

# La cellule de tubercule de pomme de terre, une cellule spécialisée dans la synthèse d'amidon

## Séance de la classe de Seconde

Professeure : Emmanuelle POUSSIN

### BO

#### L'organisme pluricellulaire, un ensemble de cellules spécialisées

Chez les organismes unicellulaires, toutes les fonctions sont assurées par une seule cellule. Chez les organismes pluricellulaires, les organes sont constitués de cellules spécialisées formant des tissus, et assurant des fonctions particulières.

Toutes les cellules d'un organisme sont issues d'une cellule unique à l'origine de cet organisme. Elles possèdent toutes initialement la même information génétique organisée en gènes constitués d'ADN (acide désoxyribonucléique). Cependant, les cellules spécialisées n'expriment qu'une partie de l'ADN.

#### Le métabolisme des cellules

Pour assurer les besoins fonctionnels d'une cellule, de nombreuses transformations biochimiques s'y déroulent : elles constituent son métabolisme. 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).

### Parcours de l'élève



**En cycle 4**  
Au collège, les enzymes sont évoquées dans le cadre de la digestion des aliments et de leur simplification en nutriments.

**En 2<sup>nde</sup>**  
**L'organisme pluricellulaire, un ensemble de cellules spécialisées**  
Comprendre que les cellules spécialisées ont une fonction particulière dans l'organisme, en lien avec leur organisation

**Le métabolisme des cellules**  
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).

**En 1<sup>ère</sup> spé :**  
**Les enzymes, des molécules aux propriétés catalytiques**  
Comprendre que les enzymes, issus de l'expression génétique d'une cellule, sont essentiels à la vie cellulaire et sont aussi des marqueurs de sa spécialisation.

**Relier la spécialisation d'une cellule à son équipement dépendant en partie de son génotype.**

### Position dans la progression

- Prérequis des séances précédentes :

Notion de cellule différenciée au sein d'un même organisme pluricellulaire, qui peut être un plant de Pomme de terre (comparaison des cellules de feuilles, chlorophylliennes et autotrophes, avec les cellules de tubercule, non chlorophylliennes et hétérotrophes).

- Après la séance :

La synthèse d'amidon par les cellules de pomme de terre (à métabolisme hétérotrophe) se fait partir du glucose produit par photosynthèse dans les cellules de feuilles : ce sera l'occasion de mettre en évidence la complémentarité des métabolismes au sein de l'organisme pluricellulaire.

### Objectifs de la séance

**La dimension de cette séance est expérimentale (conception et réalisation d'expériences).**

Cette séance poursuit l'apprentissage des élèves à la démarche expérimentale par la réalisation d'expériences simples conformément aux activités identifiées dans le programme :

- Expérimenter des réactions du métabolisme pour les caractériser.
- Mettre en œuvre des expériences pour identifier les substrats et produits du métabolisme.

Cette séance peut être envisagée comme une séance d'évaluation diagnostique des acquis de compétences du collège, étant proposée en début d'année. Cela permettra d'identifier des groupes de besoins (difficultés à concevoir le protocole, à manipuler, ou à interpréter).

Ainsi il est souhaitable de travailler la conception de l'expérience, en prévoyant oralement les conséquences vérifiables et en concevant la ou les expériences permettant de les vérifier.

C'est l'occasion d'insister sur la notion de témoin et sur son importance dans la validation des résultats.

**D'un point de vue notionnel**, il est possible d'expliquer l'activité enzymatique spécifique par une expression différente du génotype entre les cellules de feuilles et de tubercule de pomme de terre.

Il est aussi possible de réinvestir (et donc de généraliser) la notion d'enzyme, et de construire la notion de voie métabolique, en prenant l'exemple de la fin de la voie de biosynthèse des marqueurs des groupes sanguins humains (dans le cadre de la diversité allélique d'une population).

### Compétences travaillées au cours de la séance

#### **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

#### **Situation - problème**

*Nous savons que les cellules de feuilles produisent des sucres (glucose) par photosynthèse, mais ne les stockent pas à long terme.*

*Les cellules de tubercules sont incapables de faire la photosynthèse, mais sont en revanche spécialisées dans le stockage d'amidon qu'elles fabriquent à partir des sucres synthétisés dans les feuilles au cours de la photosynthèse.*

*Ces cellules spécialisées appartiennent au même organisme, elles ont la même information génétique, mais pas la même fonction.*

*Pourtant, c'est bien l'information génétique d'une cellule qui détermine ses caractéristiques et donc son rôle. **Étrange, non ? ...***

## Problème scientifique : *Comment expliquer cette spécialisation des cellules de tubercule ?*

### Consigne n°1

À partir du document à disposition, envisager la conséquence vérifiable de l'hypothèse suivante : « *La spécialisation s'explique par la présence de molécules appelées enzymes, qui permettent la synthèse de l'amidon, que l'on ne trouve pas dans les cellules de feuilles* ».

