

## Épreuve pratique de Biologie, session 2021

Moyenne	Ecart type	Note la plus basse	Note la plus haute
XXX	XXX	XXX	XXX

### Objectifs de l'épreuve

Cette épreuve permet d'évaluer des **compétences techniques, principalement** à partir d'un travail sur des **objets réels**. Elle se fonde sur des manipulations spécifiques aux filières agronomiques et vétérinaires. Elle fait appel aux capacités d'observation ainsi qu'à l'aptitude à confronter les faits aux modèles pour proposer des interprétations. Les exercices portent sur les programmes de première et de deuxième année de biologie (cours et travaux pratiques), **tous deux entièrement couverts par l'ensemble** des sujets de la session.

### Déroulement et organisation de l'épreuve

Les travaux pratiques de biologie se sont déroulés dans les locaux de Sorbonne Université (Campus Pierre et Marie Curie, bâtiment Atrium – 4 place Jussieu – 75005 Paris), comprenant huit salles permettant chacune d'accueillir douze candidats par demi-journée. Quelques minutes avant de monter en salle, les candidats sont invités à mettre leur blouse, ranger leur téléphone portable éteint dans leur sac et préparer **le matériel autorisé dans la notice aux admissibles du concours, dans un contenant transparent en plastique**. Les salles d'interrogation sont indiquées par voie d'affichage dans le hall.

Il est nécessaire de rappeler que tous les candidats doivent respecter cette notice et donc ne peuvent se servir de papier personnel (les étiquettes de dissection sont donc interdites), d'épingles personnelles pour la dissection, de calculatrice, de diffuseur à thé pour les coupes végétales, de matériel de pointage microscopique ou d'une flore, apportés par leurs soins. En revanche, **les lunettes de protection ne sont pas fournies**. Les candidats sont ensuite conduits jusqu'à leur salle par l'équipe technique. L'épreuve dure **trois heures durant lesquelles les candidats ne sortent pas de la salle de TP**. Elle ne commence qu'après la présentation, par l'examineur, des consignes et la vérification exhaustive du matériel fourni ; **le rangement est fait après l'épreuve**. Chaque sujet comporte **deux exercices indépendants** qui peuvent être traités dans l'ordre souhaité par le candidat. Ce dernier est libre de gérer son organisation pendant la durée de l'épreuve, en veillant à prendre en compte la longueur de certaines manipulations, comme par exemple les électrophorèses ou les colorations.

Le candidat dispose de matériel optique, de la verrerie nécessaire, d'une cuvette à dissection, d'une lampe, d'une poubelle de table, d'eau, d'une calculatrice, de petit matériel (papier épais noir, fil, gomme adhésive, épingles, lames et lamelles...) et du matériel spécifique à son sujet. Dans la salle, il peut trouver un évier, du papier absorbant, des flores et du matériel propre à son sujet (étuve, bain-marie, hotte aspirante, réfrigérateur, ordinateurs portables...).

La **blouse est obligatoire** et ne doit pas permettre d'identifier le lycée d'origine du candidat. Elle doit être **neutre**, et ne pas comporter d'inscription à caractère religieux, politique ou polémique.

## Description de l'épreuve pratique de biologie

Les **capacités d'observation et de représentation du réel, les capacités techniques de manipulation, d'analyse et leur mise au service de la compréhension du fonctionnement du vivant à plusieurs échelles sont appréciées au travers de différentes activités**. Ces dernières s'appuient chacune sur au moins un objet biologique concret : animaux pour les dissections, organes ou tissus végétaux ou animaux ou suspensions cellulaires pour les réalisations de montages microscopiques ou d'analyses moléculaires, échantillons animaux ou végétaux à disséquer et à présenter, données numériques à analyser et à traiter manuellement ou grâce à l'outil informatique, clichés ou documents vidéo-microscopiques à différentes échelles à légender ou analyser, etc. Ces activités donnent lieu à plusieurs productions (dessins d'observation, schémas d'interprétation, graphiques, tableaux comparatifs, calculs, identifications, rédaction de courtes conclusions...) qui sont évaluées.

L'épreuve comporte deux parties indépendantes :

- **Une dissection** qui porte sur un ou deux animal(aux) étudié(s) en TP pendant les deux années de préparation ou sur une espèce proche dans laquelle les éléments d'organisation à mettre en évidence peuvent être repérés à partir des informations connues du candidat. Il s'agit de dégager des caractéristiques anatomiques, un appareil complet ou une partie d'appareil et de mettre en évidence des **relations fonctionnelles entre organes**. En outre, **une étude morphologique préalable est certaines fois requise** avant le travail de dissection. L'étude à mener peut être comparative.
- **Une étude thématique** qui comprend plusieurs exercices couvrant **différentes échelles** et amenant à traiter une/des problématique(s) d'ordre biologique, écologique ou systématique. Elle comporte obligatoirement au moins une représentation de résultats ou d'observations sous la forme de schéma, dessin, graphique.

## Évaluation

Chaque sujet est conçu de manière à présenter un niveau de difficulté équivalent et à tester des compétences aussi bien dans les domaines de la biologie animale, végétale, cellulaire ou de la biochimie. Les dissections animales ou florales, les présentations d'objets biologiques ainsi que les préparations microscopiques, gestes techniques et adéquations entre dessins et observations sont évalués, **sur appel des candidats, pendant la séance**. Les dessins, calculs, exploitations, interprétations, diagnoses ou déterminations florales sont ramassés par le jury en fin d'épreuve pour une évaluation **ultérieure**. L'évaluation est réalisée avec un barème commun à l'ensemble des examinateurs. À l'issue des épreuves, une harmonisation des notes est réalisée pour garantir l'équité entre les candidats des différents jurys et entre les différents sujets.

