

Partie 1 commune à tous les candidats (10 points)

Étude de la composition chimique d'un vaccin

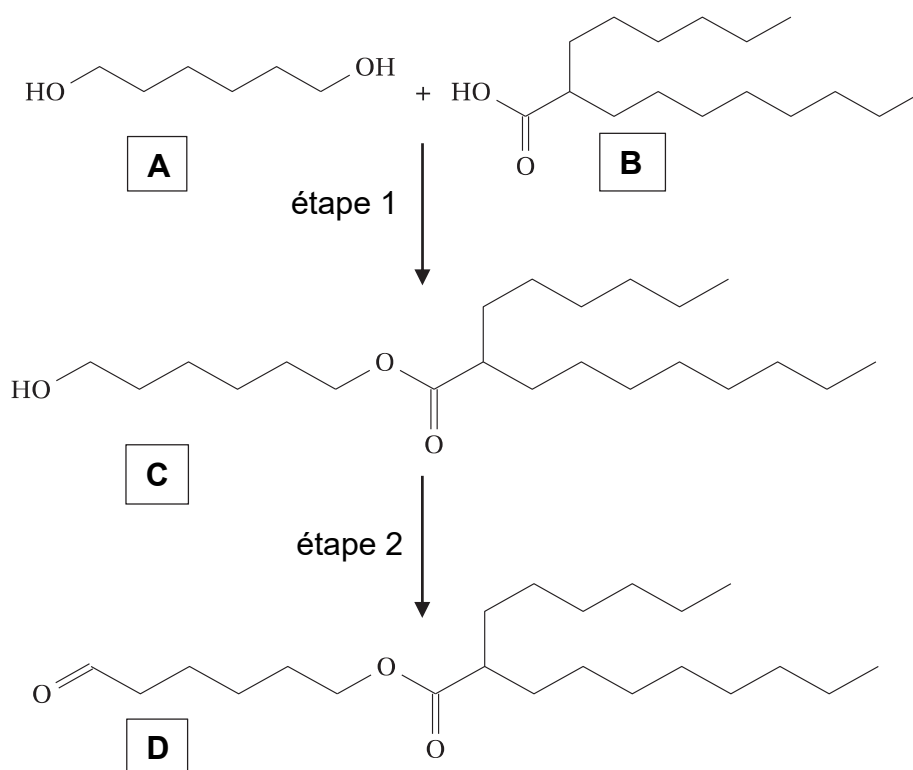
Dans le cadre de la vaccination étudiée, l'organisme apprend à se défendre contre un virus grâce à l'ARN messager qui en constitue le principe actif. D'autres constituants composent le vaccin comme des lipides et des sels.

Les lipides

L'ARN est entouré d'une enveloppe à base de lipides, comme par exemple la molécule ALC-0315.

Afin de produire ce lipide, il faut synthétiser dans un premier temps la molécule **D** présentée dans le **document 1**.

Document 1 : schéma réactionnel de synthèse



- 1.1) Les réactifs de l'étape 1 sont l'hexan-1,6-diol et l'acide 2-hexyldécanoïque. Associer sur votre copie ces deux noms aux molécules **A** et **B** du **document 1**.
- 1.2) Donner le nom de la réaction chimique entre les réactifs **A** et **B** permettant d'obtenir la molécule **C**.

