

**La formation du miel,  
un exemple de catalyses enzymatiques.**

**Séance de la classe de 1<sup>ère</sup> Spécialité**

Professeure : Sophie JOURDAIN

**BO**

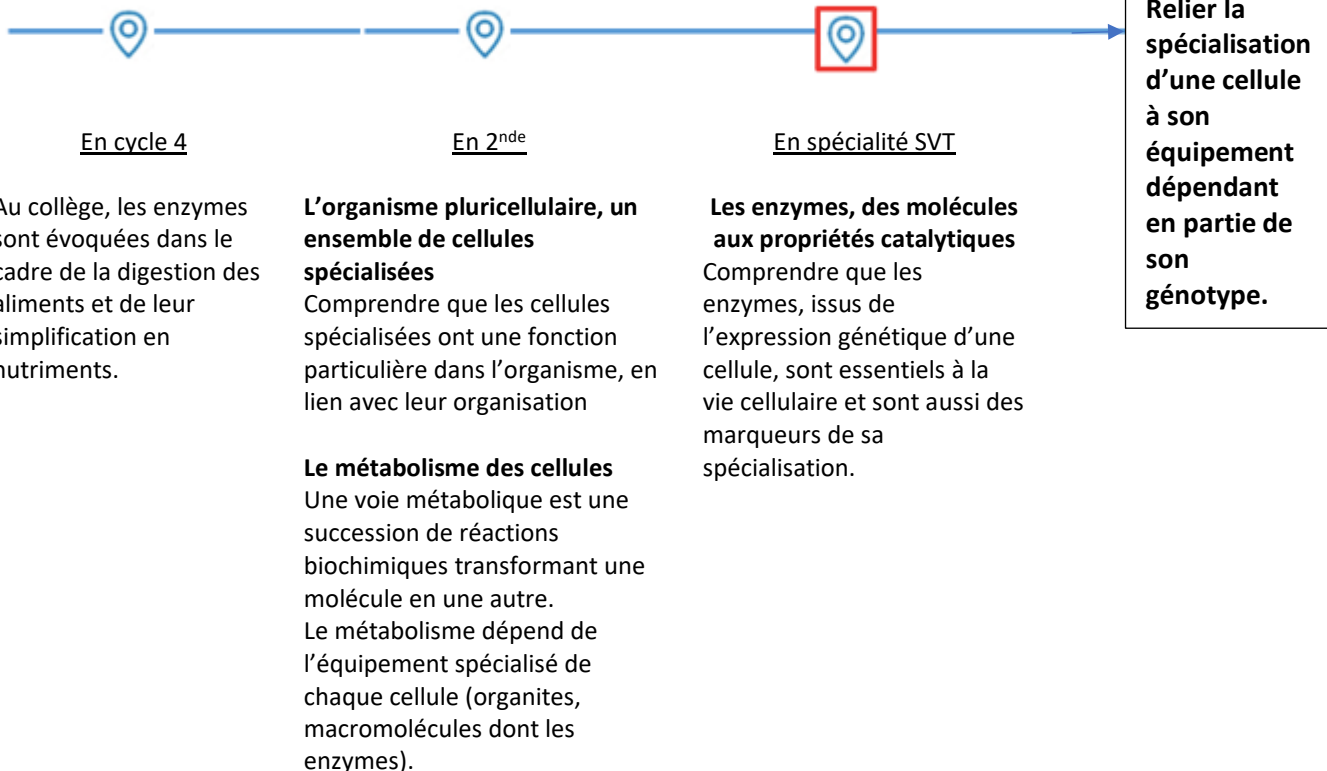
**Les enzymes, des biomolécules aux propriétés catalytiques**

**Connaissances**

Les protéines enzymatiques sont des catalyseurs de réactions chimiques spécifiques dans le métabolisme d'une cellule.

La structure tridimensionnelle de l'enzyme lui permet d'interagir avec ses substrats et explique ses spécificités en termes de substrat et de réaction catalytique.

**Parcours de l'élève**



**Position dans la progression**

**Prérequis du cycle 4 :** Les enzymes ont été vues dans le cadre de la digestion humaine (avec un rôle de simplification moléculaire).

**Prérequis de la classe de seconde :** Une voie métabolique est une succession de réactions biochimiques transformant une molécule en une autre.  
Le métabolisme dépend de l'équipement spécialisé de chaque cellule (organites, macromolécules dont les enzymes).

L'exemple proposé dans la séance de Seconde permet de généraliser aux végétaux la présence d'enzymes et leur rôle dans le métabolisme (ici, synthèse moléculaire).

