

L'article du mois de la newsletter de mars était consacré, avec l'exemple de la nutrition, à la construction spiralaire des notions. Au-delà des notions, cette spiralité dans l'apprentissage doit être également présente pour la construction puis la consolidation des compétences disciplinaires et transversales, du collège vers le lycée :

[Continuité du référentiel de compétences du cycle 4 au lycée en SVT](#)

Construire une progressivité des attentes au cours de la scolarité doit s'envisager avec des attentes de plus en plus importantes dans le cadre d'une complexification des contextes d'apprentissages. Cette complexification pouvant être source d'obstacles, il conviendra de les prendre en compte et de proposer une approche pédagogique différenciée. Cette construction progressive s'inscrit également dans le cadre d'un enseignement diversifié permettant de développer plusieurs types de raisonnements et de mobiliser des modes de communication variés à l'écrit comme à l'oral.

Afin de montrer comment une même compétence peut être mobilisée en situation de classe et selon le niveau, nous vous proposons de prendre l'exemple de la compétence **«interpréter des résultats et en tirer des conclusions»**.

Cycle 3	Interpréter UN résultat, en tirer UNE conclusion.
Cycle 4	Interpréter DES résultats et en tirer DES conclusions.
Lycée	

Pour travailler cette compétence **en cours d'apprentissage**, il est indispensable de **mettre en réflexion les élèves sur le raisonnement scientifique construit (quelles « étapes » ?) et de rendre explicite les attentes en appui par exemple sur la co-construction de critères ou de descripteurs.**

Pour l'exemple choisi de la compétence « interpréter des résultats et en tirer des conclusions » :

- **Au cycle 3** : les notions déjà abordées au cycle 2 sont revisitées pour progresser vers plus de généralisation et d'abstraction, en prenant toujours soin de partir du concret et des représentations de l'élève. L'interprétation des résultats ne s'inscrit pas dans un raisonnement explicatif. Cependant, les élèves découvrent de nouveaux modes de raisonnement en mobilisant leurs savoirs et savoir-faire pour répondre à des questions et **établissent des relations** tout en développant leur esprit critique.

Exemple : Interpréter un résultat afin de montrer comment un engrais influence la croissance du blé.

- **Au cycle 4** : dans le prolongement du cycle 3, les élèves appréhendent la complexité du réel en utilisant le concret, en observant, en expérimentant, en modélisant. Ainsi, ils accèdent à des savoirs scientifiques actualisés, les comprennent et les utilisent pour mener des raisonnements adéquats, en **reliant des données, en imaginant et identifiant des causes et des effets** tout en exerçant son esprit critique.

Exemple : Interpréter des résultats afin de montrer que les feuilles rouges sont également capables de photosynthèse.

- **Au lycée** : dans le prolongement du cycle 4, il s'agit de renforcer la maîtrise de connaissances scientifiques et de modes de raisonnement propres aux sciences qui permettent **de construire une véritable démarche cohérente et argumentée** tout en construisant une posture scientifique et critique.

Exemple Seconde : Interpréter des résultats afin de montrer que la région PACA est un foyer de biodiversité de la France métropolitaine qu'il convient de protéger.

Exemple Première : Interpréter des résultats afin de montrer le support moléculaire de la spécificité antigène/anticorps.

Exemple Terminale : Interpréter des résultats afin de valider la théorie de l'origine endosymbiotique des chloroplastes chez les eucaryotes.

