

mallettes
MERITE



itinéraires
en sciences
et techniques :
expérimenter
et comprendre

CLASSES DE CYCLE 3

CM1

CM2

6^e

Sciences et technologie

itinéraire

Le sucre : une matière à explorer

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^e, 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.

Le sucre : une matière à explorer

Sommaire

Introduction	11
Matériel	17
Séances	25
Itinéraire pédagogique	27
Glossaire	81

MODULE	LE SUCRE : UNE MATIÈRE À EXPLORER	28
	Séance 1 Qu'est-ce que le sucre ?	31
	📄 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
	Séance 2 Le sucre : toute une histoire !	38
	📄 L'histoire du sucre	40
	📄 L'histoire du sucre en étapes	43
	📄 Frise chronologique	44
	📄 Personnages historiques	45
	Séance 3 Sucres simples, sucres complexes	46
	📄 Étiquettes alimentaires	48
	📄 Notions sur la classification des sucres	49
	📄 Indice glycémique	50
	📄 Lecture d'étiquettes	52
	Séance 4 Pouvoir sucrant et notion de solubilité	53
	📄 Résultats attendus	55
	📄 À la découverte du pouvoir sucrant	56
	📄 Pouvoir sucrant (protocole)	58
	📄 Pouvoir sucrant (résultats)	59
	📄 Échelle de pouvoir sucrant	60
	Séance 5 Du sucre dans les plantes	61
	📄 Analyse de vidéo : la photosynthèse	64
	📄 Notion d'échelle	65
	Séance 6 Un mélange étonnant	66
	📄 Suivre un protocole	68
	Séance 7 La densité des sucres	69
	📄 Notions sur la densité	73
	📄 Mesure du volume	74
	📄 Comparer la densité de solides et de liquides	75
	Séance 8 Fabriquer des billes avec un sucre	76
	📄 Réalisation du protocole	78
	📄 Observations et explications	79
	📄 Billes d'alginate	80

Sciences et technologie

Le sucre : une matière à explorer

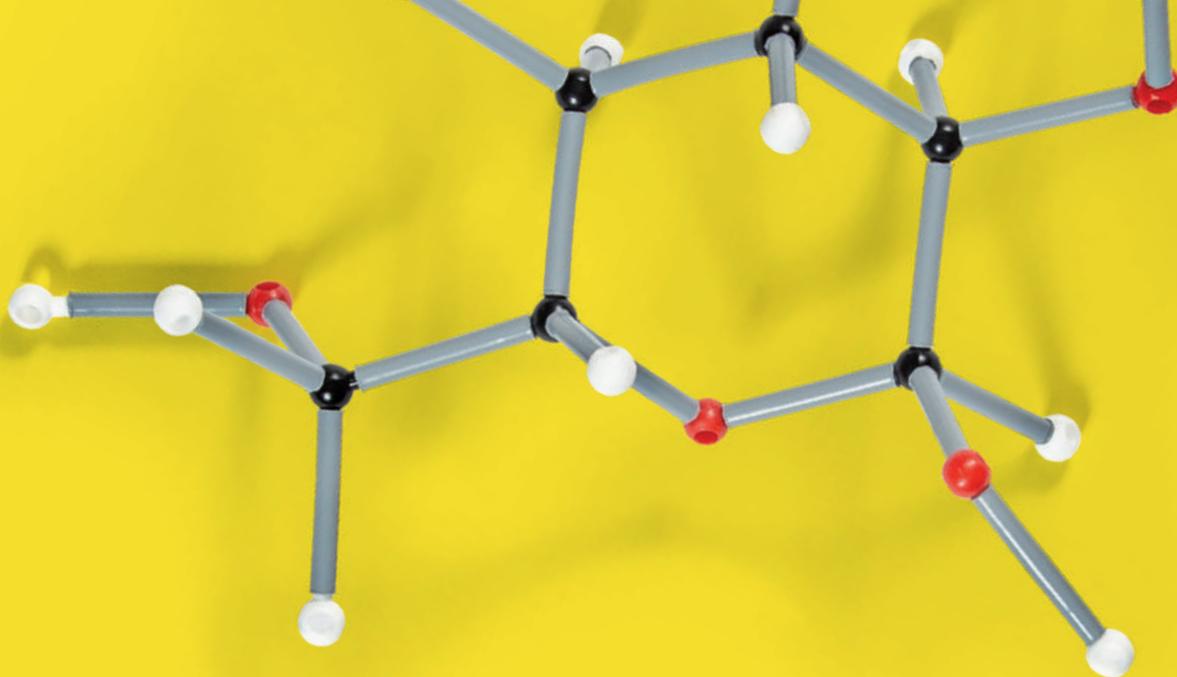
CLASSES DE CYCLE 3

CM1 CM2 6^e

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







Le sucre : une matière à explorer

Introduction





Le sucre : une matière à explorer

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 8 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 est le plus communément constitué 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 8 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, densité, gélification), liées à la nature chimique et organique de cette matière pas comme les autres.

Itinéraire pédagogique p. 27

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.

1 module 8 séances

Mots-clés

Sucres

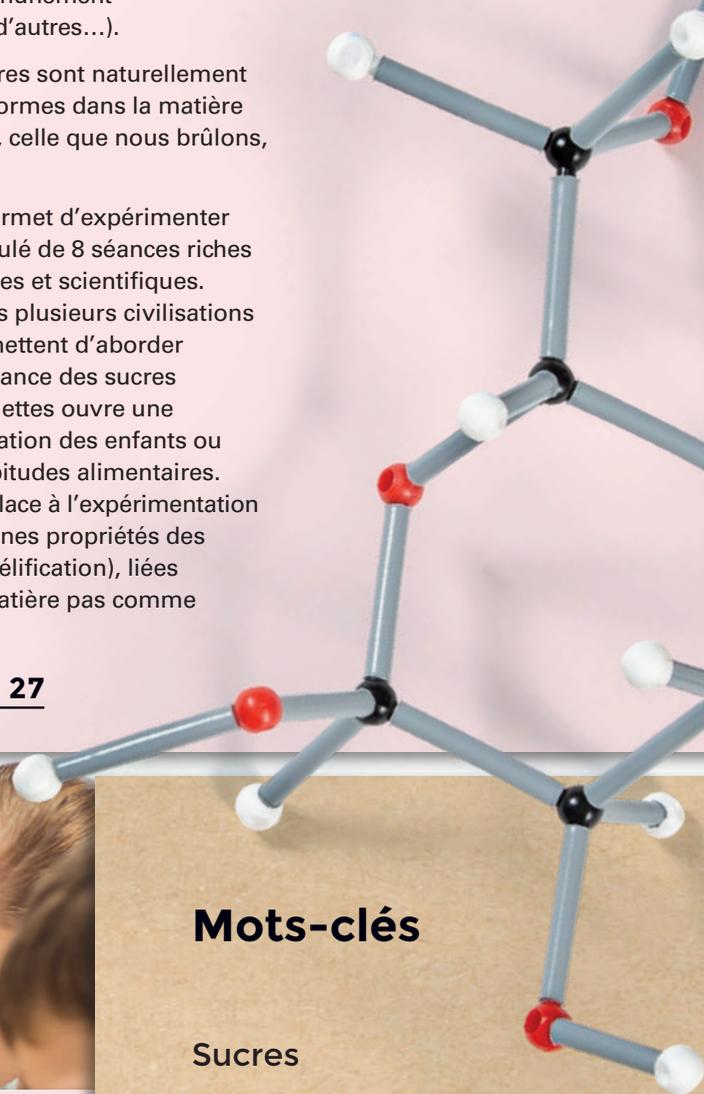
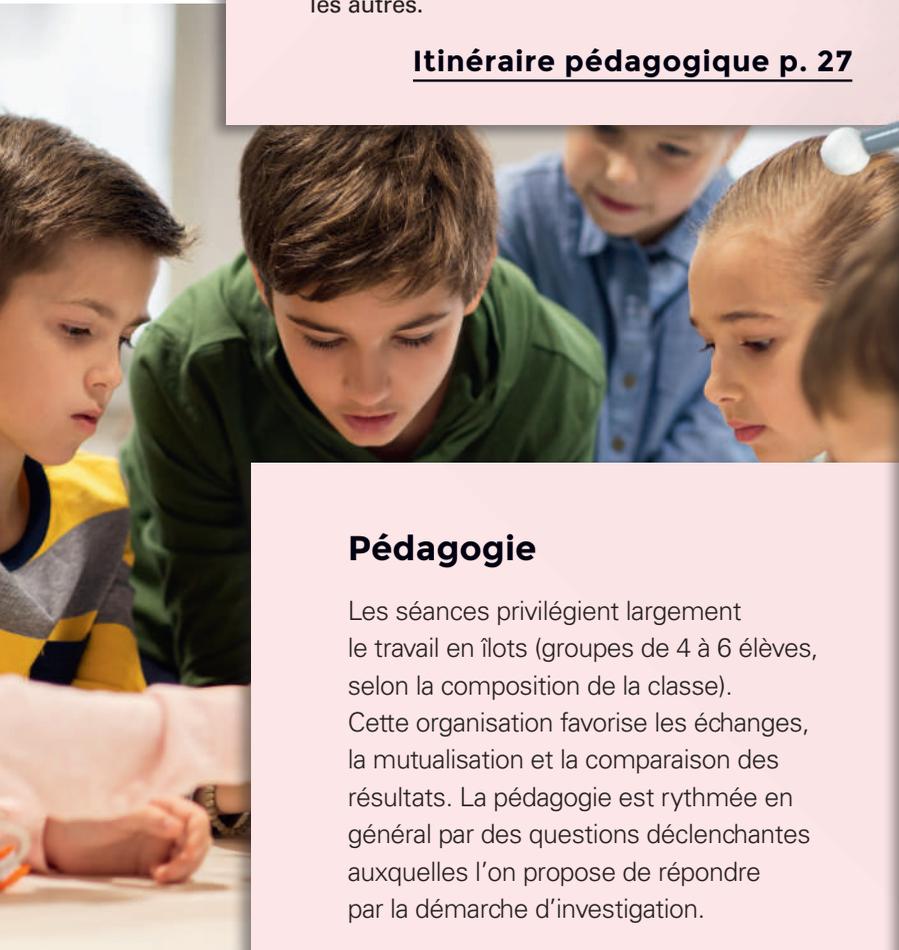
Glucides

Matière

Nutrition

Histoire du sucre

Aliment scientifique



Synthèse des compétences travaillées

Les méthodes et outils pour apprendre

S'approprier des outils et des méthodes

- Choisir ou utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production
- Garder une trace écrite ou numérique des recherches, des observations et des expériences réalisées
- Organiser seul ou en groupe un espace de réalisation expérimentale
- Effectuer des recherches bibliographiques simples et ciblées. Extraire des informations pertinentes d'un document et les mettre en relation pour répondre à une question

Les langages pour penser et communiquer

Pratiquer des langages

- Rendre compte des observations, expériences, hypothèses, conclusions en utilisant un vocabulaire précis
- Exploiter un document constitué de divers supports
- Utiliser différents modes de représentations (dessin, schéma, texte)
- Expliquer un phénomène à l'oral, à l'écrit

Les systèmes naturels et les systèmes techniques

Concevoir, créer, réaliser

- Décrire le fonctionnement d'objets techniques, leurs fonctions et leurs composants

La formation de la personne et du citoyen

Adopter un comportement éthique et responsable

- Relier les connaissances acquises en sciences et technologie à des questions de santé, de sécurité et d'environnement

Se situer dans l'espace et le temps

- Replacer les évolutions scientifiques et technologiques dans un contexte historique, géographique, économique et culturel

Les représentations du monde et l'activité humaine

Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques

Proposer, avec l'aide du professeur, une démarche pour résoudre un problème ou répondre à une question de nature scientifique ou technologique ;

- Formuler une question ou une problématique scientifique ou technologique simple
- Proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ou un problème
- Proposer des expériences simples pour tester des hypothèses
- Interpréter un résultat, en tirer une conclusion
- Formaliser une partie de sa recherche sous une forme écrite ou orale

Comment utiliser ce guide ?

ITINÉRAIRE

Un **itinéraire pédagogique progressif** organisé en un **module de 8 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.