L'accent est mis sur une **évaluation par compétences**. Outre des savoir-faire techniques, l'utilisation d'outils d'observation, la traduction graphique d'une observation et la maîtrise du vocabulaire scientifique, le raisonnement, la mise en relation des observations sont pris en compte. L'initiative et l'autonomie sont aussi évaluées à l'occasion de certains exercices.

Les capacités évaluées dans chaque exercice sont les suivantes :

### Exercice n°1




v : item validé ; nv : item non validé

Pour chaque compétence, les items validés pour l'ensemble de l'exercice sont sommés. On attribue une note à chaque compétence en utilisant un curseur qui peut avoir des pas réguliers ou non.

Exemple en prenant la colonne « mobiliser des connaissances » :

8 à 10 items validés : 3 points

5 à 7 items validés : 2 points

3 à 4 items validés : 1 point

Moins de 3 items validés : 0 point

La note finale de l'exercice est la somme des points obtenus pour chaque compétence. Le barème est construit de façon à ce qu'il faille aborder plusieurs exercices pour atteindre les différents seuils de validation de chaque compétence.

### **Épreuve pratique de biologie avec aménagement**

Certains candidats, pour des raisons médicales, bénéficient d'un aménagement de l'épreuve pratique de biologie.

Quel que soit l'aménagement, l'épreuve suit le même déroulement, la même organisation et comporte les mêmes exercices (dissection et étude thématique).

Lorsque les gestes techniques ne peuvent pas être réalisés par le candidat lui-même, il a alors à ses côtés une personne compétente et désignée par le jury qui fait ces gestes sous sa conduite. Ainsi, par exemple, le candidat doit maîtriser les protocoles de dissection – comme tous les autres candidats - pour dicter les étapes à réaliser.

## **Bilan général de la session 2021**

La session 2021 du concours A-BCPST est une session particulière. Tout d'abord, elle représente une forme de retour à la normale après une session 2020 qui a vu l'annulation des épreuves orales. Les locaux de Sorbonne Université ont permis un accueil des candidats idéal, dans des salles ventilées en permanence, équipées de points d'eau permettant de fréquents lavages de mains au savon. Le jury tient à féliciter les candidats pour la grande rigueur avec laquelle ils ont mis en œuvre le protocole sanitaire : port du masque, respect des distances interindividuelles, désinfection des mains lors de l'utilisation du matériel commun (ordinateurs, spectrophotomètres, ouvrages tels que les flores, etc.). Le respect par chacun des recommandations sanitaires est un élément fondamental qui a permis la tenue d'épreuves pratiques en toute sécurité.

Cela dit, la session 2021 n'a pas été une session complètement normale, dans la mesure où elle intervient après deux années marquées par la pandémie mondiale de Covid-19. Le jury a conscience du fait que les candidats à la session 2021 n'ont pas eu la même formation pratique que les années précédentes, certaines compétences travaillées lors de séances de travaux pratiques (en particulier

les compétences techniques, la mémoire des gestes, l'autonomie d'organisation) ne s'acquérant pas de la même façon en distanciel.

### Gestion globale de l'épreuve

La **vérification avec l'examineur du matériel en adéquation avec l'énoncé** avant le démarrage de l'épreuve ainsi **qu'une lecture rapide de l'ensemble par le candidat en tout début de séance doit permettre à chacun d'effectuer le repérage indispensable des manipulations qui comportent des temps d'attente** (coloration, électrophorèse, chromatographie...) ou qui nécessitent d'utiliser le même échantillon à différentes questions afin de mieux s'organiser. La gestion du temps par les candidats a été très variable. Elle est mal réalisée lorsque les candidats passent trop de temps pour la dissection animale (plus de 1h15) ou par exemple pour les modélisations informatiques. Le jury remarque qu'un nombre non négligeable d'étudiants n'a pas pris en compte les demandes de rangement du matériel autorisé dans une pochette transparente, avant l'entrée dans la salle d'épreuve. La notice du concours doit être lue avec attention.

### Exercice n°1 : Dissection animale (8 points)

La grande majorité des candidats commence par cet exercice. La plupart des dissections témoignent à la fois d'une maîtrise de la technique de dissection et de la connaissance des structures observées. Comme signalé plus haut, les candidats qui consacrent trop de temps à cet exercice au détriment des autres obtiennent une note finale décevante. Cet exercice incontournable est très discriminant. Au vu des difficultés de préparation à l'épreuve pratique dans le contexte pandémique, notamment la préparation à la dissection, le jury a veillé à réaliser une harmonisation rigoureuse et particulièrement bienveillante.

Le poids de l'évaluation de cet exercice est plus important sur le geste technique et la présentation que sur l'identification des structures.

Afin de limiter la profusion de légendes en évitant le hors-programme et de favoriser une réflexion préalable au choix nécessaire, cet exercice est le plus souvent encadré par un **nombre maximal de structures légendées** autorisées.

Ainsi que les énoncés le spécifient, **les légendes doivent toujours être organisées** montrant ainsi une fonctionnalité, des regroupements ou au contraire des oppositions, le sens d'un flux, des relations entre les structures, etc. C'est un point discriminant sur lequel encore trop de candidats butent, malgré des dissections techniquement bien réalisées. Organiser les légendes ne signifie pas décrire avec précision la fonction de chaque organe qui, elle, n'est pas attendue. Le sujet « les fonctions de nutrition » qui ne se limite pas à l'appareil digestif mais comprend aussi la fonction de respiration, de circulation et/ou d'excrétion selon l'animal proposé fut mieux traité par les candidats que les années précédentes.