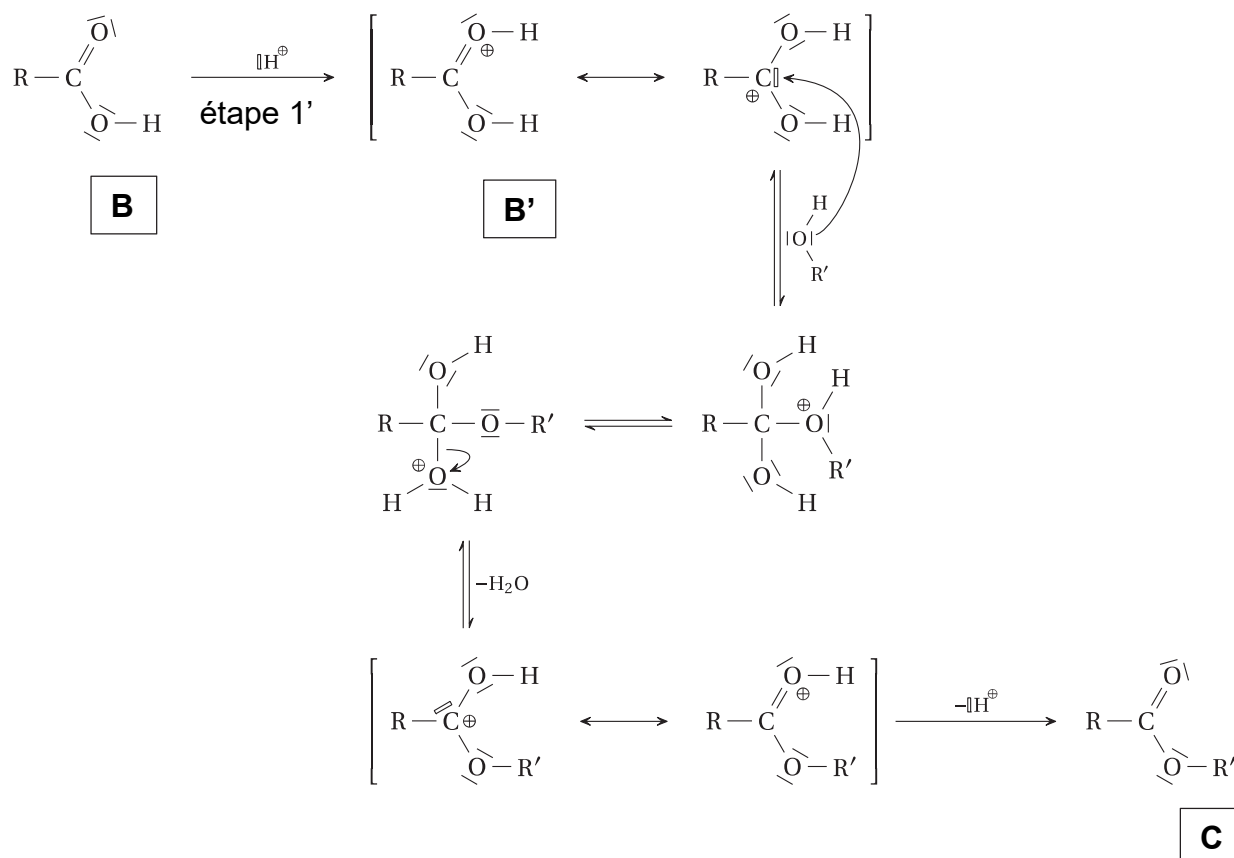
Cette transformation chimique est limitée.

- 1.3) Proposer une méthode permettant d'améliorer le rendement de la réaction chimique de l'étape 1 présentée dans le **document 1**.

C'est aussi une transformation chimique lente. L'emploi d'un catalyseur est nécessaire afin d'augmenter sa vitesse de réaction.

Pour la suite la molécule **B**, présentée dans le **document 1**, sera notée RCOOH.

Document 2 : mécanisme réactionnel de l'étape 1



1.4) À l'aide du **document 2**, identifier le catalyseur. Justifier la réponse.

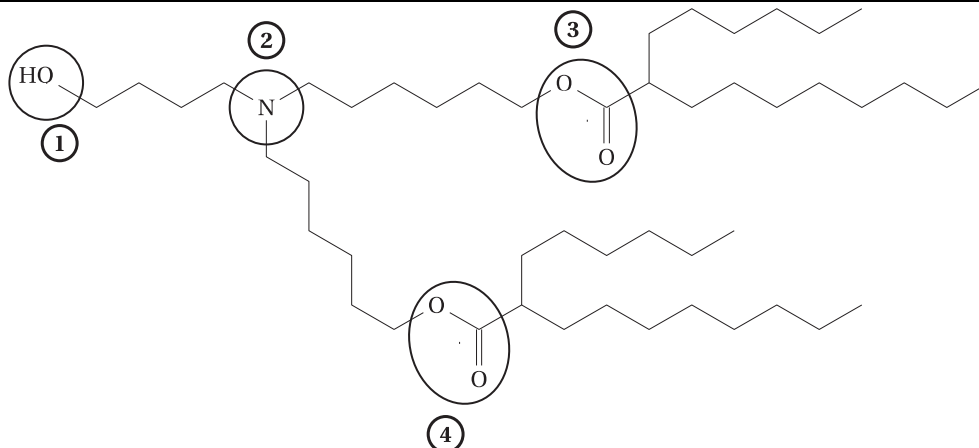
1.5) Après avoir recopié sur la copie l'étape 1' du **document 2**, rajouter la flèche courbe manquante permettant d'obtenir le composé **B'**.

