



**CHIMIE**  
**NIVEAU SUPÉRIEUR**  
**ÉPREUVE 3**

Jeudi 13 mai 2010 (matin)

1 heure 15 minutes

Numéro de session du candidat

0	0							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

**INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS**

- Écrivez votre numéro de session dans la case ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Répondez à toutes les questions de deux des options dans les espaces prévus à cet effet. Vous pouvez rédiger vos réponses sur des feuilles de réponses supplémentaires. Écrivez votre numéro de session sur chaque feuille de réponses que vous avez utilisée et joignez-les à cette épreuve écrite et à votre page de couverture en utilisant l'attache fournie.
- À la fin de l'examen, veuillez indiquer les lettres des options auxquelles vous avez répondu ainsi que le nombre de feuilles utilisées dans les cases prévues à cet effet sur la page de couverture.

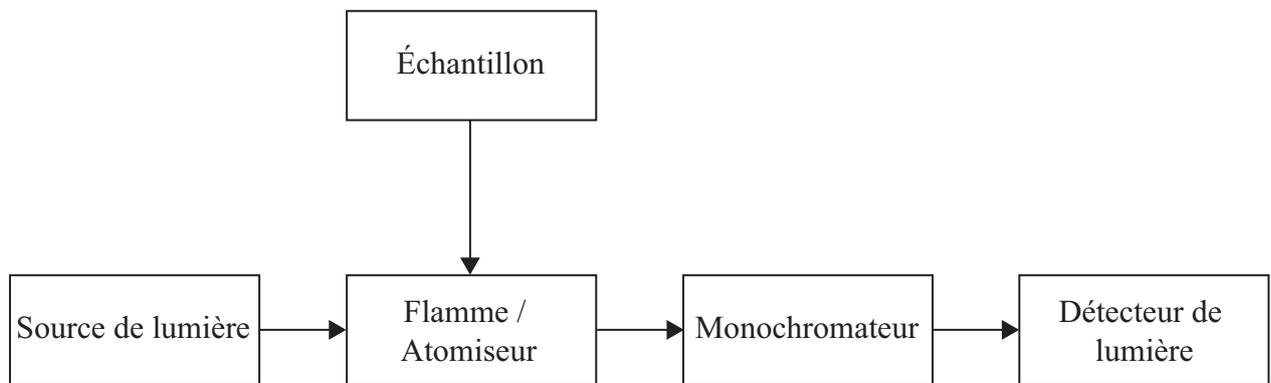


**Option A — Chimie analytique moderne**

**A1.** Exprimez **deux** raisons de l'utilisation des techniques analytiques dans la société moderne. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

**A2.** Un étudiant analyse la quantité de  $\text{Cu}^{2+}$  dans un échantillon d'eau au moyen de la spectroscopie d'absorption atomique. Un schéma simplifié d'un spectromètre d'absorption atomique est illustré ci-dessous.



(a) Exprimez la caractéristique essentielle de la lampe qui fournit la source de lumière. [1]

.....  
.....

(b) Décrivez ce qui arrive aux ions  $\text{Cu}^{2+}$  (aq) quand ils sont introduits dans l'atomiseur. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

*(Suite de la question à la page suivante)*



(Suite de la question A2)

- (c) Expliquez comment l'étudiant peut déterminer la concentration des ions  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  dans l'échantillon d'eau à l'aide d'un spectromètre d'absorption atomique et d'une solution de  $\text{CuSO}_4$   $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ . [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- A3. (a) Expliquez pourquoi la molécule d'azote,  $\text{N}_2$ , n'absorbe pas les radiations infrarouges. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Décrivez **deux** vibrations dans la molécule d'eau qui absorbent les radiations infrarouges. [2]

.....