Certains candidats avaient une **étude morphologique** à conduire avant l'étude anatomique. La majeure partie des candidats a traité cette question. Certains critères tels que l'organisation en tagmes nécessitent que les limites de ces régions morphologiques soient effectivement placées par l'étudiant grâce aux moyens de son choix. Souvent, un seul critère est proposé par niveau systématique alors qu'on **pourrait en attendre 2 ou 3 pour certains niveaux**. Le jury attend une

meilleure hiérarchisation des légendes et des regroupements de structures en particulier dans le cas des présentations systématiques.

Beaucoup de candidats méconnaissent **les éléments morphologiques** caractérisant la position systématique des animaux au programme : ces éléments doivent être visibles sur l'animal présenté. Il ressort souvent que les candidats présentent une liste d'éléments appris sans discriminer ceux observables en morphologie, de ceux qui ne le sont pas. Le jury rappelle également que l'étude morphologique ne doit pas consister en une liste de caractères appris par le candidat mais non visibles sur l'animal présenté ; la présence de vertèbres ou la position de la chaîne nerveuse, par exemple, ne sont pas observables dans une étude morphologique.

Toutefois, l'étude morphologique a souvent donné lieu à des présentations répondant parfaitement à la question. Le jury observe une amélioration dans la qualité et l'originalité des présentations morphologiques.

Le jury a noté une bonne réactivité en général face aux nouveaux sujets de dissection. Toutefois, certains intitulés ne sont pas toujours bien compris et amènent à une dissection qui ne correspond pas aux attentes. Il est en effet indispensable de bien connaître **les limites des différentes parties des organismes** (on rappelle par exemple que les gonades font partie de l'abdomen chez la souris) ou les fonctions biologiques des structures pour **mieux délimiter le sujet**.

La dissection doit être **propre et immergée**. La quantité d'eau dans la cuvette doit rester raisonnable pour éviter qu'elle ne déborde en particulier lors des déplacements du candidat entre l'évier et son poste de travail. De plus, il faut **dégager soigneusement** les structures, en particulier lorsqu'elles sont entourées de tissus adipeux ou masquées par d'autres organes. Cette année ce geste de retirer le tissu adipeux, notamment associé aux testicules de souris, a souvent manqué. Un travail technique précis est attendu. Certaines dissections réalisées par les candidats, en particulier de Crustacé ou de Téléostéen, sont de simples présentations des organes en place, sans travail minutieux de dissection (branchies, aorte et arc aortique du Téléostéen, œsophage de Crustacé, œsophage et canal cholédoque de Téléostéen...). Les liens anatomiques entre organes doivent être visibles (exemple : la continuité œsophage-estomac chez la souris lors de l'étude du tube digestif). La dissection doit être **aisément observable**. Il convient de découper et de positionner judicieusement les étiquettes, **de façon à ne pas masquer les organes**. Les épingles portant les étiquettes ne doivent **ni être plantées dans les structures légendées, ni empêcher leur observation**. **Le pointage doit être précis** : la structure désignée doit être **touchée** par le moyen de pointage (étiquette bien découpée, ou bien fil, papier noir épais, épingle associée à l'étiquette). Une étiquette pointant l'eau ou l'air ou contenant plusieurs légendes n'est pas prise en compte. Les légendes ne doivent **pointer que des structures identifiables**. Il est par conséquent inutile de préciser qu'un organe est « coupé », « sectionné » (symphyse pubienne, chaîne nerveuse...), « absent » ou « enlevé », ou de préciser son emplacement théorique s'il a été perdu au cours de la dissection. De même, **il n'est pas accepté de pointer la bouche et l'anus de l'écrevisse sur la face dorsale** ; ils doivent donc être mis en évidence. Le jury salue l'inventivité et l'ingéniosité de certains candidats pour le faire.

Concernant les dissections de poissons Téléostéens, le jury rappelle l'importance du déroulement du tube digestif, dégagement des organes de l'appareil cardio-respiratoire. En outre, le travail sur les

glandes annexes du tube digestif est encore assez souvent négligé, les branchies ne sont pas toujours individualisées, et de nombreux candidats confondent encore bulbe artériel, ventricule, oreillette et sinus veineux, ou encore arc aortique et aorte.

L'appareil digestif, le cœur et l'appareil respiratoire des Crustacés demandent un travail précis de dégagement qui n'est pas toujours approfondi. Des **efforts** sont encore **attendus** pour le **travail sur les appendices** de Crustacés autant pour la **qualité de leur présentation** (extraction, présentation et **orientation**) que leur **identification correcte et leur fonction** (P1 pour alimentation, scaphognathite et son rôle ventilatoire), même remarque concernant les oviductes et les spermiductes qui ne sont généralement pas montrés.

La plupart des dissections, en particulier sur la souris, montre une **maîtrise technique convenable** par une majorité de candidats. Mais quelques-unes ne montrent pas de **travail suffisamment fin** (canaux salivaires ou canal cholédoque pour l'appareil digestif, urètre dégagé et pointé, ovaires ou testicules dégraissés...).

Les légendes ne doivent concerner que les **structures en rapport avec le sujet**. Toute légende ne se rapportant pas directement à la question posée est pénalisée : organes du thorax pour l'étude de l'abdomen par exemple... L'exhaustivité se limite aux attendus définis dans le programme.

Soulignons qu'**un titre et une orientation** sont toujours attendus mais restent encore souvent absents des présentations. Ceci est d'autant plus surprenant que le tableau à compléter comporte **une case intitulée « titre » mais qui est parfois laissée vide par les candidats**. Lorsque le sujet porte sur l'appareil reproducteur de la souris ou du Crustacé, l'identification du sexe est attendue et peut être mentionnée dans le titre. L'orientation peut être signalée par des étiquettes (non comptabilisées comme des légendes de structures) ou tout autre moyen mais en aucun cas par écriture directe sur la cuvette à dissection.

