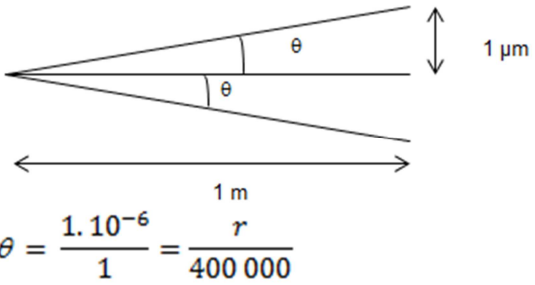


## CORRIGÉ

### EXERCICE I - La télémétrie LASER (7 points)

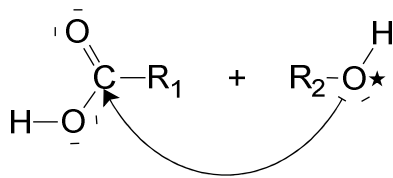
1. À propos du laser.			
	<i>Éléments de réponse</i>	<i>Critères d'évaluation</i>	<i>Points</i>
<b>1.1.</b>	$c = \lambda \cdot \nu \Rightarrow c = \left(\frac{\lambda}{2}\right) \cdot (2 \cdot \nu)$ <p>Si on double la fréquence, la longueur d'onde doit être divisée par deux pour conserver la valeur de c.</p>	<p><b>Toute solution utilisant à bon escient la relation</b> suggérée est acceptée.</p>	0.5
<b>1.2.1</b>	<p>L'énergie émise à la sortie d'un laser peut l'être de manière continue <b>ou pulsée</b>. Dans ce dernier cas, <b>toute l'énergie est concentrée en un temps très bref</b>. On parle alors de <b>concentration temporelle</b> du laser.</p>	<p>Toute solution citant la <b>concentration temporelle</b> du laser est acceptée.</p>	0.5
<b>1.2.2</b>	<p>D'après les éléments du document 1 :</p> $p = \frac{E}{\Delta t}$ $p = \frac{200 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-12}} \Rightarrow p = 10 \times 10^9 \text{ W} \Rightarrow p = 10 \text{ GW.}$ <p>C'est une puissance instantanée considérable.</p>	<p>On attend des élèves une juste utilisation de la <b>relation fournie</b> avec un <b>choix d'unité cohérent</b>.</p>	0.25 0.25
<b>1.3</b>	<p>L'énergie <math>E = 200 \text{ mJ}</math> représente un nombre gigantesque de photons, d'énergie <math>e</math> chacun.</p> $e = h \frac{c}{\lambda}$ $h \sim 10^{-33} \text{ J} \cdot \text{s}$ $c \sim 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \Rightarrow e \sim 2 \times 10^{-19} \text{ J}$ $\lambda \sim 0,5 \times 10^{-6} \text{ m}$ <p>Puisque <math>E \sim 0,2 \text{ J}</math> et que <math>E = N \cdot e</math></p> <p><u><math>N \sim 10^{18}</math> photons.</u></p>	<p>Cette question est plus difficile et on accepte toute solution fournissant un ordre de grandeur de <math>N</math> cohérent. Si le candidat choisit de faire les calculs avec les valeurs des différentes grandeurs, il ne lui sera pas tenu rigueur.</p> <p><b>4 x 0,25</b> (ordre de grandeur de <math>h</math>, <math>c</math>, <math>\lambda</math> et <math>e</math>)  <b>0,25</b> (pour <math>N = E/e</math>)  <b>0,25</b> (pour ordre de grandeur de <math>N</math>)</p>	1,5