#### Document mis à disposition des élèves :

L'amidon est produit à partir des sucres simples fabriqués dans les feuilles au cours de la photosynthèse. La spécialisation des cellules de tubercule de pomme de terre dans le stockage d'amidon, repose sur la présence d'enzymes spécifiques comme l'amidon synthétase.

Or une enzyme transforme un substrat en produit lors d'une réaction chimique, appelée réaction enzymatique :  $S + E \rightarrow P + E$ . Ainsi, ici l'amidon synthétase a pour fonction la liaison d'une molécule de glucose à d'autres glucoses pour fabriquer les chaînes constitutives de l'amidon.

NB : Les enzymes présentes dans les cellules sont des molécules organiques pouvant se retrouver en solution quand le tubercule est broyé. La réaction enzymatique peut se faire dans des tubes à essai.

### Conséquence vérifiable attendue :

*Les molécules présentes dans le cytoplasme des cellules de tubercule peuvent être récupérées en faisant un jus/un filtrat de l'organe.*

*Si les cellules de tubercule de pomme de terre contiennent bien des enzymes transformant le glucose en amidon, alors ces enzymes se trouvent dans le filtrat. En le mélangeant au glucose, on devrait obtenir de l'amidon.*

*Il faut bien sûr s'assurer que le glucose ne se transforme pas spontanément en amidon.*

### Consigne n°2

Démontrer par l'expérience que les cellules de tubercule de pomme de terre contiennent l'enzyme appelée amidon synthétase.

*Vous préciserez le principe et les conditions expérimentales proposés dans un schéma en anticipant les résultats attendus. Vous disposez pour cela du document 1 et du document 2.*

*Puis vous réaliserez l'expérience afin d'obtenir des résultats, vous les communiquerez de façon la plus adaptée, puis vous les interpréterez.*

Document 1 mis à disposition des élèves : Quelques réactifs disponibles pour mettre en évidence la présence de molécules organiques

Révélateur	Molécule mise en évidence	Couleur en cas de réaction positive
Liqueur de Fehling bleu	Glucides simples (réducteurs) ex : le glucose	Rouge brique
Rouge soudan III	Lipides	Orange
Réactif du biuret + chaleur	Protéines	Bleu foncé
Eau iodée marron clair	glucide complexe : amidon	Violet foncé, noir

Document 2 mis à disposition des élèves : Liste de matériel disponible

- Pomme de terre (plant entier ou feuilles+ tubercules ou tubercules seuls)
- matériel pour faire un filtrat : entonnoir + gaze + erlenmeyer
- un ou des réactifs à choisir dans le tableau
- solution de glucose (glucose 1-P) non réducteur
- eau distillée
- plaque à coloration ou verre de montre
- verrerie (pipettes, tubes à essai, portoirs)

### Principe expérimental (présenté par le professeur ou attendu)

Deux tubes sont prévus :

- tube 1 (témoin) : un avec solution de glucose sans filtrat (remplacé par de l'eau distillée pour obtenir le même volume de solution dans les 2 tubes)
- tube 2 : un avec filtrat + solution de glucose

NB : Pour gagner du temps, la solution de glucose peut être donnée sous forme de deux tubes à essais contenant chacun les 2mL nécessaires. Les élèves n'auront qu'à ajouter de l'eau distillée ou leur filtrat.

On insiste sur le fait que les volumes de filtrat d'une part, d'eau et de solution de glucose d'autre part, sont identiques.

Mais on peut aussi envisager de faire varier la concentration d'enzyme, en faisant varier le volume de filtrat, et en réalisant des prélèvements à intervalles de temps réguliers.

### Réalisation de l'expérience

Un protocole détaillé, avec illustration du matériel, est proposé en ANNEXE (version simple, pour 2 tubes déjà remplis avec la solution de glucose).

Les résultats sont lus par prélèvement d'une goutte du milieu, qui est déposée dans une plaque à concavité ou un verre de montre.

Il est aussi possible, si les paillasses sont en verre, de dessiner au feutre effaçable un tableau de résultats, et d'y faire directement les dépôts (la communication des résultats est ainsi facilitée).

