

Chimie et alimentation

I Arômes

A. Perception et structure des molécules

Un arôme est l'ensemble des composés odorants volatiles issus d'un aliment. Presque toutes les classes de molécules peuvent donner un arôme (sauf les thiols et les halogénés). Même s'ils n'ont aucune valeur nutritive, leur rôle dans l'alimentation est important, en effet ils donnent l'envie (ou le dégoût) de manger.

Ils sont présents en très faible quantité dans les aliments. Ce sont souvent des mélanges complexes (ex : l'arôme de tomate est formé de 300 molécules !!!) même si certaines composés ont une odeur propre.

Les arômes et les parfums interagissent avec les mêmes récepteurs cellulaires, mais pas toujours par les mêmes mécanismes. On dit qu'il y a une flaveur, c'est-à-dire une association entre le goût et l'odorat.

La stéréochimie de l'arôme peut avoir une influence. Leur structure contient souvent des hétérocycles.

On sépare les arômes en trois groupes :

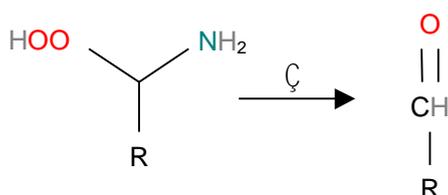
- q Naturels, à partir de matières premières végétales ou animales, utilisées telles quelles et obtenues par des procédés enzymatiques, bactériologiques ou physiques.
- q Synthétiques, identiques aux composés naturels mais synthétisés par voie chimique.
- q Artificiels, ces arômes n'existent pas dans la nature.

B. Formation des arômes dans les aliments

Un arôme s'obtient parfois par la transformation de l'aliment. Les précurseurs de ces arômes sont souvent les principaux constituants des aliments, c'est-à-dire les acides aminés, les sucres, les lipides et les vitamines.

L'arôme peut provenir d'une réaction enzymatique, comme par exemple une fermentation bactérienne, ou par un réaction de brunissement (ou de Maillard) en chauffant l'aliment.

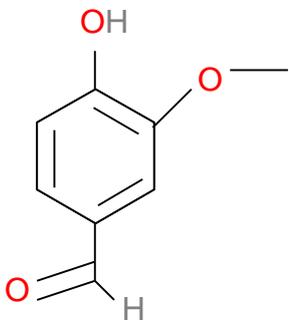
Ex : principale réaction des acides aminés formant des arômes



C. Synthèse chimique d'arômes

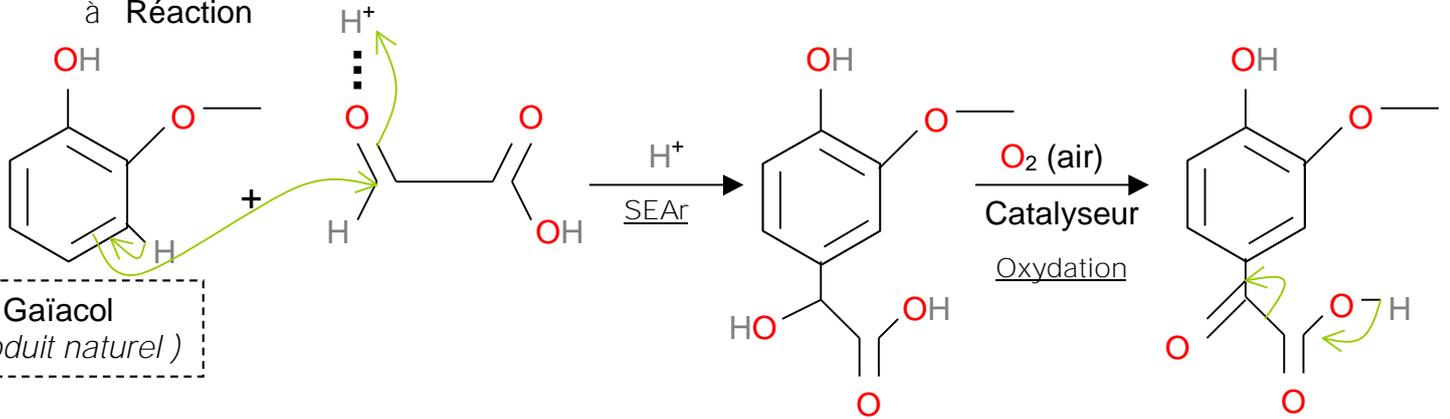
1) Arômes du groupe 2 (synthétiques)