1.4.1	<p>Par définition :</p>  <p>Où r représente le rayon de la tâche lumineuse obtenue sur la Lune. Donc r = 0,4 km.</p>	<p>On attend des élèves qu'ils montrent <b>leur juste compréhension des propos</b> des auteurs du document 3 et qu'ils <b>fournissent une solution cohérente</b>. On peut ainsi admettre une réponse du style "si le rayon diverge d'un micron pour un mètre parcouru, il divergera de 400 m compte tenu de la distance (400000 km) séparant les deux astres". Le schéma est juste conseillé, il ne sera donc pas tenu rigueur s'il est absent.</p>	0,5  0.5
1.4.2	<p>L'élargissement du faisceau induit donc une tâche circulaire lumineuse sur la surface de la Lune d'environ 0,8 km de diamètre. Le rapport <math>2r/D</math> vaut 400. L'élargissement du faisceau conduit donc à une tâche circulaire dont le diamètre est 400 fois supérieur à celui du faisceau à la sortie du télescope. Le phénomène d'élargissement est donc important.</p>	<p>On attend des élèves qu'ils <b>comparent les deux diamètres</b> et qu'ils fournissent un <b>commentaire convenablement rédigé</b>.</p>	0.25  0.25
<b>2. À propos de la mesure de la distance Terre-Lune.</b>			
2.1.1	<p>La distance Terre-Lune s'obtient par la relation <math>d_{TL} = \frac{c}{2} \cdot t_{TLT}</math></p> <p>AN : <math>d_{TL} = \frac{299792458}{2} \times 24164440511979 \times 10^{-13}</math></p> <p><math>d_{TL} = 362215850,86</math> m</p> <p>soit <math>d_{TL} = 362215,85086</math> km</p>	<p><b>La formule du calcul</b> est attendue ainsi que <b>l'application numérique</b>, en tenant compte que les calculatrices ne fournissent pas autant de chiffres significatifs que les calculs réalisés par l'OCA.</p> <p><b>La valeur en km</b> est attendue.</p>	0,5  0,5  0,25
2.1.2	<p>La précision des mesures permet de connaître la valeur de la mesure au cm près (d'après le tableau de l'OCA).</p>	<p>La précision au <b>dm près</b> sera <b>acceptée</b> car les élèves auront en tête la réponse à la question précédente.</p>	0,25
2.1.3	<p>Seule une horloge atomique est capable de mesurer des temps avec une précision picométrique.</p>	<p>On peut attendre d'un élève de terminale qu'il propose l'horloge</p>	0,25
2.2	<p><b>1<sup>ère</sup> hypothèse</b> : la <u>trajectoire</u> de la Lune autour de la Terre <u>n'est pas circulaire</u> et présente sans doute des « irrégularités ». Les distances obtenues le 27/11 montrent une faible variation autour d'une valeur (<math>369336 \pm 80</math>) km, tandis que celles du 29/11, montrent des variations plus importantes (<math>362978 \pm 794</math>) km.</p> <p><b>2<sup>ème</sup> hypothèse</b> : la vitesse de la lumière subit des variations lors du passage des différentes couches de l'atmosphère et des perturbations atmosphériques jamais identiques.</p>	<p>Cette question doit permettre de <b>mesurer la capacité des élèves à formuler des hypothèses</b>, à partir des documents fournis et de leurs connaissances. Toute autre hypothèse que celles-ci-contre peut être acceptée dès lors <b>qu'elle est accompagnée d'une argumentation</b>.</p> <p>2 hypothèses = 2 x 0,25 Rédaction = 0,25</p>	0.75

## EXERCICE II - L'estérification (8 points)

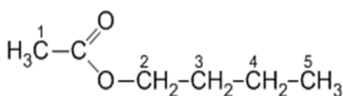
### 1. Mécanisme

	<i>Éléments de réponse</i>	<i>Critères d'évaluation</i>	<i>Points</i>
1.1.	L'acide carboxylique mis en jeu est donc l'acide butanoïque $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO}_2\text{H}$ et l'alcool est l'éthanol $\text{HO-CH}_2\text{-CH}_3$ .	Nom : 2 x 0,25 Formule : 2 x 0,25	1
1.2.	Le groupement $\text{-OH}$ de l'acide est remplacé par le groupement $\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$ de l'alcool. Il s'agit d'une réaction de substitution.	<b>Reconnaître une réaction de substitution et expliquer quel groupement est remplacé par quel autre.</b>	0,25 0,5
1.3.	Le carbone fonctionnel de l'acide est un site accepteur d'électron par la présence des deux atomes d'oxygène voisins plus électronégatifs que lui. L'oxygène de l'alcool est un site donneur d'électrons, car plus électronégatif que ces deux plus proches voisins (C et H). L'attaque du site accepteur se fait donc par le site donneur lorsque l'alcool et l'acide sont en contact.	<b>Reconnaître les deux sites donneur et accepteur d'électron.</b>  <b>Préciser pourquoi ils le sont.</b>  <b>Traduire l'attaque par une flèche du site donneur vers le site accepteur.</b>	2 x 0,25 2 x 0,25 0,25

