Le bioéthanol et la betterave : expérimentation

Publié le 15.03.09

Cet article a pour origine une séance de Travaux Pratiques proposée dans le cadre des Olympiades de Chimie à Paris par Roseline Verpeaux (professeur agrégé de chimie à l'ENCPB) au cours de laquelle, par des expériences originales et tout à fait accessibles au niveau du secondaire, on propose d'extraire le sucre contenu dans la betterave puis de synthétiser du bioéthanol.

1. Présentation

Le sucre ou saccharose, de formule brute $C_{12}H_{22}O_{11}$ est extrait directement de la betterave sucrière. La première manipulation va nous permettre d'extraire le sucre de la betterave et de mesurer le pourcentage de saccharose de la betterave (teneur en sucre). La seconde manipulation consiste en la fermentation alcoolique de ce sucre afin d'obtenir le bioéthanol.

2. L'extraction du sucre

2.1. L'extraction du sucre



Figure 1 - Les cossettes de betterave

Auteur(s)/Autrice(s) : Roseline Verpeaux

- Couper 50 g de betterave à sucre en fins morceaux et les placer avec 100 mL d'eau distillée dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux ;
- Chauffer 30 minutes ;
- Filtrer sur papier pour éliminer les morceaux de betterave ;

- Ajouter lentement au filtrat 10 mL d'une solution de $CaCO_3$ (10 $g.L^{-1}$),ce qui permet de précipiter une partie des impuretés (chaulage du jus) ;
- On filtre ensuite sous vide en utilisant un Büchner et l'on récupère un jus sucré clair.