- I Vanilline :
- à Molécule



à Odeur et arôme de vanille

à Réaction

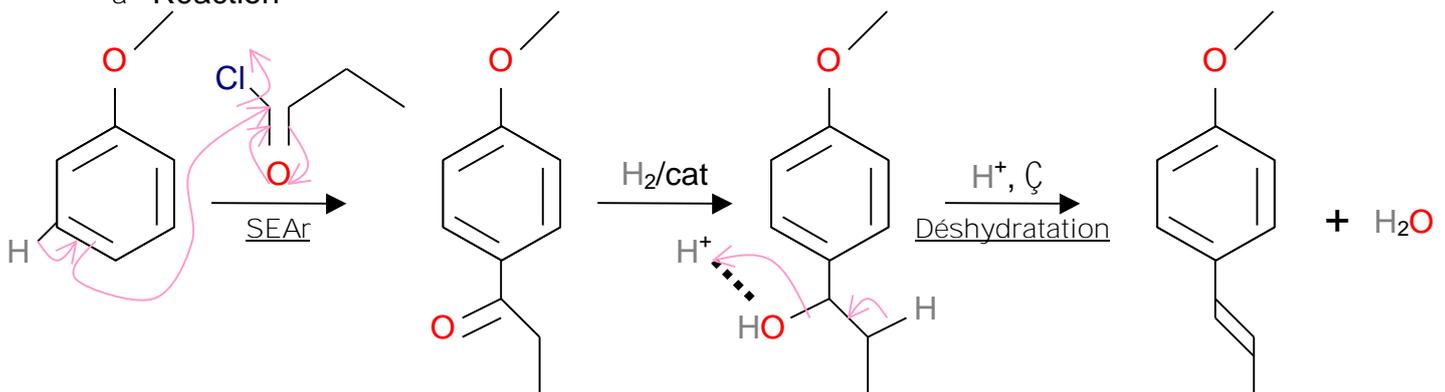


I Anéthol :
à Molécule

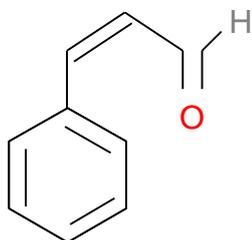


à Arôme d'anis

à Réaction

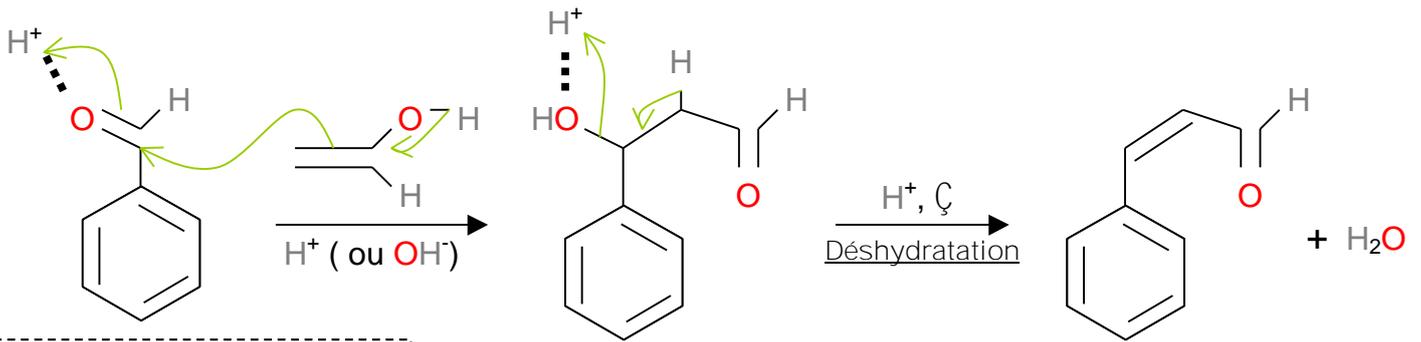


I Cinnamaldéhyde :
à Molécule



à Arôme d'anis

à Réaction

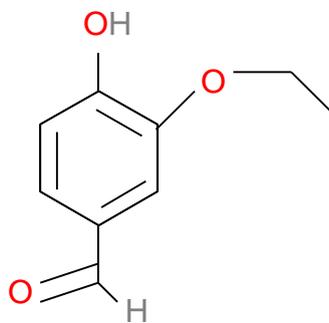


à Odeur d'amande amère

2) Arôme du groupe 3 (artificiels)