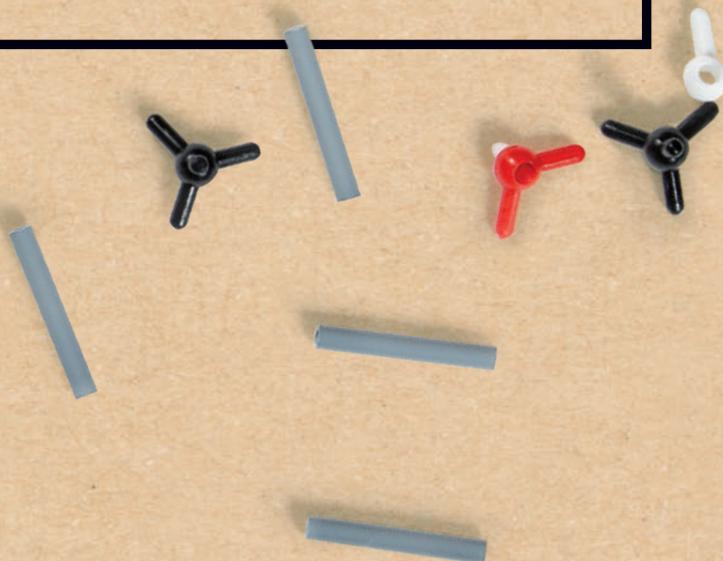
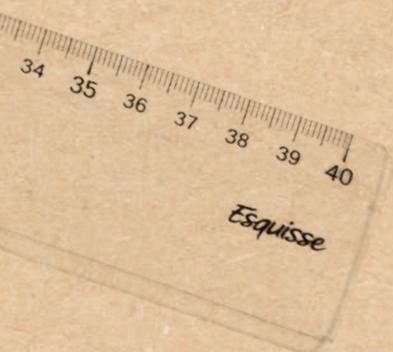
Des **FICHES Élève** à imprimer et à distribuer à la classe sont à disposition dans le guide et téléchargeables sur le site du projet MERITE.

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).



Le sucre : une matière à explorer

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

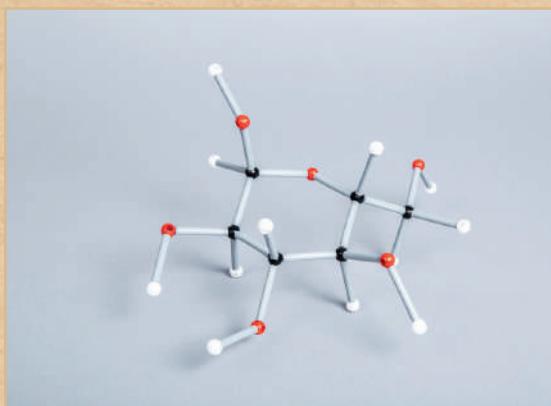
Si des éléments du matériel sont manquants ou ont été endommagés, consultez le site du projet MERITE (www.projetmerite.fr) pour en savoir plus sur les modalités de remplacement.

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 | Réf. 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 | Réf. 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 | Réf. 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 | Réf. 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 | Réf. 14



Produit comestible.
Il n'est pas utilisé lors des séances de cycle 3.

1 x Isomalt | Réf. 15



Produit comestible.
Il n'est pas utilisé lors des séances de cycle 3.

1 x Tréhalose | Réf. 16



Produit comestible.
Il n'est pas utilisé lors des séances de cycle 3.

2 x Liqueur de Fehling | Réf. 17



Présente sous deux formes (A et B) dans la mallette. Ces produits sont corrosifs et ne sont pas utilisés lors des séances de cycle 3.

1 x Bétadine | Réf. 18



On la nomme aussi « solution iodée ». Elle n'est utile que lors de séances de cycle 4. Non comestible, se référer au flacon pour plus d'informations.

4 x Jeu d'étiquettes Réf. 19



Ces jeux d'étiquettes (utiles pour les séances de cycle 4) contiennent chacun 18 cartes « Aliment » et les 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 (cuisine moléculaire). Par mesure d'hygiène, il est conseillé 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 8), les élèves sont invités à goûter les préparations réalisées (solutions d'amidon, de glucose et de saccharose en séance 4 et billes d'alginate de sodium préalablement immergées dans du lactate de calcium en séance 8). En cas de doute, ne pas hésiter à consulter 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
Amidon (féculé de maïs, 700 g)	Séances 4 et 6	2 petites cuillères (séance 4) 30 mL (séance 6)	1 paquet pour la classe (2,50€)
Saccharose (sucre de table en poudre, très fin, 750 g)	Séance 4	2 petites cuillères	1 paquet pour la classe (1€)
Gobelets de 20 cL transparents	Séances 4, 6, 7 et 8	6 par îlot (séance 4), 2 par îlot (séance 6), 1 par îlot (séances 7 et 8)	1 centaine (1,70€)
Agitateurs en plastique, à usage unique	Séances 4 et 6	3 par îlot (séance 4) 2 par îlot (séance 6)	1 centaine (0,75€)
Petites cuillères en plastique, à usage unique	Séances 4 et 8	1 par élève (aux 2 séances)	2*30 (1€)
Bouteilles d'eau de 25 cL	Séances 4, 6 et 7	1 par îlot (séances 4, 6 et 7)	24 bouteilles (7,60€)
Vermicelles 1 paquet d'1 kg	Séance 6	Commun à la classe	1 paquet pour la classe (0,75€)
Gobelets de 7 cL transparents	Séance 7	5 par îlot	40 gobelets (1,90€)
Huile 1 bouteille d'1 L	Séance 7	Commun à la classe	1 bouteille pour la classe (1,80€)
Sirop de fraise 1 bouteille d'1 L	Séance 7	Commun à la classe	1 bouteille pour la classe (2,70€)
Liquide vaisselle de couleur verte (50 cL)	Séance 7	Commun à la classe	1 bouteille pour la classe (1,50€)
Sirop de riz ou de maïs 1 bouteille de 50 cL	Séance 7	Commun à la classe	1 bouteille pour la classe (5,20€)
Alcool à brûler optionnel	Séance 7	Commun à la classe	1 bouteille pour la classe (1,90€)
Balance de Roberval optionnel	Séance 7	Commun à la classe	1 balance pour la classe
Récipient transparent de type aquarium	Séance 7	Commun à la classe	1 récipient pour la classe
4 canettes de soda (1 Light 1 classique, 1 Zero, 1 Life)	Séance 7	Commun à la classe	1 canette de chaque (1,75€)
Colorants alimentaires de couleur bleue au moins	Séances 7 et 8	Commun à la classe	Au moins un flacon de colorant bleu (1,30€)
Papier essuie-tout	Séance 8	Commun à la classe	1 rouleau pour la classe (0,60€)
Bouteille d'eau d'1 L pauvre en calcium (Mont Roucoux ou à défaut, Volvic)	Séance 8	Commun à la classe	1 bouteille pour la classe (0,45€)



Ressources

Guides pour l'enseignant

La mallette contient deux guides détaillant l'itinéraire pédagogique. Ce présent guide (« Le sucre : une matière à explorer ») s'adresse aux enseignants de cycle 3.

Le guide « À la table des matières : les sucres » s'adresse aux enseignants de cycle 4.

Ressources numériques

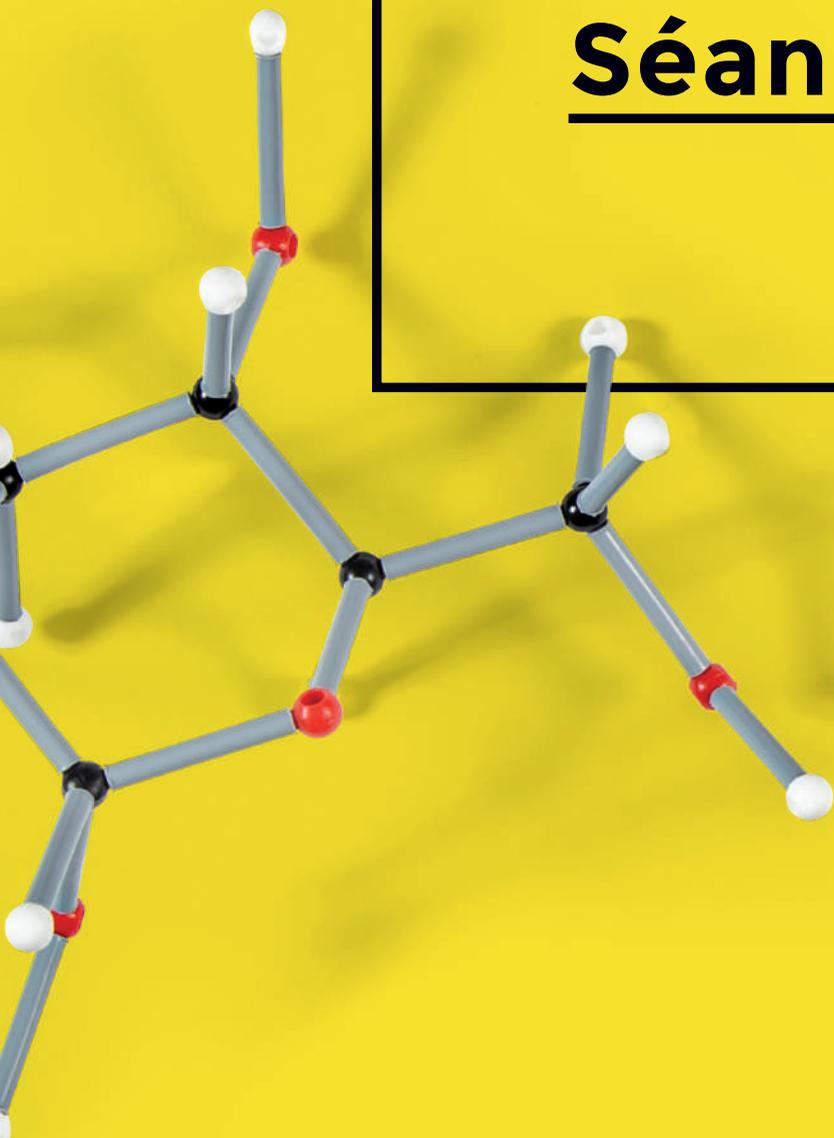
Des documents supports (vidéos, diaporamas) pour la réalisation de chacune des séances sont mis à disposition sur une clé USB et sont consultables depuis le site du projet MERITE (www.projetmerite.fr).

