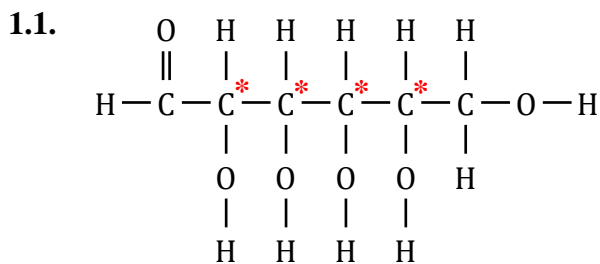


De la betterave sucrière aux carburants
(Bac S – Métropole - juin 2016)

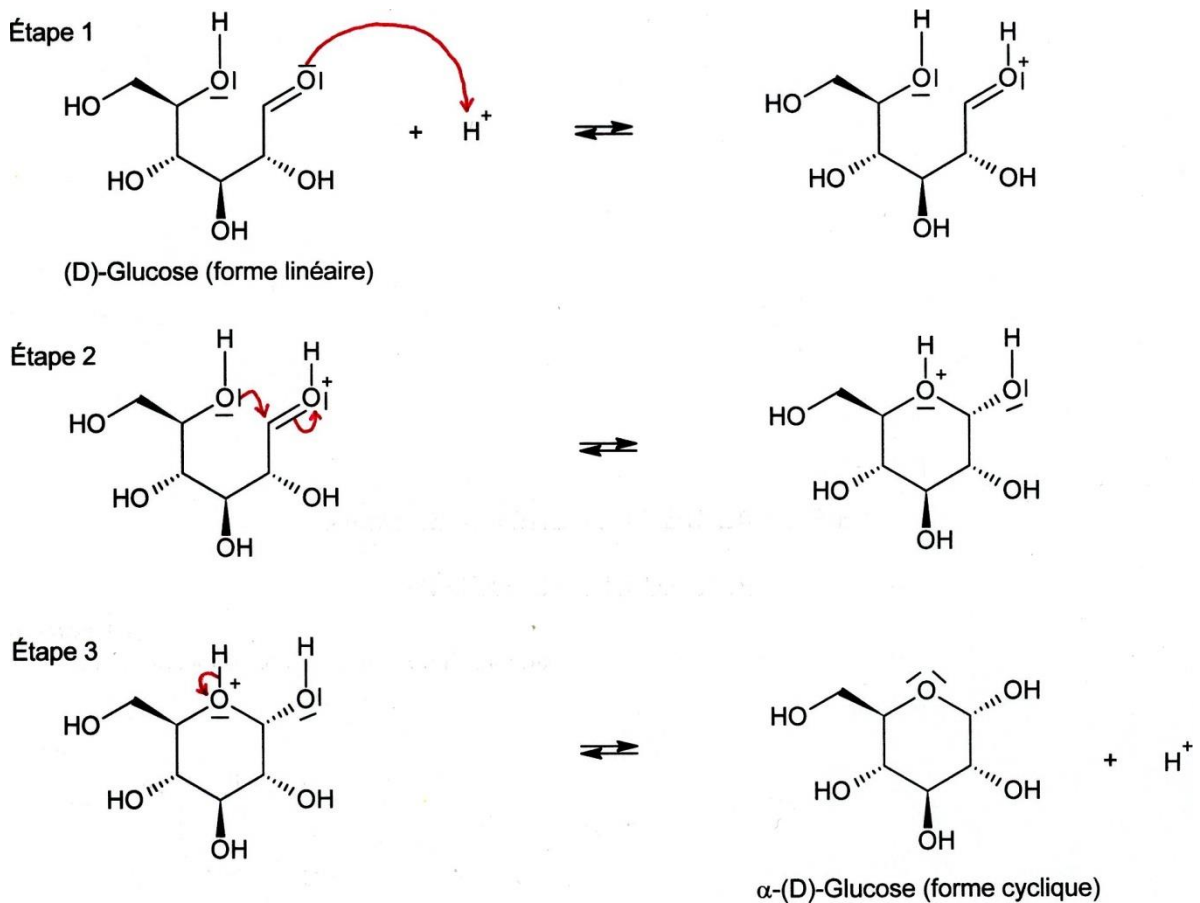
Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie
 © <http://b.louchart.free.fr>