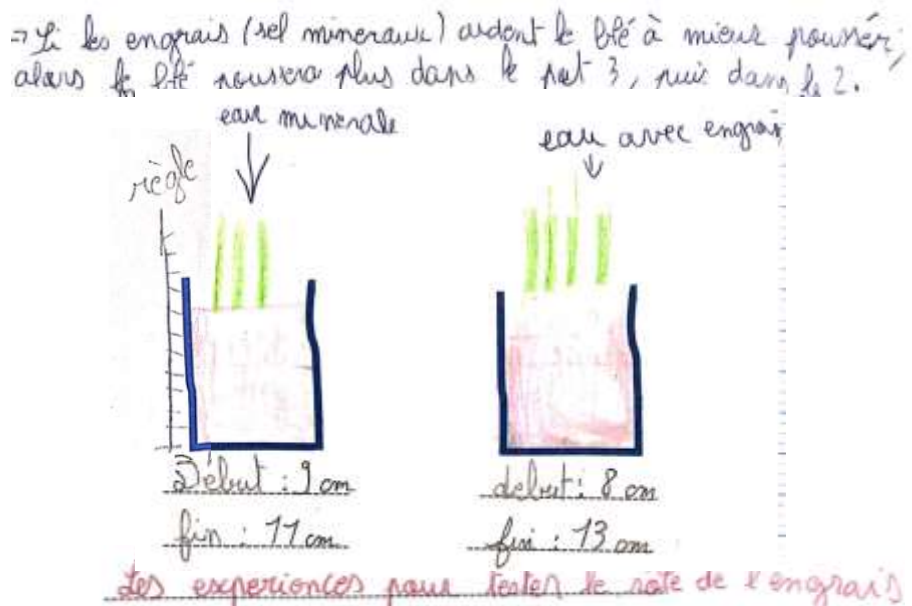
Les situations d'apprentissage suivantes permettent d'illustrer cette construction progressive de la compétence **« interpréter des résultats et en tirer des conclusions »** :

Compétence : interpréter (un) des résultats et en tirer (une) des conclusions

Cycle 3

Afin de montrer comment un engrais influence la croissance du blé, les élèves ont conçu un protocole expérimental qu'ils ont mis en œuvre. Les résultats obtenus sont exploités à la séance suivante.

Extrait d'une production d'élève :



Réponse attendue en lien avec la compétence "Interpréter un résultat et tirer une conclusion" :

En fin de cycle 3 (classe de 6ème), on peut attendre une réponse du type « la plante a grandi de 2 cm sans engrais et de 5 cm avec engrais ; j'en déduis que la plante a plus grandi avec de l'eau enrichi en engrais. Je peux en conclure que l'engrais mis par l'agriculteur est bénéfique pour la croissance de la plante. »

Cette réponse complète attendue montre que l'élève a :

- **identifié les résultats utiles** : il les a décrits dans différentes conditions expérimentales (avec ou sans engrais) en appui sur des observations (forme, couleur...), des mesures utiles (masse, volume, taille...),
- **interprété les résultats** : en comparant les mesures obtenues dans différentes conditions expérimentales, il en a déduit une information en appui sur d'autres observations ou un savoir établi,
- **tiré une conclusion** : il a relié son interprétation à la question de départ (qui avait amené à réaliser cette expérience) pour y répondre

Réponse de l'élève :

⇒ résultat : le pot avec engrais a mieux poussé
 conclusion : l'engrais aide à la croissance, mais il ne faut pas en mettre trop.

Ici l'élève a bien suivi le processus intellectuel souhaité : il a comparé les résultats de taille des plants de blé avec ou sans engrais pour déterminer la situation la plus favorable à la croissance. Il a même été au-delà en interrogeant le domaine de validité de ce résultat puisqu'il précise qu'une dose seuil d'engrais pouvait être néfaste à la croissance (compétence liée à l'exercice de son esprit critique).

Ainsi, la réponse de cet élève bien que moins précise (pas de mesures citées, vocabulaire approximatif) et moins structurée que la réponse type attendue, est satisfaisante.

Comment travailler cette compétence en progressivité dans l'année ?

L'objectif est de faire prendre conscience aux élèves des divers éléments qu'ils mobilisent pour construire leur raisonnement. Ce travail est mené par l'enseignant de manière formative, il circule dans la classe et interroge les élèves pour accompagner leur prise de conscience de ces "étapes" de raisonnement.

Point de vigilance : Il n'est pas question de découper la compétence en une série d'étapes procédurales qui pourraient être rédigées sous la forme d'une fiche méthode. Il s'agit bien là, d'accompagner progressivement la construction/consolidation de cette compétence.

