

# mallettes MERITE



itinéraires  
en sciences  
et techniques :  
expérimenter  
et comprendre

CLASSES DE CYCLE 4

3<sup>e</sup>

4<sup>e</sup>

5<sup>e</sup>

Physique-Chimie

itinéraire

## À la table des matières : les sucres

Concret pour les élèves

Démarche d'investigation

Clé en main  
pour l'enseignant

Matériel dédié

Conçu par des scientifiques  
et des enseignants

Testé en classe



mallettes  
**MERITE**

itinéraires  
en sciences  
**et techniques :**  
expérimenter  
et comprendre





## La collection



### **Itinéraires en sciences et techniques : expérimenter et comprendre**

**Conçues pour les enseignants du CM1 jusqu'à la classe de 3<sup>e</sup>, les mallettes MERITE sont des ressources pédagogiques abordant plusieurs disciplines et laissant une grande part à l'expérimentation par les élèves. Apprendre en se confrontant au réel, utiliser du matériel approprié, réfléchir et progresser en groupe sur des questions ouvertes issues du quotidien, s'entraîner à raisonner sur des faits et des observations, s'approprier des concepts scientifiques et des savoir-faire techniques, tout cela est au cœur de la collection MERITE.**

#### **Des progressions clés en mains pour les enseignants**

Chaque mallette MERITE est composée d'un guide pour l'enseignant détaillant l'itinéraire pédagogique réparti en modules et séances et du matériel nécessaire pour réaliser les expériences. Elle constitue ainsi une ressource complète pouvant être utilisée en autonomie et de façon flexible par l'enseignant. Les contenus s'inscrivent dans les programmes scolaires et ouvrent sur la découverte des métiers.

#### **Une approche concrète s'appuyant sur la démarche d'investigation**

Les activités de classe s'appuient sur la démarche d'investigation pour encourager l'apprentissage progressif des élèves par l'action. Le matériel fourni est adapté au niveau des élèves et permet de réaliser des activités scientifiques et techniques pour toute une classe, disposée le plus souvent en îlots.

#### **Une collection conçue par des scientifiques et testée en classe**

Riche de 12 thématiques, cette collection de mallettes pédagogiques a été conçue par des scientifiques de 7 établissements d'enseignement supérieur, en co-construction avec des enseignants, et testée dans des classes de cycle 3 et 4 durant trois années scolaires.

#### **Une collection au service de la diffusion de la culture scientifique et technique**

La collection MERITE encourage la diffusion et la diversification de la culture scientifique et technique et s'adresse à tous. Les thématiques proposées se font parfois écho en utilisant des outils communs (outils mathématiques, utilisation de protocoles d'expérimentation...), démontrant ainsi que les disciplines ne sont pas cloisonnées. L'approche proposée permet de construire des apprentissages utiles au citoyen : réflexion, esprit critique, confiance en soi, créativité et innovation pour devenir capable de choix éclairés par des connaissances et compétences scientifiques et techniques bien comprises.

Cette collection est le fruit du projet MERITE (2015-2020) coordonné par IMT Atlantique en partenariat avec 7 établissements d'enseignement supérieur du Grand Ouest et le Rectorat de l'Académie de Nantes. MERITE a été financé au titre du Programme d'Investissements d'Avenir lancé par l'Etat, ainsi que par le Fonds européen de développement régional, la Région des Pays de la Loire et le groupe Assystem.



À la table des matières : les sucres

# Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>11</b>
<b>Matériel</b>	<b>17</b>
<b>Séances</b>	<b>25</b>
<b>Itinéraire pédagogique</b>	<b>27</b>
<b>Glossaire</b>	<b>97</b>



<b>MODULE</b>	<b>À LA TABLE DES MATIÈRES : LES SUCRES</b>	<b>28</b>
<b>Séance 1</b>	<b>Qu'est-ce que le sucre ?</b>	<b>31</b>
	Étapes du procédé de transformation	33
	Questionnaire	34
	Quelles étapes pour obtenir du sucre cristal ? (vidéo)	36
	Quelles étapes pour obtenir du sucre cristal ? (diaporama)	37
<b>Séance 2</b>	<b>Le sucre : toute une histoire !</b>	<b>38</b>
	Dossier documentaire	40
	Frise chronologique	44
	Personnages historiques	45
<b>Séance 3</b>	<b>Sucres simples, sucres complexes</b>	<b>46</b>
	Étiquettes alimentaires	48
	Notions sur la classification des sucres	49
	Quelques indices glycémiques	50
	Indice glycémique	52
<b>Séance 4</b>	<b>Propriétés et structure : le pouvoir sucrant</b>	<b>53</b>
	Protocole et résultats attendus	55
	À la découverte du pouvoir sucrant	56
	Le sucre et ses utilisations	58
	Élaborer un protocole	59
	Échelle du pouvoir sucrant	60
<b>Séance 5</b>	<b>Propriétés et structure : la masse volumique</b>	<b>62</b>
	Notions sur la densité	65
	Découvrir la notion de masse volumique	66
	Découverte de la masse volumique : éléments de correction et aides	68
	La masse volumique des sucres	70
<b>Séance 6</b>	<b>Propriétés et structure : la solubilité</b>	<b>73</b>
	Test de solubilité	76
	Un mélange étonnant	77
<b>Séance 7</b>	<b>Structure moléculaire des sucres</b>	<b>78</b>
	Analyse de vidéo : la photosynthèse	81
	Notion d'échelle	82
	Questionnaire sur la vidéo	83
<b>Séance 8</b>	<b>Mettre en évidence la présence de sucres</b>	<b>84</b>
	Résultats attendus et explications	86
	Enquête scientifique : les tests d'identification des sucres	88
<b>Séance 9</b>	<b>Découvrir un phénomène moléculaire : la réticulation</b>	<b>91</b>
	Billes d'alginate : réalisation du protocole	93
	Billes d'alginate : observations et explications	94
	Billes d'alginate : expérience et résultats	95



Physique-Chimie,  
Sciences de la Vie et de la Terre,  
Histoire et géographie

# À la table des matières : les sucres

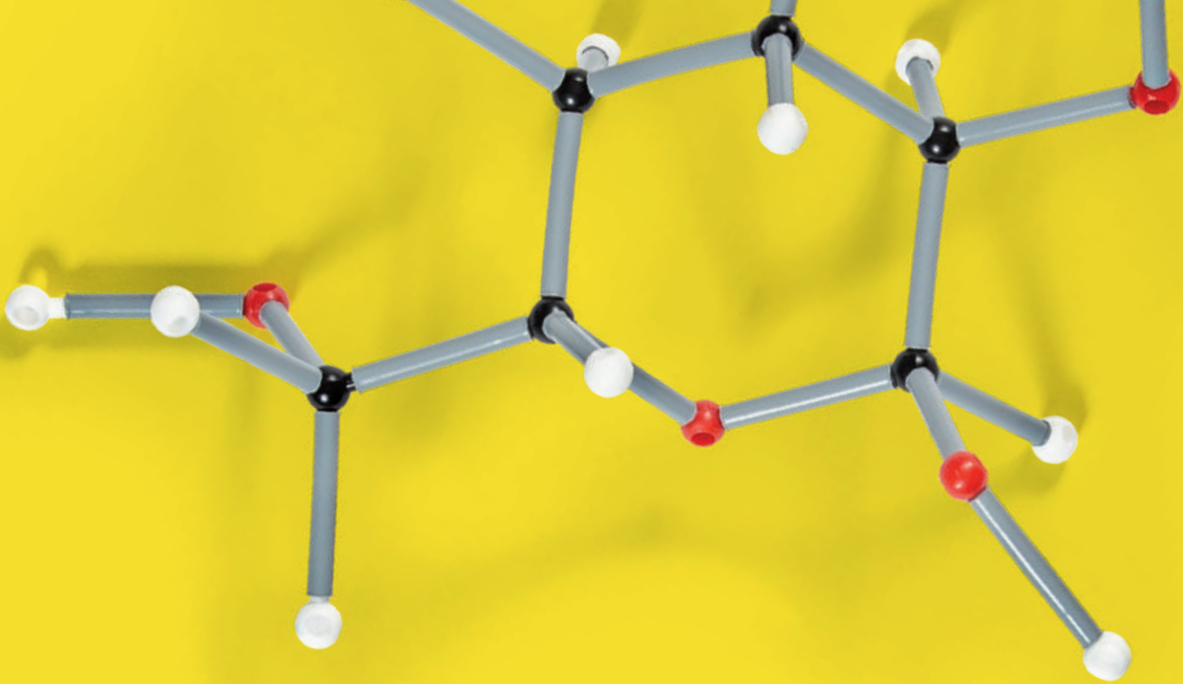
**CLASSES DE CYCLE 4**

**5<sup>e</sup> 4<sup>e</sup> 3<sup>e</sup>**

Contenus pédagogiques conçus  
par le laboratoire CEISAM (Université de Nantes - CNRS)







À la table des matières : les sucres

# Introduction





# À la table des matières : les sucres

Quelle est la composition d'un minéral ? Comment est fabriqué le savon ? Pourquoi les feuilles changent-elles de couleur à l'automne ? Quand l'eau se transforme en neige, est-ce encore de l'eau ? La matière est l'un des concepts fondamentaux de la science. Tout ce que nous pouvons voir et toucher est constitué de matière et, par définition, elle constitue tout ce qui a une masse et occupe de l'espace. La matière existe sous trois formes principales (solide, liquide et gaz) et possède des propriétés que nous pouvons décrire par la densité, la solubilité, la conductivité ou encore le magnétisme.

La matière est un concept très abstrait pour beaucoup d'élèves car ses constituants restent des notions difficiles à appréhender. Sous cette apparente complexité, elle apparaît comme quelque chose qu'ils peuvent voir et saisir et qui est principalement solide et inanimé. Lorsqu'on aborde la matière présente dans les êtres vivants, il n'est pas évident de faire la différence entre la matière elle-même et les réactions qu'elle génère et donc d'expliquer des phénomènes biologiques tels que la photosynthèse, la respiration ou la nutrition.

## Pourquoi étudier la chimie ?

La chimie ne se limite pas aux béchers et aux laboratoires ; elle est l'étude de la matière, de l'énergie et de leur interaction. Si chacun ne se destine pas à poursuivre une carrière scientifique, il y a de nombreuses raisons d'étudier la chimie : elle nous aide notamment à comprendre le monde qui nous entoure car la chimie est primordiale dans notre vie quotidienne. Les connaissances de base que nous acquérons en chimie nous aident à prendre des décisions éclairées et à développer un esprit critique (par exemple la lecture d'étiquettes de produits alimentaires ou phytosanitaires). Que l'on respire, mange ou reste assis à lire, notre corps est le siège de réactions chimiques grâce aux innombrables molécules qui le composent. De même, d'autres réactions chimiques se produisent dans les plantes et les animaux, ce qui entraîne la formation de substances qui peuvent être utilisées pour s'alimenter ou se soigner.



### Une progression sur 9 séances

L'itinéraire pédagogique proposé est dédié à découvrir le sucre comme un élément de la matière en l'illustrant par plusieurs de ses propriétés. Qu'est ce que le sucre ? La première image qui vient à l'esprit est celle d'un morceau ou d'une poudre de sucre qui sont le plus communément constitués de saccharose (un sucre parmi tant d'autres...).

Pourtant, c'est bien plus que cela, car les sucres sont naturellement chimiques et se retrouvent sous différentes formes dans la matière qui nous entoure : celle que nous mangeons, celle que nous brûlons, celle dont nous sommes constitués...

La mallette « À la découverte des sucres » permet d'expérimenter en classe avec les élèves, en suivant un déroulé de 9 séances riches en observations et en connaissances générales et scientifiques. Son histoire, son origine, son empreinte dans plusieurs civilisations puis ses techniques d'exploitation nous permettent d'aborder ce thème. Une séance dédiée à la reconnaissance des sucres dans notre alimentation par la lecture d'étiquettes ouvre une discussion sur la nutrition et la responsabilisation des enfants ou jeunes adolescents à acquérir de bonnes habitudes alimentaires. Les séances suivantes laissent davantage la place à l'expérimentation scientifique par la mise en évidence de certaines propriétés des sucres (pouvoir sucrant, solubilité, masse volumique, tests d'identification, gélification), liées à la nature chimique et organique de cette matière pas comme les autres.

### Itinéraire pédagogique p. 27

**1 module**  
**9 séances**

### Mots-clés

Sucres

Glucides

Matière

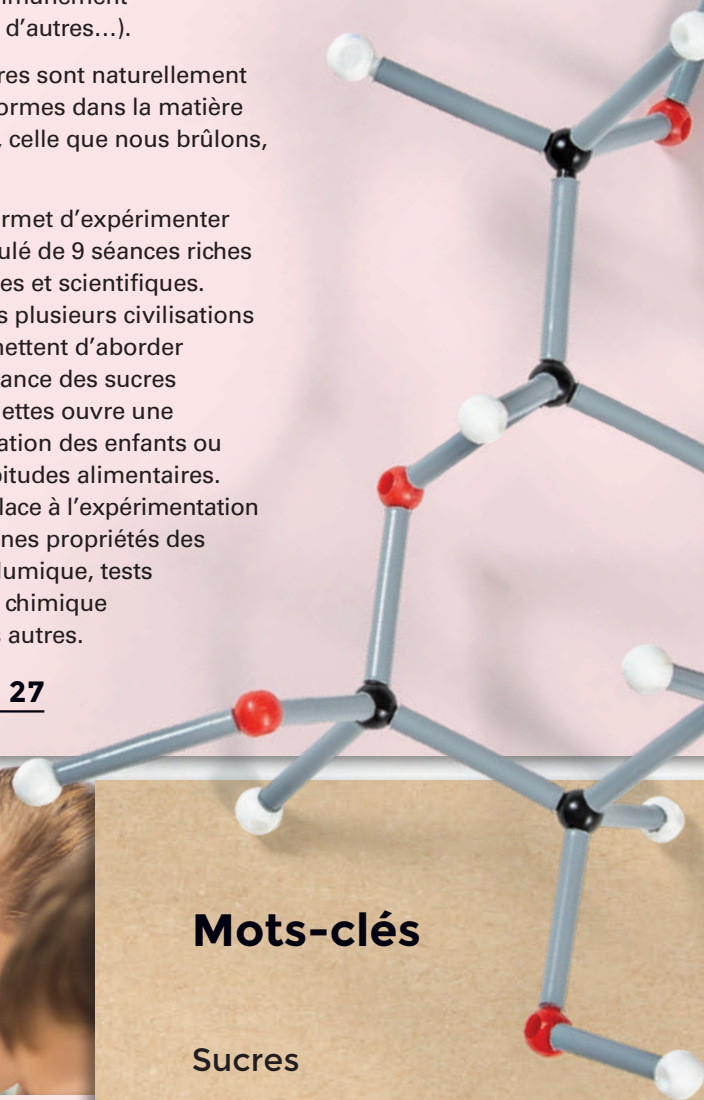
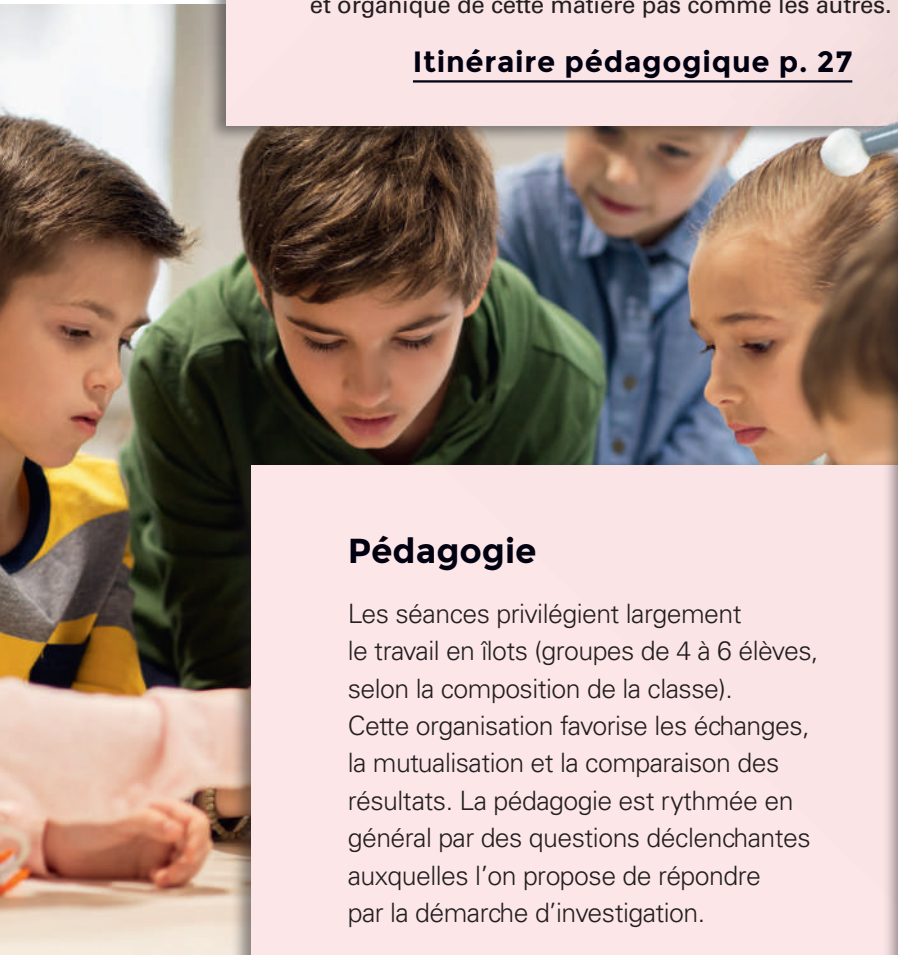
Nutrition

Histoire du sucre

Aliment scientifique

### Pédagogie

Les séances privilégient largement le travail en îlots (groupes de 4 à 6 élèves, selon la composition de la classe). Cette organisation favorise les échanges, la mutualisation et la comparaison des résultats. La pédagogie est rythmée en général par des questions déclenchantes auxquelles l'on propose de répondre par la démarche d'investigation.



## Synthèse des compétences travaillées

### Les langages pour penser et communiquer

#### Comprendre, s'exprimer en utilisant la langue française à l'oral et à l'écrit

- L'élève parle, communique, argumente à l'oral de façon claire et organisée ; il adapte son niveau de langue et son discours à la situation, il écoute et prend en compte ses interlocuteurs.
- L'élève s'exprime à l'écrit pour raconter, décrire, expliquer ou argumenter de façon claire et organisée. Il emploie à l'écrit comme à l'oral un vocabulaire juste et précis.

#### Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques

- Il produit et utilise des représentations d'objets, d'expériences, de phénomènes naturels tels que schémas, croquis, maquettes, patrons ou figures géométriques. Il lit, interprète, commente, produit des tableaux, des graphiques et des diagrammes organisant des données de natures diverses.

### Les méthodes et outils pour apprendre

#### Organisation du travail personnel

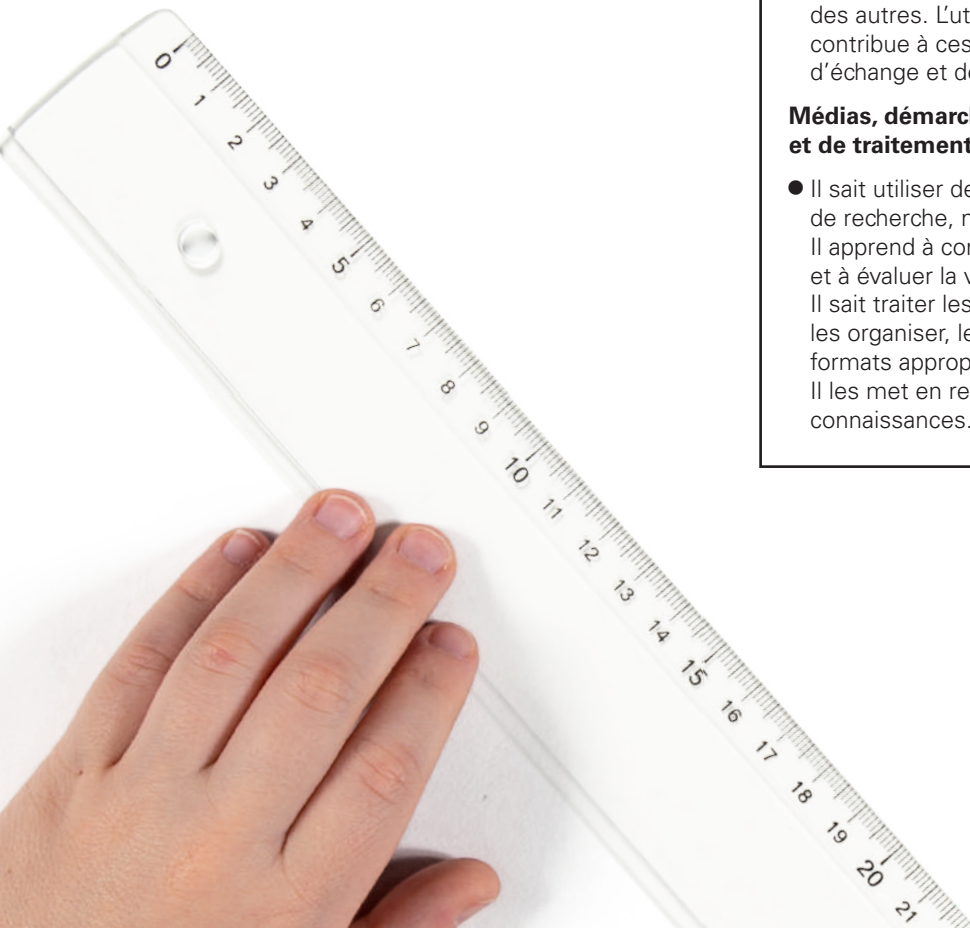
- Il comprend le sens des consignes.
- Pour acquérir des connaissances et des compétences, il met en œuvre les capacités essentielles que sont l'attention, la mémorisation, la mobilisation de ressources, la concentration, l'aptitude à l'échange et au questionnement, le respect des consignes, la gestion de l'effort.
- Il sait identifier un problème, s'engager dans une démarche de résolution, mobiliser les connaissances nécessaires, analyser et exploiter les erreurs, mettre à l'essai plusieurs solutions, accorder une importance particulière aux corrections.

#### Coopération et réalisation de projets

- L'élève travaille en équipe, partage des tâches, s'engage dans un dialogue constructif, accepte la contradiction tout en défendant son point de vue, fait preuve de diplomatie, négocie et recherche un consensus.
- L'élève sait que la classe, l'école, l'établissement sont des lieux de collaboration, d'entraide et de mutualisation des savoirs. Il aide celui qui ne sait pas comme il apprend des autres. L'utilisation des outils numériques contribue à ces modalités d'organisation, d'échange et de collaboration.

#### Médias, démarches de recherche et de traitement de l'information

- Il sait utiliser de façon réfléchie des outils de recherche, notamment sur Internet. Il apprend à confronter différentes sources et à évaluer la validité des contenus. Il sait traiter les informations collectées, les organiser, les mémoriser sous des formats appropriés et les mettre en forme. Il les met en relation pour construire ses connaissances.





### La formation de la personne et du citoyen

#### Réflexion et discernement

- L'élève vérifie la validité de l'information et distingue ce qui est objectif de ce qui est subjectif. Il apprend à justifier ses choix et à confronter ses propres jugements à ceux des autres. Il sait remettre en cause ses jugements initiaux après un débat argumenté.

#### Responsabilité, sens de l'engagement et de l'initiative

- L'élève coopère et fait preuve de responsabilité vis-à-vis d'autrui. Il respecte les engagements pris envers lui-même et envers les autres.
- L'élève sait prendre des initiatives, entreprendre et mettre en œuvre des projets.

### Les représentations du monde et l'activité humaine

#### L'espace et le temps

- L'élève comprend que les lectures du passé éclairent le présent et permettent de l'interpréter.
- L'élève se repère dans l'espace à différentes échelles, Il sait situer un lieu ou un ensemble géographique en utilisant des cartes, en les comparant et en produisant lui-même des représentations graphiques.

#### Invention, élaboration, production

- Pour mieux connaître le monde qui l'entoure comme pour se préparer à l'exercice futur de sa citoyenneté démocratique, l'élève pose des questions et cherche des réponses en mobilisant des connaissances sur :
  - les grandes découvertes scientifiques et techniques et les évolutions qu'elles ont engendrées, tant dans les modes de vie que dans les représentations.

### Les systèmes naturels et les systèmes techniques

#### Démarches scientifiques

- L'élève sait mener une démarche d'investigation. Pour cela, il décrit et questionne ses observations ; il prélève, organise et traite l'information utile ; il formule des hypothèses, les teste et les éprouve ; il manipule, explore plusieurs pistes, procède par essais et erreurs ; il modélise pour représenter une situation ; il analyse, argumente, mène différents types de raisonnements (par analogie, déduction logique...) ; il rend compte de sa démarche. Il exploite et communique les résultats de mesures ou de recherches en utilisant les langages scientifiques à bon escient.

#### Responsabilités individuelles et collectives

- L'élève connaît l'importance d'un comportement responsable vis-à-vis de l'environnement et de la santé et comprend ses responsabilités individuelle et collective. Il prend conscience de l'impact de l'activité humaine sur l'environnement, de ses conséquences sanitaires.
- Il sait que la santé repose notamment sur des fonctions biologiques coordonnées, susceptibles d'être perturbées par des facteurs physiques, chimiques, biologiques et sociaux de l'environnement et que certains de ces facteurs de risques dépendent de conduites sociales et de choix personnels. Il est conscient des enjeux de bien-être et de santé des pratiques alimentaires et physiques. Il observe les règles élémentaires de sécurité liées aux techniques et produits rencontrés dans la vie quotidienne.








## Comment utiliser ce guide ?



### ITINÉRAIRE

Un **itinéraire pédagogique progressif** organisé en un **module de 9 séances** est présenté. L'ordre de mise en œuvre des séances peut être adapté par l'enseignant en fonction de ses projets.

Des **pictogrammes** caractérisent les types de séances :

-  Découverte / Observation
-  Créativité / Réflexion
-  Expérimentation
-  Réinvestissement
-  Synthèse / Communication

Le nombre de **fiches pédagogiques** est précisé pour chaque séance :



-  fiches enseignant
-  fiches élève

Ce module unique, composé de plusieurs séances, est présenté globalement et annonce les **compétences travaillées** ainsi que les **attendus de fin de cycle**.

### MATÉRIEL

Une liste exhaustive du matériel contenu dans la mallette est présentée dans le **catalogue du matériel**. Chaque élément porte un numéro de référence.


Chaque page *Séance* contient une liste du matériel utile pour son bon déroulement. Pour faciliter la préparation de la séance et l'identification du matériel, les pictogrammes suivants indiquent :

-  le matériel non fourni
-  le numéro de référence dans le catalogue

### SÉANCES


Les pages **Séance** (liseré jaune) contiennent tout ce dont l'enseignant a besoin pour mener la séance :


- les objectifs visés
- une liste du matériel
- un déroulement détaillé de la séance

 Une durée de la séance est donnée à titre indicatif.

Le déroulement des séances s'organise toujours de la même manière :

- une activité d'immersion
- des points de passages pour développer l'apprentissage visé
- une synthèse des découvertes réalisées par les élèves

 Des **post-it roses** récapitulent le vocabulaire spécifique de la séance et renvoient aux définitions du glossaire (situé à la fin du guide).

 Des **post-it kraft** renvoient à des conceptions naïves des élèves ou bien resituent une notion dans son contexte.

#### DES ENCARTS JAUNES

attirent l'attention sur des points d'organisation pédagogique ou de sécurité.

#### DES ENCARTS GRIS

soulignent les pistes pour aller plus loin.

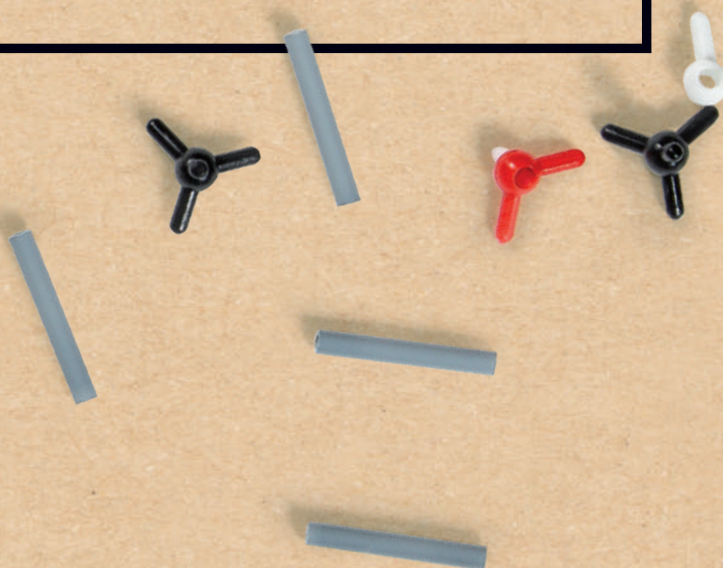
Les **FICHES Enseignant** viennent compléter les pages **Séance** en apportant des notions supplémentaires ou en donnant des conseils sur l'organisation de la séance.

