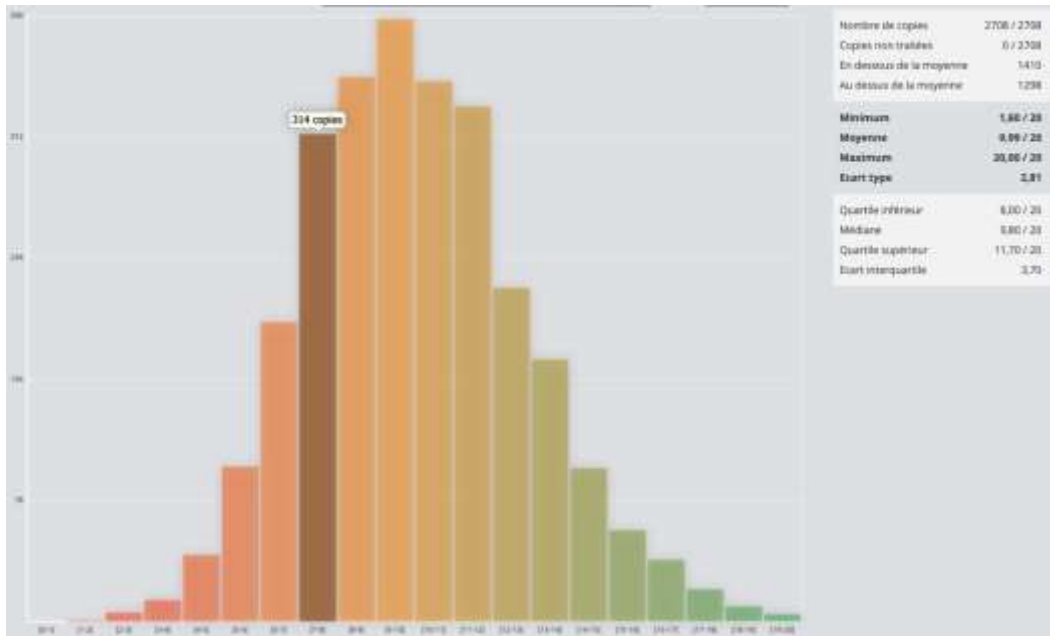
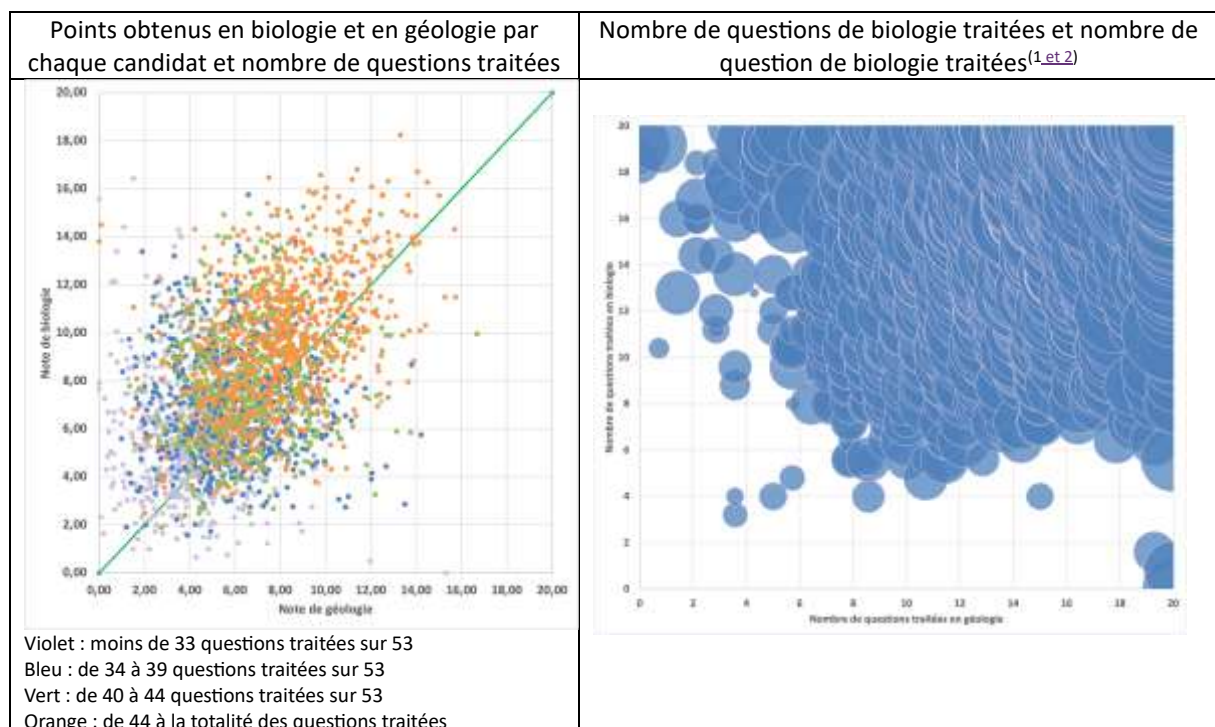