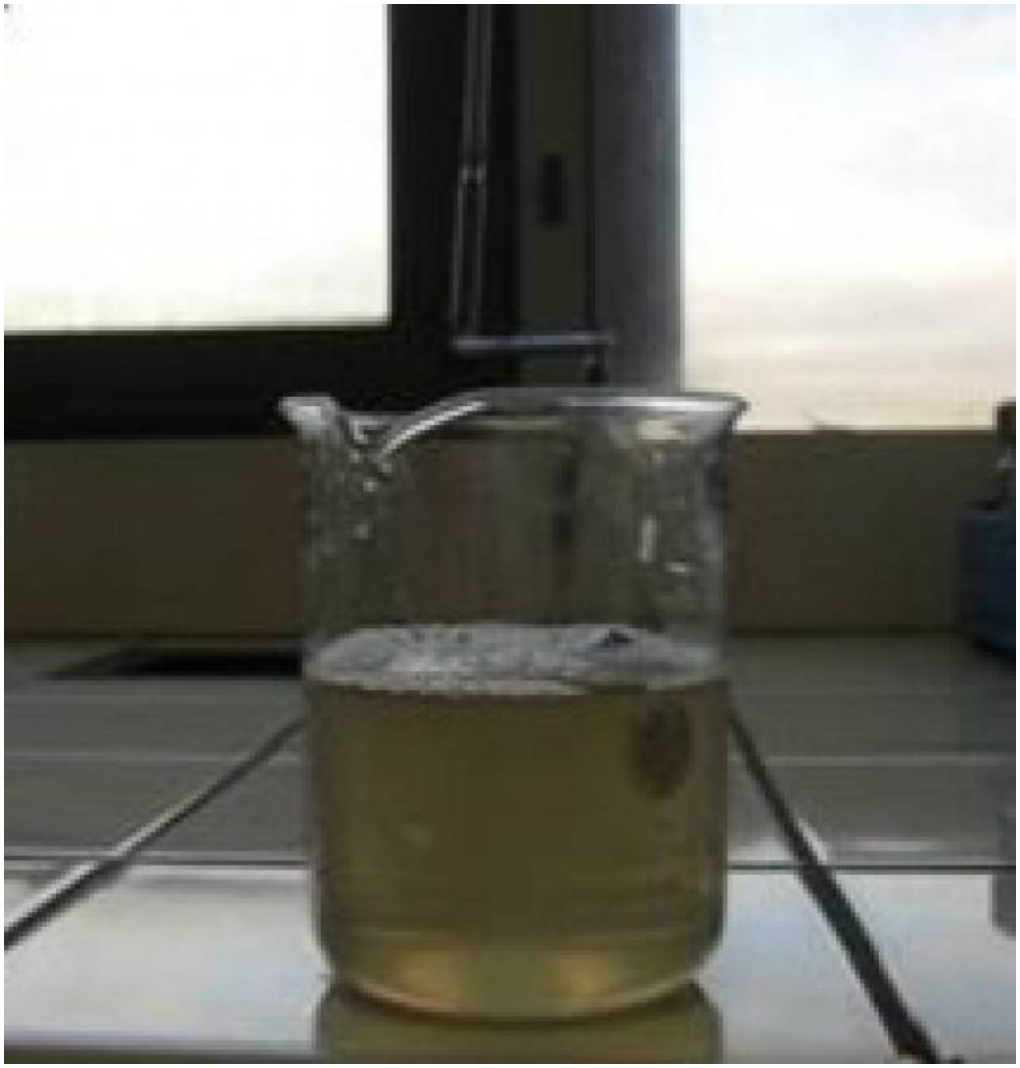


Figure 2 - Solution de saccharose après filtration

Auteur(s)/Autrice(s) : Roseline Verpeaux

2.2. Mesure de la teneur en sucre

L'indice de réfraction d'une solution sucrée varie en fonction de son titre massique t_m (noté aussi *w*). Cette mesure d'indice permet de mesurer le brix du sucre (taux massique en sucre). Certains réfractomètres sont gradués directement en brix.

On pourra se servir de la courbe d'étalonnage suivante afin d'accéder à cette valeur.

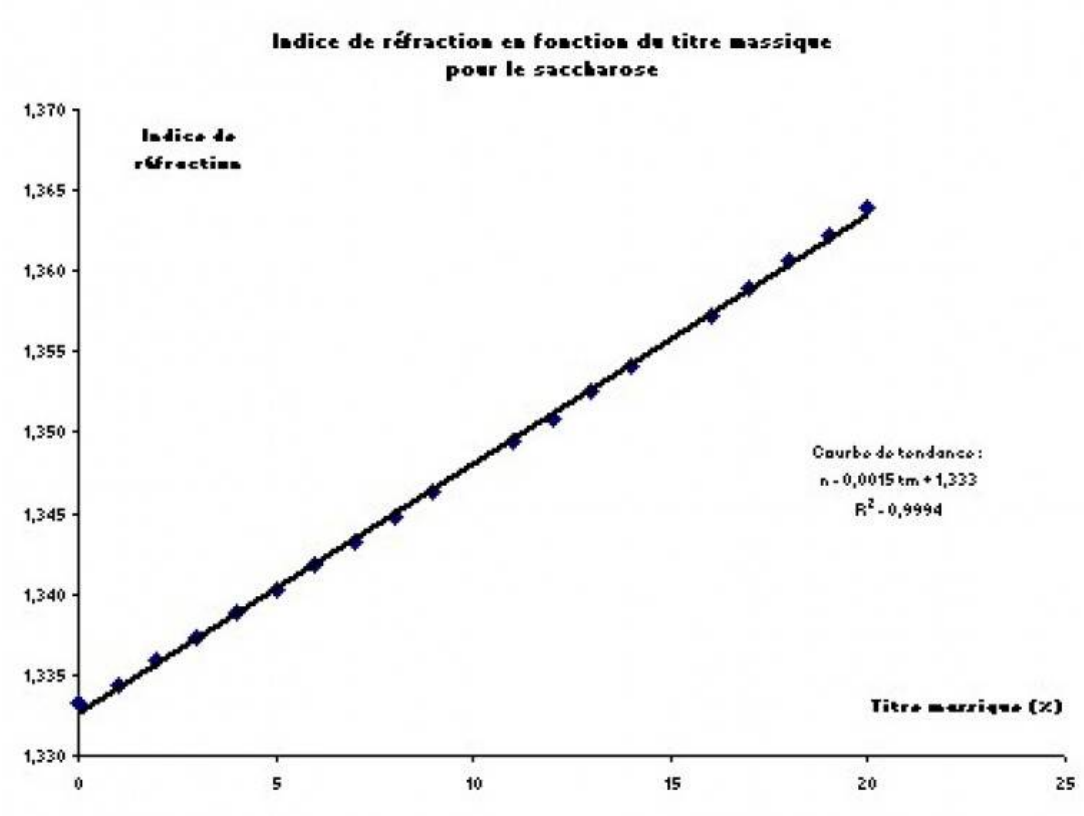


Figure 3 - Courbe d'étalonnage.