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



Le sucre : une matière à explorer

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

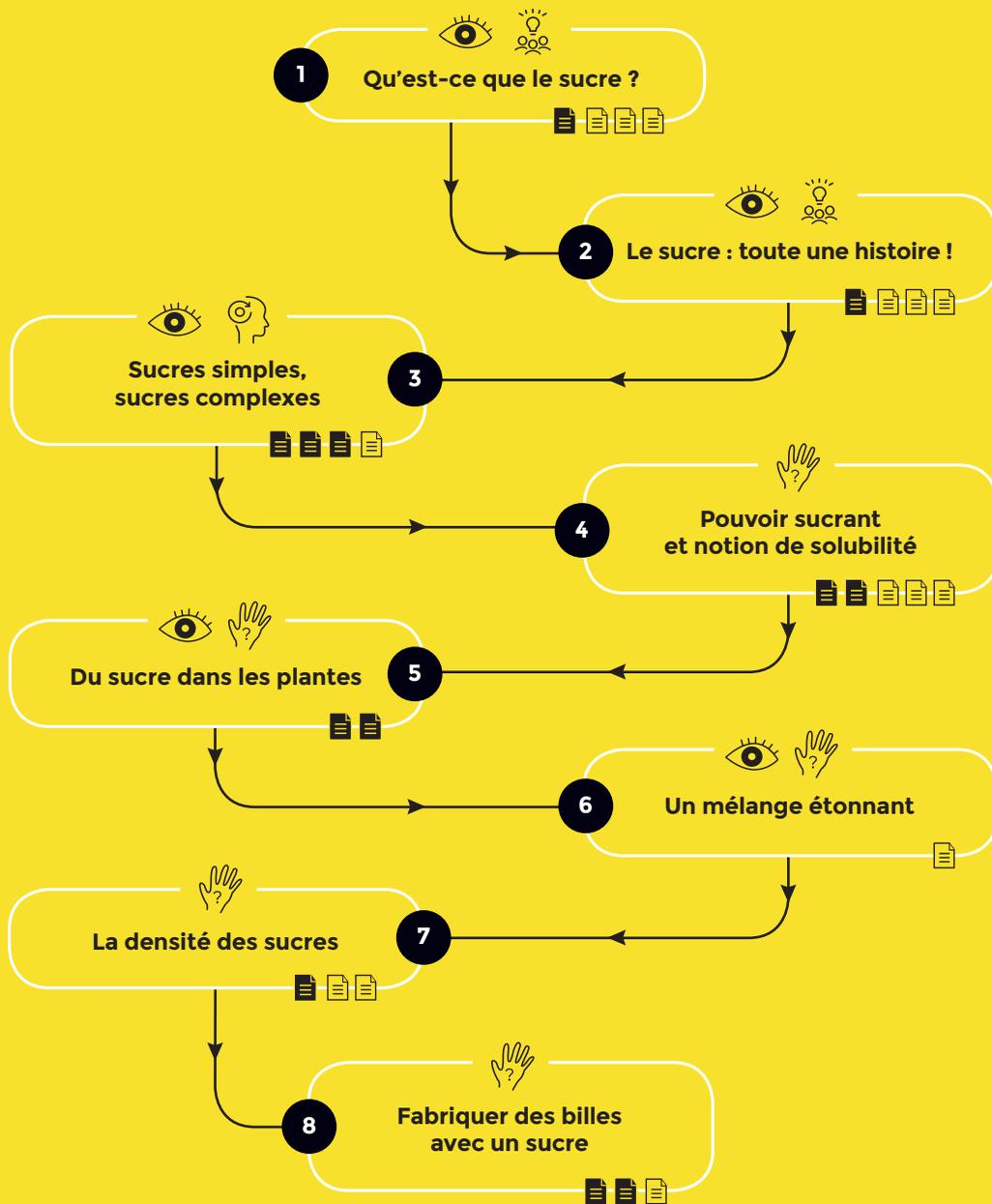
-  Fiches enseignant
-  Fiches élève



Itinéraire pédagogique

→ Proposition d'itinéraire

MODULE LE SUCRE : UNE MATIÈRE À EXPLORER



MODULE

LE SUCRE : UNE MATIÈRE À EXPLORER

Présentation générale

En 8 séances, le module propose aux élèves de découvrir la diversité de la matière sucre. En retraçant l'histoire du sucre, les élèves se questionnent sur son origine géographique, sur les process techniques de transformation. Ils apprennent à lire des étiquettes et comprennent que les sucres sont très présents dans notre alimentation que ce soit sous forme de sucre simple ou complexe (des modèles moléculaires sont à leur disposition pour construire ces molécules). Ils découvrent comment les végétaux fabriquent du sucre en utilisant l'énergie lumineuse et le dioxyde de carbone puis expérimentent quelques propriétés de cette matière étonnante comme la solubilité, le pouvoir sucrant, la densité et même la fluidité. Pour conclure, ils fabriquent des billes d'alginate en suivant un protocole. Cette dernière expérience de « cuisine moléculaire » les ouvre à de nouveaux questionnements et aux perspectives de demain (nouveaux métiers, innovations culinaires, packaging).

Apprentissages visés

Pratiquer des langages

Se questionner sur ce qu'est le sucre, son origine et formuler des idées
Acquérir du vocabulaire et rendre compte des observations réalisées
Argumenter à l'oral et à l'écrit

Concevoir, créer, réaliser

Identifier les évolutions des besoins et des objets techniques dans leur contexte

S'approprier des outils et des méthodes

Organiser en groupe un espace de réalisation expérimentale
Extraire des informations pertinentes d'un document et les mettre en relation pour répondre à une question

Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques

Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour répondre à une question précise
Respecter des consignes.
Interpréter des résultats expérimentaux pour valider ou non une hypothèse
Formaliser une partie de sa recherche sous forme orale ou écrite

Adopter un comportement éthique et responsable

Relier des connaissances acquises en sciences et technologie à des questions de santé, d'environnement, de sécurité

8 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

Pouvoir sucrant et notion de solubilité



SÉANCE

5

Du sucre dans les plantes



SÉANCE

6

Un mélange étonnant



SÉANCE

7

La densité des sucres



SÉANCE

8

Fabriquer des billes avec un sucre



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>Matière, mouvement, énergie, information</p> <p>Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique</p> <p>Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent</p> <p>Les fonctions de nutrition</p> <p style="padding-left: 20px;">Apports alimentaires : qualité, quantité</p> <p>Expliquer l'origine de la matière organique</p> <p style="padding-left: 20px;">Besoins des plantes vertes</p> <p>Matériaux et objets techniques</p> <p>Identifier les principales évolutions du besoin et des objets</p>	<p>Quelques propriétés de la matière solide et liquide (par exemple : densité, solubilité)</p> <p>Mettre en œuvre un protocole de séparation de constituants d'un mélange</p> <p style="padding-left: 20px;">Réaliser des mélanges peut provoquer des transformations de la matière (dissolution, réaction)</p> <p>Lecture d'étiquettes alimentaires</p> <p>Les plantes fabriquent du sucre</p> <p>Situer la découverte du sucre et l'évolution de son utilisation par l'homme</p> <p>Process de fabrication</p>
<p>Conseils pour la mise en œuvre</p> <p>Les étapes de questions et bilan ont lieu en classe entière.</p> <p>Pour les étapes expérimentales, l'organisation en îlots (4 élèves par îlot) est préconisée.</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 du sucre dans l'équilibre alimentaire.

Développer l'esprit critique à partir de la vidéo « Le sucre : une vraie belle histoire ».

Déroulement pédagogique



Immersion

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

*Le sucre, qu'est-ce que c'est ? À quoi ça sert ?
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 ? Combien y a-t-il de sortes de sucres ? »

« Le pain et 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 la vidéo « 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
 - **diaporama « Du champ à l'assiette »**
clé USB ou 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 À LA SANTÉ

L'enseignant termine la projection de la vidéo (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, les conditions de l'environnement et les besoins de l'organisme.

En lien avec la géographie :

identifier les régions françaises productrices de sucre.

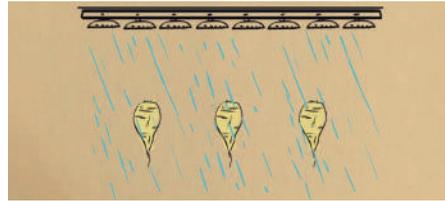
Consulter le glossaire « Le sucre de A & Z » (clé USB ou www.projetmerite.fr).

Étapes du procédé de transformation

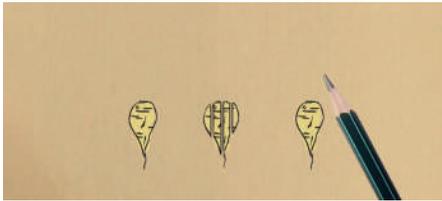
Ci-dessous, les étapes de la vidéo « Le sucre, une vraie belle histoire » titrées et remises dans l'ordre.



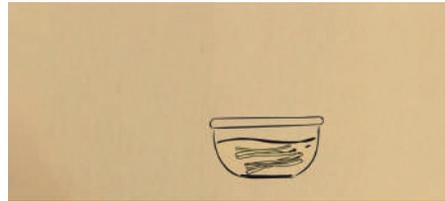
1 La récolte



2 Le lavage



3 Le découpage



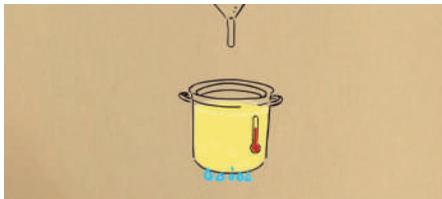
4 La diffusion



5 L'élimination des cossettes



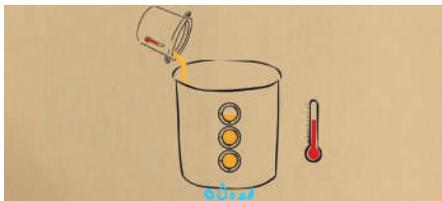
6 Le filtrage



7 L'obtention d'un jus clair



8 L'évaporation



9 La cuisson



10 La cristallisation



11 L'essorage



12 Le séchage

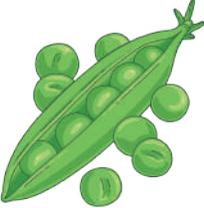
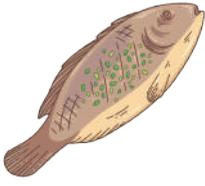
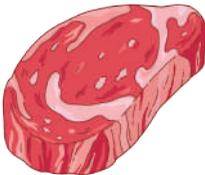
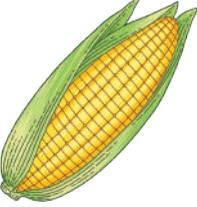
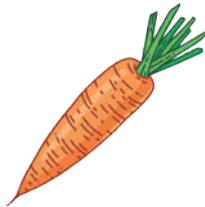
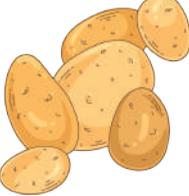
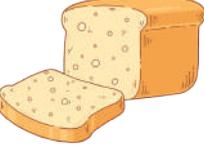
GLOSSAIRE

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

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

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

Le sucre, à quoi ça sert ?

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

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

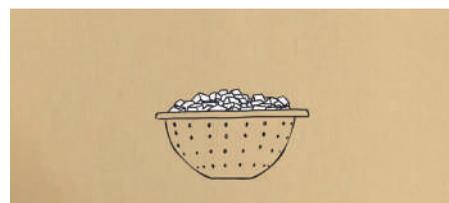
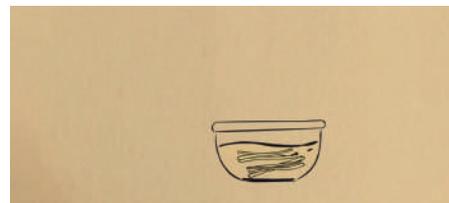
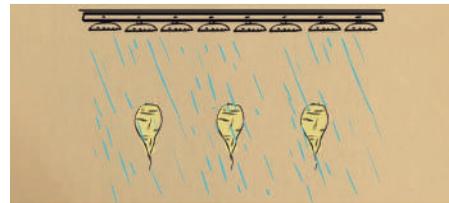
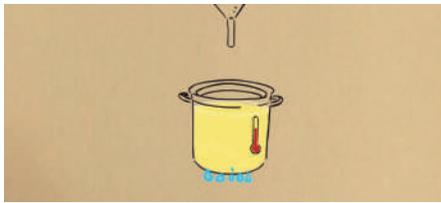
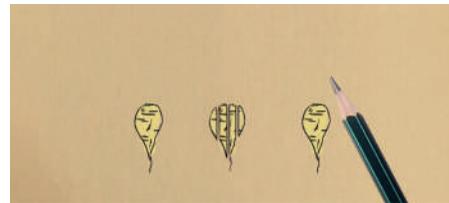
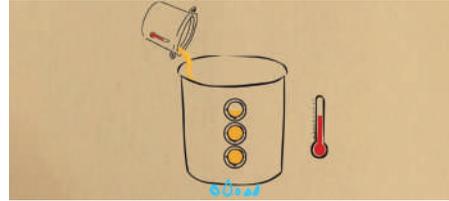
.....
.....
.....

Dessiner 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.



Qu'est-ce que le sucre ? 1

Quelles étapes pour obtenir du sucre cristal ?
(diaporama)

Compléter le schéma des étapes de fabrication du sucre avec les termes suivants :
cuisson, découpage, récolte, séchage.



1

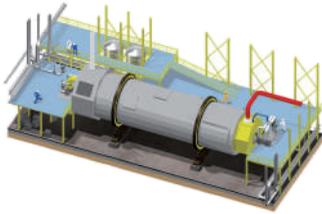


2

Lavage

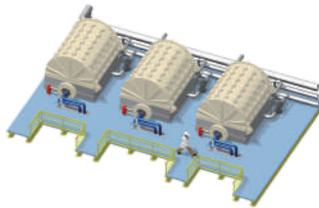


3



4

Diffusion



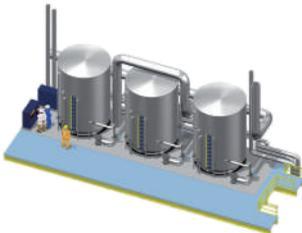
5

Filtration

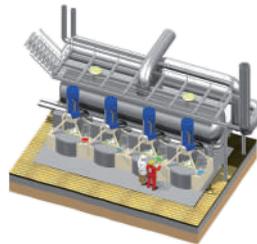


6

Évaporation

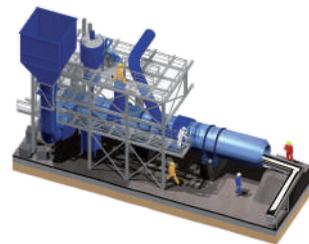


7



8

Essorage



9

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



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 ?