Un **regroupement judicieux des légendes, clairement noté**, révèle que le candidat maîtrise l'organisation anatomo-fonctionnelle des appareils (urinaire et génital, circulatoire et respiratoire, tube digestif et glandes exocrines...). Le **vocabulaire** doit être **précis, rigoureux et correctement orthographié sans quoi il n'est pas pris en compte**. Cette année le jury fut surpris du nombre croissant de fautes d'orthographe et de grammaire.

Lors des prochaines sessions, les dissections demandées continueront à être diversifiées.

## **Exercice n°2 : Réalisation de manipulations thématiques (12 points)**

Chaque exercice est identifié par un thème, clairement indiqué dans son titre : « Autour du chou », « Entre chiens et loups », « La Garrigue » ... **Le titre n'a pas vocation à être un item du programme mais peut être un guide pour les candidats qui doivent le garder en mémoire**, ce qui évitera des contre-sens parfois farfelus, notamment lors des diagnoses ou des études de micrographies. Cet exercice sollicite des compétences et des manipulations en lien avec plusieurs items du programme de première et de deuxième année.

Les manipulations sont accompagnées d'un protocole à suivre ou d'une fiche technique qui guide les candidats. Pour autant, le principe des manipulations clairement identifiées dans le programme doit être connu des candidats.

Exemples de fiches techniques : utilisation du logiciel X, utilisation de la micropipette, étapes d'ouverture du cœur de Mammifère, utilisation des lames Kova, réalisation d'une coloration Gram, double coloration des coupes végétales...

Cette étude thématique comporte une **question qui nécessite un choix**. Dans certains cas, il n'y a pas de bon ou de mauvais choix ; simplement, le jury laisse une prise d'initiative au candidat qui peut alors montrer une certaine créativité, de l'ingéniosité ou simplement qui peut être plus à l'aise avec un échantillon plutôt qu'un autre, une méthode plutôt qu'une autre. Il est à noter que lorsque le choix a été proposé de tracer un graphique à la main sur papier millimétré ou à l'aide d'un tableur, les candidats sont plus nombreux à choisir l'utilisation d'un tableur. Dans le cas du tableur, la présentation ne doit pas être négligée (titre, axes nommés avec les unités précisées, légendes des courbes explicitées).

Dans d'autres cas, tous les choix ne sont pas adaptés à la question posée. Exemples : choix du solvant pour réaliser une chromatographie, choix d'un colorant pour mettre en évidence un élément précis, choix du témoin dans un protocole.

La qualité des réponses à ce dernier type de question est relativement bonne.

Les questions où il est demandé au candidat d'étudier un ou deux objets biologiques « par le moyen de son choix » ou en réalisant une présentation sont décevantes : généralement, l'objet, surtout s'il est de petite taille, a simplement été posé sur la paillasse avec au mieux 2 ou 3 étiquettes dont les légendes ne sont pas mises en relation avec ce qui est demandé. Lorsque l'étude d'un ou de deux objets biologiques est une **présentation d'échantillon(s), cet exercice n'appelle aucun dessin, ni schéma : tout doit être montré directement sur l'échantillon fourni**. La question est formulée de façon à donner un objectif clair au candidat (exemples : présenter l'échantillon pour démontrer que c'est un fruit, présenter l'échantillon pour mettre en évidence son mode de dispersion, une adaptation à un milieu de vie particulier, ...). Ce type de question, fréquente et volontairement ouverte, doit être l'occasion de manipulation réelle de l'objet, dissection, mise en valeur de structures, légendes précises et univoques, coupes judicieuses, orientation précisée, emploi de la loupe binoculaire ou du microscope si besoin, présentation comparative pertinente. Ainsi des structures à peine visibles à l'œil nu sont parfois présentées telles quelles, alors qu'elles devraient être placées sous une loupe binoculaire. Le pointage peut se faire via une aiguille ou un papier noir finement découpé, sous loupe binoculaire ou bien au microscope optique selon la taille de l'échantillon à observer.

Les analyses comparatives ne semblent pas totalement acquises, en particulier pour la présentation des échantillons. Pour rappel, l'orientation des échantillons doit être identique et indiquée, les légendes communes et celles qui sont spécifiques seront distinguées. Les candidats ont du mal à cerner les légendes communes aux deux objets biologiques - ceci s'explique souvent par une connaissance insuffisante de la fonction ou de la structure - et à mettre ce caractère commun en évidence sur leur présentation. Tous les moyens permettant clairement d'établir une comparaison sont validés.

Cette année encore, l'identification de structures sur des photographies, reste diversement réussi. Le type de microscope utilisé pour obtenir le cliché est également encore trop souvent non précisé ou erroné.