Des **FICHES Élève** à imprimer et à distribuer à la classe sont à disposition dans le guide et téléchargeables sur le site du projet MERITE.

Les ressources numériques utiles à la séance sont disponibles sur la **clé USB** incluse dans la mallette et accessibles depuis le site du projet MERITE ([www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)).

À la table des matières : les sucres

# Matériel



# Matériel

## Comment utiliser ce catalogue du matériel ?

Ce catalogue présente l'ensemble du matériel inclus dans la mallette, ainsi que des conseils sur l'utilisation de chaque élément. Le matériel non fourni utile pour mener les séances est listé et son coût estimé à la fin du catalogue.

Après chaque séance, au moment de ranger le matériel, vérifiez que le **nombre d'exemplaire(s)** correspond à la mallette d'origine.

**Cette référence** est rappelée dans le listing matériel des séances. Elle vous permettra d'identifier et de préparer plus rapidement le matériel nécessaire avant une séance.

### Matériel manquant

Si des éléments du matériel sont manquants ou ont été endommagés, consultez le site du projet MERITE ([www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)) pour en savoir plus sur les modalités de remplacement.

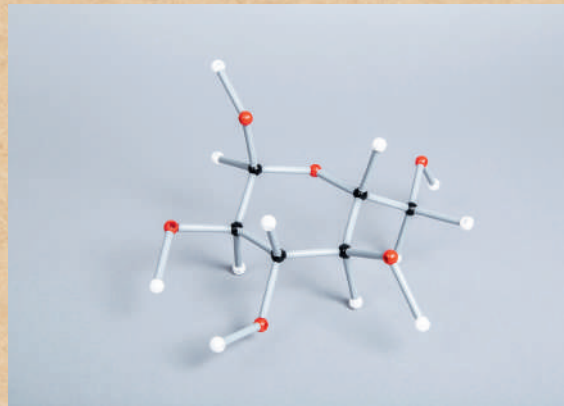
16 x **Modèle moléculaire**

Réf. 1

Chaque modèle moléculaire permet de construire une molécule de glucose. Ils sont rangés dans des boîtes individuelles contenant : 6 atomes d'oxygène (boules rouges), 6 atomes de carbone (boules noires), 12 atomes d'hydrogène (boules blanches) et 24 liaisons (cylindres gris).



Démontés, rangés dans leurs boîtes



Assemblés

16 x **Livret d'assemblage**

Réf. 2



Ces livrets d'assemblage accompagnent les modèles moléculaires présentés ci-dessus. Ils décrivent les étapes à réaliser pour construire la molécule de glucose à partir des différents éléments. Pour aller plus loin, les étapes pour construire des molécules complexes (amidon et cellulose) à partir de plusieurs modèles de glucose sont aussi données. De courtes présentations sur les molécules construites (glucose, amidon, cellulose) et sur la photosynthèse complètent ces livrets.

4 x Jeu de cylindres Réf.3



Chaque jeu contient 5 cylindres de matières différentes : plastique, bois, aluminium, acier et laiton (de gauche à droite sur la photo ci-contre). La photo présente également les cylindres classés du plus léger (moins dense) au plus lourd (plus dense). Chaque jeu est rangé dans son sachet individuel. Les cylindres sont immergés dans l'eau au cours des manipulations ; il faut donc veiller à bien les sécher avant de les replacer dans les sachets.

50 x Pipette en plastique Réf. 4



Elles sont à bien rincer à la fin de chaque séance où elles sont utilisées.

8 x Éprouvette graduée Réf. 5



Ces éprouvettes de 50 mL permettent de mesurer des volumes de liquides.

8 x Passoire Réf. 6



Elles permettent de réaliser une étape de filtration pour retenir des solides dont la taille est supérieure à 1 mm.

8 x Ramequin en verre Réf. 7



Ces ramequins en verre sont réutilisables et sont à bien nettoyer à la fin de chaque séance où ils sont utilisés.

1 x Bouteille en verre Réf. 8



Cette bouteille a une contenance de 50 cL. Elle est utile lors de la séance 8 (préparation de la solution d'alginate de sodium).

1 x Balance numérique Réf. 9



Cette balance permet de mesurer précisément des masses comprises entre 0,01 g et 200 g.

Consommables

1 x Fructose Ref. 10



Produit comestible.  
Il se présente sous forme de poudre et est goûté par les élèves lors de la séance sur le pouvoir sucrant.

1 x Glucose Ref. 11



Produit comestible.  
Il se présente sous forme de poudre et est goûté par les élèves lors de la séance sur le pouvoir sucrant.

1 x Alginate de sodium Ref. 12



Produit comestible.  
Il se présente sous forme de poudre et est utilisé lors de la séance de fabrication des billes d'alginate.

8 x Lactate de calcium Ref. 13



Produit comestible.  
Il se présente sous forme de poudre et est utilisé lors de la séance de fabrication des billes d'alginate.

1 x Stévia Ref. 14



Produit comestible.  
Il se présente sous forme de poudre et est goûté par les élèves lors de la séance sur le pouvoir sucrant.

1 x Isomalt Ref. 15



Produit comestible.  
Il se présente sous forme de poudre et est goûté par les élèves lors de la séance sur le pouvoir sucrant.

1 x Tréhalose Ref. 16



Produit comestible.  
Il se présente sous forme de poudre et est goûté par les élèves lors de la séance sur le pouvoir sucrant.

2 x Liqueur de Fehling Ref. 17



Présente sous deux formes (A et B) dans la mallette.  
Ces produits sont corrosifs.

1 x Solution iodée Ref. 18



On la nomme aussi « Bétadine » (c'est le nom de la marque).  
Non comestible, se référer au flacon pour plus d'informations.

4 x Jeu d'étiquettes Réf. 19



Ces jeux d'étiquettes sont constitués chacun de 18 cartes « Aliment » et des 18 étiquettes alimentaires correspondantes. Un code lettre-chiffre (A1, B2...) permet à l'enseignant de les associer.

1 x Marqueur Réf. 20



Ce marqueur est effaçable et doit être rangé à l'horizontale dans la mallette.

1 x Clé USB Réf. 21



Cette clé USB contient tous les documents (diaporamas, vidéos, annexes...) utiles au bon déroulement des séances.

1 x Portraits de personnages historiques Réf. 22



La mallette contient également un jeu de 8 portraits de personnages historiques qui pourront être utilisés lors de la séance 2. Si ces portraits restent affichés sur la frise de la classe pendant le reste des séances du module, ne pas oublier de les replacer dans la mallette au moment de la rendre.



## Hygiène et sécurité

### Goûter les sucres

Le déroulement des séances prévoit deux expérimentations permettant aux élèves de goûter les sucres, l'une pour l'étude du pouvoir sucrant, l'autre pour la fabrication de billes d'alginate (cuisine moléculaire). Par mesure d'hygiène, il est indispensable de mettre à disposition de chacun des élèves des cuillères à usage unique afin de réaliser les expériences de dégustation sensorielle.

### Allergies

Au cours de certaines séances (4 et 9), les élèves sont invités à goûter les préparations réalisées (divers sucres en séance 4 et billes d'alginate de sodium préalablement immergées dans du lactate de calcium en séance 9). Vérifier systématiquement les allergies possibles des élèves en consultant les PAI (Projets d'accueil individualisés) des élèves.

**À noter :** la farine de maïs ne contient pas de gluten. Le test gustatif peut donc être réalisé avec les élèves ayant une intolérance au gluten.

**Matériel non fourni**

Certains éléments utiles au bon déroulement des séances ne sont pas inclus dans la mallette (consommables d'usage courant, matériel à usage unique..).

Les quantités données sont celles pour une organisation de la classe en 8 îlots.

Le coût estimé de ces achats s'élève environ à 35€.

Désignation du matériel	Séances concernées	Quantité nécessaire par îlot	Quantité pour une classe et estimation du coût
<b>Post-it</b>	Séance 3	5 par élève minimum	Variable selon les classes
<b>Amidon</b> (féculé de maïs, 1 kg)	Séances 4, 6 & 8	2 petites cuillères (séance 4) 30 mL (séance 6), quelques grammes (séance 8)	1 paquet pour la classe (2,50€)
<b>Saccharose</b> (sucre de table en poudre, très fin, 1 kg)	Séances 4 & 6	2 petites cuillères	1 paquet pour la classe (1€)
<b>Gobelets de 20 cL</b> transparents	Séances 4, 5, 6 & 9	6 par îlot (séance 4), 2 par îlot (séance 6), 1 par îlot (séances 7 et 8)	1 centaine (1,70€)
<b>Agitateurs</b> en plastique, à usage unique	Séances 4 & 6	3 par îlot (séance 4) 2 par îlot (séance 6)	1 centaine (0,75€)
<b>Petites cuillères</b> en plastique, à usage unique	Séances 4 & 9	1 par élève (aux 2 séances)	2*30 (1€)
<b>Bouteilles d'eau</b> de 25 cL	Séances 4, 5 & 6	1 par îlot (aux 3 séances)	24 bouteilles (7,60€)
<b>Jeux de 5 cylindres</b> laiton, bois, acier, alu, PVC, de même masse et de volumes différents (Jeulin)	Séance 5	1 pour 2 îlots	4
<b>Gobelets de 7 cL</b> transparents		5 par îlot	40 gobelets (1,90€)
<b>Huile</b> 1 bouteille d'1 L		Commun à la classe	1 bouteille pour la classe (1,80€)
<b>Liquide vaisselle</b> de couleur verte (50 cL)		Commun à la classe	1 bouteille pour la classe (1,50€)
<b>Sirop de riz ou de maïs</b> 1 bouteille de 50 cL		Commun à la classe	1 bouteille pour la classe (5,20€)
<b>Alcool à brûler</b> optionnel		Commun à la classe	1 bouteille pour la classe (1,90€)
<b>Balance de Roberval</b> optionnel		Commun à la classe	1 balance pour la classe
<b>Récipient transparent</b> de type aquarium		Commun à la classe	1 récipient pour la classe
<b>4 canettes de soda</b> (1 Light 1 classique, 1 Zero, 1 Life)		Commun à la classe	1 canette de chaque (1,75€)
<b>Sirop de fraise</b> 1 bouteille d'1 L		Commun à la classe	1 bouteille pour la classe (2,70€)
<b>Colorants alimentaires</b> de couleur bleue au moins	Séances 5 & 9	Commun à la classe	Au moins un flacon de colorant bleu (1,30€)
<b>Vermicelles</b> 1 paquet d'1 kg	Séance 6	Commun à la classe	1 paquet pour la classe (0,75€)



Désignation du matériel	Séances concernées	Quantité nécessaire par îlot	Quantité pour une classe et estimation du coût
Bécher	Séance 8	1 par îlot	8
Spatules ou petites cuillères		4 par îlot	32
Lunettes de sécurité		1 par élève	Variable selon les classes
Tubes à essai		4 par îlot	32
Petites coupelles		4 par îlot	32
Eau bouillante au moins 250 mL		30 mL minimum	250 mL minimum
Sac de congélation optionnel, pour ranger la pièce à conviction		Commun à la classe	1
Bouteille d'eau d'1 L pauvre en calcium (Mont Roucous ou à défaut, Volvic)	Séance 9	Commun à la classe	1 bouteille pour la classe (0,45€)
Papier essuie-tout		Commun à la classe	1 rouleau pour la classe (0,60€)

## Ressources

### Guides pour l'enseignant

La mallette contient deux guides détaillant l'itinéraire pédagogique. Ce présent guide (« À la table des matières : les sucres ») s'adresse aux enseignants de cycle 4.

Le guide « Le sucre : une matière à explorer » s'adresse aux enseignants de cycle 3.

### Ressources numériques

Des documents supports (vidéos, diaporamas) pour la réalisation de chacune des séances sont mis à disposition sur une clé USB et sont consultables depuis le site du projet MERITE ([www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)).

Pour aller plus loin, d'autres documents annexes peuvent être exploités (EPS, Histoire et géographie...).



À la table des matières : les sucres



# Séances



## Commentaires sur l'itinéraire pédagogique



La page ci-contre présente une proposition d'itinéraire pédagogique. La progression a été conçue pour une mise en œuvre des séances à la suite les unes des autres, dans l'ordre. Cependant, l'enseignant est libre d'adapter son itinéraire au gré de ses projets et de ses besoins. Il peut choisir de modifier l'ordre de certaines séances, de ne pas en réaliser certaines voire d'imaginer des séances supplémentaires en s'appropriant le matériel de la mallette.

### Légendes

#### Types de séances

-  Découverte / Observation
-  Créativité / Réflexion
-  Expérimentation
-  Réinvestissement
-  Synthèse / Communication

#### Fiches pédagogiques

-  Fiches enseignant
-  Fiches élève



# Itinéraire pédagogique

→ Proposition d'itinéraire

## MODULE À LA TABLE DES MATIÈRES : LES SUCRES



# MODULE

## À LA TABLE DES MATIÈRES : LES SUCRES

### Présentation générale

Ce module de 9 séances invite les élèves à se questionner sur une matière qu'ils croient connaître : les sucres. En investiguant, soit par des lectures de documents, soit par des expériences, ils abordent les sucres sous différents aspects, faisant la part belle à l'interdisciplinarité. Ils mettent en œuvre des protocoles expérimentaux pour comparer différents sucres et en découvrir toute la diversité à travers différentes propriétés comme le pouvoir sucrant, la masse volumique ou encore la solubilité. Une approche moléculaire permet de mieux comprendre ces différences de caractéristiques entre les sucres et aussi d'explorer la cuisine moléculaire : une façon nouvelle d'appréhender la chimie et d'ouvrir le champ de la technologie sur des métiers nouveaux.

### Apprentissages visés

#### **Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques**

Imaginer, synthétiser, formaliser et respecter une procédure, un protocole

#### **Concevoir, créer, réaliser**

Identifier le(s) matériau(x), les flux d'énergie et d'information dans le cadre d'une production technique sur un objet et décrire les transformations qui s'opèrent

Associer des solutions techniques à des fonctions

#### **S'approprier des outils et des méthodes**

Exprimer sa pensée à l'aide d'outils de description adaptés : croquis, schémas, graphes diagrammes, tableaux (représentations non normées)

Traduire, à l'aide d'outils de représentation numérique, des choix de solutions sous forme de croquis, de dessins ou de schémas

Pratiquer des langages

Décrire, en utilisant les outils et langages de descriptions adaptés, la structure et le comportement des objets

#### **Mobiliser des outils numériques**

Lire, utiliser et produire des représentations numériques d'objets

#### **Adopter un comportement éthique et responsable**

Analyser l'impact environnemental d'un objet et de ses constituants

#### **Se situer dans l'espace et dans le temps**

Regrouper des objets en familles et lignées

Relier les évolutions technologiques aux inventions et innovations qui marquent des ruptures dans les solutions techniques

Planifier une tâche expérimentale, organiser son espace de travail, garder des traces des étapes suivies et des résultats obtenus

# 9 séances

## Séances du module

SÉANCE

1

Qu'est-ce que le sucre ?



SÉANCE

2

Le sucre : toute une histoire !



SÉANCE

3

Sucres simples, sucres complexes



SÉANCE

4

Propriétés et structure : le pouvoir sucrant



SÉANCE

5

Propriétés et structure : la masse volumique



SÉANCE

6

Propriétés et structure : la solubilité



SÉANCE

7

Structure moléculaire des sucres



SÉANCE

8

Mettre en évidence la présence de sucres



SÉANCE

9

Découvrir un phénomène moléculaire : la réticulation



## Références

Socle commun de connaissances, de compétences et de culture BO n°17 du 23 avril 2015  
Programmes scolaires cycle 3 BO N°11 du 26 novembre 2015 et BO N°48 du 24 décembre 2015

Attendus Fin de Cycle (AFC)	Compétences et Connaissances Associées (CCA)
<p><b>Les objets techniques, les services et les changements induits dans la société</b></p> <p>Comparer et commenter les évolutions des objets et systèmes</p> <p>Exprimer sa pensée à l'aide d'outils de description adaptés</p> <p><b>La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques</b></p> <p>Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet</p> <p>Utiliser une modélisation et simuler le comportement d'un objet</p>	<p>Regrouper des objets en familles et lignées</p> <p>L'évolution des objets</p> <p>Impacts sociétaux et environnementaux dus aux objets</p> <p>Relier les évolutions technologiques aux inventions et innovations qui marquent des ruptures dans les solutions techniques</p> <p>Comparer et commenter les évolutions des objets en articulant différents points de vue : fonctionnel, structurel, environnemental, technique, scientifique, social, historique, économique</p> <p>Élaborer un document qui synthétise ces comparaisons et ces commentaires</p> <p>Croquis à main levée</p> <p>Différents schémas</p> <p>Respecter une procédure de travail garantissant un résultat en respectant les règles de sécurité et d'utilisation des outils mis à disposition</p> <p>Procédures, protocoles</p> <p>Ergonomie</p> <p>Associer des solutions techniques à des fonctions</p> <p>Décrire, en utilisant les outils et langages de descriptions adaptés, le fonctionnement, la structure et le comportement des objets</p> <p>Utiliser une modélisation pour comprendre, formaliser, partager, construire, investiguer, prouver</p> <p>Outils de description d'un fonctionnement, d'une structure et d'un comportement</p>
<p><b>Conseils pour la mise en œuvre</b></p> <p>La thématique de cette mallette pédagogique se prête particulièrement à un croisement entre les enseignements de Technologie, de Physique-Chimie, de Sciences de la vie de la Terre et d'Histoire et de Géographie.</p> <p>Les recommandations liées à l'hygiène et à la santé relèvent des textes officiels de l'Éducation nationale : « La sécurité des aliments : les bons gestes » CIRCULAIRE N°2002-004 DU 3-1-2002 et la mise en œuvre des protocoles d'accueil individualisés pour les élèves ayant des allergies par exemple.</p> <p>CIRCULAIRE INTERMINISTERIELLE 2003-135 DU 8-9-2003</p>	







## Qu'est-ce que le sucre ?

SÉANCE

1

### Objectifs

Questionner les connaissances des élèves sur les sucres : leur origine, la diversité des sucres, la place des sucres dans l'équilibre alimentaire.

Découvrir les procédés de transformation du sucre.

### Déroulement pédagogique



#### Immersion

L'enseignant fait émerger les conceptions initiales des élèves à partir de questionnements :

*Qu'évoque le sucre pour vous ?*

*Que savez-vous sur le sucre ?*

*À quoi sert-il ?*

*À partir de quoi est-il fabriqué ?*

Chaque élève remplit une **FICHE** Questionnaire .

#### Points de passage

ÉMERGENCE DE QUESTIONS PRODUCTIVES  
À PARTIR DES REPRÉSENTATIONS INITIALES DES ÉLÈVES

L'enseignant partage au tableau ou sur une affiche les réponses apportées par les élèves.

À partir des représentations initiales des élèves, il fait émerger des questions productives qui permettront d'engager le travail sur les séances suivantes :

*« Le sucre est présent dans plusieurs types d'aliments : les fruits, les biscuits, le pain, certains légumes... Est-ce la même sorte de sucre ? Existe-t-il des types de sucres différents ? »*

*« Le pain ou la confiture n'ont pas le même goût. Comment expliquer cette diversité de goûts ? »*

Certains élèves savent que le sucre vient de la canne à sucre (ou de la betterave) :

*« Comment obtient-on un morceau de sucre ? Est-ce un produit naturel ou un produit transformé ? »*

L'important est de lister - à partir de l'exploitation des représentations initiales et des premières discussions - quelques questions qui pourront faire l'objet d'expériences et de découvertes dans les séances suivantes.

PROCÉDÉ DE TRANSFORMATION DU SUCRE

L'enseignant propose, au choix :

- de visionner le film « Le sucre, une vraie belle histoire » jusqu'à 4'09",
- de projeter le diaporama « Du champ à l'assiette ».

### Matériel

- **vidéo « Le sucre, une vraie belle histoire »**  
clé USB ou [www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)
  - **diaporama « Du champ à l'assiette »**  
clé USB ou [www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)
  - **FICHE** Questionnaire  
1 photocopie par élève
  - **FICHE** Quelles étapes pour obtenir du sucre cristal ? (vidéo) \*  
1 photocopie par élève
  - **FICHE** Quelles étapes pour obtenir du sucre cristal ? (diaporama) \*  
1 photocopie par élève
- \* l'une ou l'autre selon les modalités d'organisation de la séance

## 1 Qu'est-ce que le sucre ?

Dans le premier cas, à l'aide de la **FICHE** *Quelles étapes pour obtenir du sucre cristal ? (vidéo)*, les élèves reconstituent le process technologique de transformation du sucre à partir de la betterave : ramassage des betteraves, transport, lavage, découpage, mélange à de l'eau chaude, filtration, chauffage (2 étapes), essorage. L'enseignant peut s'appuyer sur la **FICHE** *Étapes du procédé de transformation* pour la correction.

Si l'enseignant a choisi de projeter le diaporama, les élèves complètent le schéma de la **FICHE** *Quelles étapes pour obtenir du sucre cristal ? (diaporama)* avec le vocabulaire adapté :

1) Récolte 2) Lavage 3) Découpage 4) Diffusion 5) Filtrage  
6) Évaporation 7) Cuisson 8) Essorage 9) Séchage

Certains mots de vocabulaire sont à définir : cossettes, cristaux, diffusion, évaporation, filtration, chauffage, essorage. Il faut préciser aux élèves que la betterave sucrière (blanche ou jaunâtre) n'est pas la même variété que la betterave rouge fréquemment consommée.

### ÉDUCATION POUR LA SANTÉ

L'enseignant termine la projection du film de 4'10" à la fin et fait un arrêt sur la dernière image du film pour faire réfléchir à la phrase suivante :

*« Pour votre santé, évitez de manger trop gras, trop sucré, trop salé, mangez au moins 5 fruits et légumes par jour »*

**Engager la discussion pour :**

- faire du lien avec l'éducation à la santé et faire émerger des questionnements :

*Pourquoi ne faut-il pas manger trop de sucre ? Trop gras, trop salé ?  
Pourquoi est-il recommandé de manger 5 fruits et légumes par jour ?*

- à partir des repères posés à l'étape précédente, développer l'esprit critique à partir du slogan « Le sucre, vous êtes dans le vrai » (4'28")

*Qu'est-ce que cela signifie ? Sur quel aspect le concepteur du film insiste-t-il ?  
Qu'est-ce qu'il ne dit pas ?*

## Découvertes réalisées

L'enseignant rappelle la liste de questions établie en début de séance :

*À quelle(s) question(s) avons-nous répondu ?  
Qu'avons-nous appris ?*

**Il rédige quelques phrases avec la classe reprenant les idées suivantes :**

- Différents aliments contiennent du sucre (en nommer quelques-uns).
- Certains aliments qui n'ont pas de « goût sucré » contiennent quand même des sucres (ex : le pain).
- Le sucre provient de la betterave ou de la canne à sucre. C'est un produit naturel qui est transformé pour le rendre utilisable pour l'alimentation.
- Le sucre contenu dans les fruits et légumes est bon pour la santé.
- Le sucre doit être consommé avec modération. ■

### POUR ALLER PLUS LOIN...

**En lien avec l'éducation à la**

**santé :** mettre en évidence les relations entre l'activité, l'âge, l'environnement et les besoins de l'organisme.

**En lien avec la géographie :**

identifier les régions françaises productrices de sucre.

**Autres utilisations du sucre :**

le sucre ne sert pas qu'à sucrer (voir **FICHE** *Le sucre et ses utilisations*, séance 4, page 58).

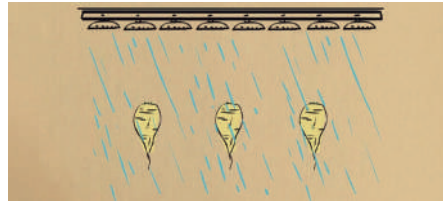
Consulter le glossaire « Le sucre de A & Z » (clé USB ou [www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)).

## Étapes du procédé de transformation

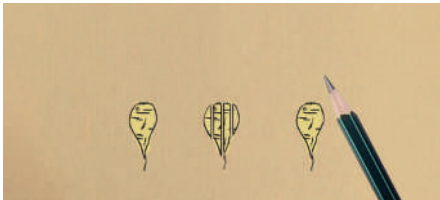
Ci-dessous, les étapes de la vidéo « Le sucre, une vraie belle histoire » titrées et remises dans l'ordre.



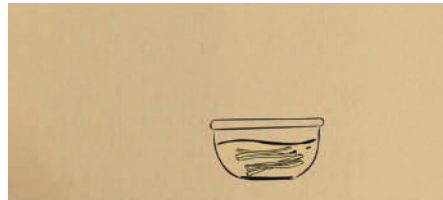
1 La récolte



2 Le lavage



3 Le découpage



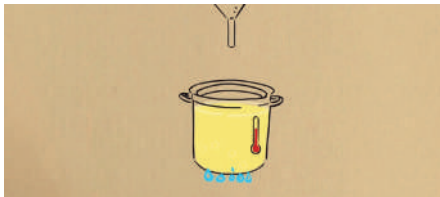
4 La diffusion



5 L'élimination des cossettes



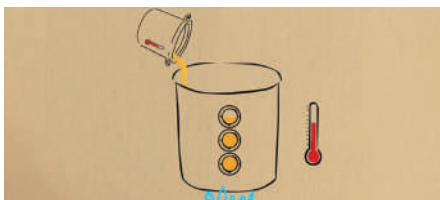
6 Le filtrage



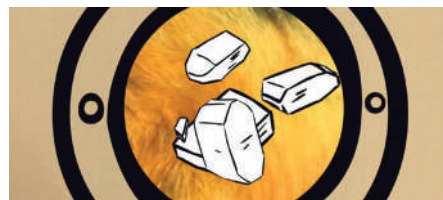
7 L'obtention d'un jus clair



8 L'évaporation



9 La cuisson



10 La cristallisation



11 L'essorage



12 Le séchage




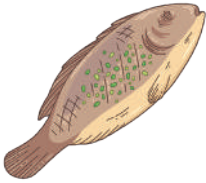







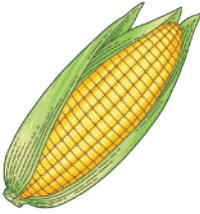

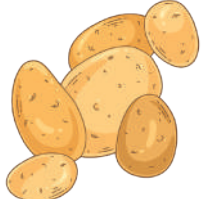


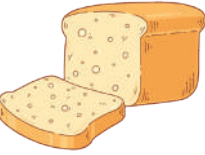

### GLOSSAIRE

Essorage  
Évaporation  
Filtrage

## 1 Qu'est-ce que le sucre ?

## Questionnaire

Les aliments suivants contiennent-ils du sucre ? Cocher les cases correspondantes.

