

## CONCOURS A BCPST - SESSION 2019

### ADMISSION

---

## RAPPORT DE L'ÉPREUVE PRATIQUE DE BIOLOGIE

---

### Statistiques :

Moyenne	Médiane	Note minimale	Note maximale	Ecart-type
12.51	12.50	01	20	3.23

### Objectifs de l'épreuve

Cette épreuve permet d'évaluer des compétences scientifiques 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 années de biologie (cours et travaux pratiques), tous deux 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, bâtiment Atrium (situé 4 place Jussieu – 75005 Paris), qui contiennent 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 qu'ils ne peuvent se servir de papier personnel, 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. Les lunettes de protection sont 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 (3h), 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 (microscope optique, loupe binoculaire), de la verrerie nécessaire, d'une cuvette à dissection, d'une lampe, d'une poubelle de table, d'eau, d'une calculatrice (de type collège), 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.

## **Ouverture de l'épreuve aux professeurs préparateurs**

Cette année encore, l'épreuve pratique de biologie a été ouverte aux professeurs préparateurs lors de deux demi-journées. Pour y assister, il est nécessaire de prendre contact avec le Service des Concours Agronomiques et Vétérinaires car le nombre de places est limité. Le public est accueilli pour la totalité de l'épreuve et ne peut pas partir en cours de séance. Chaque personne se voit attribuer une seule salle en raison de son éventuel lien avec certains candidats. Il n'est pas autorisé à prendre des notes et à enregistrer.

## **Description de l'épreuve pratique de biologie**

Les compétences d'observation et de représentation du réel, les compétences techniques de manipulation, d'analyse et leur mise au service de la compréhension 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, tissus végétaux ou animaux, 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 un outil informatique, clichés ou documents vidéo-microscopiques à différentes échelles à légénder ou analyser, etc. Ces activités donnent lieu à plusieurs productions qui sont évaluées : dessin d'observation, schéma d'interprétation, graphique, tableau comparatif, calcul, identification, rédaction d'une courte conclusion...

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 connaissances 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 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 graphique.

## **Évaluation**

Chaque sujet est conçu de manière à présenter un niveau de difficulté équivalent et à tester des compétences aussi bien dans les différents domaines de la biologie. Les dissections animales ou florales, les présentations d'objets biologiques ainsi que les préparations microscopiques, la réalisation de gestes techniques et l'adéquation entre production graphique et observation sont évalués, sur appel des candidats, pendant la séance. Les dessins, calculs, exploitations, interprétations, diagnostics 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 ainsi qu'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 scientifique et la mise en relation des observations sont pris en compte. L'initiative et l'autonomie sont aussi évaluées à l'occasion de certains exercices. Par exemple, une lecture complète du sujet permettant d'optimiser la gestion du temps et du poste de travail, des présentations hiérarchisées et soignées avec des pointages précis, une présentation judicieuse des préparations de manière comparative sans explications orales (l'épreuve étant muette) sont valorisées dans l'évaluation de cette épreuve pratique.

Les compétences évaluées dans chaque exercice sont les suivantes :

### **Exercice n°1 – dissection (8 points)**

- **Réaliser un geste technique**
  - Dégager un appareil complet, sans lésion
  - Mettre en évidence des relations entre organes ou appareils par une dissection fine et du matériel approprié si nécessaire (fil, papier noir...)
  - Pointer précisément les structures
- **Présenter les structures morphologiques et/ou anatomiques et leurs relations**
  - Organiser les légendes de façon pertinente afin de donner un sens biologique à l'observation
  - Soigner la présentation (eau propre, éclairage adapté)
- **Identifier des structures morphologiques et/ou anatomiques et leurs relations**
  - Titrer la présentation
  - Indiquer une orientation
  - Légender les structures en rapport avec la question posée