**En classe de Première :** La séance peut être placée au début de la séquence sur les enzymes pour affiner la notion d'enzyme (protéine issue de l'expression du programme génétique ayant un rôle de catalyseur) et identifier ses spécificités.

**Ce qui suit la séance proposée :** Une activité permettant de relier la structure tridimensionnelle de l'enzyme (présence d'un site actif) à ses spécificités d'action et de substrat.

### Objectifs de la séance

L'activité proposée permet d'approfondir **la démarche scientifique** (réflexion sur des protocoles expérimentaux, réalisation de ces derniers, utilisation de matériel, interprétation de résultats) et plus précisément **l'aspect pratique et manipulateur permettant l'exercice de compétences techniques dans l'objectif d'une préparation aux ECE.**

Cette séance est l'occasion d'effectuer une évaluation formative des acquis de Seconde sur la démarche scientifique **expérimentale** (Cf. séance proposée en Seconde).

Les objectifs sont de :

- compléter la construction de la notion d'enzyme par son rôle de catalyseur, et la mise en évidence de ses spécificités.
- continuer la généralisation de cette notion d'enzyme à d'autres organismes que l'Homme.
- concevoir des protocoles pertinents et rigoureux, présenter des résultats et des interprétations.

### Compétences travaillées

#### **Pratiquer des démarches scientifiques**

Déduire les conséquences testables ou vérifiables d'une hypothèse, expérimenter.  
Concevoir et mettre en œuvre un protocole (concevoir, créer, réaliser).

#### **Utiliser des outils et mobiliser des méthodes pour apprendre**

Apprendre à organiser son travail.

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

Participer à l'élaboration de règles de sécurité et les appliquer au laboratoire et sur le terrain.

### Déroulé scénarisé de la séance

#### **En classe inversée : Un exercice de type 2 (E3C)**

Pour mettre les élèves en situation : proposition d'une vidéo présentant l'activité des abeilles qui butinent le nectar des fleurs et qui transforment ce liquide en miel pour la ruche => Que se passe-t-il dans le jabot de l'insecte ?

<https://www.youtube.com/watch?v=8lfoF6-ogml>

#### **Consigne donnée aux élèves à la suite de la vidéo**

Par la mise en relation des informations tirées des documents 1, 2, 3 et de vos connaissances, expliquer ce qu'il se passe dans le jabot de l'abeille lors de la transformation du nectar en miel, en identifiant les molécules à l'origine de cette transformation.

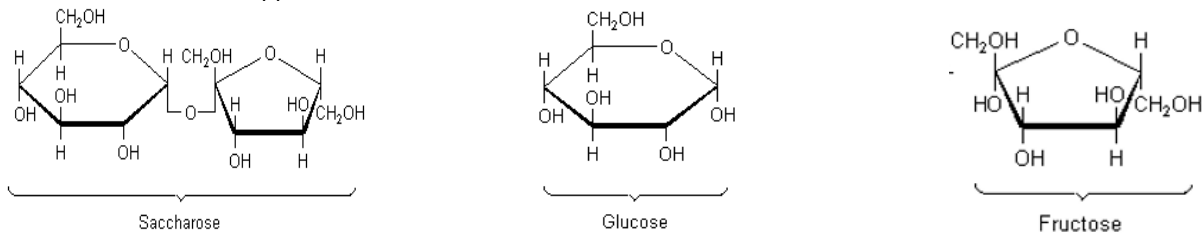
## Les documents mis à disposition des élèves pour répondre à la consigne

### Document 1

Tableau comparatif présentant les teneurs en saccharose du miel et du nectar

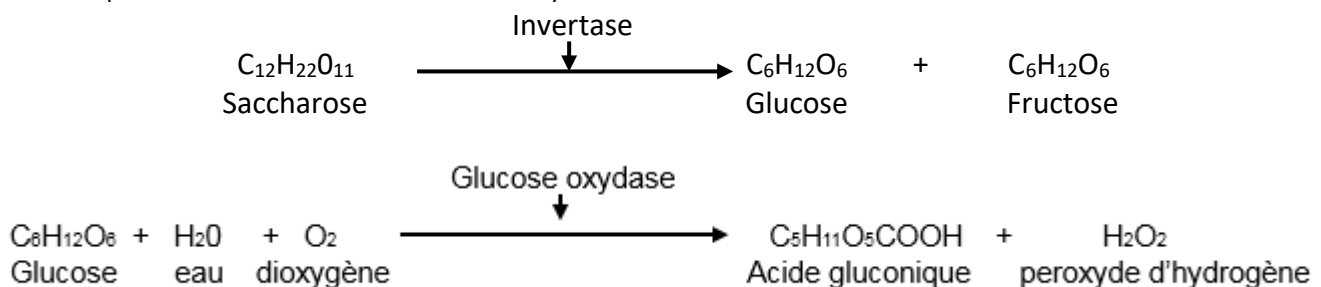
	Nectar	Miel
Test du glucose	Absence	Présence
Estimation du pH	Environ 7	Environ 5
Teneur en saccharose	77 – 82 %	1,3 – 1,5 %