Ainsi, le travail rédigé ci-dessous correspond à une **proposition de modélisation de l'accompagnement de l'enseignant tout au long de l'année**. Il peut être par exemple intéressant de donner la consigne unique aux élèves MAIS le travail préalable d'explicitation de la consigne et des attendus consistera notamment à décortiquer/découper cette consigne unique :

1^{er} temps (exemple précédent) : Identifier si le processus intellectuel suivi est juste - On n'attend pas ici de structuration de la réponse ; « donner » et « interpréter » sont mêlés

- dans l'exemple proposé, la mesure est faite puis notée avant et après, et le résultat rédigé est du type « la plante ayant reçu l'engrais a plus grandi que la plante n'en ayant pas reçu. »
- amener les élèves à utiliser le résultat pour répondre à la question posée.

2^{ème} temps : Amener les élèves dont le processus intellectuel est juste à identifier « donner » et « interpréter » afin de structurer leur réponse en précisant ce qu'il faut faire pour avoir les résultats et ce qu'on en tire. *Proposition de consignes à établir avec les élèves :*

1. *Donner la taille de la plante au début et à la fin de l'expérience pour chaque pot.*
2. *Dire alors quel pot a le mieux poussé.*
3. *Répondre à la question de départ.*

3^{ème} temps : Pour les élèves capables de distinguer "donner" et "interpréter" à partir de la formulation d'une consigne unique du type : "A partir des résultats et de leur interprétation, répondre à la question de départ" - Interroger la qualité de la structuration, la précision et la complétude de la réponse, par exemple en comparant plusieurs réponses.

L'intégralité de cette activité se trouve sur le site en suivant le lien suivant : https://www.pedagogie.ac-aix-marseille.fr/upload/docs/application/pdf/2022-03/activite_resultat_cycle_3_site.pdf

Cycle 4

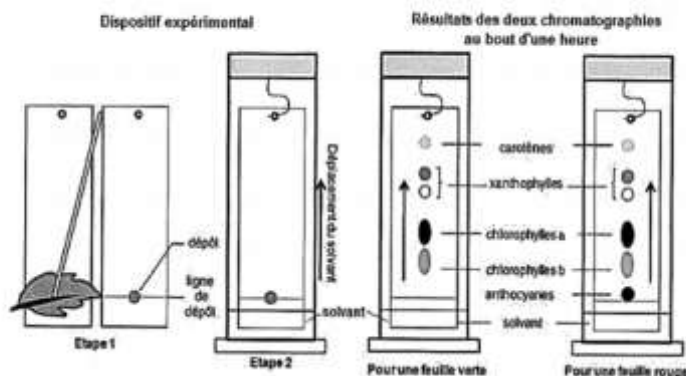
Cet exemple s'inspire d'une question du brevet de collège évaluant la compétence « **interpréter des résultats et en tirer des conclusions** ».

Dans la nature, au printemps, on peut observer des plantes à feuilles vertes, des plantes à feuilles rouges, des plantes à feuilles panachées, c'est-à-dire vertes et blanches, rouges et blanches...

Pour réaliser la photosynthèse, les plantes à feuilles vertes captent l'énergie lumineuse grâce à des pigments photosynthétiques présents dans les feuilles. Parmi eux, les chlorophylles sont responsables de la couleur verte des feuilles de ces plantes.

On cherche à montrer que les feuilles rouges sont capables d'effectuer la photosynthèse.

On réalise deux chromatographies : un pour une feuille verte et l'autre pour une feuille rouge.



Dans cet exemple, qui peut être enseigné en début de cycle 4, les résultats à prendre en compte, dans un document unique sont en nombre limité. Le processus intellectuel à suivre est comparable à celui construit en cycle 3.

En effet, on attend de l'élève qu'il soit capable de montrer que la capacité d'une feuille à effectuer la photosynthèse dépend de la présence de pigments chlorophylliens. Pour cela, il doit comparer la composition en pigments des feuilles rouges et vertes pour établir la correspondance". Puis s'appuyer sur le savoir établi du lien entre pigments et photosynthèse. Pour en conclure que les feuilles rouges sont capables comme les feuilles vertes d'effectuer la photosynthèse.

