



## Transformation du glucose en HMF

### Mots clés

*Spectroscopie IR, mécanismes réactionnels, amélioration rendement*

Actuellement le pétrole est la principale source de matière première pour la fabrication des carburants et des matières plastiques. Les ressources diminuant, les chimistes se tournent depuis plusieurs années vers la biomasse pour produire de nouvelles molécules que l'on qualifie de « biosourcées », c'est-à-dire produites à partir de matières biologiques.

L'hydroxyméthylfurfural (HMF) fait partie des molécules plateformes biosourcées, c'est à dire des molécules utilisées comme « briques élémentaires » pour en construire d'autres. Elle permet d'obtenir des bioplastiques, des biopesticides, des biofongicides, des biocarburants, des biosolvants et des biorésines.

Le glucose peut être déshydraté en HMF (5-hydroxyméthylfurfural).

La réaction est étudiée au laboratoire dans les conditions ci-dessous :

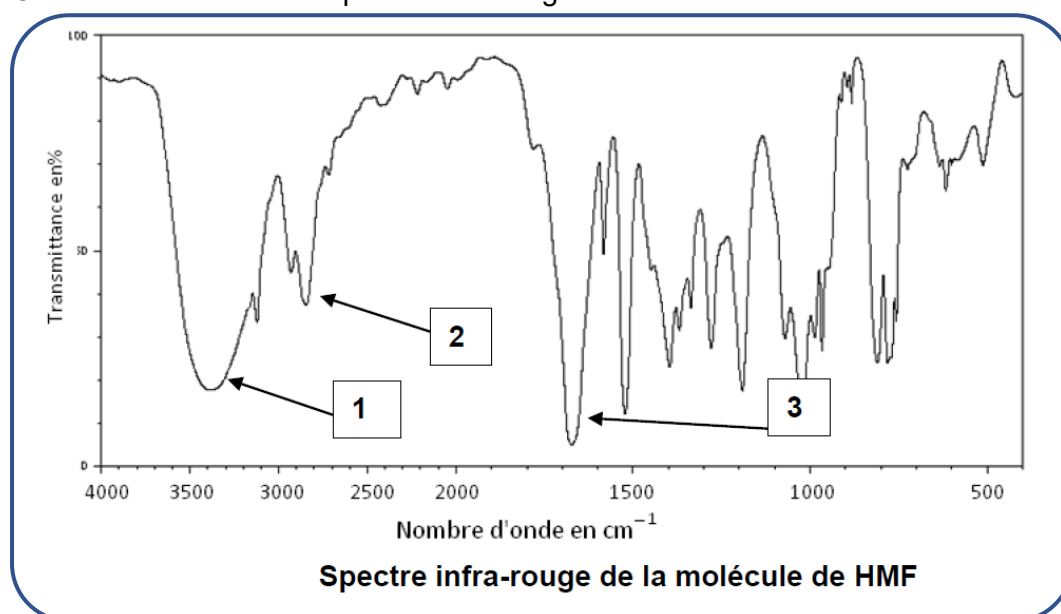
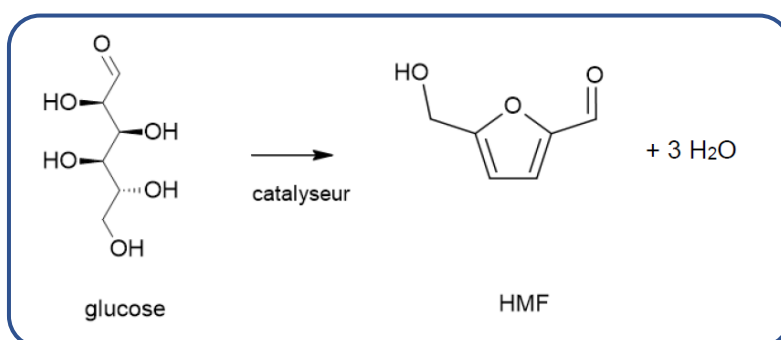
- dans un ballon contenant de l'acide chlorhydrique saturé en chlorure de sodium, on dissout le glucose et on ajoute le solvant organique SBP (2-secbutylphenol) ;

- on ajoute un catalyseur et la solution est agitée et chauffée ;

- après refroidissement, la phase organique contenant l'espèce chimique HMF est séparée du milieu réactionnel puis analysée ;

- on vérifie la nature du produit obtenu par spectroscopie infra-rouge.