Le produit **C** obtenu est ensuite transformé en molécule **D** lors de l'étape 2 présentée sur le **document 1**.

1.6) Choisir le type de réaction chimique correspondant à l'étape 2 du **document 1** parmi les propositions suivantes : oxydation, réduction, acide-base.

La formule topologique du lipide ALC-0315 entourant l'ARN est présentée dans le **document 3**.

Document 3 : formule topologique du lipide ALC-0315



- 1.7) En utilisant le **document 3**, nommer sur la copie les fonctions chimiques ① à ④ présentées dans la formule topologique du lipide ALC-0315.

En fin de synthèse, une extraction de ce lipide est nécessaire.

Une liste des solvants généralement utilisés pour extraire des lipides est donnée dans le **document 4**.

Document 4 : solvants envisageables pour l'extraction du lipide ALC-0315	
Solvants	Pictogrammes
n-hexane	   
chloroforme	 
éther de pétrole 40-65 °C	   

- 1.8) Qualifier trois pictogrammes de votre choix apparaissant dans le **document 4**.



- 1.9) L'utilisation de ces substances chimiques ne respecte pas certains principes de la chimie verte. À l'aide des **documents 4** et **5**, citer au moins un principe non respecté en argumentant.

Les sels

Les sels présents dans le vaccin étudié rendent le mélange isotonique ce qui permet une meilleure assimilation du vaccin au niveau des cellules et un maintien du pH du vaccin à une valeur comprise entre 6 et 7. Le mélange joue le rôle de solution tampon.

Quatre sels différents entrent dans la composition du vaccin étudié :

- phosphate dibasique de sodium dihydraté ($\text{Na}_2\text{HPO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$) ;
- phosphate monobasique de potassium (KH_2PO_4) ;
- chlorure de potassium (KCl) ;
- chlorure de sodium (NaCl).

Pour la suite, on étudie un vaccin dont la valeur du pH est égale à 6,8.

- 1.10) Identifier et préciser les formules chimiques brutes de l'acide faible et de la base faible conjuguée mis en jeu dans la solution tampon parmi les ions présents.

Données :

Équations de dissolution des sels :

- $\text{Na}_2\text{HPO}_4, 2\text{H}_2\text{O} (\text{s}) \rightarrow \text{HPO}_4^{2-} (\text{aq}) + 2\text{Na}^+ (\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O} (\ell)$
- $\text{KH}_2\text{PO}_4 (\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^- (\text{aq}) + \text{K}^+ (\text{aq})$
- $\text{KCl} (\text{s}) \rightarrow \text{Cl}^- (\text{aq}) + \text{K}^+ (\text{aq})$
- $\text{NaCl} (\text{s}) \rightarrow \text{Cl}^- (\text{aq}) + \text{Na}^+ (\text{aq})$

- 1.11) Écrire l'équation de la réaction qui modélise la dissociation de cet acide faible dans l'eau. Une notation simplifiée de l'acide et de la base conjuguée peut être utilisée.

- 1.12) Exprimer, en fonction des concentrations des différentes espèces chimiques à l'équilibre chimique, la constante d'acidité de ce couple acide/base. En vous aidant des données ci-dessous préciser s'il s'agit de la constante d'acidité K_{a1} , K_{a2} ou K_{a3} .

Données (à 25 °C) :

$\text{H}_3\text{PO}_4 / \text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{p}K_{a1} = 2,15$
$\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$	$\text{p}K_{a2} = 7,20$
$\text{HPO}_4^{2-} / \text{PO}_4^{3-}$	$\text{p}K_{a3} = 12,42$

La répartition de l'espèce acide et de sa base conjuguée dans la solution tampon du vaccin est la suivante : 28,6 % pour la base faible et 71,4 % pour l'acide faible conjugué.

- 1.13) Après avoir établi la relation d'Henderson-Hasselbalch, vérifier que la valeur du pH de la solution tampon est bien respectée.