Auteur(s)/Autrice(s) : Roseline Verpeaux

3. La fermentation alcoolique

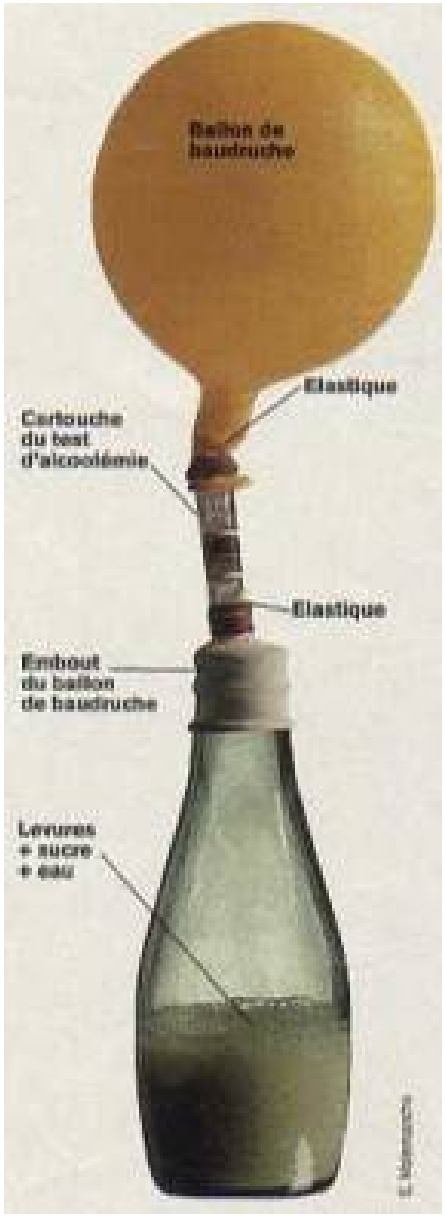


Figure 4 - Mise en place de la manipulation.

Auteur(s)/Autrice(s) : Roseline Verpeaux

- Dans un bécher de 250 mL, introduire 100 mL d'eau distillée prélevé à l'éprouvette ;
- Émietter 5 g de levure de boulanger et mélanger soigneusement avec une baguette de verre jusqu'à ce qu'il ne reste plus de grumeaux ;
- Ajouter 5 g de sucre en poudre (saccharose : $C_{12}H_{22}O_{11}$) ;
- Mélanger jusqu'à dissolution ;
- Bien mélanger le tout et verser dans une bouteille de 250 mL ;
- Découper l'embout de gonflage d'un ballon de baudruche pour réaliser un adaptateur entre le goulot de la bouteille et la cartouche d'un test d'alcoolémie ;
- Avec une épingle à nourrice, percer deux ou trois petits trous à travers le réactif de la cartouche pour faciliter le passage des gaz ;
- Placer le raccord de baudruche d'un côté sur le goulot de la bouteille et de l'autre côté sur la cartouche enfoncée dans le ballon du test selon son mode d'emploi ;

- Étanchéifier ce raccord du côté de la bouteille et du côté de la cartouche avec du ruban adhésif ;
- Laisser la manipulation évoluer en agitant de temps en temps pour empêcher la sédimentation des levures et laisser le ballon se gonfler.



Figure 5 - La fermentation en images ! (a) démarrage ; (b) l'effervescence est visible ! ; (c) l'alcootest met en évidence des traces d'éthanol ; (d) Le gaz du ballon trouble l'eau de chaux.

Auteur(s)/Autrice(s) : Roseline Verpeaux

CRÉDITS

MISE EN LIGNE

Nicolas Lévy

Professeur agrégé de chimie, responsable du Centre de Préparation à l'Agrégation externe de Chimie (École Normale Supérieure de Paris - Sorbonne Université - Université Paris-Saclay), responsable éditorial de CultureSciences-Chimie de 2008 à 2014.