	Oui	Non		Oui	Non		Oui	Non
								
<b>Huile</b>			<b>Petits pois</b>			<b>Orange</b>		
								
<b>Poisson</b>			<b>Riz</b>			<b>Farine de maïs</b>		
								
<b>Eau</b>			<b>Biscuit</b>			<b>Soda</b>		
								
<b>Viande</b>			<b>Fraise</b>			<b>Maïs</b>		
								
<b>Carotte</b>			<b>Pomme de terre</b>			<b>Soda « Light »</b>		
								
<b>Confiture</b>			<b>Pain</b>			<b>Miel</b>		

**Le sucre, qu'est-ce que c'est ?**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Quelles sont les utilités du sucre dans les aliments ?**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**D'où vient le sucre ? À partir de quoi est-il fabriqué ?**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

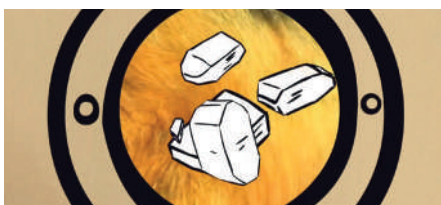
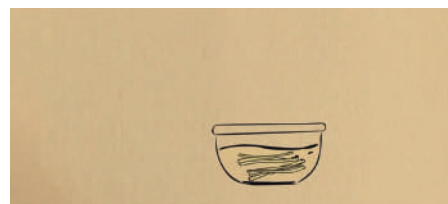
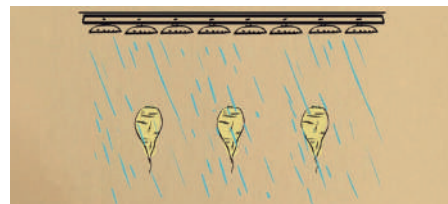
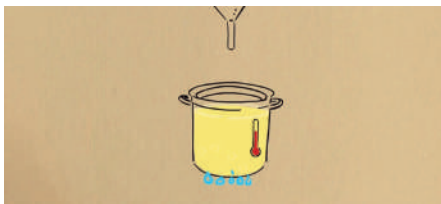
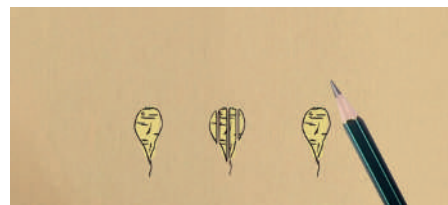
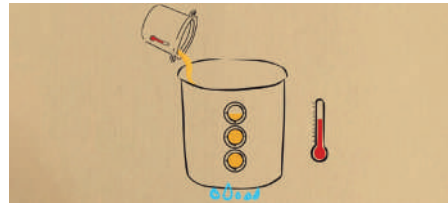
**Parmi les aliments que tu as l'habitude de manger au petit-déjeuner et au déjeuner/goûter, lesquels contiennent du sucre ?**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## 1 Qu'est-ce que le sucre ?

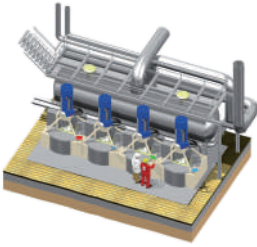
Quelles étapes pour obtenir du sucre cristal ?  
(vidéo)

À partir de la vidéo « Le sucre, une vraie belle histoire », retrouver l'ordre des étapes et retracer la transformation de la betterave en sucre cristal.



Quelles étapes pour obtenir du sucre cristal ?  
(diaporama)

Remettre dans l'ordre et compléter les étapes de fabrication du sucre.



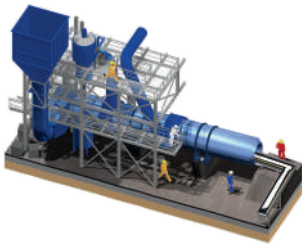
○ .....



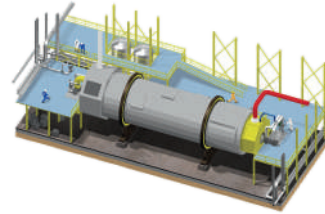
○ .....



○ .....



○ .....



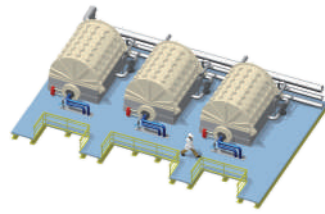
○ .....



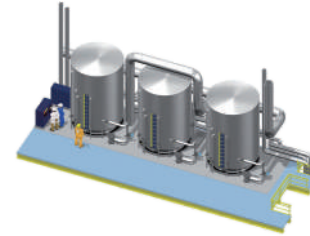
○ .....



○ .....



○ .....



○ .....

## Le sucre : toute une histoire !



### Objectifs

Situer historiquement et géographiquement la découverte du sucre, son exploitation et son utilisation.

Inscrire cette découverte dans l'histoire des grandes découvertes scientifiques et techniques et les évolutions qu'elles ont engendrées.

### Déroulement pédagogique



*Cette séance peut être menée par l'enseignant de physique-chimie s'il le souhaite. Il peut aussi s'organiser avec l'enseignant d'histoire et géographie pour qu'il réalise cette séance avec la classe sur un créneau de la discipline.*

### Matériel

- **portraits de personnages historiques** [22]
- **vidéo « L'Histoire du sucre »** clé USB ou [www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)
- **FICHE Dossier documentaire**  
1 photocopie par élève
- **FICHE Frise chronologique**  
1 photocopie par élève
- **FICHE Personnages historiques**  
1 photocopie par élève

[0] Référence dans le catalogue

### Immersion

**Les élèves savent maintenant que le sucre provient de la canne à sucre ou de la betterave.**

**L'enseignant interroge la classe :**

*Depuis quand l'Homme a-t-il découvert le sucre ?*

*Dans quelle partie du monde le sucre a-t-il été découvert ? Par qui ?*

**D'autres questions peuvent-être posées par l'enseignant :**

*La découverte du sucre dans la canne à sucre est-elle plus ancienne que celle du sucre dans la betterave ? Quelle plante a donné naissance au sucre ?*

### Points de passage

DÉCOUVERTE DU SUCRE : REPÈRES HISTORIQUES

L'enseignant projette la vidéo « L'Histoire du sucre ». Les élèves échangent oralement sur ce qu'ils ont retenu de la chronologie, puis la **FICHE Dossier documentaire** est distribuée à chaque élève. En binôme, ils répondent aux questions à l'aide du dossier documentaire. Une correction collective est ensuite menée avec l'aide de l'enseignant.

**Il est important que les élèves distinguent canne à sucre et betterave et hiérarchisent ces découvertes en les situant dans le temps :**

*Quel est le moment clé où la betterave apparaît ? Pourquoi ?*

### POINT D'ATTENTION

*Bien insister sur la date charnière de 1806 : avec le blocus continental instauré cette même année, une guerre économique s'installe et ferme l'Europe au commerce anglais. Le remplacement des produits coloniaux comme le sucre de canne devient indispensable.*



### QUELQUES PERSONNAGES IMPORTANTS LIÉS À L'HISTOIRE DU SUCRE

La classe est divisée en 8 groupes qui se voient chacun attribuer un personnage historique parmi la liste suivante : Pedanius Dioscoride, Christophe Colomb, Olivier de Serres, Andreas Marggraf, Franz-Carl Achard, Louis de Vilmorin, Benjamin Delessert et Louis Chambon.

Une activité de recherche documentaire est menée, au CDI ou en salle informatique par exemple, ou encore à la maison.

**Chaque groupe a pour consigne de rassembler quelques informations sur la vie du personnage :**

*Où a-t-il vécu ? Quand ? Quelles ont été ses activités ?*

*Quelle a été sa contribution à l'histoire du sucre ?*

Les groupes présentent ensuite les résultats de leur recherche au reste de la classe par le biais d'un court exposé. La **FICHE** Personnages historiques peut être distribuée à la fin des exposés comme trace écrite. Les vignettes-portraits peuvent être découpées et replacées sur la frise de la **FICHE** Frise chronologique .

### ● Découvertes réalisées

Chaque élève consigne les acquis de la séance dans son cahier. L'enseignant retrace avec les élèves les découvertes scientifiques et techniques liées à l'histoire du sucre. Il pourra insister sur la naissance de la sucrerie de betterave qui est l'aboutissement d'un long processus de maturation scientifique et intellectuelle, concrétisant une idée qui était « dans l'air » depuis plusieurs années.

En vue de la séance suivante (lecture d'étiquettes alimentaires), l'enseignant peut donner comme consigne aux élèves d'apporter des étiquettes d'aliments de chez eux. ■

#### POUR ALLER PLUS LOIN...

*D'autres séances peuvent être mises en place sur l'histoire du sucre (selon le niveau des élèves) avec lecture de documents, questionnaire, puis rédaction d'exposés.*

*D'autres documents sont disponibles sur la clé USB (dossier Histoire-Géo) pour réaliser une étude de documents : [La découverte de la canne à sucre et son exploitation](#), [Biographie](#), [Powerpoint](#), [Cartes](#) ...*

### PATRIMOINE LOCAL

*Le cas échéant, des liens peuvent être faits avec l'industrie sucrière locale (exemple : usine Beghin-Say à Nantes).*



## 2 Le sucre : toute une histoire !

## Dossier documentaire

**-6000 -à -1000 avant JC**

Grande herbe tropicale, la canne à sucre est originaire de la Nouvelle-Guinée et des îles avoisinantes, dans l'Océan Pacifique. C'est sur ces îles qu'elle a été cultivée pour la première fois, avant d'atteindre l'Inde puis la Chine. Ce sont les Indiens qui les premiers inventent des techniques pour extraire le sucre de la canne. À cette nouvelle substance, ils donnent le nom de sarkara (en sanskrit çârkara, ce qui signifie « sable »).

**-510 avant JC**

Au cours d'une expédition dans la vallée de l'Indus, les Perses du roi Darius le Grand font la découverte du « roseau qui produit du miel, sans le concours des abeilles ». Quelques échanges commerciaux s'amorcent et ils en rapportent en Occident. Pendant cette période, les Perses ne cessent d'améliorer les techniques de culture et de transformation. C'est probablement à ce moment que sont inventés les pains de sucre, plus aisément transportables.

**VI<sup>e</sup> au VIII<sup>e</sup> Siècle**

La conquête arabe va ouvrir de nouveaux horizons, le sucre part alors à la conquête du monde. Il avait fallu une quinzaine de siècles pour que la canne à sucre franchisse l'Inde et s'implante en Iran. Il en faudra moins de deux pour qu'elle se répande durablement dans tout le bassin méditerranéen. Les Arabes font sa connaissance en Perse et l'adoptent immédiatement. Dès lors, la culture de la canne se répand au fil de l'expansion musulmane : la Palestine puis la Syrie, l'Égypte... Le sucre devient une source de très gros revenus sous les premiers califes arabes.

Si la canne à sucre profite des espaces conquis par les Arabes, elle bénéficie aussi de leur savoir-faire. Ils développent les techniques culturales comme l'irrigation et ils perfectionnent les techniques d'extraction et de transformation.

**XI<sup>e</sup> au XIII<sup>e</sup> siècle**

Les Croisades et la volonté des chrétiens d'Occident de reconquérir la « Terre Sainte » vont contribuer à diffuser plus largement encore la canne à sucre.

Dès la première croisade (1096-1099), les pèlerins font la découverte du sucre, qu'ils rapportent dans leur pays. Ce sont ainsi les croisés qui, à partir du XII<sup>e</sup> siècle, vont faire véritablement connaître le sucre à la population européenne. Certains deviennent à leur tour planteurs, notamment dans les îles de la Méditerranée reprises aux Arabes.





### XVI<sup>e</sup> au XVII<sup>e</sup> siècle

Après le XV<sup>e</sup> siècle, durant lequel Venise s'est progressivement octroyée le monopole commercial du sucre, la cité s'appuie sur Bruges et Anvers pour le diffuser vers l'Europe du Nord. L'insolente réussite de Venise fait des envieux et un nouveau tournant dans l'histoire s'annonce. Les rendements de production de la canne à sucre sur les îles de la Méditerranée diminuent. La plante est exigeante en ressources et appauvrit très vite les sols. Il faut à la fois de nouvelles terres, et investir pour financer la culture et la transformation du sucre. Les Génois, les Espagnols, les Portugais et les Flamands investissent...

Les Portugais seront les premiers à tirer profit de ce nouvel essor. Excellents navigateurs, ils sont animés par l'esprit des grandes découvertes. Si la quête d'or et d'épices des Conquistadors ne fut pas un succès, il en va autrement avec la canne. Le sucre devient très vite le premier enjeu du commerce international, avec son corollaire : le trafic d'esclaves. À partir de Madère, les Portugais acheminent technologies et matériel au Brésil dès les premières années du XVI<sup>e</sup> siècle. Les Portugais restent maîtres du jeu jusqu'en 1630 puis les Espagnols, les Anglais et les Français, prennent le relais aux Antilles.

Au début du XVII<sup>e</sup> siècle, les Antilles françaises sont des colonies de peuplement. Les premières plantations de canne ne voient le jour qu'en 1643, après l'échec de la culture du tabac. Très vite, les sucreries se multiplient à la Martinique, la Guadeloupe et Saint-Domingue. En métropole ce sont les raffineries qui fleurissent sous l'impulsion de Colbert : à Bordeaux et Nantes mais aussi Marseille, Rouen, La Rochelle...



### XVIII<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle

Le Siècle des Lumières est le siècle de la domination française. Le sucre devient l'élément majeur de l'économie et donc de la politique européenne. La maîtrise du commerce du sucre est un facteur non négligeable dans le déclenchement de certains conflits, notamment avec l'Angleterre. C'est le cas de la guerre de 7 ans (1756-1763), à l'issue de laquelle la France n'hésitera pas à renoncer au Canada au profit des Anglais plutôt que de perdre ses « isles à sucre ». En 1789, l'excédent de la balance française des comptes dépend exclusivement des colonies, c'est-à-dire des îles sucrières. L'économie française s'est en partie « colonialisée ».

## 2 Le sucre : toute une histoire !



## 1806

Napoléon promulgue le décret connu sous le nom de « blocus continental » : après sa victoire à Trafalgar, l'Angleterre détient la maîtrise des mers et du commerce mondial. Cette domination maritime empêche les marchandises françaises de sortir et d'entrer dans les ports. Le sucre des Antilles commence à faire cruellement défaut.

Le blocus napoléonien a pour objectif d'empêcher l'entrée de toute marchandise anglaise sur le continent, de ruiner l'Angleterre et d'assurer à la France la place de première puissance économique européenne... Le blocus fut un échec pour la France. Mais une aubaine pour la betterave, qui apparut comme un moyen de remplacer la canne à sucre.

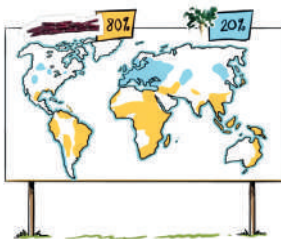
Napoléon incite les agriculteurs à pratiquer cette culture et les industriels à améliorer les procédés en leur octroyant des aides financières ou des régimes fiscaux privilégiés. Dès lors, la France se mobilise pour extraire du sucre à partir de la betterave. Les mesures impériales font vite effet.

## Aujourd'hui

Les rendements betteraviers se sont nettement améliorés en plus de 50 ans. Cette progression est essentiellement due aux progrès dans les domaines de la génétique, de la sélection des semences, de la lutte contre les maladies et parasites et de la mécanisation des différents travaux de culture et de récolte.

La France est aujourd'hui le 10<sup>e</sup> producteur mondial de sucre, le 1<sup>er</sup> pays producteur mondial de sucre de betterave et le 1<sup>er</sup> pays producteur européen de sucre (métropole + DOM).

Cependant, même si le sucre produit à partir de la betterave s'est largement développé au cours des deux derniers siècles, le sucre de canne est toujours le plus présent à l'échelle de la planète : la canne à sucre couvre 3/5 des surfaces destinées à la production de sucre.



À partir du dossier documentaire et de la vidéo, répondre aux questions suivantes.

1) Quelles sont les premières régions du Monde à découvrir le sucre ? À quelle période ?

.....  
.....

2) À l'origine, à partir de quelle plante est extrait le sucre ?

.....

3) Quel peuple rapporte le sucre en Occident ? À quelle période ?

.....  
.....

4) Comment le sucre se répand-il dans le bassin méditerranéen ?

.....  
.....  
.....

5) À quelle période le sucre arrive-t-il en France et par quel moyen ?

.....  
.....  
.....

6) À partir du XVI<sup>e</sup> siècle, les rendements de la culture de canne à sucre diminuent.  
Quelle solution est trouvée par les Européens pour résoudre ce problème ?  
Quelle conséquence néfaste cela engendre-t-il ?

.....  
.....  
.....

7) Pendant les Lumières, quel pays domine le commerce du sucre ?

.....

8) Quel dirigeant français encourage l'industrie sucrière ? Dans quelles conditions ?  
Quelle est alors la plante dont il est extrait ?

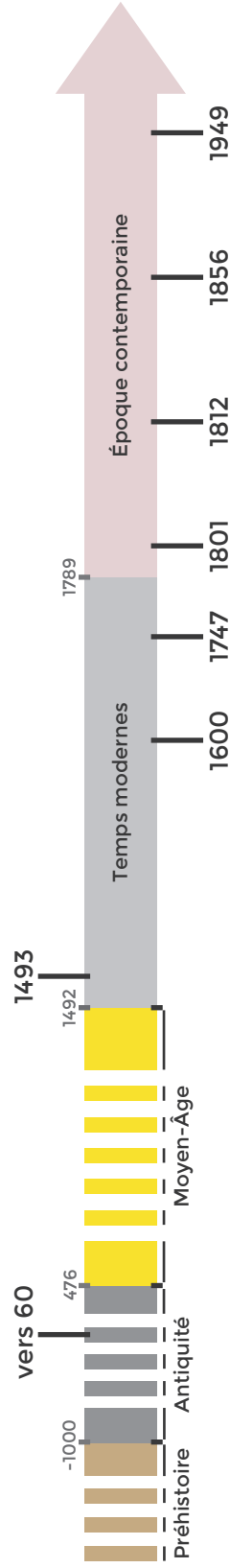
.....  
.....  
.....

## 2 Le sucre : toute une histoire !

## Frise chronologique



Canne à sucre



Betterave sucrière



## Personnages historiques

**Pedanius Dioscoride (vers 25 - vers 90)***Médecin et botaniste*

Médecin et botaniste grec. Au cours de son existence, il observe qu'il existe « une espèce de miel concret appelé sucre. Il ressemble au sel par sa consistance et craque sous la dent ». Il recommande l'eau de sucre pour soigner ou purger les reins.

**Christophe Colomb (1451-1506)***Navigateur et explorateur*

Découvreur de l'Amérique, c'est dès le deuxième de ses quatre voyages que l'illustre Génois s'est attaché à « exporter » le sucre. L'expédition quitte Cadix le 25 septembre 1493 et a notamment pour but de fonder une colonie sur Hispaniola (aujourd'hui Saint-Domingue). C'est là qu'il introduit des plants de canne à sucre en provenance des Canaries.

**Louis Chambon (1861-1932)***Ingénieur mécanicien*

Cet ingénieur va mettre au point une technique appelée « chaîne Chambon » qui permettra la construction de machines industrielles pour l'imprimerie. Après sa mort, cette technique est reprise pour mouler par humidification puis comprimer à chaud les cristaux de sucre, pour permettre d'obtenir des dominos lisses et toujours de même taille. Cette technique est aujourd'hui toujours utilisée dans les sucreries.

**Andreas Marggraf (1709-1782)***Chimiste*

Chimiste berlinois, il publie un livre intitulé « *Expériences chimiques faites dans le dessein de tirer un véritable jus sucré de plantes qui poussent dans nos contrées* ». Andreas Marggraf marque cette année-là en présentant la betterave comme la plante la plus prometteuse. Il prouve que le sucre de betterave et le sucre de canne sont identiques.

**Olivier de Serres (1539-1619)***Botaniste et agronome*

Cette date marque la parution du traité « *Théâtre d'agriculture et ménage des champs* », dans lequel il manifeste l'étendue de ses connaissances agronomiques. Il est le premier à noter que la betterave, en cuisant, rend un jus semblable à un sirop de sucre.

**Louis de Vilmorin (1816-1860)***Botaniste*

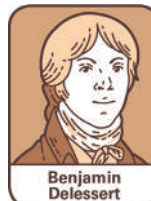
À l'origine d'un ouvrage intitulé « *Note sur la création d'une nouvelle race de betterave et considération sur l'hérédité des plantes* ». Biologiste et chimiste, ses travaux ont en grande partie porté sur la sélection et la culture des plantes. À cette date, il fut l'initiateur de l'amélioration de la forme et de la teneur en sucre de la betterave.

**Benjamin Delessert (1773-1847)***Botaniste et industriel*

C'est lui qui met définitivement au point la technique industrielle de base pour extraire le sucre de betterave. Au cours de cette année-là, il a convaincu officiellement que son procédé est valable, et Napoléon le décorera de la légion d'honneur. Il est ainsi devenu le fondateur de la filière betterave-canne à sucre française, même si de nombreux savants l'avaient précédé.

**Franz-Carl Achard (1754-1821)***Chimiste*

Élève d'Andreas Marggraf, il passe sa vie à réaliser industriellement ce que son maître a découvert. À cette date, il construit la première sucrerie de betterave au monde, en Silésie (sud-ouest de l'actuelle Pologne). À la suite de cette première exploitation industrielle, une commission de l'Institut de France chargée de vérifier les expériences d'Achard informe Napoléon de l'intérêt que la France aurait à produire elle-même son sucre.



## Sucres simples, sucres complexes



### Objectifs

Découvrir qu'il existe plusieurs sucres : comprendre ce que sont les sucres simples et les sucres complexes dans nos aliments quotidiens.

Comprendre les étiquettes de valeurs nutritionnelles des aliments.

Éduquer à la santé sur le thème de l'équilibre alimentaire.

Découvrir la notion d'index glycémique.

### Matériel

- **jeux d'étiquettes** [19]  
1 jeu contenant 18 cartes « Aliment » et 18 cartes « Étiquette » par îlot
- **étiquettes alimentaires** [nf]  
amenées par les élèves, optionnel
- **post-it** [nf]  
au moins 5 par élève
- **FICHE** Indice glycémique  
1 exemplaire par élève

[nf] Matériel non fourni  
[0] Référence dans le catalogue

### Déroulement pédagogique

45'

#### Immersion

La séance est lancée par une réflexion collective :

*Quels ingrédients contiennent des sucres ? Ces sucres sont-ils tous identiques ?*

L'enseignant propose aux élèves de nommer sur des post-it des ingrédients sucrés. Ils viennent ensuite les afficher au tableau avec pour consigne de les regrouper selon le type de sucres contenus. Les notions de sucre simple et sucre complexe doivent émerger au cours de l'activité.

#### Points de passage

##### LECTURE DES ÉTIQUETTES ALIMENTAIRES

L'enseignant propose une activité de lecture d'étiquettes à la classe. Les élèves sont répartis en îlot, chaque groupe se voyant distribuer un jeu d'étiquettes contenant 18 cartes « Étiquette » et 18 cartes « Aliment ».

Les élèves doivent d'abord essayer d'associer l'étiquette alimentaire au bon aliment. Pour faciliter la correction, la correspondance entre la lettre apparaissant sur la carte « Étiquette » et le nombre apparaissant sur la carte « Aliments » se fait comme suit : la lettre A est associée au numéro 1, B au numéro 2 etc.

Il faut ensuite inviter les élèves à s'intéresser à la rubrique « Glucides ». L'enseignant rappelle les différentes catégories alimentaires (glucides, lipides, protides).

Les élèves doivent constater que la catégorie « Glucides » inclut la mention « dont sucres ». On constate que la quantité de « glucides » est soit supérieure soit égale à la quantité de « sucres ». Pour plus d'informations, consulter la **FICHE** Étiquettes alimentaires .

L'enseignant donne des exemples et fait verbaliser des phrases :

*« Dans tel aliment, je lis sur l'étiquette qu'il contient x grammes de glucides dont x grammes de sucres ».*

Le lien avec les notions de sucre simple et sucre complexe peut se faire à ce moment.

Il est également possible de faire travailler les élèves avec des étiquettes alimentaires collectées par eux la semaine précédente pour disposer d'une collection variée.



Pour des raisons éthiques, il est dans ce cas intéressant d'étudier plusieurs marques de produits d'une même catégorie.

#### CLASSEMENT DES ÉTIQUETTES

L'enseignant invite les élèves à classer les étiquettes. Dans un premier temps, ce sont les élèves qui proposent leurs propres critères de classement.

L'enseignant accompagnera la réflexion des élèves autour de la classification des sucres.

**Parmi les aliments étudiés, il y a quatre catégories :**

- ceux qui sont constitués de « glucides » qui sont exclusivement des « sucres », (la quantité de « sucres » est égale à la quantité de « glucides »)
- ceux qui sont constitués de « glucides » et dont la quantité de « sucres » est inférieure à la quantité de « glucides »,
- ceux qui sont constitués de « glucides » et dont la quantité de « sucres » est égale à zéro,
- ceux qui ne contiennent pas de « glucides ».

Une fois que ce groupement est compris par l'ensemble des élèves, l'enseignant explique la façon de classer les sucres (glucides simples, complexes...) en s'aidant de la **FICHE** Notions sur la classification des sucres .

#### INDICE GLYCÉMIQUE

Une dernière activité peut consister en la comparaison des indices glycémiques donnés sur les cartes. L'enseignant donne une définition de ce terme et s'assure que l'ensemble de la classe l'a bien comprise. Il est intéressant de faire remarquer qu'un même aliment voit son indice glycémique modifié selon son mode de cuisson (exemple de la pomme de terre). La **FICHE** Indice glycémique est distribuée en fin de séance comme trace écrite.

Une projection au tableau de la **FICHE** Quelques indices glycémiques (ou la distribution d'une version imprimée aux élèves) est possible pour aller plus loin.

### ● Découvertes réalisées

**Chaque élève consigne une trace écrite des principaux acquis de la séance dans son cahier :**

- La notion « Glucides » sur l'étiquette regroupe tous les glucides assimilables par l'Homme.
- Il y en a deux sortes : les glucides complexes (ex : l'amidon) et les glucides simples qui regroupent tous les sucres simples (ex : lactose, glucose, saccharose). ■

#### POUR ALLER PLUS LOIN...

*Le rôle des glucides aux niveaux physiologique et technologique (goût, conservation) :*  
[PDF « Le sucre & les sucres »](#) (clé USB).

*Lien avec l'éducation à la santé :*  
[diaporama « L'alimentation »](#) (clé USB).

*L'idée reçue des sucres lents et rapides.*

#### GLOSSAIRE

Glucide

Glucide complexe

Glucide simple

Indice glycémique

#### UN SUCRE, DES SUCRES

*Utiliser le mot « sucres » au pluriel est important.*

*Les élèves de cycle 4 ont une représentation prototypique du **sucré = sucre de table**. Ils doivent intégrer qu'il existe beaucoup de sortes de sucres (dans les fruits il s'appelle fructose, dans le lait il s'appelle lactose, provenant de la betterave c'est du saccharose). Ils doivent comprendre que l'amidon est aussi une autre source de sucre.*

## 3 Sucres simples, sucres complexes

## Étiquettes alimentaires



## Confiture de fraise au sucre de canne (pour 100g)

<b>Énergie :</b>	1044 kJ / 246 kcal
<b>Matières grasses</b> dont acides gras saturés	0,8g <0,1g
<b>Glucides</b> dont sucres	59g 59g
<b>Fibres alimentaires</b>	0,8g
<b>Protéines</b>	0,3g
<b>Sel</b>	0,02g

La fraise contient naturellement 4-6% de glucides simples (fructose, saccharose, glucose).

La confiture est préparée à partir de sucre de canne (le saccharose, qui est un glucide simple). Sur les étiquettes, ces glucides simples sont nommés « sucres ».

*D'où : 59 g de Glucides = 59 g de sucres (simples)*



## Fécule de maïs (pour 100g)

<b>Énergie :</b>	1487 kJ / 355 kcal
<b>Matières grasses</b> dont acides gras saturés	<0,5g <0,1g
<b>Glucides</b> dont sucres	86g <0,5g
<b>Fibres alimentaires</b>	1g
<b>Protéines</b>	<0,5g
<b>Sel</b>	<0,01g

La fécule de maïs est une poudre blanche très fine extraite du maïs. Elle est utilisée en cuisine pour ses propriétés épaississantes et gélifiantes. Elle est constituée uniquement d'amidon comme glucide complexe (86 g) et de très peu de sucres simples.

*D'où : 86 g de Glucides = environ 86g de glucides complexes et la mention < 0,5 g pour les sucres (simples).*

Céréales de petit déjeuner (pour 100g)  
(boules de maïs soufflées enrobées de miel)

<b>Énergie :</b>	1597 kJ / 377 kcal
<b>Matières grasses</b> dont acides gras saturés	3,5g 0,7g
<b>Glucides</b> dont sucres	74g 29g
<b>Fibres alimentaires</b>	7g
<b>Protéines</b>	9g
<b>Sel</b>	1g

Ces céréales de petit déjeuner sont composées de miel et de céréales (maïs soufflé), soit 74 g de glucides pour une portion de 100 g. Le miel apporte des glucides simples (fructose, glucose, saccharose) soit 29 g de sucres. Ces céréales contiennent du maïs soufflé qui apporte les glucides complexes, soit 74 - 29 = 45 g d'amidon.