I Éthylvanilline :

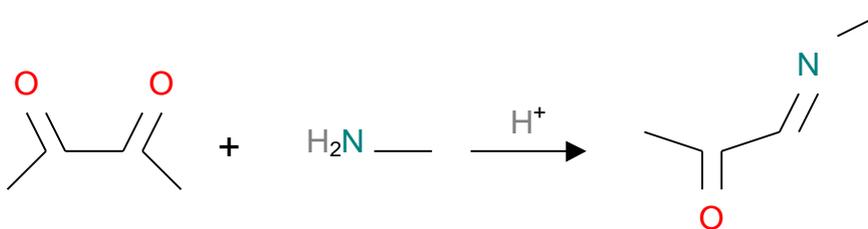
à Molécule



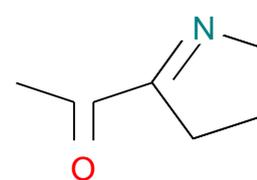
à Arôme de vanille 3 fois plus puissant
que la vanilline naturelle
à Même synthèse que la vanilline

I Flaveur de pop-corn :

à Réaction



Copie le goût de



à Goût de grillé, eau,
pop-corn

II Les molécules du goût

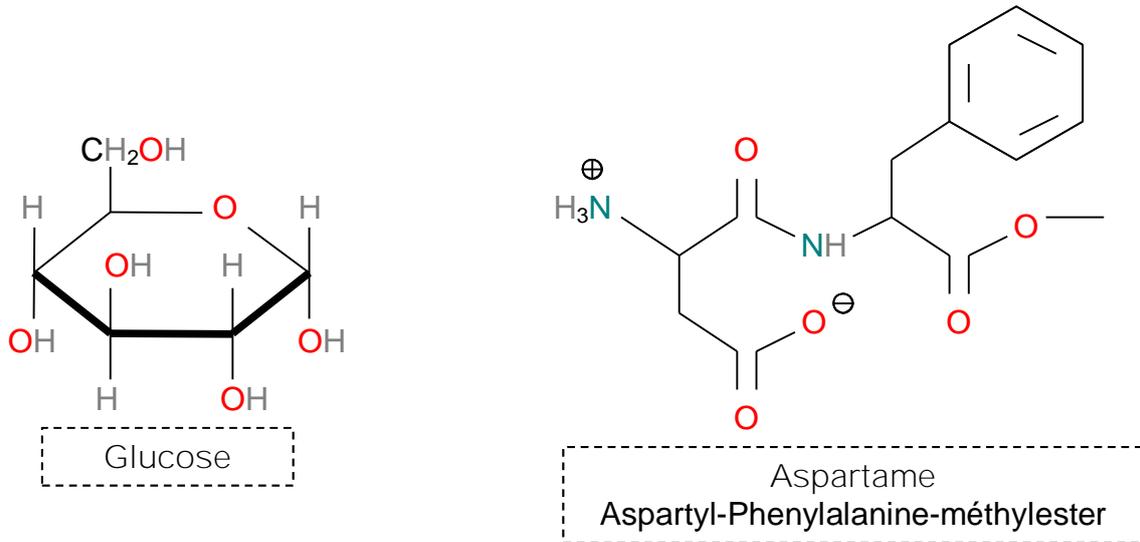
Le goût est quelque fois lié à l'odorat, mais la perception des différents goûts qui sont sucré, amer, acide et salé dépendent de récepteurs situés sur la langue.

1) Goût sucré

Presque tous les humains aiment le goût sucré. En fait son absorption déclencherait la sécrétion d'endorphines (molécule de plaisir).

D'ailleurs les commerçants l'ont bien compris puisque l'on retrouve du sucre dans presque tous les aliments.

