

- But du TP :**
- Identifier l'amidon et le glucose dans les aliments.
 - Réaliser l'hydrolyse du saccharose et de l'amidon.
 - Comprendre les étapes de la panification.

Les glucides, à côté des protéides et des lipides, constituent l'un des trois nutriments de l'organisme humain. Ce sont des hydrates de carbone de formule générale $C_x(H_2O)_y$. L'amidon, la cellulose, le saccharose sont des glucides. Le glucose est la substance de référence des glucides.

Les glucides font partie des aliments très énergétiques, et entrent dans la composition des "aliments de l'effort" (boissons, barres de céréales, ...).

Dans le langage courant, le terme "sucres" (pluriel) désigne la plupart des glucides, alors que le terme "sucre" (singulier) désigne le saccharose, le sucre le plus répandu dans la nature. Il résulte de la synthèse chlorophyllienne par certaines plantes comme la betterave et la canne à sucre.

1. Le glucose et le fructose

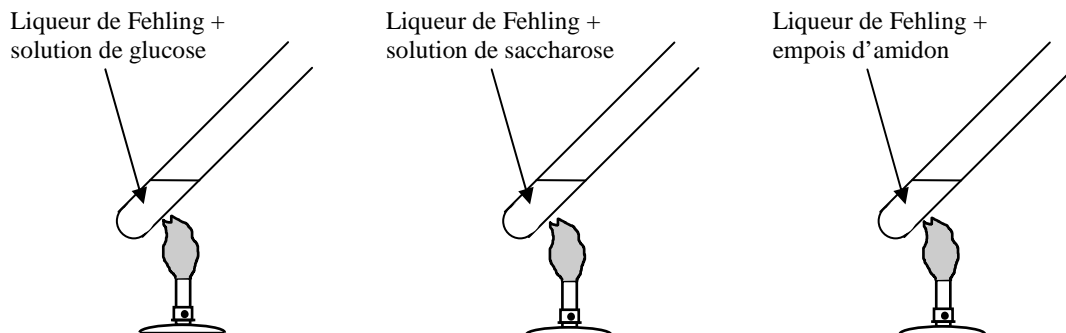
Le glucose a pour formule $C_6H_{12}O_6$, le fructose a la même formule mais les atomes ne sont pas disposés de la même manière (on dit que ce sont des isomères).

1.1. Test du glucose et du fructose

Réactif utilisé : la liqueur de Fehling.

Mode opératoire :

Dans un tube à essai contenant de la liqueur de Fehling de couleur bleue, on introduit une solution de glucose. L'opération est renouvelée avec une solution de saccharose, puis avec un empois d'amidon, pour les mêmes conditions de chauffage. Chauffer à l'aide du bain-marie.



Observations :

Interprétation : certains sucres comme le glucose réagissent avec la liqueur de Fehling ; ils sont appelés "sucres réducteurs".

Conclusion : comment mettre en évidence le glucose ou le fructose ?

1.2. Recherche d'aliments contenant du glucose

Vous disposez d'échantillons des aliments suivants :

Pain, miel, haricots secs, sucre de canne, pomme de terre, pomme, pâtes ... (suivant disponibilité)

Prélever des échantillons d'aliments et les couper suffisamment fin ou les broyer au mortier. Les placer dans un tube à essais avec de l'eau. Agiter. Faire le test avec la liqueur de Fehling.

Conclure. (Il faudra bien préciser les aliments choisis)

2. Le saccharose

Expérience :

Chauffer au bain-marie une solution de saccharose avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique.
Verser de la solution obtenue dans un tube à essai contenant de la liqueur de Fehling.

Observation :

Conclusion :

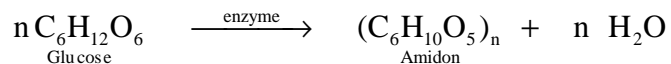
3. L'amidon

Ce glucide de masse moléculaire élevée, de formule $(C_6H_{10}O_5)_n$, est un polymère du glucose. De très nombreuses molécules de glucose se sont liées les unes aux autres, formant ainsi une macromolécule : 200 à 3 000 selon qu'il s'agit de l'amidon de la pomme de terre, du blé, du maïs, du riz... Cette molécule peut-être ramifiée ou linéaire.