En cours d'apprentissage, cette compétence sera consolidée avec un accompagnement de l'enseignant (voir exemple cycle 3). Ce travail de mise en réflexion des élèves sur les attentes peut être complété par une co-construction de critères d'évaluation de la compétence :

Maîtrise insuffisante	Maîtrise fragile	Maîtrise satisfaisante	Très bonne maîtrise
Pas de réponse ou réponse incohérente.	Réponse peu cohérente ou très incomplète	Réponse cohérente mais incomplète	Réponse cohérente et complète

La co-construction peut prendre diverses formes et permettra de mettre du sens :

- **réponse cohérente** : présente un raisonnement structuré (la photosynthèse dans les feuilles vertes est permise par les pigments => les feuilles rouges possèdent-elles les mêmes pigments => si oui, elles sont également capables de photosynthèse) + répond au problème en appui sur les résultats utiles (présence des pigments).
- **réponse complète** : présente de manière précise les résultats (nom des pigments dans les 2 types de feuilles).

Si nous plaçons cette situation en fin de cycle 4, on peut modifier la consigne :

On cherche à comprendre l'origine de la couleur rouge des feuilles et son rôle dans la photosynthèse.

Bien que les résultats à traiter soient les mêmes, **on complexifie la situation d'apprentissage avec une interprétation qui nécessite 2 mises en relations qui restent cependant indépendantes :**

- lien pigments et photosynthèse (idem exemple début de cycle),
- lien anthocyane et couleur rouge.

Seconde

Territoires protégés ou labellisés dans la région PACA :

Territoires protégés et/ou labellisés	en région PACA		en France métropolitaine	
	Nombre	% du territoire	Nombre	% du territoire
Parcs nationaux	4*	14%	11	2,30%
Réserves nationales	12	0,96%	161	0,45%
Parcs naturels régionaux	7	18%	51	12,50%

*Calanques

(Bouches-du-Rhône), Port-Cros (Var), Ecrins (Hautes-Alpes/Isère), Mercantour (Alpes Maritimes/Alpes de Haute-Provence)

Ce document permet de soulever le problème du nombre élevé de territoires protégés en région PACA par rapport au reste du territoire.

On cherche à montrer que la région PACA est un foyer de biodiversité de la France métropolitaine qu'il convient de protéger.

Résultats obtenus par les élèves :

Les résultats suivants ont été obtenus par le calcul de pourcentages provenant d'une base de données sur la France métropolitaine.

	C1	C2	C3	C4	C5
	% d'espèces françaises rencontrées en région PACA	% d'espèces menacées en France	% d'espèces menacées en région PACA	% d'espèces menacées en France rencontrées en région PACA	Superficie de la région PACA par rapport à la France métropolitaine (en %)
Plantes à fleur	78 %	8 %	4 %	38 %	5,7
Mammifères	69 %	8 %	7 %	63 %	
Oiseaux	86 %	27 %	27 %	86 %	
Reptiles	71 %	18 %	18 %	71 %	
Amphibiens	50 %	18 %	21 %	57 %	
Insectes	50 %				

Interprétation des résultats et conclusions

Dans cet exemple, les résultats à prendre en compte, dans un document unique (tableau) sont en grand nombre. Le processus intellectuel à suivre est comparable à celui construit au collège mais se complexifie avec ici la construction de 2 grandes idées complémentaires :

1. **une grande biodiversité à protéger** : prendre en compte le % élevé d'espèces françaises rencontrées en région PACA en relation paradoxale avec la faible superficie de cette région (comparaison des colonnes C1 et C5).
2. **protéger la biodiversité afin de sauvegarder les espèces menacées**: prendre en compte le % d'espèces menacées en France rencontrées en région PACA (colonne C4)

Pour aller plus loin (non exigible en classe de 2de) à la faveur d'une pédagogie différenciée : comparaison des colonnes C2 et C3 et prise en compte des données de C4 afin de montrer que les espèces ne sont pas plus menacées en région PACA qu'au niveau national, d'où la grande biodiversité des espèces en région PACA.