Les molécules sucrées ont une multitude de formes différentes : les glucides en forment la majeure partie, certains composés cycliques ou aromatiques, certains peptides et quelques sels minéraux.

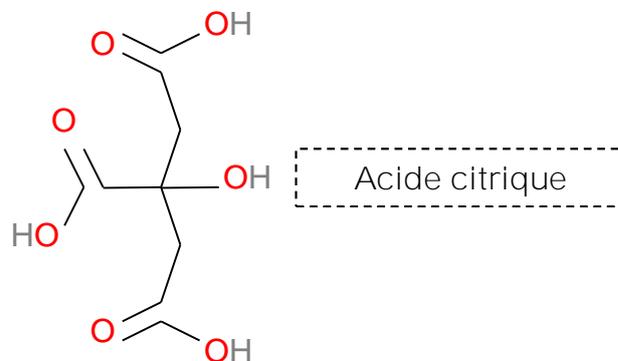


2) Goût salé

Ce goût est lié aux petits cations alcalins, tels que Na^+ ou Li^+ . On utilise communément NaCl (sel de cuisine). Ces molécules ont souvent des propriétés antibiotiques.

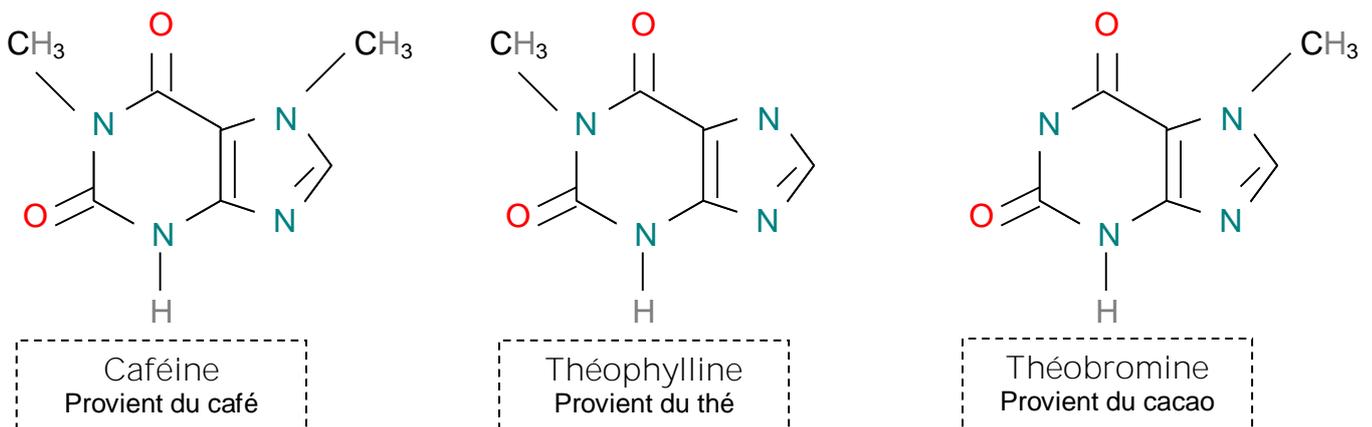
3) Goût acide

Ce goût est donné par des acides aqueux (qui produisent H_3O^+) ou organiques (on utilise communément l'acide citrique, maléique ou tartrique).



4) Goût amer

Ce goût est déclenché par des sels inorganiques avec des gros cations (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , NH_4^+ ...), ou des alcaloïdes (la caféine, la théobromine ou la théophylline).



III Les constituants des aliments

On distingue deux groupes : les **nutriments** constitués des **lipides**, des **glucides** et des **protéines** ; et les **micro-nutriments** soit **certains minéraux** (Ca^{2+} , K^+ , P , Mg^{2+} ...) et les **vitamines**. Ces derniers sont requis en plus petite quantité, mais restent vitaux.

IV Les additifs alimentaires

On appelle additif alimentaire une substance introduite dans un produit alimentaire, dans un **but technologique ou organoleptique**. Un additif peut, par exemple, **augmenter la durée de conservation de l'aliment**, **améliorer son assimilation** (épaisissant ou gélifiant) ou **changer son apparence** (colorants).