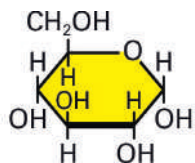
*D'où : 29 g de glucides simples (sucres du miel) + 45 g de glucides complexes (amidon de maïs)*

*Soit 74 g de glucides totaux*

## Notions sur la classification des sucres

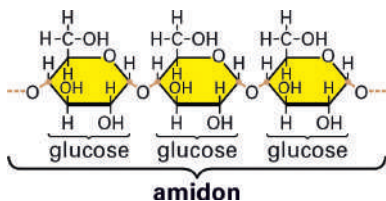
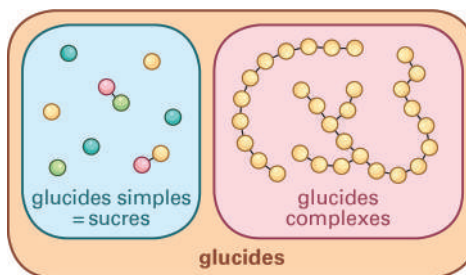
La mention « Glucides » retrouvée sur les étiquettes englobe tous les types de glucides (les simples et les complexes). La mention « sucres » sur les étiquettes signifie « sucres simples » ou glucides simples. Tous les glucides qui ne sont pas des « sucres » sont des glucides complexes. Il existe d'autres glucides simples comme les polyols, hors programme scolaire. Les glucides complexes de notre alimentation sont principalement représentés par l'amidon. Pour en savoir plus, consulter la clé USB (dossier séance 3).

### Amener les élèves à une représentation en emboîtement :



ex : le glucose

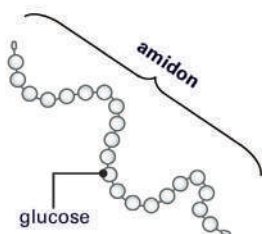
Un glucide simple est une petite molécule organique (contenant du carbone). Trouvée sous forme libre dans les aliments, elle est référencée sur les étiquettes comme un « sucre ».



Un glucide complexe (= polysaccharide) est constitué par un ensemble de glucides simples liés les uns aux autres.

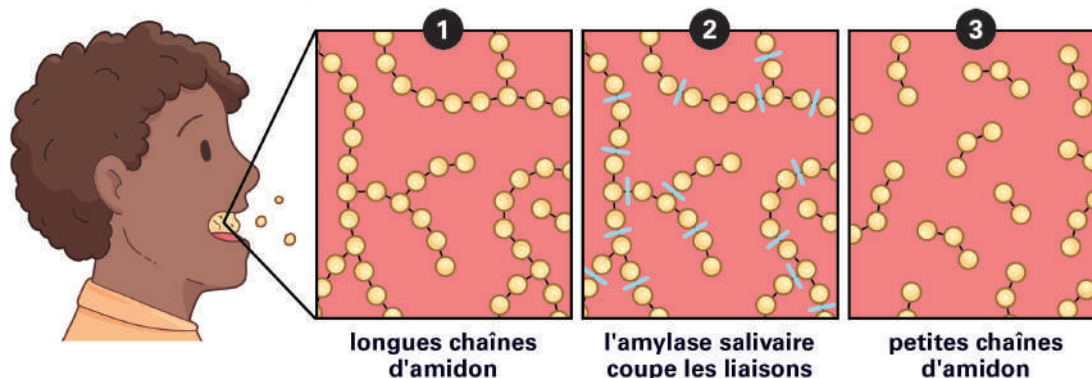
ex : l'amidon, qui est une chaîne de plusieurs molécules de glucose

### L'enseignant peut utiliser une analogie simple pour expliquer ce concept aux élèves :



L'amidon (sucre complexe) est un collier de perles dont chaque perle est un glucose (glucide simple).

Lors de la digestion, les glucides complexes sont transformés en glucides simples grâce à l'action des enzymes digestives, qui viennent casser les liaisons et qui contribuent à augmenter le taux de sucre dans le sang. Par exemple, l'amylase salivaire est une enzyme qui constitue la première étape de dégradation des glucides complexes dans la bouche.



1 longues chaînes d'amidon

2 l'amylase salivaire coupe les liaisons

3 petites chaînes d'amidon

### GLOSSAIRE

Glucose	Polysaccharide
Molécule	Saccharide

## 3 Sucres simples, sucres complexes

## Quelques indices glycémiques

Ce tableau référence l'indice glycémique d'aliments contenant des glucides simples et/ou complexes.

Indices glycémiques faibles (<40)		Indices glycémiques moyens (40 à 59)		Indices glycémiques élevés (>59)	
Abricot (fruit frais)	30	Abricot (en conserve, au sirop)	55	Ananas (conserve)	65
Abricot (sec)	35	Airelle rouge, canneberge	45	Baguette	70
Ail	30	Ananas (frais)	45	Banane (mûre)	60
Fruits oléagineux (amande, cacahuète, noix, noisette...)	15	Avoine	40	Barre chocolatée (sucrée)	70
Fruits rouges frais sans sucre (airelle, myrtille, fraise, mûre...)	25	Banane (verte)	45	Betterave (cuite)	65
Artichaut	20	Banane plantain (crue)	45	Bière	110
Asperge	15	Barre aux céréales (sans sucre)	50	Biscotte	70
Aubergine	20	Beurre de cacahuète (sans sucre)	40	Biscuit	70
Avocat	10	Biscuit (blé complet, sans sucre)	50	Bouillie de farine	70
Betterave (crue)	30	Biscuit sablé (farine/beurre/sucre)	55	Brioche	70
Brocoli	15	Blé (farine intégrale)	45	Carotte (cuite)	85
Cacao en poudre (sans sucre)	20	Blé (type Ebly)	45	Céleri rave (cuit)	85
Carotte (crue)	30	Boulgour, bulgur (blé, cuit)	55	Céréales raffinées sucrées	70
Cassoulet	35	Céréales complètes (sans sucre)	45	Châtaigne, marron	60
Céleri-branche	15	Chayotte, christophine	50	Chips	70
Céleri-rave (cru, rémoulade)	35	Cidre brut	40	Confiture et marmelade (sucrée)	65
Céréales germées (blé, soja...)	15	Couscous (semoule) intégral	45	Corn Flakes, flocons de maïs	85
Cerise	25	Couscous (semoule) complet	50	Courges (diverses)	75
Champignon	15	Épeautre (farine intégrale)	45	Crème glacée classique (sucrée)	60
Chocolat noir (>70% de cacao)	25	Épeautre (pain intégral)	45	Croissant	70
Chocolat noir (>85% de cacao)	20	Farine de kamut (intégrale)	45	Datte	70
Chou, choucroute, chou-fleur...	15	Farine de quinoa	40	Doughnuts	75
Cœur de palmier	20	Fèves (crues)	40	Farine complète	60
Concombre	15	Figues sèches	40	Farine de blé blanche	85
Confiture (sans sucre)	30	Flocons d'avoine (non cuits)	40	Farine de maïs	70
Cornichon	15	Gelée de coing (sans sucre)	40	Farine de riz	95
Courgette	15	Haricots rouges (boîte)	40	Fécule de pomme de terre (amidon)	95
Crustacés (homard, crabe...)	5	Jus d'ananas (sans sucre)	50	Fève (cuite)	80
Échalote	15	Jus d'orange (sans sucre, pressé)	45	Gaufre au sucre	75
Endive	15	Jus d'airelle rouge sans sucre	50	Gelée de coing	65
Épices (poivre, persil, cannelle...)	5	Jus de carotte (sans sucre)	40	Glucose	100
Épinards	15	Jus de mangue (sans sucre)	55	Gnocchi	70
Figue, figue de Barbarie (fraîche)	35	Jus de pomme (sans sucre)	50	Lasagnes	75
Flageolets	25	Jus de raisin (sans sucre)	55	Maizena (amidon de maïs)	85
Fromage blanc sans sucre	30	Kaki	50	Mayonnaise	60

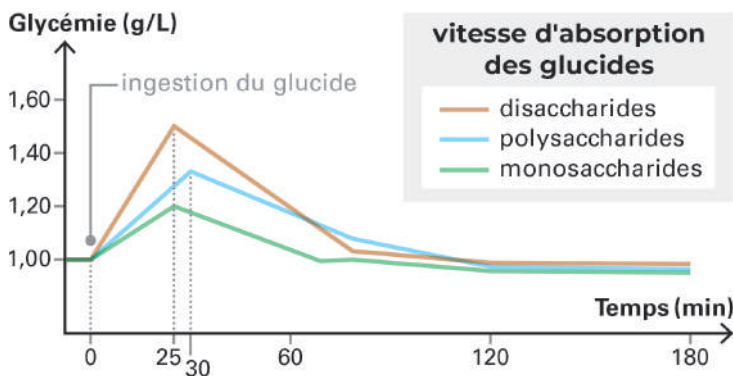
Indices glycémiques faibles (<40)		Indices glycémiques moyens (40 à 59)		Indices glycémiques élevés (>59)	
Fructose	20	Ketchup	55	Melon	60
Haricot coco, haricot plat...	15	Kiwi	50	Miel	60
Haricot blanc, noir ou rouge	35	Lactose	40	Muesli (avec sucre, miel...)	65
Haricot vert	30	Litchi (fruit frais)	50	Navet (cuit)	85
Jus de citron (sans sucre)	20	Macaronis (blé dur)	50	Nouilles	70
Jus de tomate	35	Mangue (fruit frais)	50	Nouilles, vermicelles chinois (riz)	65
Lait de soja	30	Moutarde (avec sucre ajouté)	55	Pain au lait ou au chocolat	65
Lait (écrémé ou non)	30	Muesli (sans sucre)	50	Pain bis (au levain), au seigle	65
Lentilles	30	Noix de coco	45	Pain blanc	90
Maïs ancestral (indien)	35	Pâte à tartiner	55	Pain de mie ou hamburger	85
Mandarine, clémentine	30	Pain 100% intégral (au levain pur)	40	Pain azyme	70
Moutarde (sans sucre ajouté)	35	Pain au quinoa (65% de quinoa)	50	Pastèque	75
Navet (cru)	30	Pain azyme (farine intégrale)	40	Pizza	60
Nectarine (fruit frais)	35	Pain de kamut	45	Polenta, semoule de maïs	70
Oignon	15	Pain grillé (farine intégrale)	45	Pomme de terre en flocons	90
Olive	15	Papaye (fruit frais)	55	Pomme de terre en purée	80
Orange (fruit frais)	35	Patate douce	50	Pomme de terre au four	95
Pain Essène (céréales germées)	35	Pâtes complètes (blé entier)	50	Pomme de terre vapeur ou à l'eau	70
Pamplemousse (fruit frais)	25	Pâtes intégrales (al dente)	40	Pomme de terre frite	95
Pêche (fruit frais)	35	Pêche (consève, au sirop)	55	Pop corn (sans sucre)	85
Petit pois (frais), pois chiche	35	Pepino, poire-melon	40	Porridge, bouillie d'avoine	60
Poire	35	Petits pois (boîte)	45	Potiron	75
Poireaux	15	Pruneaux	40	Poudre chocolatée (sucrée)	60
Poivrons	15	Raisin (fruit frais)	45	Raisins secs	65
Pomme (compote)	35	Riz basmati complet	45	Raviolis	70
Pomme (fruit frais)	35	Riz basmati long	50	Risotto	70
Prune (fruit frais)	35	Riz basmati brun	50	Riz à cuisson rapide (précuit)	85
Radis	15	Riz rouge	55	Riz au lait (sucré)	75
Ratatouille	20	Sablé (farine intégrale, sans sucre)	40	Riz blanc standard	70
Riz sauvage	35	Sarrasin, blé noir (farine ou pain)	40	Riz de Camargue	60
Salade	15	Sauce/coulis de tomate (sucré)	45	Riz long, riz parfumé (jasmin...)	60
Salsifis	30	Seigle (intégral, farine ou pain)	45	Riz soufflé, galettes de riz	85
Sauce/coulis de tomate (sans sucre)	35	Sorbet (sans sucre)	40	Semoule, couscous	60
Tofu (soja)	15	Spaghettis (al dente)	40	Sirop d'érable	65
Tomate (fraîche)	30	Spaghettis (blancs bien cuits)	55	Sirop de glucose, de blé ou de riz	100
Tomate (séchée)	35	Surimi	50	Sodas	70
Vinaigre	5	Sushi	55	Sorbet (sucré)	65
Yaourt (édulcoré)	15	Tagliatelles (bien cuites)	55	Sucre blanc (saccharose) ou roux	70
Yaourt (nature)	35	Topinambour	50	Tacos	70

## 3 Sucres simples, sucres complexes

## Indice glycémique

**La notion d'indice glycémique mesure la capacité d'un glucide à faire élever la glycémie, permettant ainsi de prévoir ses effets potentiels sur le métabolisme.**

Lorsque le sucre entre dans le sang, il provoque une élévation du taux de sucre sanguin, ou pic de glycémie. L'amplitude de ce pic pouvant être plus ou moins grande, elle est mesurée par un indice, que l'on appelle **indice glycémique** (ou IG).



Les glucides simples des aliments au goût sucré (confiseries, fruits...) ont longtemps été considérés comme augmentant rapidement le taux de glucose dans le sang (glycémie), d'où leur dénomination de sucres « rapides », par opposition aux sucres lents (ou glucides complexes) contenus dans les céréales, ou les féculents.

Or, de nos jours, il est établi que la variation de la glycémie ne dépend plus seulement du type de glucides ingérés, mais plutôt des aliments consommés. Cette variation peut être illustrée par la notion d'indice glycémique (IG). Cet indice permet de classer les aliments en fonction de l'influence qu'ils ont sur la glycémie. On l'obtient par comparaison avec le glucose dont l'IG a été fixé à 100.

## Exemples de glucides :

**Disaccharides** : saccharose, maltose...

**Polysaccharides** : amidon...

**Monosaccharides** : fructose, glucose...

**L'absorption des glucides par l'organisme dépend de nombreux facteurs. L'indice glycémique varie en effet en fonction de plusieurs paramètres :**

- la composition en glucides de l'aliment (teneurs en différents glucides simples, complexes, et en fibres),
- l'origine botanique : par exemple des farines issues de différents blés n'auront pas forcément le même indice glycémique,
- la forme physique de l'aliment (liquide ou solide), sa texture (légumes ou fruits en l'état ou en purée, en compote ou en jus) et degré de mûrissement,
- le mode de préparation : température et durée de cuisson, préparation culinaire (vapeur, à l'eau, friture, grillade...),
- la présence d'autres nutriments (protéines, lipides et fibres alimentaires),
- le mode de consommation (un glucide, consommé isolément, est absorbé plus rapidement que le même glucide consommé au cours d'un repas diversifié),
- au niveau physiologique, la durée de la digestion fait varier l'indice glycémique.

*Exemple : la pomme de terre permet de mieux comprendre les différents niveaux d'indice glycémique d'un même aliment en fonction de son mode de préparation. Sous forme de chips, son indice est bas (54), tandis que bouillie, son indice est moyen (62) et élevé (85) lorsque la pomme de terre est cuite au four.*



## Propriétés et structure : le pouvoir sucrant

SÉANCE

4

### Objectifs

Mettre au point un protocole expérimental.

Expérimenter sur le pouvoir sucrant : une propriété du sucre.

### Matériel

- **éprouvettes graduées** [5]  
1 par îlot
  - **fructose** [10]
  - **glucose** [11]
  - **stévia** [14]  
à 3,5%, coupé avec de l'érythritol (96,5%)
  - **isomalt** [15]
  - **tréhalose** [16]
  - **marqueur** [20]  
pour identifier les gobelets
  - **amidon** [nf]  
fécule de maïs
  - **saccharose** [nf]  
sucre de table en poudre très fin
  - **gobelets transparents de 20 cL** [nf]  
4 par îlot
  - **agitateurs** [nf]  
4 par îlot
  - **petites cuillères** [nf]  
1 par élève
  - **bouteilles d'eau de 25 cL** [nf]  
1 par îlot
  - **FICHE** Élaborer un protocole  
1 photocopie par élève
  - **FICHE** Échelle de pouvoir sucrant  
1 photocopie par élève (format A3)
  - **diaporamas « Le pouvoir sucrant » et « D'où vient le goût sucré ? »**  
sur la clé USB ou [www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)
  - **vidéo « Sucres naturels ou ajoutés »**  
sur la clé USB ou [www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)
- [nf] Matériel non fourni  
[0] Référence dans le catalogue du matériel

### Déroulement pédagogique

1h

#### Immersion

À partir du questionnement initial de la séance 1, « À quoi sert le sucre ? », l'enseignant réintroduit l'idée que le sucre sert à sucrer, c'est-à-dire qu'il modifie le goût des aliments.

Il demande aux élèves de citer différents sucres et de donner leur origine (voir **FICHE** À la découverte du pouvoir sucrant).

**L'enseignant introduit alors la notion de « pouvoir sucrant » et interroge les élèves :**

*Pensez-vous que tous les sucres ont le même pouvoir sucrant ?*

*Comment pourrait-on faire pour le savoir ?*

#### CONCEPTIONS NAÏVES

On peut introduire les termes **miscible** et **non miscible** après les expériences, en fonction du niveau des élèves.

On peut introduire le mot **soluble** pour des mélanges homogènes (« on ne voit plus le sucre dans l'eau »). Le mot **solution** est connu des élèves dans le domaine des mathématiques (« trouver la solution d'un problème ») et ce mot prend un sens différent en physique chimie (voir p 54).

Ne pas insister sur des notions comme la saturation.

#### GLOSSAIRE

Pouvoir sucrant

## 4 Propriétés et structure : le pouvoir sucrant

## Points de passage

Les élèves sont répartis en 8 groupes. L'enseignant présente les sucres disponibles pour la classe : saccharose, glucose, fructose, tréhalose, isomalt, stévia, amidon.

Les élèves ont pour consigne de proposer un protocole expérimental

( **FICHE** Élaborer un protocole ) afin de répondre à la problématique.

Une étape de mise en commun permet d'harmoniser les protocoles et d'insister sur certains points importants (par exemple la quantité de sucre qui doit être identique pour un même volume d'eau).

Un exemple de protocole-type est donné dans la **FICHE** Protocole et résultats attendus .

Chaque groupe comparera 4 sucres, avec la répartition suivante :

Groupes 1 et 2	Groupes 3 et 4	Groupes 5 et 6	Groupes 7 et 8
Saccharose	Saccharose	Fructose	Fructose
Glucose	Isomalt	Saccharose	Glucose
Isomalt	Tréhalose	Glucose	Isomalt
Stévia	Amidon	Amidon	Stévia

En îlots, les élèves suivent le protocole défini pour réaliser l'expérience. Ils renseignent leurs résultats en utilisant le tableau de la **FICHE** Élaborer un protocole .

À partir de ce tableau, ils classent les 4 sucres testés du moins sucrant au plus sucrant.

Les groupes mutualisent ensuite leurs résultats, afin de proposer un classement des 6 sucres testés par l'ensemble de la classe, afin de réaliser une échelle du pouvoir sucrant :

amidon < tréhalose < isomalt < glucose < saccharose < fructose < stévia.

Cette échelle est ensuite comparée à la **FICHE** Échelle du pouvoir sucrant (version simplifiée de la fiche enseignant) ou au diaporama « D'où vient le goût sucré ? ».

## Découvertes réalisées

Chaque élève consigne une trace écrite des principaux acquis de la séance dans son cahier :

- le pouvoir sucrant est une caractéristique du sucre,
- tous les sucres ne sucrant pas de la même façon,
- la mise au point d'un protocole,
- l'établissement d'une échelle du pouvoir sucrant. ■

## POINT D'ATTENTION

Avant toute dégustation, vérifier si des élèves sont concernés par des PAI (diabète...).

## POINT D'ATTENTION

Cette expérience peut être l'occasion d'introduire la notion de **solubilité**, mais cette notion sera surtout développée dans la séance 6, qui lui est consacrée. Les élèves constatent que les sucres ne se mélangent pas tous de la même façon avec l'eau. Quand le mélange est homogène, c'est que le sucre se mélange très bien on dit qu'il est soluble dans l'eau : on obtient une **solution**. Quand le mélange n'est pas homogène, le sucre ne se mélange pas, on dit qu'il est insoluble dans l'eau.

## L'AMIDON, JAMAIS SUCRÉ ?

Dire que l'amidon n'a jamais de goût sucré n'est pas toujours vrai (lorsqu'on garde l'amidon en bouche assez longtemps, un goût sucré apparaît).

Cette propriété est liée à la dégradation de l'amidon par l'amylase salivaire (voir **FICHE** Notions sur la classification des sucres ).

Pour plus d'informations, consulter le document « Comment sont digérés les sucres et les glucides ? » sur la clé USB.

## GLOSSAIRE

Saccharose

Solubilité

Solution




## Protocole et résultats attendus


### Protocole

Un exemple de protocole-type est donné ci-dessous :


**1** Mettre 2 petites cuillères complètes (arasées) du sucre à tester dans un gobelet préalablement identifié avec un marqueur



**2** Rajouter 10cl d'eau dans le gobelet en utilisant une éprouvette graduée



**3** Mélanger le tout avec un agitateur pour que l'ensemble soit homogène



#### POINTS D'ATTENTION

Pour pouvoir correctement comparer les sucres, il faut bien faire attention à mettre en solution **la même quantité** de sucre à tester dans chaque gobelet.

Pour chaque élément à tester, on mettra donc 2 petites cuillères, mais la **stévia** en poudre utilisé est coupée avec de l'érythritol (96,5% d'érythritol pour 3,5% de stévia). L'apport de goût sucré est en fait beaucoup plus faible que dans les autres mélanges, car seuls 3,5% de la quantité introduite apportent cette intensité de goût sucré. Il faudra donc garder en tête que, pour la stévia, **la quantité de sucre ajoutée est en fait beaucoup plus faible** que dans les autres mélanges.

### Résultats attendus

À partir du test gustatif, les élèves doivent inscrire dans chaque case la lettre correspondant au sucre ayant le pouvoir sucrant le plus élevé (par exemple, si le fructose a un goût plus sucré que le glucose, ils doivent inscrire « F » dans la case à l'intersection entre Fructose et Glucose).

Les élèves doivent obtenir les résultats suivants :

1-2	Sa	G	I	St
Sa		Sa	Sa	St
G	Sa		G	St
I	Sa	G		St
St	St	St	St	

3-4	Sa	I	T	A
Sa		Sa	Sa	Sa
I	Sa		I	I
T	Sa	I		T
A	Sa	I	T	

5-6	F	Sa	G	A
F		F	F	F
Sa	F		Sa	Sa
G	F	Sa		G
A	F	Sa	G	

7-8	F	G	I	St
F		F	F	St
G	F		G	St
I	F	G		St
St	St	St	St	

#### Réponses attendues aux questions :

Classer les différents sucres en fonction de leur pouvoir sucrant, du moins sucrant au plus sucrant :

1-2 : I < G < Sa < St

3-4 : A < T < I < Sa

5-6 : A < G < Sa < F

7-8 : I < G < F < St

Après une discussion collective avec l'ensemble des groupes sur les résultats, classer les 7 sucres testés par l'ensemble de la classe, du moins au plus sucrant :

A < T < I < G < Sa < F < St

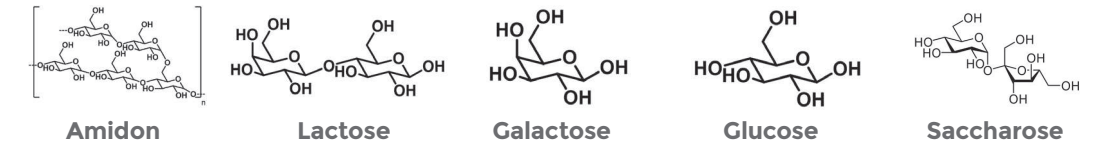
Le classement obtenu est subjectif et peut être différent selon la perception des élèves.

#### Approfondissement possible :

voir **FICHE** Le sucre et ses utilisations .

## 4 Propriétés et structure : le pouvoir sucrant

## À la découverte du pouvoir sucrant



Pouvoir sucrant\*

0

0,2

0,3

0,7

1



L'**amidon** est une des ressources caloriques principales pour les végétaux et l'être humain. L'amidon est une substance complexe composée d'un mélange de deux homopolymères, l'amylose et l'amylopectine qui appartiennent à la famille des polysaccharides. Le grain d'amidon se présente sous forme de granulés semi-cristallins, et est insoluble dans l'eau.

Lors de la digestion, l'amidon se dissocie en d'autres sucres qui sont eux-mêmes dissociés en glucoses simples et assimilables par le système digestif.

Le **lactose** est un glucide simple naturellement présent dans le lait des mammifères. Le lactosérum (petit lait), obtenu après séparation des matières grasses et précipitation de la caséine, est très riche en lactose (70%-75 % MS).

Le lactose est un disaccharide qui est 10 fois moins soluble que le saccharose dans l'eau.

Le lactose est dégradé dans le tube digestif par une enzyme appelée lactase qui dissocie le lactose en glucose et galactose, qui sont ensuite absorbés séparément. La baisse de production de cette enzyme à l'âge adulte peut conduire à une intolérance au lactose.

Le **galactose** est présent dans le lait sous forme de lactose hydrolysable par la  $\beta$ -galactosidase.

Il se trouve dans certains fruits peu sucrés (fruit de lierre, baies, tomates) et dans plusieurs galactomannanes (fibres végétales présentes dans des graines) : gommes de guar, de tara ou de caroube.

Le miel en contient environ 3 %.

Contrairement au saccharose, le **glucose** est directement reconnu par l'organisme et c'est un carburant essentiel, surtout pour le cerveau. La teneur énergétique du glucose est d'environ 4 kcal/g même si son pouvoir sucrant est relativement faible.

Synthétisé par de nombreux organismes à partir d'eau et de  $\text{CO}_2$  grâce à la photosynthèse.

Stocké chez les plantes (amidon) et chez les animaux (glycogène).

Le **saccharose**, ou le sucre de table, est extrait de la betterave à sucre ou bien de la canne à sucre.

C'est le sucre principal de quelques fruits tels que l'ananas et l'abricot.

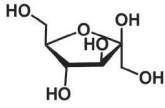
La canne à sucre couvre 3/5 des surfaces destinées à la production de sucre, mais la culture betteravière est en nette évolution.

La France est le 1<sup>er</sup> producteur mondial de sucre de la betterave.

Consommation mondiale : 20kg/habitant/an

**Mais aussi : L'isomalt (pouvoir sucrant : 0,5)**

Produit industriellement à partir du saccharose, l'isomalt (ou E953) est un mélange 50/50 constitué de deux sucres le 1,6-glucose-D-sorbitol et le 1,1-glucose-D-mannitol. Ce sucre est deux fois moins calorique que le saccharose et est plus sain pour les dents. Très utilisé en pâtisserie, ce sucre est moins soluble dans l'eau que le saccharose et présente une grande stabilité au chauffage tout en restant transparent.



**Fructose**

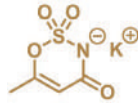
**1,2**



Le **fructose** (ou lévulose) est le sucre des fruits, décrit par Augustin-Pierre Dubrunfaut en 1847.

Présent également dans le miel, et obtenu à partir du saccharose grâce à l'invertase.

Le fructose est plus cher que le saccharose pour des raisons d'économie d'échelle de production et de matière première.



**Acésulfame K**

**150**



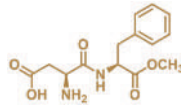
L'**acésulfame K** (E950) a été découvert en 1967 chez Hoechst AG.

Utilisé notamment dans le Coca-Cola Light, Zéro, le Pepsi Light et Max.

Comme la saccharine, il possède une légère amertume en arrière-goût, et n'apporte aucune calorie à l'organisme. Il est souvent allié à d'autres édulcorants en raison de ses bonnes propriétés synergiques.

Son métabolisme est rapide (demi-vie : 2h30)

Dose admissible : 15mg/kg



**Aspartame**

**200**

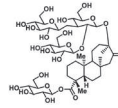


L'**aspartame** (E951) est un édulcorant artificiel découvert en 1965 de façon accidentelle lors de la synthèse d'un médicament anti-ulcères.

C'est un dipeptide composé de deux acides aminés naturels, l'acide L-Aspartique et la L-Phénylalanine.

Il est utilisé pour édulcorer les boissons et aliments ainsi que les médicaments. Il n'a pas d'arrière-goût amer.

Dose admissible : 40 mg/kg, soit 95 sucrettes/jour ou 33 canettes de Coca light/jour/pers. de 60 kg



**Rébaudioside A**

**300**

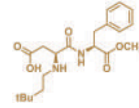


Le **rébaudioside A** (E960) est extrait des feuilles de stévia, une plante originaire d'Amérique du Sud.

Composition des feuilles de stévia (en % de matière sèche) : 6,2 % de protéines, 5,6 % de lipides, 52,8 % de glucides, 15 % de stévioides et environ 42 % de substance soluble dans l'eau.