On donne ci-dessous le spectre infra-rouge de la molécule de HMF :



1) En utilisant la table spectroscopique simplifiée infra-rouge ci-après, identifier les fonctions associées aux trois raies numérotées de 1 à 3 sur le spectre infra-rouge de la molécule de HMF.

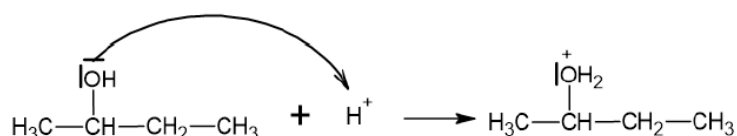
**Table spectroscopique simplifiée IR**

Liaison	Fonction	Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> )
O-H	Alcool	3 200 - 3 600 (large)
C-H	Aldéhyde	2 650 - 2 810
C=O	Aldéhyde et cétone	1 650 - 1 730
C=O	Acide carboxylique	1 700 - 1 725
C=O	Ester	1 735 - 1 750

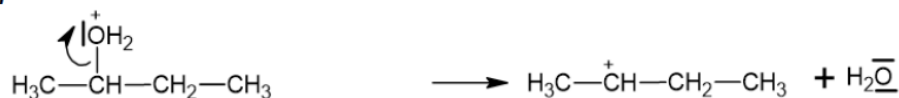
2) Dans un premier temps, afin de comprendre cette réaction de déshydratation, on l'étudie sur un alcool plus simple : le butan-2-ol.

Le mécanisme réactionnel de la déshydratation du butan-2-ol en milieu acide est décrit ci-après.

**Étape 1**

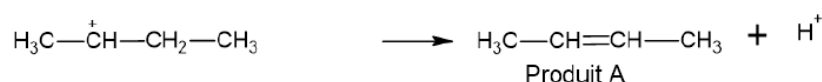


**Étape 2**



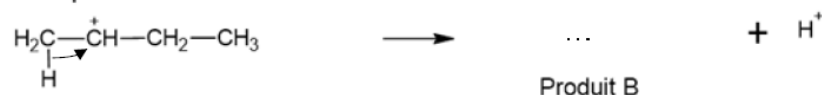
**Étape 3**

obtention du produit A



ou

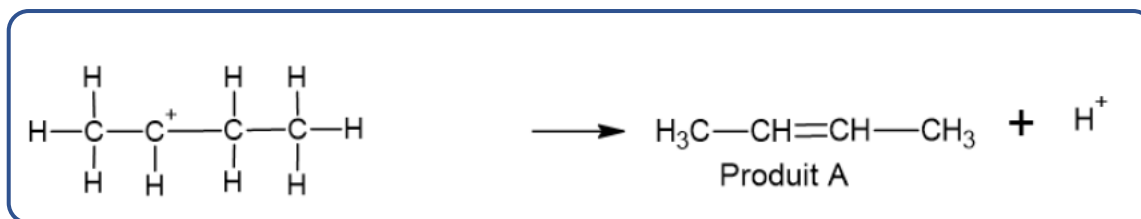
obtention du produit B



2.1. Identifier le catalyseur utilisé lors de la déshydratation du butan-2-ol.

2.2. Le produit A existe sous forme de deux diastéréoisomères de type Z et E. Les représenter par leur formule développée.

