

RAPPORT DE L'ÉPREUVE ORALE DE BIOLOGIE – BIOGÉOSCIENCES

STATISTIQUES DE L'ÉPREUVE

Moyenne	Écart type	Note la plus basse	Note la plus haute
11,029	4,064	2,0	20

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : liste des sujets de synthèse proposés en 2024
- Annexe 2 : liste de quelques figures à utiliser dans le cadre d'une argumentation en 2024
- Annexe 3 : deux exemples de sujets complets posés en 2024 (synthèse, figure et étude documentaire)
- Annexe 4 : liste des compétences évaluées en 2024

LOCALISATION ET MODALITÉS PRATIQUES DE L'ÉPREUVE

La localisation des oraux de biologie et biogéosciences était la même qu'en 2023 : au sein du campus d'AgroParisTech, à Palaiseau. Ce site était accessible via le RER B puis vingt minutes de marche (arrêt Lozère ou Le Guichet) ou en prenant un bus depuis la gare de Massy.

Le jury conseille de prévoir, lorsque c'est possible, une marge confortable pour éviter d'éventuels retards dans les transports en commun. En cas de retard pour son oral, il est important de téléphoner au service des concours pour permettre au jury de l'épreuve orale de mettre en œuvre des aménagements (par exemple, passage sur un créneau légèrement retardé). Ceux-ci ont été rendus possibles par le faible nombre de retards des candidats et candidates.

Les salles d'interrogation étaient équipées de tableaux blancs, de feutres de 6 couleurs différentes, d'une brosse, d'un chronomètre, d'un formulaire de biochimie, ainsi que d'aimants. Les candidats pouvaient, s'ils le souhaitaient, amener une bouteille d'eau. Les bouchons d'oreilles et les montres n'étaient pas autorisés. Sauf horaires particuliers, un candidat ou une candidate préparait pendant l'interrogation du candidat ou de la candidate précédente.

L'accueil des candidats et candidates, ainsi que des visiteurs et visiteuses, était réalisé par les appariteurs. Une présentation du déroulé de l'épreuve était alors réalisée avant que ces derniers ne soient dirigés vers une salle d'interrogation.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'ÉPREUVE

Deux associations de sujets sont fournies sous forme de pochettes plastiques A4 : au recto, un sujet de synthèse et une figure à intégrer à la synthèse ; et au verso, une étude documentaire. Le candidat ou la candidate choisit une association (c'est-à-dire une pochette).

Le déroulé de l'épreuve orale de biologie et biogéosciences est la suivante :

- préparation (30 minutes) correspondant à la préparation du tableau et à une lecture rapide des documents ;
- exposé oral (8 minutes maximum) d'une synthèse, avec utilisation d'une figure fournie dans le cadre d'une démarche argumentative ;
- questions relatives à la synthèse ;
- étude des documents lors d'un échange assis à une table.

Les sujets proposés (sujets de synthèses, figures à inclure dans le cadre d'une argumentation et études documentaires) couvraient de façon équilibrée l'ensemble des programmes de biologie (SV) et biogéosciences (BG) du programme de BCPST. Une part non négligeable des sujets est renouvelée chaque session. La liste intégrale des sujets de synthèse est à retrouver en annexe 1. L'annexe 2 correspond à une liste, non exhaustive, des figures à inclure dans le cadre d'une argumentation pendant la synthèse.

Le jury note que les sujets relatifs aux biogéosciences, et dans une moindre mesure ceux relatifs au programme de BCPST 2 (sauf SV-G et SV-I), ont été moins choisis. Ceci peut donner l'impression d'un manque de représentativité de la banque de sujets aux préparateurs et préparatrices.

L'étude documentaire portait, au moins en partie, sur une thématique correspondant à la même partie du programme que le sujet de la synthèse. Par exemple, une synthèse portant principalement sur l'autotrophie au carbone (SV-E-1) pouvait être associée à des documents d'enzymologie (SV-E-3).

Le jury conseille aux candidates et candidats de choisir leur sujet rapidement, en se basant sur le sujet de synthèse, mais aussi sur la thématique (et les techniques) abordées dans l'étude documentaire.

Les candidates et candidats étaient bien préparés dans leur grande majorité. Le jury tient donc à les féliciter, ainsi qu'à souligner la qualité de leur formation en BCPST.

Le jury rappelle qu'aucune mention du lycée d'origine (sweat, tee-shirt, gourdes, etc.), ainsi que d'autres concours présentés (convocation aux épreuves orales des ENS, etc.) ne doivent être visibles.

REMARQUES GÉNÉRALES

Le jury tire un bilan plutôt positif de l'épreuve, qui a montré :

- le sens de l'épreuve dans l'optique de recrutements de futurs ingénieurs ou vétérinaires ;
- sa complémentarité vis à vis des compétences évaluées lors des épreuves écrites et pratiques ;
- un effet significatif sur le classement des candidates et candidats fondé sur leur maîtrise des notions scientifiques, leur capacité à faire du lien entre les concepts de la biologie et des biogéosciences, leurs capacités à raisonner, à faire preuve de recul, et de leurs aptitudes à communiquer à l'oral et graphiquement.

Certains points du fonctionnement général de l'épreuve semblent être moins bien connus ; le jury aimerait attirer l'attention des futurs candidats et candidates sur ces derniers :

- Le temps de **préparation** doit être géré efficacement pour structurer la synthèse, préparer des schémas au tableau, préparer l'utilisation de la figure au sein d'une démarche argumentative et pour lire rapidement l'étude documentaire. Les candidats et candidates ayant négligé l'un de ces aspects sont souvent ensuite en difficulté.
- L'exposé de synthèse est **interrompu** après exactement 8 minutes.
- La figure doit être incluse dans le cadre d'une **démarche argumentative** et pas simplement comme illustration ou pas *a posteriori* d'une explication où la démonstration n'est en réalité pas menée.
- L'examineur ou l'examinatrice **cherche à valoriser** les connaissances et compétences des candidats et candidates. Par exemple, l'interruption d'une réponse est dans l'intérêt du candidat ou de la candidate (question non comprise, réponse d'ores et déjà satisfaisante, etc.). De même, des questions sur des points abordés lors de l'exposé peuvent permettre de distinguer lapsus et erreurs, et de vérifier que la place des exemples et les notions présentées sont comprises et non simplement récitées.
- L'examineur ou l'examinatrice **n'indique pas si la réponse donnée est fausse ou juste**, pour éviter de déstabiliser le candidat ou la candidate.
- Il est nécessaire d'attendre la fin de la question posée par le jury, afin de proposer une réponse pertinente. Les réponses doivent être précises et synthétiques, ce qui permet de répondre à un plus grand nombre de questions. Les candidats et candidates ne doivent pas hésiter à demander, si besoin, une reformulation de la question. Si le candidat ou la candidate n'a pas la réponse à une question, il est préférable de l'indiquer clairement (et de ne pas chercher à faire des diversions).
- Lors de l'étude documentaire, le principe et l'objectif de **techniques expérimentales** au programme sont quasi systématiquement questionnés. Leur maîtrise est donc indispensable. Des questions en lien avec des connaissances sont possibles ; elles permettent de guider ou tester le recul du candidat ou de la candidate.

Jusqu'à deux visiteurs pouvaient assister à chaque oral :

- Il s'agissait d'étudiants et étudiantes de 1^{re} année de BCPST, ainsi que des enseignants de BCPST et TB. Le jury encourage d'ailleurs les étudiants et étudiantes qui le peuvent à venir assister à des oraux. Concernant les enseignants, le jury a eu plaisir à accueillir des collègues dans un esprit de transparence ; il espère ainsi renforcer la confiance des préparateurs et préparatrices des sciences de la vie et de la Terre dans l'épreuve.
- Chaque visiteur ne pouvait assister qu'à deux oraux de biologie et biogéosciences.
- Le jury rappelle à toutes fins utiles, comme les années précédentes que :
 - Les consignes relatives aux candidats et candidates s'appliquent aux spectateurs (tenue vestimentaire correcte, absence d'appareil électronique, etc.).
 - Les spectateurs doivent être parfaitement silencieux et garder une expression neutre tout au long de l'épreuve. Ils ne doivent pas tenter de communiquer entre eux ou avec le candidat ou la candidate (voix, geste, etc.). Ils ne peuvent pas prendre de notes ni procéder à des enregistrements.
 - Si un spectateur connaît le candidat ou la candidate, il ou elle doit le signaler immédiatement à l'examineur ou l'examinatrice qui procédera alors à une permutation de salle.

Le jury et les appariteurs ont apprécié la diminution des comportements inappropriés de spectateurs et spectatrices par rapport à la session 2023.

PREMIÈRE PARTIE DE L'ÉPREUVE : SYNTHÈSE

Une banque de 235 sujets de synthèse a été utilisée (Annexe 1). Chaque intitulé de sujet est couplé à une figure à intégrer, choisie parmi une banque de 136 figures (Annexe 2). Souvent, une même figure a été utilisée pour plusieurs intitulés de synthèses.

Structuration de l'exposé oral

L'exposé doit être structuré, et **cette structuration doit figurer explicitement au tableau**, par exemple sous forme de plan explicite ou encore de carte heuristique. Ceci permet d'avoir un véritable fil conducteur mettant en valeur l'organisation des notions choisies pour répondre au mieux à la problématique soulevée.

Le jury a constaté que :

- *La quasi-totalité des candidats et candidates structure clairement leur exposé, ce qui montre leur bonne préparation.*
- *La structuration des idées doit correspondre au sujet. Il est conseillé de reprendre les termes du sujet et de bien délimiter ce dernier (définitions et limites du sujet ; cf. ci-après).*
- *Les plans explicites aboutissent généralement à une meilleure hiérarchisation et organisation des idées que les cartes mentales.*
- *Les sous-parties (I. A. ; I. B. ; etc.) ne sont pas indispensables dans les plans. Elles ont néanmoins amélioré l'organisation des idées, lorsque les titres étaient clairement formulés, et donc la qualité de l'exposé de synthèse lorsque l'obtention de ces plans plus précis n'a pas été trop chronophage.*
- *Les synthèses mal ou peu structurées aboutissent systématiquement à des traitements partiels du sujet, du hors-sujet, de nombreuses redondances, et/ou des difficultés d'expression orale.*

La préparation rigoureuse de l'introduction est nécessaire pour parvenir à un exposé structuré et pertinent. Les **termes du sujet doivent être définis** précisément et rigoureusement. Ces définitions amènent à une **problématique** en adéquation avec le sujet, la plus complète possible, formulée clairement et explicitement. Il est vivement conseillé d'inscrire la problématique au tableau. Enfin, il est parfois pertinent d'indiquer explicitement les limites choisies pour le sujet, ce qui permet de justifier la démarche adoptée.