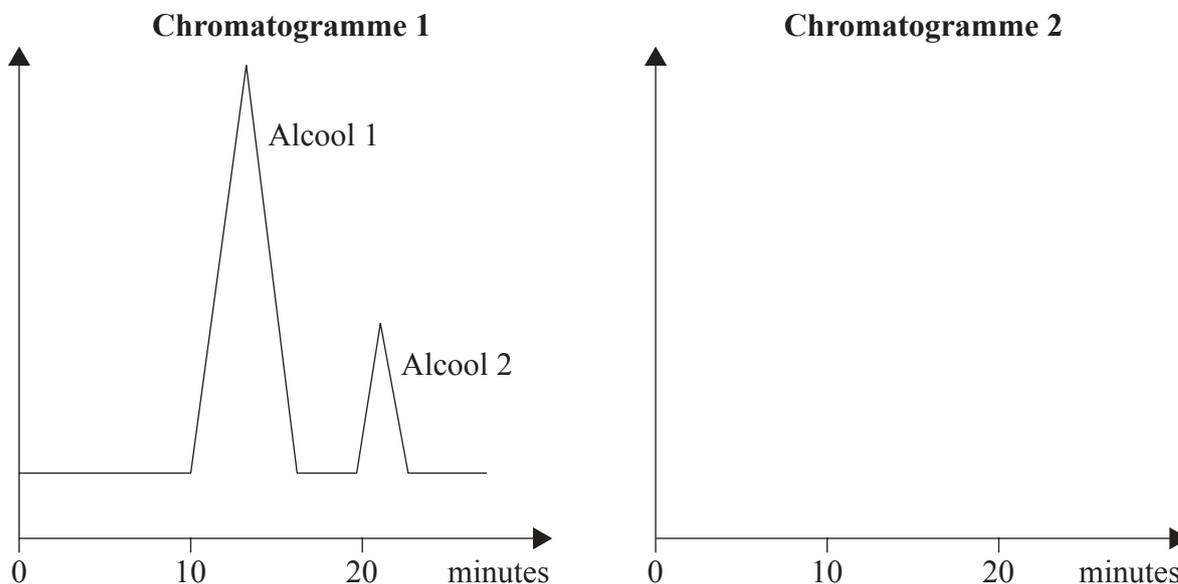
.....

.....

.....



- A4. (a) Un mélange de deux alcools a été analysé par chromatographie liquide à haute performance, CLHP, et a produit le chromatogramme 1 ci-dessous. Dans l'espace fourni pour le chromatogramme 2, esquissez le chromatogramme si la colonne du chromatographe était remplie de façon moins compacte, toutes les autres variables étant maintenues constantes. [2]



- (b) Identifiez une phase mobile et une phase stationnaire possibles pour la chromatographie CLHP et la chromatographie gaz-liquide, CGL. [4]

Technique chromatographique	Phase stationnaire	Phase mobile
CLHP		
CGL		

- (c) Déduisez quelle technique, CLHP ou CGL, peut être utilisée pour analyser un échantillon d'urine d'un athlète pour détecter le stéroïde anabolisant tétrahydrogestrinone, THG. [1]

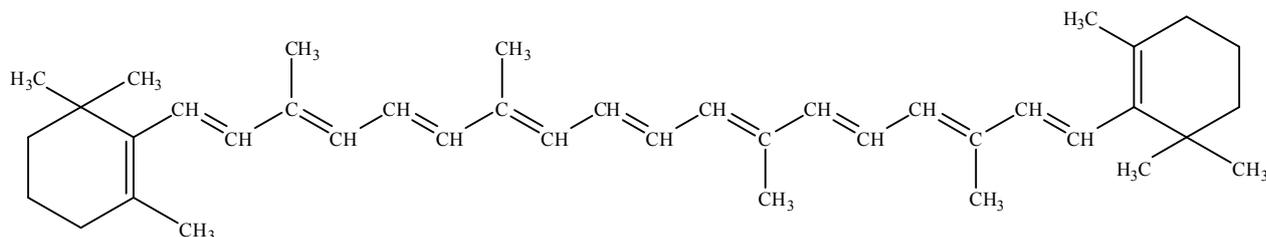
.....