Un additif est identifié par la **lettre E, suivie de trois chiffres**.

A. Colorants alimentaires

Avant 1850, les colorants provenaient de végétaux comestibles ou d'animaux et végétaux non-consommés. Beaucoup sont toujours utilisés, mais une bonne partie a été remplacée par des colorants synthétiques.

Ex : La couleur orange s'obtenait à partir de carottes, le rouge provenait de la betterave.

Depuis 1960, des lois limitent le nombre de colorants utilisés dans l'agro-alimentaires pour limiter les risques et mieux connaître leurs effets. On peut ainsi utiliser 7 colorants naturels et 11 colorants synthétiques sont admis.

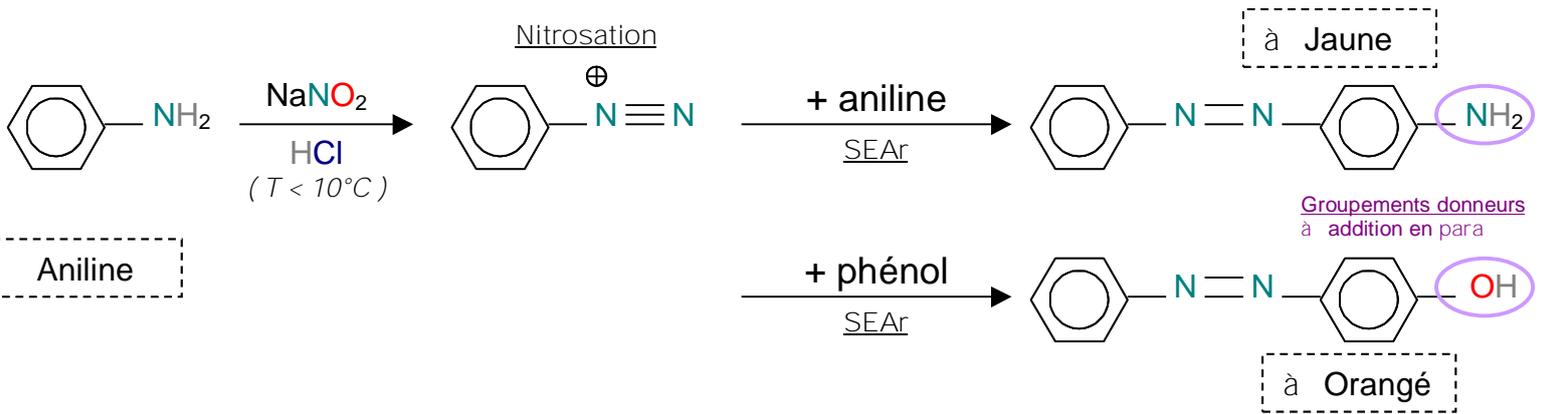
Les colorants synthétiques ont des avantages comparés aux colorants naturels :

- q Les colorants naturels se conservent mal ; ils sont souvent sensibles à la lumière ou à certaines bactéries.
- q Les colorants synthétiques sont souvent plus stables et donnent une coloration plus intense ; on en utilise donc une plus faible quantité.
- q Ils sont moins coûteux à produire en termes de temps, d'argent et de masse biologique exploitée.

Le colorant a pour seul but de ... Colorer l'aliment. Incroyable non ?! Certains colorants peuvent être transformés en vitamine (notamment le β -carotène en vitamine A ou la tartrazine qui stabilise la vitamine C). On peut aussi les utiliser pour protéger l'aliment du Soleil.

Les colorants sont souvent des molécules azoïques. $\text{R}-\text{N}=\text{N}-\text{R}'$
On les nomme : E 1 X Y
Colorant Couleur Numéro du colorant
Ex : 2 = rouge

I Synthèse :