Le jury a constaté que :

- *La majorité des candidats ne définissent pas les termes du sujet de façon satisfaisante : une proportion non négligeable d'entre eux ne donne pas de définition en introduction, et s'il y a des définitions elles sont fausses ou très partielles. Cette lacune méthodologique est très pénalisante, (i) puisqu'elle aboutit à des synthèses incomplètes ou hors sujet, et mal structurées ; et (ii) puisqu'elle génère des réponses confuses lors de la phase de questions. Ce problème semble avoir deux origines : les définitions de base sont souvent mal connues, et dans certains cas une accroche longue semble être préférée (à tort !) à l'énoncé des définitions.*

Voici quelques exemples de termes qui sont rarement définis correctement : ARN, ADN, ose, polyside, protéine, macromolécule, séquence, membrane, paroi, M.E.C., tissu, enzyme, production, productivité, végétaux, organite, cellule, régulation et adaptation (en physiologie), gène, compétition, dérive, etc.

Néanmoins, quelques notions classiques sont souvent bien définies : autotrophie et hétérotrophie, eucaryote, gamète, symbiose, sol, etc.

- *La quasi-totalité des candidats et candidates énonce une problématique, et cette dernière est souvent rédigée au tableau : c'est positif. En revanche, celles-ci sont trop souvent restrictives, et le jury encourage les candidats et candidates à essayer d'interroger de façon plus complète les sujets.*
- *Une problématique claire, quitte à ce qu'elle soit formulée sous forme d'une ou deux questions simples, est préférable à une problématique d'apparence complexe, mais vide de sens.*

Le traitement du sujet, quel qu'il soit, doit permettre **d'aborder la majorité des notions** nécessaires pour répondre au sujet, grâce à une problématique relativement exhaustive (cf. ci-avant). Le jury souligne qu'il est important de baser sa réflexion en s'appuyant sur une **diversité d'exemples et d'organismes** étudiés au cours des deux années de BCPST.

Un **traitement transversal** est vivement conseillé. En particulier dans les sujets dont la formulation est du type « ___ et ___ » ou les sujets de comparaison, qui invitent le candidat à réfléchir aux liens entre les deux concepts et non pas à les isoler séparément. De manière générale, un traitement transversal permet aussi d'éviter des approches constituant des catalogues d'exemples. Par exemple, il faut éviter une première partie consacrée aux métazoaires et une seconde aux végétaux dans un sujet relatif aux adaptations à un milieu de vie.

L'utilisation de notions ou d'exemples **hors programme est vivement déconseillée** par le jury : les notions relevant du hors programme ne sont pas valorisées et les exemples hors programme présentés doivent être maîtrisés et ne se substituent pas, lors de la phase de questions, aux exemples explicitement au programme.

Le jury a constaté que :

- *Trop de candidats et candidates utilisent un nombre restreint de notions et d'exemples pour répondre à certains sujets. C'était en particulier le cas lorsque l'intitulé d'un sujet était proche de celui d'une partie du programme : par exemple, la majorité des sujets relatifs à « la communication intercellulaire » n'ont été traités qu'avec des exemples relatifs aux Métazoaires, et souvent limités aux communications nerveuses et hormonales.*
- *La très grande majorité des exposés de synthèse comportait des exemples permettant d'illustrer les notions abordées, ce qui est positif. En revanche, ces exemples étaient parfois connus et présentés de façon trop superficielle, ou, au contraire, ont été présentés avec beaucoup de précision, mais se sont en fait révélés être non compris.*
- *L'utilisation de notions hors programme est systématiquement handicapante. Concernant les exemples hors programme, ils ne sont quasiment jamais maîtrisés (voie de transduction de l'insuline, le rôle du PIP2 dans certaines voies de transduction, etc.). Par ailleurs, un nombre non négligeable d'étudiants et étudiantes a abordé des notions hors programme, dont la présentation et l'apprentissage sont inutilement chronophages (systèmes de réparation de l'ADN, etc.).*

Une conclusion est attendue à l'issue de l'exposé ; elle constitue une **réponse explicite à la problématique** soulevée. La conclusion peut être relativement succincte, sans toutefois se limiter à un rappel du plan. Le jury indique à nouveau cette année qu'aucune ouverture n'est attendue.

Le jury a constaté que :

- *de moins en moins de candidats et candidates choisissent de faire durer artificiellement longtemps leur conclusion lorsque leur exposé est trop court, ce qui est le bon choix ;*
- *de plus en plus de candidats et candidates font l'effort de formuler une véritable réponse à la question ou aux questions formulées en problématique, même s'ils sont encore minoritaires ;*
- *une proportion non négligeable de conclusions comporte des ouvertures, qui sont maladroites et trop chronophages.*

Argumentation, notamment à partir de la figure à intégrer

Chaque sujet est associé à une figure à intégrer à l'exposé dans le cadre d'une démarche argumentative.

L'argumentation attendue par les candidats et candidates correspond à l'adoption explicite d'une démarche démonstrative, partant d'**observations claires** et menant à une ou plusieurs **déductions** (ou éventuellement hypothèses) utiles au traitement du sujet. Cette démarche nécessite en outre d'être positionnée avec pertinence au sein de l'exposé, et en particulier avant que les notions démontrées ne soient expliquées.

La figure fournie a été **pensée comme une aide**, permettant aux candidats et candidates de plus facilement valoriser leur **capacité à argumenter**. Il s'agit donc de figures simples, similaires à celles présentes dans les cours des étudiants et étudiantes, et proches du programme. Par exemple, beaucoup d'entre elles sont tirées de manuels de l'enseignement secondaire. Il s'agit notamment d'expériences historiques, d'observations microscopiques légendées, de mises en évidence expérimentales simples (dont le titre permet une compréhension très facile), d'exemples précis de données difficiles à mémoriser (données chiffrées de dynamiques de populations, etc.).

Cette année, des aimants étaient disponibles pour fixer la figure au tableau. Il pouvait aussi être pertinent de venir présenter la figure au bureau de l'examineur ou de l'examinatrice, ou de la reproduire au tableau (en indiquant explicitement qu'il s'agissait de la figure).

Le jury a constaté :

- *une amélioration de l'utilisation de la figure par rapport à la session précédente. Ceci peut, peut-être, s'expliquer par la formation des étudiants et étudiantes au nouveau format de l'épreuve pendant les deux années de classe préparatoire.*

- *que la figure est trop souvent utilisée dans le cadre de « démarches inversées » où après avoir détaillé une notion à l'aide des connaissances elle est introduite (« c'est d'ailleurs ce qu'on constate dans la figure ») et/ou simplement utilisée de façon illustrative (« on voit bien que »).*

- *que la présentation de la figure est perfectible : il est indispensable d'en extraire des éléments démonstratifs. Les candidats et candidates ayant fait le choix de venir présenter la figure au bureau de l'examineur réussissent mieux ce point, grâce à la plus grande facilité à montrer les éléments extraits et leurs mises en relation. La reproduction de la figure peut être pertinente dans certaines situations, mais il faut être attentif au temps alors investi et la pertinence de le faire vis-à-vis des interprétations à conduire.*

- *quelques oublis de traitement de la figure qui pénalisent le candidat ou la candidate.*

L'argumentation à partir de faits réels ou d'expériences mémorisées est également possible et valorisée : elle peut permettre de compenser une utilisation maladroite de la figure, mais elle ne se substitue pas à l'utilisation de la figure et l'ensemble des points d'argumentation peut être obtenu uniquement à partir de la figure.

Le jury a constaté :

- *qu'une petite proportion d'exposés a comporté des argumentations brèves et claires, notamment à partir d'expériences classiques mémorisées, qui ont été bénéfiques aux candidats : mise en évidence de la diffusion de vapeur d'eau au niveau des stomates, résultats de western blot montrant une différence dans les protéomes de cellules, etc.*

- *que parfois, ces expériences mémorisées n'étaient pas réellement présentées, ce qui ne permettait pas au candidat ou à la candidate de valoriser véritablement sa capacité à argumenter.*

Utilisation du formulaire de biochimie

Le formulaire de biochimie, disponible durant toute l'épreuve, permet de représenter des biomolécules classiques sans avoir à mémorisé leur formule. Il est cependant nécessaire de maîtriser les connaissances associées pour l'utiliser avec pertinence :

- en connaissant les propriétés qui émergent des différentes structures, ainsi que les fonctions biologiques qui peuvent ainsi être réalisées.

- en maîtrisant les notions de base de biochimie permettant de représenter certaines biomolécules à partir du formulaire. Par exemple, les glycérophospholipides à partir des formules du glycérol, d'acides gras, et de celle d'un alcool et d'un phosphate, ou encore les protéines et acides nucléiques.

Le jury a constaté :

- *une diminution du nombre d'erreurs lors de la copie des formules du formulaire (glucides par exemple), et une utilisation accrue du formulaire de biochimie par les candidats. Le jury encourage les étudiants et étudiantes à poursuivre dans cette voie.*

- *que les groupements figurés sont rarement maîtrisés. Par exemple, très peu de candidats ou candidates sont capables d'indiquer clairement la nature de la liaison osidique dans le saccharose, ou de représenter un glycérophospholipide. On peut cependant noter que les liaisons peptidiques ont semblé être mieux maîtrisées cette année.*

- *que les propriétés et fonctions biologiques permises par les structures des différentes biomolécules sont rarement maîtrisées de façon satisfaisante. Par exemple, peu de candidats et candidates parviennent à indiquer clairement des relations structure — fonction des molécules constituant la cellulose.*

Communication graphique

Le tableau doit indiquer le titre du sujet choisi. Il présente graphiquement la démarche adoptée (par exemple sous forme de plan ou d'une carte heuristique) et la problématique dégagée. Enfin, il comporte des schémas constituant un appui à l'exposé oral.