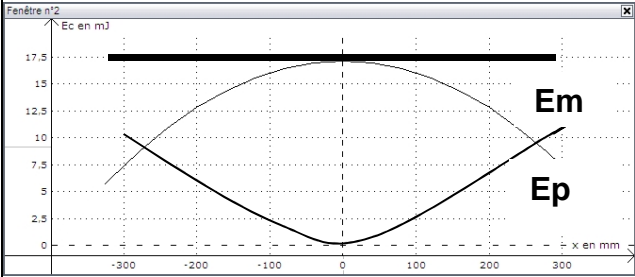


### 2. Synthèse

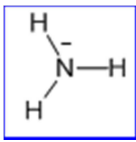
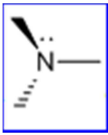
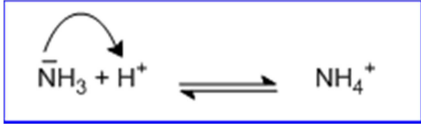
2.1.	Le montage à reflux permet de chauffer le mélange réactionnel <b>pour accélérer la transformation</b> . Il évite de surcroît de perdre <b>les vapeurs des réactifs et des produits formés</b> en permettant à ces dernières de <b>se condenser autour du réfrigérant</b> et de retomber dans le ballon.	Quelques phrases d'explication sur le rôle du montage à reflux.  On portera un intérêt particulier à la rédaction de cette réponse. (- 0,25 si cette dernière est défailante.)	0,25 0,25 0,25
2.2.	Dans l'étape 1, <b>le bain d'eau froide sert à ralentir le début de la réaction</b> . Dans l'étape 2, le bain d'eau glacée sert à <b>stopper la réaction en vue du titrage</b> .		0,25 0,25
2.3.	$n_{\text{acide}} = \frac{\rho_{\text{acide}} \times V_{\text{acide}}}{M_{\text{acide}}}$ de même $n_{\text{alcool}} = \frac{\rho_{\text{alcool}} \times V_{\text{alcool}}}{M_{\text{alcool}}}$ AN : $n_{\text{acide}} = \frac{1,05 \times 28}{60} = \mathbf{0,49 \text{ mol}}$ et $n_{\text{alcool}} = \frac{0,81 \times 44,8}{74} = 0,49 \text{ mol}$	Toute présentation qui mène au résultat attendu sera prise en compte pourvu qu'elle soit argumentée.  <u>Remarque</u> : Il est possible que des élèves, notamment ceux redoublant, utilisent le taux d'avancement de 67% dans leur	0,25 0,25