## **Exercice n°2 – étude thématique (12 points)**

- **Concevoir et mettre en œuvre un protocole expérimental**
  - Concevoir un protocole
  - Réaliser des choix de matériel
  - Prévoir le résultat attendu d'un protocole
  - Prendre une initiative, faire un choix
  - Respecter un protocole
  - Réaliser un geste technique
  - Réaliser une préparation microscopique
  - Maîtriser un outil d'observation (microscope, loupe binoculaire)
  - Mettre en œuvre des règles de sécurité
- **Exploiter une observation ou un résultat**
  - Identifier des structures
  - Réaliser une reconnaissance argumentée (diagnose)
  - Utiliser une clef de détermination
  - Présenter des résultats
  - Présenter des structures
  - Présenter un échantillon
  - Comparer
  - Représenter sous forme de dessin, de schéma ou de croquis
  - Construire un graphique
  - Traiter des résultats
  - Interpréter des résultats
  - Critiquer les résultats par rapport à un attendu
  - Faire preuve de créativité et d'adaptation
  - Mobiliser des connaissances scientifiques pertinentes pour résoudre le problème

## **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 réalise 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 2019

### 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.

### 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 précédemment, les candidats qui consacrent trop de temps à cet exercice au détriment des autres obtiennent une note finale décevante. Cet exercice incontournable est relativement discriminant. En effet, pour cet exercice 1, l'écart type est de 1,67 (sur 9 points), soit 3,71 pour une note sur 20. Et pour l'exercice 2, l'écart-type est de 2,37 (sur 13 points), soit 3,65 rapporté à une note sur 20.

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. Il est à noter que le sujet « les fonctions de nutrition » ne se limite pas à l'appareil digestif dont les légendes seraient regroupées en fonctions telles que « action mécanique », « action chimique », etc.

Soulignons qu'un titre et une orientation sont toujours attendus mais restent encore trop 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 de l'écrevisse, 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.

Certains candidats ont une étude morphologique à conduire avant l'étude anatomique. La majeure partie des candidats traite cette question. Certains critères tels que l'organisation en tagmes nécessitent que les limites de ces régions morphologiques soient effectivement placées par le candidat 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. 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. Il n'est donc pas attendu de racler le tégument au niveau de la queue de la souris pour mettre en évidence les vertèbres.

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 régions anatomiques 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.

Exemple 1. L'anatomie fonctionnelle de l'écrevisse est souvent mal connue : il n'est pas rare pour une dissection concernant l'appareil digestif de l'écrevisse ou de la langoustine, d'observer que le candidat confond estomac et cœur, intestin et artère, ou n'identifie pas correctement l'hépatopancréas.

Exemple 2. La différence entre l'appareil digestif et le tube digestif n'est pas claire pour nombre de candidats.

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. 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, canal cholédoque, œsophage de Crustacé, œsophage 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.

Des progrès ont été constatés concernant les dissections de poissons téléostéens : déroulement du tube digestif, dégagement des organes de l'appareil cardio-respiratoire. Toutefois, 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.

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 d'écrevisse ou de langoustine 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 : rectum dans la dissection de l'appareil urogénital ou des fonctions de nutrition, organes du thorax pour l'étude de l'abdomen... L'exhaustivité se limite aux attendus définis dans le programme.

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.

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

### **Exercice n°2 : Étude thématique (12 points)**

Chaque exercice est identifié par un thème, clairement indiqué dans son titre : « génomes », « le sol » ... 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, 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. En outre, le pointage de structures caractéristiques dans l'échantillon fourni a été décevant. En l'occurrence, ce pointage est souvent bien fait si la demande est explicite dans l'énoncé, mais sans consignes précises les candidats font peu d'efforts pour mettre en valeur leurs productions. 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, 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 positifs concernant les manipulations :**

- Le suivi de protocoles est dans l'ensemble bien réalisé. Les chromatographies et les électrophorèses sont des exercices bien maîtrisés.
- Le microscope est bien utilisé dans son ensemble. La mise au point en utilisant des lames Kova est correctement réalisée. Toutefois, on peut attendre des améliorations concernant le réglage de la luminosité avec l'utilisation du diaphragme et du condenseur.
- Les exercices nécessitant 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 dissections florales se sont améliorées. Toutefois, 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 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, ne sont pas toujours bien extraits, ni identifiés et orientés.
- Les caryotypes sont bien analysés.

- 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.