L'évaluation de la communication graphique tient compte du **soin** général, de la **structuration** du tableau, de la **qualité** et de la **pertinence** des schémas réalisés. Il était attendu que les schémas soient titrés et légendés, et qu'il

y ait au moins une échelle au tableau. Le jury encourage les candidats et candidates à optimiser l'utilisation de l'espace disponible sur le tableau permettant notamment d'avoir des schémas les plus visibles et clairs possibles.

Le jury a constaté que :

- *les tableaux des candidats et candidates étaient d'assez bonne qualité cette année, témoignant d'un souci certain apporté à la communication graphique. Néanmoins, les tableaux à la fois précis et exempts d'erreurs se sont avérés rares. Étonnement, la phase de questions suivant la synthèse a montré que ces tableaux de qualité ont parfois été réalisés par des candidats et candidates ne maîtrisant pas les notions illustrées. Le jury encourage les candidats et candidates à chercher à comprendre les schémas qu'ils apprennent pour pouvoir les dessiner avec justesse et les adapter au sujet traité.*
- *de nombreux tableaux incluaient des schémas avec différents rapports d'échelles (grossissements), ce qui a permis de contextualiser avec pertinence des phénomènes intervenant à différentes échelles ou séparés dans l'espace (ayant lieu dans différents organes d'un même organisme par exemple).*
- *des légendes fonctionnelles ont parfois été utilisées et valorisées (par exemple « valvule → circulation unidirectionnelle du sang »). Le jury encourage ainsi les candidats et candidates à ainsi expliciter quelques liens « structure — propriétés — fonctions » lorsque c'est pertinent, que cela n'alourdit pas trop le tableau, et que c'est possible dans le temps imparti.*
- *une proportion non négligeable de candidats et candidates ont cependant présenté des schémas trop simplistes. Par exemple, il était attendu que le cycle de Calvin-Benson soit équilibré et un minimum détaillé (phases de carboxylation et de réduction) dans les sujets relatifs à l'autotrophie, ou encore que des exemples précis et des axes légendés soient indiqués sur les graphiques (exemples d'enzymes pour les cinétiques enzymatiques schématisées, exemples de populations pour les dynamiques représentées, etc.).*
- *un trop grand nombre de tableaux étaient trop peu illustrés (un ou deux schémas peu précis) et trop monochromes. Parfois, une mauvaise gestion du temps semble en cause, et le jury encourage donc les candidats et candidates à essayer de gérer au mieux leur temps de préparation pour valoriser leur capacité à communiquer graphiquement.*

Les abréviations ne sont possibles que pour des cas d'abréviations scientifiques utilisées dans des publications scientifiques et généralisées comme par exemple ADN, ARN_m, ARN_r, ARN_t, ATP, ADP, RUBISCO, etc. (mais pas pour « cellule », « protéine », « population », « division », etc.).

Communication orale

L'exposé oral est l'occasion de montrer l'aptitude à s'exprimer clairement et rigoureusement. Le propos est structuré selon une démarche à mettre en avant, et s'appuie sur les schémas réalisés au tableau.

- *Le jury a constaté cette année encore une bonne à très bonne aisance orale des candidats et candidates, qui démontre la qualité de leur préparation et de la formation dispensée en BPCST à cet égard.*

Les quelques pistes d'amélioration sont les suivantes :

- *le vocabulaire manque trop souvent de précision et de rigueur. Le jury encourage les candidats à veiller à employer spontanément les termes précis, et à chercher à comprendre leur sens pour les retenir.*
- *une faible proportion de candidats et candidates est trop tournée vers le tableau. Le jury les encourage au contraire à se tourner et s'adresser à eux (ce qui n'empêche pas de montrer sur le tableau et se tourner ponctuellement).*

La durée de l'exposé est fixée au maximum à 8 minutes. Avec un discours clair et dynamique, la plupart des sujets nécessitent au moins 7 minutes pour un traitement pertinent et complet.

Le jury a constaté cette année encore une bonne gestion du temps de la majorité des candidats et candidates (exposés achevés entre 7 min 30 s et 8 min), ce qui témoigne d'une solide préparation.

Concernant la phase d'interrogation suivant l'exposé, les questions posées par l'examineur ou l'examinatrice au candidat se limitent (sauf cas particulier) à des notions et exemples correspondant au sujet traité. Elles ont pu permettre selon les cas :

- de vérifier que les connaissances de base étaient acquises. C'est particulièrement vrai pour les termes du sujet lorsque ceux-ci n'avaient pas été définis.
- de vérifier que les exemples et notions abordés étaient compris.
- de distinguer, pour des points non traités lors de l'exposé, s'il s'agissait d'oublis ou de lacunes.
- de distinguer, pour des points traités de façon rapide, si les connaissances associées étaient superficielles ou si le candidat ou la candidate avait été amené à simplifier son discours lors de l'exposé (par gestion du temps disponible par exemple).

Le jury a constaté :

- *une attitude satisfaisante de la grande majorité des candidats et candidates lors de cette phase de l'épreuve : des réponses relativement synthétiques, une attitude combative et positive, des demandes de reformulation lorsque la question n'était pas comprise, l'indication claire que la réponse n'est pas connue le cas échéant, etc.*
- *des difficultés récurrentes à définir les termes du sujet lorsque cela n'avait pas été fait en introduction.*
- *une proportion non négligeable de candidats et candidates capables d'exposer des notions avec précision (et avec pas ou peu d'erreurs) lors de l'exposé, mais qui s'avèrent ne pas les avoir du tout comprises.*
- *des candidates et candidats déstabilisés lorsqu'ils réalisent qu'ils ont omis de traiter une partie importante de la réponse au sujet, ou de définir les termes du sujet. Ces questions sont pourtant une occasion donnée au candidat ou à la candidate de valoriser ses connaissances malgré un oubli initial.*

DEUXIÈME PARTIE DE L'ÉPREUVE : ANALYSE DE DOCUMENTS SCIENTIFIQUES

Une banque de 122 sujets sur documents a été utilisée pour cette partie de l'épreuve en 2024, correspondant à des études documentaires utilisées lors des sessions précédentes ainsi qu'à de nouveaux sujets conçus avant la session 2024. De nouveaux sujets seront conçus d'ici à la session 2025, et certains posés en 2024 ne seront pas réutilisés pour la session 2025.

Deux exemples complets de sujets utilisés en 2024 sont présentés en annexe 3. Ces sujets sont donc, *de facto*, retirés de la banque pour les sessions futures.

Un même sujet sur documents peut être associé à plusieurs sujets de synthèse. Les documents correspondent à la même partie du programme, mais pas nécessairement exactement à la même thématique (cf. section « présentation générale de l'épreuve »). Par exemple, des synthèses portant sur les oses et polyosides (SV-D-2-2) ont été associées à des études d'autres familles de biomolécules (SV-D-2-1, -3, ou -4). De plus, de nombreuses synthèses recouvrent plusieurs parties du programme et peuvent donc être associées à des études de documents ne correspondant qu'à l'une d'entre elles.

Objectif de l'analyse des documents scientifiques

Cette partie de l'épreuve est menée sous forme d'un échange scientifique. Le candidat ou la candidate fait preuve d'un certain degré d'autonomie dans le discours, mais il ou elle est guidé et questionné régulièrement par l'examineur ou l'examinatrice. Ceci permet, outre l'analyse et l'interprétation de données scientifiques, de notamment tester la capacité des candidats et candidates à **dialoguer** efficacement et de façon constructive, à **exploiter des aides** fournies, à **discuter** des résultats et hypothèses au regard de précisions ou contre-arguments avancés par le jury, ainsi que le réel degré de **recul critique**. Les compétences évaluées sont ainsi en grande

partie différentes et complémentaires de celles testées dans l'épreuve écrite sur documents ainsi que dans la première partie de l'oral.

Dans la démarche d'évaluation des compétences spécifiques de l'épreuve menée par le jury :

- il n'était pas nécessaire d'étudier l'ensemble des documents pour obtenir la note maximale ;
- l'autonomie ainsi qu'une approche méthodique et structurée étaient appréciées, mais la capacité à rebondir en tenant compte de remarques ou questions était systématiquement testée ;
- la maîtrise des principes et objectifs de techniques expérimentales au programme était testée dans tous les sujets le permettant (c'est-à-dire leur quasi-totalité) ;
- une ou quelques questions relatives aux connaissances peuvent être posées, ce qui permet par exemple de guider la formulation d'hypothèses ou de tester le recul critique.

Le jury a pu constater que la majorité des candidats et candidates a montré de l'aisance et des compétences certaines au cours de cette partie de l'épreuve : son principe est dans l'ensemble bien compris.

Préparation et introduction de l'analyse des documents scientifiques

Lors de la préparation, le jury conseille aux candidats de consacrer un temps suffisant pour la lecture des documents. Et ce, soit au début des 30 minutes de préparation, soit à la fin. Dans tous les cas, il est conseillé de s'intéresser à la thématique globale, à la nature des techniques expérimentales mises en œuvre, et au moins au début des analyses à mener.

Le jury a constaté que la quasi-totalité des candidats et candidates prend connaissance des documents dans le temps de préparation imparti. En particulier, la majorité des candidats et candidates parviennent à débiter l'analyse des premiers documents seuls. Toutefois, quelques candidats et candidates n'ont pas suffisamment pris connaissance des documents, ce qui les a pénalisés en les déstabilisant et en les obligeant à raisonner au moment des échanges et donc plus rapidement.

L'échange est initié par l'interrogateur ou l'interrogatrice, souvent par un questionnement général permettant de vérifier la « vision d'ensemble » des documents (domaine, échelle, type d'organismes/cellules/écosystème, grandes lignes de l'étude).