La sensation de sucré est plus tardive et plus persistante avec un arrière-goût de réglisse. Son coût de production est 10x celui de l'aspartame.

Dose admissible : 4mg/kg



**Néotame**

**7000**



Le **néotame** (E961) est un édulcorant artificiel intense dérivé de l'acide aspartique.

La molécule de néotame est plus stable que l'aspartame et n'est pas décomposée (métabolisée), en phénylalanine notamment.

Le néotame a une valeur calorique nulle.

Utilisé pour édulcorer limonade, dessert, bonbon, confiture, crème glacée, produit laitier, soupes, sauces et chewing-gums.

Dose admissible : 2mg/kg

**Mais aussi : Le tréhalose (pouvoir sucrant : 0,4)**

Le tréhalose a d'abord été extrait d'une levure. Un procédé enzymatique de fabrication en plusieurs étapes a été ensuite mis au point à partir d'amidon. On le trouve naturellement dans certaines plantes, champignons (dont levures) et aussi dans l'hémolymphe de beaucoup d'insectes ou dans les fluides corporels de nématodes, ce qui explique qu'il puisse être trouvé en faible quantité dans divers aliments commercialisés tels que le pain, la bière et le vin, le miel, divers champignons... Le tréhalose a également trouvé une application commerciale comme édulcorant ou substitut partiel ou complet d'autres sucres dans l'alimentation. Il est peu intéressant d'un point de vue diététique (il est plus calorique), mais présente un avantage technologique et industriel : il est très peu hygroscopique et plus stable chimiquement et thermiquement, ce qui lui permet d'allonger la durée de conservation d'aliments pulvérulents tels que laits en poudre, soupes sèches, ou certaines confiseries ou pâtisseries (glaces).

\*Cette échelle est empirique et moyennée selon un panel (elle est dépendante de la perception de chacun).

## 4 Propriétés et structure : le pouvoir sucrant

## Le sucre et ses utilisations

Le sucre, comme d'autres glucides, est un ingrédient que l'on ajoute aux aliments pour sa saveur sucrée et ses propriétés technologiques. L'industrie alimentaire l'utilise pour ces qualités qui le rendent indispensable à l'élaboration de nombreuses recettes. Ingrédient familier et bien connu des consommateurs, le sucre fait partie de la vie quotidienne des foyers. Il s'offre alors sous des formes et conditionnements variés pour s'adapter à différents usages.

**La carte d'identité des sucres**

Les sucres, ou glucides dotés d'un pouvoir sucrant, sont naturellement présents dans de nombreux aliments.

Les principaux sucres sont :

- le glucose (fruits, miel),
- le lactose (lait),
- le maltose (graines, amidon dégradé),
- le fructose (fruits, miel),
- le saccharose (fruits, végétaux).

Tout comme le saccharose est extrait de la canne à sucre ou de la betterave, chaque sucre peut être recueilli par des procédés spécifiques, puis être ajouté à des produits alimentaires en tant qu'ingrédient (confiseries, glaces, boissons...).

Sur les emballages des produits, tous ces ingrédients doivent être mentionnés soit sous leur propre nom, soit sous le terme générique de « sucres » (avec un « s »). Mais seul le saccharose a droit à la mention « sucre » (au singulier). La transformation industrielle de l'amidon de maïs, de pomme de terre ou de blé permet d'obtenir une grande diversité de produits sucrants qui n'existent pas à l'état naturel. Dans certaines compositions de produits, on pourra notamment trouver : les sirops de glucose, mélanges liquides de glucides obtenus par hydrolyse de l'amidon (confiseries, crèmes glacées, pâtisseries industrielle), les isoglucoses, sirops de glucose à très haute teneur en fructose (céréales, boissons sucrées...). Ces ingrédients doivent être indiqués par leur nom sur les emballages.

Par ailleurs, il existe différents produits à très haut pouvoir sucrant issus de la chimie : ce sont les édulcorants de synthèse. Certains d'entre eux sont autorisés dans l'alimentation humaine, comme l'aspartame (E 951), la saccharine (E 954) ou la thaumatine (E 957). Sur les emballages de produits alimentaires, les édulcorants utilisés doivent être indiqués par leur nom ou leur numéro de code.

**Un ingrédient irremplaçable**

Au-delà de son pouvoir sucrant, le sucre possède des propriétés physiques, chimiques et technologiques, bien connues des scientifiques et professionnels, qui en font un ingrédient indispensable dans de nombreux domaines.

**SAVEURS**

Exhausteur de goût, le sucre renforce la perception des arômes et des saveurs, notamment ceux des fruits (sorbets, sirops, boissons...).

Lors de la cuisson, le sucre apporte ses propres saveurs (caramel, notes grillées) aux aliments tout en aidant les autres ingrédients à développer leurs qualités organoleptiques.

**CONSERVATION**

Additionné en proportion suffisante, le sucre empêche la prolifération des micro-organismes. Il protège les confitures, sirops, fruits confits..., et préserve leurs couleurs appétissantes.

**COLORATION**

Avec la cuisson, le sucre subit des réactions chimiques comme la caramélisation, qui donnent aux gâteaux et biscuits des teintes blondes, brunes ou dorées.

**TEXTURE**

Le sucre permet la bonne tenue des pâtes à gâteau, mousses et entremets. Il donne au chocolat sa texture caractéristique et leur onctuosité aux glaces et sorbets.

**CROQUANT**

Lors de la cuisson, le sucre fait croustiller les pâtes, biscuits, sablés et cookies.

**FERMENTATION**

Associé à des levures, le sucre favorise la fermentation indispensable aux pâtes levées (brioches) ou encore à la prise de mousse des champagnes et vins effervescents.

**DÉCORATION**

Le sucre intervient, sous différentes formes, dans la finition et la présentation des desserts (saupoudrage, glaçage, enrobage, caramélisation...).

## Élaborer un protocole

**Citer différents sucres. Quelle est leur origine ?**

.....

.....

.....

**Proposer une expérience permettant d'évaluer le pouvoir sucrant de différents sucres**

*Problématique*

*Schéma légendé de l'expérience :*

.....

.....

.....

*Matériel*

.....

.....

.....

.....

*Protocole*

.....

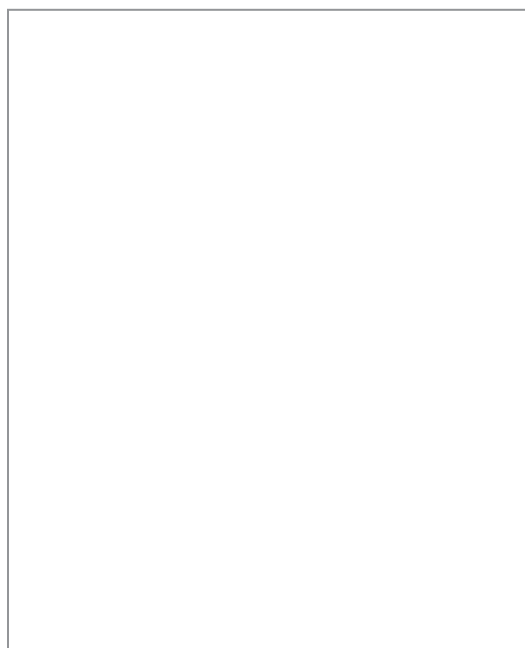
.....

.....

.....

.....

.....



**À partir du test gustatif, inscrire dans chaque case la lettre correspondant au sucre ayant le pouvoir sucrant le plus élevé (par exemple, si l'amidon a un goût plus sucré que le glucose, inscrire « A » dans la case à l'intersection entre A et G) :**

Résultats obtenus				

- **A** = Amidon
- **F** = Fructose
- **G** = Glucose
- **I** = Isomalt
- **Sa** = Saccharose
- **St** = Stévia
- **T** = Tréhalose

*Classer les sucres testés en fonction de leur pouvoir sucrant, du moins sucrant au plus sucrant :*

.....

*Après une discussion collective avec l'ensemble des groupes sur les résultats, classer les 6 sucres testés par l'ensemble de la classe :*

.....

.....




## 4 Propriétés et structure : le pouvoir sucrant

## Échelle du pouvoir sucrant

	Amidon	Lactose	Galactose	Glucose	Saccharose
Pouvoir sucrant	0	0,2	0,3	0,7	1
					
	<p>L'<b>amidon</b> est une des ressources caloriques principales pour les végétaux et l'être humain. L'amidon est une substance complexe composée d'un mélange de molécules : l'amylose et l'amylopectine. L'amidon se présente sous forme de granulés et est insoluble dans l'eau. Lors de la digestion, l'amidon se dissocie en d'autres sucres qui sont eux-mêmes dissociés en glucoses simples et assimilables par le système digestif.</p>	<p>Le <b>lactose</b> est un glucide simple naturellement présent dans le lait des mammifères. Le lactosérum (petit lait), obtenu après séparation des matières grasses et précipitation de la caséine, est très riche en lactose.</p> <p>Le lactose est dégradé dans le tube digestif par une enzyme appelée lactase qui dissocie le lactose en glucose et galactose, qui sont ensuite absorbés séparément. La baisse de production de cette enzyme à l'âge adulte peut conduire à une intolérance au lactose.</p>	<p>Le <b>galactose</b> est présent dans le lait sous forme de lactose qui, en présence d'une enzyme, se divise en galactose et glucose.</p> <p>Il se trouve dans certains fruits peu sucrés (fruit de lierre, baies, tomates) et dans plusieurs fibres végétales présentes dans des graines : gommes de guar, de tara ou de caroube.</p> <p>Le miel en contient environ 3 %.</p>	<p>Contrairement au saccharose, le <b>glucose</b> est directement reconnu par l'organisme et c'est un carburant essentiel, surtout pour le cerveau. La teneur énergétique du glucose est d'environ 4 kcal/g même si son pouvoir sucrant est relativement faible.</p> <p>Synthétisé par de nombreux organismes à partir d'eau et de CO<sub>2</sub> grâce à la photosynthèse.</p> <p>Stocké chez les plantes (amidon) et chez les animaux (glycogène).</p>	<p>Le <b>saccharose</b>, ou le sucre de table, est extrait de la betterave à sucre ou bien de la canne à sucre.</p> <p>C'est le sucre principal de quelques fruits tels que l'ananas et l'abricot.</p> <p>La canne à sucre couvre 3/5 des surfaces destinées à la production de sucre, mais la culture betteravière est en nette évolution.</p> <p>La France est le 1<sup>er</sup> producteur mondial de sucre de la betterave.</p> <p>Consommation mondiale : 20kg/habitant/an</p>


**Mais aussi : L'isomalt (pouvoir sucrant : 0,5)**

Produit industriellement à partir du saccharose, l'isomalt (ou E953) est 2x moins calorique que le saccharose et est plus sain pour les dents. Très utilisé en pâtisserie, ce sucre est moins soluble dans l'eau que le saccharose et présente une grande stabilité au chauffage tout en restant transparent.

Fructose	Acésulfame K	Aspartame	Rébaudioside A	Néotame
1,2	150	200	300	7000
				
<p>Le <b>fructose</b> (ou lévulose) est le sucre des fruits, décrit par Augustin-Pierre Dubrunfaut en 1847.</p> <p>Présent notamment dans le miel.</p> <p>Le fructose est plus cher que le saccharose pour des raisons d'économie d'échelle de production et de matière première.</p>	<p>L'<b>acésulfame K</b> (E950) a été découvert en 1967 chez Hoechst AG.</p> <p>Utilisé notamment dans le Coca-Cola Light, Zéro, le Pepsi Light et Max.</p> <p>Il possède une légère amertume en arrière-goût, et n'apporte aucune calorie à l'organisme.</p> <p>Son métabolisme est rapide (demi-vie : 2h30).</p> <p>Dose admissible : 15mg/kg</p>	<p>L'<b>aspartame</b> (E951) est un édulcorant artificiel découvert en 1965 de façon accidentelle lors de la synthèse d'un médicament anti-ulcères.</p> <p>Il est utilisé pour édulcorer les boissons et aliments ainsi que les médicaments. Il n'a pas d'arrière-goût amer.</p> <p>Dose admissible : 40 mg/kg, soit 95 sucrettes/jour ou 33 canettes de Coca light/jour/pers. de 60 kg</p>	<p>Le <b>rébaudioside A</b> (E960) est extrait des feuilles de stévia, une plante originaire d'Amérique du Sud.</p> <p>Composition des feuilles de stévia (en % de matière sèche) : 6,2 % de protéines, 5,6 % de lipides, 52,8 % de glucides, 15 % de stévioides et environ 42 % de substance soluble dans l'eau.</p> <p>La sensation de sucré est plus tardive et plus persistante avec un arrière-goût de réglisse. Son coût de production est 10x celui de l'aspartame.</p> <p>Dose admissible : 4mg/kg</p>	<p>Le <b>néotame</b> (E961) est un édulcorant artificiel très intense.</p> <p>La molécule de néotame est plus stable que l'aspartame.</p> <p>Le néotame a une valeur calorique nulle.</p> <p>Utilisé pour édulcorer limonade, dessert, bonbon, confiture, crème glacée, produit laitier, soupes, sauces et chewing-gums.</p> <p>Dose admissible : 2mg/kg</p>

**Mais aussi : Le tréhalose (pouvoir sucrant : 0,4)**

Le tréhalose a d'abord été extrait d'une levure. Un procédé de fabrication en plusieurs étapes a été ensuite mis au point à partir d'amidon. On le trouve naturellement dans certaines plantes, champignons (dont levures) et aussi dans les fluides corporels des insectes ou des nématodes, ce qui explique qu'il puisse être trouvé en faible quantité dans divers aliments commercialisés tels que le pain, la bière et le vin, le miel, divers champignons...

Le tréhalose a également trouvé une application commerciale comme édulcorant ou substitut partiel ou complet d'autres sucres dans l'alimentation. Il est peu intéressant d'un point de vue diététique (il est plus calorique), mais présente un avantage technologique et industriel : il est plus stable chimiquement et thermiquement, ce qui lui permet d'allonger la durée de conservation d'aliments tels que laits en poudre, soupes sèches, ou certaines confiseries ou pâtisseries (glaçages).

## Propriétés et structure : la masse volumique



### Objectifs

Différencier des molécules par les propriétés macroscopiques.

Appréhender la notion de diversité moléculaire en traitant la notion de masse volumique.

### Matériel

- **4 jeux de 5 cylindres** [3]  
même volume/masses différentes, 1 jeu par îlot
- **pipettes en plastique** [4]  
1 ou 2 par îlot
- **éprouvettes graduées** [5]  
1 par îlot
- **balance numérique** [9]  
1 pour la classe
- **4 jeux de 5 cylindres** [nf]  
même masse/volumes différents, 1 jeu par îlot
- **gobelets transparents 7 cL** [nf]  
5 par îlot
- **gobelets transparents 20 cL** [nf]  
1 par îlot
- **huile** [nf] 1 bouteille d'1 L pour la classe
- **sirop de fraise** [nf]  
1 bouteille pour la classe
- **bouteilles d'eau de 25 cL** [nf]  
1 par îlot ou 1 bouteille de 2 L pour la classe
- **colorant alimentaire bleu** [nf]
- **liquide vaisselle** [nf]  
de couleur verte, 1 bouteille pour la classe
- **sirop de riz (ou de maïs)** [nf]  
1 bouteille pour la classe
- **alcool à brûler** [nf]  
optionnel, 1 bouteille pour l'enseignant
- **balance de Roberval** [nf]  
optionnel, 1 pour la classe
- **réceptif transparent** [nf]  
type aquarium rempli d'eau
- **4 canettes de soda pleines** [nf]  
1 classique, 1 Light, 1 Zero, 1 Life
- **FICHE** Découvrir la notion de masse volumique  
1 photocopie par élève
- **FICHE** La masse volumique des sucres  
1 photocopie par élève

[nf] Matériel non fourni

[0] Référence dans le catalogue du matériel

### Déroulement pédagogique

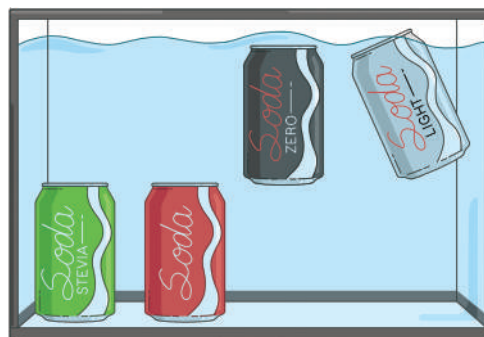


Pour réaliser cette séance, il est préférable que les élèves se soient familiarisés avec la notion de masse volumique. Pour ce faire, l'enseignant pourra faire travailler la classe en amont avec la **FICHE** Découvrir la notion de masse volumique en utilisant les jeux de cylindres de la mallette (même volume mais masses différentes) ainsi que des jeux supplémentaires, non fournis, de même masse mais de volumes différents (de la marque Jeulin de préférence).

### Immersion

L'enseignant remplit un récipient (type aquarium) d'eau et vient y plonger tour à tour les 4 canettes de soda dans cet ordre : soda classique, soda Light, soda Zero et soda Life. Les élèves observent le comportement des canettes dans l'eau et les dessinent sur le schéma de la

**FICHE** La masse volumique des sucres .





Ils observent que les canettes classique et Life coulent, alors que les canettes Zero ou Light flottent.

La classe observe les étiquettes des canettes afin d'identifier la composition de chacun des sodas. Avec l'aide de l'enseignant, les élèves réfléchissent collectivement pour proposer une explication du phénomène.

#### Explications :

Les canettes Life et classique coulent toutes les deux car elles contiennent du sucre. Les canettes Zero et Light flottent car à base d'édulcorants. Les canettes contenant des glucides simples sont plus denses que les canettes contenant des édulcorants. Là encore, on fera remarquer que les canettes ont toutes le même volume et les mêmes dimensions. Le soda dans la canette fait la différence. En effet, il y a beaucoup plus de saccharose (l'équivalent d'environ 7 pierres de sucre) dans une canette sucrée que d'édulcorant dans une canette Light (quelques milligrammes). Ainsi, les canettes ont le même volume mais pas la même masse : la masse volumique des canettes sucrées est plus grande que celle des canettes édulcorées. De plus, la densité des canettes sucrées est supérieure à la densité de l'eau (donc elles coulent), mais la densité des canettes édulcorées est inférieure à la densité de l'eau (donc elles flottent).

### Points de passage

L'enseignant présente divers liquides, dans leur contenant d'origine, à la classe : du sirop de fraise, du sirop de maïs (ou de riz), de l'huile, de l'eau colorée en bleu et du liquide vaisselle coloré en vert.

La classe est interrogée :

*Comment pourrions-nous classer ces liquides selon leur masse volumique ?*

**Réponse attendue :** il y a deux méthodes, par le calcul et par l'observation. C'est cette deuxième solution qui va être réalisée dans un premier temps. En versant la même quantité de chacun des liquides dans le même récipient, on va pouvoir observer directement le classement (les liquides ayant la plus grande masse volumique se trouveront au fond).

OBSERVER LA MASSE VOLUMIQUE

Les élèves sont invités à émettre des hypothèses en amont, basées sur leurs connaissances :

*À votre avis, quel classement va-t-on obtenir ?*

Chaque îlot note ses hypothèses sur la **FICHE** La masse volumique des sucres et réalise le protocole, tout en dessinant ses observations à chaque étape.

Dans un gobelet transparent de 20 cL, ils vont devoir verser, dans cet ordre et délicatement le long des parois :

- 3 cL de sirop de fraise,
- 3 cL de sirop de maïs (ou de sirop de riz),
- 3 cL d'huile,
- 3 cL d'eau colorée en bleu,
- 3 cL de liquide vaisselle de couleur verte.



De l'alcool à brûler peut être rajouté par l'enseignant pour illustrer qu'il existe des liquides encore moins denses que l'huile.

## 5 Propriétés et structure : la masse volumique

## CALCULER LA MASSE VOLUMIQUE

Dans un second temps, les élèves sont invités à vérifier leurs résultats par le calcul :

À partir de vos connaissances, calculez la masse volumique des liquides.

Pour aller plus vite, chaque îlot est en charge d'effectuer le calcul pour un liquide et la classe mutualisera les résultats pour que tous les groupes aient une valeur de la masse volumique de chacun des liquides.

Pour rappel :

La masse volumique est calculée par la formule  $\rho = m / V$  (voir **FICHE** Découvrir la notion de masse volumique).

Une discussion collective est lancée afin de mutualiser les résultats et de comparer les différentes observations :

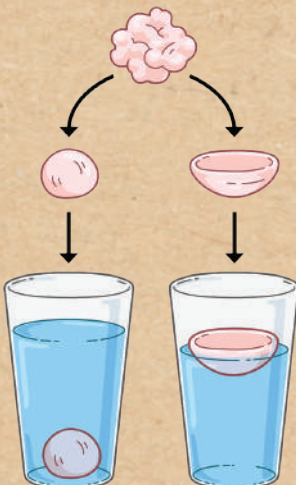
Tous les groupes ont-ils trouvé la même chose ?

## ● Découvertes réalisées

**CONCEPTIONS NAÏVES**

Les élèves emploient le mot « poids » à la place de masse. Il est important de distinguer ces deux concepts, en vue des futurs apprentissages.

Les élèves pensent que les matériaux lourds coulent inéluctablement. On pourra montrer aux élèves que selon la forme donnée à un objet, on peut, pour une même masse, le faire couler ou flotter (exemple : pâte à modeler en forme de boule ou imitant une coque de bateau). Cet exemple porte sur la masse volumique des solides, car il introduit la notion de forme pour la flottaison.



Les liquides se superposent en différentes couches (ou phases) selon leur masse volumique et non selon l'ordre d'ajout.

Les plus denses sont en-dessous et les moins denses au-dessus. ■

## POUR ALLER PLUS LOIN...

L'enseignant pourra, s'il le souhaite, faire le lien entre masse volumique et densité. Il pourra ainsi s'appuyer sur la **FICHE** Notions sur la densité.

**GLOSSAIRE**

Densité

## Notions sur la densité

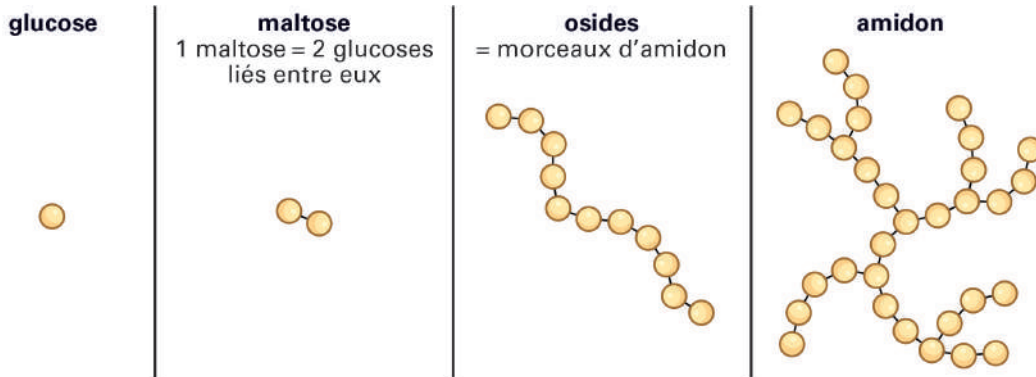
### Densité de quelques corps

<b>Liquides</b>	Eau pure	1,00	<b>Solides</b>	<b>Bois</b>	Liège	0,24
	Eau salée (valeur moy.)	1,025			Peuplier	0,40
	Eau salée (Mer Morte)	1,24			Pin du Nord	0,74
	Essence	0,72			Chêne	0,93
	Alcool	0,80		<b>Roches</b>	Granite	2,60
	Pétrole	0,82			Marbre	2,70
	Huile	0,90		<b>Métaux</b>	Aluminium	2,70
	Lait	1,03			Fer	7,90
	Sirop de sucre	1,14			Cuivre	8,80
	<b>Gaz</b>	Mercure			13,59	Argent
Air			0,0013			Plomb
	CO <sub>2</sub>	0,002	Or		19,27	
	Corps humain (après inhalation)	0,95	Platine		21,40	
	Corps humain (après exhalation)	1,03	Noyau du Soleil	>150		

#### Pour aller plus loin...

La différence de densité du corps humain, avant et après inhalation, peut être testée à la piscine, lors d'une séance de natation. Un prolongement possible avec le mécanisme de montée/descente des sous-marins est également envisageable.

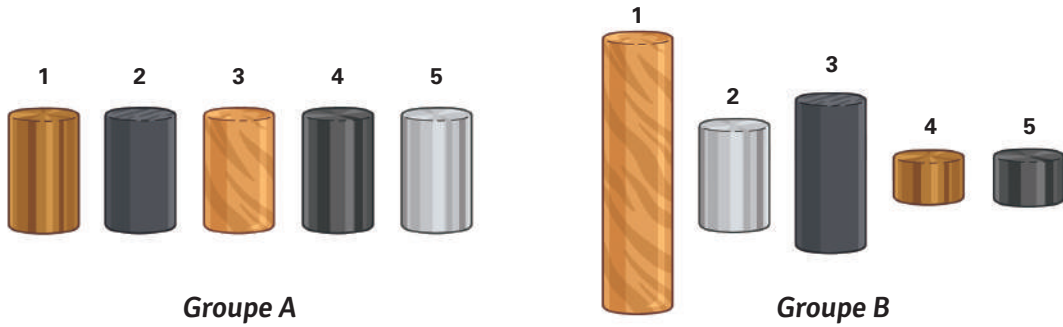
### Rappel : représentation de quelques molécules de sucre



## 5 Propriétés et structure : la masse volumique

## Découvrir la notion de masse volumique

On dispose de différents échantillons classés en 2 groupes :



- 1 Attribuer à chaque échantillon le matériau qui lui correspond parmi cette liste (certains peuvent être attribués plusieurs fois, d'autres aucune) :

PVC

Zinc

Aluminium

Laiton

Acier

Cuivre

Fer

Bois

Groupe A		Groupe B	
N° de l'échantillon	Matériau	N° de l'échantillon	Matériau

- 2 Indiquer le point commun des échantillons présents dans chacun des groupes.

Groupe A : .....

Groupe B : .....

- 3 Indiquer la différence (autre le matériau) entre les échantillons présents dans chacun des groupes.

Groupe A : .....

Groupe B : .....

**4** Compléter le tableau suivant pour chaque échantillon (rappel :  $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$ ) :

Groupe	N° de l'échantillon	Masse m (en g)	Volume V (en $\text{cm}^3$ )	Rapport m/V (en $\text{g}/\text{cm}^3$ )
A	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
B	1			
	2			
	3			
	4			
	5			

**5** Le rapport  $\rho = m/V$  correspond à la masse volumique. Définir cette grandeur.

.....

.....

.....

.....

**6** Comment peut-on transformer cette formule pour obtenir la masse (m) à partir du volume (V) et de la masse volumique ( $\rho$ ) ?

.....

.....

.....

**7** Comment peut-on transformer cette formule pour obtenir le volume (V) à partir de la masse (m) et de la masse volumique ( $\rho$ ) ?

.....

.....

.....

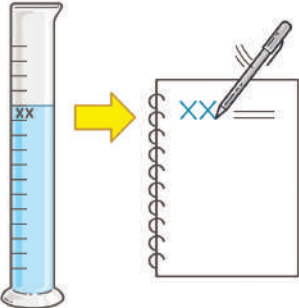
## 5 Propriétés et structure : la masse volumique

Découverte de la masse volumique :  
éléments de correction et aides

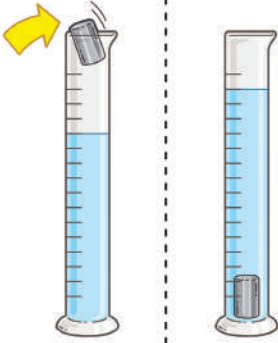
Cette activité, à réaliser en amont de la séance, permet d'introduire la notion de masse volumique et de rappeler la mesure du volume d'un solide :

- soit par la méthode d'immersion dans l'eau et le volume d'eau déplacé,

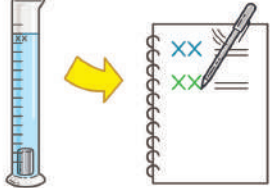
**1** Mettre de l'eau dans l'éprouvette graduée et noter la mesure exacte du volume



**2** Placer le cylindre dont on veut connaître le volume dans l'eau



**3** Noter la nouvelle mesure du volume (eau + cylindre)



**4** Soustraire la nouvelle mesure à la première mesure : le volume d'eau déplacé par le cylindre correspond au volume du cylindre

- soit par le calcul.

