Saveur sucrée

Bac S 2013 Métropole (ancien programme) · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 Rédiger une étude comparée des trois catégories d'espèces sucrantes présentées, en une vingtaine de lignes.

Données utiles documents 1 à 3 (pouvoir sucrant PS et apport énergétique en $\mathrm{kJ \cdot g^{-1}}$ du document 2)

Les documents présentent trois catégories d'espèces à saveur sucrée : les **sucres** (oses comme le glucose et le fructose, et le saccharose formé à partir de ces deux oses), les **polyols** (xylitol, sorbitol) et les **édulcorants** (aspartame, acésulfame).

Origine et structure. Sucres et polyols sont des espèces naturelles présentes dans des végétaux (betterave, raisin, framboise, cerise) ou dans le miel. Les oses portent un groupe carbonyle (aldéhyde pour le glucose, cétone pour le fructose) et plusieurs groupes hydroxyle. Les polyols ne portent que des groupes hydroxyle, comme le montrent la formule du xylitol et le nom du sorbitol, hexane-1,2,3,4,5,6-hexol. Les édulcorants sont des molécules de synthèse aux structures très différentes (groupes amide et ester dans l'aspartame, cycle contenant du soufre dans l'acésulfame).

Pouvoir sucrant et énergie. Le saccharose sert de référence (PS = 1,0). Sucres et polyols ont des pouvoirs sucrants voisins, de 0,5 à 1,2 ; les édulcorants sont 200 fois plus sucrants, donc on en met 200 fois moins en masse pour la même saveur. Par gramme, les sucres apportent 16 à 17 kJ, les polyols 10 à 13 kJ, les édulcorants presque rien.

Pour le consommateur, il faut raisonner à saveur égale en divisant l'apport énergétique par le pouvoir sucrant : saccharose 17 kJ, glucose 23 kJ, xylitol 10 kJ, mais sorbitol 26 kJ, davantage que le saccharose ; aspartame $8{,}5 \times 10^{-5}$ kJ. Seuls les édulcorants rendent l'apport énergétique négligeable.

Santé. Les sucres favorisent les caries et déclenchent une forte libération d'insuline, qui fait stocker le glucose dans le foie. Polyols et édulcorants ne provoquent pas de caries et les polyols déclenchent moins d'insuline. Le document 3 précise cependant que le lien entre sucres et surpoids n'est pas établi, et que les effets à long terme des polyols et des édulcorants restent mal connus, certaines études étant controversées.

Regard critique. Le pouvoir sucrant est évalué par un panel de goûteurs (document 1) : c'est une mesure subjective, ce qui explique des valeurs arrondies comme 200.

Conclusion. Aucune catégorie ne réunit tous les avantages : les sucres sont naturels mais énergétiques et cariogènes ; les polyols ménagent les dents mais sucrent moins, le sorbitol étant même plus énergétique que le sucre à saveur égale ; les édulcorants sucrent sans apport énergétique, mais leur innocuité reste discutée.

PIÈGE

Écrire que le sucre provoque l'obésité : le document 3 dit que ce lien reste à établir. L'esprit critique est noté, une affirmation non soutenue par les documents coûte des points.

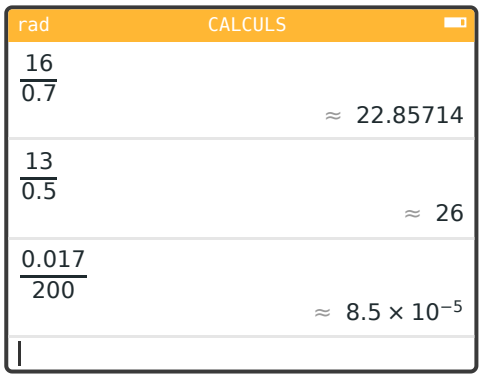
COMPRENDRE

Le quotient « apport énergétique ÷ pouvoir sucrant » donne l'énergie apportée pour la saveur de 1 g de saccharose. C'est lui qui compare honnêtement les produits.

MÉTHODE

Synthèse de documents : annoncer les critères de comparaison, citer les documents, exploiter leurs chiffres au lieu de les recopier, relever leurs limites, puis conclure en répondant à la question posée.

À LA CALCULATRICE



Sucres : naturels, PS proche de 1, énergétiques, cariogènes. Polyols : naturels, PS de 0,5 à 1, moins énergétiques par gramme, non cariogènes. Édulcorants : synthétiques, PS = 200, énergie négligeable, effets à long terme incertains.