Ce dernier vise à mettre en confiance les candidats et candidates, à vérifier que les documents ont été lus rapidement (pour pouvoir adapter le déroulement du dialogue le cas échéant), et à s'assurer que le candidat ou la candidate a bien identifié le champ général de l'étude.

Le jury a constaté que la quasi-totalité des candidats et candidates qui ont bien pris connaissance des documents dans le temps de préparation imparti est capable de faire ressortir le sujet global de l'étude documentaire. Ceci a permis d'amorcer la suite de l'échange avec confiance et sur des bases solides.

Maîtrise des techniques expérimentales et des objectifs de l'étude

Les techniques expérimentales au programme doivent être maîtrisées pour pouvoir comprendre l'objectif qu'elles remplissent : observer rigoureusement les données et parvenir à les interpréter.

Le jury a constaté que les objectifs et principes des techniques expérimentales au programme ne sont pas suffisamment maîtrisés. Les candidats et candidates sont donc encouragés à chercher à véritablement comprendre ces techniques, ce qui leur permettra de mieux mettre en valeur leurs capacités à raisonner scientifiquement et leur investissement (cf. section « oublis, erreurs, et confusions fréquentes » ci-après).

Résultats, interprétations, et recul critique

Le jury attend la formulation d'observations précises et quantitatives des résultats (lorsque cela est possible).

Des déductions rigoureuses peuvent ensuite être tirées des observations. Le jury encourage les candidats et candidates à veiller à ce que les conclusions concernent l'**objet d'étude** (par exemple la fonction d'un gène suite à l'observation du phénotype d'un mutant) ; soient **précises** (idéalement grâce à un verbe tel que « inhiber », « provoquer », « permettre », « stimuler », ... et non « jouer un rôle », « être impliqué dans », « intervenir », « impacter ») ; et explicitent si on a affaire à une **corrélation** ou une **relation de causalité**.

Enfin, les observations et déductions sont l'occasion pour les candidats et candidates de faire preuve de recul critique :

- utilisation explicite des critères de significativité lorsqu'ils étaient fournis (et la critique de leur absence dans le cas contraire a été très appréciée).
- identification du caractère surprenant ou cohérent des résultats au vu des connaissances des candidats et candidates.
- identification de conditions témoins, voire critique de l'absence de certains témoins.

Le jury a constaté que :

- *il y a encore trop souvent des confusions entre :*
 - les **observations** : les faits, les résultats des expérimentations ;
 - les **déductions** qui répondent à l'objectif d'une expérience et relatives aux objets de l'étude (par exemple la fonction du gène muté) ;
 - les **hypothèses** que l'on peut formuler :
- *une grande difficulté à formuler des déductions rigoureuses et précises. Trop souvent, les déductions sont en fait des paraphrases d'observations ou des hypothèses ;*
- *les données chiffrées sont plus souvent quantifiées qu'à la session précédente, mais pas toujours de façon efficace : le jury invite les candidats et candidates à quantifier en comparant directement au témoin lorsqu'il est présent. La mention des unités est aussi bienvenue.*
- Lorsqu'un grand nombre de données chiffrées est proposé, le jury invite les candidats et les candidates à rester pragmatiques dans l'analyse et à chercher à dégager des grandes tendances.*
- *globalement, les candidats et candidates pensent à utiliser des critères de significativité, qui sont souvent représentés sous forme de barres d'erreurs. Le jury conseille toutefois aux candidats et candidates de bien lire les légendes, pour savoir ce que représentent ces barres d'erreurs (ou autres symboles ; et par exemple des barres d'erreurs représentant un écart-type n'apportent aucune information sur la significativité des différences).*
- L'exploitation des droites issues d'une régression linéaire est moins bien comprise, et en particulier la signification des coefficients de corrélation linéaire.*
- *l'identification des témoins est généralement faite correctement.*
- *l'unité « molaire » notée M (mol/L) est toujours utilisée en biologie et présente dans certains sujets. Le jury veille à ce que la candidate ou le candidat ait compris qu'il s'agissait d'une concentration. Il peut néanmoins être utile que ces derniers connaissent son existence.*

Formulation d'hypothèses et mise en relation des documents

Cette partie de l'épreuve teste aussi la capacité des candidats et candidates à formuler des hypothèses et à mettre en relation les différents documents afin de répondre à la problématique de l'étude documentaire.

La formulation d'hypothèses est l'occasion de proposer une explication mécanistique et/ou une importance fonctionnelle aux phénomènes observés. Le jury encourage les candidats et candidates à formuler spontanément des hypothèses.

Le jury a constaté que :

- *la grande majorité des candidats et candidates formule des hypothèses, ce qui montre qu'ils ont compris l'importance de cette étape dans les raisonnements.*

- les hypothèses formulées sont trop souvent farfelues. Le jury invite les candidats et candidates à mobiliser leurs connaissances, et à partir des observations/déductions réalisées, pour parvenir à formuler des hypothèses plausibles.

Une mise en relation des documents est attendue : les différents documents de l'étude apportent des informations complémentaires, et il est souvent possible de faire des liens entre eux. Ceux-ci peuvent être établis spontanément ou demandés par le jury. En particulier, une mise en relation de l'ensemble des documents étudiés pendant le dialogue est souvent demandée en fin d'épreuve.

Le jury a constaté qu'il était assez souvent difficile d'obtenir un bilan général qui ne soit pas une liste des expériences menées. Les candidats et candidates sont encouragés à formuler une véritable synthèse, en se concentrant sur les déductions obtenues et les hypothèses formulées.

Exploitation des aides et communication orale

Le jury invite le candidat ou la candidate à se laisser guider par les remarques, qui n'ont pour but que d'aider le candidat ou la candidate à progresser dans l'analyse des documents.

Bien que cette partie de l'épreuve constitue un « dialogue », le jury et le candidat ou la candidate ont des rôles bien distincts : le second mène des raisonnements et est guidé, corrigé, et questionné par le premier.

Toute intervention du jury est dans l'intérêt du candidat ou de la candidate, et ce même si elle interrompt ce dernier ou cette dernière : cela permet d'éviter de perdre du temps sur une fausse piste, de corriger des erreurs dues à des inattentions, de passer à l'étude d'un nouveau document qui permettra de valoriser de nouvelles compétences, etc.

Le jury a constaté que :

- les candidats et candidates sont généralement réactifs et à l'écoute. Ceci leur donne le plus de chances de parvenir à exploiter les aides fournies.
- le jury s'est adapté volontiers aux observations discutables/erronées des candidats et candidates ; mais à condition que ces observations aient été claires et précises. Dans ce cas, le jury a accepté des déductions cohérentes avec les observations. De même, le jury s'adapte volontiers à des hypothèses fausses, mais étayées. Ceci a souvent mené ensuite à des paradoxes qui permettent de tester le recul et la capacité à faire des liens entre documents.

Aucune feuille n'était fournie lors de la préparation. En revanche, le jury demande parfois à des candidats ou candidates d'esquisser un schéma permettant de mieux présenter une hypothèse, des liens entre documents, etc. Ceci permet d'aider l'étudiant ou l'étudiante lorsque les données sont complexes à mettre en lien.

Le jury a constaté que :

- l'utilisation d'une feuille de papier a permis d'évaluer avec pertinence les candidats et candidates sur certains sujets complexes. L'utilisation de papier ne présente cependant qu'un caractère facultatif et est restreinte à quelques études documentaires.
- quelques candidats et candidates ont mené des analyses de leur étude documentaire au tableau. Le jury déconseille cette pratique, qui est chronophage et ne correspond pas à la prise de connaissance globale de l'étude demandée (cf. section « Préparation et introduction de l'analyse des documents scientifiques » ci-avant).

Questions fréquemment posées lors de l'étude de documents

- Quelle est la démarche des chercheurs et chercheuses, ici dans cette étude, selon vous ?
- Quel est le facteur variable dans ce document ? Que mesure-t-on ?
- Pouvez-vous rappeler le principe général de cette technique au programme ?
- Quel est le témoin et que montre-t-il ?
- Comment pouvez-vous interpréter ce résultat ?
- Comment faites-vous le lien entre ce résultat et le document précédent ?
- Qu'apporte cette nouvelle expérience par rapport à l'expérience précédente ?

- Comment faites-vous le lien entre ce résultat et vos connaissances ?
- Ce résultat est-il intuitif ou surprenant ?
- Quel bilan pouvez-vous faire de l'ensemble de cette page ?
- Quelle question reste par exemple en suspens selon vous ?
- Est-ce une déduction ou une hypothèse ?
- Est-ce une relation de cause à effet ou une corrélation ?
- Quelle critique pouvez-vous faire de l'expérience réalisée ?

En conclusion, cette partie de l'épreuve s'est révélée dynamique et très satisfaisante pour évaluer des compétences complémentaires de celles évaluées au cours de la synthèse et plus encore lors de l'épreuve écrite sur documents.

OUBLIS, ERREURS, ET CONFUSIONS FRÉQUENTES

Les notions suivantes sont souvent oubliées :

- les rôles des lipides au sein des membranes biologiques, et en particulier la perméabilité sélective qu'ils contribuent à leur conférer.
- l'importance de l'entretien des gradients de concentration ou de pression partielle au niveau des surfaces d'échanges par diffusion.
- les relations structure — fonction des différentes biomolécules, notamment celles relatives aux interactions avec l'eau.

Les notions et exemples suivants sont souvent présentés de façon trop superficielle :

- trop souvent, les différentes dynamiques de populations sont présentées de façon abstraite, sans exemple concret, de même pour les relations interspécifiques.
- les schémas de mitose et de méiose sont trop souvent réalisés sans gènes ni allèles. Ceci ne permet pas de montrer clairement la conservation ou la diversification de l'information génétique au cours des divisions cellulaires.
- les expériences de Buri et de Luria & Delbrück ne sont pas toujours comprises, même si ce qu'elles démontrent est en général connu.