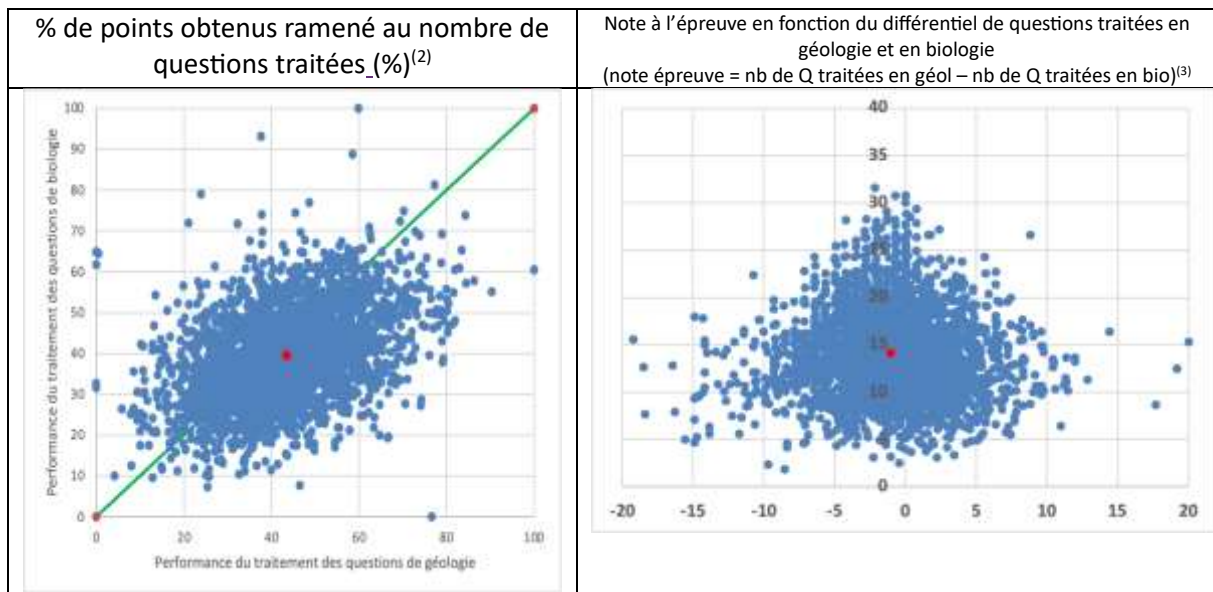
Concours CPGE-BCPST

1. Statistiques de l'épreuve



Les graphiques suivants présentent les performances en géologie et en biologie. Chaque point représente un candidat. Le point rouge indique la moyenne de chacune des deux épreuves. En ce qui concerne le graphique de droite le nombre de questions est ramené sur une base 50.





(1) Le diamètre des cercles est proportionnel à la note obtenue. Le nombre de questions en biologie et en géologie est ramené à 20.

(2) Si la partie de biologie de l'épreuve permet aux candidats d'avoir un peu plus de points (graphique en haut à gauche), il apparaît que « le rendement » des questions de géologie est meilleur (graphique en bas en gauche). Sans surprise le graphique en haut à droite montre que plus les candidats traitent de questions et plus les notes sont hautes.

(3) Les notes de géologie et de biologie sont ramenée à 20 pour chacune des deux parties de l'épreuve.

2. Présentation générale de l'épreuve et du sujet

L'épreuve de SVT sur support de documents, d'une durée de 3,5 heures, comprend un sujet de géologie et un sujet de biologie de durées égales. Le sujet constitué des deux thèmes est distribué en une seule fois. Les deux thèmes sont indépendants.

Le sujet de géologie propose d'expliquer « Quelques aspects de la géologie des Pyrénées ». Une première partie permet de reconstituer la paléogéographie de la formation des Pyrénées et la seconde les conséquences de la formation des Pyrénées. Ces deux thèmes sont organisés en questions successives précises, permettant l'évaluation des acquis fondamentaux ainsi que des capacités d'analyse grâce à l'interprétation de documents en lien avec le programme. Des réponses claires, concises et argumentées sont attendues. L'autonomie, l'initiative et la réflexion des candidats sont aussi testées par un certain nombre de questions plus ouvertes sollicitant à la fois connaissances acquises au cours des deux années de classe préparatoire, et exploitation de plusieurs documents.

Ce sujet sollicite plusieurs parties du programme de BCPST 1 et 2 : ST-A La carte géologique et ses utilisations, ST-C La dynamique des enveloppes internes, ST-D Les déformations de la lithosphère, ST-E Le phénomène sédimentaire, ST-F Le magmatisme, ST-H La mesure du temps : outils et méthodes.

Le sujet de biologie porte sur « La COVID-19 et ses conséquences à différentes échelles ». Il est structuré en quatre thèmes indépendants. Le premier thème permet d'analyser les effets du confinement planétaire, unique dans l'histoire de l'humanité, sur notre atmosphère ; le deuxième thème aborde les conséquences de la COVID à l'échelle des alvéoles pulmonaires, la troisième partie traite des rôles de la protéine humaine ACE2 lors de l'infection virale et, enfin, la dernière partie permet d'investir la purification d'une des protéines virales.