Les élèves tentent de situer l'origine du sucre sur la frise historique de la classe en venant y placer une étiquette portant la mention « Sucre ». Les élèves ne sont généralement pas tous d'accord et débattent, l'étiquette pourra donc être déplacée sur la frise plusieurs fois en fonction des hypothèses avancées par les élèves.

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. Il est important à cette étape 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 ?

Les élèves sont invités - après un deuxième visionnage si nécessaire - à donner un titre à chaque vignette-étape (**FICHE** L'histoire du sucre en étapes), les découper et les placer sur la **FICHE** Frise chronologique (côté canne à sucre ou côté betterave selon l'étape).

Afin de préparer la séance, l'enseignant pourra compléter ses connaissances en consultant la **FICHE** L'histoire du sucre.

Matériel

- **portraits de personnages historiques** ^[22]
- **vidéo « L'Histoire du sucre »** clé USB ou www.projetmerite.fr
- **frise historique de la classe** ^[nf]
- **FICHE** L'histoire du sucre en étapes
1 photocopie par élève
- **FICHE** Frise chronologique
1 photocopie par élève
- **FICHE** Personnages historiques
1 photocopie par élève

^[nf] Matériel non fourni

^[0] Référence dans le catalogue

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

Les élèves reçoivent la **FICHE Personnages historiques** constituant une collection de 8 vignettes portant le nom d'un personnage historique (Pedanius Dioscoride, Christophe Colomb, Olivier de Serres, Andreas Marggraf, Franz-Carl Achard, Louis de Vilmorin, Benjamin Delessert, Louis Chambon) et leur biographie. L'enseignant assigne un personnage à chaque îlot. Les groupes lisent attentivement la biographie de leur personnage et doivent retrouver la date le concernant sur la frise.

Un représentant de chaque îlot effectue une présentation orale rapide de son personnage au tableau et place son portrait (grand format, plastifié) sur la frise de la classe. Les élèves peuvent découper les portraits de la fiche élève et les coller eux aussi sur leur frise.

● Découvertes réalisées

Chaque élève consigne les acquis de la séance dans son cahier :

« Le sucre provient des végétaux. »

« Le sucre n'a pas toujours eu les mêmes usages. » ...

Le document construit (collages sur la frise) est gardé en trace mémoire par les élèves.

L'enseignant retrace avec les élèves, à l'oral, 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 !

L'histoire du sucre

**-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^e au VIII^e 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, en bons ingénieurs, ils perfectionnent les techniques d'extraction et de transformation.

**XI^e au XIII^e 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^e 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^e au XVII^e siècle

Après le XV^e 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^e 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^e 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^e au XIX^e 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.

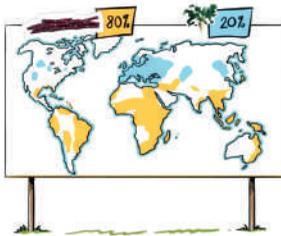
Napoléon incite les agriculteurs à pratiquer cette culture et les industriels à améliorer les procédés en leur octroyant des aides financières ou des régimes fiscaux privilégiés. Dès lors, la France se mobilise pour extraire du sucre à partir de la betterave. Les mesures impériales font vite effet.

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^e producteur mondial de sucre, le 1^{er} pays producteur mondial de sucre de betterave et le 1^{er} 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.



L'histoire du sucre en étapes

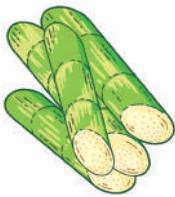
À partir du visionnage de la vidéo « L'Histoire du sucre », mettre un titre à chaque vignette-étape de l'histoire du sucre. Découper et replacer chaque étiquette sur la frise chronologique.

The grid contains 10 vignettes, each with a date label and a character:

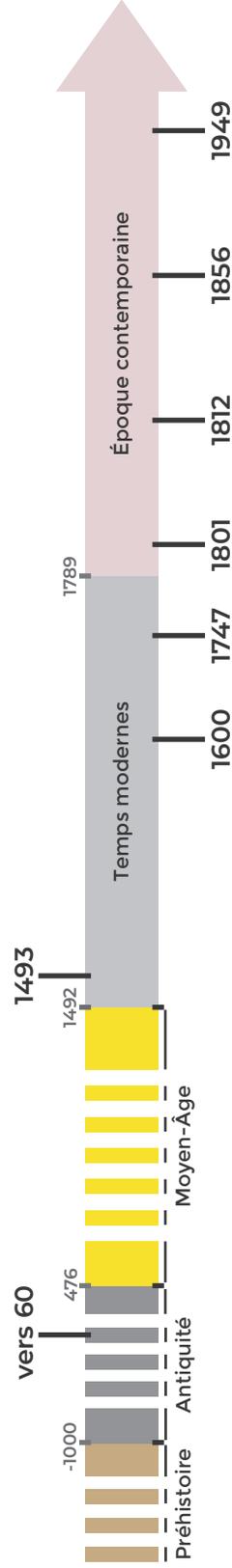
- Vignette 1:** 6000 av. J.-C. - SARCARA. Shows people in a rural setting with a cow and sugarcane.
- Vignette 2:** -510 av. J.-C. - PERSE. Shows a man with a spear and a man with a basket near sugarcane fields.
- Vignette 3:** 600 après J.-C. - INDE. Shows a man with a spear and a man with a basket near sugarcane fields.
- Vignette 4:** 1812. Shows a man in a military uniform and a man in a blue coat near a factory.
- Vignette 5:** XVIII^e siècle. Shows a chef with a cake and a man in a red coat near a furnace.
- Vignette 6:** 1806. Shows a man in a military uniform and a man in a blue coat near a factory.
- Vignette 7:** 1806. Shows a man in a military uniform and a man in a blue coat near a factory.
- Vignette 8:** 1806. Shows a man in a military uniform and a man in a blue coat near a factory.
- Vignette 9:** 1806. Shows a man in a military uniform and a man in a blue coat near a factory.
- Vignette 10:** 1806. Shows a man in a military uniform and a man in a blue coat near a factory.

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 de cette année 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*

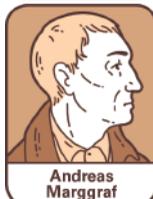
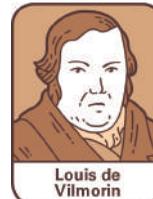
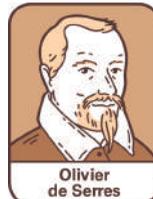
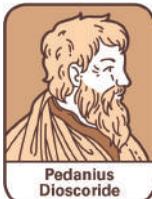
À l'origine d'un ouvrage intitulé « *Note sur la création d'une nouvelle race de betterave et considération sur l'hérédité des plantes* ». Biologiste et chimiste, ses travaux ont en grande partie porté sur la sélection et la culture des plantes. À cette date, il fut l'initiateur de l'amélioration de 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, à partir de la lecture d'étiquettes d'aliments du quotidien, qu'il existe plusieurs sucres.

Reconnaître les sucres simples et les sucres complexes.

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

Déroulement pédagogique

45'

Matériel

- **jeux d'étiquettes** [19]
optionnel
- **étiquettes alimentaires** [nf]
amenées par les élèves
- **FICHE** Questionnaire
livrable de la séance 1
- **FICHE** Lecture d'étiquettes
1 photocopie par élève

[nf] Matériel non fourni

[0] Référence dans le catalogue

Immersion

À partir de la **FICHE** Questionnaire remplie à la séance 1 (question : les aliments suivants contiennent-ils du sucre ?), l'enseignant peut constater que la classe n'est pas unanime.

Si certains exemples font l'unanimité comme le biscuit, la confiture ou encore l'eau et l'huile, d'autres sont à discuter comme la pomme de terre, le riz, le pain ou même les fruits.

L'enseignant interroge la classe :

Comment pourrions-nous savoir si ces aliments contiennent du sucre ?

Les élèves proposent généralement de les goûter. L'enseignant pourra accéder à cette proposition mais le verdict sera discutable selon les perceptions de chacun. Pour vérifier la présence de sucre, une lecture d'étiquettes commerciales est organisée à partir d'étiquettes apportées par les élèves. Pour des raisons éthiques, il est intéressant d'étudier plusieurs marques de produits d'une même catégorie. Les étiquettes peuvent être collectées la semaine précédente pour disposer d'une collection variée. La lecture peut aussi se faire à partir de la fiche **FICHE** Lecture d'étiquettes. Les étiquettes de la mallette peuvent également être utilisées, mais l'activité de couplage (aliment avec son étiquette) s'adresse plutôt aux classes de cycle 4.

Points de passage

LECTURE DES ÉTIQUETTES ALIMENTAIRES

Il faut inviter les élèves à s'intéresser à la rubrique « Glucides ». L'enseignant rappelle les différentes catégories alimentaires (glucides, lipides, protéines) vues à l'occasion du travail sur l'alimentation équilibrée (fin de séance 1).

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 ». On peut en déduire que les glucides englobent plusieurs sortes de sucres.

Si l'enseignant choisit de faire travailler les élèves sur la **FICHE** Lecture d'étiquettes, il pourra s'appuyer sur la fiche **FICHE** Étiquettes alimentaires pour aiguiller la classe.

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 ».

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.

MISE EN COMMUN

L'enseignant accompagne 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.

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 (ou sucres) complexes (ex : l'amidon) et les glucides simples qui regroupent tous les sucres simples (ex : lactose, glucose, saccharose).

« Les céréales contiennent..., la confiture de fraise contient..., la fécule de maïs contient... »

En conclusion, il est possible de discuter des indices glycémiques des trois aliments étudiés (confiture de fraise, fécule de maïs, céréales de petit-déjeuner).

En complément, le tableau des indices glycémiques (voir clé USB ou www.projetmerite.fr) peut être projeté pour discuter de la classification des aliments selon cet indice.

La **FICHE** Indice glycémique est à la disposition de l'enseignant pour connaître la valeur de cet indice pour les aliments les plus courants. ■

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 3 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 sorte de sucre.

3 Sucres simples, sucres complexes

Étiquettes alimentaires



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

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

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

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

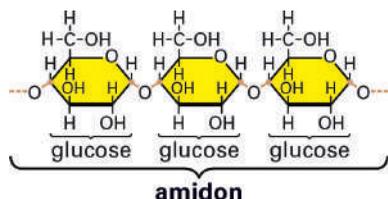
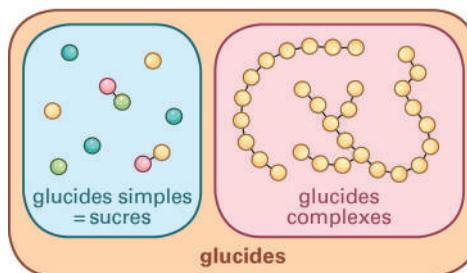
La mention « Glucides » retrouvée sur les étiquettes englobe tous les types de glucides (les simples et les complexes). La mention « sucres » sur les étiquettes signifie « sucres simples » ou glucides simples. Tous les glucides qui ne sont pas des « sucres » sont des glucides complexes (et d'autres glucides simples comme les polyols, hors programme). 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 ».

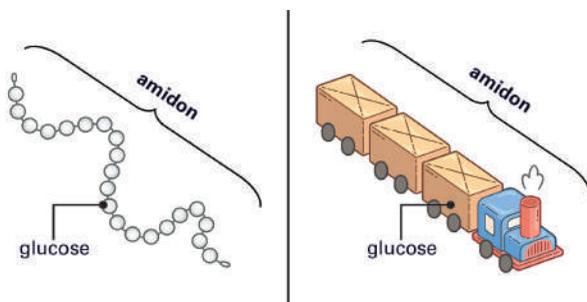


Un glucide complexe (= polysaccharide) est constitué par un ensemble de glucides simples liés les uns aux autres.