Les notions et exemples suivants sont souvent mal maîtrisés et/ou mal compris :

- trop de candidats ne maîtrisent pas les **ordres de grandeur** classiques de biologie : structures histologiques, cellulaires, subcellulaires...
- le fonctionnement du rumen (panse), et en particulier celui des populations des micro-organismes qu'il abrite, est rarement compris : origine des AGV et nature (déchet métabolique ou source d'énergie), relations trophiques entre bactéries et protozoaires ciliés, etc.
- la loi de Fick est souvent mal maîtrisée : les pressions partielles (en O₂ ou CO₂ par exemple) sont confondues avec des pressions hydrostatiques ou atmosphériques, l'unité du flux est rarement connue.
- comme à la session précédente, les formes de transport du CO₂ dans le sang sont très rarement maîtrisées.

- la synthèse de la cellulose est mal maîtrisée, même si la majorité des candidates savent que la cellulose synthase est localisée dans la membrane plasmique.
- souvent, les candidats et candidates ne parviennent pas à citer un exemple concret de spécialisation d'organites.
- le fonctionnement de la pompe Na^+/K^+ ATPase est rarement expliqué de façon satisfaisante.
- la mise en place et l'entretien du potentiel de repos sont très rarement maîtrisés.
- la nature des différents couplages énergétiques est souvent confuse. *Par exemple ceux réalisés par la PFK1 ou l'hexokinase, par la pompe Na^+/K^+ ATPase, les co-transporteurs SGLT, par les moteurs moléculaires associés au cytosquelette (myosine, dynéine, ou kinésine), par l'ATP synthase, par les photosystèmes (au niveau du centre réactionnel), etc.*
- les relations structure-fonction des différentes biomolécules au programme (triglycérides, saccharose, glycogène et amidon, exemple au choix de protéine structurale, etc.) sont rarement connues, et très souvent de façon parcellaire.
- le caractère réduit ou oxydé des différentes (bio)molécules ainsi que son importance sont rarement compris. De même que l'utilisation des potentiels d'oxydoréduction standard à pH 7 (E° »).
- la structure des chloroplastes est trop souvent mal maîtrisée (confusion thylakoïde, stroma, chloroplaste ; une seule membrane délimitant l'organite ; etc.).
- les rendements énergétiques dans le catabolisme sont rarement connus.
- la définition d'enzyme est très rarement maîtrisée, en particulier le fait que ce sont des catalyseurs.
- la cytokinèse (ou cytodierèse) des cellules végétales est très rarement maîtrisée.
- les sources d'énergie de la réplication et de la transcription ne sont souvent pas comprises. *Idem* pour la réaction de transpeptidation, lors de la traduction.
- l'origine et l'importance de l'association (relativement) spécifique entre ARNt et acides aminés, dans le décodage du code génétique, ne sont souvent pas comprises.
- les brassages lors de la méiose sont encore mal maîtrisés. Ils sont en particulier le plus souvent déconnectés de la notion d'allèle.
- les candidats et candidates manquent de recul sur l'origine des aneuploïdies, et en particulier de la trisomie 21.
- l'amphimixie est rarement maîtrisée.
- les concepts de régulation et d'adaptation en physiologie sont rarement maîtrisés avec rigueur.
- la durée du potentiel de pacemaker et du potentiel d'action nodal, ainsi que leur importance, sont trop souvent incompris.
- les dynamiques concrètes, de populations à croissance démographique exponentielle ou logistique, sont trop souvent confondues avec celles obtenues par modélisation mathématique.
- les paramètres quantitatifs permettant d'étudier le fonctionnement des écosystèmes sont rarement maîtrisés (biomasse, production, productivité). De même que la différence entre les productions brutes et nettes (en particulier primaires).
- les successions écologiques, les mécanismes qui les expliquent, et leurs durées se sont révélés étonnamment peu connus des candidats et candidates cette année.
- la valeur sélective (ou fitness) est souvent connue, mais sa signification est rarement claire. L'origine, l'intensité, et les conséquences de la dérive génétique sont également mal comprises chez un nombre important de candidats et candidates.
- comme à la session précédente, les notions relatives à la classification du vivant sont très mal maîtrisées : différences entre classifications phénétiques, évolutionnistes, et cladistique/phylogénétique ; notion d'homologie et d'homoplasie ; synapomorphies et symplesiomorphie ; importance d'un extragroupe. Les candidats et candidates semblent néanmoins mieux reconnaître et distinguer des groupes monophylétiques de groupes para/polyphylétiques.

En revanche, le jury a constaté des améliorations sur la maîtrise de certaines notions, parfois complexes, telles que le potentiel hydrique et ses différentes composantes, la signification des termes « exergonique » et « endergonique » ainsi que leur lien avec l'enthalpie libre de réactions, les différents signaux paracrines intervenant dans le développement du membre chiridien, les voies de transduction de l'acétylcholine et de la (nor)adréline au niveau des cellules nodales, l'effet Janzen-Connell, etc.

Les techniques expérimentales suivantes sont souvent mal maîtrisées :

- le principe de la microscopie à fluorescence s'est révélé très mal maîtrisé cette année. Le jury invite les candidats et candidates à ne pas hésiter à mobiliser leurs connaissances de physique-chimie s'ils ne se souviennent pas des connaissances correspondantes vues en SVT.
- la distinction entre microscopies optique et électronique est rarement justifiée avec rigueur. Le jury rappelle/indique aux candidats et candidates que des images de microscopie électronique peuvent être prises à de relativement faibles grossissements, et que des images de microscopie optique peuvent être en noir et blanc.
- les témoins de charges sont souvent identifiés, mais leur importance est rarement véritablement comprise.
- le principe des électrophorèses et en particulier l'origine de la migration différentielle de protéines (en conditions dénaturante ou native) est trop rarement maîtrisé.
- la majorité des techniques de génétique/génomique moléculaire n'est pas assez maîtrisée (séquençage par la méthode de Sanger, puce à ADN, PCR, RT-PCR, hybridation *in situ*).
- les principes et objectifs des techniques de western, northern, et southern blot et celle du gène rapporteur sont un peu mieux connus. Mais des progrès sont encore possibles.
 - souvent, aucune technique de purification et/ou permettant de tester une interaction protéine-ligand, n'est connue.
- la transformation est rarement connue, et encore moins le fait qu'il puisse s'agir d'une technique de transgénèse.
- plus de candidats et de candidates que les années précédentes étaient capables d'indiquer qu'un mutant peut être obtenu par mutagenèse aléatoire ou dirigée.
- le principe de la technique de patch-clamp n'est pas toujours compris.

Annexe 1 : liste des sujets de synthèse proposés en 2024

À partir de l'exemple de la circulation, montrez ce qu'est une boucle de régulation et ce qu'est une adaptation physiologique

À partir de l'exemple de la vache, montrez l'importance des relations inter et intraspécifiques

Adaptation et évolution

ATP et couplages énergétiques

Autogamie, allogamie

Canaux ioniques et communication

Caractères fondamentaux et diversité des surfaces d'échanges chez les Métazoaires

Causes et conséquences des mutations

Comment peut-on classer le vivant ?

Comparaison ADN — ARN

Comparaison branchies/poumons

Comparaison cellule animale, cellule végétale

Comparaison cellule bactérienne, cellule végétale

Comparaison cellule eucaryote — cellule bactérienne

Comparaison communication nerveuse — communication hormonale

Comparaison cycle du carbone — cycle de l'azote

Comparaison de la reproduction d'un polypode et d'une Angiosperme

Comparaison de la transcription et de la réplication

Comparaison des tissus animaux et végétaux

Comparaison du génome des bactéries, des Eucaryotes et des virus

Comparaison enzyme allostérique — enzyme michaelienne

Comparaison génome viral — génome eucaryote

Comparaison mitose — méiose

Comparaison tissu épithélial — tissu conjonctif

Compartimentation et expression du génome chez les Eucaryotes

Compétition et coopération dans un écosystème

Consommateurs et décomposeurs dans les écosystèmes

Contrôles intercellulaires et intracellulaires au cours du développement chez les êtres vivants

Couplages et conversions énergétiques

De la séquence à la fonction des protéines

De l'ADN aux ARN

De l'azote chez une Fabacée à l'azote chez la vache

Dérive et sélection

Des acides aminés à la protéine fonctionnelle

Différenciation et fonctionnement de la cellule musculaire striée squelettique

Diversité des fonctions des membranes et diversité de leurs protéines

Diversité des protéines membranaires

Diversité des relations interspécifiques au sein d'un écosystème

Diversité et spécialisation des différents segments vasculaires des appareils circulatoires

Du carbone minéral au carbone organique dans une cellule végétale chlorophyllienne

Du zygote à l'organogénèse chez les embryons de Vertébrés

D'un aliment à l'ATP

Enzymes et énergie

Expression des gènes et développement des êtres vivants

Fixation et réduction du carbone minéral
Fonctionnement du végétal et production primaire
Fonctionnement végétal et cycle du carbone
Fruits et graines des Angiospermes
Glucides et cellule végétale
Glucose, amidon, cellulose
Haploïdie, diploïdie
Impacts des activités humaines sur la biodiversité
Impacts des activités humaines sur les cycles biogéochimiques
Importance biologique de l'ATP
Importance biologique des oses et di-osides
Importance biologique des transferts d'électrons dans le vivant
Importance des relations interspécifiques dans la vie des Angiospermes
Importance du couple océan-atmosphère
Interactions biotiques et évolution
Interdépendance des organes aériens et souterrains des végétaux
L'hémoglobine, relation structure/fonction
L'importance biologique des liaisons non covalentes
La biocénose
La cellulose : de sa synthèse chez une Angiosperme à sa digestion chez la vache
La circulation des sèves
La cohésion des tissus
La communication hormonale
La compartimentation intracellulaire
La conformation des protéines : origine et conséquences
La croissance des végétaux
La diversification des génomes
La diversité des archives paléoclimatologiques et leurs utilisations
La diversité des lipides du vivant
La diversité des unicellulaires
La fécondation : un processus conservateur et source de diversité
La fonction circulatoire chez les Animaux
La fonction de nutrition, en liaison avec les autres fonctions de l'organisme
La membrane plasmique : relations structure — fonction
La mitose
La paroi des cellules végétales
La place de la vache dans son écosystème
La polymérisation des nucléotides
La prairie paturée, un exemple d'agroécosystème
La production de l'ATP dans les cellules
La production primaire au sein des écosystèmes
La production primaire et son devenir
La racine, relation structure-fonction
La régénération du CO₂ dans le cycle du carbone
La reproduction des Angiospermes
La respiration, de l'échelle cellulaire à celle de l'organisme
La sélection naturelle
La stabilité de l'information génétique