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

- La présentation de la moule qui donne encore trop souvent 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.
- Les exercices portant sur l'estimation du potentiel hydrique sont toujours mal réussis, alors même que ces sujets sont peu ambitieux.
- Les calculs sont généralement mal présentés et mal rédigés (pas de calcul littéral), aucun résultat n'est mis en valeur. 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 mobilisant le modèle de Hardy-Weinberg sont parfois inexacts. Les unités des formules utilisées ne sont pas maîtrisées (ex : loi de Fick). Les calculs pour réaliser des dilutions posent très souvent problème.
- Les courbes en double inverse réalisées sur tableur ne sont pas prolongées et ne permettent pas de déterminer aisément le  $K_M$ . Les axes ne sont pas systématiquement légendés.
- Des calculs d'échelle graphique ont souvent été demandés explicitement pour diverses représentations. Souvent les pyramides de nombre ou de biomasse, les cartes de restriction ne sont pas tracées en utilisant une échelle.
- Les présentations, 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, 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).
- 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.
- 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...).
- L'observation de frottis bactérien a davantage été réalisée sous l'objectif le plus important disponible ( $\times 100$ ) et avec huile à immersion. Les observations des candidats se sont ainsi améliorées.
- 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 prélèvements sont souvent faussés par l'absence d'homogénéisation de la solution (ex : culture de chlorelles).
- Les candidats ont souvent du mal à identifier le type de microscope utilisé pour un cliché (MO, MET, MEB).
- 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.

- 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.

**Conclusion :**

Cette année encore, les locaux de Sorbonne Université 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.

Dans l'ensemble, 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.

## ***ANNEXE : Liste des sujets de la session 2019***

**Attention** : De nouvelles dissections, exercices, manipulations, photographies, électrographies, 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 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 :**

- 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, sérum sanguin...), 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

Analyse d'un caryotype

Réalisation d'un frottis bactérien et coloration (au bleu de méthylène ou coloration de Gram) à partir de cultures liquides, de yaourt, de nodosités etc.

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)

Adaptations des feuilles et des tiges au milieu de vie (Sclérophytes, Malacophytes, plantes en C4, aërenchyme, ...)

Utilisation d'une clé de détermination

Dissociation de cellules végétales et observation microscopique

Réalisation de coupes de cartilage avec coloration

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 maïs...)

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, maïs, kiwi, petit pois, érable, charme, clématite, benoite, pissenlit, frêne, lentille, marron, châtaigne, tomate...).

Dissection florale

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

Ouverture et présentation du cœur de Mammifère (mode opératoire non fourni)

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...)  
 Morphologie de l'abeille en lien avec la pollinisation (données fournies)  
 Extraction de la vessie gazeuse de la truite (protocole fourni)  
 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.

### **Familles de fleurs proposées**

Brassicacées, Boraginacées, Campanulacées, Caryophyllacées, Fabacées, Lamiacées, Poacées, Onagracées, Oxalidacées, Rosacées, Solanacées, Scrofulariacées.

### **Préparations microscopiques du commerce**

CT racines, tiges, limbes foliaires  
 CT de structures reproductrices végétales (Angiospermes, Fucus, Filicophytes)  
 CT et coupes sagittales d'embryons de Xénopie  
 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) :**

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

## EXEMPLES D'ÉNONCES D'EXERCICES DE TYPE 2

### Exemple 1 : Réalisation d'une coupe colorée d'un organe végétal

#### Matériel

- un échantillon végétal récolté dans le sable d'une dune
- une clef de détermination d'anatomie végétale
- solutions pour la double coloration : hypochlorite, acide acétique et carmino-vert
- verres de montre
- panier grillagé

**L'utilisation d'acide acétique nécessite le port de lunettes de protection.**

– **Réaliser** des coupes transversales fines dans l'échantillon végétal fourni. Les **colorer** en suivant le protocole suivant :

- **Placer** les coupes 10 min dans un verre de montre contenant de l'hypochlorite ;
- Les **rincer** à l'eau dans un verre de montre 1 min ;
- Les **placer** dans un verre de montre contenant de l'acide acétique pendant 10 min ;
- Les **placer** dans un verre de montre contenant un mélange de carmin aluné - vert d'iode pendant 3 min ;
- Les **rincer** à l'eau 1 min.
- **Monter** entre lamelle et lamelle et observer.

– Grâce à la clef de détermination fournie, **réaliser** une diagnose de l'organe étudié. **Justifier** le raisonnement dans le cadre réponse ci-dessous.

– **Pointer** sur votre préparation une adaptation au milieu de la dune. **Noter** dans le cadre ci-dessous le nom de la structure pointée.

☞ Appeler l'examineur pour évaluer la qualité de votre préparation microscopique et de votre pointage.