Ce sujet sollicite plusieurs parties du programme de BCPST 1 et 2 : SV-B Interactions entre les organismes et leur milieu de vie, SV-D Organisation fonctionnelle des molécules du vivant, SV-F Génomique structurale et fonctionnelle, SV-I Communications intercellulaires et intégration d'une fonction à l'organisme.

Parmi les épreuves du concours CPGE BCPST, cette épreuve est la seule qui évalue les connaissances et les capacités des candidats en Sciences de la Terre. Ainsi, dans la partie de géologie, plusieurs questions visent à évaluer les connaissances (la première partie de la question 6 par exemple nécessite une bonne maîtrise de la gravimétrie). La réflexion face à un problème est, quant à elle abordée, par des questions telles que la question 12.

Des questions explicites sont systématiquement associées aux documents. Par ailleurs, les documents indiqués pour répondre à une question sont les seuls qui doivent alors être analysés. L'objectif de cet exercice étant de répondre à un problème scientifique, les candidats doivent prendre en compte les conclusions formulées au fur et à mesure de leur étude afin d'éviter des contradictions malencontreuses. Les candidats doivent veiller à bien lire les consignes propres à chaque question, les respecter et y répondre clairement. En particulier, les verbes d'action « décrire », « interpréter » ou « comparer » correspondent à des attendus différents.

Dans le cas d'une question de type « interprétez les résultats présentés dans tel document » les candidats doivent veiller dans un premier temps à saisir de manière très concise les informations utiles du document, en les quantifiant le cas échéant. Dans un second temps, il s'agit de véritablement les interpréter : nommer les phénomènes mis en évidence, réfléchir aux causes, aux conséquences et proposer des conclusions, par exemple sur les mécanismes impliqués, et si nécessaire, émettre des liens avec les conclusions préalablement tirées.

Les copies étant dématérialisées, il est interdit de découper des documents et de les coller sur la copie. En géologie et en biologie, quatre annexes (format A3) sont fournies avec le sujet. Les annexes sont à rendre obligatoirement avec la copie. Elles contiennent des documents et figures à annoter, légender ou compléter, ou des encarts pour réaliser des schémas-bilans conformément aux consignes explicites des questions correspondantes.

Les points du barème sont distribués sur plusieurs groupes de compétences spécifiques :

A : Recueillir des informations, analyser et hiérarchiser

B : Mobiliser des connaissances scientifiques pertinentes pour résoudre un problème, structurer un raisonnement et maîtriser les relations de causalité

C : Exercer son esprit critique, identifier un problème, remettre en cause un modèle D : Présenter graphiquement les conclusions des analyses réalisées

E : Maîtriser les techniques de communication écrite dans le cadre de la construction d'un argumentaire

- E1 : Structure, qualité de l'expression (syntaxe, précision, concision)
- E2 : Soins, orthographe, présentation

Ces compétences sont évaluées selon un système de curseur. La compétence E est évaluée sur le plan littéral et graphique sur l'ensemble de la copie. Elle est validée par une large majorité de candidats.

3. Observations générales sur les copies

3.1. Sur la forme

Les copies sont en majorité claires et agréables à lire : la rédaction et la syntaxe sont dans l'ensemble satisfaisantes. Le soin apporté à l'écriture est convenable dans la plupart des cas, voire très bon pour certaines représentations graphiques. Cependant, le jury note également et déplore cette année davantage de copies brouillonnes, raturées et peu lisibles. Il est nécessaire d'apporter du soin à la rédaction, à l'orthographe et à l'écriture. Le jury rappelle l'importance d'utiliser des stylos de couleur foncée de bonne qualité et des feutres fins plutôt que des crayons de couleur pour les schémas, afin de faciliter la lecture des copies qui sont numérisées. Le jury regrette que certaines copies contiennent des abréviations non conventionnelles dans les réponses rédigées et surtout dans les schémas. Lorsqu'une question appelle de façon explicite une réponse sous forme de schéma, une réponse rédigée n'est alors pas attendue (exemple de la question 3 de biologie). Au contraire, lorsque des schémas ne sont pas explicitement attendus, les candidats peuvent en proposer pour exposer plus facilement leur pensée, mais ils doivent être conscients que ces schémas additionnels sont chronophages.

Toutes les questions ne sont pas forcément indépendantes, notamment au sein d'une même sous-partie, ainsi les candidats doivent veiller à répondre à la question qui leur est posée sans répondre à une question précédente ni anticiper sur les questions suivantes. Ainsi, un argument pertinent mais utilisé dans une question autre que celle attendue n'est pas pris en compte.

Il est plus aisé pour le correcteur que les sous-parties d'une question soient traitées dans l'ordre et correctement annotées par des puces tant que cela est possible, le sujet de géologie de cette année s'y prêtait particulièrement.

Un bon nombre de candidats souligne les mots-clés dans leurs réponses. Cette démarche permet de gagner en lisibilité si seules les informations les plus importantes dans l'analyse ou l'interprétation sont ainsi mises en exergue.