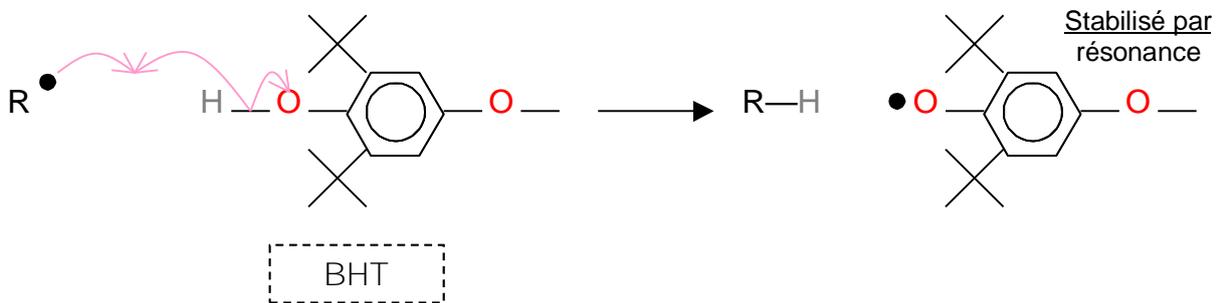
B. Les antioxydants

Ils protègent l'aliment de l'oxydation. Ils permettent en particulier de protéger les graisses et les huiles insaturées qui s'oxydent par réaction radicalaire. On dit qu'ils deviennent rances. Certains antioxydants sont des molécules naturelles : la vitamine E et la vitamine C par exemple.

On les nomme : E 3 X Y

↓ Antioxydant
 ↓ Numéro de l'antioxydant

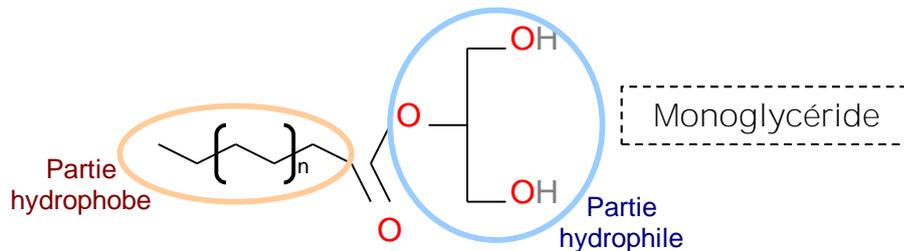
Ex :



C. Les émulsifiants / gélifiants

Un émulsifiant permet de séparer deux liquides non miscibles. Ils permettent ainsi de stabiliser une émulsion. Ce sont donc des tensioactifs, souvent des esters d'acides gras.

Ex :



Un gélifiant permet d'épaissir des liquides. On utilise souvent des polymères de sucres.