D'une façon générale, **les gestes techniques ont été plutôt bien réalisés. C'est l'analyse, calculatoire en particulier, et l'interprétation des résultats qui posent problème aux candidats ainsi que certains points formels.**

**Remarques sur les points à améliorer concernant les manipulations :**

- La **moule** est encore trop souvent présentée à sec, ce qui donne un résultat déplorable ; la majorité des candidats maîtrise mal l'organisation de l'animal et positionne des légendes erronées sans préciser l'orientation de l'animal.
- La **conception de protocoles** donne des résultats de qualité très variable. Le jury espère **du bon sens** en plus de l'initiative, et attache une attention toute particulière à la présence de **témoins cohérents**.
- La présentation au microscope optique de la cuticule d'Arthropode et sa légende furent souvent décevantes.
- Le **pointage précis** d'une structure au microscope demande de choisir un grossissement adapté. Les appareils optiques fournis ne comportent **pas de pointeur intégré**. Il est donc nécessaire de bricoler un outil de pointage. **La fixation d'une épingle sur l'oculaire est interdite pour des raisons de sécurité**.
- La mise au point en utilisant des lames Kova fut décevante cette année. On attend des améliorations concernant le **réglage de la luminosité** avec l'utilisation du diaphragme et du condenseur.
- La réalisation de coupes végétales doit être travaillée, de façon à en améliorer la  **finesse**. En particulier pour les organes de grand diamètre, il est conseillé de privilégier une coupe très fine, quitte à ne pas englober la totalité de la section.
- **Les calculs sont généralement mal présentés et mal rédigés (pas de calcul littéral), aucun résultat n'est mis en valeur**. Les grandeurs utilisées sont souvent non définies, ce qui conduit à des confusions. **L'expression de valeurs numériques doit toujours s'accompagner d'unités pertinentes. L'utilisation de certains outils mathématiques ou physiques simples** (calcul de la surface d'un disque, calcul du volume d'une sphère, notion de densité ou de masse volumique...) ont décontenancé de nombreux candidats. **Les calculs en suivant le modèle de Hardy-Weinberg sont trop souvent inexacts, voire non traités par les candidats**. Les unités des formules utilisées ne sont pas maîtrisées (ex : loi de Fick). Les calculs pour réaliser des **dilutions** posent très souvent problème.
- Les présentations graphiques, telles que les graphiques, les schémas et les dessins, ont souvent des **titres incomplets ou inexacts** (absence de la technique d'observation utilisée, incohérence de l'échelle indiquée avec l'objet, absence de la coloration alors que le candidat l'a lui-même réalisée, titres des graphiques et des axes négligés). Les présentations de graphiques ou de copies d'écran sur l'ordinateur ne comportent le plus souvent ni titre, ni légende et sont dès lors incompréhensibles. **Les règles formelles sont les mêmes que pour un schéma ou un dessin**.
- Les dessins, les schémas et les présentations ne sont pas  **systématiquement orientés** (ex : coupe transversale de feuille d'Angiosperme, présentation de la moule, présentation d'appendices d'Arthropodes, dissections florales...).
- Les dessins, les schémas et les présentations doivent être  **systématiquement accompagnés d'une échelle graphique (segment portant la mention de sa taille à l'échelle), qui ne peut être donnée par un simple grossissement souvent erroné. L'échelle est presque**

- toujours absente lors d'une observation à l'œil nu.** Il est attendu que les titres précisent l'objet, le mode d'observation, le grossissement utilisé, une éventuelle coloration.
- Les dessins, les schémas et les présentations manquent trop souvent de **soin** et de fidélité dans les proportions représentées (cas des schémas et des dessins).
  - Les candidats, lorsqu'ils ont besoin d'un très faible grossissement, ne pensent pas à utiliser la **loupe** à leur disposition. Le jury rappelle que le grossissement des loupes est réglable : les candidats n'exploitent jamais cette possibilité. En outre, la loupe n'est que trop rarement utilisée pour **présenter de petites structures** (pièces buccales, dissection florale de Poacée en particulier, graine ou fruit, coupes fines de structures anatomiques, embryons animaux...).
  - Les diagnostics proposées sont trop souvent mal rédigées, et sont présentées maladroitement comme de longs paragraphes descriptifs.
  - L'observation de **frottis bactérien** a davantage été réalisée sous l'objectif le plus important disponible ( $\times 100$ ) mais pas toujours avec l'**huile à immersion**.
  - La manipulation des **micropipettes** est **connue** des candidats mais **pas toujours bien maîtrisée** bien qu'une fiche technique soit distribuée lorsqu'un exercice demande son utilisation. D'une part, le choix des volumes à prélever est souvent inadéquat (exemple : 10  $\mu\text{L}$  avec une P1000), d'autre part le prélèvement est souvent mal réalisé entraînant la prise d'air avec le volume de liquide. Les suspensions de microorganismes doivent toujours être homogénéisés au préalable afin d'éviter leur accumulation en culot de tube. Cette négligence a conduit des candidats à conclure à l'absence de microorganismes, et à prétendre avec insistance que le matériel fourni n'était pas satisfaisant.
  - Les candidats ont souvent du mal à **identifier le type de microscope** utilisé pour un cliché (MO, MET, MEB). On rappelle qu'une photographie en noir-et-blanc n'est pas obligatoirement une électrographie.
  - Les **dissections florales** ont parfois été mal réussies. Très peu de collages autour de la dissection sont réalisés permettant de préciser la présence de pièces soudées, la position de l'ovaire, etc. Ces **collages annexes** doivent être titrés pour préciser leur intérêt (pour des exemples, voir le rapport du jury de la session 2011). L'utilisation de la **loupe** pour l'observation de coupes d'ovaire est aussi exigée.
  - Les **coupes transversales de racines, tiges et feuilles d'Angiospermes ne sont pas bien interprétées**. L'histologie végétale est souvent mal assimilée : les candidats sont capables de réciter des schémas « types » (exemple : limbe foliaire de nénuphar ou d'oyat) mais sont démunis face à des structures un peu différentes de ce qu'ils ont appris. Des incohérences entre observation et interprétation sont très courantes. **Les positions relatives du xylème et du phloème I et II ne sont pas maîtrisées**. Les figurés conventionnels (fournis dans les énoncés) ne sont pas toujours correctement représentés et agencés lorsque les tissus sont reconnus.
  - Des difficultés à maîtriser **la génétique formelle et l'écriture des génotypes et phénotypes, ainsi que la construction d'échiquiers de croisement** sont observées. Il n'est pas rare de lire un échiquier de croisement correspondant à un test cross alors que c'est  $F_1 \times F_1$  qui est attendu, ou inversement.
  - Certains candidats ont eu du mal à **modéliser des situations** où une force évolutive (dérive ou sélection) est en jeu.