Formule :

$$\rho = m / V$$

 $\rho =$  masse volumique ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

 $m =$  masse (g)

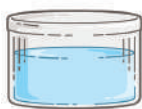
 $V =$  volume ( $\text{cm}^3$ )

## REMARQUE

Pour le cylindre en bois, les élèves auront forcément recours à la méthode calculatoire car l'immersion dans l'eau n'est pas possible (il flotte). Cela peut entraîner une question bonus : pourquoi n'était-il pas possible d'utiliser le volume d'eau déplacé pour mesurer le volume du cylindre en bois ? Ainsi les élèves déterminent que la valeur de référence est celle de l'eau.

L'activité permet ainsi de revoir l'utilisation d'une éprouvette graduée pour la mesure du volume et l'utilisation d'une balance pour la mesure de la masse ainsi que les unités.

Pour information, les masses des cylindres de la mallette sont les suivantes :



eau  
10 g



bois  
7,42 g



plastique  
15,21 g



aluminium  
26,15 g



acier  
73,94 g

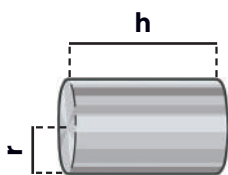


laiton  
79,13 g

**Des « aides » peuvent être proposées ou demandées par les groupes en difficulté.**

Elles seront imprimées en plusieurs exemplaires, découpées et distribuées selon les besoins des élèves.

**Aide 1** - Calcul du volume de chaque cylindre en cm<sup>3</sup> arrondi à 0,01 près



Formule :

$$V = \pi \times r^2 \times h$$

*V = volume du cylindre*

*h = hauteur*

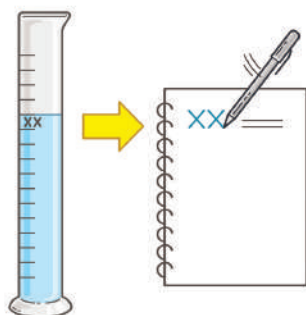
*r = rayon*

**Aide 2** - Conversion du volume des échantillons

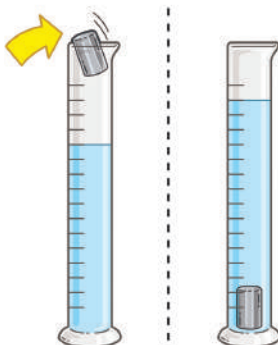
m <sup>3</sup>			dm <sup>3</sup>			cm <sup>3</sup>			mm <sup>3</sup>		

**Aide 3** - Mesure du volume d'un échantillon (rappel de 5<sup>e</sup>)

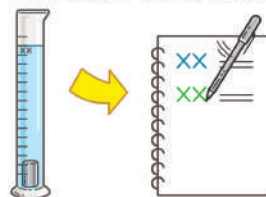
**1** Mettre de l'eau dans l'éprouvette graduée et noter la mesure exacte du volume



**2** Placer le cylindre dont on veut connaître le volume dans l'eau



**3** Noter la nouvelle mesure du volume (eau + cylindre)



**4** Soustraire la nouvelle mesure à la première mesure : le volume d'eau déplacé par le cylindre correspond au volume du cylindre

# La masse volumique des sucres

## Immersion : les canettes de soda

Dessine et décris ce que tu vois :

.....

.....

.....

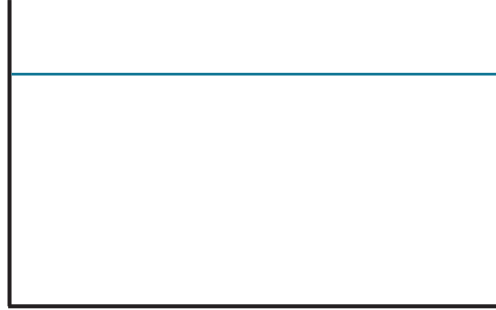
.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

Quelle est la composition de chacun de ces sodas ?

.....

.....

.....

.....

.....

Que peut-on en déduire ?

.....

.....

.....

.....

.....



**Étudier la masse volumique**

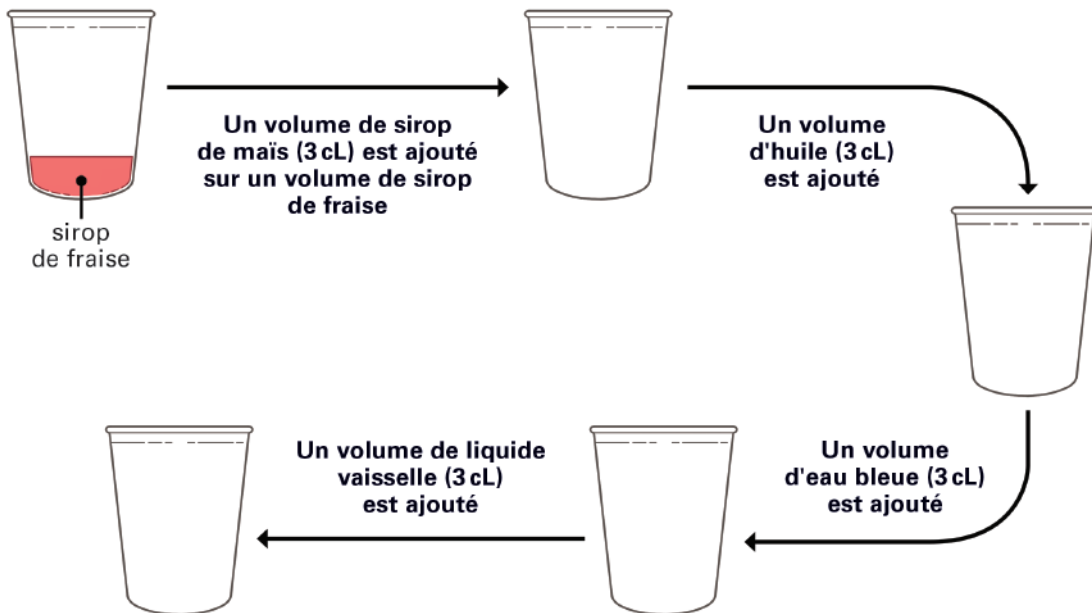
Observer les liquides présentés par l'enseignant et émettre une hypothèse sur leur classement selon la masse volumique :

.....

.....

.....

Dans un gobelet transparent de 20 cL, verser délicatement le long des parois, dans l'ordre, les produits suivants, en attendant quelques minutes entre chaque étape. À chaque étape, faire un dessin de ce qui est observé.



Proposer un classement à partir des observations :

.....

.....

.....

## 5 Propriétés et structure : la masse volumique

**Mesurer la masse volumique**

Afin de vérifier le classement précédent, on peut calculer la masse volumique de chaque liquide.

Rappeler la formule de calcul de la masse volumique :

.....

Proposer un protocole pour la calculer :

.....

.....

.....

.....

Effectuer le calcul pour le liquide attribué au groupe :

.....

.....

.....

.....

Remplir le tableau après mise en commun des masses volumiques mesurées par les autres groupes :

	Sirop de maïs	Sirop de fraise	Huile	Eau colorée	Liquide vaisselle
Masse volumique mesurée en .....					

Les résultats obtenus sont-ils en accord avec les observations faites plus tôt ?

.....

.....

Conclure :

.....

.....



## Propriétés et structure : la solubilité

SÉANCE

6

### Objectifs

- Différencier des molécules par les propriétés macroscopiques.
- Appréhender la notion de diversité moléculaire en traitant la notion de solubilité.
- Suivre un protocole expérimental.
- Comparer les propriétés d'un sucre simple et d'un sucre complexe (l'amidon).
- Observer que l'amidon possède une propriété particulière : propriété fluide.

### Matériel

- **éprouvettes graduées** 5  
1 par îlot
  - **ramequins en verre** 7  
1 par îlot
  - **isomalt** 15
  - **saccharose** nf  
sucre de table en poudre très fin
  - **amidon** nf  
féculé de maïs
  - **bouteilles d'eau de 25 cL** nf  
1 par îlot
  - **gobelets de 20 cL** nf  
2 par îlot
  - **agitateurs** nf  
2 par îlot
  - **vermicelles** nf  
1 paquet d'1kg
  - **FICHE Test de solubilité**  
1 photocopie par élève
  - **FICHE Un mélange étonnant**  
1 photocopie par élève
  - **vidéo « Marcher sur l'eau »**  
clé USB ou [www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)
- nf Matériel non fourni  
0 Référence dans le catalogue du matériel

### Déroulement pédagogique

1h

#### Immersion

L'enseignant rappelle les caractéristiques des sucres déjà découvertes (le pouvoir sucrant, la masse volumique...) et interroge la classe :

*Lors de la séance sur le pouvoir sucrant, n'avez-vous pas observé une autre propriété des sucres ?*

**Réponse attendue :** certains sucres se dissolvent bien et d'autres pas.

L'expérience de la séance va permettre de tester la solubilité de plusieurs sucres.

#### Points de passage

LA SOLUBILITÉ DES SUCRES

L'enseignant distribue aux élèves la **FICHE Test de solubilité** imprimée.

Une lecture collective du protocole est réalisée en classe entière.

Les élèves découvrent le matériel utile et expérimentent en s'aidant du protocole distribué.

## 6 Propriétés et structure : la solubilité

Ils ont pour consigne de comparer la solubilité de deux glucides simples (le saccharose et l'isomalt) et d'un glucide complexe (l'amidon).

Les élèves observent et notent les résultats de l'expérience, qui doivent être les suivants :

Saccharose	Amidon	Isomalt
soluble	insoluble	moins soluble que le saccharose

## POINT D'ATTENTION

Dans le protocole distribué aux élèves, il leur est proposé d'introduire un solide (féculé de maïs) dans une éprouvette graduée afin de le quantifier. Il est nécessaire de rappeler que cet instrument de mesure n'est pas utilisé en temps normal pour des substances à l'état solide.

Dans ce cas, l'éprouvette graduée est utilisée par convenance pratique pour une utilisation par filot.

## LES PROPRIÉTÉS FLUIDIQUES DE L'AMIDON : UN MÉLANGE ÉTONNANT

La vidéo Marcher sur l'eau (1'04") est projetée et une discussion est lancée :

*Que voyez-vous ? À votre avis, de quoi est rempli le bassin ?  
Comment expliquez-vous le phénomène ?*

L'expérimentation vue dans la vidéo repose sur les propriétés fluidiques de l'amidon dans l'eau.

Les élèves reproduisent les conditions expérimentales à l'aide de la **FICHE** Un mélange étonnant .

Ils observent qu'en enfonçant progressivement leur doigt dans le fluide, ce dernier s'enfonce : le mélange semble liquide. Au contraire, lorsqu'on renouvelle l'action plus rapidement, le doigt heurte une surface : le mélange semble solide.

## INTERPRÉTATION DES DEUX PHÉNOMÈNES

À l'aide des représentations de la **FICHE** Un mélange étonnant , les élèves tentent d'expliquer les résultats des deux expériences.

Une correction collective est ensuite menée par l'enseignant :

**Solubilité** : les sucres simples (petites unités) sont généralement plus solubles dans l'eau que les sucres complexes (longues chaînes). La solubilité dépend donc de la structure moléculaire.

## « C'EST MAGIQUE ! »

Certaines expériences scientifiques peuvent faire penser à de la « magie » ; il est important que les élèves comprennent que tout ne peut pas être expliqué à leur niveau mais qu'il ne s'agit pas de magie pour autant. C'est particulièrement le cas ici, avec la propriété fluidique de l'amidon, liée à des connaissances sur l'agencement des molécules qui sont hors programme pour des élèves de cycle 4.

**Propriétés fluidiques de l'amidon** : la féculé de maïs est constituée principalement d'amidon qui est très faiblement soluble dans l'eau. En pratique, on a affaire à une suspension d'amidon insoluble dans l'eau. Cet aspect de la féculé de maïs dans l'eau peut être modélisé à partir d'un sachet d'1 kg de vermicelle. Les vermicelles représentent les molécules d'amidon insolubles dans l'eau. Lors de cette même expérience dans le paquet de vermicelles, le doigt s'enfonce facilement dans les vermicelles à vitesse lente ; tandis qu'à vitesse rapide, le doigt s'écrase davantage sur le paquet de vermicelles.

Comme expliqué dans le document annexe « Quand les liquides se bloquent » (clé USB ou [www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)), à faible vitesse, l'enfoncement du doigt conduit à une friction faible où les vermicelles se réorganisent pour laisser pénétrer le doigt, tout comme les molécules flexibles d'amidon de la fécule de maïs dans l'eau. Par contre, à vitesse rapide, la pression du doigt conduit à une friction intense et à un écrasement des vermicelles avant même qu'ils ne se réorganisent. De façon semblable pour notre mélange étonnant, les molécules d'amidon frottantes conduisent à un phénomène de friction intense et à un comportement d'état solide.

## ● Découvertes réalisées

**Un résumé des principales observations est mené en classe :**

- Les glucides simples et les glucides complexes n'ont pas les mêmes structures et n'ont pas les mêmes propriétés.
- Certains glucides peuvent se solubiliser dans l'eau, d'autres non.
- Dans le cas d'une suspension d'eau et d'amidon dans des proportions précises, on observe que le mélange n'est ni solide ni épais et qu'il peut s'écouler. On appelle cela un fluide. Ce fluide se comporte différemment selon qu'on enfonce un objet (le doigt par exemple) plus ou moins vite. ■



# Un mélange étonnant

## Protocole expérimental

Verser 3 cuillères à café de fécule de maïs dans un ramequin en verre contenant 20 mL d'eau. Mélanger.

*Enfoncer son doigt dans le mélange de fécule de maïs :*

- d'abord doucement jusqu'à atteindre le fond du ramequin,
- puis d'un coup sec dans ce mélange.

*Que remarque-t-on ?*

.....

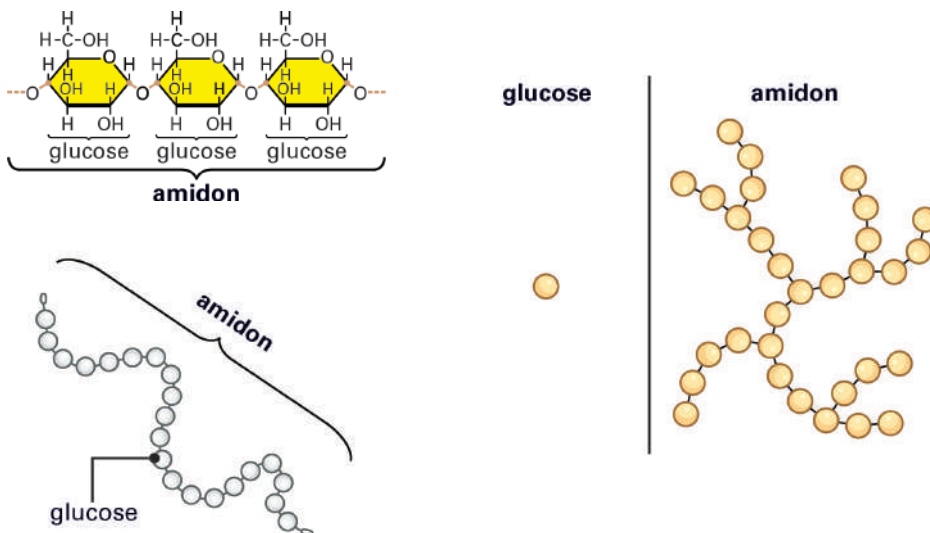
.....

.....

.....

.....

*Ci-dessous, diverses représentations de la molécule de glucose et de la macromolécule d'amidon sont figurées :*



*À partir de ces représentations, expliquer la relation de structure entre le glucose et l'amidon.*

.....

.....

*Essayer d'expliquer les observations faites lors des expériences par la structure des sucres.*

.....

.....

.....

.....

## Structure moléculaire des sucres



### Objectifs

- Découvrir l'origine végétale des glucides naturels.
- Aborder la notion de photosynthèse pour comprendre l'élaboration des sucres chez les végétaux.
- Revoir les notions d'atome et de molécule.
- Manipuler des modèles moléculaires afin de construire des molécules (notion de modèle).
- Approfondir les notions de glucides simple et complexe à l'aide des modèles moléculaires.
- Appréhender la notion de polymère.

### Matériel

- **boîtes de modèles moléculaires** [1]  
1 par binôme
- **livrets d'assemblage** [2]  
1 par binôme
- **FICHE** Questionnaire sur la vidéo  
1 photocopie par élève
- **vidéo « La photosynthèse »**  
clé USB ou [www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)

[0] Référence dans le catalogue

### Déroulement pédagogique

1h

#### Immersion

L'enseignant engage la discussion en rappelant la **vidéo « Le sucre, une vraie belle histoire »** :

*D'où vient le sucre de table que l'on utilise au quotidien ?*

Les élèves nomment la betterave.

*Connaissez-vous d'autres plantes qui donnent des glucides ou des sucres ?*

Les élèves pourront nommer la canne à sucre, le maïs ou même la stévia pour ceux qui connaissent (on pourra rappeler le **diaporama « D'où vient le goût sucré ? »**).

On pourra aussi rappeler que tous ces sucres présentent des propriétés différentes (pouvoir sucrant, solubilité, masse volumique).

#### Points de passage

1<sup>RE</sup> PARTIE - COMMENT LES PLANTES FABRIQUENT-ELLES DU SUCRE ?

À partir des réponses des élèves, leur faire prendre conscience que les produits à base de sucres proposés sont tous issus du monde végétal (si nécessaire, penser à différencier un animal d'un végétal – ce n'est pas toujours évident pour les élèves).

L'enseignant interroge alors la classe :

*Comment expliqueriez-vous que des plantes sont capables de fabriquer des sucres ?*

Les élèves proposent des explications.

Certains parlent de photosynthèse sans être capables d'expliquer ce que c'est.

Le point commun de tous ces végétaux pourrait être les feuilles...

#### CONCEPTIONS NAÏVES

Il est important de mettre en évidence que tous les êtres vivants respirent et que la photosynthèse est un phénomène particulier spécifique aux végétaux.

De nombreux élèves font la confusion entre respiration et photosynthèse :  
« Les arbres produisent de l'oxygène et nous permettent de vivre ». Ils ont parfois l'impression que les végétaux ne respirent pas.

#### GLOSSAIRE

Dioxyde de carbone

Photosynthèse



*De quoi une plante a-t-elle besoin pour grandir ?*

**Réponses attendues :** de la lumière, du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) et de l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Les élèves connaissent rarement tous ces éléments.

L'enseignant projette la vidéo « La photosynthèse » d'où émerge une discussion en classe, en s'appuyant sur la **FICHE** Analyse de vidéo : la photosynthèse et la **FICHE** Questionnaire sur la vidéo, distribuée aux élèves.

À la fin de la discussion, les élèves doivent être capables d'expliquer en quelques phrases comment la plante fabrique sa propre matière organique sous forme de sucre.

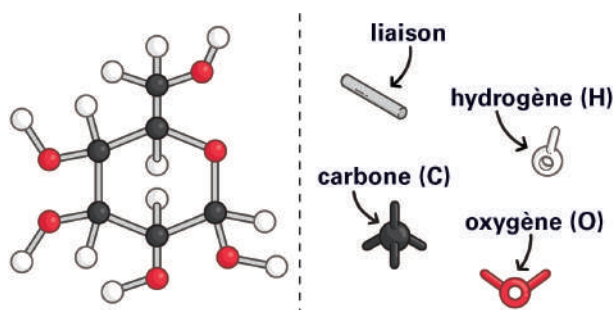
On reviendra également sur les fondamentaux de la photosynthèse : le gaz carbonique contient de l'oxygène et du carbone (montrer le modèle moléculaire associé et insister sur les couleurs de chaque atome, leur nombre dans la molécule, donner le vrai nom du  $\text{CO}_2$ , à savoir dioxyde de carbone) ; de même, l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) contient de l'oxygène et de l'hydrogène. Ainsi, on va pouvoir construire les sucres avec ces trois éléments comme « carburants ». C'est ce que fait la photosynthèse, et on propose de faire la même chose avec les élèves, à partir de l'exemple du glucose.

2<sup>E</sup> PARTIE - MANIPULATION DE MODÈLES

Dans la vidéo, les élèves ont vu des représentations du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. Ils ont compris que l'assemblage de ces éléments permet de fabriquer du sucre.

L'enseignant propose alors de fabriquer du sucre avec des modèles moléculaires en 3D qui sont conventionnels en chimie. Il présente les tiges, représentant les liaisons chimiques, et le code couleur des boules, représentant les différents éléments chimiques :

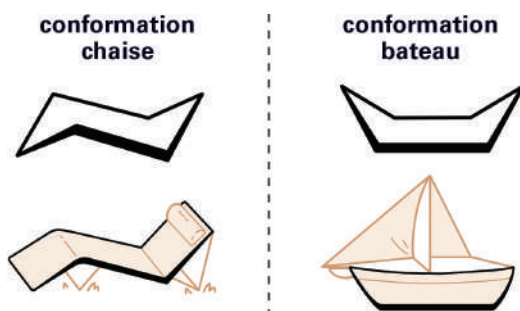
- noir pour l'atome de carbone (C) avec ses 4 crochets,
- rouge pour l'atome d'oxygène (O) avec ses 2 crochets,
- blanc pour l'atome d'hydrogène (H), avec un seul crochet.



L'enseignant attire l'attention des élèves sur la notion d'échelle en s'aidant des exemples

de la **FICHE** Notion d'échelle. Par binôme, les élèves manipulent librement les kits d'assemblage et tentent de fabriquer une molécule de glucose avec 6 atomes de carbone, 12 atomes d'hydrogène et 6 atomes d'oxygène en s'aidant du livret d'assemblage.

La simple manipulation permet de constater que différentes solutions d'assemblage sont possibles (en conformation « chaise », en conformation « bateau »...).

**GLOSSAIRE**

Atome  
Carbone  
Élément chimique  
Hydrogène  
Liaison chimique  
Matière  
Modèle moléculaire  
Oxygène

## 7 Structure moléculaire des sucres

À ce niveau, il ne s'agit pas d'apprendre à quoi cela correspond mais seulement de constater que diverses formes et différents assemblages sont possibles à partir d'une même quantité de matériau et que cela correspond à des molécules chimiques différentes avec des propriétés différentes. La nature est bien faite car chaque végétal sait produire spécifiquement seulement certains assemblages pour constituer les nutriments nécessaires à sa croissance et à sa survie.

### 3<sup>E</sup> PARTIE - NOTION DE POLYMÈRE

Chaque binôme a réalisé le montage d'un modèle de glucose (sucre simple) à partir des livrets d'assemblage. Puis, chaque moitié de classe réalise ensuite le montage d'un glucide complexe (l'amidon pour l'une, la cellulose pour l'autre) en associant les différents glucides simples réalisés par chacun des binômes selon le mode d'assemblage détaillé dans le livret.

**La nature utilise une même « brique » (qu'est le glucose) pour former :**

- soit de l'amidon (molécule de réserve trouvée dans les tubercules, les graines...),
- soit de la cellulose (molécule de structure trouvée dans les parois des cellules et qui constitue la matière principale du bois).

Finalement à partir d'une même brique (le glucose), les végétaux créent dans la nature plusieurs types de glucides complexes aux structures différentes qui contribuent à une propriété bien distincte. Dans notre exemple, l'amidon est de forme enroulée, tandis que la cellulose présente une structure plus rectiligne (voir livret d'assemblage). Bien que les structures soient très semblables car élaborées avec la même « brique » de départ (glucose), leur mode d'association confère des propriétés et des usages très différents.

Dans le langage des chimistes, les « briques » sont appelées monomères et les molécules complexes formées à partir de plusieurs monomères sont appelées polymères.

## ● Découvertes réalisées

**Chaque élève consigne une trace écrite des principaux acquis de la séance :**

- En pleine journée, une plante a besoin principalement de dioxyde de carbone, d'eau, de lumière et de minéraux pour vivre et pour produire sa propre matière. Cette matière est appelée matière organique. Les sucres en font partie et sont composés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène.
- La fabrication des sucres (= des glucides) est réalisée au sein des végétaux principalement dans les feuilles par les cellules chlorophylliennes grâce au phénomène de la photosynthèse.
- La photosynthèse s'opère grâce à la lumière et consomme du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) et de l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ).
- Un glucide complexe est l'association de plusieurs glucides simples. À partir d'une même brique (le glucose), la nature forme des molécules différentes (amidon enroulé et cellulose rectiligne) qui ont des propriétés bien distinctes. ■

### POUR ALLER PLUS LOIN...

*Visionnage d'une vidéo sur la fabrication du pain à partir du blé (voir clé USB).*

*La digestion des aliments et des glucides complexes (goût sucré du pain après mastication).*

*La non digestion de la cellulose par le métabolisme des humains (alors que les vaches en sont capables grâce à la rumination).*

## GLOSSAIRE

Monomère

Polymère

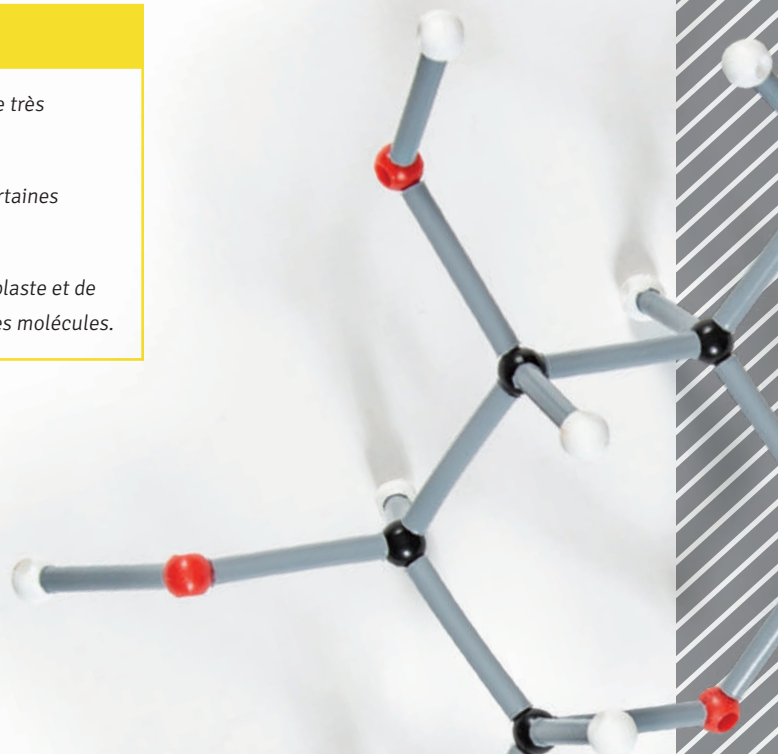
## Analyse de vidéo : la photosynthèse

Le lien vers la [vidéo « La photosynthèse »](#) par Passion Céréales est disponible dans les ressources numériques sur le site ([www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)).

Voix off du film	Commentaires
<p>« Ce qui est magique avec les végétaux chlorophylliens c'est qu'ils sont capables de se développer en utilisant l'énergie de la lumière. On appelle cela la <b>photosynthèse</b>. »</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ce n'est pas <b>magique</b> mais physiologique.</li> <li>- La lumière provient du soleil.</li> </ul>
<p>« <i>Quelles sont les conditions nécessaires à la photosynthèse ?</i></p> <p>Il en faut 4 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La présence de <b>chlorophylle</b>,</li> <li>- La présence de <b>dioxyde de carbone</b>,</li> <li>- La présence d'<b>eau</b> transportée par la sève des racines vers les feuilles,</li> <li>- La présence de la <b>lumière</b> sur le végétal.</li> </ul> <p>Pour bien comprendre, allons voir ce qu'il se passe au cœur d'une feuille.</p> <p>Tout se passe dans les <b>chloroplastes</b>. Grâce à l'<b>énergie lumineuse</b>, l'<b>eau</b> et le <b>CO<sub>2</sub></b> sont décomposés. Il en résulte la fabrication de <b>glucides</b> dont une partie fournira à la plante l'<b>énergie</b> dont elle a besoin pour se développer et une autre partie sera stockée dans les grains.</p> <p>Au cours de cette <b>réaction</b> la plante a aussi produit de l'<b>oxygène</b> qu'elle va rejeter dans l'atmosphère pour le plus grand bonheur de l'Homme. »</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Sève</b> : on parle ici de la sève brute.</li> <li>- En parlant de chloroplastes on passe à l'échelle cellulaire.</li> <li>- L'<b>énergie lumineuse</b> décompose l'eau et le CO<sub>2</sub>. Pour comprendre cette phrase il faut des connaissances en biochimie. L'image montre que les molécules se détachent.</li> <li>- Les élèves doivent être capables de comprendre que <b>dioxyde de carbone</b> et <b>CO<sub>2</sub></b> sont synonymes (changement de langage : on passe du français à une formule de chimie).</li> <li>- Les <b>glucides</b> donnent à la plante l'énergie nécessaire pour fabriquer de nouvelles cellules. Ce n'est plus l'énergie lumineuse dont on parlait plus haut.</li> <li>- Les grains sont des grains de maïs aisément reconnaissables.</li> <li>- Par réaction il faut comprendre <b>réaction chimique</b>.</li> <li>- Oxygène est utilisé ici pour <b>dioxygène</b>.</li> <li>- La formulation « le plus grand bonheur de l'Homme » est à expliquer.</li> </ul>

### REMARQUES

- Sous des apparences simples et lisibles, le film aborde de très nombreuses notions complexes.
- Il est important que l'enseignant puisse « vulgariser » certaines notions en s'aidant des commentaires.
- Il peut être utile de montrer une photographie de chloroplaste et de donner un ordre d'échelle microscopique pour la taille des molécules.