La structure des protéines
La synthèse des protéines
La vache dans son environnement
La vache, un holobionte
La variabilité du génome
La vie animale en milieu aérien
La vie animale en milieu aquatique
La vie d'un végétal au cours des saisons
La vie en milieu aérien : comparaison des végétaux et des Animaux
L'approvisionnement des cellules en dioxygène chez les Animaux
L'arbre phylogénétique des Eucaryotes (arbre fourni au candidat)
L'autotrophie au carbone
Le carbone, de l'atmosphère à un organe de réserve chez les végétaux
Le catabolisme oxydatif
Le chloroplaste, un organe compartimenté
Le chromosome eucaryote au cours du cycle cellulaire
Le CO₂ et les organismes végétaux
Le cœur des mammifères
Le contenu informatif des génomes
Le contrôle de l'activité cardiaque
Le contrôle de l'expression de l'information génétique
Le contrôle de l'automatisme cardiaque
Le contrôle de l'expression des gènes chez les Eucaryotes
Le couple océan-atmosphère dans le cycle du carbone
Le cycle cellulaire
Le cytosquelette
Le cytosquelette et ses rôles dans la vie cellulaire
Le développement du membre chiridien
Le développement embryonnaire des Tetrapodes
Le dioxygène et les êtres vivants
Le flux hydrique du sol à l'atmosphère chez les Angiospermes
Le génome eucaryote
Le glucose dans la cellule animale
Le membre chiridien
Le méristème apical caulinaire
Le message nerveux
Le neurone, une cellule spécialisée
Le noyau des cellules eucaryotes
Le potentiel d'action neuronal
Le recyclage de la matière organique dans la biosphère
Le rythme cardiaque
Le site actif des enzymes
Le sol : formation et évolution
L'eau dans la cellule
Les acides aminés
Les acides nucléiques : des vecteurs d'information
Les aliments, sources de matière et d'énergie de l'animal
Les allèles

Les ARN
 Les ARNm
 Les bactéries : de leur organisation à leurs rôles chez leur hôte holobionte
 Les bactéries au sein des holobiontes et des écosystèmes
 Les brassages chromosomiques chez les Eucaryotes
 Les brassages génétiques chez les Eucaryotes
 Les cellules musculaires striées (cellules musculaires striées squelettiques et cardiomyocytes)
 Les cellules végétales
 Les changements de formes des protéines
 Les communications intercellulaires au cours du développement des êtres vivants
 Les conséquences génétiques de la méiose
 Les convergences évolutives
 Les échanges de matière entre cellule et milieu extracellulaire
 Les échanges gazeux entre les êtres vivants et le milieu aérien
 Les échanges passifs à travers la membrane plasmique
 Les écosystèmes et leur dynamique
 Les effectifs des populations et leurs variations
 Les enzymes : des catalyseurs contrôlés
 Les enzymes et les couplages énergétiques
 Les épithéliums
 Les espèces
 Les êtres vivants dans les cycles biogéochimiques
 Les êtres vivants du sol
 Les facteurs modifiant l'expression des gènes
 Les fleurs des Angiospermes
 Les flux de matière au sein d'un écosystème
 Les flux d'énergie au sein d'un écosystème
 Les flux traversant les cellules
 Les fonctions de nutrition des Animaux
 Les gamètes chez les êtres vivants
 Les gamètes mâles dans le vivant
 Les gaz et la vache
 Les hétérotrophes dans le monde vivant
 Les impacts des changements climatiques sur la biodiversité
 Les interactions ADN — protéines
 Les interactions entre les Angiospermes et leur environnement abiotique
 Les macromolécules
 Les matrices extracellulaires
 Les mécanismes de l'évolution
 Les membranes et les ions
 Les messagers chimiques
 Les mutations
 Les nucléotides et leurs dérivés
 Les organismes dans le cycle du carbone
 Les organites semi-autonomes
 Les oses dans un végétal vert : origines et devenir
 Les phosphorylations dans le vivant
 Les processus de synthèse des polymères biologiques

Les protéines et leurs ligands
 Les relations interspécifiques au sein d'un écosystème
 Les relations trophiques au sein d'un écosystème
 Les sèves
 Les signaux du contrôle du développement
 Les surfaces d'échange respiratoires chez les animaux
 Les surfaces d'échanges chez les êtres vivants
 Les symbioses
 Les transferts d'information génétique aux différentes échelles du vivant
 Les transports et échanges de gaz respiratoires chez les organismes animaux
 Les variations du climat, origine et conséquences
 Les végétaux aériens et l'eau
 Les végétaux dans la classification phylogénétique
 Les végétaux et la lumière
 Les virus
 L'hétérotrophie des organismes animaux
 L'importance des unicellulaires dans le cycle biogéochimique de l'azote
 Membranes et échanges
 Membranes intracellulaires et spécialisation des compartiments
 Monomères et polymères
 Multiplication et différenciation cellulaire au cours du développement des êtres vivants
 Muscles striés squelettiques et cellules musculaires striées squelettiques
 Origine et devenir de la matière organique dans les cellules hétérotrophes
 Origine et devenir du glucose chez les Animaux
 Oxydoréductions et métabolisme cellulaire
 Parasitisme et symbiose
 Perméabilité ionique et potentiels électriques transmembranaires
 Pollinisation et fécondation chez les Angiospermes
 Prise alimentaire et digestion chez les Animaux
 Qu'est-ce qu'un tissu ?
 Qu'est-ce qu'un unicellulaire ?
 Qu'est-ce qu'un gène ?
 Qu'est-ce qu'un tissu animal ?
 Qu'est-ce qu'un tissu végétal ?
 Qu'est-ce qu'une protéine ?
 Rapprochement des gamètes et fécondation chez les êtres vivants
 Relation entre organisation et fonction du cœur
 Reproduction et dispersion
 Reproduction et milieu de vie
 Respiration et circulation sanguine
 Respiration et milieux de vie chez les animaux
 Respirer dans l'eau
 Sang et transport des gaz respiratoires
 Sexualité et brassage génétique
 Stabilité et variabilité de l'information génétique
 Structure et dynamique des écosystèmes
 Structure et dynamique d'un sol
 Structure et fonctions des membranes

Structures et dynamiques des populations
Variabilités climatiques
Vie des végétaux : êtres vivants fixés
Vie végétative des végétaux et milieu aérien

Annexe 2 : liste de quelques-unes des figures proposées en 2024

N.B. Les clichés de microscopie sont légendés. Les expériences sont expliquées, et ce qu'elles montrent est indiqué lorsqu'elles sont légèrement plus complexes.

Coupes histologiques de tissus de Mammifères

Expérience de Rosène.

Observation microscopique d'unicellulaires.

Courbes de saturation en O₂ de l'hémoglobine.

Coupes histologiques de différents organes végétaux.

Phénotypes de mutants homéotiques floraux chez *Arabidopsis thaliana*.

Électronographiques d'organites, membranes biologiques, cellules eucaryotes, jonctions intercellulaires, etc.

Expérience de Pulse-Chase de Palade.

Profil d'hydrophatie d'une protéine GLUT.

Expérience de Calvin et Benson.

Potentiels d'oxydoréduction standards à pH 7 de couples comprenant des donneurs initiaux et accepteurs finaux d'électrons dans les chaînes de transfert d'électrons au programme.

Cinétiques enzymatiques de la PFK1 (avec et sans un effecteur allostérique de cette enzyme).

Comparaison d'un génome viral et d'une portion de génome nucléaire eucaryote.

Observation d'un hydride entre un brin d'ADN et ARNm.

Croisements tests de drosophiles pour deux gènes à deux allèles.

Observations microscopiques de gamètes et gamétophiques.

Étude du récepteur canal à l'acétylcholine par Patch-Clamp.

Résultats d'expériences simples réalisées pendant le développement du membre chiridien.

Expériences de ligature au niveau des sinus carotidiens.

Dynamiques des populations de lièvres à raquette et de lynx du Canada.

Pyramides écologiques des biomasses ou des énergies dans des prairies tempérées et pâturées.

Expériences de Buri ou de Luria-Delbrück.

Variation des fréquences alléliques et génotypiques pour différents régimes de reproduction.

Arbre phylogénétique (cladogramme) simple et matrice de caractères correspondante.

Réseau trophique d'un sol.

Cycle biogéochimique actuel du carbone.

Valeurs de $\delta^{18}\text{O}$.

Annexe 3 : deux exemples de sujets complets (synthèse et figures, ainsi que l'étude de documents associée)

Vous avez **deux sujets au choix** comprenant deux parties :

Partie 1 (recto) : sujet de synthèse comprenant une figure à intégrer dans votre argumentation

Partie 2 (verso) : documents servant de support à une discussion avec le jury

Le temps de préparation est de **30 minutes** à partir de la distribution des sujets, incluant la préparation de votre tableau et la prise de connaissance des documents. Cette feuille est à rendre au jury en fin d'épreuve. Il est interdit de sortir les documents de la pochette et de les annoter.

PREMIÈRE PARTIE	Exposé de synthèse SXXX Figure à intégrer FXXX
------------------------	---

Vous exposerez en 8 minutes maximum les notions clés en relation avec le sujet en intégrant la figure fournie.