En raison de sa grande taille, l'amidon est peu soluble dans l'eau, à froid.

3.1. Polycondensation et formation de macromolécules (voir livre page 91)

Les molécules de glucose sont assemblées entre elles sous l'action d'enzymes (polymérase) en éliminant des molécules d'eau selon l'équation suivante :



3.2. Test de l'amidon.

Verser une ou deux gouttes **d'eau iodée** sur un petit échantillon d'amidon. Faire de même sur un échantillon de glucose, et sur un échantillon de saccharose.

Observations :

Conclusion :

3.3. Recherche d'aliments contenant de l'amidon.

Verser une ou deux gouttes d'eau iodée sur des échantillons d'aliments.

Observations : (préciser les aliments testés)

3.4. Hydrolyse de l'amidon (voir livre page 91)

a) Hydrolyse acide de l'amidon

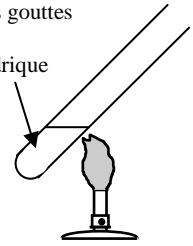
Mode opératoire :

Dans un tube à essais, verser de l'empois d'amidon avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique.

Chauffer doucement au bain-marie.

Ajouter de la liqueur de Fehling et remettre quelques instants au bain-marie.

Empois d'amidon +
quelques gouttes
d'acide
chlorhydrique



Observation :

Conclusion : Qu'est devenu l'amidon ? En considérant les tailles des molécules d'amidon d'une part, de glucose d'autre part, donner une interprétation de l'expérience.

b) Hydrolyse enzymatique (à réaliser à la maison)

Mastiquer assez longtemps (une dizaine de minutes environ) de la mie de pain. Elle s'imprègne de salive.

Qu'observe-t-on quant à son goût ? D'où vient cette saveur ?

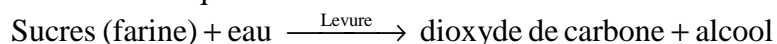
Interprétation : La salive contient une enzyme, l'amylase salivaire, qui permet un début de digestion de l'amidon.

En quoi consiste l'hydrolyse de l'amidon ?

4. La panification : une fermentation alcoolique (voir livre page 92)

Les levures utilisent les glucides de la farine pour la fermentation alcoolique.

La réaction a lieu selon l'équation :



Application : la fabrication du pain

"Le pain est un des aliments les plus banals, mais aussi un des plus complexes qui soit. Banal parce qu'il est la base de l'alimentation de la quasi totalité des humains. Complexe, parce que cet aliment universel s'appuie sur des sources céréalières très variées issues de techniques de fabrication qui n'ont rien en commun, et s'offrent au consommateur sous les formes les plus variées."

(Extrait du Guide de l'amateur de pain, par Poilâne)

Une recette pour faire du pain à la maison :

Il vous faudra : 600 g de farine, 12 g de sel, 20 g de levure de boulanger, 4 dL d'eau tiède.

- Mélanger les ingrédients, puis pétrir la pâte homogène obtenue pendant 10 min.
- Recouvrir et laisser lever (fermenter) 3 h.
- Repétrir légèrement pour donner la forme et laisser lever 1 h
- Badigeonner la surface avec un peu d'eau ; y faire des incisions à l'aide d'un couteau ou d'une fourchette.
- Cuire à four chaud (220 °C) en mettant dans le four deux récipients pleins d'eau, pendant 45 min.
- Laisser refroidir 2 h, hors du four, avant de le trancher.

Questions :

1. Quel est le rôle du pétrissage ?
2. Quel est le rôle du dioxyde de carbone qui se dégage, avant et après cuisson ?
3. Que devient l'alcool formé lors de la cuisson ?