1. Étude de la structure du saccharose



Un atome de carbone asymétrique est un atome de carbone tétraédrique lié à 4 atomes (ou groupes d'atomes) tous différents.

1.2. Les flèches courbes correspondent à des transferts de doublets d'électrons.

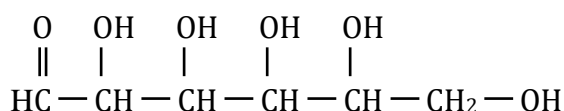


1.3. Sur le spectre infrarouge fourni, il n'y a pas de bande d'absorption caractéristique de la liaison C = O à 1650-1750 cm^{-1} .

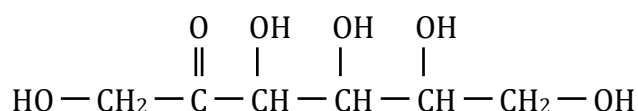
Or il y a une liaison C = O dans la forme linéaire du D-glucose, mais pas dans la forme cyclique. Cela confirme donc la faible proportion de la forme linéaire dans le glucose.

1.4. 2 molécules sont stéréoisomères si elles ont la même formule semi-développée, mais diffèrent par la disposition spatiale de leurs atomes.

Or les formes linéaires du D-glucose et du D-fructose n'ont pas la même formule semi-développée. Elles ne peuvent donc pas être stéréoisomères.



formule semi-développée de la
forme linéaire du D-glucose



formule semi-développée de la
forme linéaire du D-fructose

1.5. Le saccharose est formé à partir du α -(D)-glucose et du β -(D)-fructofuranose.

1.6. L'eau est un solvant polaire et le saccharose possède plusieurs liaisons O – H polarisées. Cela explique la grande solubilité du saccharose dans l'eau.

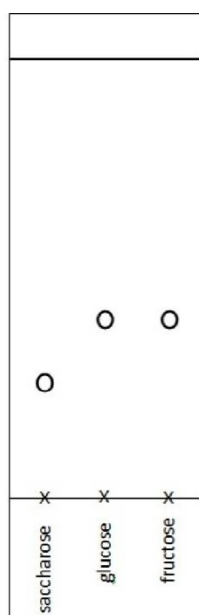
1.7. On peut penser que l'acide utilisé est un catalyseur.

Pour vérifier cette hypothèse, on peut faire une expérience d'hydrolyse du saccharose avec l'acide et une autre sans (tous les autres paramètres étant identiques). On mesure pour chacune de ces expériences la durée de la réaction. Si l'acide est bien un catalyseur, la durée de la réaction pour l'expérience avec l'acide sera plus faible que pour celle sans l'acide.

1.8.



Photographie du chromatogramme



Schématisation du chromatogramme

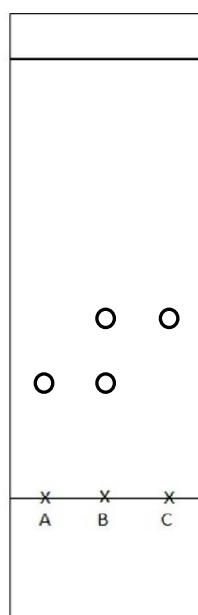


Schéma À COMPLÉTER

Pour le dépôt A (avant le début de l'hydrolyse), il n'y a que du saccharose. Il n'y a pas encore de glucose ni de fructose formés par l'hydrolyse.

Sur le chromatogramme, il y a donc une seule tache, au niveau du saccharose.