- (d) Résumez comment la technique choisie dans la partie (c) serait mise en œuvre pour confirmer la présence du stéroïde THG dans l'échantillon d'urine. [2]

.....  
 .....  
 .....  
 .....



A5. Le  $\beta$ -carotène participe à la formation de la vitamine A. Ses sources comprennent les carottes, le brocoli et les légumes à feuilles vert sombre. Sa structure est illustrée ci-dessous.



Expliquez si le  $\beta$ -carotène absorbe les radiations ultraviolettes ou les radiations visibles.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**Option B — Biochimie humaine**

**B1.** On peut déterminer la valeur énergétique d'un aliment à l'aide d'un calorimètre pour produits alimentaires.

La combustion de 2,00 g de pain séché dans un calorimètre pour produits alimentaires a augmenté de 20,5 °C à 29,0 °C la température de 600 cm<sup>3</sup> d'eau. Calculez la valeur énergétique du pain en kJ par 100 g. La chaleur massique de l'eau = 4,18 J g<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>. [4]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**B2.** Les protéines sont des polymères naturels.

(a) Énumérez **quatre** fonctions principales des protéines dans l'organisme humain. [2]

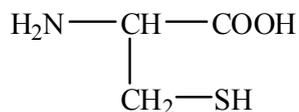
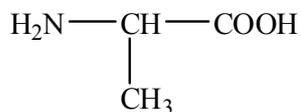
.....  
.....  
.....  
.....

*(Suite de la question à la page suivante)*



(Suite de la question B2)

- (b) Déduisez les structures de **deux** tripeptides différents qui peuvent se former quand les trois acides aminés ci-dessous réagissent ensemble. [2]



- (c) Exprimez le type de liaison responsable de la stabilité des structures primaire et secondaire des protéines. [2]

Primaire:

.....

Secondaire:

.....

- (d) Décrivez et expliquez la structure tertiaire des protéines. Votre réponse doit inclure toutes les liaisons et les interactions responsables de la structure tertiaire. [2]

.....  
.....  
.....  
.....



**B3.** (a) Exprimez ce que signifie le terme *fbre alimentaire*. [1]

.....  
.....

(b) Décrivez l'importance d'une alimentation riche en fibres alimentaires et énumérez **deux** problèmes de santé en rapport avec une alimentation pauvre en fibres alimentaires. [2]

.....  
.....  
.....

**B4.** Calculez le nombre de liaisons doubles carbone-carbone dans l'acide linoléique,  $C_{18}H_{30}O_2$ , sachant que 7,7 g d'iode,  $I_2$ , réagissent avec 2,8 g d'acide linoléique. [2]

.....  
.....  
.....

**B5.** L'organisme peut utiliser le glucose par voie aérobie ou, au cours d'un exercice vigoureux, par voie anaérobie. Comparez la respiration aérobie et la respiration anaérobie du glucose en termes de processus d'oxydoréduction et de libération d'énergie. Écrivez l'équation globale pour la respiration aérobie. [5]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



**B6.** Les acides nucléiques, ARN et ADN, sont des polymères constitués de nucléotides. Distinguez les structures de l'ARN et de l'ADN.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**Option C — La chimie dans l'industrie et la technologie**

**C1.** La nanotechnologie crée et utilise des structures qui présentent des propriétés nouvelles en raison de leur taille.

(a) Exprimez la gamme de tailles des structures impliquées en nanotechnologie. [1]

.....  
.....

(b) Distinguez techniques physiques et techniques chimiques dans la manipulation des atomes pour former des molécules. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(c) Discutez **deux** conséquences de la nanotechnologie. [2]

.....  
.....  
.....  
.....



**C2.** Les polymères d'addition sont largement utilisés dans la société. Les propriétés des polymères d'addition peuvent être modifiées par l'introduction de certaines substances.

- (a) Pour deux polymères d'addition différents, décrivez et expliquez **une** méthode permettant de modifier leurs propriétés. [4]

Premier polymère :

.....  
.....  
.....  
.....