	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} + \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p>Au maximum, on pourra espérer obtenir autant d'ester que de réactif car <b>le mélange est équimolaire</b> et <b>les réactifs réagissent dans les mêmes proportions</b>.</p> <p><math>n_{\text{ester}} = 0,49 \text{ mol}</math> (tableau d'avancement possible)</p>	<p>réponse. Cela ne sera bien entendu pas pénalisé.</p>	<p>0,25 0,25</p>
<p><b>2.4</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La solution d'hydroxyde de sodium est basique (<u>HO<sup>-</sup> est une base</u>). elle est susceptible de réagir avec les espèces acides contenues dans le prélèvement, <u>les ions oxoniums H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> apportés par l'acide sulfurique</u>, quantité négligeable, et <u>surtout l'acide éthanoïque n'ayant pas réagi</u>.</li> </ul> <p>• <math>\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p><b>La quantité d'ester est égale à la quantité d'acide ayant réagi, soit la quantité initiale (connue) moins la quantité titrée (restante).</b></p>	<p>On attend que <b>le caractère basique des ions hydroxyde</b> soit cité, ainsi que <b>la réaction avec les ions oxonium provenant des deux acides</b> en jeu.</p> <p>On attend également que les élèves expliquent <b>comment le dosage des ions oxonium permet de connaître la quantité d'ester obtenu</b>.</p> <p>On n'attend pas que les élèves écrivent que la réaction de dosage doit être quantitative.</p>	<p>0,25  0,25  0,25</p>
<p><b>2.5.</b></p>	<p>La présence d'acide sulfurique (seul paramètre différent entre les variantes 1 et 2 ou 3 et 4) <b>accélère la réaction</b>. L'acide sulfurique est donc un catalyseur de la réaction.</p> <p><b>Une augmentation de température</b> permet à la réaction <b>d'évoluer plus rapidement</b>, (seul paramètre différent entre les variantes 2 et 4).</p> <p><b>Un excès</b> d'un des réactifs (variantes 5 et 4) permet <b>d'obtenir plus d'ester</b>, d'avoir un meilleur rendement.</p>	<p>On attend que les élèves commentent de manière correcte les différentes courbes, en citant l'influence du catalyseur, de la température et de la concentration.</p>	<p>0,25  0,25  0,25</p>
<b>3. Extraction, purification et identification</b>			
<p><b>3.</b></p>	<p><b>éthanoate de butyle</b> : RMN du proton</p> <p>Signal proton porté par le carbone C1: pas de voisin donc <b>singulet</b></p> <p>Signal proton porté par le carbone C2 : Deux voisins donc <b>triplet</b></p> <p>Signal proton porté par le carbone C3: Quatre voisins donc <b>quintuplet</b></p> <p>Signal proton porté par le carbone C4 : Cinq voisins donc <b>sextuplet</b></p> <p>Signal proton porté par le carbone C5 : Deux voisins donc <b>triplet</b></p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>0,25</p> <p>0,25</p> <p>0,25</p> <p>0,25</p> <p>0,25</p>	<p>1.25</p>

# EXERCICE III - Une molécule au service de la mesure du temps (5 points)

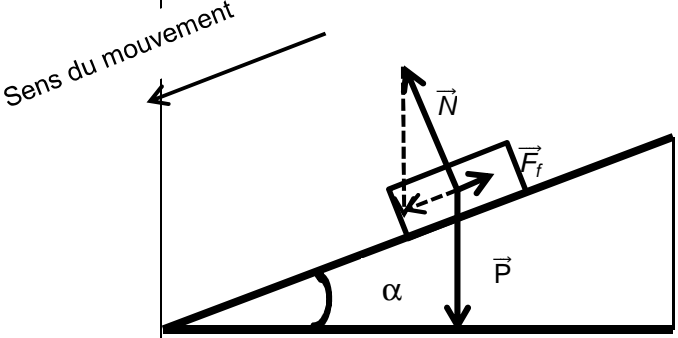
1. La mesure du temps par Galilée			
	<i>Éléments de réponse</i>	<i>Critères d'évaluation</i>	<i>Points</i>
<b>1.1.</b>	<p>Choix de la formule <math>T_0=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}</math> par analyse dimensionnelle</p> <p><u>Application numérique</u> : <math>T_0 = 3,04</math> s avec <math>l = 4 \times 0,573</math> m</p> <p><u>Comparaison avec la période du pendule proposé</u> (mesures réalisées à l'écran d'après le graphe de la fenêtre 1).</p> <p><math>5T_R</math> représentent un segment horizontal de 10,75 cm. Une période se dessine donc sur un segment de largeur 2,15 cm. Or 10 s sur l'axe horizontal sont représentées par un segment de 7,1 cm. On en déduit la valeur de <math>T_R</math> : <math>T_R = 3,03</math> s</p> <p><math>T_R = T_0</math> à <math>3.10^{-3}</math> près.</p>	<p>On attend <b>le choix de la formule par analyse dimensionnelle</b>, l'application numérique et une détermination précise de la période du pendule proposé. Une conclusion est souhaitée. (0.25 pour le choix + 0.25 pour l'argumentation)</p> <p>(0.25 pour une méthode + 0.25 pour la précision ou le soin apporté)</p>	1
<b>1.2.1</b>	<p><u>Angle maximal</u></p> <p><math>\sin \alpha_{\max} = \frac{x_{\max}}{l}</math>, avec <math>x_{\max} = 0,4</math> m et <math>l = 4 \times 0,573</math> m</p> <p><math>\frac{x_{\max}}{l} = 0,175</math> donc <math>\alpha_{\max} = 10,1^\circ</math></p>	<p>Extraction de <math>x_{\max}</math></p> <p>Relation <math>x_{\max}/l</math></p> <p>Valeur en degré</p>	0,25 0,25 0,25
<b>1.2.2</b>	<p><u>Vitesse maximale</u></p> <p><math>v_{\max} = \sqrt{\frac{2 \times E_{C(\max)}}{m}} \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{2 \times 17,5 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-3}}}</math> soit</p> <p><math>v_{\max} = 0,84</math> m.s<sup>-1</sup></p>	<p>Expression de <math>v_{\max}</math></p> <p>Application numérique</p>	0.25 0.25
<b>1.2.3</b>	 <p><math>E_M = E_C + E_P</math></p> <p>Quand le point G rebrousse chemin, sa vitesse s'annule, donc <math>E_C</math> évolue entre une valeur maximale, environ 17,5 mJ sur le graphe, et 0 mJ. De même <math>E_P</math> évolue entre 0 mJ et 17,5 mJ puisque l'énergie mécanique se conserve dans le cas du plomb. D'où l'allure des courbes <math>E_C</math>, <math>E_P</math> et <math>E_M</math> suivantes.</p>	<p>On attend des élèves qu'ils <b>repèrent que l'énergie mécanique se conserve</b>, grâce à la courbe <math>x = f(t)</math> et qu'ils <b>complètent le second graphe en expliquant la démarche.</b></p>	0,25 0,25