- La prise en main du logiciel Anagène fut de manière surprenante parfois décevante. Les candidats, malgré la fiche annexe fournie, ne parviennent pas toujours à réaliser une comparaison de séquences et à afficher les pourcentages de similitudes ou de différences.
- **L'analyse de séquences** a donné des résultats très hétérogènes. Davantage de rigueur dans la construction (avec une fiche fournie) et la **justification** d'arbres phylogénétiques est attendue.
- Les différents vaisseaux sanguins sont en général mal identifiés et leur détermination est pauvrement justifiée.
- Les colorants mis à disposition ne sont pas toujours utilisés avec pertinence.
- Une proportion encore trop grande de candidats montre une **approche finaliste**, qui dénote une mécompréhension majeure des processus évolutifs à l'origine de l'apparition d'adaptations. Le jury insiste notamment sur l'utilisation circonstanciée et parcimonieuse des expressions « pour, » « afin de, » « dans le but de, » et autres équivalents qui dénotent une volonté ou un dessein ; elles doivent donc être réservées à l'expression de la pensée scientifique consciente, et non à l'explication des phénomènes biologiques. Exemple : « l'écrevisse possède une cuticule afin de se protéger des agressions du milieu » laisse entendre la volonté de l'écrevisse dans le projet de protection et sa capacité à élaborer cette protection de façon consciente. Cette conception erronée est trop souvent présente dans les copies, le jury attend une rigueur plus grande des candidats dans leur formulation.

#### **Remarques sur les points positifs concernant les manipulations :**

- Les exercices portant sur l'estimation du **potentiel hydrique** sont globalement mieux réussis.
- Les **calculs d'échelle graphiques** souvent demandés explicitement pour diverses représentations ont été dans l'ensemble mieux traités.
- Le **suivi de protocoles** est dans l'ensemble bien réalisé. **Les chromatographies et les électrophorèses** sont des exercices bien maîtrisés.
- Les exercices nécessitant de l'**informatique** ont été bien compris même s'ils ont été traités parfois trop lentement, au détriment du reste du sujet. Les fiches techniques d'utilisation des logiciels sont bien suivies.
- **L'utilisation du papier semi-log** est assez discriminante entre les candidats.
- **Les graphiques** sont souvent bien légendés lorsqu'ils sont faits sur papier.
- L'analyse de résultats d'**enzymologie** est en progression par rapport aux sessions antérieures : les candidats prennent souvent l'initiative de réaliser une **linéarisation** (ex : courbe en double inverse) mais les conclusions ne sont pas systématiquement justifiées quantitativement. Les valeurs de  $K_M$  et  $V_{max}$  ne sont pas déterminées graphiquement et lorsqu'une valeur est donnée, les **unités sont souvent oubliées ou incorrectes**.  
Les courbes en double inverse réalisées sur tableur sont souvent prolongées et permettent de déterminer le  $K_M$ . Néanmoins les axes ne sont pas systématiquement légendés.
- Les **coupes d'organes végétaux** sont généralement exploitables, voire très fines.
- La **dissection du cœur de Mammifère** est dans l'ensemble bien réussie.
- La **diagnose de la faune du sol** a été correcte.
- Les **montages au microscope** sont cohérents avec ce qui est demandé.
- Le **pointage au microscope** à l'aide d'une épingle ou d'un morceau de papier en forme de pointe de flèche est efficace.

- Les **présentations de 2 ou 3 montages au microscope ou préparations** (ex : des échantillons placés à des pH différents, 3 échantillons de faune du sol à déterminer) ont été titrées et placées logiquement les unes par rapport aux autres.
- Les **appendices et les pièces buccales** du criquet sont très bien connus et correctement extraits. En revanche, ceux des Crustacés, en particulier les pièces masticatrices ou impliquées dans les fonctions de respiration, ne sont pas toujours bien extraites, ni identifiées et orientées.
- Les **stades embryonnaires** et leur chronologie sont généralement connus.
- Le **matériel de sécurité** (lunettes de protection, gants, blouse) a été correctement utilisé lorsque nécessaire.
- Le travail des candidats est généralement **soigné**.

De nombreux candidats ont proposé un travail remarquable, tant dans les gestes techniques que dans la maîtrise des objets du programme et du vocabulaire associé. Bon nombre d'entre eux, qui ont su faire preuve de bon sens et présenter proprement leur travail, ont obtenu une très bonne note pour cet exercice 2.

### **Conclusion :**

Cette année encore, les locaux de Sorbonne Université (Campus Pierre et Marie Curie) ont permis aux candidats de travailler dans de très bonnes conditions matérielles. Les candidats se sont montrés attentifs lors de la présentation du matériel et coopératifs lors du rangement en fin de séance.

Les candidats sont capables de gestes techniques très précis. Ils font globalement preuve d'un bon sens de l'observation et de traduction des résultats sous une forme exploitable. La moyenne générale obtenue pour cette épreuve pratique est légèrement plus faible qu'à la session 2019, l'écart-type est quant à lui augmenté. Cette évolution des résultats pour la session 2021 est probablement liée aux deux années marquées par la crise sanitaire, ayant eu un impact sur la formation pratique des étudiants.

## ***ANNEXE : Liste des sujets de la session 2021***

**Attention :** De nouvelles dissections, exercices, manipulations, photographies, électronographies, lames commerciales, échantillons, documents vidéo-microscopiques sont introduits à chaque nouvelle session.

