1,0 \times 10^2 \text{ dB}$

1.6. D'après la figure 1, l'atténuation du bouchon en silicone varie entre 20 dB et 25 dB. Le batteur est alors soumis à un niveau sonore compris entre 75 et 80 dB, soit en dessous du seuil de nocivité de 85 dB. Ses facultés auditives ne sont pas altérées au cours du concert.

2. Diagramme de Fletcher et Munson

2.1. Une courbe d'isotonie relie les points de même sensation sonore (en dB) et ce pour des fréquences allant de 20 à 20 000 Hz, alors que le son émis n'est pas (forcément) au même niveau sonore.

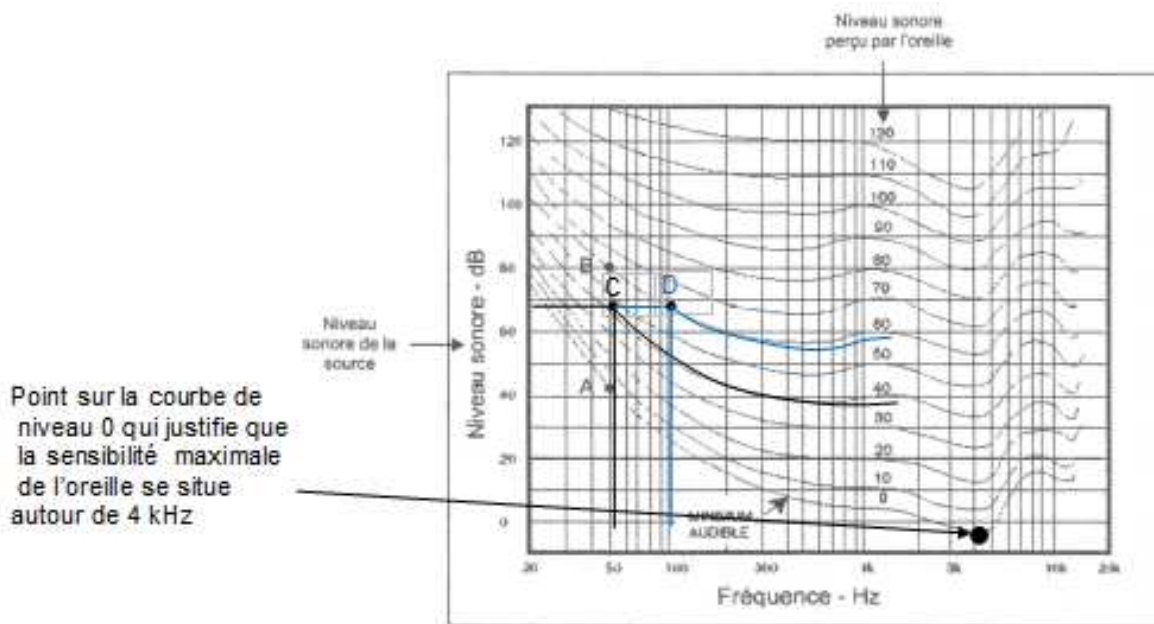
2.2. On note sur les courbes de Fletcher et Munson, on remarque pour chaque courbe d'isotonie, un minimum de niveau sonore aux alentours de 4 000 – 5 000 Hz. C'est la zone où l'oreille humaine est la plus sensible, où elle détectera le plus finement les sons.

2.3. Le son de niveau sonore 60 dB et de fréquence 50 Hz correspond au **point C**. Il est perçu par l'oreille avec un niveau sonore $L_C = 30 \text{ dB}$. Le son de niveau sonore 60 dB et de fréquence 100 Hz correspond au **point D**. Il est perçu par l'oreille avec un niveau sonore $L_D = 50 \text{ dB}$.

Voir diagramme page suivante.

3. Un casque innovant pour préserver l'audition des ouvriers sur un chantier

- La guerre contre les bruits environnants est menée aussi sur les chantiers.
- La dernière innovation est un casque dit actif. La technologie ANR met en œuvre le phénomène d'interférence destructive des ondes sonores. Le bruit extérieur se superpose au son généré par le petit haut-parleur du casque et l'amplitude des deux ondes sonores s'additionne. Les sons étant quasiment en opposition de phase, l'amplitude du son résultant est fortement réduite.
- Si l'on compare les courbes de niveau sonore en fonction de la fréquence du casque actif (courbe 3) à celle du casque passif (courbe 2), on observera une meilleure atténuation avec le casque actif pour des basses fréquences (de 63 Hz à environ 1 000 Hz et surtout entre 125 et 500 Hz) . Ensuite la différence d'atténuation est quasi nulle, sinon inversée.
- De part le coût du casque actif, on réservera celui-ci à des environnements produisant des sons plutôt « graves ». Mais attention, il ne faut pas s'isoler non plus du monde extérieur sous peine de ne pas entendre le danger arriver.



I	1	1	2	3	4	5	6			
	2.1	1								
	2.2	1	2							
	3.1	1	2	3						
	3.2	1	2							
	3.3	1	2						CS-U	
	3.4	1	2	3	4				CS-U	
	3.5	1	2							
	4.1	1	2							
	4.2	1	2							
	4.3	1	2							
	4.4	1								
	4.5	1								
										/30
	II	1.1.1	1	2						
1.1.2		1	2							
1.1.3		1								
1.2.1		1	2						CS-U	
1.2.2		1	2							
2.1		1	2	3						
2.2.1		1	2						CS-U	
2.2.2		1	2						CS-U	
2.3		1	2	3					CS-U	
3.1		1	2	3						
3.2.1		1								
3.2.2		1								
3.2.3		1	2							
3.3.1		1	2						CS-U	
3.3.2		1	2							
									/30	

III	1.1	1							
	1.2	1	2	3	4				
	1.3	1	2	3					CS-U
	1.4	1	2						
	1.5	1	2						
	2.1	1							
	2.2	1							
	2.3	1	2						
	2.4	1	2						CS-U
	2.5	1	2						CS-U
									/20
IV	1.1	1	2						
	1.2	1	2						
	1.3	1	2						
	1.4	1	2						
	1.5	1	2						CS-U
	1.6	1							
	2.1	1							
	2.2	1							
2.3	1	2							
synth	1	2	3	4	5				
									/20
TOTAL :									/80
NOTE :									/20