## 2. La molécule d'ammoniac

2.1	$T = \frac{1}{f}$ <p>Or <math>f = 24 \cdot 10^9</math> Hz donc <math>T = 4,2 \cdot 10^{-11}</math> s, soit 42 ps.</p>	On attend des élèves qu'ils traduisent l'information du texte pour obtenir la période.	0,25 0,25
2.2	<p>Formule de Lewis de l'ammoniac :</p>  <p>Représentation de Cram :</p> 	Bon usage des conventions pour la formule de Lewis et la représentation de Cram.	0,25 0,25
2.3	<p>L'<u>azote</u> possède un doublet non liant, c'est donc un <u>site donneur</u> d'électrons. Le <u>proton</u> est un <u>site accepteur</u> de doublet d'électrons. Par analogie avec le modèle utilisé pour les mécanismes en chimie organique, on attend des élèves qu'ils proposent le mécanisme suivant :</p> 	On attend des élèves qu'ils <b>adoptent les conventions</b> en usage en chimie organique et les utilisent pour rendre compte du transfert de proton. <b>La flèche correctement tracée est attendue</b>	0.25 0.25
2.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>pK_A = -\log 5,6 \cdot 10^{-10} = 9,3 \neq 10,2</math> l'affirmation A est donc fausse.</li> <li>• Prenons 1 mole d'ion ammonium, d'après la constante d'équilibre, le nombre de mole d'ammoniac en solution est de l'ordre de <math>10^{-5}</math> mole  <math>(K_A = \frac{[NH_3]^2}{[NH_4^+]^{1-x}} \approx x^2 \text{ soit } x \approx \sqrt{K_A})</math>. L'ion ammonium n'est donc pas totalement dissocié. Le calcul n'est pas attendu, on se contente de <math>K_A \ll 1</math>.</li> <li>• <math>pH=8 &lt; pK_A=9,2 \rightarrow NH_4^+</math> prédomine</li> </ul>	On attend une petite explication pour chaque choix.	0,25 0.25