Sujet de synthèse :
Des acides aminés à la protéine fonctionnelle

Figure à intégrer dans l'argumentation :

D'après l'expérience historique de Jamieson et Palade

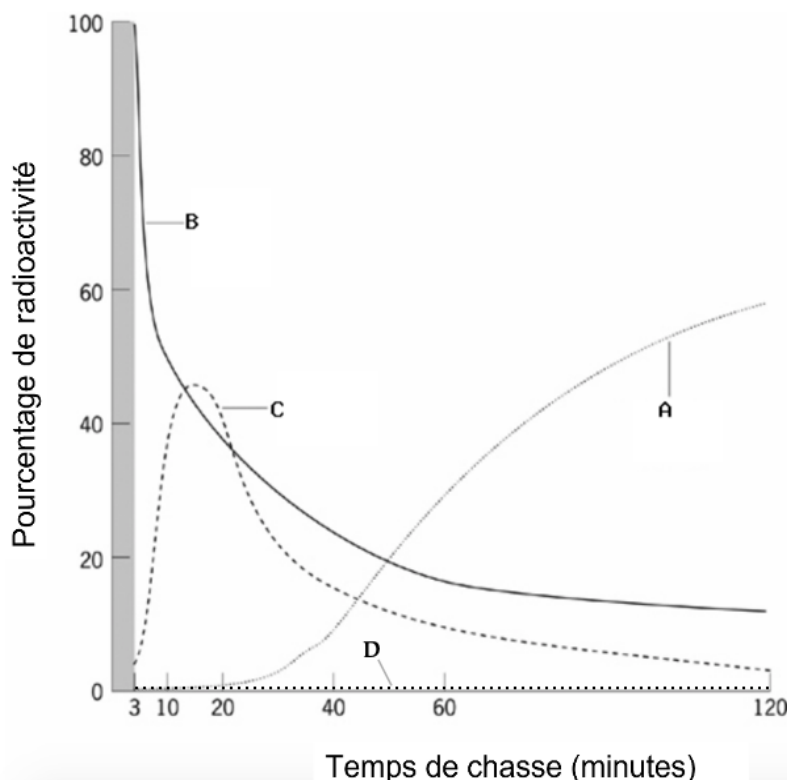
Des coupes de pancréas (dont les cellules sécrètent des protéines) de cobaye sont incubées 3 minutes dans un milieu nutritif contenant un acide aminé radioactif (la leucine tritiée) : c'est le pulse. Les coupes sont ensuite lavées avec un milieu nutritif non radioactif : c'est la chasse. La radioactivité est alors localisée au sein des cellules, par autoradiographie.

A : Vésicules d'exocytose

B : Réticulum endoplasmique rugueux (granuleux)

C : Appareil de Golgi

D : Cytosol



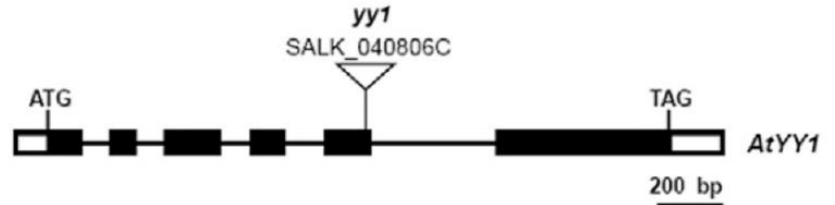
Il est attendu du candidat qu'il prenne connaissance des documents suivants pendant son temps de préparation. Aucune étude complète n'est exigée.

Nous nous intéressons ici à la protéine AtYY1 chez *Arabidopsis thaliana*.

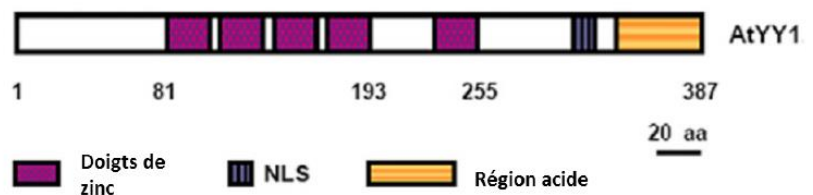
Document 1 : Structure génomique et protéique chez *Arabidopsis thaliana*

Les exons sont représentés par des rectangles, les introns par des traits.

Le triangle indique la position de la mutation réalisée chez le mutant *yy1*.



La structure prédictive de la protéine est présentée avec : en violet, les domaines en doigts de Zinc (rôle similaire au domaine hélice-boucle-hélice), en bleu une séquence de localisation nucléaire (NLS) et en jaune une région riche en résidus acides.

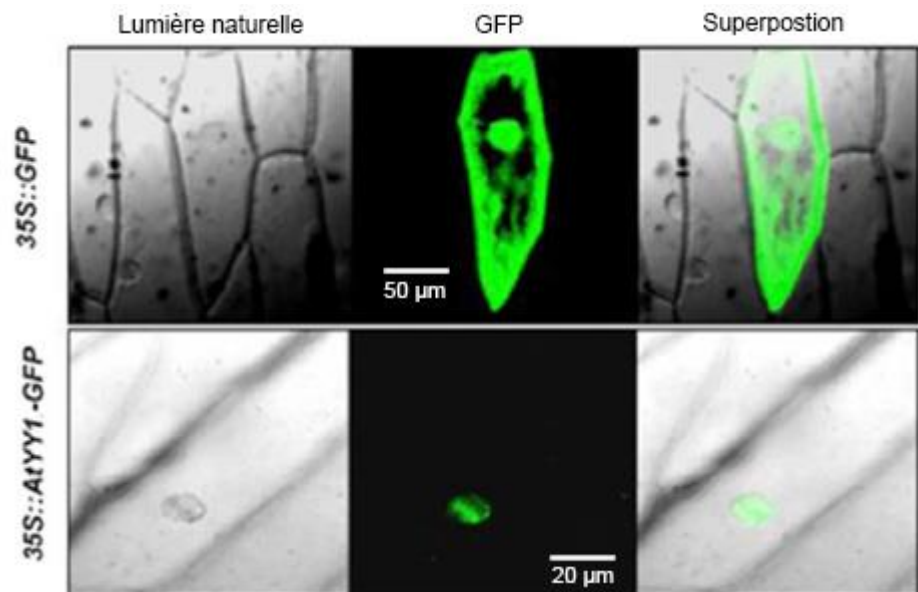


Document 2 : Transfection de cellules d'épiderme d'oignon

Des cellules d'épiderme d'oignon ont été transfectées à l'aide des constructions suivantes :

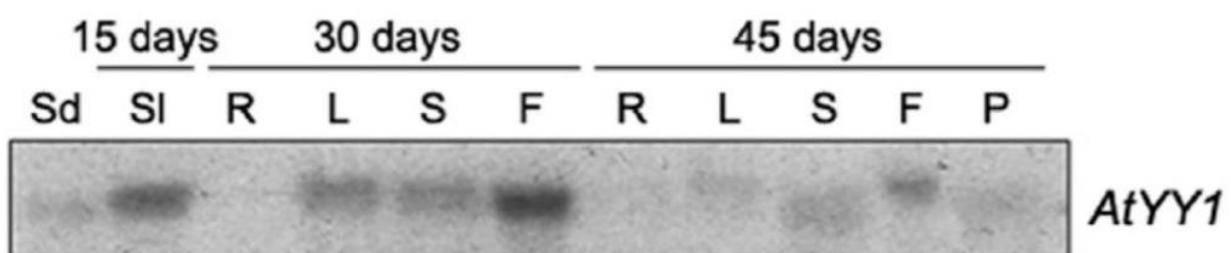
– 35S::GFP = séquence codante pour la GFP sous le contrôle d'un promoteur nommé A activé de façon constitutive.

– 35S : : AtYY1-GFP = séquence codante du gène *AtYY1* fusionnée avec la séquence codante pour la GFP, sous le contrôle du promoteur A.



Document 3 : Étude de l'expression du gène *AtYY1* chez *A. thaliana* à l'aide d'un Northern blot

Le Northern blot est réalisé sur des graines matures (Sd), des jeunes plants (SI), des racines (R), des feuilles (L), des tiges (S), des fleurs (F) et des gousses (P) à différents stades de développement (indiqués en jours). Des sondes complémentaires des ARNm de *AtYY1* sont utilisées.



Vous avez **deux sujets au choix** comprenant deux parties :

Partie 1 (recto) : sujet de synthèse comprenant une figure à intégrer dans votre argumentation

Partie 2 (verso) : documents servant de support à une discussion avec le jury

Le temps de préparation est de **30 minutes** à partir de la distribution des sujets, incluant la préparation de votre tableau et la prise de connaissance des documents. Cette feuille est à rendre au jury en fin d'épreuve. Il est interdit de sortir les documents de la pochette et de les annoter.