Première (enseignement de spécialité)

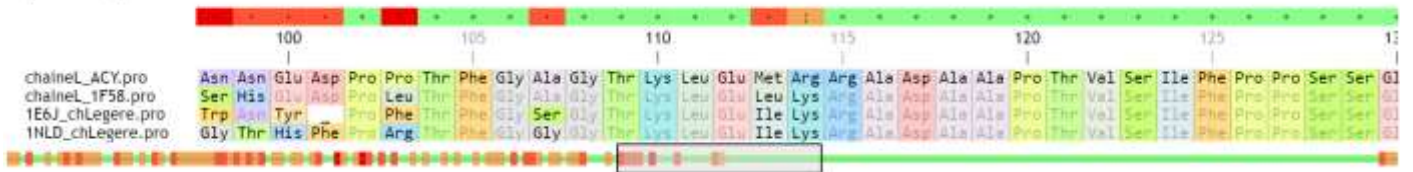
On cherche à montrer le support moléculaire de la spécificité antigène/anticorps.

Résultats obtenus par les élèves et documents ressources :

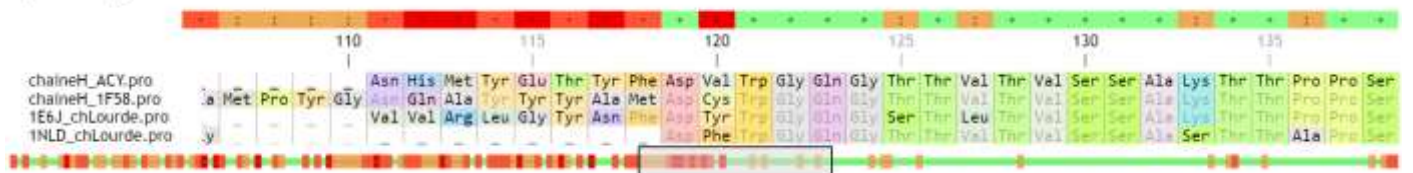
Capture d'écran réalisées avec Géniegen2 :

→ comparaison des séquences des chaînes polypeptidiques de 4 anticorps différents d'un individu

Séquences alignées :