1 Nommer les groupes caractéristiques a, b, c et d.

a : groupe carboxyle $-COOH$ (famille des acides carboxyliques).

b : groupe amine $-NH_2$.

c : groupe carboxyle $-COOH$.

d : groupe amide $-CO-NH^-$, ici la liaison peptidique.

a : carboxyle ; b : amine ; c : carboxyle ; d : amide

PIÈGE
Confondre carboxyle et carbonyle. Le groupe carbonyle est $C{=}O$ seul ; associé à $-OH$ il forme un carboxyle, associé à un azote un amide. Le cadre d contient bien le $C{=}O$ et le $N-H$.

2 Identifier l'atome de carbone asymétrique de l'acide aspartique et donner les représentations de Cram de ses deux énantiomères.

Le carbone asymétrique, noté C*, est celui qui porte le groupe amine : il est lié à quatre atomes ou groupes d'atomes tous différents, $-H$, $-NH_2$, $-COOH$ et $-CH_2-COOH$.

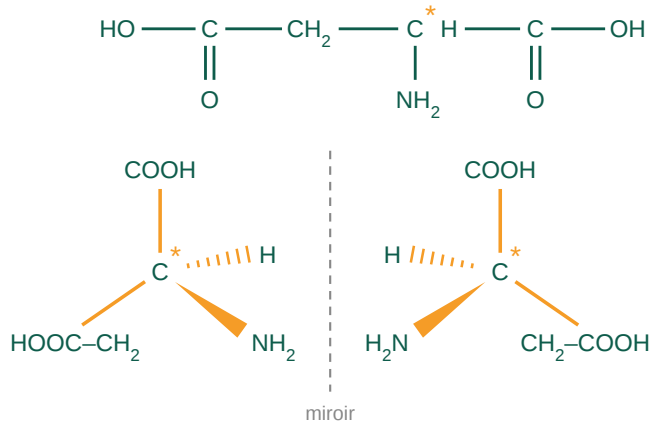
Les deux énantiomères sont images l'un de l'autre dans un miroir et ne sont pas superposables (voir la figure).

C* : le carbone qui porte $-NH_2$; deux représentations de Cram symétriques par rapport à un miroir

PIÈGE
Les carbones des groupes $-COOH$ ne sont pas asymétriques (double liaison avec O), ni celui du CH_2 (deux atomes H). Il n'y a qu'un seul C*.

COMPRENDRE
Carbone asymétrique, énantiomères et représentation de Cram ne figurent plus au programme actuel de spécialité. La question reste juste dans le cadre de l'ancien programme.

MÉTHODE
En Cram : deux liaisons dans le plan (traits), une vers l'avant (triangle plein), une vers l'arrière (hachures). L'autre énantiomère s'obtient par symétrie dans un miroir, ou en échangeant deux substituants.



2 · Carbone asymétrique (C*) de l'acide aspartique et ses deux énantiomères en représentation de Cram

3 Justifier la nécessité de protéger les fonctions a et b de l'acide aspartique pour synthétiser l'aspartame.

L'aspartame s'obtient par formation d'un amide entre le groupe carboxyle **c** de l'acide aspartique et le groupe amine de l'ester méthylique de la phénylalanine. Or l'acide aspartique possède un second groupe carboxyle (a) et un groupe amine (b), qui peuvent eux aussi réagir.

Sans protection :

- le groupe carboxyle a pourrait réagir à la place de c avec l'amine de l'ester : on obtiendrait un isomère de l'aspartame ;
- le groupe amine b d'une molécule d'acide aspartique pourrait réagir avec un groupe carboxyle d'une autre molécule d'acide aspartique, ce qui formerait des produits secondaires.

La réaction ne serait pas sélective : on obtiendrait un mélange, avec un faible rendement en aspartame et une purification difficile.

Protéger a et b rend la synthèse sélective : seul le groupe c réagit avec l'amine de l'ester pour former la liaison peptidique de l'aspartame ; on déprotège ensuite a et b.

PIÈGE
Ne citer que la concurrence entre a et c. L'acide aspartique peut aussi réagir sur lui-même, son groupe amine b formant un amide avec le carboxyle d'une autre molécule.

MÉTHODE
Stratégie de protection : repérer tous les groupes capables de réagir, bloquer ceux qui ne doivent pas réagir, effectuer la réaction voulue, puis déprotéger. Le prix à payer : deux étapes supplémentaires.