3.2. Sur l'objectif de l'épreuve

On rappelle que l'épreuve sur documents permet essentiellement de tester la capacité des candidats à construire une argumentation scientifique dans le cadre de problèmes biologique et géologique. Dans l'hypothèse d'une compréhension partielle des problèmes proposés, les candidats peuvent toujours répondre aux questions de connaissances et à une grande partie des questions sur documents qui mobilisent un raisonnement scientifique (analyse des témoins, quantifications...), même si la réflexion n'aboutit pas totalement. Pour autant, la stratégie qui consisterait à une restitution de connaissances en les présentant sans liens avec les questions posées ne permet pas d'obtenir de points dans ce type de sujets. En revanche, les copies avec de réelles analyses de documents, montrant des capacités à se questionner, à essayer de comprendre les relations de corrélation ou de causalité, sont valorisées, même si les analyses et réflexions n'aboutissent pas toujours.

Le jury valorise avec le barème de chaque question et la compétence transversale E les réponses correctement construites et argumentées.

Le jury appelle les candidats à une grande vigilance quant au traitement des données issues des documents et le niveau d'interprétation qu'ils en font. Les documents contiennent les informations nécessaires au traitement de chaque question et doivent permettre aux candidats de formuler une réponse claire, complète et concise.

Que ce soit en biologie ou en géologie, les questions de synthèse ne sont pas assez travaillées : plus des deux tiers des candidats ne réalisent pas les schémas-bilans, notamment ceux de géologie, qui sont globalement peu aboutis quand ils sont faits, souvent par manque de données, de recul ou de temps. Ces constats témoignent d'une lecture et d'un traitement trop linéaires des questions, qui ne génèrent pas de réflexion d'ensemble sur le sujet. Le jury rappelle que cette épreuve n'a pas pour objectif de répondre à des questions successives, mais bien d'avancer dans la résolution d'une ou de plusieurs problématiques scientifiques, en structurant un raisonnement scientifique basé sur l'analyse des documents et leur articulation avec des connaissances. Les questions de synthèse étant fortement coefficientées, les candidats les ayant traitées avec des informations pertinentes, même parcellaires, sont valorisés.

Le jury conseille vivement aux candidats de prendre connaissance de l'intégralité du sujet avant de commencer la rédaction. Une bonne gestion du temps est indispensable pour permettre le traitement de l'ensemble des questions et en particulier de ces questions de synthèse en fin de sujet.

3.2.1. En géologie

On retrouve globalement les mêmes remarques que les années précédentes. Les premières questions de chaque sous-partie du thème 1, proches des notions de cours, sont généralement bien traitées, bien que des erreurs récurrentes soient parfois observées (notamment sur la question 2 du 1.1). En revanche, la mise en relation des différentes conclusions est peu réussie, et transparaît grandement dans le schéma bilan. Ceci semble principalement dû à plusieurs effets :

- Les candidats semblent oublier le contexte de l'étude, et cloisonnent encore trop leurs connaissances en fonction des chapitres étudiés ;
- Dans un même thème, certains candidats semblent considérer les questions, voire les sous-questions, comme totalement indépendantes les unes des autres et éprouvent des difficultés à réutiliser des conclusions préalablement établies pour étayer l'interprétation d'autres questions au sein d'un même thème.

Ainsi, à la question 10, de très nombreux candidats sont capables de citer des arguments en faveur de la nature volcanique de la roche étudiée, pour ensuite proposer que la structure observée est un pli, au lieu de chercher une structure éventuellement associée à une roche volcanique. La mise en relation des questions aurait pu permettre aux candidats d'identifier le pillow-lava présenté.

Par ailleurs, beaucoup de candidats éprouvent des difficultés à utiliser les documents proposés quand la question ressemble à une question de cours. On rappelle donc la nécessité de bien lire et comprendre les instructions : les verbes d'action « identifier », « expliquer » et « rappeler » n'ont pas la même signification. Dans la question 8, il s'agissait de mettre en évidence les particularités des

flyschs étudiés afin de justifier les conditions de mise en place proposées, en reliant les observations à des connaissances de cours. De nombreux candidats se contentent de rappeler leurs connaissances sans les relier explicitement au document étudié.

Le thème 1 se termine par un schéma bilan à réaliser, exécuté par moins d'un tiers des candidats. Ainsi, les candidats ayant proposé des schémas bilans reprenant intégralement ou ne serait-ce qu'une partie des informations déduites des différents documents ont été valorisés.

3.2.2. En biologie

Les thèmes 1 et 2 sont mieux traités que les thèmes 3 et 4. Pour le troisième thème, le jury note un manque de connaissances des techniques de biologie moléculaire utilisées, ainsi qu'un manque de concision et de rigueur dans les réponses. En parallèle, les réponses (ou l'absence de réponses) formulées pour le quatrième thème traduisent une mauvaise gestion du temps ou une analyse trop superficielle des documents. Les candidats traitent moins bien les questions faisant appel à des connaissances et à l'esprit critique et réussissent mieux les questions d'étude de documents lorsqu'elles s'inscrivent dans une démarche d'analyse. À ce titre, les points de vigilances sont les suivants :