Deuxième polymère :

.....  
.....  
.....  
.....

- (b) Discutez **deux** avantages et **deux** inconvénients de l'utilisation du poly(éthène). [2]

.....  
.....  
.....  
.....



**C3.** Les détergents constituent un exemple de cristaux liquides lyotropes.

- (a) Exprimez **un** autre exemple de cristal liquide lyotrope et décrivez la différence entre les cristaux liquides lyotropes et thermotropes. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Nommez un cristal liquide thermotrope. [1]

.....

.....

- (c) Expliquez, à l'échelle moléculaire, le comportement de cristal liquide du cristal liquide thermotrope nommé dans la partie (b). [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**C4.** On peut produire le chlore, l'hydrogène et l'hydroxyde de sodium par électrolyse d'une solution concentrée de chlorure de sodium en utilisant une cellule à membrane.

(a) Expliquez le but de la membrane dans la cellule à membrane. [1]

.....  
.....

(b) Exprimez **deux** différences principales entre la cellule à membrane et la cellule à diaphragme. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(c) Discutez les raisons pour lesquelles la cellule à membrane a remplacé la cellule à mercure et la cellule à diaphragme dans la production du chlore, de l'hydrogène et de l'hydroxyde de sodium. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



**Option D — Les médicaments et les drogues**

**D1.** Les médicaments peuvent être prescrits pour traiter diverses maladies et aider à la guérison de l'organisme humain ; cependant, tout médicament peut présenter des risques potentiels. Les propriétés de trois médicaments sont résumées ci-dessous.

Médicament	Effet physiologique	Effets secondaires	Intervalle thérapeutique
<b>A</b>	élevé	sévères	moyen
<b>B</b>	modéré	modérés	étroit
<b>C</b>	faible	minimes	large

Suggérez quel médicament (**A**, **B** ou **C**) pourrait être

(a) considéré comme suffisamment dépourvu de risque pour être pris par des patients sans surveillance. [1]

.....

(b) administré **uniquement** par un personnel qualifié. [1]

.....

(c) utilisé **uniquement** en cas d'urgence médicale. [1]

.....

**D2.** Les drogues antivirales sont utilisées dans le traitement du VIH et d'autres infections virales.

Décrivez **deux** modes d'action des drogues antivirales. [2]

.....  
.....  
.....  
.....



**D3.** Les analgésiques légers comme l’aspirine et les analgésiques puissants comme les opiacés diffèrent non seulement par leur puissance mais également par leur mode d’action sur le système nerveux central.

(a) Décrivez comment les analgésiques légers et puissants combattent la douleur. [2]

Analgésiques légers :

.....  
.....

Analgésiques puissants :

.....  
.....

(b) Discutez **deux** avantages et **deux** inconvénients d’utiliser la morphine et d’autres opiacés pour combattre la douleur. [4]

Avantages :

.....  
.....  
.....  
.....

Inconvénients :

.....  
.....  
.....  
.....

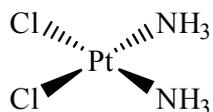
(c) Expliquez pourquoi l’héroïne est une drogue plus puissante que la morphine. [2]

.....  
.....  
.....  
.....





**D6.** Les complexes plans de formule  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$  peuvent exister sous forme de deux isomères. Un de ces isomères, le *Cisplatine*, est un agent antinéoplasique courant dont la formule structurale est la suivante.



Dessinez une formule structurale pour le deuxième isomère et exprimez le type d'isomérisation représentée par ces deux complexes. [2]

Type d'isomérisation : .....



**Option E — Chimie de l'environnement**

**E1.** L'effet de serre maintient la température moyenne de la Terre à un niveau habitable. Les constituants de l'atmosphère terrestre responsables de cet effet sont appelés gaz à effet de serre.

(a) Les principaux gaz à effet de serre sont la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone. Exprimez **deux** autres gaz à effet de serre. [2]

.....