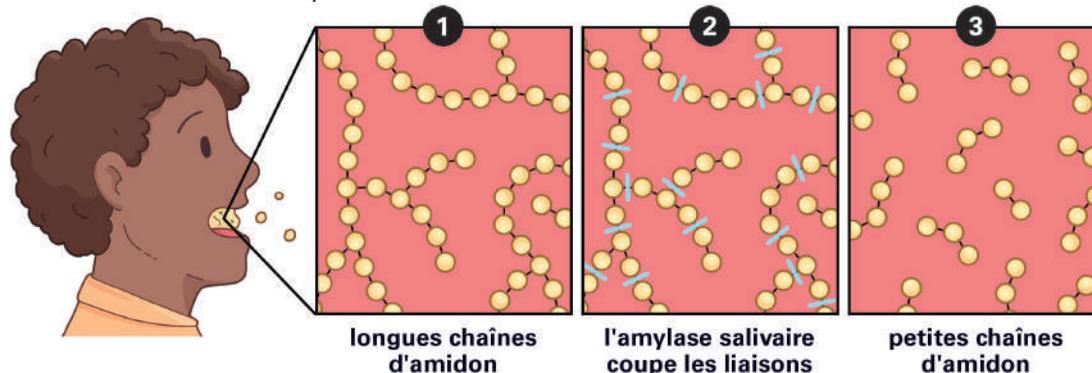
ex : l'amidon, qui est une chaîne de plusieurs glucoses

L'enseignant peut utiliser des analogies simples pour expliquer ce concept aux élèves :

- l'amidon (sucre complexe) est un collier de perles dont chaque perle est un glucose (glucide simple)
- l'amidon (sucre complexe) est un train dont chaque wagon 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.



GLOSSAIRE

Glucose	Polysaccharide
Molécule	Saccharide

3 Sucres simples, sucres complexes

Indice glycémique

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

Lecture d'étiquettes

Lire attentivement les étiquettes nutritionnelles suivantes et répondre aux questions.



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

Énergie :	1044 kJ / 246 kcal
Matières grasses dont acides gras saturés	0,8g <0,1g
Glucides dont sucres	59g 59g
Fibres alimentaires	0,8g
Protéines	0,3g
Sel	0,02g
	IG=66

D'après toi, quels sont les ingrédients nécessaires à la fabrication de la confiture de fraise ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Quels sont les types de sucre que contient la confiture ?

Fécule de maïs (pour 100g)



Énergie :	1487 kJ / 355 kcal
Matières grasses dont acides gras saturés	<0,5g <0,1g
Glucides dont sucres	86g <0,5g
Fibres alimentaires	1g
Protéines	<0,5g
Sel	<0,01g
	IG=70

D'après toi, quels sont les ingrédients nécessaires à la fabrication de la fécule de maïs ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Quels sont les types de sucre que contient la fécule de maïs ?

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



Énergie :	1597 kJ / 377 kcal
Matières grasses dont acides gras saturés	3,5g 0,7g
Glucides dont sucres	74g 29g
Fibres alimentaires	7g
Protéines	9g
Sel	1g
	IG=80

D'après toi, quels sont les ingrédients nécessaires à la fabrication de ces céréales ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Quels sont les types de sucre que contiennent ces céréales ?



Pouvoir sucrant et notion de solubilité

SÉANCE

4

Objectifs

- Expérimenter sur le pouvoir sucrant : une propriété du sucre.
- Tester la solubilité de deux sucres : un sucre simple, un sucre complexe.

Matériel

- **éprouvettes graduées** 5
1 par îlot
 - **glucose** 11
sous forme de poudre
 - **marqueur** 20
pour identifier les gobelets
 - **amidon** nf
féculé de maïs
 - **saccharose** nf
sucre de table en poudre très fin
 - **gobelets de 20 cL** nf
6 par îlot
 - **agitateurs** nf
3 par îlot
 - **petites cuillères** nf
3 par îlot + 1 par élève
 - **bouteilles d'eau de 25 cL** nf
1 par îlot
 - **FICHE** Pouvoir sucrant (résultats)
1 photocopie par élève
 - **FICHE** Pouvoir sucrant (protocole)
optionnel, 1 photocopie par élève
 - **FICHE** Échelle de pouvoir sucrant
optionnel, 1 photocopie par élève
 - **diaporamas « Le pouvoir sucrant et « D'où vient le goût sucré ? »**
sur la clé USB ou www.projetmerite.fr
 - **vidéo « Sucres naturels ou ajoutés »**
sur la clé USB ou www.projetmerite.fr
- nf Matériel non fourni
0 Référence dans le catalogue du matériel

Déroulement pédagogique

1h

Immersion

À partir du questionnaire 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.

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

Comment apprécier le pouvoir sucrant du sucre ?

La classe devrait rapidement proposer un test par la dégustation.

Points de passage

L'enseignant propose un protocole expérimental tout en expliquant à quoi cela sert en sciences.

CONCEPTIONS NAÏVES

Pour des élèves de cycle 3, il est facile de réaliser des mélanges eau/sucre en utilisant divers sucres. Il est important de prendre le temps de l'observation des mélanges obtenus pour distinguer « ce qui se mélange très bien » de « ce qui ne se mélange pas ».

Il ne faut pas hésiter à faire le lien avec des expériences du quotidien (sucre qui se dissout dans une infusion où l'eau est chaude, recettes de cuisine...).

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 »).

Ne pas insister sur des notions comme la saturation.

GLOSSAIRE

Pouvoir sucrant

4 Pouvoir sucrant et notion de solubilité

Au choix, en fonction du niveau des élèves, l'enseignant peut :

- faire écrire le protocole expérimental aux élèves,
- leur distribuer un protocole prêt à l'emploi.

Dans les deux cas, la **FICHE** Pouvoir sucrant (résultats) est distribuée à chacun et, dans le second cas, la **FICHE** Pouvoir sucrant (protocole) est également distribuée.

L'enseignant donne les consignes pour « goûter » les mélanges et informe les élèves qu'ils peuvent le faire en toute sécurité (ces produits sont comestibles et non toxiques).

En îlots, les élèves suivent le protocole pour réaliser l'expérience. Ils renseignent leurs résultats en utilisant le tableau à double-entrée de la **FICHE** Pouvoir sucrant (résultats). L'enseignant trouvera toutes les réponses attendues dans la **FICHE** Résultats attendus.

Leur objectif est de classer les glucides du plus sucrant au moins sucrant : le saccharose est plus sucrant que le glucose, qui lui-même est plus sucrant que l'amidon.

La suite de la séance peut prendre la forme d'une discussion à partir de la projection des diaporamas « Le pouvoir sucrant » et « D'où vient le goût sucré ? ». L'enseignant retrouvera ces notions dans la **FICHE** À la découverte du pouvoir sucrant.

Il est possible de distribuer la **FICHE** Échelle de pouvoir sucrant aux élèves, pour qu'ils conservent une trace écrite.

Cette séance est aussi l'occasion d'aborder la notion de solubilité. 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 non soluble dans l'eau).

La vidéo « Sucres naturels ou ajoutés » peut aussi être projetée en guise de bilan des séances 3 et 4.

● Découvertes réalisées

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

- Tous les sucres ne sucrant pas de la même façon : les mélanges eau/glucose et eau/saccharose ont des goûts sucrés alors que le mélange eau/amidon n'a pas de goût sucré.
- Le pouvoir sucrant est une caractéristique du sucre.
- Parmi les sucres testés, on constate que le glucose et le saccharose sont solubles dans l'eau.
- La fécule de maïs est de la farine constituée d'un sucre complexe, l'amidon. L'amidon n'étant pas soluble dans l'eau, on obtient un mélange non homogène. ■

GLOSSAIRE

Saccharose

Solubilité

Solution

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. Ces notions sont déjà abordées à la séance précédente (**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.*

POINT D'ATTENTION



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

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 l'amidon a un goût plus sucré que le glucose, ils doivent inscrire « A » dans la case à l'intersection entre A et G).

Les élèves doivent obtenir les résultats suivants :

Résultats obtenus			
	G	A	S
G		G	S
A	G		S
S	S	S	

Nombre d'apparition du sucre dans les cases remplies du tableau :

- Amidon (A) : 0,
- Glucose (G) : 2,
- Saccharose (S) : 4.

Pour chaque sucre, plus il y a de cases cochées, plus le pouvoir sucrant est élevé.

Les réponses attendues aux questions posées aux élèves sont :

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

Amidon < Glucose < Saccharose

Observer le mélange du gobelet G : que remarque-t-on ?

Le mélange est homogène, le glucose est soluble dans l'eau.

Observer le mélange du gobelet A : que remarque-t-on ?

Le mélange n'est pas homogène, l'amidon est insoluble dans l'eau.

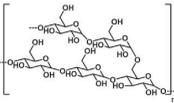
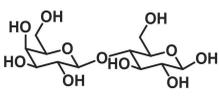
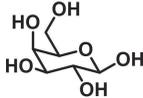
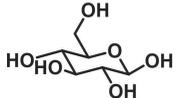
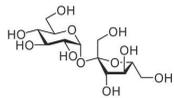
Observer le mélange du gobelet S : que remarque-t-on ?

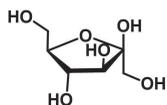
Le mélange est homogène, le saccharose est soluble dans l'eau.



4 Pouvoir sucrant et notion de solubilité

À la découverte du pouvoir sucrant

	Amidon	Lactose	Galactose	Glucose	Saccharose
					
	0	0,2	0,3	0,7	1
Pouvoir sucrant					
	<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>Le galactose est présent dans le lait sous forme de lactose hydrolysable par la β-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 %.</p>	<p>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 CO_2 grâce à la photosynthèse. Stocké chez les plantes (amidon) et chez les animaux (glycogène).</p>	<p>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^{er} producteur mondial de sucre de la betterave. Consommation mondiale : 20kg/habitant/an</p>
			Mais aussi : L'isomalt (pouvoir sucrant : 0,5)		
			<p>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.</p>		



Fructose

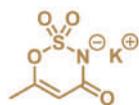
1,2



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



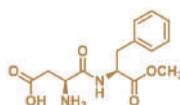
L'**acésulfame K** (E950) a été découvert en 1967 chez Hoechst AG.

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

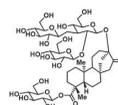


L'**aspartame** (E951) est un édulcorant artificiel découvert en 1965 de façon accidentelle lors de la synthèse d'un médicament anti-ulcères.

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

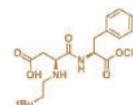


Le **rébaudioside A** (E960) est extrait des feuilles de stévia, une plante originaire d'Amérique du Sud.

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).

4 Pouvoir sucrant et notion de solubilité

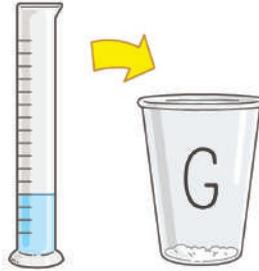
Pouvoir sucrant (protocole)

Préparation de la solution de glucose

- 1 Mettre 2 petites cuillères complètes (arasées) de glucose (G) dans un gobelet préalablement noté «G» avec un marqueur



- 2 Rajouter 10 cl d'eau dans le gobelet «G» en utilisant une éprouvette graduée

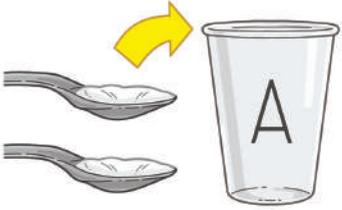


- 3 Mélanger le tout avec un agitateur pour que l'ensemble soit homogène

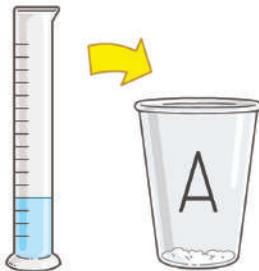


Préparation de la solution d'amidon

- 1 Mettre 2 petites cuillères complètes (arasées) de fécule de maïs (= amidon) dans un gobelet préalablement noté «A» avec un marqueur



- 2 Rajouter 10 cl d'eau dans le gobelet «A» en utilisant une éprouvette graduée



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

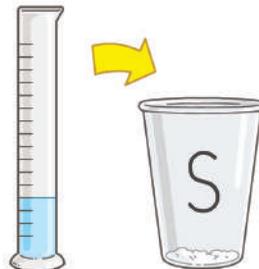


Préparation de la solution de saccharose

- 1 Mettre 2 petites cuillères complètes (arasées) de saccharose (S) dans un gobelet préalablement noté «S» avec un marqueur



- 2 Rajouter 10 cl d'eau dans le gobelet «S» en utilisant une éprouvette graduée



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



Test gustatif

Goûter chacun des mélanges deux à deux - d'abord A et G, puis A et S, enfin S et G - afin de comparer leur pouvoir sucrant ; utiliser le tableau de la **FICHE** Pouvoir sucrant (résultats) pour y inscrire les résultats. Inscrire dans chaque case la lettre correspondant au sucre ayant le pouvoir sucrant le plus élevé.