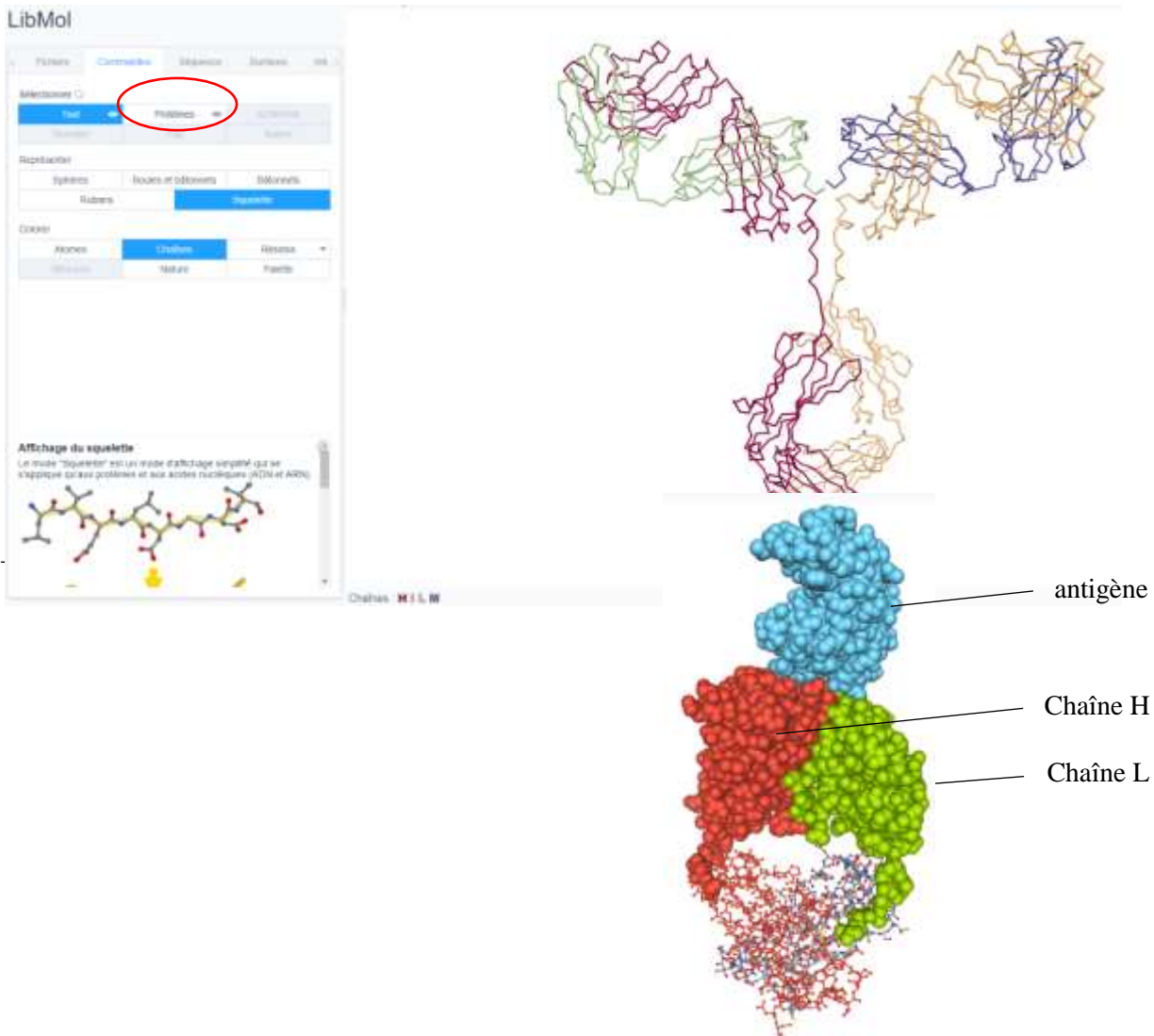


Séquences alignées :



Captures d'écran réalisées avec LibMol :

→ structure d'un anticorps



Dans cet exemple, les résultats à traiter sont de natures différentes dans un document composite. L'élève doit prendre en compte :

- **de la dimension spatiale** (représentation tridimensionnelle de la protéine) à appréhender grâce au logiciel de modélisation moléculaire ;
- **des structures protéiques à relier fonctionnellement** (structures primaire et quaternaire des protéines).

Afin d'accompagner les élèves en cours d'apprentissage afin de consolider la compétence "interpréter des résultats et tirer des conclusions", il peut-être pertinent de fournir des **éléments de réponses organisés selon les "étapes" du raisonnement** attendues (voir cycle 3 : identifier les résultats utiles - interpréter les résultats - tirer une conclusion) **afin de soutenir un travail d'auto-évaluation des élèves :**

Exploiter l'ensemble des résultats	<ul style="list-style-type: none">- les anticorps sont des protéines formées de 4 chaînes identiques deux à deux (2 chaînes lourdes et deux chaînes légères).- les anticorps présentent au niveau de leur séquence polypeptidique une partie variable.- un antigène se fixe sur un anticorps au niveau des segments formés par l'association des régions variables d'une chaîne lourde et d'une chaîne légère.
Intégrer des notions (issues des ressources, de la mise en situation ou d'un apport du candidat)	<ul style="list-style-type: none">- l'antigène est reconnu par l'anticorps, car celui-ci présente une séquence particulière au niveau de ses chaînes lourde et légère, ce qui lui confère une forme adaptée (structure tridimensionnelle complémentaire).
Construire une réponse au problème posé explicative et cohérente intégrant les résultats	<ul style="list-style-type: none">- la spécificité de reconnaissance antigène/anticorps résulte d'une variabilité des séquences des anticorps.

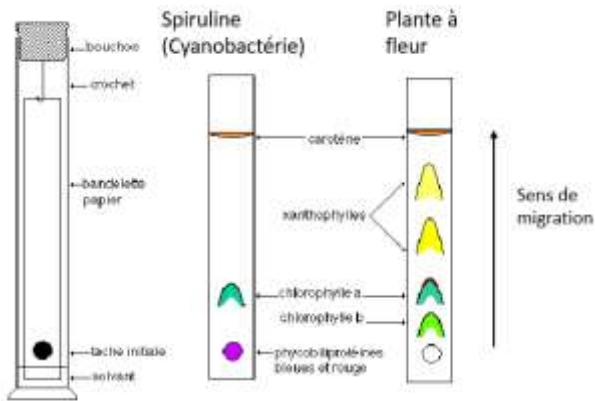
***Point de vigilance :** Il n'est pas question de systématiser ce type d'outil d'auto-correction ; en effet la pensée linéaire, ordonnée et procédurale pourrait empêcher la construction d'autres types de raisonnement laissant davantage de place au développement de l'esprit critique.*

Terminale (enseignement de spécialité)

On recherche à argumenter l'origine endosymbiotique des chloroplastes chez les eucaryotes, proposée par la théorie de L. Margulis. Pour cela on souhaite vérifier que les chloroplastes sont issus de la phagocytose de cyanobactéries par des cellules eucaryotes en cherchant des points communs par comparaison des cyanobactéries et des chloroplastes.