## Exemple 2 : Hydrolyse de l'amidon de la mie de pain

### Partie 1 : Suivi expérimental

#### Matériel mis à disposition

- Colorimètre, 3 cuves
- fiche technique d'utilisation du colorimètre
- Mie de pain préalablement broyée dans une solution tampon (solution A)
- Solution enzymatique d'amylase humaine dans une solution tampon (solution B)
- Eau iodée (= Iugol) ; Solution tampon

L'objectif est de déterminer la **vitesse initiale** de la réaction d'hydrolyse de l'amidon de mie de pain, catalysée par une quantité donnée d'amylase.

Donnée importante : l'eau iodée bloque totalement la réaction d'hydrolyse de l'amidon.

On déterminera la vitesse initiale  $v_i$ , exprimée en UA/seconde, en mesurant la quantité d'amidon en présence d'amylase à  $t = 10$  secondes et en la comparant à la quantité d'amidon initiale  $t=0$ .

	<b>Cuve 1</b> Solution zéro à utiliser pour tarer le colorimètre	<b>Cuve 2</b> Cuve de mesure de l'absorbance à $t = 0$ seconde	<b>Cuve 3</b> Cuve de mesure de l'absorbance à $t = 10$ secondes
Solution A (solution de mie de pain)		1 ml	1 ml
Solution B (solution d'amylase)		1 ml <i>à verser en dernier dans la cuve</i>	1 ml
Tampon		0 ml	0 ml
Eau iodée		0,2 ml <i>à verser avant l'ajout de l'enzyme</i>	0,2 ml <i>à verser en dernier, 10 secondes APRES avoir mélangé l'enzyme (B) et le substrat (A)</i>
Volume total dans la cuve	2,2 ml	2,2 ml	2,2 ml

– **Compléter** le tableau ci-dessus (les 4 cases grises de la colonne de gauche)

☞ Appeler l'examineur qui validera ou corrigera votre tableau.

#### Détermination d'une vitesse initiale

- **Préparer** la solution zéro (cuve 1), dans l'une des 3 cuves fournies, puis **tarer** le colorimètre.
- Dans une seconde cuve, préparer la cuve pour la mesure de l'absorbance à  $t=0$  s (cuve 2).

**Mesurer** l'absorbance de la solution initiale ( $t = 0$  s) dans cette cuve 2.

- **Inscrire** dans le cadre ci-dessous l'absorbance mesurée à  $t = 0$  sec (cuve 2) :

Abs<sub>0s</sub> =

☞ **Appeler l'examineur.** Devant l'examineur, **préparer** la cuve de mesure de l'absorbance à t = 10 s (cuve 3), puis **mesurer** l'absorbance à t = 10 s.

– **Inscrire** dans le cadre ci-dessous l'absorbance mesurée à t = 10 s

Abs<sub>10s</sub> =

Dans le cadre ci-dessous :

- **Exprimer** la vitesse initiale  $v_i$ , exprimée en unités d'absorbance par seconde (UA.s<sup>-1</sup>), en fonction de Abs<sub>10s</sub> et Abs<sub>0s</sub>
- **Calculer** cette vitesse initiale.
- **Interpréter** la différence des intensités de coloration dans les deux cuves.
- **Commenter** la durée de la réaction enzymatique choisie dans ce protocole (10 secondes).

### **Partie 2 : Détermination de $K_M$ et $V_{max}$**

Les vitesses initiales exprimées en unités d'absorbance par seconde ont été converties en mmol/L/s grâce à une courbe d'étalonnage.

Les vitesses initiales  $V_i$  ont été déterminées pour des concentrations en amidon croissantes :

[amidon] (mol/L)	$V_i$ (mmol/L/s)
0,01	12
0,02	20
0,04	29
0,08	35
0,12	40

- Par la méthode de votre choix (sur ordinateur ou sur papier millimétré), **construire un graphique pertinent** permettant, à partir de ces données, de déterminer précisément les paramètres cinétiques  $K_M$  et  $V_{max}$  de l'amylase dans ces conditions.
- **Déterminer** ces deux paramètres cinétiques, dans l'encart ci-dessous (**justifier**).
- **Déterminer** si l'enzyme amylase est, ou non, michaelienne (**justifier**).

☞ **Appeler l'examineur pour évaluation du graphique réalisé** (sur l'écran de votre ordinateur ou sur papier millimétré).