Pouvoir sucrant (résultats)

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			
	G	A	S
G			
A			
S			

- G = Glucose
- A = Amidon
- S = Saccharose

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

.....

Observer le mélange du gobelet G : que remarque-t-on ?

.....

Observer le mélange du gobelet A : que remarque-t-on ?

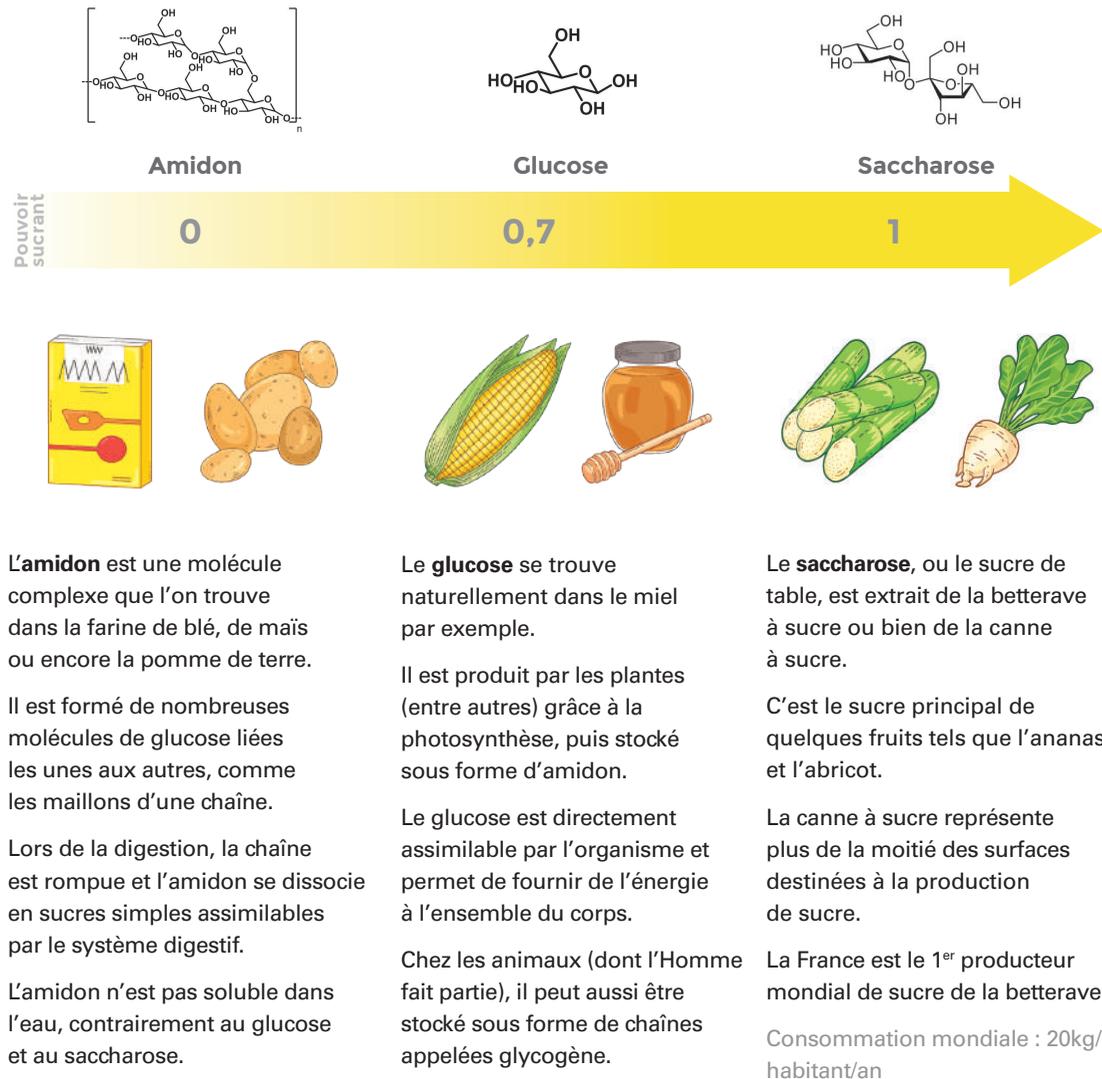
.....

Observer le mélange du gobelet S : que remarque-t-on ?

.....

4 Pouvoir sucrant et notion de solubilité

Échelle de pouvoir sucrant





Du sucre dans les plantes

SÉANCE

5

Objectifs

Découvrir comment les végétaux fabriquent du sucre.
Comprendre la structure d'un sucre en manipulant des modèles moléculaires.

Déroulement pédagogique



Matériel

- **boîtes de modèles moléculaires** [1]
1 par binôme
- **livrets d'assemblage** [2]
1 par binôme
- **vidéo « La photosynthèse »**
clé USB ou www.projetmerite.fr

[0] Référence dans le catalogue

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 ou même la stévia pour ceux qui connaissent (on pourra rappeler le diaporama « D'où vient le goût sucré ? »).

Points de passage

1^{RE} 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...

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

Réponses attendues : de la lumière, du dioxyde de carbone (CO₂) et de l'eau (H₂O). 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**. 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.

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

Matière

Photosynthèse

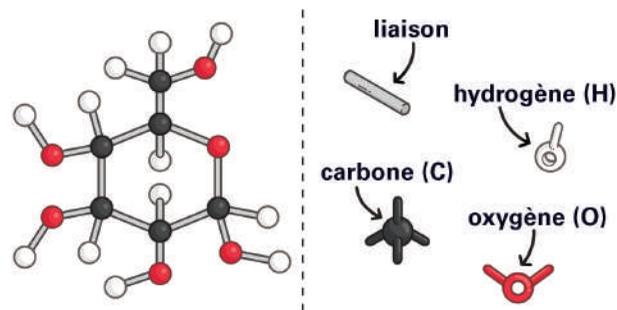
5 Du sucre dans les plantes

2^E 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 :

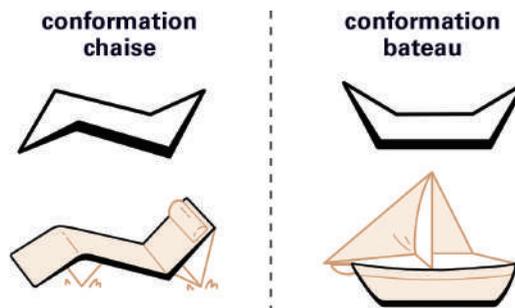
- noir pour l'atome de carbone (C) avec ses 4 crochets,
- rouge pour l'atome d'oxygène (O) avec ses 2 crochets,
- blanc pour l'atome d'hydrogène (H), avec un seul crochet.



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 un sucre avec 6 atomes de carbone, 12 atomes d'hydrogène et 6 atomes d'oxygène. Ils peuvent éventuellement s'aider des livrets.

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
Modèle moléculaire
Oxygène

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.



PARTIE OPTIONNELLE (30 MIN)

Chaque binôme réalise le montage d'un modèle de glucose (glucide 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.

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).

Finalement à partir d'une même brique (le glucose), les végétaux créent dans la nature deux types de glucides complexes avec une structure différente qui contribue à une propriété bien distincte (voir livret d'assemblage).

Dans le langage des chimistes, les « briques » sont appelées **monomères** et les molécules complexes formées à partir de plusieurs monomères sont appelées **polymères**. Mais ces termes sont trop complexes pour des élèves de cycle 3 et il n'est pas conseillé de les employer en classe.

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

- 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. On l'appelle de la matière organique.
- La fabrication des sucres (= des glucides) se fait dans les végétaux grâce au phénomène de la photosynthèse.
- La photosynthèse s'opère grâce à la lumière et consomme du dioxyde de carbone (CO_2) et de l'eau (H_2O).
- Un glucide complexe est l'association de plusieurs glucides simples (optionnel). ■

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 cellulose n'est pas digérée par le métabolisme des humains (alors que les vaches en sont capables grâce à la rumination).

GLOSSAIRE

Monomère

Polymère

5 Du sucre dans les plantes

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).

Voix off du film	Commentaires
« 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 photosynthèse . »	<ul style="list-style-type: none"> - Ce n'est pas magique mais physiologique. - La lumière provient du soleil.
<p>« <i>Quelles sont les conditions nécessaires à la photosynthèse ?</i></p> <p>Il en faut 4 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La présence de chlorophylle, - La présence de dioxyde de carbone, - La présence d'eau transportée par la sève des racines vers les feuilles, - La présence de la lumière sur le végétal. <p>Pour bien comprendre, allons voir ce qu'il se passe au cœur d'une feuille. Tout se passe dans les chloroplastes. Grâce à l'énergie lumineuse, l'eau et le CO₂ sont décomposés. Il en résulte la fabrication de glucides dont une partie fournira à la plante l'énergie dont elle a besoin pour se développer et une autre partie sera stockée dans les grains. Au cours de cette réaction la plante a aussi produit de l'oxygène qu'elle va rejeter dans l'atmosphère pour le plus grand bonheur de l'Homme. »</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sève : on parle ici de la sève brute - En parlant de chloroplastes on passe à l'échelle cellulaire. - L'énergie lumineuse décompose l'eau et le CO₂. Pour comprendre cette phrase il faut des connaissances en biochimie. L'image montre que les molécules se détachent. - Les élèves doivent être capables de comprendre que dioxyde de carbone et CO₂ sont synonymes (changement de langage : on passe du français à une formule de chimie). - Les glucides donnent à la plante l'énergie nécessaire pour fabriquer de nouvelles cellules. Ce n'est plus l'énergie lumineuse dont on parlait plus haut. - Les grains sont des grains de maïs aisément reconnaissables. - Par réaction il faut comprendre réaction chimique. - Oxygène est utilisé ici pour dioxygène. - La formulation « le plus grand bonheur de l'Homme » est à expliquer.

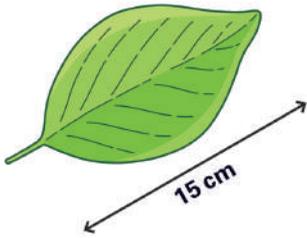
REMARQUES

- Sous des apparences simples et lisibles, le film aborde de très nombreuses notions qui ne sont pas du programme de cycle 3.
- 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.

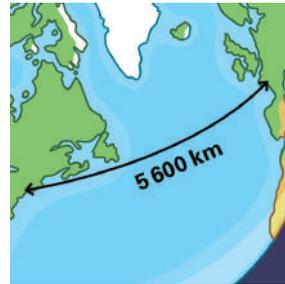
Notion d'échelle

Pour représenter les ordres de grandeurs 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.

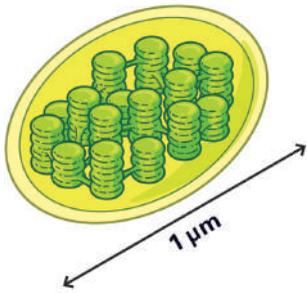
nm = nanomètre ; μm = micromètre



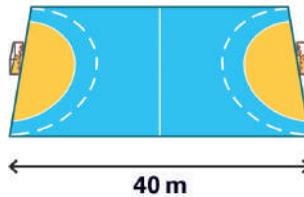
Feuille d'arbre



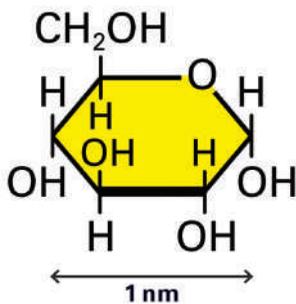
Distance Nantes-New York



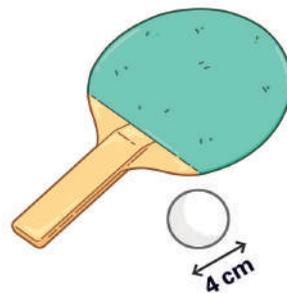
Chloroplaste



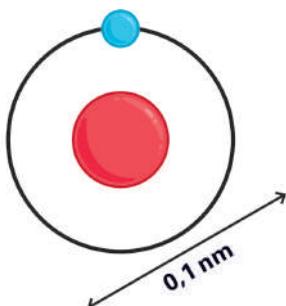
Terrain de handball



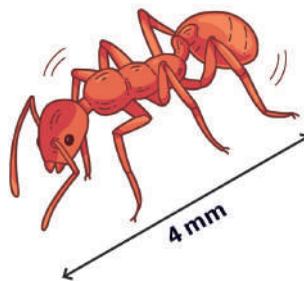
Molécule de glucose



Balle de ping-pong



Atome d'hydrogène



Fourmi

Un mélange étonnant



Objectifs

Comparer les propriétés d'un sucre simple et d'un sucre complexe mis en solution.