Pour le dépôt B, l'hydrolyse est en cours : du glucose et du fructose ont été formés, et il reste encore du saccharose car la réaction n'est pas encore terminée.

Il y a donc une tache au niveau du saccharose et une autre au niveau du glucose et du fructose.

Pour le dépôt C, l'hydrolyse est terminée. Il y a du glucose et du fructose, mais plus de saccharose car tout a réagi.

Il y a donc une seule tache, au niveau du glucose et du fructose.

2. Du saccharose au bioéthanol

2.1. formule semi-développée de l'éthanol : $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$

2.2. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$

Considérons le groupe des 3 protons équivalents représentés en rouge.

Ils ont 2 voisins (les H verts), donc le signal correspondant sera un triplet.

Or seul le spectre 2 comporte un triplet.

C'est donc le spectre 2 qui correspond à l'éthanol.

2.3.

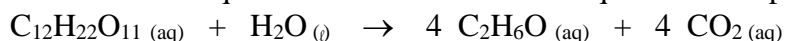
- Calculons la masse m de saccharose dans une betterave de masse 1,25 kg.
Le pourcentage massique moyen de saccharose dans une betterave est de 19,5 %.

$$\text{Donc } m = \frac{19,5}{100} \times 1,25 = 0,24 \text{ kg} = 240 \text{ g}$$

- La quantité de matière de saccharose correspondante est donc :

$$n = \frac{m}{M(\text{saccharose})} = \frac{240}{342,0} = 0,70 \text{ mol}$$

- Déterminons la quantité de matière d'éthanol qu'il est alors possible d'obtenir.



D'après l'équation-bilan, $\frac{n_{\text{éthanol formé}}}{4} = n_{\text{saccharose ayant réagi}}$,

Soit : $n_{\text{éthanol formé}} = 4 n_{\text{saccharose ayant réagi}}$

Or la transformation est totale, donc $n_{\text{saccharose ayant réagi}} = n_{\text{saccharose initial}}$

Finalement, $n_{\text{éthanol formé}} = 4 n_{\text{saccharose initial}} = 4 \times 0,70 = 2,8 \text{ mol}$

- La masse d'éthanol est donc :

$$m_{\text{éthanol formé}} = n_{\text{éthanol formé}} \times M(\text{éthanol}) = 2,8 \times 46,0 = 1,3 \times 10^2 \text{ g}$$

3. Et si on roulait tous au biocarburant ?

- Calculons le volume V d'éthanol obtenu à partir d'une betterave.
Avec une betterave de masse $m_b = 1,25$ kg, on peut obtenir $1,3 \times 10^2$ g d'éthanol.

$$m_{\text{éthanol}} = \rho_{\text{éthanol}} \times V$$

$$\text{Ainsi, } V = \frac{m_{\text{éthanol}}}{\rho_{\text{éthanol}}} = \frac{1,3 \times 10^2}{789 \times 10^3} = 1,6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

- Le nombre de betteraves nécessaires pour obtenir $V_t = 3 \times 10^6 \text{ m}^3$ est donc :

$$N = \frac{V_t}{V} = \frac{3 \times 10^6}{1,6 \times 10^{-4}} = 1,8 \times 10^{10} \text{ betteraves}$$

- On en déduit la masse de betteraves nécessaires :

$$m = N \times m_b = 1,8 \times 10^{10} \times 1,25 = 2,3 \times 10^{10} \text{ kg} = 2,3 \times 10^7 \text{ t}$$

- Déterminons la surface agricole S à cultiver pour l'obtenir.

Le rendement de la culture de la betterave sucrière est de 74,8 tonnes par hectare, donc

$$S = \frac{2,3 \times 10^7}{74,8} = 3,1 \times 10^5 \text{ ha}$$

Cela correspond à $\frac{3,1 \times 10^5}{10 \times 10^6} = 0,031 = 3,1 \%$ de la surface agricole française.