(b) Décrivez comment les gaz à effet de serre causent l'effet de serre. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(c) Discutez **trois** implications possibles du réchauffement de la planète sur la production alimentaire mondiale. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



**E2.** L'élimination des déchets nucléaires constitue une importante préoccupation écologique.

- (a) Exprimez **une** source de déchets faiblement radioactifs et **une** source de déchets hautement radioactifs. [2]

Déchets faiblement radioactifs :

.....

Déchets hautement radioactifs :

.....

- (b) On considère les types de déchets radioactifs suivants.

Type	Déchets	Isotopes	Demi-vie	Émissions
<b>A</b>	seringues et autres matériels jetables utilisés en radiothérapie	<sup>90</sup> Y	64 heures	β <sup>-</sup>
<b>B</b>	solution aqueuse diluée de complexes de cobalt-60	<sup>60</sup> Co	5,3 ans	β <sup>-</sup> , γ
<b>C</b>	matériaux solides partiellement traités d'un réacteur nucléaire	U, Pu, Am et autres actinides	10 <sup>3</sup> -10 <sup>9</sup> ans	α, γ

Identifiez quelle méthode peut être utilisée pour éliminer les déchets radioactifs **A**, **B** et **C**.

- (i) La vitrification, suivie du stockage à long terme dans des dépôts souterrains: [1]

.....

- (ii) Le stockage pendant deux mois dans un conteneur non blindé, suivi de l'élimination comme un déchet normal (non radioactif): [1]

.....

- (iii) L'échange ionique et l'adsorption sur l'hydroxyde de fer(II), le stockage dans un conteneur blindé pendant 50 ans, puis le mélange avec du béton et l'enfouissement dans un sol à faible profondeur: [1]

.....



**E3.** Les chlorofluorocarbures (CFC) et autres agents responsables de la déplétion de la couche d’ozone réduisent la concentration de l’ozone dans la stratosphère terrestre et augmentent l’exposition des humains et des autres organismes vivants à de dangereuses radiations UV.

(a) Exprimez **deux** produits de substitution possibles des CFC. [1]

.....  
.....

(b) Exprimez **deux** inconvénients liés à l’usage de produits de substitution des CFC. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(c) En vous servant d’équations, décrivez un mécanisme en deux étapes de la décomposition de l’ozone catalysée par le monoxyde d’azote. [2]

Étape 1 :

.....

Étape 2 :

.....

(d) Expliquez pourquoi les radiations UV dont  $\lambda = 300$  à  $330$  nm contribuent à la décomposition photochimique de l’ozone, mais pas à la formation d’ozone à partir de l’oxygène. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



**E4.** (a) Décrivez les conditions atmosphériques et géographiques qui favorisent la formation du brouillard photochimique (smog). [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(b) Les nitrates de peroxyacétyle (NPA) sont des polluants secondaires courants présents dans le brouillard photochimique (smog). Écrivez une équation chimique pour la formation d'un NPA. [1]

.....



**Option F — Chimie alimentaire**

**F1.** La conservation des aliments est importante partout dans le monde.

(a) Expliquez la signification du terme *durée de conservation*. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(b) Discutez de **deux** facteurs qui peuvent affecter la durée de conservation des aliments. [4]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



F2. (a) Décrivez les différences de structure entre l'acide gras saturé  $C_{16}H_{32}O_2$  et l'acide gras insaturé  $C_{16}H_{26}O_2$ . [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(b) Décrivez comment  $C_{16}H_{26}O_2$  peut être converti en  $C_{16}H_{32}O_2$ . [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(c) Les acides gras sont les constituants des graisses et des huiles. Décrivez **un** avantage des produits formés par hydrogénation des graisses et des huiles. [1]

.....  
.....



F3. (a) Définissez le terme *antioxydant* et exprimez son usage. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(b) Discutez d'un inconvénient lié à l'utilisation des antioxydants naturels et synthétiques. [2]

Antioxydants naturels :

.....  
.....