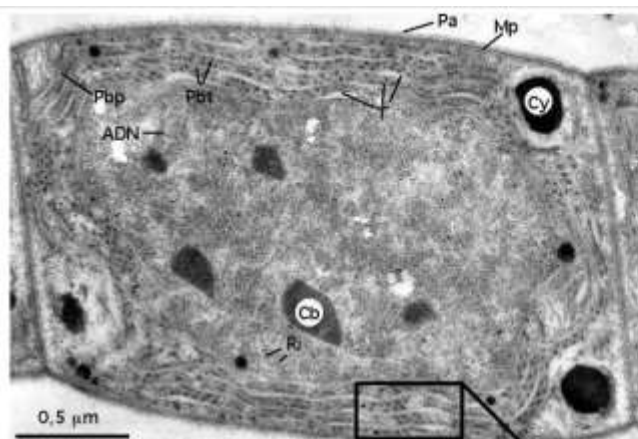
Résultats obtenus par les élèves et documents ressources :

- chromatogrammes



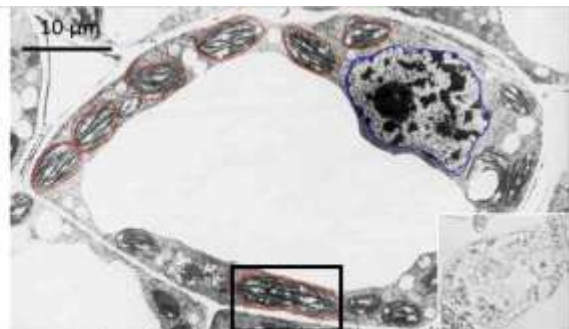
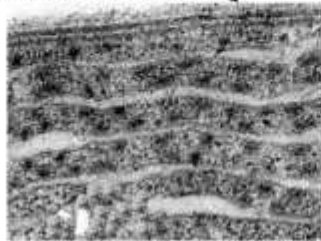
Comparaison des chromatogrammes de la spiruline et d'une solution de chloroplastes d'une plante à fleur.

- documents ressources

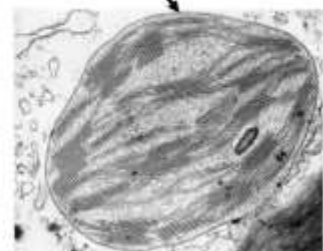


Photographie d'une observation microscopique d'une Cyanobactérie filamenteuse, *Oscillatoria splendida*

Les thylacoïdes isolés (T) sont situés à la périphérie de la cellule et portent des phycobilisomes de forme arrondie (Pbt en coupe transversale) ou en bâtonnets (Pbp, en vue de profil). Mp, membrane plasmique ; Pa, paroi. Le cytoplasme contient des ribosomes (Ri) et des filaments d'ADN formant un chromosome circulaire mal discernable à ce grossissement.



Photographie d'une observation microscopique d'une cellule photosynthétique d'un eucaryote végétal.



Espèce	Taille du génome	Organisation du génome
Cyanobactérie	3753 Kb	Chromosome unique circulaire (3168 gènes)
Cellule d'algue verte <i>Chlorella vulgaris</i>	Noyau : 38,8 Mb Chloroplaste : 151 Kb	Noyau : 16 chromosomes (10 000 gènes) Chloroplaste : 1 chromosome circulaire (111 gènes)
Cellule de maïs <i>Zea Mays</i>	Noyau : 2500 Mb Chloroplaste : 140 Kb	Noyau : 10 chromosomes (entre 50 000 et 60 000 gènes) Chloroplaste : 1 chromosome circulaire (132 gènes)
Cellule d' <i>Arabidopsis thaliana</i>	Noyau : 125 Mb Chloroplaste : 157 Kb	Noyau : 5 chromosomes (25 500 gènes) Chloroplaste : 1 chromosome circulaire (136 gènes)

A nouveau, dans cet exemple, les résultats à prendre en compte sont de natures différentes et très nombreux dans un document composite.