Formules semi-développées du saccharose, du Glucose et du Fructose



### Document 2

Les abeilles prélèvent le nectar des fleurs et le stockent dans leur jabot. Les cellules de ce dernier fabriquent 2 molécules particulières : l'invertase et la Glucose oxydase. Voici leur rôle :



NB : Une solution d'acide gluconique possède un pH de 5, contrairement à une solution de saccharose : pH 7.

### Document 3

Les enzymes sont des molécules qui catalysent des réactions métaboliques, c'est-à-dire qui augmentent la vitesse de transformation de molécules dans une réaction chimique et se retrouvent intactes en fin de réaction. Elles agissent à faible dose et à des températures basses (de l'ordre de 20-30°C). Elles sont ainsi indispensables au métabolisme des cellules car pour ces températures, les réactions chimiques seraient trop lentes pour apporter aux cellules ce dont elles ont besoin. Une enzyme catalyse un seul type de réaction sur un seul type de molécule appelée « substrat ». Il y a donc spécificité d'action et spécificité de substrat : on parle de double spécificité.

Les enzymes sont des protéines. Leur synthèse dépend donc de l'expression des gènes correspondants. Chaque cellule de l'organisme n'exprime pas la totalité de ses gènes. Ainsi seuls les gènes permettant la synthèse des enzymes nécessaires au métabolisme d'une cellule seront exprimés. Les enzymes constituent donc un marqueur de la spécialisation cellulaire.

**Réponse attendue par le professeur à la consigne :** Les abeilles prélèvent le nectar des fleurs et le stockent dans leur jabot. Ce liquide contient essentiellement du saccharose et présente un pH aux alentours de 7. Grâce à l'action de 2 enzymes produites par les cellules de l'abeille, l'invertase et la glucose oxydase, le nectar est transformé en miel. En effet, une première réaction chimique ou catalyse enzymatique a lieu dans le jabot de l'insecte : l'invertase va catalyser (accélérer) l'hydrolyse du saccharose (substrat) en glucose et fructose (produits).

Une deuxième enzyme, la glucose oxydase, va alors catalyser une autre réaction chimique : la transformation du glucose en présence d'eau et de dioxygène en acide gluconique et en peroxyde d'hydrogène. La production d'acide gluconique explique la baisse de pH vers 5. Du miel est ainsi formé

suite à l'action consécutive de deux enzymes aux spécificités différentes, produites par les cellules du jabot des abeilles.

## **Au retour en classe**

### **Situation d'accroche**

La vidéo est de nouveau visionnée avec la classe, et la reprise des réponses proposées par les élèves suite à leur travail à la maison en classe inversée est effectuée. Cela permet de rédiger ensemble l'hypothèse sur laquelle les élèves vont pouvoir travailler la compétence « concevoir et mettre en œuvre une stratégie de résolution expérimentale ».

Dans le même temps, des manipulations peuvent être proposées pour illustrer la comparaison des caractéristiques du nectar et du miel :

=> prélever du nectar dans un nectaire de fleur et tester son pH et sa teneur en glucose (papier pH et bandelettes glucotest)

=> Tester le pH et la teneur en glucose du miel

### **Consignes**

Concevoir la stratégie de résolution permettant de vérifier par l'expérience que l'invertase et la glucose-oxydase impliquées dans les réactions chimiques à l'origine de la transformation du nectar en miel dans le jabot des abeilles répondent aux conditions de spécificités des enzymes (- spécifique du substrat-spécificité d'action). *Vous choisirez de tester une des deux enzymes impliquées.*

Puis mettre en œuvre le protocole à disposition, présenter les résultats pour faciliter leur communication et les interpréter dans l'objectif de répondre à la consigne.

### **Matériel à disposition des élèves**

Tout le matériel est mis à disposition sans tri : bandelette de glucose-EXAO, invertase, glucose oxydase-saccharose, glucose...

Fiches méthode (ex : chaîne EXAO, ...)