Antioxydants synthétiques :

.....  
.....

(c) Les agents réducteurs et les agents chélateurs sont deux types d'antioxydants. Expliquez en quoi leurs modes d'action sont différents. Nommez **une** source d'origine naturelle pour chaque type d'antioxydant. [4]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



**F4.** Les structures de certains anthocyanines et caroténoïdes sont données au Tableau 22 du Recueil de Données. Déduisez et expliquez si les anthocyanines et les caroténoïdes sont hydrosolubles ou liposolubles.

[4]

Anthocyanines:

.....  
.....  
.....  
.....

Caroténoïdes:

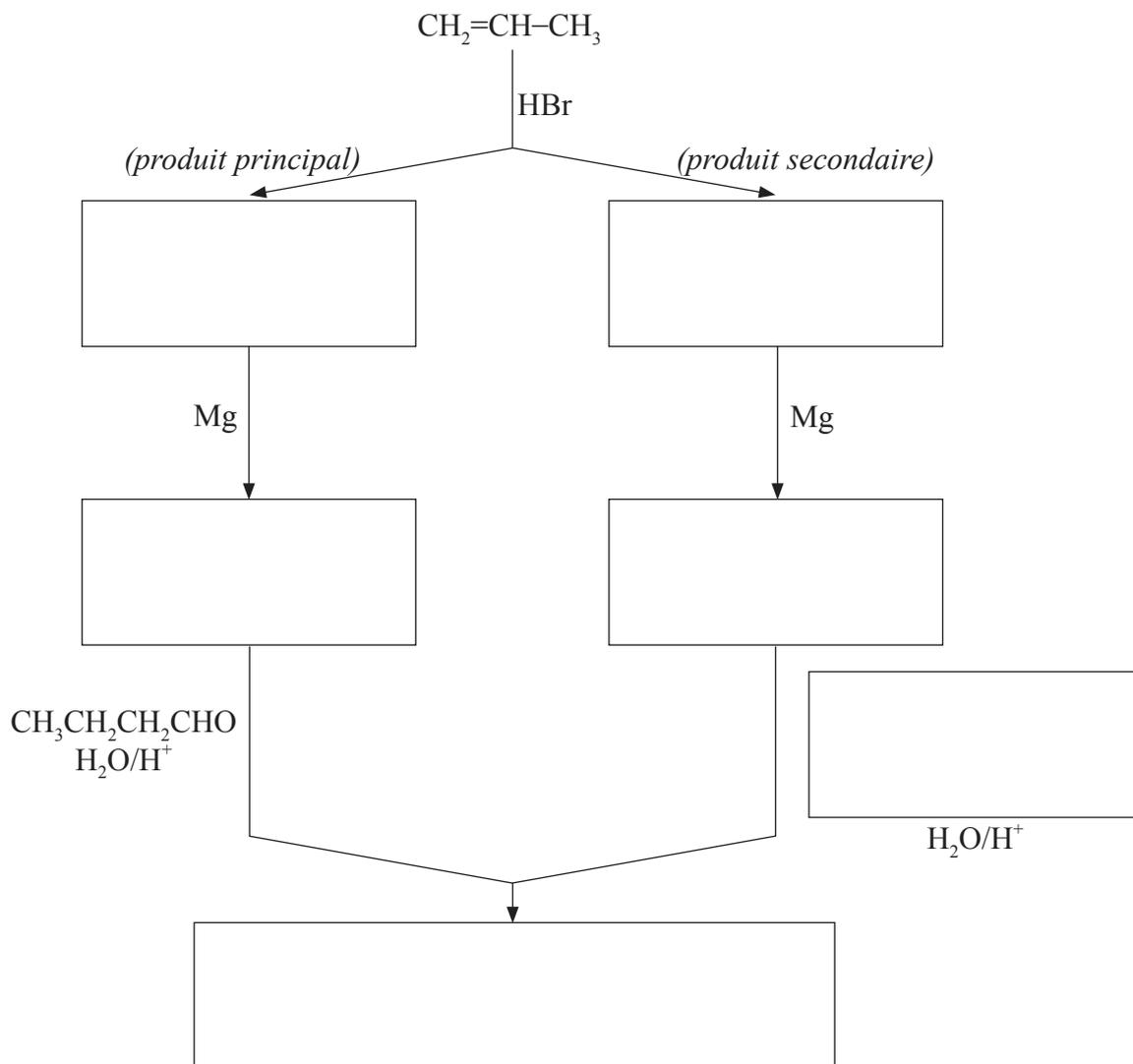
.....  
.....  
.....  
.....