### Modalité d'évaluation des compétences travaillées

<b>Pratiquer des démarches scientifiques</b> Concevoir un principe expérimental		
Critères de réussite	Barème	
<p><b>J'ai proposé un principe en lien avec l'hypothèse testée (pertinence) :</b></p> <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> <p><b>J'ai imaginé au moins deux situations expérimentales (dont une sert de témoin) afin d'en comparer les résultats. (Conformité)</b></p> <p><b>J'ai choisi tout le matériel et que le matériel nécessaire à l'expérience qui permet d'obtenir des résultats exploitables. (Exactitude)</b></p> <p><b>J'ai défini ce qui va être observé ou mesuré lors de l'expérience et comment le faire. (Complétude)</b></p>	- 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

**Interprétation**

Cette partie peut être réalisée collégalement, ou un compte-rendu peut être demandé aux élèves.

**Conclusion**

Pour lier la spécialisation d'une cellule à sa fonction, on peut poursuivre l'expérimentation avec la comparaison du résultat du filtrat de feuilles à celui de tubercule, afin de montrer que l'équipement enzymatique de 2 cellules aux fonctions différentes varie.

**Notion construite**

Pour assurer ses besoins fonctionnels, toute cellule est le siège de réactions biochimiques interconnectées entre elles : elle possède un métabolisme. Chez les êtres vivants, il en existe 2 types : le métabolisme autotrophe et le métabolisme hétérotrophe. Dans un même organisme, il peut exister ces 2 types de métabolisme.

Une voie métabolique est une succession de réactions biochimiques transformant une molécule (Ex. : glucose) en une autre (Ex. : amidon), faisant intervenir des enzymes (Ex. : amidon synthétase).

Les cellules spécialisées ont une fonction particulière dans l'organisme, en lien avec leur équipement : organites, macromolécules comme les enzymes.

**Points de vigilance**

D'un point de vue organisationnel :

- Les élèves ont encore peu l'habitude de manipuler, le vocabulaire (des gestes et du matériel) peut être nouveau, d'où une charge mentale importante qui peut rendre la séance difficile. Synchroniser les différents binômes peut être un moyen d'avancer pas à pas, en relisant les consignes à l'oral, si la classe est encore peu autonome.
- Les résultats sont très variables selon les variétés de pomme de terre, leur durée de conservation. Il faut bien tester avant, et utiliser les mêmes pommes de terre pour le TP.

D'un point de vue conceptuel pour les élèves :

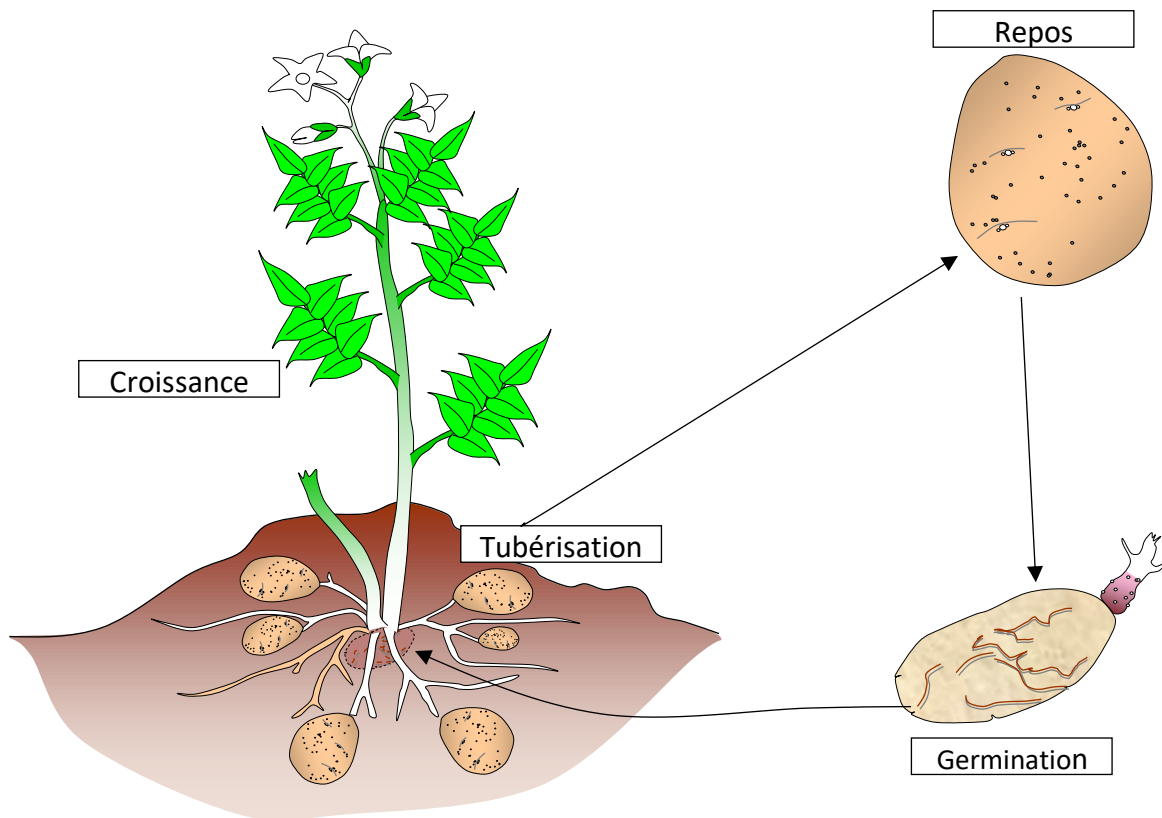
- On travaille à **une échelle moléculaire**. C'est un réel obstacle conceptuel, d'autant que les notions de transformation chimique et de catalyseur (notamment enzymatique) sont encore en consolidation en physique-chimie, et que la substance active se retrouve de par ses propriétés dans le filtrat in-vitro, donc hors de l'organisme.