- Les données chiffrées : de nombreux candidats présentent des données pertinentes issues des documents quand d'autres omettent de présenter ces données quantifiées dans leur réponse. Le jury attire l'attention sur le fait qu'une démarche rigoureuse s'appuie obligatoirement sur des données expérimentales ou quantitatives choisies de manière pertinente et prenant en compte les incertitudes afin d'argumenter la réponse à la question posée.
- La référence aux témoins et aux contrôles : la prise en compte des protocoles et témoins est plutôt satisfaisante dans la description des expériences, mais pas suffisamment approfondie dans l'interprétation pour construire des conclusions complètes pour certains candidats. Les témoins ne sont souvent pas identifiés et explicités comme tels.
- L'interprétation : dans un certain nombre de copies, les candidats interprètent très maladroitement ou peu les données citées. L'exposé des données chiffrées ou expérimentales doit toujours être suivi d'une interprétation afin que les réponses soient complètes.
- La concision et la précision du vocabulaire : les réponses trop longues comme celles avec un vocabulaire approximatif sont à éviter pour ne pas perdre de temps. Le jury conseille aux candidats de formuler des réponses sous forme de phrases courtes apportant des éléments pertinents et utiles en utilisant des termes précis. La paraphrase des documents fournis est à proscrire.

4. Analyses des productions des candidats et liens avec les programmes

La partie suivante de ce rapport présente question par question les liens avec les programmes, la manière dont les candidats ont traité la question et les erreurs récurrentes qui ont été relevées par le jury.

4.1. Sujet de géologie : Les Pyrénées

4.1.1. Thème 1 – Reconstitution paléogéographique de la formation des Pyrénées

Question 1

Référence du programme : ST-C-3 : La géodynamique de la lithosphère

Dans cette question, les candidats devaient utiliser une carte représentant l'âge de la lithosphère océanique dans la région franco-ibérique afin de mettre en évidence un mouvement décrochant de l'Ibérie par rapport à l'Eurasie.

La question a été généralement bien réussie pour ses deux premiers points, avec cependant des justifications par des calculs trop approximatifs. L'utilisation de la figure 1 n'a pas toujours été suffisamment précise pour les justifications : l'âge de l'ouverture de l'Océan devait être corrélé à l'âge de la lithosphère océanique en bordure de continent. Le calcul des vitesses d'ouverture doit également aboutir à un résultat chiffré utilisable. Même sans calculatrice, il était attendu que les candidats donnent une valeur, même arrondie, de la vitesse de l'ouverture au niveau de l'Irlande et de la péninsule ibérique, afin que la comparaison soit réalisable et réaliste. D'autre part, l'énoncé faisait mention d'un calcul de vitesse jusqu'à 80 Ma environ, point qui n'a pas toujours été pris en compte par les candidats. La lecture des énoncés doit être réalisée entièrement. De plus, une attention particulière doit être portée au choix de l'unité utilisée pour les vitesses : des vitesses en cm/an sont préférées aux vitesses exprimées en km/Ma. Enfin, dans certaines copies, des vitesses incohérentes ont été trouvées, allant parfois jusqu'à plusieurs km/an. L'absence de remise en question de ces résultats dénote une absence de recul scientifique vis-à-vis des ordres de grandeur.

Les candidats devaient enfin mettre en relation les calculs de vitesse avec un décrochement dont le jeu devait être précisé.

Ce point a rarement été bien traité. Des erreurs ou approximations de calculs, mais aussi un manque de maîtrise de la notion de décrochement, ont abouti à des réponses insuffisantes. Si le décrochement a pu être mis en lien avec des vitesses différentes, le jeu sénestre n'a été que très rarement mis en évidence, même avec une réalisation de schémas corrects.

Question 2

Référence du programme : ST-C-3 : La géodynamique de la lithosphère

Il s'agissait ici d'étudier les caractéristiques du décrochement de l'Ibérie, et notamment son rejet et sa période de fonctionnement.

Cette question a été traitée par deux tiers des candidats seulement, et très souvent de façon erronée, par manque de maîtrise du vocabulaire (terme de rejet) et donc de compréhension de la question. Si le décrochement a été correctement daté par de nombreux candidats en utilisant le tracé des isochrones, la détermination du rejet a ainsi posé plus de problèmes.

Question 3

Référence du programme : ST-C-3 : La géodynamique de la lithosphère

La suite du sujet permettait d'étudier l'ouverture du Golfe de Gascogne et ses conséquences à partir de la même carte.

Là encore, le jury regrette un manque de rigueur dans les justifications : la comparaison des vitesses d'ouverture ne s'appuie pas toujours sur des calculs, ces derniers n'étant pas toujours bien réalisés et précis. De plus, de nombreux candidats confondent l'est et l'ouest.

Les candidats devaient ensuite interpréter ces différences de vitesse comme un mouvement de rotation anti-horaire de l'Ibérie par rapport à l'Eurasie.

Cette mise en relation a rarement été bien menée, et un grand nombre de candidats interprètent les données comme un éloignement de l'Ibérie par rapport au bloc eurasiatique. Il y a ici un manque de recul sur les résultats obtenus et la compréhension des mécanismes de divergence au niveau des dorsales. Quelques candidats ont proposé un schéma montrant la rotation anti-horaire, conséquence de l'ouverture différentielle du Golfe de Gascogne : ces réponses ont été valorisées.