### **DISSECTIONS ANIMALES : morphologie ou anatomie fonctionnelle**

Aucun protocole n'est fourni.

#### **SOURIS**

##### **Étude morphologique :**

Quelques structures impliquées dans les différentes fonctions de relation

Quelques structures permettant de justifier la position systématique

Adaptations morphologiques à certaines caractéristiques du milieu de vie de l'animal

##### **Étude anatomique :**

Région du cou et thorax

Cavité abdominale

Appareil digestif

Quelques structures impliquées dans les différentes fonctions de nutrition

Appareil(s) urinaire et génital  
Appareil cardio-respiratoire  
Les structures impliquées dans l'hétérotrophie (définition du terme rappelé en introduction du sujet) de l'animal  
Appareil respiratoire et appareil génital

### **TÉLÉOSTÉEN (truite, maquereau, merlan)**

#### **Étude morphologique :**

Quelques structures permettant de justifier la position systématique  
Adaptations morphologiques à certaines caractéristiques du milieu de vie de l'animal

#### **Étude anatomique :**

Régions branchiale et cardiaque  
Appareil digestif et appareil reproducteur  
Appareil digestif  
Quelques structures impliquées dans les différentes fonctions de nutrition  
Les structures impliquées dans l'hétérotrophie (définition du terme rappelé en introduction du sujet) de l'animal

### **CRUSTACÉ (écrevisse, langoustine)**

#### **Étude morphologique :**

Structures impliquées dans les diverses fonctions de relation  
Quelques structures permettant de justifier la position systématique

#### **Étude anatomique :**

Appareil circulatoire et cavité branchiale  
Appendices masticateurs et appareil digestif  
Chaîne nerveuse dans la région abdominale et structures impliquées dans les diverses fonctions de relation  
Appareil digestif et appareil reproducteur  
Quelques structures impliquées dans les différentes fonctions de nutrition  
Les structures impliquées dans l'hétérotrophie (définition du terme rappelé en introduction du sujet) de l'animal

### **CRUSTACÉ ET HÉXAPODE**

#### **Étude morphologique :**

Morphologie comparée d'un Crustacé et d'un Hexapode

## **EXERCICES ET MANIPULATIONS**

*Les protocoles sont indiqués. Les figurés conventionnels pour l'interprétation des coupes d'organes végétaux (racine, tige et feuille) sont précisés dans les énoncés. Des fiches techniques d'utilisation du matériel spécifique sont fournies.*

*Dessin, schéma ou graphique sont systématiquement demandés.*

Élaboration d'un protocole pour répondre à un problème à partir d'une liste de matériel fournie  
Suivi de la cinétique d'une réaction enzymatique, détermination de vitesses initiales,  $V_m$  et  $K_m$  (cinétique michaelienne), inhibiteurs (compétitifs – non compétitifs)  
Suivi d'une réaction enzymatique (colorimétrie)  
Détermination graphique des paramètres cinétiques d'enzymes michaeliennes avec ou sans inhibiteur compétitif ou non compétitif (sur papier millimétré ou avec un tableur)  
Comparaison de sites actifs d'enzyme, représentation 3D d'une enzyme et fixation d'un ligand (substrat, inhibiteur) à l'aide d'un logiciel

Comparaison et analyse des différents niveaux de structure de protéines (avec ou sans ligand)  
 Exploitation de séquences alignées de protéines ou d'ADN à l'aide ou non d'un logiciel  
 Construction d'une matrice de distance à partir de l'étude de séquences  
 Construction d'un arbre de similitudes (méthode fournie)  
 Construction d'un cladogramme  
 Chromatographies sur papier ou sur plaque CCM : pigments d'« algues », pigments de la feuille d'épinard, pigments de pétales, glucides...  
 Exploitation d'un chromatogramme  
 Utilisation d'un spectroscope  
 Électrophorèse de protéines (blanc d'œuf, ), de fragments de restriction d'ADN  
 Exploitation d'un électrophorégramme  
 Construction d'une carte de restriction  
 Construction d'une pyramide des biomasses  
 Construction d'un réseau trophique  
 Analyse et exploitation de données quantitatives (production primaire nette, transferts de matière, temps de résidence...)  
 Calculs de volume, de surface, de densité, de taille en utilisant une échelle, calcul d'une échelle  
 Résolution d'un exercice de croisement (étude avec 2 gènes ayant chacun 2 allèles)  
 Étude quantitative d'une population en équilibre de Hardy-Weinberg ou non  
 Modélisations numériques (dérive génétique, sélection naturelle, dynamique de populations...) et interprétation  
 Étude de cas de coévolution (amenant ou non sur le modèle de la Reine Rouge)  
 Analyse de quelques cas de multiplication végétative (organes concernés, modalités et facteurs de la multiplication...)  
 Discussion ou manipulation des notions liées au cycle du carbone et/ou de l'azote (réservoirs, flux, temps de résidence, effets anthropiques, ...)  
 Identification et discussion de facteurs de sélection, de la valeur sélective (fitness)  
 Étude du modèle logistique  
 Exemples de stratégies r et K  
 Dynamique de type Lotka-Volterra  
 Réalisation d'un frottis bactérien et coloration (au bleu de méthylène ou coloration de Gram) à partir de cultures liquides, de yaourt, de nodosités  
 Détermination du potentiel hydrique d'un organe  
 Détermination de l'osmolarité de cellules  
 Réalisation de dilutions adaptées  
 Comptage de microorganismes sur lame Kova  
 Montage d'épiderme d'oignon : plasmolyse/turgescence, mise en évidence de la vacuole ou d'acides nucléiques  
 Montage d'épiderme de limbe foliaire ou de fronde, de pétales  
 Montage permettant d'observer un mouvement cellulaire  
 Montage d'un jeune apex racinaire (cellules en mitose)  
 Montage microscopique des périthèces d'ascomycètes, de filaments mycéliens  
 Montage microscopique des sores du polypode  
 Observation et montage de cultures de paramécies, d'euglènes, de chlorelles, de *Saccharomyces cerevisiae*...  
 Montage de coupes de lichen  
 Montage de filaments branchiaux  
 Analyse de préparations microscopiques de conceptacles de *Fucus*  
 Étude d'« algues » (au sens écologique)