- De plus, il s'agit là d'enzymes permettant une synthèse, et non une hydrolyse (enzymes « ciseaux ») comme au collège, ce qui est nouveau.
- Des confusions sont possibles entre réactifs colorés (ici l'eau iodée, qui « réagit ») et le substrat de l'enzyme. Il faut peut-être mieux utiliser le terme de « révélateur ».
- La cellule de feuille produit aussi de l'amidon, dans les chloroplastes (c'est d'ailleurs souvent ainsi que l'on met en évidence que la photosynthèse s'y déroule).

#### **Autres pistes pédagogiques possibles**

Il est alors possible d'envisager de rester à l'échelle de l'organe, et réalisant des expériences plus simples d'hydrolyse de l'amidon d'une gélose, par des semences en germination.

## Schéma d'illustration du cycle de multiplication végétative de la pomme de terre



Cycle de multiplication végétative d'une pomme de terre  
Source : <http://svt.ac-dijon.fr>

### Fiche laboratoire (modifiable)

#### Fiche laboratoire

##### Matériel par poste :

- 1 portoir avec tubes à essais
- 1 mortier + pilon
- 1 planche à découper + 1 couteau
- 1 filtre + 1 entonnoir + 1 erlenmeyer
- 1 plaque de coloration ou 2 verres de montre
- 1 éprouvette graduée de 10 mL
- 1 pissette d'eau distillée
- 1 chiffon
- 1 feutre ou crayon pour verrerie
- 1 solution de glucose-phosphate (ou mettre 2 mL de cette solution dans deux tubes à essais)
- 2 compte-gouttes

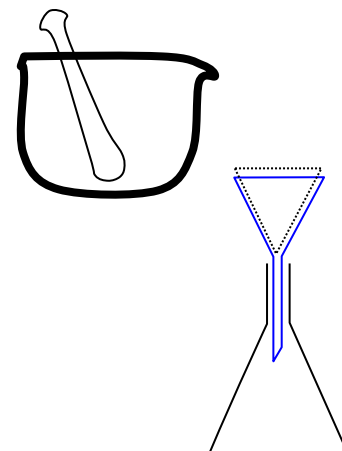
##### Au bureau :

- des pommes de terre
- 1 planche à découper + 1 couteau
- liqueur de Fehling, eau iodée, rouge soudan III, réactif du biuret (en petits flacons)

## Fiche protocole illustrée (modifiable)

### A) Réalisation du filtrat de tubercule

1. Découper le morceau de pomme de terre en fines lamelles.
2. Placer dans le mortier et ajouter 10 mL d'eau distillée.
3. Écraser avec le pilon.
4. Préparer le dispositif de filtration :
  - placer le filtre dans l'entonnoir
  - placer l'entonnoir dans l'erlenmeyer
5. Déposer le tubercule broyé dans le filtre et presser doucement avec le pilon.



### B) Préparation des tubes

Les tubes contiennent déjà 2 mL de solution de GLUCOSE.

1. Mesurer 2 mL de filtrat de tubercule puis rajouter dans le tube 1.  
Rincer l'éprouvette graduée.
2. Mesurer 2 mL d'eau distillée puis rajouter dans le tube 2.  
Rincer l'éprouvette graduée.



### C) Recherche de la présence d'amidon

1. À l'aide d'un compte-gouttes, prélever 1 goutte du tube 1 et déposer dans un verre de montre.
2. Avec un autre compte-goutte, prélever 1 goutte du tube 2 et déposer dans un autre verre de montre.
3. Déposer 1 goutte d'eau iodée (= Lugol) dans chaque.