Le dernier point de la question envisageait les conséquences de ce mouvement de rotation sur la morphologie de la chaîne pyrénéenne.

Compte-tenu des réponses erronées pour le point précédent, cette question a rarement été bien traitée, voire non abordée pour un grand nombre de candidats. Il s'agissait de mettre en relation des données issues de la figure 1 avec la morphologie de la chaîne pyrénéenne, présentée dans la figure 3. De nombreux candidats ayant conclu à l'éloignement de l'Ibérie par rapport au bloc Eurasiatique ont conclu que la chaîne pyrénéenne était globalement en extension, montrant des faiblesses dans les mises en relation des données sur la tectonique globale de la chaîne.

Question 4

Référence du programme : ST-C-3 : La géodynamique de la lithosphère

La suite du sujet permettait d'étudier de façon comparative l'ouverture du Golfe de Gascogne et du Golfe du Lion, ainsi que les conséquences de cette dernière sur le bloc corso-sarde. Cette question a été réussie de façon inégale en fonction des sous-questions abordées.

Si la période d'ouverture du Golfe de Lion a été convenablement évaluée, de nombreux candidats n'évoquent que le début d'ouverture du Golfe de Gascogne (soit environ 124 Ma d'après la figure 1), et oublient de mentionner que cette ouverture s'est arrêtée aux environ de 84 Ma, correspondant aux isochrones les plus récents.

Il était demandé par la suite aux candidats de retrouver la position du bloc corso-sarde avant l'ouverture du Golfe du Lion. Une grande majorité des candidats positionnent convenablement ce bloc à proximité des côtes actuelles française et ibérique, mais le jury regrette souvent un manque de rigueur et de précision dans ce positionnement. En effet, de nombreux candidats évoquent simplement une translation du bloc depuis l'Ouest sans mentionner de rotation.

Le dernier point de cette question s'intéressait à l'appellation "chaîne pyrénéo-provençale" pour la chaîne des Pyrénées. Les réponses ont été souvent approximatives, n'évoquant que l'idée d'une continuité entre les reliefs pyrénéens et provençaux. Le jury attendait une mention d'une même origine orogénique des Pyrénées et des reliefs provençaux, avec notamment les reliefs du bloc Corso-Sarde, détaché par la suite du bloc eurasiatique par l'ouverture du Golfe du Lion.

Question 5

Référence du programme : ST-C-2 : La lithosphère en équilibre sur l'asthénosphère

La partie 1.2 s'intéressait à l'analyse gravimétrique de la zone Pyrénéenne, en mobilisant à la fois les connaissances et l'utilisation de documents.

Dans un premier temps, les candidats devaient énoncer une loi reliant l'accélération d'un objet aux forces qui lui sont appliquées. Si de nombreux candidats énoncent convenablement le principe fondamental de la dynamique, correspondant à la deuxième loi de Newton, le jury a valorisé les réponses permettant d'explicitier la loi, de façon rédigée ou par une formule littérale.

Dans un deuxième temps, par l'utilisation de la figure 2, les candidats devaient expliquer comment le fonctionnement d'un gravimètre absolu permet de mesurer une accélération. Le jury relève des explications souvent superficielles, et de nombreux candidats paraphrasent le document sans véritablement argumenter. D'autres confondent la vitesse de déplacement du miroir avec son accélération, obtenue par dérivation de la vitesse.

Enfin, les candidats devaient s'intéresser au mode de calcul de la gravité à partir de l'accélération. La relation d'égalité entre accélération et gravité a été énoncée et correctement justifiée par la majorité des candidats.

Question 6

Référence du programme : ST-C-2 : La lithosphère en équilibre sur l'asthénosphère

À partir de l'analyse de la figure 3, les candidats devaient faire le lien entre les données topographiques et gravimétriques de la zone Pyrénéenne.

Le premier point nécessitait une mobilisation des connaissances sur les principes de la gravimétrie (obtention des anomalies à l'air libre et des anomalies de Bouguer). Le jury note globalement une mauvaise maîtrise de ces notions, avec des réponses souvent vagues, imprécises voire erronées. Des confusions entre g théorique, g mesuré et les valeurs des anomalies reviennent dans de nombreuses copies.

Le second point permettait de vérifier la maîtrise des raisonnements à partir des anomalies. Si les principes en eux-mêmes ont été souvent mal définis, de nombreux candidats parviennent tout de même à relier les anomalies à l'air libre comme un excès de masse lié à l'altitude. En revanche les anomalies de Bouguer ont été parfois moins bien interprétées, ou de façon confuse : ainsi, le jury attendait une relation claire et précise entre une anomalie de Bouguer négative, un déficit de masse expliqué par la présence d'une racine crustale, ou à l'inverse entre une anomalie de Bouguer positive, un excès de masse expliqué par un amincissement crustal et une remontée de matériel mantellique plus dense. Le jury insiste sur la nécessité d'utiliser un vocabulaire et des formulations claires pour

justifier de façon rigoureuse les réponses : de nombreuses copies évoquent une anomalie positive sans préciser s'il s'agit de l'anomalie à l'air libre ou de Bouguer.