D. Les édulcorants

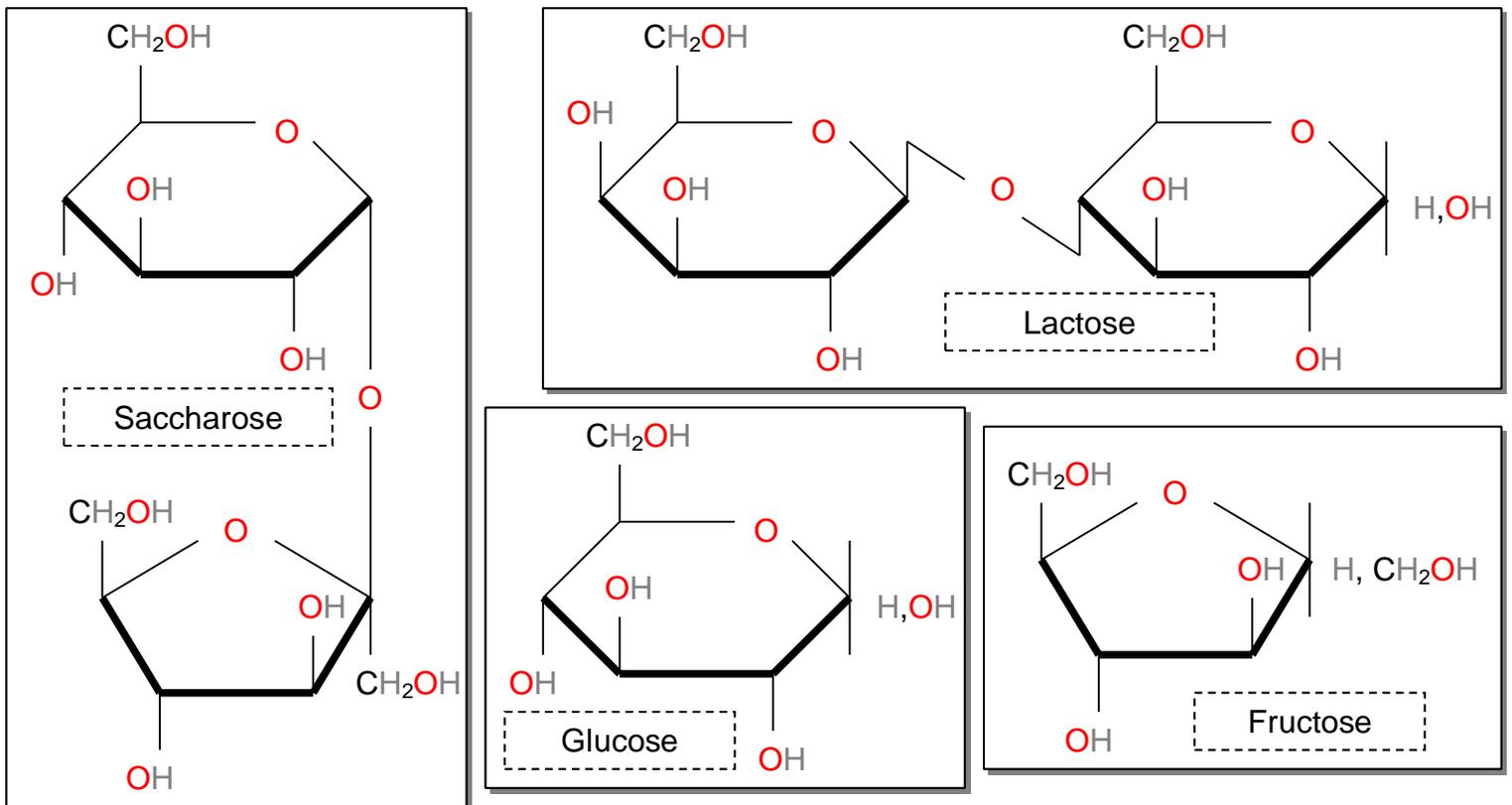
Un édulcorant est une substance qui ajoute une saveur sucrée.

On distingue les édulcorants de charge qui sont constitués de sucres traditionnels (glucides) ; leur pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose, il en faut une grande quantité. Et les édulcorants intenses, dont le pouvoir sucrant est très élevé et qui requièrent donc une quantité moindre.

1) Édulcorants de charge

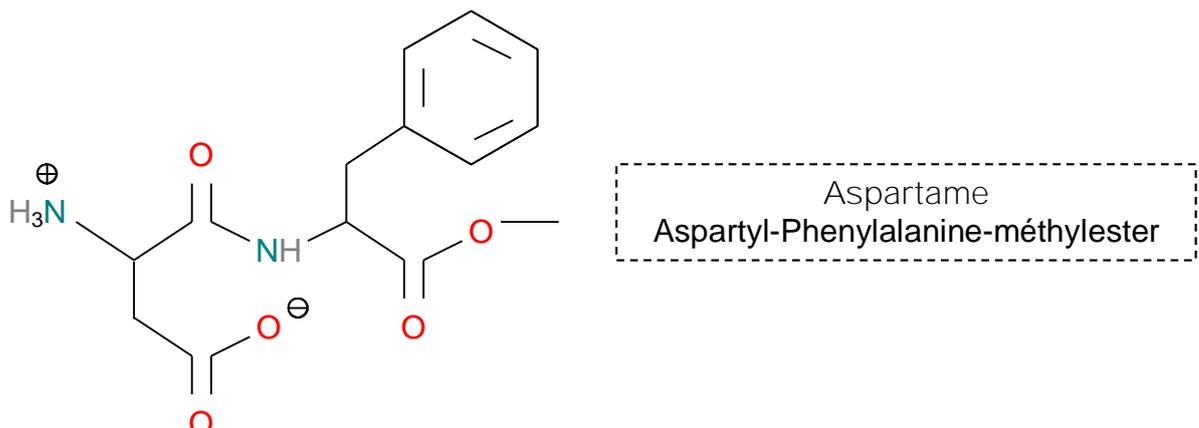
On utilise des composés naturels, faciles à obtenir :

- q Le saccharose (0-D-glucopyranosyl (1 ó 2) N-D-fructofuranoside) qui est le composé organique le plus abondant.
- q Le lactose (0-D-galactopyranosyl (1 à 4) D-glucopyranoside), présent dans le lait mais peu soluble dans l'eau.
- q Le glucose ou le fructose, présents dans les fruits et le miel.