PREMIÈRE PARTIE

Exposé de synthèse SXXX

Figure à intégrer FXXX

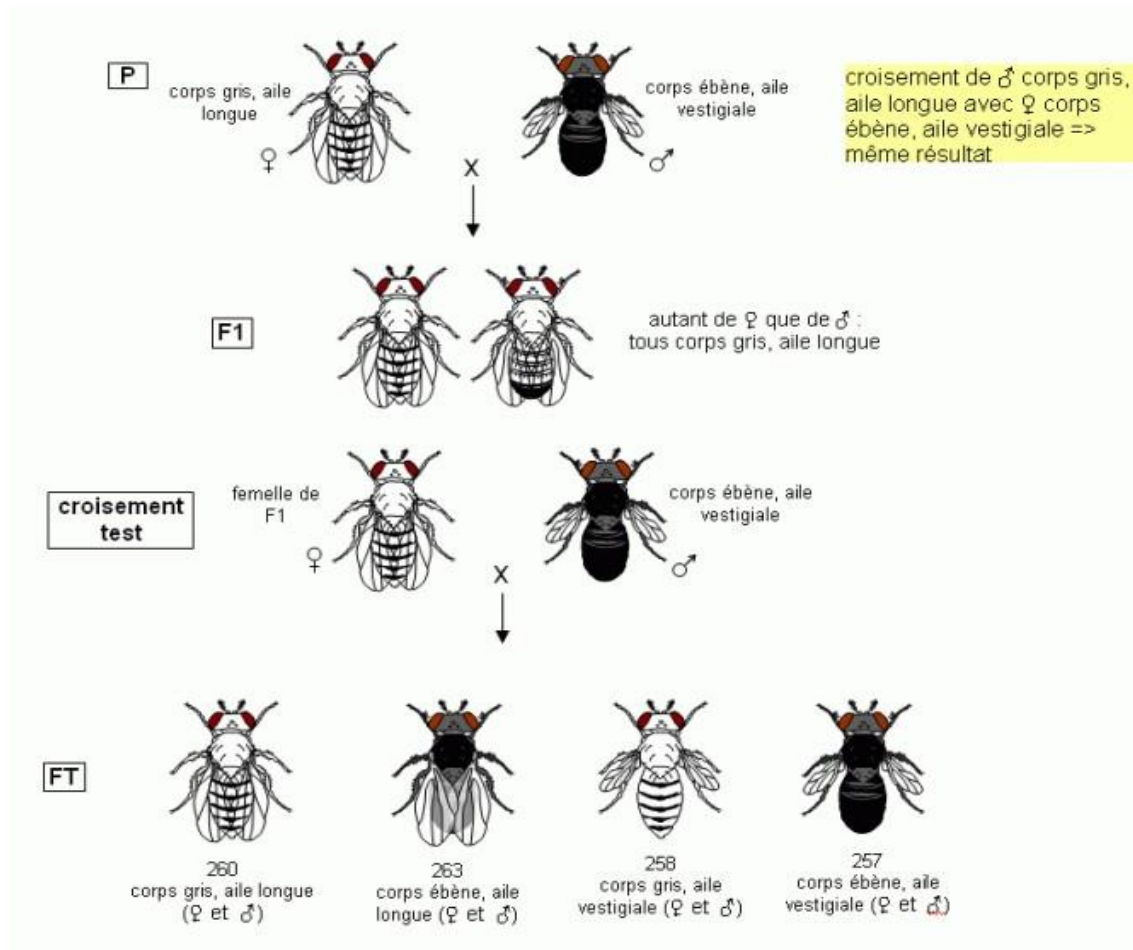
Vous exposerez en 8 minutes maximum les notions clés en relation avec le sujet en intégrant la figure fournie.

Sujet de synthèse : La diversification des génomes

Figure à intégrer dans l'argumentation :

Un résultat de croisement-test (test cross) chez la drosophile

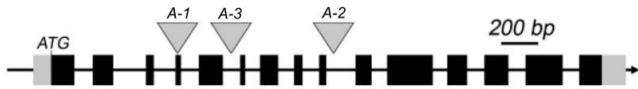
Cette figure montre un résultat de croisement-test (test cross) chez la drosophile. On travaille sur 2 gènes présents chacun sous la forme de 2 allèles différents. Ces 2 gènes sont indépendants, portés par 2 paires différentes de chromosomes homologues. Chez les descendants, on observe 4 phénotypes équiprobables.



Il est attendu du candidat qu'il prenne connaissance des documents suivants pendant son temps de préparation. Aucune étude complète n'est exigée.

Document 1 : Effet de la mutation du gène A sur la méiose d'*Arabidopsis thaliana* ($2n = 10$)

Doc. 1A : Gène A et mutations étudiées

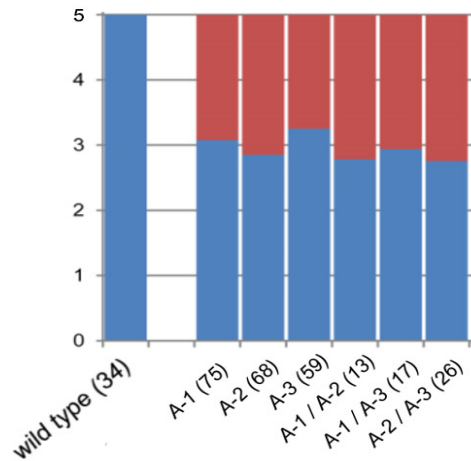


La flèche indique l'orientation du cadre de lecture. Les boîtes correspondent aux exons avec, en gris les séquences non traduites, en noir les séquences codantes.

Les différentes mutations A-1, A-2 et A-3 correspondent à des insertions d'ADN non codant au niveau des triangles.

Doc. 1B : Nombre moyen de chromosomes bivalents = paires de chromosomes appariés (bleu) et de paires d'univalents = paires de chromosomes non appariés (rouge) en métaphase I.

Le nombre de cellules en métaphase I analysées est indiqué entre parenthèses pour les différents génotypes (sauvage = wild types ; ou mutants A).



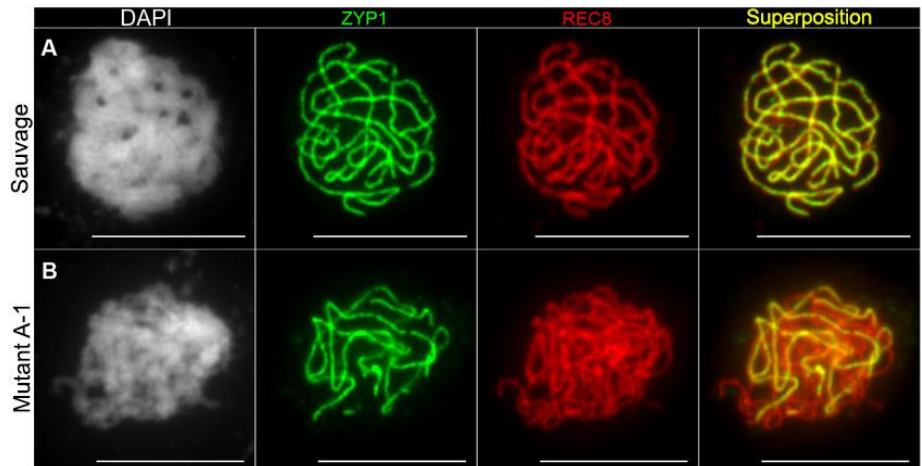
Document 2 : Co-immunomarquage des protéines REC8 et ZYP1 en prophase I de méiose

ZYP1 est une protéine de l'axe du complexe synaptonémal (complexe participant à l'appariement des chromosomes homologues). REC8 est une protéine de structure du chromosome permettant l'appariement des chromosomes homologues au niveau du complexe synaptonémal.

(A et B) On effectue un immunomarquage des protéines ZYP1 et REC8 par microscopie à fluorescence dans des cellules sauvages ou mutantes A-1 en prophase I de méiose.

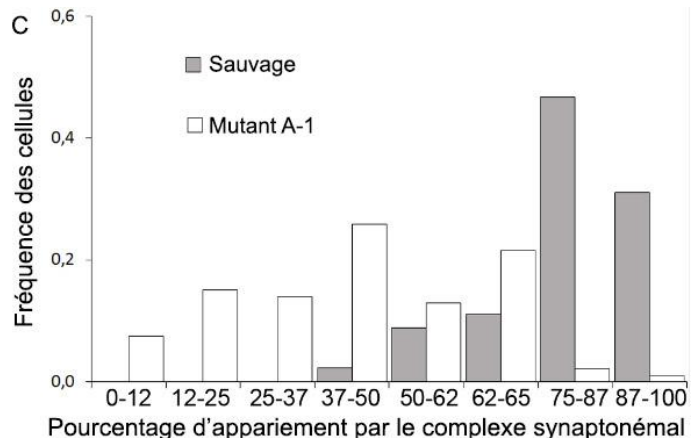
DAPI : marqueur de l'ADN.

Barre d'échelle : 10 μ m



(C) Quantification du nombre de cellules en fonction du pourcentage de leurs chromosomes homologues associés par le complexe synaptonémal.

La proportion est estimée en mesurant le nombre des pixels à la fois rouges et verts sur le nombre total de pixels rouges.



Annexe 4 : liste des compétences évaluées

1 — Exposé et questions sur l'exposé

Compétences réflexives mobilisant la réflexion, la créativité

- identifier les différentes approches d'une question dans le contexte posé et s'y adapter
- hiérarchiser pour parvenir à la complétude (« avoir fait le tour du sujet » en rassemblant des éléments provenant de différentes origines), intégrer et articuler les différents éléments ;
- développer une pensée autonome et l'argumenter, y compris dans le cadre d'un dialogue contradictoire ;
- argumenter à partir de faits réels pour construire des notions ;
- développer des perspectives adaptées au contexte de communication ;

Compétences cognitives dans le champ scientifique :

- exactitude des connaissances scientifiques relevant du domaine de la biologie et des biogéosciences, maîtrise des concepts associés (exposé + questions associées)

Compétence en communication orale

- organiser une production orale en fonction du contexte, s'adapter au contexte de la communication :
 - o sur un support écrit (plan — mots clés), utiliser un « tableau »
 - o sur un support graphique (schémas)

2 — Échange sur documents :

- mobiliser ses connaissances scientifiques
- éprouver et mettre en œuvre ses connaissances dans des perspectives nouvelles
- résoudre un problème complexe
- recueillir des informations, explorer, analyser, organiser et proposer une démarche
- conduire un raisonnement scientifique
- maîtriser la méthode exploratoire, le raisonnement itératif
- maîtriser les diverses techniques expérimentales

3 — Sur l'ensemble de l'épreuve :

- cohérence du propos, logique, clarté de l'expression, maîtrise du vocabulaire et de la syntaxe
- capacité à convaincre à partir d'un raisonnement scientifique
- capacité à écouter, interagir, dialoguer, réactivité....
- capacité à initier des perspectives nouvelles (curiosité, exploration, ouverture d'esprit).

Proposition de grille d'évaluation

Parties de l'oral	Compétences	Points
Exposé et entretien sur l'exposé (Partie 1)	Démarche : Adéquation, problématisation, concepts et faits, logique du déroulement, hiérarchisation des idées, mise en perspective	3
	Argumenter à partir de faits scientifiques grâce à la figure ou à des connaissances.	2
	Communication graphique de l'exposé (organisation, schématisation)	3
Dialogue sur documents (Partie 2)	Exploitation scientifique d'un corpus documentaire : Analyse (rigueur, recul critique...), confrontation des données et des modèles, relations de cause à effet, articulation et mise en relation des informations, aptitude à construire un bilan	5
Ensemble de l'oral	Connaissances	4
	Communication orale : cohérence du propos, clarté de l'expression, maîtrise du vocabulaire, capacité à convaincre, réactivité, capacité à dialoguer	3