Matériel

- **éprouvettes graduées** 5
1 par îlot
- **ramequins en verre** 7
1 par îlot
- **saccharose** nf
sucre de table en poudre très fin
- **amidon** nf
fécule 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 Suivre un protocole**
1 photocopie par élève
- **vidéo « Marcher sur l'eau »**
clé USB ou www.projetmerite.fr

0 Référence dans le catalogue du matériel

nf Matériel non fourni

Déroulement pédagogique

45'

Immersion

L'enseignant rappelle les caractéristiques des sucres déjà découvertes (le pouvoir sucrant, la solubilité...) et introduit la nouvelle séance :

« Dans cette séance, vous allez découvrir une nouvelle caractéristique, très étonnante. Pour cela vous allez suivre un protocole expérimental. »

C'est l'occasion de demander aux élèves ce qu'ils ont retenu sur le rôle du protocole expérimental en sciences.

Points de passage

L'enseignant distribue aux élèves la **FICHE Suivre un protocole** 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.

Ils ont pour consigne de comparer les propriétés d'un glucide simple (le saccharose) et d'un glucide complexe (l'amidon) :

- 1) Suivre un protocole - 2) Observer et décrire - 3) Expliquer

Les élèves observent et notent les résultats de l'expérience.

« 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 l'école primaire 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 à ce niveau.

POINT D'ATTENTION

Dans le protocole distribué aux élèves, il leur est proposé d'introduire un solide (fécule 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.

L'enseignant explique le phénomène :

La fécule 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 fécule de maïs dans l'eau peut être modélisé à partir d'un sachet d'1kg 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 site du projet MERITE) : à faible vitesse, l'enfoncement du doigt conduit à une pression 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 un écrasement des vermicelles avant même qu'ils ne se réorganisent, tout comme dans le cas de notre mélange étonnant qui se comporte comme un solide, c'est-à-dire que les molécules d'amidon se retrouvent compressées par un phénomène d'écrasement.

Un rappel de la séance 5, qui illustre la notion des glucides complexes (grosses molécules constituées d'unités de glucides simples), est envisageable.

Pour illustrer le phénomène de propriété fluidique de l'amidon de manière spectaculaire, la vidéo « Marcher sur l'eau » peut être projetée.

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

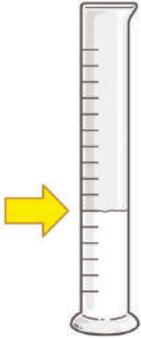
- Les glucides simples et les glucides complexes n'ont pas les mêmes structures (cf. séance 5) et n'ont pas les mêmes propriétés.
- Certains glucides peuvent se solubiliser dans l'eau, d'autres non.
- Dans le cas d'un mélange eau/amidon (fécule de maïs) on observe que le mélange n'est ni solide ni épais et qu'il peut couler. On appelle cela un fluide. Ce fluide se comporte différemment selon qu'on enfonce un objet (le doigt ou la cuillère) plus ou moins vite. ■

6 Un mélange étonnant

Suivre un protocole

Protocole expérimental

1 Introduire la fécule de maïs jusqu'à la graduation 30 mL d'une éprouvette



2 Verser les 30 mL de fécule de maïs dans un ramequin en verre



3 Mesurer 15 mL d'eau à l'aide d'une éprouvette graduée



4 Verser les 15 mL d'eau dans le ramequin délicatement en mélangeant



5 Dans un gobelet transparent, refaire les mêmes étapes avec le saccharose

Observer les deux mélanges.

Que remarque-t-on ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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.

Quelles observations peut-on faire ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....



La densité des sucres

Objectifs

Faire découvrir la notion de densité aux élèves.
Comparer la densité de différents sucres.

Matériel

- **4 jeux de 5 cylindres** [3]
1 par îlot
 - **pipettes en plastique** [4]
1 ou 2 par îlot
 - **éprouvettes graduées** [5]
1 par îlot
 - **balance numérique** [9]
1 pour la classe
 - **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]
1 petit flacon pour la classe
 - **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]
optionnel, type aquarium rempli d'eau
 - **4 canettes de soda pleines** [nf]
optionnel (1 classique, 1 Light, 1 Zero, 1 Life)
 - **FICHE Mesure du volume**
1 photocopie par élève
 - **FICHE Comparer la densité de solides et de liquides**
1 photocopie par élève
- [nf] Matériel non fourni
[0] Référence dans le catalogue du matériel

Déroulement pédagogique

1h

Immersion

L'enseignant introduit la séance :

« Nous n'avons pas fini de découvrir les caractéristiques des sucres. »

Il demande aux élèves de lister les caractéristiques vues précédemment :

« Les sucres ont encore une autre caractéristique : ils n'ont pas tous la même densité. Qui sait ce que signifie ce mot ? »

Quelques exemples de la vie quotidienne peuvent être utilisés : bulles d'air dans l'eau, vinaigrette, sirop... L'enseignant laisse les élèves proposer des définitions ou en chercher une dans un dictionnaire.

Points de passage

La séance est découpée en 3 étapes. Une étape optionnelle peut être réalisée entre les étapes 2 et 3. Dans ce cas, la durée de la séance en est allongée d'environ 15 minutes.

7 La densité des sucres

1^{RE} ÉTAPE : MESURE DU VOLUME

L'enseignant présente un des cylindres de la mallette à la classe et interroge les élèves :

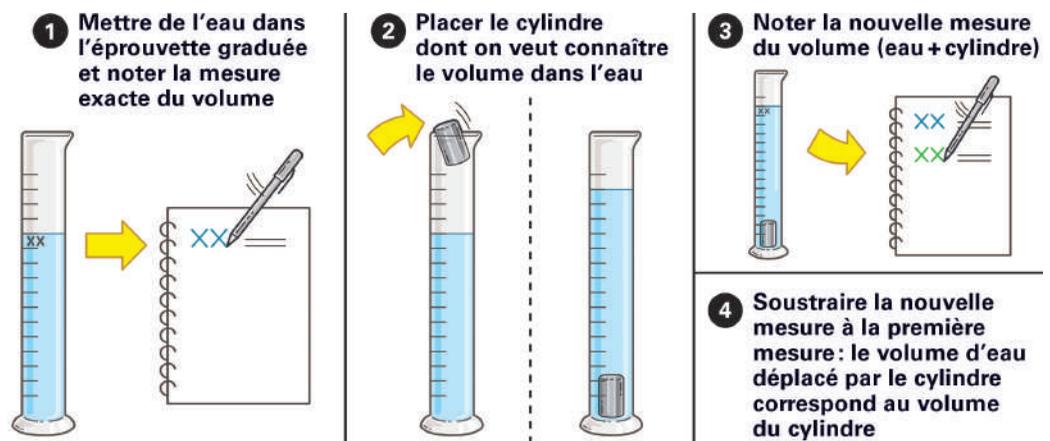
« Comment pourrait-on mesurer le volume d'un cylindre ? »

Il donne pour consigne aux élèves d'imaginer un protocole qui puisse répondre à cette question.

Par groupes, les élèves font émerger des hypothèses qui sont discutées en classe entière.

La même consigne est redonnée aux élèves mais cette fois avec du matériel imposé : les cylindres, une éprouvette graduée, de l'eau.

Une fois qu'un protocole pertinent a émergé, les élèves le notent sur la **FICHE** Mesure du volume :



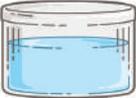
Le matériel est ensuite mis à disposition et les élèves réalisent leurs mesures. Ils schématisent l'expérience, notent leurs observations et concluent.

Réponse attendue : le cylindre déplace 10 mL d'eau, le cylindre a donc un volume de 10 mL (soit 10 cm³).

2^E ÉTAPE : NOTIONS DE MASSE ET DE DENSITÉ

À l'aide d'une balance numérique, les élèves ont pour consigne de peser 10 mL d'eau (le volume mesuré à la 1^{re} étape), puis chaque cylindre séparément. Ils consignent ces mesures sur la **FICHE** Comparer la densité de solides et de liquides puis ils comparent les différentes masses.

La mesure peut aussi être effectuée en utilisant la balance de Roberval (verser les 10 mL d'eau sur l'un des plateaux, et comparer tour à tour avec la masse des cylindres).

					
eau 10 g	bois 7,42 g	plastique 15,21 g	aluminium 26,15 g	acier 73,94 g	laiton 79,13 g

Réponse attendue : 4 cylindres sont plus lourds que la masse de 10 mL d'eau (10 g). Seul le cylindre de bois est plus léger que 10 mL d'eau.

Les élèves sont ensuite invités à plonger les cylindres un à un dans l'éprouvette graduée pour en mesurer le volume (comme à la 1^{re} étape). Ils observent que tous les cylindres ont le même volume. Ils peuvent également constater que tous les cylindres coulent sauf celui en bois, qui flotte à la surface de l'eau.

Ils doivent en conclure que deux objets de même volume peuvent avoir des masses différentes.

On dit qu'ils ont des **densités** différentes :

- une matière **plus dense** que l'eau coule,
- une matière **moins dense** que l'eau flotte (donner des exemples).

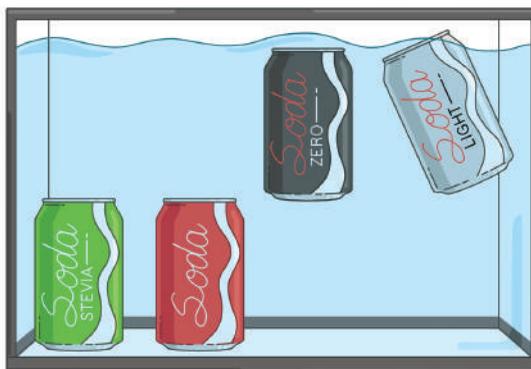
Étape optionnelle

L'enseignant peut poursuivre par une phase déclenchante pour les élèves, en transition vers la 3^e étape :

Pourquoi certaines canettes coulent alors que d'autres canettes flottent ? Il s'agit pourtant de canettes de sodas presque identiques avec les mêmes contenants en aluminium...

La démonstration se poursuit en plongeant tour à tour des canettes de soda dans un grand récipient en verre (type aquarium) rempli d'eau. Les canettes doivent contenir des types de sodas différents (un classique au sucre, un Light, un Zero et un au stévia par exemple).

Les élèves sont invités à lire les étiquettes : les canettes à base d'édulcorant flottent alors que celles à base de sucres coulent.



3^E ÉTAPE : DENSITÉ DES LIQUIDES

L'enseignant interroge la classe :

Les liquides ont-ils des densités différentes ?

Pour répondre à cette question, les élèves sont invités à réaliser le protocole détaillé sur la **FICHE** Comparer la densité de solides et de liquides .

GLOSSAIRE

Densité

7 La densité des sucres

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.

Les élèves sont invités à observer, à chaque étape, le contenu du gobelet et le dessiner sur leur fiche élève.

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



Réponse attendue : les liquides se superposent en différentes couches (ou phases) selon leur densité et non selon l'ordre d'ajout.

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

● Découvertes réalisées

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

- La densité est une grandeur qui compare la masse d'un objet à la masse correspondante de son volume en eau.
- Quand deux liquides de densité différente sont mis ensemble, le moins dense se retrouve superposé au plus dense.
- Cela est aussi vrai pour un solide plongé dans un liquide (s'il est plus dense que ce liquide, il coule, s'il est moins dense, il flotte).
- Le sucre est plus dense que l'eau. ■

POUR ALLER PLUS LOIN...

L'enseignant peut présenter et comparer d'autres densités remarquables en s'aidant de la **FICHE** Notions sur la densité.