**Option G — Complément de chimie organique**

**G1.** L'addition des halogénures d'hydrogène aux alcènes asymétriques produit un mélange d'halogénoalcanes. Ces derniers peuvent être convertis en réactifs de Grignard, par réaction avec le magnésium métallique, puis utilisés pour la préparation de molécules organiques diverses ayant un nombre accru d'atomes de carbone.

- (a) Exprimez dans les cases ci-dessous les formules des substances organiques nécessaires pour compléter les mécanismes réactionnels suivants. [4]



(Suite de la question à la page suivante)



*(Suite de la question G1)*

- (b) À l'aide d'équations et de flèches courbes pour représenter le mouvement des paires électroniques, décrivez le mécanisme de la réaction entre le propène et le bromure d'hydrogène. Comparez les stabilités relatives des deux carbocations intermédiaires qui conduisent à la formation des produits principal et secondaire.

[4]



**G2.** L'acidité des acides carboxyliques dépend de la longueur de la chaîne de carbone et de la nature des substituants sur leurs molécules. Le Tableau 15 du Recueil de Données en présente quelques exemples.

(a) Exprimez et expliquez comment la présence d'atomes d'halogènes sur la chaîne hydrocarbonée influe sur l'acidité des acides carboxyliques. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(b) Exprimez comment l'acidité de l'acide 3-chloropropanoïque se compare à celle de l'acide propanoïque et à celle de l'acide chloroéthanoïque. [1]

.....  
.....

(c) Suggérez la valeur du  $pK_a$  de l'acide 3-chloropropanoïque. [1]

.....



**G3.** L'alkylation du benzène est un processus industriel courant qui permet d'introduire des substituants sur le cycle aromatique.

(a) Exprimez une équation qui illustre la réaction du benzène avec le chlorométhane en présence d'un acide de Lewis. [1]

(b) En vous servant d'équations et de flèches courbes pour représenter le mouvement des paires électroniques, décrivez le mécanisme de la réaction ci-dessus. [4]



**G4.** Quand le benzène subit une alkylation, plus d'un substituant peut être introduit sur le cycle aromatique. Par contre, l'acylation du méthylbenzène ne donne habituellement qu'un seul produit organique.

(a) Exprimez une équation, en vous servant de formules structurales, pour montrer la réaction du méthylbenzène avec le chlorure d'éthanoyle en présence d'un acide de Lewis. [2]

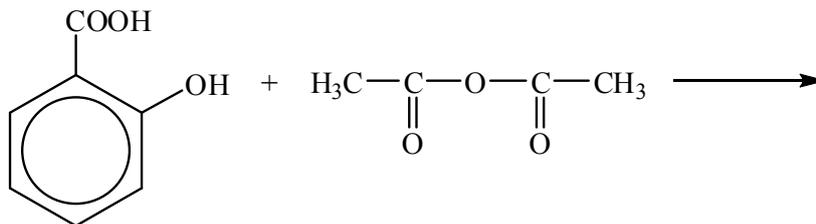
(b) Donnez **deux** raisons pour lesquelles il ne se forme pas d'autres produits organiques dans cette réaction. [2]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



G5. Exprimez les formules structurales des **deux** produits organiques formés dans la réaction ci-dessous et exprimez le type de réaction.

[3]



Type de réaction : .....

---