Aliment ancien, courant, le pain n'a pas perdu son intérêt à l'aube du 3^e millénaire ...

..La formule habituelle du pain est la suivante : 100 parties de farine, 60 parties d'eau, 2 parties de sel et 2 parties de levure....

L'eau est indispensable pour préparer la pâte. Elle mouille la farine, donne la cohésion à la pâte et fournit une mobilité nécessaire aux constituants de la farine pour la réalisation des réactions chimiques.

Le sel, important mais non indispensable, joue un rôle à chaque étape de la panification. Il améliore les qualités mécaniques de la pâte et donne de la saveur.

Seule, la levure biologique peut être utilisée pour la fabrication du pain de consommation courante/...

Pour corriger d'éventuelles déficiences de la farine, l'utilisation de certains adjuvants et additifs est autorisée pour la fabrication du pain de consommation courante mais leur nombre est limité ; parmi eux, on peut citer :

L'acide ascorbique, ou vitamine C (E300) pour son action sur les protéines.

La lécithine (E322)

L'acide citrique (E330) pour la fabrication des pains de seigle.

Les connaissances de la chimie de la farine et du pain sont assez récentes puisque ce n'est qu'en 1742 qu'un médecin italien nommé Beccari observa que la farine contenait deux constituants : l'amidon et une substance élastique qu'il sépara par lavage de la pâte : le gluten./...

L'amidon est le constituant pondéral le plus important de la farine (70 à 80%). Il se présente sous la forme de petits granules sphériques de 2 à 40 micromètres de diamètre et il est constitué de deux types de chaînes polyglucosiques :

L'amylopectine (70 à 80% de l'amidon), enchaînement de molécules de glucose suivant une structure ramifiée ; sa masse molaire est de plusieurs millions de grammes.

L'amylose, constitué de longues chaînes linéaires flexibles de molécules de glucose, dont la masse molaire n'est que 80 000 à 140 000 g.

Ces chaînes peuvent être dégradées principalement par deux enzymes amyliques provenant surtout des levures :

La bêta-amylase, qui libère du maltose (dimère du glucose), dont l'action est arrêtée aux embranchements de l'amylopectine.

L'alpha-amylase, qui donne des chaînes de plus en plus courtes parmi eux des sucres fermentescibles : maltose et glucose /.....

Pendant les fermentations l'alpha-amylase et la bêta-amylase transforment donc une partie de l'amidon en maltose et glucose qui serviront d'aliment aux levures pour synthétiser l'alcool (de peu d'importance dans le pain) et le gaz carbonique, essentiel au gonflement de la pâte./....

Le volume du pain s'accroît dès son introduction dans le four par l'action combinée de plusieurs phénomènes : le gaz carbonique des alvéoles se dilate, une partie de l'eau et l'alcool contenus dans la mie se vaporisent et l'activité de la levure augmente. Ces phénomènes s'arrêtent vers 60°C ; puis la croûte commence à se former vers 90°C tandis que la vapeur d'eau se répartit dans la mie et limite sa température à 100°C environ. L'amidon subit alors des transformations importantes : il se gélifie en donnant un empis (structure amorphe). /...../ Les protéines subissent une dénaturation thermique, perdent leur capacité de fixation d'eau et coagulent en donnant un squelette rigide qui conservera alors la forme du pain.

A la sortie du four, pendant le " ressuage ", le pain perd progressivement la vapeur d'eau superficielle ; il se refroidit et la croûte durcit/.....

Le pain rassit parce que l'amidon se réorganise : sa structure amorphe se transforme en structure cristallisée par association des molécules ramifiées d'amylopectine. Cette nouvelle organisation rigidifie la mie et libère l'eau qui migre alors vers la croûte tout en restant dans le pain. Le pain ne se dessèche en fait presque pas, ce qui explique que l'on puisse redonner une partie de sa souplesse initiale au pain rassis en le chauffant : lorsque la température s'élève, la structure amorphe de l'amidon se rétablit partiellement ...