On attend des élèves, un traitement intégré de l'ensemble des résultats avec la mise en relation de nombreuses informations issues à la fois des études documentaires et des résultats expérimentaux afin d'établir des comparaisons utiles pour valider la théorie endosymbiotique. Ces comparaisons entre les chloroplastes des cellules végétales et les cyanobactéries se font à plusieurs échelles :

- structural (thylakoides)
- fonctionnel (pigments)
- génétique

On peut envisager une évaluation de la maîtrise de la compétence en appui sur les grilles d'évaluation proposer pour la correction de l'exercice de type 2 du baccalauréat qui prend en compte 3 curseurs indépendants :

On est ici à l'échelle de l'organisation de l'exposé : la démarche personnelle a-t-elle une logique apparente ? Le problème posé est-il pris en compte tout au long de la démarche ? La démarche n'omet-elle pas la prise en compte d'éléments importants pour répondre en totalité au problème posé ? Une réponse conclusive est-elle apportée au problème posé ? La rédaction est-elle de qualité (expression claire, vocabulaire scientifique rigoureux, illustrations éventuelles, etc.) ? Une démarche est considérée comme cohérente si elle est logique et qu'elle permet de répondre au problème posé.

Démarche de résolution personnelle		
2	1	0
Construction d'une démarche cohérente bien adaptée au sujet	Construction insuffisamment cohérente de la démarche	Absence de démarche ou démarche incohérente

On est ici à l'échelle des informations : quelles sont les informations identifiées comme étant en lien avec le problème posé (sélection) ? Leur analyse est-elle précise (quantification, conditions d'obtention des données, identification du témoin, prise en compte des barres d'erreurs, ...) ? Quelles sont les connaissances mobilisées (de façon explicite ou implicite) ? Sont-elles en lien avec le problème posé (choix pertinent) ? Sont-elles exactes ?

Les informations extraites des documents sont utiles à la résolution du problème, elles sont complètes. Le candidat a su trier les informations utiles. Les connaissances mobilisées sont celles utiles à la résolution du problème.

Analyse des documents et mobilisation des connaissances ⁴ , dans le cadre du problème scientifique posé			
3	2	1	0
Informations issues des documents pertinentes, rigoureuses et complètes et connaissances mobilisées pertinentes et complètes pour interpréter	Informations issues des documents incomplètes ou peu rigoureuses et connaissances à mobiliser insuffisantes pour interpréter	Seuls quelques éléments <i>pertinents</i> issus des documents et/ou des connaissances	Absence ou très mauvaise qualité de traitement des éléments prélevés

⁴ Les connaissances ne sont pas obligatoirement des connaissances exprimées littéralement destinées à compléter l'étude des documents ; ce peut être par exemple des connaissances qui ont été nécessaires pour analyser et/ou interpréter un document.

On est ici à l'échelle des mises en relation : comment les informations et les connaissances sont-elles exploitées pour répondre au problème posé ? Des interprétations pertinentes sont-elles proposées ? Des critiques sont-elles formulées ? Les relations de causes à effets ou les corrélations attendues sont-elles identifiées ?

Les mises en relations opérées permettent de résoudre le problème. Il peut s'agir d'une mise en relation d'informations d'un document avec une ou des connaissances, d'une mise en relations entre des informations de différents documents, d'informations de différents documents et de connaissances, etc.

Exploitation (mise en relation/cohérence) des informations prélevées et des connaissances au service de la résolution du problème			
3	2	1	0
Argumentation complète et pertinente pour répondre au problème posé	Argumentation incomplète ou peu rigoureuse		Argumentation absente et/ou réponse explicative absente ou incohérente
Réponse explicative, cohérente et complète au problème scientifique	Réponse explicative cohérente avec le problème posé	Absence de réponse ou réponse non cohérente avec le problème posé	