Notions sur la densité

Densité de quelques corps

Liquides	Eau pure	1,00	Solides	Bois	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		Roches	Granite	2,60
	Pétrole	0,82			Marbre	2,70
	Huile	0,90		Métaux	Aluminium	2,70
	Lait	1,03			Fer	7,90
	Sirop de sucre	1,14			Cuivre	8,80
	Gaz	Mercure			13,59	Argent
Air			0,0013			Plomb
	CO ₂	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

glucose



maltose

1 maltose = 2 glucoses liés entre eux

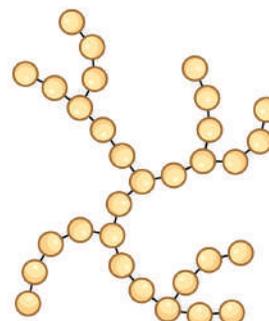


osides

= morceaux d'amidon



amidon



Mesure du volume

COMMENT MESURER LE VOLUME D'UN CYLINDRE ?

Écrire un protocole

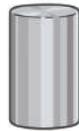
Faire un schéma de l'expérience

Qu'observe-t-on ?

Comparer la densité de solides et de liquides

MASSE ET DENSITÉ

À l'aide d'une balance, mesurer la masse de 10 cL d'eau et des 5 cylindres.

	eau	bois	plastique	aluminium	acier	laiton
						
masse	g	g	g	g	g	g
volume	cL	cL	cL	cL	cL	cL

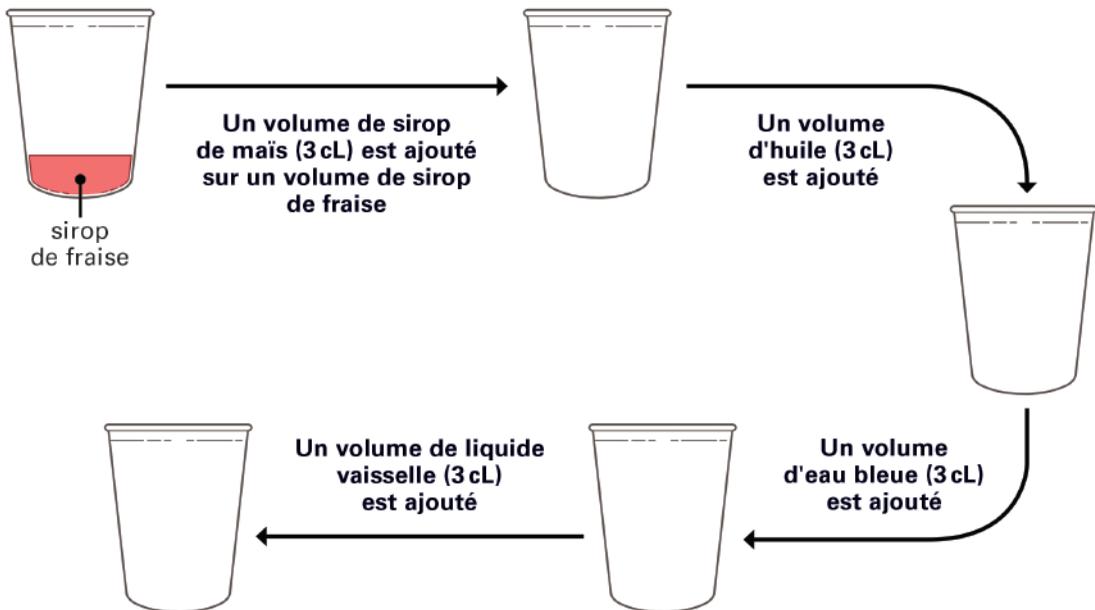
Mesurer, l'un après l'autre, le volume de chaque cylindre et reporter la mesure dans le tableau ci-dessus. Que constate-t-on ? Entourer le(s) cylindre(s) qui coule(nt).

.....

.....

DENSITÉ DES LIQUIDES

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.



Que constate-t-on ?

.....

.....

Fabriquer des billes avec un sucre



Objectifs

Mettre en œuvre un protocole de cuisine moléculaire.

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

[nf] Matériel non fourni

[0] Référence dans le catalogue du matériel

Déroulement pédagogique



La séance nécessite la préparation - la veille - par l'enseignant, d'une solution d'alginate (voir **FICHE** 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.

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.

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** Observations et explications .

● 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 »).

Elle permet, par exemple, une autre approche de la cuisine. Grâce à elle, on pourrait réinventer les métiers de demain, voire une autre façon de se nourrir ou d'emballer les aliments liquides. ■

POUR ALLER PLUS LOIN...

Autre application du phénomène de réticulation (voir p. 79) au quotidien :
les couches-culottes (principe physico-chimique identique pour l'absorption de l'urine).

Un document annexe sur le sujet est disponible sur la clé USB et sur le site du projet MERITE (www.projetmerite.fr).

Il est aussi possible de redistribuer le questionnaire de la séance 1 et de comparer les réponses des élèves avant et après la séquence pédagogique. C'est l'occasion de faire un bilan sur les acquis.



8 Fabriquer des billes avec un sucre

Réalisation du protocole

Matériel

- pipettes en plastique [4]
 - éprouvettes graduées de 50 mL [5]
 - passoires [6]
 - ramequins en verre [7]
 - 1 bouteille en verre [8]
 - 1 balance numérique [9]
 - alginate de sodium [12]
propre à la consommation
 - lactate de calcium [13]
propre à la consommation
 - 1 entonnoir [nf]
 - 1 litre d'eau pauvre en calcium [nf]
 - gobelets transparents de 20 cL [nf]
 - 1 bouteille de sirop de fraise [nf]
- [nf] Matériel non fourni
[0] 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 Roucous 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.

Observations et explications

L'alginate

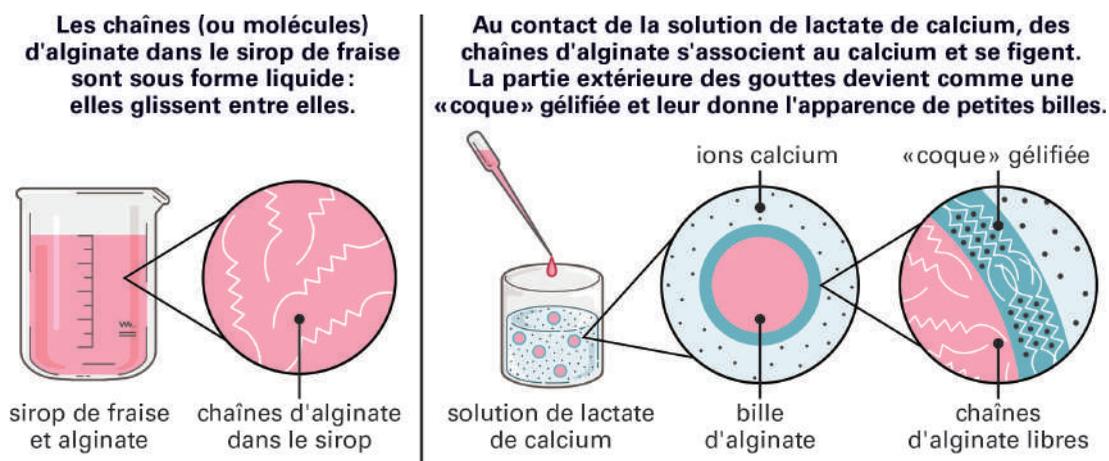
En 1881, l'anglais Stanford isole ce qu'il a baptisé « l'algin » de *Laminaria digita* qui est un précipité gélatineux blanchâtre obtenu par traitement acido-basique à partir d'un résidu d'algues brunes.

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 mannuronique) 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 polymère 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 polymère 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).

8 Fabriquer des billes avec un sucre

Billes d'alginate

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 :

.....

.....

.....

.....

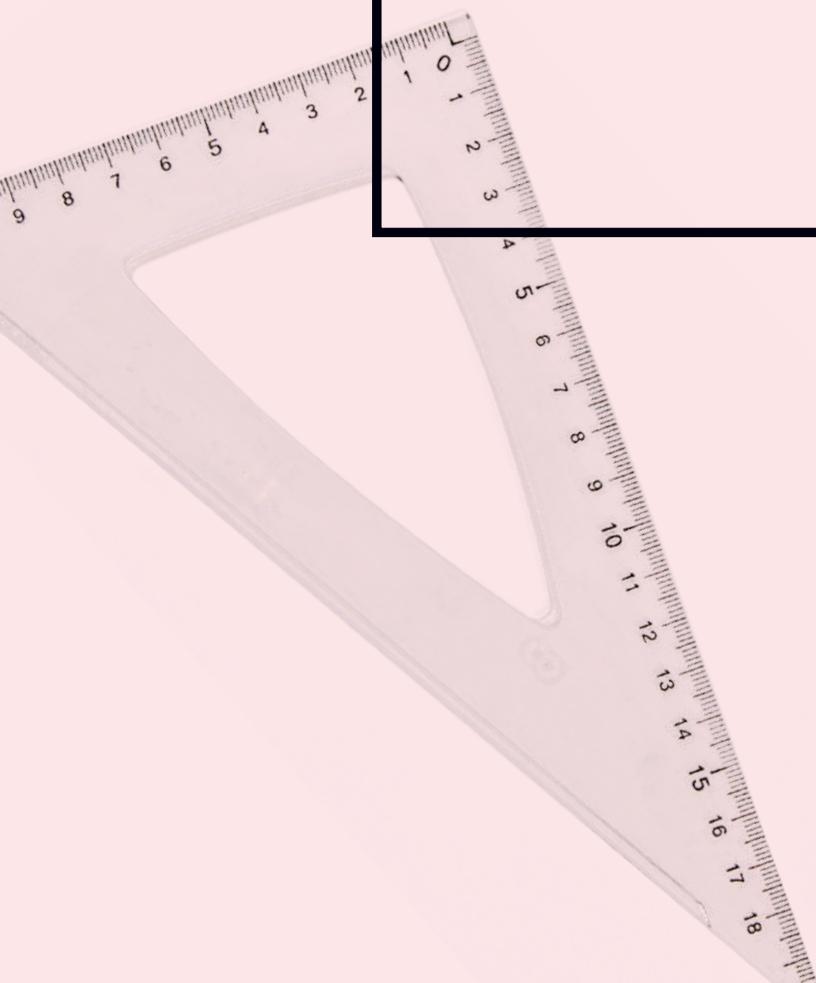
Réaliser un schéma pour expliquer l'expérience :



Le sucre : une matière à explorer



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, se trouvent des électrons. On distingue ces particules du fait qu'elles comportent des charges 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 CO₂ 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 %) serait en partie responsable du 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 constitués des polyols (le sorbitol par exemple) et des sucres simples. Ces sucres simples sont des substances de type monosaccharide (ose) ou disaccharide (diholoside).

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 (par exemple deux heures). 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, protides, 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 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) ;

- **aux enseignants qui ont co-construit et/ou testé le guide à ses différentes étapes** : Lucie Lecollinet, Karen Leroi, Christine Monnoir, Pascal Paillet, Isabelle Point, Mickael Pottier (1^{er} degré) et Stéphanie Tessier (2nd degré) ;

- **aux enseignants qui ont testé les protocoles en formation continue (2017-2018)**

- **aux acteurs de l'Éducation nationale qui ont contribué** :

Pascal Guégan, conseiller pédagogique départemental ; 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 Cloïrec 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 et 43 : Cultures Sucre/ WebPédago / Passion Céréales / <https://informationsnutritionnelles.fr> pour les données sur les étiquettes d'aliments ; p.39 : 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



Le sucre : une matière à explorer

Le sucre est un produit du quotidien mais, le connaît-on vraiment ? Cette mallette pédagogique propose aux élèves de partir à la découverte de cette matière qui a beaucoup à raconter.

Les 8 séances fournissent un large spectre d'activités pour connaître les différents types de sucres, les identifier dans l'alimentation, apprendre l'histoire de l'exploitation de cette denrée alimentaire, comprendre comment les plantes fabriquent les sucres.

Le matériel expérimental fourni dans la mallette permet aux élèves de tester plusieurs propriétés des sucres, et de modéliser leur structure.

Le module se termine par une ouverture sur la cuisine moléculaire.

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



UNIVERSITÉ DE NANTES

itinéraires
en sciences et techniques :
expérimenter et comprendre

mallettes
MERITE



Conçues pour les enseignants du CM1 à la classe de 3^e, 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

14 thématiques variées proches du quotidien des élèves

CM1 - CM2 - 6^e - CYCLE 3

Chimie en couleurs

Créez 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^e - 4^e - 3^e - 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.

mallettes
MERITE



assystem