### **Modalité d'évaluation des compétences travaillées**

<b>Pratiquer des démarches scientifiques</b> Concevoir un principe expérimental		
<b>Critères de réussite</b>	<b>Barème</b>	
<b>J'ai proposé un principe en lien avec l'hypothèse testée (pertinence) :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- J'ai repéré le facteur à faire varier dans l'expérience (c'est celui que je teste dans l'hypothèse).</li> <li>- J'ai repéré les facteurs à maintenir constants c'est-à-dire qui ne varient pas au cours de l'expérience).</li> </ul> <b>J'ai imaginé au moins deux situations expérimentales (dont une sert de témoin) afin d'en comparer les résultats. (Conformité)</b> <b>J'ai choisi tout le matériel et que le matériel nécessaire à l'expérience qui permet d'obtenir des résultats exploitables. (Exactitude)</b> <b>J'ai défini ce qui va être observé ou mesuré lors de l'expérience et comment le faire. (Complétude)</b>	- 4 critères présents et exacts	A
	- 3 critères présents et exacts	B
	- 2 critères présents et exacts	C
	- 1 critère présent et exact	D

**Pratiquer des démarches scientifiques**  
Mettre en œuvre un protocole expérimental

Critères de réussite	Barème	
J'ai respecté toutes les étapes du protocole. (Intégralité)	- 4 critères présents et exacts	A
J'ai obtenu des résultats exploitables. (Pertinence)	- 3 critères présents et exacts	B
J'ai réalisé les gestes techniques en respectant le bon usage du matériel, j'ai organisé mon espace de travail, j'ai remis en état le poste de travail à la fin de l'expérimentation. (Conformité)	- 2 critères présents et exacts	C
J'ai respecté les consignes de sécurité.	- 1 critère présent et exact	D

**Notion construite**

Les enzymes sont des biocatalyseurs de réactions chimiques nécessaires au métabolisme des cellules. Elles augmentent la vitesse de transformation de molécules dont elles sont spécifiques, leurs substrats. A l'issue de la réaction, des produits sont formés et traduisent ainsi la bonne réalisation de la réaction métabolique. Ces enzymes spécifiques de certaines réactions métaboliques utiles pour le fonctionnement des cellules traduisent la spécialisation de ces cellules dans un organisme vivant.

**Points de vigilance pour la réalisation**

Cette séance peut être aussi réalisée pendant la période hivernale en choisissant l'hellébore qui fleurit en hiver présente des nectaires bien visibles et qui peut être facilement achetée en jardinerie.

Le nectar selon la maturité des nectaires peut contenir plus ou moins de glucose. Il est nécessaire de tester un broyat obtenu uniquement à partir de deux ou trois nectaires dilués dans un peu d'eau, afin de ne pas obtenir un résultat positif au glucotest.

## FICHE LABORATOIRE

### **Prévoir :**

Bandelettes glucose  
Miel  
Glucose oxydase (GOD)  
Hellébore

### **A préparer au laboratoire :**

**Saccharase (Invertase):** Peser 5 g de levure . Mettre dans un mortier avec 2 g de sable et broyer à sec pendant 5mn. Ajouter 10 ml d'eau et broyer de nouveau. Centrifuger 3 mn à 4000 tr/mn. Jeter le surnageant et reprendre le culot avec 10 ml d'eau. Remettre dans le mortier, broyer quelques minutes et centrifuger de nouveau. Garder le surnageant qui contient les enzymes (Saccharase et maltase)

Pour 10 binômes préparer 30 g de levure.

**Saccharose à 10g/l** (100ml pour 10 binômes)

**Glucose à 10g/l** (400ml pour 10 binômes)

**Glucose Oxydase :** une pointe de scalpel dans 10 ml d'eau déminéralisée. Se conserve la journée.

### **Matériel nécessaire :**

- Pincés fine
- Papiers PH
- Mortiers +pilons
- Pissettes d'eau
- Bains-marie à 37°C
- Plaque à godets
- Tubes à essais, 1 petit tube d'invertase, 1 petit tube de miel, 1 tube de saccharose, 1 tube d'eau distillée
- Pipettes de 5mL, de 1mL, pipettes compte-gouttes de 1mL, Pro pipettes
- Feutres, chronomètres.
- Bandelettes gluco-test.

### **ExAO:**

- Agitateur magnétique, bioréacteur, sonde O<sub>2</sub>, sonde PH, seringues de 20 mL et de 1mL.
- 1 Becher de 30 ml de glucose à 10g/l
- 1 Petit tube de glucose oxydase (1ml).
- 1 Fiche technique du logiciel utilisé.