## EXERCICE III - Spécialité « Ça farte ! » (5 points)

### « Ça farte ! »

	<i>Éléments de réponse</i>	<i>Critères d'évaluation</i>	<i>Points</i>
<b>1.1</b>	<p>À partir du schéma fourni en annexe :</p> 	<p>On attend une <b>construction correcte</b> avec <b>longueurs relatives des vecteurs ad hoc</b>.</p>	1
<b>1.2</b>	<p>Figure obtenue à partir de la <b>seconde loi de Newton</b> :</p> $\vec{N} + \vec{P} + \vec{F}_f = m\vec{a}_G$ <p>où <math>\vec{a}_G</math> représente le vecteur accélération du centre d'inertie concerné.</p> <p>Le mouvement étant rectiligne uniformément accéléré, <b>le vecteur <math>m\vec{a}_G</math> est dirigé selon la pente vers le bas</b>. Par conséquent la somme vectorielle <math>\vec{N} + \vec{P}</math> est un <b>vecteur colinéaire au vecteur <math>\vec{F}_f</math></b> et de sens opposé. <b>La longueur de <math>\vec{N} + \vec{P}</math> doit être plus grande que celle de <math>\vec{F}_f</math></b></p>	<p>On attend une légende du schéma précédent <b>convenablement rédigée</b> et <b>argumentée</b>.</p>	0.25  0.25  0.25
<b>2.</b>	<p>Le système acquiert de l'<b>énergie cinétique</b> par <b>transfert d'énergie potentielle de pesanteur</b>. Ce transfert n'est pas intégral, une partie en effet de l'<b>énergie perdue</b> l'est sous forme de <b>chaleur</b> au niveau du contact. Il s'ensuit un <b>changement d'état physique de la neige et l'apparition de goutte d'eau liquide</b> entre la neige et le ski. (Accepter toute description cohérente)</p>	<p>On attend un <b>paragraphe explicatif, convenablement rédigé mettant en exergue les expressions repérées dans les éléments de réponses</b>.</p> <p><b>0,75 point</b> indique que l'élève a dégagé les éléments pertinents des documents ou de ses connaissances, qu'il a su les exploiter (articulation des différents éléments, bonne maîtrise de la langue...) pour apporter une réponse satisfaisante à la question posée.</p>	0,75

		<p><b>0,5 point</b> pour une réponse du niveau précédent mais on note dans les réponses des maladresses, , une maîtrise de la langue parfois délicate, une réponse partielle à la question posée...</p> <p><b>0,25 point</b> indique seulement quelques éléments de réponse, sans une véritable articulation entre eux.</p>	
3.	<p>Les fluorocarbures sont hydrophobes. Cela a pour conséquence de rendre plus sphériques les gouttes d'eau qui se forment entre la semelle du ski et la neige. Les frottements induits par le contact semelle – eau sont ainsi minimisés puisque la surface de contact est moindre (différence bien repérable sur les schémas 1 et 2) et cela favorise donc la glisse.</p>	<p>On attend un <b>paragraphe explicatif, convenablement rédigé mettant en exergue les expressions repérées dans les éléments de réponses.</b></p> <p>Mêmes critères d'évaluation qu'à la question précédente, déclinés en 4 niveaux.</p>	0,75
4.1	<p>Les hydrocarbures sont formés de liaisons apolaires. La différence d'électronégativité entre un atome d'hydrogène et un atome de carbone le prouve (<math>2,6 - 2,1 = 0,5</math> ; elle est faible). Ils sont donc hydrophobes, tout comme les fluorocarbures.</p> <p>Lors de la glisse sur la neige des gouttes d'eau se forment donc aussi, cependant à l'inverse des fluorocarbures, les hydrocarbures sont nettement moins chers (document 3).</p>	<p>On attend que les élèves citent le <b>caractère hydrophobe des hydrocarbures en se référant aux électronégativités du carbone et de l'hydrogène.</b> On attend également qu'ils soulignent <b>leur coût moindre.</b></p>	0,5 0,25
4.2.	<p><b>Hypothèse</b> : la liaison C – F est polarisée : la différence d'électronégativité entre un atome de fluor et un atome de carbone est élevée : <math>4 - 2,6 = 1,4</math>. Mais le polymère est symétrique par rapport à la chaîne carbonée de sorte que l'effet constaté d'un bord est compensé de l'autre et globalement la molécule se comporte comme une molécule apolaire et n'interagit pas avec les molécules d'eau.</p>	<p>On attend des élèves qu'ils montrent <b>le caractère polaire d'une liaison C-F</b> et qu'ils formulent une hypothèse. Celle citée ci-contre est seulement un exemple. Il est possible par exemple que des élèves citent l'encombrement stérique. <b>Ce qui est évalué ici c'est la capacité à émettre une hypothèse.</b></p>	0,5 0,25