2) Édulcorants intenses

Les édulcorants de charge apportent plus de calories et peuvent créer des caries, contrairement aux édulcorants intenses. On utilise massivement aujourd'hui l'aspartame (ou *nutrasweet*).



C. Les conservateurs

Un conservateur protège les aliments contre les micro-organismes.

On les nomme : E 2 X Y

↓ ↓

Conservateur Numéro du conservateur

Les substances utilisées peuvent être organiques ou inorganiques. On utilise des acides carboxyliques (acide formique, acétique, tartrique ...), des nitrites (NO_2^-) ou des sulfites (SO_3^-) ou encore des sels.

IV_ Quelques exemples

A. Milieux colloïdaux : les produits laitiers

I Le lait

Le lait est une émulsion huile-dans-eau avec 93 % d'eau. Lorsqu'on le laisse décanter, la crème (molécules lipophiles) se dépose au-dessus du lait écrémé.

I La crème

La crème se compose de 60% d'eau et contient presque tous les lipides et les vitamines liposolubles du lait.

I Le beurre

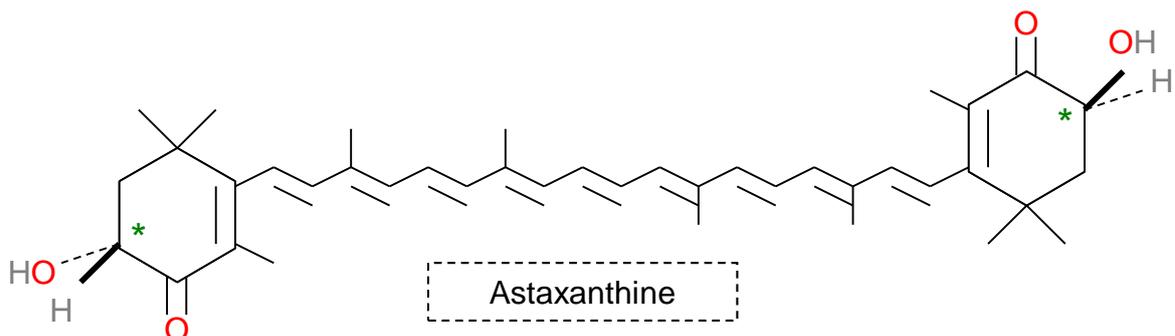
Le beurre s'obtient en agitant fortement la crème afin d'en retirer le maximum d'eau. C'est une émulsion eau-dans-huile. Son point de fusion dépend des chaînes ramifiées des triglycérides présents.

Ainsi la margarine, qui contient des triglycérides à chaînes insaturées, est plus encombrée, son point de fusion est donc plus bas ; elle fond plus facilement et est donc plus molle que le beurre. Et c'est bien pratique le matin si on ne veut pas casser ses biscottes !!!

Remarque : il faut faire attention de ne pas créer trop de liaisons trans en formant de la margarine, car ces liaisons sont instables donc réactives, donc toxiques.

B. Détection de fraudes alimentaires : saumons d'élevage

Il est possible de déterminer si un saumon est sauvage ou d'élevage. La molécule qui lui confère sa couleur s'appelle l'astaxanthine. Elle provient d'une crevette que mange le saumon.



Or cette molécule possède quatre diastéréoisomères : (S,S) ; (R,R) et (S,R=R,S). On observe que les taux de ces diastéréoisomères sont différents si le saumon est sauvage ou d'élevage :

à Un saumon sauvage a les mêmes proportions que celles de la crevette, c'est-à-dire 85 % (S,S) et 10 % (R,R).

à Un saumon d'élevage nourri à l'astaxanthine a les proportions de la molécule vendue dans le commerce, soit un quart de chaque diastéréoisomère.

En effectuant une chromatographie sur couche mince, on sépare les diastéréoisomères qui ont des propriétés physico-chimiques différentes.