Le dernier point permettait au candidat de formuler une hypothèse quant à l'origine de l'anomalie positive couvrant une partie du Pays basque français et du Béarn. Certains candidats proposent des explications plausibles, telles qu'une remontée localisée de matériel dense (comme un coin de manteau) à l'origine d'un excès de masse. Néanmoins, la plupart des candidats propose des hypothèses erronées, comme l'existence d'un bassin sédimentaire, formé notamment de sédiments pourtant moins denses en moyenne que les roches de la croûte continentale. Un certain nombre de candidats évoquent également un réajustement isostatique, argument considéré comme trop peu explicite.

Question 7

Référence du programme : ST-E-2 : La sédimentation des particules et des solutés

Il s'agissait dans cette question d'analyser quelques roches sédimentaires afin d'en déduire les conditions environnementales au moment de leur mise en place.

Cette question fut très peu réussie par les candidats. Les évaporites sont systématiquement associées à un milieu chaud, sans mention du fait que le milieu doit avant tout être aride. Certains candidats perdent également du temps à réciter leur cours sur le mode de mise en place des évaporites sans que cela ne soit demandé.

Les deux autres parties de la question, sur la mise en place des calcaires et des molasses, sont très rarement abordées, et encore moins souvent avec succès. La profondeur de mise en place des différents calcaires n'est souvent pas différenciée entre Jurassique, Crétacé ou Éocène. Le milieu continental n'a été qu'exceptionnellement mentionné malgré la mention de la présence de fossiles de feuilles d'arbres et de racines.

Question 8

Référence du programme : ST-E-2 : La sédimentation des particules et des solutés

Il s'agissait dans cette question d'analyser les structures sédimentaires afin d'en déduire leurs conditions de mise en place, notamment en termes de profondeur et de vitesse de courant.

Cette question a été inégalement réussie par les candidats.

La première partie de la question, sur la stratigraphie des roches du Crétacé, n'a presque jamais été traitée de manière satisfaisante. Les candidats se contentent souvent de paraphraser la question, sans clairement faire de lien entre la granulométrie, le granoclassement et les vitesses de courant de dépôts.

Pour la deuxième partie de la question, beaucoup de candidats font la confusion entre dissolution et précipitation, et une mauvaise compréhension de la notion de CCD. Il faut être attentif aux expressions utilisées ici, par exemple la CCD est la profondeur "à partir de laquelle" (et non "pour laquelle" comme trop souvent lu) les carbonates sont totalement dissous du fait de l'augmentation de la pression. Les ordres de grandeurs donnés pour la CCD sont parfois complètement erronés et montrent un manque de recul des candidats, comme des CCD se situant à 200 km sous la surface.

Certains candidats définissent correctement la profondeur mais concluent pourtant que la roche s'est mise en place à grande profondeur, montrant ici une difficulté à mobiliser des concepts de leurs cours face à une application concrète.

Question 9

Il s'agissait dans cette question de faire le bilan des observations précédentes afin de préciser de façon schématique l'histoire géologique de la région.

Cette question n'a que rarement été abordée par les candidats. Lorsqu'une réponse est proposée, les profondeurs indiquées sont souvent fantaisistes ou manquent de rigueur. De même, les durées de dépôt sont souvent approximatives.

Question 10

Référence du programme : ST-A : La carte géologique et ses utilisations, ST-F-2 : Les processus fondamentaux du magmatisme, ST-H-1 : L'échelle stratigraphique

Dans cette question, à partir de la figure 6, les candidats devaient faire appel à leurs connaissances en pétrologie, magmatisme et datation afin d'identifier un basalte et de déterminer sa période de mise en place.

Les arguments en faveur d'une roche volcanique sont en général satisfaisants, le jury regrette cependant que de trop nombreux candidats confondent encore basalte et gabbro voire granite. Par la suite, très peu de candidats sont parvenus à identifier un basalte en coussin, certains candidats proposant l'hypothèse d'un grès ou d'une roche plutonique, en contradiction avec la première partie de la question. Étrangement, beaucoup de candidats identifient la structure comme un pli malgré l'absence d'arguments en ce sens, probablement par confusion avec les structures géologiques présentées sur la carte géologique de la figure 6. La datation est donc très rarement réussie du fait de la mauvaise identification de la coulée basaltique. Le jury a valorisé toute réflexion logique et la mention de principe de superposition. Quelques candidats donnent un encadrement correct de l'âge mais ne le justifient pas.

Question 11

Référence du programme : ST-F-2 : Les processus fondamentaux du magmatisme

Dans cette question, les candidats devaient reporter en annexe la période d'activité du magmatisme alcalin, avant de rappeler les contextes géodynamiques de mise en place de ce magmatisme et de préciser le contexte le plus probable pour les roches étudiées ici. Cette question a été peu réussie par les candidats, la plupart évoquant un contexte de collision pour la mise en place de magmatisme alcalin. Lister l'intégralité des contextes géodynamiques existant (dorsale, rift, collision, point chaud, subduction) n'est pas une stratégie adaptée et n'a pas été valorisé par le jury. De même, les candidats évoquent souvent un contexte comme étant plus probable qu'un autre mais sans le justifier. Les copies proposant un contexte de dorsale ont été valorisées.