Utilisation d'une clé de détermination  
 Extraction d'un collembole d'un échantillon de pédofaune

## Dissociation de cellules végétales et observation microscopique

Mise en évidence par un test coloré du type de réserves dans une cellule, un tissu ou un organe

Localisation des réserves dans une cellule, un tissu ou un organe (Angiospermes, Ulve)

Évaluation de la taille d'une structure microscopique (à partir de l'observation en MO, en utilisant une échelle) ou macroscopique

Coupe et montage de CT de racine (mycorhizée ou non), tige, limbe foliaire d'Angiospermes, pièces fertiles d'une fleur d'Angiosperme

Analyse de coupes transversales de racines, de tiges et de limbes foliaires d'Angiospermes

Étude morphologique de plantes entières, d'appareils végétatifs et/ou d'organes de réserve (rameau feuillé, bourgeon, CT de tronc, élodée, racines mycorhizées, oignon, radis, tubercule de pomme de terre, chou de Bruxelles, grain de blé...)

Étude d'organes reproducteurs, de cellules reproductrices (gonades de Mammifères, gamètes mâles et femelles -Fucus ou Oursin-, coupes d'ovaires, d'anthères et d'ovules d'Angiospermes, structures reproductrices du Polypode, ...)

Diagnose d'échantillons (la clef de détermination est fournie dans certains cas comme la pédofaune) ou d'organes (ex : organes végétaux à l'aide d'une clef fournie)

Analyse de clichés en MO, MET, MEB, avec fluorescence

Détermination florale (famille et genre, rarement espèce) à partir de flores fournies

Présentation comparative ou non de fruits, de graines et/ou de germinations (blé, haricot, raisin, pissenlit, groseille, myrtille, mûre, tomate, chou de Bruxelles...).

Dissection florale

Analyse de l'organisation d'une fleur en lien avec son mode de pollinisation

Ouverture et présentation du cœur de Mammifère

Ouverture et présentation de la moule

Panoplies thématiques d'appendices (respiratoires, prise de nourriture...) chez un crustacé (écrevisse, langoustine)

Prélèvement d'un parapode de Néréis

Panoplies thématiques d'appendices (céphaliques, thoraciques, locomoteurs...) chez le criquet

Extraction et montage des trachées du criquet

Présentation du criquet (tégument, morphologie, structures locomotrices...)

Extraction et présentation des branchies d'un téléostéen

Classement chronologique d'embryons d'Amphibiens à différents stades

Identification d'un stade de développement d'embryon d'Amphibien (à partir d'un échantillon, d'une lame)

Détermination des critères d'adaptation au milieu à partir d'un objet biologique

Détermination des critères suggérant l'optimisation des échanges à partir d'un objet biologique

Dessin d'observation à partir d'échantillons macroscopiques ou microscopiques

Pointer une structure, un tissu, un type de cellules au microscope ou à la loupe

Dégager une homologie ou une convergence évolutive (supports et échelles divers)

Identification d'une stratégie de reproduction

Vidéomicroscopie : imagerie moléculaire, organismes phagotrophes, modalités de croissance etc.

### **Exemples de familles de fleurs proposées**

Brassicacées, Boraginacées, Campanulacées, Caryophyllacées, Fabacées, Lamiacées, Poacées, Onagracées, Oxalidacées, Rosacées, Solanacées, Scrofulariacées. Cette liste n'est pas exhaustive, toute espèce courante en France métropolitaine au début de l'été peut être proposée aux candidats.

### **Préparations microscopiques du commerce**

CT racines, tiges, limbes foliaires

CT de structures reproductrices végétales (Angiospermes, Fucus, Filicophytes)

CT et coupes sagittales d'embryons de Xénope

Histologie animale : intestin, poumons, testicule, ovaire, vaisseaux sanguins, téguments (mammifères, téléostéens, arthropodes) ...

**Clichés de microscopie optique, électronique ou à fluorescence**

**Clichés de modèles moléculaires**

**Vidéos**

**Logiciels disponibles (liste non exhaustive) :**

- o Tableur (Calc, LibreOffice, Excel...)
- o Traitement de textes (Writer, LibreOffice)
- o PopG
- o Phylogène
- o Anagène
- o Rastop ou Pymol au choix du candidat
- o Populus
- o Regulpan
- o Virtual rat

**Flores disponibles selon les sujets :**

- [1] BONNIER Gaston, DE LAYENS Georges. *Flore complète portative de la France, de la Suisse, de la Belgique*. Belin ;
- [2] STREETER David *et al.* *Guide Delachaux des fleurs de France et d'Europe*. Delachaux et Niestlé ;
- [3] FITTER Richard, FITTER Alastair, FARRER Ann. *Guide des graminées, carex, joncs et fougères*. Delachaux et Niestlé.
- [4] THOMAS Régis, BUSTI David, MAILLART Margarethe. *Petite flore de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Belin.

Attention, les flores [3] et [4] ne sont pas disponibles en cas de réalisation d'une dissection florale.