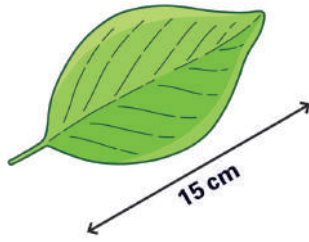


## 7 Structure moléculaire des sucres

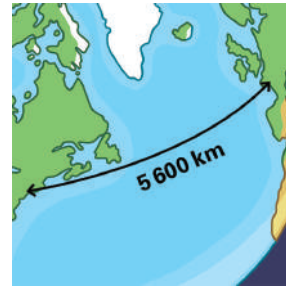
## Notion d'échelle

Pour représenter les ordres de grandeur des objets ou des distances, il est utile d'avoir recours aux comparaisons. C'est ce que montrent les exemples ci-dessous : si une feuille d'arbre était aussi grande que la distance Nantes-New York, alors un chloroplaste ferait la taille d'un terrain de handball etc. Pour que cela ait du sens, il est très important d'indiquer l'échelle à laquelle l'objet ou la distance a été représentée. Par exemple la feuille d'arbre dessinée sur cette fiche mesure en réalité 15 cm.

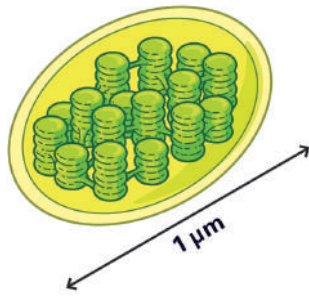
nm = nanomètre ;  $\mu\text{m}$  = micromètre



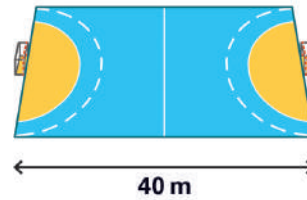
Feuille d'arbre



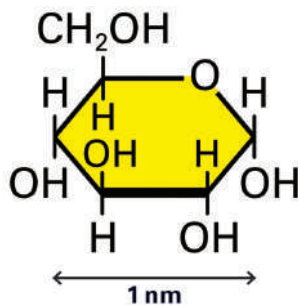
Distance Nantes-New York



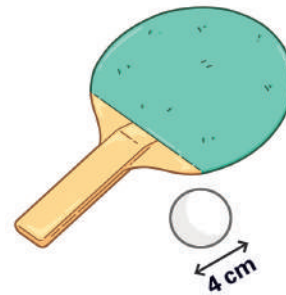
Chloroplaste



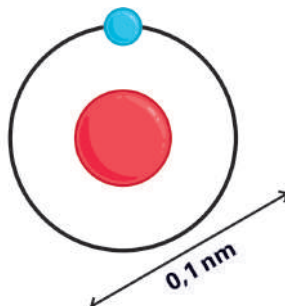
Terrain de handball



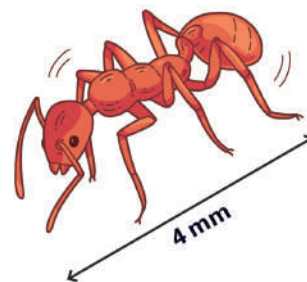
Molécule de glucose



Balle de ping-pong



Atome d'hydrogène



Fourmi

## Questionnaire sur la vidéo

**À partir du film, répondre aux questions suivantes.**

*Comment se nomme le processus permettant aux végétaux de fabriquer des glucides simples et complexes ?*

.....

*De quels éléments la plante a-t-elle besoin pour grandir, se développer ?*

.....

.....

.....

.....

*Donner la formule chimique de ces éléments.*

*Expliquer de quoi ils sont composés en utilisant les mots « atome » et « molécule » ?*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

*Représenter ces éléments :*

## Mettre en évidence la présence de sucres



### Objectifs

Faire découvrir aux élèves - sous la forme d'une enquête de police scientifique - deux tests d'identification de sucres : la réaction de Fehling et le test à l'iode (Bétadine).

Réinvestir les notions de sucre simple et de sucre complexe, ainsi que l'architecture des molécules glucidiques.

### Matériel

#### Par ilot :

- **1 boîte de modèles moléculaires** <sup>[1]</sup>  
optionnel
- **2 pipettes en plastique** <sup>[4]</sup>
- **1 bécher** <sup>[nf]</sup>
- **4 spatules ou 4 petites cuillères** <sup>[nf]</sup>  
1 par échantillon, pour éviter les contaminations
- **des lunettes de sécurité** <sup>[nf]</sup>  
1 paire par élève
- **4 tubes à essai** <sup>[nf]</sup>  
1 par échantillon à tester
- **4 petites coupelles** <sup>[nf]</sup>  
1 par échantillon à tester

#### Pour la classe :

- **fructose** <sup>[10]</sup>
- **glucose** <sup>[11]</sup>
- **liqueur de Fehling** <sup>[17]</sup>  
1 mélange 50-50 des formes A et B
- **solution iodée** <sup>[18]</sup>
- **fécule de maïs** <sup>[nf]</sup>
- **de l'eau bouillante** <sup>[nf]</sup>  
au moins 250 mL
- **1 sac de congélation** <sup>[nf]</sup>
- **FICHE** Enquête scientifique : les tests d'identification des sucres  
1 photocopie par élève

<sup>[0]</sup> Référence dans le catalogue du matériel

<sup>[nf]</sup> Matériel non fourni

## Déroulement pédagogique

*En amont de la séance, l'enseignant prépare un mélange 50% glucose – 50% fécule de maïs (une trentaine de grammes devrait suffire). Cet échantillon jouera le rôle de pièce à conviction et pourra être placé dans un petit sac de congélation pour la mise en scène.*

### Immersion

L'enseignant distribue la **FICHE** Enquête scientifique : les tests d'identification des sucres et introduit la séance en présentant l'intrigue de l'enquête aux élèves : il s'agit d'identifier le(s) sucre(s) retrouvé(s) sur les lieux du crime.

La pièce à conviction est présentée à la classe et circule de table en table.

### Points de passage

DÉCOUVERTE DES TESTS D'IDENTIFICATION DES SUCRES

**Dans un premier temps, les élèves découvrent les protocoles des deux tests d'identification :**

- le test à la liqueur de Fehling,
- le test à l'iode.

Chaque îlot doit imaginer un protocole permettant de relier chaque test au(x) sucre(s) mis en évidence (voir **FICHE Résultats attendus et explications**). Les élèves réalisent les expériences et tirent des conclusions.

**Une correction collective est réalisée :**

- la liqueur de Fehling devient **rouge brique** en présence de **glucose** et/ou de fructose,
- la solution iodée devient **bleue noire** en présence d'**amidon**.

#### POINT D'ATTENTION

*La solution iodée peut présenter des risques d'allergies pour les élèves sensibles à l'iode. Ce produit tache également les vêtements.*

APPLICATION À L'ENQUÊTE POLICIÈRE

Les élèves proposent alors un protocole permettant d'identifier le(s) sucre(s) de la pièce à conviction. Chaque îlot réalise le protocole imaginé et conclut sur la nature du ou des sucre(s) retrouvé(s) sur les lieux du crime.

Une correction collective peut être menée sous la forme d'un verdict : chaque îlot est appelé à la barre en tant que laboratoire indépendant donnant ses résultats quant à la nature de la pièce à conviction.

À partir de ces résultats, la classe discute et désigne le coupable.

EXPLICATION DES RÉACTIONS

**L'enseignant interroge la classe sur les acquis des séances précédentes :**

*Que savez-vous sur la structure du glucose ? Et sur celle du fructose ? De l'amidon ?*

Le glucose et le fructose sont des glucides simples (ou oses) de formule  $C_6H_{12}O_6$ . Ils ne forment pas de liaison avec d'autres molécules. Au contraire, l'amidon est un polymère de glucose, c'est-à-dire qu'il est formé de nombreuses molécules de glucose liées entre elles par des liaisons (appelées liaisons osidiques). L'enseignant pourra s'appuyer sur les modèles moléculaires pour illustrer ses propos.

**L'enseignant invite la classe à réfléchir sur les réactions observées :**

*En présence de quels sucres la liqueur de Fehling a-t-elle changé de couleur ?*

Il s'agit du glucose et du fructose, deux oses libres qui ne sont pas engagées dans une liaison osidique. Les élèves doivent faire le lien entre la réaction et la structure de la molécule : ce sont les sucres simples qui provoquent un changement de couleur et pas les sucres complexes.

#### POINT D'ATTENTION

*Seuls les sucres simples réducteurs induisent une modification de couleur de la liqueur de Fehling, car ils entrent dans une réaction d'oxydo-réduction avec les ions cuivre (II) présents. Mais cette nuance est hors programme pour des élèves de cycle 4.*

## Découvertes réalisées

**Les élèves consignent les acquis de la séance dans leurs cahiers :**

- le test à la liqueur de Fehling permet de mettre en évidence la présence de sucres simples tels que le glucose ou le fructose,
- le test à l'iode (Bétadine) permet de mettre en évidence la présence d'amidon grâce à la formation d'une coloration caractéristique. ■

## 8 Mettre en évidence la présence de sucres

## Résultats attendus et explications

**RÉSULTATS ATTENDUS**

Les élèves sont invités à découvrir les tests d'identification de plusieurs sucres à travers une enquête de police scientifique (voir FICHE Enquête scientifique : les tests d'identifications des sucres ). Voici les résultats attendus aux questions posées :

## 1. Proposer un protocole permettant de relier chaque test au sucre qu'il met en évidence :

Il suffit de tester individuellement chacun des 3 sucres avec les deux tests (à la liqueur de Fehling et à l'iode). Ainsi, on sera en mesure de connaître la couleur prise par le réactif en présence de chacun des 3 sucres.

## 2. Réaliser le protocole et conclure :

	Couleur prise en présence de		
	Amidon	Glucose	Fructose
Liquueur de Fehling	bleu	rouge brique	rouge brique
Solution iodée	bleu noir	marron	marron

## 3. À partir des résultats précédents, proposer un protocole permettant d'identifier le(s) sucre(s) présent(s) sous la semelle de la chaussure du meurtrier :

Il suffit de tester l'échantillon de poudre avec la liqueur de Fehling, pour savoir si elle contient du glucose et/ou du fructose puis avec la solution iodée (Bétadine) pour savoir si elle contient de l'amidon.

## 4. Réaliser le protocole. Quels résultats observe-t-on ?

	Couleur prise en présence de l'échantillon de poudre non identifié
Test à la liqueur de Fehling	rouge brique
Test à l'iode	bleu noir

## 5. En déduire la nature du ou des sucres présents dans l'échantillon :

L'échantillon de poudre contient donc à la fois de l'amidon et du glucose et/ou fructose.

## 6. Conclure sur l'identité du meurtrier :

Le meurtrier est donc très probablement M. Saint-Honoré, le pâtissier, dont le sol de l'atelier est couvert à la fois de farine de blé (amidon) et de sucres simples (glucose et fructose).





**LES TESTS D'IDENTIFICATION : QUELQUES EXPLICATIONS****Le test à la liqueur de Fehling**

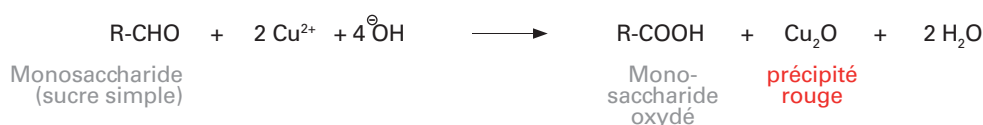
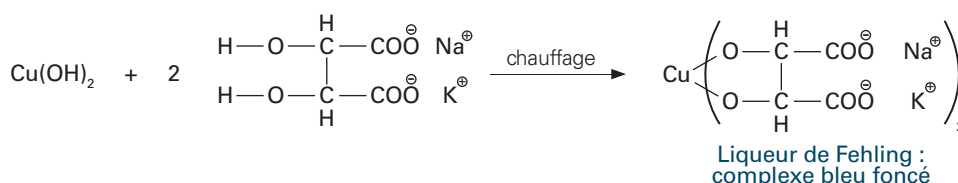
**Précaution :** la liqueur de Fehling est de nature corrosive. Par conséquent, il est préconisé de porter des équipements de protection comme des lunettes et des gants.

La liqueur de Fehling consiste en un réactif qui est généralement préparé fraîchement dans les laboratoires à partir de deux solutions distinctes étiquetées Fehling A et Fehling B. Fehling A est une solution bleue contenant du sulfate de cuivre (II). La solution B de Fehling est une solution claire composée de tartrate de potassium et de sodium (sel de Rochelle) et d'une base forte, généralement de l'hydroxyde de sodium. Les deux solutions sont mélangées **en volumes égaux** pour obtenir la liqueur de Fehling qui est d'un bleu foncé qui correspond au complexe bis (tartrate de  $\text{Cu}^{2+}$ ).

L'utilisation commune du test à la liqueur de Fehling est de déterminer si un groupe **aldéhyde** est présent sur une molécule chimique. Les aldéhydes ont tendance à s'oxyder et donnent des résultats positifs à la liqueur de Fehling, avec l'apparition concomitante d'un précipité rouge caractéristique ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ). Le test est également utilisé comme test général pour les monosaccharides où un résultat positif est obtenu pour les monosaccharides d'aldose et les monosaccharides de cétose. Le test de Fehling est utilisé dans le domaine médical pour déterminer la présence de glucose dans les urines, pour détecter le diabète d'un patient.

**Solution A :**  $\text{CuSO}_4$  aqueux

**Solution B :** Solution alcaline de tartrate double de K et Na (sel de Rochelle)

**Le test à l'iode**

Le test à l'iode est principalement effectué pour tester la présence de **glucides complexes**. Dans le cas d'un test positif, il y aura apparition d'une couleur bleu-noir sur les échantillons d'aliments testés liquides ou solides.

En termes simples, l'amidon est produit par tous les végétaux et autres sources végétales par le biais du processus de photosynthèse. L'amidon peut être séparé en deux fractions : l'**amylose** et l'**amylopectine**. Les amidons naturels sont des mélanges d'amylose (10-20%) et d'amylopectine (80-90%). La structure de l'amidon est constituée de longues chaînes polymères d'unités glucose reliées entre elles par des liaisons glycosidiques.

Lors du test à l'iode, l'amylose dans l'amidon est responsable de la formation d'un complexe de couleur bleu foncé en présence de molécule d'iode (triiodure) qui se glisse à l'intérieur de l'amylose de forme hélicoïdale (voir figure ci-contre). Si l'amylose d'amidon n'est pas présent, la couleur restera orange ou jaune. L'amylopectine d'amidon ne donne pas de couleur, ni la cellulose, ni les disaccharides tels que le saccharose dans le sucre.



## 8 Mettre en évidence la présence de sucres

## Enquête scientifique : les tests d'identification des sucres

### INTRIGUE

Dans la nuit du 30 au 31 octobre 2019, M. Dugigot, boucher-charcutier, a été tué alors qu'il faisait l'inventaire dans son arrière-boutique. Un témoin, qui passait non loin, a surpris le meurtrier qui s'est enfuit en courant dans la nuit. Malheureusement, ce témoin n'a pas pu voir son visage et aucune empreinte digitale ni ADN autres que ceux de la victime n'ont pu être prélevés sur la scène de crime. Dans sa précipitation, le meurtrier a néanmoins perdu une de ses chaussures qui constitue la seule piste pour l'identifier. Les résultats préliminaires du laboratoire indiquent la présence d'une **poudre blanche non identifiée** en grande quantité sous la semelle. En interrogeant le voisinage, nous apprenons que trois commerçants du quartier cherchaient à acquérir la boutique de M. Dugigot, qui se refusait à vendre...

*L'un d'entre eux a très probablement tué la victime pour pouvoir racheter sa boutique, mais lequel ?*

Les 3 suspects (qui font la même pointure et qui n'ont aucun alibi) sont les suivants :

M. Fougasse, boulanger



Une perquisition dans son atelier a mis en évidence que le sol de ce dernier est couvert de farine de blé (**amidon**).

M. Bergamote, confiseur



Une perquisition dans son atelier a mis en évidence que le sol de ce dernier est couvert de **glucose** et de **fructose**.

M. Saint-Honoré, pâtissier



Une perquisition dans son atelier a révélé que le sol de ce dernier est couvert de farine de blé (**amidon**), mais aussi de **glucose**.

### MISSIONS

Vous êtes en charge d'analyser l'échantillon de poudre retrouvé sous la chaussure du suspect et d'identifier le(s) sucre(s) qu'elle contient (amidon, glucose, fructose...).

Pour cela, rien de plus simple, il existe 2 tests simples :

- le test à la liqueur de Fehling
- le test à l'iode.

*Mais pas moyen de vous rappeler le(s) sucre(s) mis en évidence par chacun de ces tests...*

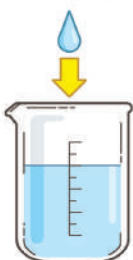
## TEST À LA LIQUEUR DE FEHLING

### Matériel

- élément à tester
- spatules ou petites cuillères  
1 par échantillon, pour éviter les contaminations
- 1 pipette en plastique
- 1 bécher
- tubes à essai  
1 par échantillon à tester
- liqueur de Fehling
- lunettes de sécurité  
1 paire par élève
- environ 30 mL d'eau bouillante  
préparée par l'enseignant

### Protocole

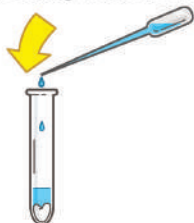
**1** Dans un bécher, verser environ 30 mL d'eau bouillante



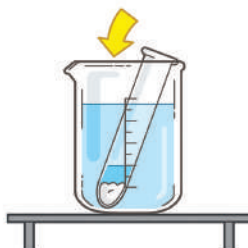
**2** Déposer à l'aide d'une spatule une petite quantité d'élément à tester dans un tube à essai



**3** Verser à l'aide d'une pipette 1 mL de liqueur de Fehling dans le tube



**4** Déposer le tube dans le bécher



**5** Observer le contenu du tube : si la coloration vire au rouge, alors l'élément contient

.....

.....

.....

## TEST À L'IODE

### Matériel

- élément à tester
- spatules ou petites cuillères  
1 par échantillon, pour éviter les contaminations
- solution iodée
- coupelles  
1 par échantillon à tester
- 1 pipette en plastique
- lunettes de sécurité  
1 paire par élève

### Protocole

**1** Déposer l'échantillon à tester dans une coupelle à l'aide d'une spatule



**2** Déposer 1 mL de solution iodée sur l'échantillon à l'aide d'une pipette



**3** Observer l'élément à tester. Si l'élément à tester prend une coloration bleu-noire : il contient

.....

.....

## 8 Mettre en évidence la présence de sucres

**ENQUÊTE**

1. Proposer un protocole permettant de relier chaque test au sucre qu'il met en évidence :

.....

.....

.....

.....

.....

2. Réaliser le protocole et conclure :

	Couleur prise en présence de		
	Amidon	Glucose	Fructose
Liquueur de Fehling			
Solution iodée			

3. À partir des résultats précédents, proposer un protocole permettant d'identifier le(s) sucre(s) présent(s) sous la semelle de la chaussure du meurtrier :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Réaliser le protocole. Quels résultats observe-t-on ?

	Couleur prise en présence de l'échantillon de poudre non identifié
Test à la liqueur de Fehling	
Test à l'iode	

5. En déduire la nature du ou des sucres présents dans l'échantillon :

.....

.....

6. Conclure sur l'identité du meurtrier :

.....



## Découvrir un phénomène moléculaire : la réticulation

### Objectifs

Mettre en œuvre un protocole de cuisine moléculaire.

Comprendre la diversité moléculaire et la notion de polymère.

Appréhender, à partir d'un exemple simple et visuel, la notion de réticulation des polymères.

Réaliser une synthèse des acquis et conclure le module.

### Matériel

- **pipettes en plastique** [4]  
1 ou 2 par îlot
- **éprouvettes graduées** [5]  
1 par îlot
- **passoires** [6]  
1 par îlot
- **ramequins en verre** [7]  
1 par îlot
- **bouteille en verre** [8]  
1 pour la classe
- **balance numérique** [9]  
1 pour la classe
- **alginate de sodium** [12]  
en poudre, propre à la consommation
- **lactate de calcium** [13]  
en poudre, propre à la consommation
- **gobelets de 20 cL** [nf]  
1 par îlot
- **1 bouteille d'eau d'1 litre** [nf]  
pauvre en calcium (type Mont Roucoux ou Volvic)
- **1 bouteille de sirop de fraise** [nf]  
ou tout autre parfum
- **papier essuie-tout** [nf]  
1 rouleau pour la classe
- **petites cuillères** [nf]  
1 par élève
- **FICHE Billes d'alginate**  
1 photocopie par élève

[0] Référence dans le catalogue du matériel

[nf] Matériel non fourni

### Déroulement pédagogique

1h



La séance nécessite la préparation - la veille - par l'enseignant, d'une solution d'alginate (voir **FICHE Billes d'alginate : réalisation du protocole**). La préparation de la solution de lactate de calcium, quant à elle, peut être réalisée juste avant la séance.

#### Immersion

L'enseignant annonce aux élèves qu'ils vont réaliser, en autonomie, une expérience de cuisine moléculaire et qu'ils pourront goûter à leurs préparations en fin de séance.

#### Points de passage

L'enseignant met le matériel nécessaire à disposition des élèves.

Le protocole expérimental est présenté. Les élèves réalisent les billes d'alginate en autonomie à l'aide du protocole détaillé sur la **FICHE Billes d'alginate**.

Les élèves doivent décrire le résultat obtenu et schématiser l'expérience.

L'enseignant explique ensuite le phénomène à la classe en s'aidant de la **FICHE Billes d'alginate : observations et explications**. Il insistera sur la notion de polymères, déjà vue précédemment, et sur le phénomène de réticulation qui a lieu au sein des billes.

## 9 Découvrir un phénomène moléculaire : la réticulation

## POINT D'ATTENTION

Les produits utilisés étant comestibles, les billes peuvent être consommées par les élèves en fin de séance, si le matériel utilisé pour la préparation a été correctement nettoyé en amont.

## Découvertes réalisées

La chimie a de multiples usages dans la vie courante ; elle permet parfois de modifier les propriétés de la matière : transformation d'un liquide en billes gélifiées « solides ».

**Cette application est rendue possible grâce au phénomène de réticulation, dont le principe est le suivant :**

- à l'origine, on part d'une substance formée de macromolécules de type polymères qui sont libres entre elles (alginate de sodium),
- l'ajout d'une seconde substance (lactate de calcium dans l'expérience) a pour effet de former de nouvelles liaisons entre ces polymères et ainsi modifier la structure de l'ensemble,
- on observe généralement un passage d'une substance liquide à une substance gélifiée.

Comprendre la chimie permet donc d'inventer de nouvelles technologies utiles au quotidien.

Il est possible de clore la séance en redistribuant la **FICHE** Questionnaire (séance 1) et de comparer les réponses des élèves avant et après le module. C'est l'occasion de faire un bilan sur les acquis. ■

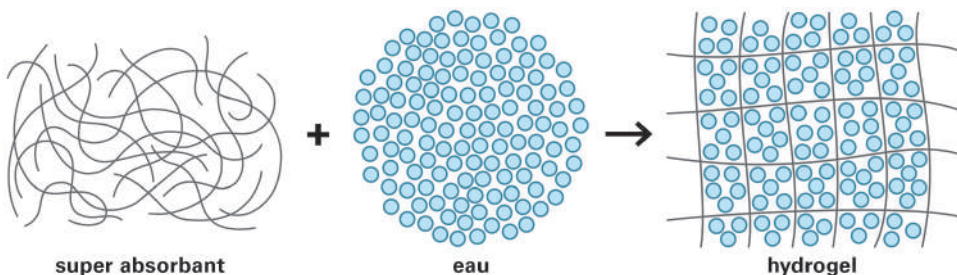
## POUR ALLER PLUS LOIN...

- L'esprit critique des élèves pourra être exercé :

- par une étude documentaire sur l'utilisation des alginates dans des applications technologiques telles que les emballages alimentaires pour substituer les matières plastiques, ou pour préparer des contenants comestibles (emballage/ustensile), ou également comme matériau pour des applications biomédicales, entre autres.
- par l'étude d'infox et le débat d'idées (« le sucre fait grossir », « le sucre est une drogue », « le sucre est une matière chimique », « le sucre est présent partout dans l'alimentation », « le sucre est mauvais pour la santé », « il existe de bons sucres et de mauvais sucres », « une trop forte consommation de sucres fait apparaître des caries », « il existe des sucres lents et des sucres rapides »...) et la consultation d'articles sur le sujet de la santé et de la consommation du sucre chez les adolescents.

L'enseignant trouvera plus de détails sur ces deux premières pistes de prolongement dans le document Approfondissements de la thématique (sur la clé USB et sur [www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)).

- Il est possible de présenter d'autres applications du phénomène de réticulation au quotidien, comme l'exemple de la couche-culotte contenant un super absorbant (le polyacrylate de sodium) sous forme de poudre, qui forme un hydrogel au contact de l'eau (voir document Réticulation - polyacrylate sur la clé USB et [www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)).




## Billes d'alginate : réalisation du protocole

### Matériel

- pipettes en plastique <sup>4</sup>
  - éprouvettes graduées de 50 mL <sup>5</sup>
  - passoires <sup>6</sup>
  - ramequins en verre <sup>7</sup>
  - 1 bouteille en verre <sup>8</sup>
  - 1 balance numérique <sup>9</sup>
  - alginate de sodium <sup>12</sup>  
propre à la consommation
  - lactate de calcium <sup>13</sup>  
propre à la consommation
  - 1 entonnoir <sup>nf</sup>
  - 1 litre d'eau pauvre en calcium <sup>nf</sup>
  - gobelets transparents de 20 cL <sup>nf</sup>
  - 1 bouteille de sirop de fraise <sup>nf</sup>
- <sup>nf</sup> Matériel non fourni  
<sup>0</sup> Référence dans le catalogue du matériel

### Préparation de la solution d'alginate de sodium (par l'enseignant)

 La dissolution de l'alginate dans l'eau peut prendre plusieurs heures. Il est donc conseillé à l'enseignant de préparer la solution d'alginate la veille.

Le protocole ci-dessous permet de préparer un demi-litre de solution, ce qui est amplement suffisant pour une classe. Il est néanmoins possible de préparer un plus faible volume de solution en réduisant proportionnellement les quantités d'eau et d'alginate de sodium.

- Peser 2,5 g d'alginate de sodium.
- Verser l'alginate dans la bouteille en verre à l'aide d'un entonnoir.
- Compléter avec de l'eau pauvre en calcium (~ 45 cL) et secouer fréquemment et énergiquement la bouteille jusqu'à obtenir une solution visqueuse.
- On peut aromatiser la solution en ajoutant 5 cL de sirop et/ou la teinter à l'aide de colorants alimentaires.

#### REMARQUE



Il est indispensable d'utiliser une eau minérale pauvre en calcium (idéalement une eau de la marque Mont Roucoux ou à défaut de la marque Volvic) afin d'obtenir des billes bien formées. Dans une eau riche en calcium, le phénomène de réticulation se mettrait en place dès la préparation de la solution d'alginate et empêcherait le bon déroulement de la suite du protocole.

### Préparation de la solution de lactate de calcium (par l'enseignant)

Le jour même, en classe, verser 10 g de lactate de calcium dans 1 L d'eau. Bien mélanger (la dissolution est rapide).