2.3. Compléter par une ou des flèches courbes expliquant la formation du produit A.

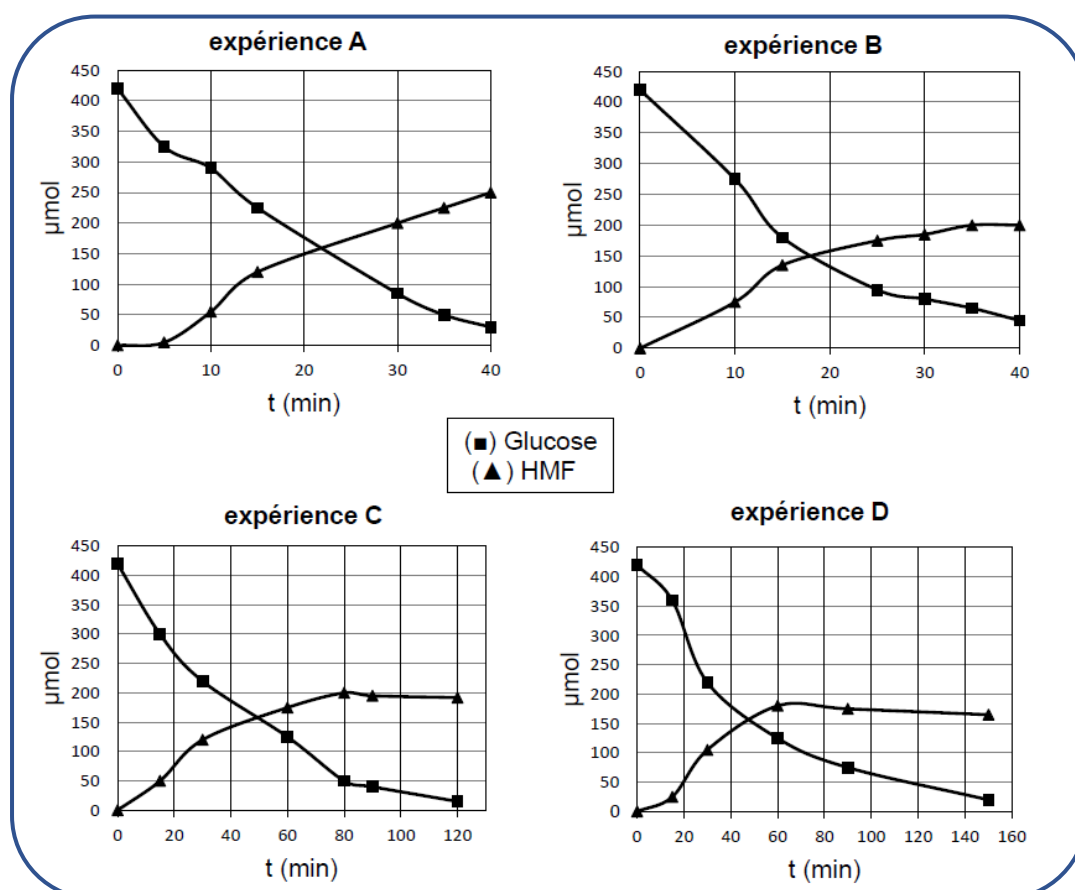


2.4. Lors de l'étape 3 du mécanisme de la déshydratation du butan-2-ol, le carbocation peut conduire à une molécule B. Représenter la formule semi-développée de la molécule B.

3) Dans un second temps, on s'intéresse à l'optimisation de la déshydratation du glucose en HMF. Pour cela, la même transformation du glucose en HMF à l'échelle du laboratoire est réalisée avec quatre catalyseurs différents :

Expérience	A	B	C	D
Catalyseur	HCl + AlCl <sub>3</sub>	HCl + SnCl <sub>4</sub>	HCl + VCl <sub>3</sub>	HCl + GaCl <sub>3</sub>

Les évolutions de la quantité de matière de glucose et de HMF au cours du temps sont mesurées pour ces quatre catalyseurs. Les graphiques suivants représentent l'évolution de la quantité de matière, en  $\mu\text{mol}$ , de glucose et de HMF au cours du temps.



3.1. Parmi les expériences A, B, C ou D, choisir le catalyseur qui a été le plus efficace au bout de 40 min pour la production du HMF en justifiant le choix.

3.2. Pour l'expérience retenue, déterminer le rendement de la transformation du glucose en HMF au bout de 40 minutes.