### Réalisation des billes d'alginate (par les élèves)

- Mesurer 30 mL de solution de lactate de calcium avec l'éprouvette. Verser cette solution dans le ramequin en verre.
- Prélever avec la pipette un peu de la solution d'alginate et faire tomber des gouttelettes dans la solution de lactate de calcium.
- Observer la formation de billes dès que les gouttes touchent la solution de lactate de calcium.
- Une fois les billes obtenues, les rincer à l'eau claire en utilisant la passoire.

### Conclusion

Dans cette expérience de cuisine moléculaire, il est mis en évidence l'utilisation d'un sucre simple (sirop de fraise), qui contribue à apporter le goût sucré à l'aliment. L'utilisation du sucre complexe (alginate) permet d'apporter une propriété structurale à l'aliment objet sous la forme d'une bille.

## 9 Découvrir un phénomène moléculaire : la réticulation

## Billes d'alginate : observations et explications

## L'alginate

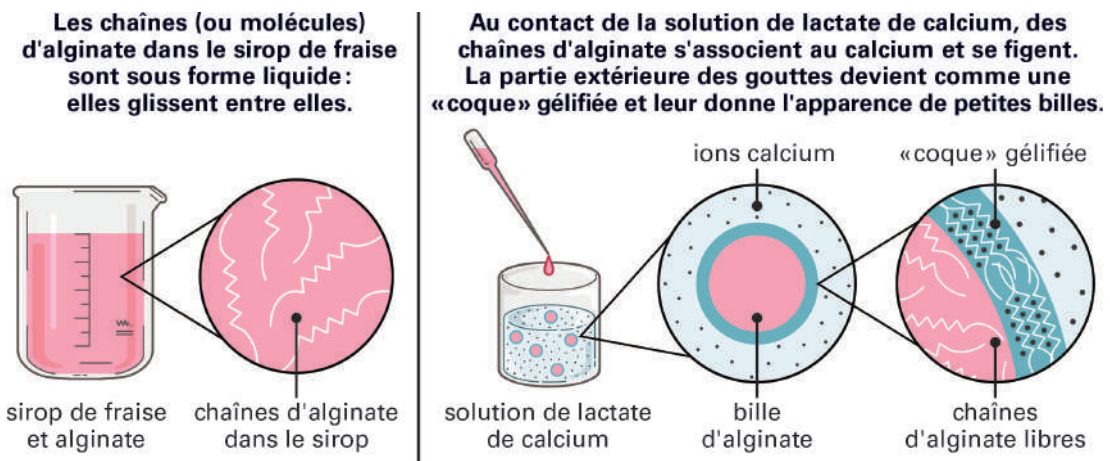
En 1881, l'anglais Stanford isole ce qu'il a baptisé « l'alginate » de *Laminaria digitata* qui est un précipité gélatineux blanchâtre obtenu par traitement acido-basique à partir d'un résidu d'algues brunes.

Depuis ces années pionnières, ces alginates sont communément extraits de ces algues sous forme d'une poudre qui se dissout dans l'eau. Aujourd'hui, ces alginates sont bien connus et sont largement utilisés pour des applications alimentaires ou cosmétiques, notamment. Ces alginates se trouvent de façon plus importante dans des algues brunes qui se développent en eaux agitées sur les côtes méditerranéennes, californiennes ou nord-atlantique. Leur fonction naturelle consiste à augmenter la flexibilité de l'algue.

L'alginate est un polysaccharide, c'est à dire une molécule de la famille des glucides composés de plus de 10 saccharides. Il est composé de deux types de monomères (acide guluronique et acide manuronique) dont leur association forme un copolymère. L'alginate de sodium est donc un polysaccharide d'origine naturelle, identifié par un code alimentaire - E401 - et qui possède des propriétés gélifiantes. Il peut aussi jouer le rôle d'épaississant. En cuisine moléculaire, ses propriétés sont utilisées pour réaliser des mousses, des billes et spaghettis en gelée ainsi que des coulis.

## Pourquoi les billes d'alginate se forment-elles ?

Les ions calcium  $Ca^{2+}$  réagissent avec les molécules d'alginate et créent des liaisons entre elles. Les chaînes moléculaires initialement solubles ne le sont plus. En effet, la solubilité de l'alginate dans l'eau est due au fait que les chaînes de polymères sont isolées les unes des autres et que les molécules d'eau peuvent les « envelopper » et les isoler les unes des autres. Dès qu'on crée des liens entre ces chaînes, ces dernières perdent leur liberté les unes par rapport aux autres (on peut même prévoir une expérience en classe, avec les élèves, pour illustrer le fait qu'ils bougent plus facilement s'ils ne se tiennent pas les uns les autres) et cela entraîne une perte de solubilité dans l'eau, d'où l'apparition d'une pellicule solide autour de la goutte d'alginate et donc la formation de billes. Ce procédé consistant à créer des liaisons entre les chaînes de polymères pour fabriquer un nouveau polymère aux propriétés différentes (plus solide, moins élastique, moins soluble) est appelé **réticulation**. Il est utilisé en chimie des plastiques pour obtenir des matières plus dures, plus solides.



La figure ci-dessus illustre ce qu'est la **réticulation** : à gauche, des chaînes de polymères qui peuvent bouger et glisser les unes par rapport aux autres ; à droite, des chaînes réticulées dont les mouvements sont entravés par les nouvelles liaisons chimiques créées par le calcium. C'est le même principe avec la fabrication des fromages à partir du lait. Dans ce cas, c'est la caséine, un ensemble de protéines dans le lait, qui s'attachent entre elles par le biais d'une réaction chimique (avec, par exemple, des acides).



## Billes d'alginate : expérience et résultats

Réaliser une expérience en suivant le protocole.

### Matériel pour le groupe

- 1 ramequin en verre
- 1 éprouvette
- du papier essuie-tout
- 1 passoire
- 1 pipette plastique

### Produits à aller chercher

- alginate de sodium aromatisé au sirop
- solution de lactate de calcium

### Protocole

- Mesurer 30 mL de solution de lactate de calcium avec l'éprouvette. Verser cette solution dans le ramequin en verre.
- Prélever avec la pipette un peu de la solution d'alginate et faire tomber des gouttelettes dans la solution de lactate de calcium.
- Observer la formation de billes dès que les gouttes touchent la solution de lactate de calcium.
- Une fois les billes obtenues, les rincer à l'eau claire en utilisant la passoire.

*Bonne dégustation !*

*Décrire le résultat obtenu :*

.....

.....

.....

*Réaliser un schéma pour expliquer l'expérience :*

*D'après l'explication donnée par l'enseignant, expliquer ce qu'il s'est passé au niveau moléculaire. Quel est le nom de ce phénomène ?*

.....

.....

.....

.....





**À la table des matières : les sucres**

# **Glossaire**

# Glossaire

## Atome

C'est un minuscule morceau de matière, une sorte de « brique » qui la constitue. Un atome contient un noyau (ensemble de protons et de neutrons) et, autour de ce noyau, gravitent des électrons. On distingue ces particules du fait qu'elles comportent des charges électriques différentes : les neutrons n'ont aucune charge, les protons ont une charge positive, et les électrons ont une charge négative. Les différents atomes sont classés selon le nombre de protons et de neutrons dans le noyau. Toute la matière est formée d'atomes. Plusieurs atomes liés entre eux selon une structure précise constituent une molécule. La chimie est la discipline scientifique qui étudie comment les atomes s'assemblent pour former ces molécules. Plusieurs molécules côte à côte vont donner la matière, et selon qu'elles sont proches ou éloignées, cette matière sera solide, liquide ou gazeuse.

## Carbone

Élément de la classification périodique (le sixième), de symbole C. En chimie, la convention veut qu'il soit représenté par une boule noire (norme internationale) possédant quatre « crochets ». En effet, le carbone peut faire quatre liaisons avec d'autres atomes au maximum.

## Densité

En tant que grandeur physique, la densité d'un corps (d) est une grandeur sans unité et exprime le rapport de la masse d'un corps (ou objet) à celle qu'aurait le même volume constitué d'eau. En pratique, une substance (solide ou liquide) qui a une densité de 2, signifie qu'un volume de cette substance pèse deux fois plus lourd que le même volume d'eau. Les gaz sont très peu denses, à l'inverse de certains solides qui peuvent être très denses. Par exemple, une substance flotte dans l'eau douce si elle a une densité inférieure à 1 (densité de l'eau), tandis qu'une substance coule si sa densité est supérieure à 1.

## Dioxyde de carbone

Le dioxyde de carbone (ou CO<sub>2</sub> ou encore gaz carbonique), est une molécule présentant la structure linéaire O=C=O. Le dioxyde de carbone est utilisé par les végétaux pour produire de la biomasse grâce à la photosynthèse, processus complexe consistant à réduire le dioxyde de carbone par l'eau en libérant de l'oxygène afin de produire des glucides selon le cycle de Calvin. La photosynthèse est rendue possible grâce à l'énergie lumineuse reçue du Soleil et captée par la chlorophylle. Le dioxyde de carbone est également libéré à travers la chaîne respiratoire qui consiste à oxyder les lipides et les glucides en eau et dioxyde de carbone grâce à l'oxygène de l'air afin de produire de l'énergie. Le dioxyde de carbone est, par conséquent, un élément fondamental du cycle du carbone sur notre planète.

Le dioxyde de carbone est un gaz à effet de serre : responsable de 26 % de cet effet, alors que la vapeur d'eau en assure 60 %. L'augmentation de sa concentration

depuis le début de l'ère industrielle (environ 35 %) participe au changement climatique constaté à l'échelle de notre planète (source : Société Chimique de France).

## Élément chimique

Un élément est un atome que l'on a identifié par la nature de son noyau. C'est le noyau de l'atome qui détermine s'il s'agit d'un atome de carbone (élément carbone), d'un atome d'oxygène (élément oxygène), d'un atome de mercure (élément mercure) etc.

## Essorage

Action de pré-séchage qui permet d'éliminer les résidus à l'état liquide grâce à un moyen mécanique.

## Évaporation

Il s'agit du passage progressif d'un état liquide à un état gazeux, sous l'action d'une source de chaleur qui provoque sa vaporisation.

## Filtrage (ou filtration)

Il s'agit de l'action qui consiste à faire passer une substance à travers un dispositif poreux afin de retenir les matières à l'état solide (particules, impuretés, matières non dissoutes...).

## Glucide

Substance composée de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, d'origine essentiellement végétale. Les glucides constituent l'un des trois principaux macronutriments de l'alimentation avec les protéines et les lipides. Le rôle de ces glucides peut être soit constitutif, en entrant dans la composition de tissus fondamentaux de l'organisme, soit énergétique, en apportant rapidement des calories disponibles et faciles à métaboliser. Les besoins sont d'environ 4 g/kg de poids et par jour et doivent représenter 50 % environ de l'apport énergétique quotidien. Les glucides représentent une source énergétique en apportant 4 kcal par gramme. Selon la longueur et la complexité de leur molécule, on les classe selon deux catégories : simples et complexes.

## Glucide simple

Les glucides simples, facilement assimilables par l'organisme, sont dits « sucres rapides », à « indice glycémique élevé ». Les glucides simples sont soit des polyols (le sorbitol par exemple), soit des sucres simples. Ces sucres simples sont des substances oses ou diholosides, respectivement de type monosaccharide ou disaccharide.

Les oses les plus courants sont le glucose, le fructose, le galactose et le mannose. Leur molécule, un hexose (qui comprend 6 atomes de carbone), n'est pas hydrolysable ; ce sont les sucres les plus simples. Sur les étiquettes de valeurs nutritionnelles des aliments, ces sucres sont mentionnés sous le nom : « Glucides (dont sucres) ».



Les **diholosides** consistent en une molécule formée par la réunion de deux oses. Les plus connus sont le saccharose, le lactose et le maltose. Cette molécule se décompose par hydrolyse en deux sucres simples ; par exemple le saccharose se décompose en glucose et fructose.

On trouve ces sucres simples dans le sucre en poudre ou en morceaux, dans les friandises, dans les sodas, dans les pâtisseries, dans les fruits, dans le lait, etc.

### **Glucide complexe (ou sucre complexe)**

Les glucides complexes (amidon, glycogène...) sont constitués de plusieurs molécules de glucides simples et sont transformés en glucose au cours de la digestion. On les trouve dans le pain, les pâtes, le riz, les céréales, certains légumes frais ou encore les légumes secs. Les fibres contenues dans les fruits, les légumes ou les céréales complètes, qui font partie des glucides, n'ont pas d'impact sur la glycémie. Sur les étiquettes de valeurs nutritionnelles des aliments, ces sucres peuvent être mentionnés sous le nom « amidon ». La part de ces glucides complexes peut également être obtenue par l'opération de soustraction de la valeur indiquée pour « glucides (ou glucides totaux) » et de la valeur « dont sucres ».

### **Glucose**

Glucide simple « de base », c'est une molécule constituée de 6 atomes de carbone, 12 atomes d'hydrogène et 6 atomes d'oxygène. Il est représenté à l'aide de modèles moléculaires en classe, lors de la séance 5.

Le glucose est le principal représentant des sucres, aussi appelés les « oses ». Le glucose  $C_6H_{12}O_6$  est le carburant omniprésent dans toute forme de vie, des bactéries aux êtres humains et est employé en tant que source d'énergie.

### **Hydrogène**

Le premier élément de la classification périodique, de symbole H, est caractérisé comme étant l'élément le plus léger et le plus abondant dans l'univers. Il est représenté par une boule blanche avec un crochet car il ne peut former qu'une seule liaison avec d'autres atomes. L'hydrogène est un élément constitutif des sucres, et compose aussi l'eau ( $H_2O$ ), qui est l'une des molécules vitales.

### **Indice glycémique (ou index glycémique)**

Mesure du potentiel d'un aliment à augmenter la glycémie. L'index glycémique (I.G.) est une mesure relative, permettant de classer les aliments en fonction de leur potentiel à faire augmenter la glycémie (taux de glucose dans le sang) après leur ingestion. Sa mesure est plus précise que la notion de sucres lents ou rapides. Il se calcule à partir d'un aliment de référence, le plus souvent le glucose, qui définit un I.G. référence de 100, sur une

durée normalisée. Ainsi, dire qu'un aliment a un I.G. référence de 60 signifie que cet aliment produit environ 60% de l'effet hyperglycémiant du glucose. L'usage de cet indice est utile chez la personne diabétique pour le contrôle de sa maladie. Il est également intéressant pour les personnes non diabétiques, car les aliments à faible potentiel d'augmentation de la glycémie (correspondant à un faible I.G.) engendrent une moindre sécrétion d'insuline, ce qui contribue à éviter la prise de poids ; l'insuline peut en effet favoriser le stockage des aliments sous forme de graisses. Il existe des tableaux d'aliments glucidiques classés par I.G., mais ceux-ci doivent être nuancés dans la pratique. En effet, l'I.G. d'un aliment peut être diminué suivant son mode de préparation, de cuisson (durée, température), l'état physique de l'aliment (solide, liquide), ou son association avec d'autres nutriments (fibres, protéines, lipides). Par exemple, des glucides ingérés lors d'un repas ont un impact plus faible sur la glycémie s'ils sont associés avec une source de fibres (source : Larousse médical).

### **Liaison chimique**

La plupart des atomes s'assemblent ; le lien qui les retient est parfois très rigide mais peut aussi être plus lâche. Quelle que soit sa force, ce lien est appelé liaison chimique, et c'est grâce à lui que les molécules existent. La liaison chimique entre deux atomes de carbone est très forte et est difficile à briser dans de nombreux cas. La liaison chimique entre l'atome d'hydrogène et l'atome de carbone est, elle aussi, très forte, alors que la liaison entre l'atome d'oxygène et l'atome d'hydrogène est un peu plus faible.

### **Matière**

L'Univers est composé de matière qui forme l'ensemble des substances que l'on peut toucher ou peser, c'est-à-dire tout ce qui a une masse et occupe l'espace. Quelle que soit sa nature, la matière est composée d'atomes ou de molécules et peut se trouver selon différents états dont les trois principaux : solide, liquide ou gazeux.

### **Modèle moléculaire**

Outils permettant aux chimistes de construire des maquettes de molécules afin, entre autres, de prévoir leur géométrie dans l'espace. Chaque atome est représenté par une boule et est associé à une couleur afin qu'on puisse mieux les distinguer les uns des autres (carbone noir, hydrogène blanc et oxygène rouge), mais cela ne représente aucune réalité physique ou chimique. Les tailles des boules reflètent rarement la taille relative des atomes les uns par rapport aux autres. Chaque atome peut faire un certain nombre de liaisons avec d'autres atomes. Le carbone pouvant faire 4 liaisons, on le représente donc avec 4 « crochets », l'oxygène est représenté avec deux « crochets » et l'hydrogène avec un seul « crochet ». Les liaisons sont symbolisées par des tiges qui permettent d'associer les billes entre elles.

**Molécule**

Espèce chimique qui consiste en un assemblage d'atomes. Plusieurs exemples de molécules sont donnés tout au long des séances, notamment le glucose, construit avec les élèves à l'aide de modèles moléculaires en séance 5. Le glucose est une molécule constituée d'atomes de carbone (6), d'hydrogène (12) et d'oxygène (6).

**Monomère**

En lien avec la notion de polymère, c'est l'unité moléculaire constitutive qui se répète au sein d'un polymère. Les monomères sont reliés entre eux par des liaisons chimiques.

**Oxygène**

Le huitième élément de la classification périodique, de symbole O. C'est un élément constitutif de la matière vivante, au même titre que le carbone, l'hydrogène et l'azote. Dans la mallette, il est représenté grâce aux modèles moléculaires par une boule rouge avec deux « crochets » car il peut former deux liaisons chimiques avec d'autres atomes. L'oxygène est un non-métal qui forme très facilement des composés, notamment des oxydes, avec pratiquement tous les autres éléments chimiques. C'est, en masse, le troisième élément le plus abondant de l'Univers après l'hydrogène et l'hélium, et le plus abondant des éléments de l'écorce terrestre. L'oxygène est également l'élément chimique que l'on retrouve dans la molécule de dioxygène de formule chimique  $O_2$  (aussi appelée communément « oxygène »), qui est le gaz qui constitue environ 20 % du volume de l'atmosphère. Le dioxygène est constitué de deux atomes d'oxygène reliés par une liaison chimique. L'élément oxygène est présent dans d'autres nombreuses molécules communes comme, par exemple : le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ), l'eau ( $H_2O$ ), les glucides.

**Photosynthèse**

Ensemble de processus réalisés par les plantes, les algues, et certains organismes marins microscopiques. Elle permet de fabriquer de la matière organique (c'est-à-dire des polysaccharides) et du dioxygène à partir de l'eau  $H_2O$  et du dioxyde de carbone  $CO_2$ , avec l'aide de la lumière comme « moteur » de la réaction chimique.

**Polymère**

Ensemble de « macromolécules », c'est-à-dire de molécules particulièrement grandes, formées par la répétition d'un motif, appelé monomère. Les monomères sont reliés entre eux par des liaisons chimiques. Les polymères les plus célèbres sont les plastiques (par exemple le PVC est le nom du polychlorure de vinyle formé par la répétition du monomère chlorure de vinyle) ou encore la cellulose et l'amidon présentés en séance 5 et constitués par la répétition de motifs glucose reliés entre eux par des liaisons chimiques. La nature de cette liaison affecte grandement les propriétés des polymères en général.

En particulier dans le cas de la polymérisation du glucose, suivant la liaison, on forme soit l'amidon soit la cellulose, l'un digeste par le métabolisme humain, l'autre non.

**Polysaccharide**

L'amidon, la cellulose et l'alginate sont des exemples de polysaccharides mais il en existe d'autres. Les polysaccharides font partie des glucides complexes. Ces polymères sont formés à partir de la répétition d'un monomère de type glucide (ou saccharide) qui est le glucose dans le cas de l'amidon ou de la cellulose.

**Pouvoir sucrant**

Le pouvoir sucrant représente la grandeur sucrante (édulcorante) d'une substance chimique par rapport à une référence, en général une solution de saccharose dont le pouvoir sucrant est établi par définition à 1. Il s'agit d'une grandeur absolue sans unité, défini comme un rapport entre deux substances qui développent la même intensité gustative sucrée, à la même concentration. Cette grandeur dépend de différents facteurs comme la température, la matrice (eau, eau citronnée, yaourt...) ainsi que des individus testeurs qui disposent chacun de paramètres organoleptiques différents.

**Saccharide**

Il s'agit d'un glucide simple qui est un sucre simple (ex : glucose, saccharose, lactose).

**Saccharose**

Glucide simple formé par l'assemblage de deux autres glucides simples (glucose et fructose) via une liaison chimique. C'est le sucre de table que l'on trouve communément. On trouve parfois le mot « sucrose » pour le désigner.

**Solubilité**

Se dit de la capacité d'une substance (solide, liquide ou gaz), appelé soluté, à se dissoudre dans une autre substance, appelée solvant, pour former un mélange homogène appelé solution.

**Solution**

Se dit d'un mélange consistant en un liquide (le solvant) et un solide ou un autre liquide (le soluté) qui peut se dissoudre dans le solvant pour aboutir à un mélange limpide. Par exemple, le saccharose est soluble dans l'eau et l'on peut fabriquer des solutions de saccharose dans l'eau ; ce n'est pas le cas avec l'amidon (présent dans la fécule de maïs notamment). Dans ce dernier cas, quand la solubilité n'est pas totale voire nulle, on parle de suspension.

**Pour aller plus loin**

Un glossaire dédié au sucre - créé par Cultures Sucre - est téléchargeable sur le site [www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr) ou sur la clé USB : « Le sucre et les sucres de A à Z ».



## Remerciements

Le projet MERITE est le fruit d'un travail collectif qui a rassemblé de nombreux acteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche, de l'Éducation nationale et des partenaires institutionnels impliqués pour la promotion de la culture scientifique et technique.

Le Centre de Ressources en Pratiques Expérimentales d'IMT Atlantique, a coordonné l'ensemble du projet : Carl Rauch et Lotfi Lakehal-Ayat (coordination générale), Josiane Hamy (coordination pédagogique et éditoriale), Blanche Cahingt (matériel), et successivement Jean-Félix Picard, Caroline Thoraval, Audrey Guillermic (coordination administrative), successivement Clémentine Jung et Flavy Benoit (communication, diffusion), Arnaud Schmitt (rédactionnel et édition).

### L'équipe de coordination adresse ses remerciements :

- **aux auteurs du guide pédagogique** : Arnaud Tessier, chercheur CNRS, laboratoire CEISAM (Université de Nantes – CNRS) ; Yann Pellegrin, chercheur CNRS, laboratoire CEISAM (Université de Nantes – CNRS) ;

- **à l'enseignante qui a co-construit et testé le guide à ses différentes étapes** : Stéphanie Tessier ;

- **aux acteurs de l'Éducation nationale qui ont contribué** : Jacques Prieur, IA-IPR Physique-Chimie ;

Philippe Briaud, formateur ; Omer Demiraslan, enseignant et formateur ; Marc Tavera et Philippe Thullier, conseillers pédagogiques départementaux, pour leur participation à la coordination pédagogique ;

- **aux acteurs ayant participé à la conception et à la fabrication des mallettes** :

Sébastien Bluet, designer produit ; les entreprises Condi-Ouest, Cal'Concept, Pankarte PLV ;

- **au comité de pilotage** composé de : Paul Friedel, directeur d'IMT Atlantique, président ; Anne Beauval, directrice déléguée d'IMT Atlantique ; Yves Bourdin, délégué académique de l'action éducative et pédagogique, Rectorat de Nantes ; Patrick Bourgeois, correspondant pour le groupe Assystem ; Patricia Carre, responsable du pôle Science et Société, Conseil Régional des Pays de la Loire ; Pierre Le Cloirec et Régis Gautier, successivement directeurs de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Rennes ; Arnaud Godevin, directeur de l'École Supérieure du Bois ; David Jasmin, directeur de la Fondation La main à la pâte ; Pascal Jousset, chargé de programme FEDER ; Jean-Louis Kerouanton, vice-président de l'Université de Nantes ; Lionel Luquin, directeur des Formations d'IMT Atlantique ; Caroline Prevot, correspondante académique scientifique et technologique, Rectorat de Nantes ; Ana Poletto, responsable de la mission diffusion de la culture scientifique et technique, Université de Nantes ; Elena Popa, gestionnaire du service FEDER ; René Siret, directeur général de l'École Supérieure d'Agricultures d'Angers ; Pascal Leroux et Jean-François Tassin, successivement directeurs de l'École Nationale Supérieure d'Ingénieurs du Mans ; Sarah Turbeaux, cheffe de projet pôle sciences société, service recherche, Conseil Régional des Pays de la Loire.

Le consortium MERITE est composé de 7 établissements d'enseignement supérieur du Grand Ouest aux expertises scientifiques diverses : matériaux, énergie, environnement, chimie, alimentation, numérique et robotique, mesures et acoustique.

### Crédits

**Direction artistique** : Nathalie Papeil ; **Photographie** : Jean-Charles Queffelec ;

**Illustrations** : Marie Ducom ;

**Autres crédits** : p. 12-13 : *photographie* Lev Dolgachov / Adobe Stock ; p. 33, 36, 37, 40, 41, 42 : *Passion céréales* ; *Cultures Sucres*, *Le web Pédago*, <https://informationsnutritionnelles.fr> pour les données sur les étiquettes d'aliments ; p. 39 : *photographie* Jérémy Varennes-Schmitt ;

**Modèles mains** : Clémence et Jules Papeil.

Tous droits de reproduction et de diffusion réservés © MERITE  
MERITE est une marque déposée à l'INPI.

**Coordination** : IMT Atlantique

**Conception** : MERITE

Édité en août 2020

Imprimé par Icones [www.icones.fr](http://www.icones.fr)



## À la table des matières : les sucres

Le sucre est une matière très utilisée dans le quotidien mais la connaît-on vraiment ? Par une approche interdisciplinaire, cette mallette pédagogique propose de découvrir la diversité des sucres. En 9 séances, les élèves s'interrogent sur son origine, son histoire, son usage dans l'alimentation. Ils découvrent le long processus intellectuel et scientifique qui a conduit à une exploitation industrielle de cette matière. Après avoir exploré l'origine végétale du sucre, ils expérimentent et caractérisent la diversité des sucres à travers quelques propriétés comme le pouvoir sucrant, la masse volumique et par des tests d'identification. Les élèves s'intéressent au comportement de sucres mis en solution et établissent un lien avec sa structure moléculaire. La réflexion des élèves est complétée par une ouverture sur les métiers de demain grâce à une expérience de cuisine moléculaire. Les usages de la chimie sont multiples et remettent en question les représentations initiales de cette discipline !

Cette mallette pédagogique a été conçue par le laboratoire CEISAM (Université de Nantes - CNRS)



### itinéraires mallettes MERITE

en sciences et techniques :  
expérimenter et comprendre

Conçues pour les enseignants du CM1 à la classe de 3<sup>e</sup>, les mallettes MERITE sont des ressources pédagogiques mêlant sciences et technologie, laissant une grande part à l'expérimentation des élèves. Apprendre en faisant par soi-même, investiguer, progresser par essai-erreur, réfléchir en groupe sur des questions concrètes avec du matériel approprié, s'entraîner à raisonner sur des faits et des observations, sont les principes au cœur de cette collection. Chaque mallette MERITE est composée d'un guide pour l'enseignant détaillant la progression pédagogique, et du matériel nécessaire pour réaliser les expériences.

[www.projetmerite.fr](http://www.projetmerite.fr)

### 14 thématiques variées proches du quotidien des élèves

#### CM1 - CM2 - 6<sup>e</sup> - CYCLE 3

Chimie en couleurs

Créer vos objets animés : entre programmation et électronique

Le bois : un matériau issu du vivant

Les aliments : de la matière première aux produits finis

Le sol et son rôle dans la croissance végétale

Le sucre : une matière à explorer

Lutherie sauvage, musique et acoustique

Matériaux et objets quotidiens

Robotique pédagogique : du moteur au mouvement

#### 5<sup>e</sup> - 4<sup>e</sup> - 3<sup>e</sup> - CYCLE 4

Apoll'eau : mesures et analyses avec des fusées à eau

À la table des matières : les sucres

Communication informatique : tout un protocole

Développement d'un objet connecté

Électricité : la produire, la partager

Cette collection est le fruit du projet MERITE (2015-2020) coordonné par IMT Atlantique en partenariat avec 7 établissements d'enseignement supérieur du Grand Ouest et le Rectorat de l'Académie de Nantes. MERITE a été financé au titre du Programme d'Investissements d'Avenir lancé par l'Etat, ainsi que par le Fonds européen de développement régional, la Région des Pays de la Loire et le groupe Assystem.