Question 12

Référence du programme : ST-D-1 : La rhéologie de la lithosphère, ST-H-1 : L'échelle stratigraphique

Il s'agissait par la suite de s'intéresser à l'âge de la compression Pyrénéenne. Il était demandé dans un premier temps de rappeler les comportements mécaniques d'un calcaire, avant d'étudier et de justifier la structure du pli présenté en figure 7.

La partie sur les différents comportements a souvent été traitée de manière satisfaisante. Certains candidats confondent cependant le comportement de la roche sous l'effet de la contrainte (fragile, ductile) et le type de déformation (élastique, plastique) mais cela n'a pas été sanctionné par le jury lorsque l'ensemble était cohérent. L'identification de la structure de la figure 7 (pli anticlinal) et les arguments associés sont aussi assez souvent traités convenablement, quand ils ont été traités par les candidats. Par exemple, les pendages des couches ont rarement été discutés, permettant pourtant d'exclure une potentielle structure tabulaire. En revanche la répartition du Keuper n'a quasiment jamais été abordée ni traitée correctement. Les notions de fluage et d'accommodation de la déformation ne sont presque jamais mentionnées.

Question 13

Référence du programme : ST-H-1 : L'échelle stratigraphique

Dans cette question, les candidats devaient utiliser les figures 7 et 9 afin de dater les événements tectoniques à l'origine des déformations visibles. La question, rarement abordée par les candidats, a été traitée de manière assez sommaire. Le jury a valorisé tout raisonnement logique, même si les datations étaient imprécises. La discordance est rarement citée mais souvent utilisée pour estimer l'âge de fin de la compression.

Question 14

Référence du programme : NA

Cette question avait pour objectif de réaliser un bilan de l'ensemble des questions précédentes en demandant aux candidats de proposer une reconstitution paléogéographique de l'ensemble de la période temporelle étudiée. Une frise chronologique et un encart étaient proposés en annexe afin de permettre un gain de temps mais quelques candidats n'ont pas pris en compte ces supports et ont réalisé leurs propres schématisations. Si les productions ont été valorisées, le jury attire l'attention des candidats sur la perte de temps associée à ces initiatives.

Pour répondre à cette question, il convenait de mettre en perspective et de relier les différents éléments identifiés dans les parties précédentes. Un traitement complètement exhaustif n'était pas nécessairement attendu. Les efforts de mise en perspective, même avec des réponses partielles, ont été valorisés. Le jury regrette que de nombreux candidats n'aient pas du tout traité cette question alors qu'il s'agissait de reprendre des éléments précédents. Si le manque de temps est une explication certaine à ce constat, un manque de recul et de prise en compte globale de la thématique semble aussi en cause.

4.1.2. Thème 2 - Quelques conséquences de la formation des Pyrénées

Question 15

Référence du programme : ST-E-1 : Modelés des paysages et transferts de matériaux en surface

Pour cette première question du deuxième thème, il s'agissait d'étudier et d'expliquer l'origine de deux vallées pyrénéennes. Cette question a été globalement bien traitée par les candidats mais le jury regrette le vocabulaire parfois peu rigoureux employé comme « creusement » en lieu et place du terme « érosion ».

Question 16

Référence du programme : ST-E-1 : Modèles des paysages et transferts de matériaux en surface

Dans cette question, il était demandé aux candidats de reconstruire l'histoire quaternaire du cours du gave d'Oloron à partir d'arguments issus de la figure 11. Cette analyse n'a été abordée que par une faible proportion de candidats. Lorsque la question a été traitée, la principale difficulté a été d'identifier les causes du changement de cours du Gave d'Ossau, en lien avec la présence d'une moraine, rarement repérée.

Question 17

Référence du programme : BG-C : Le climat de la Terre

La dernière partie de géologie était consacrée aux conséquences de la présence des Pyrénées sur la météorologie de Jaca et d'Oloron.

Il s'agissait tout d'abord de comprendre et de compléter une carte de pression atmosphérique. La question a été traitée par environ un tiers des candidats. Le jury constate que les structures anticycloniques et dépressionnaires ont souvent été correctement identifiées même si des erreurs et imprécisions sont remarquées.

Concernant les directions des vents qui étaient à compléter sur la carte, ce point a été source de grandes difficultés pour de très nombreux candidats, souvent créatifs mais incapables de positionner correctement les directions des vents.

Question 18

Référence du programme : BG-C : Le climat de la Terre

Cette dernière question demandait d'analyser les figures 12 et 13 afin d'expliquer les différences météorologiques observées entre Oloron et Jaca. En toute fin de sujet, cette question a été traitée par moins d'un quart des candidats. Le jury a cependant pu constater des difficultés à extraire des données précises pour comparer deux diagrammes ombrothermiques et à proposer une explication cohérente à la différence de pluviométrie. L'explication erronée du « blocage des nuages » par les montagnes a été assez souvent rencontrée.

4.2. Sujet de biologie – La COVID-19

4.2.1. Thème 1 - Des effets de l'atmosphère ?

Question 1

Référence du programme : BG-C : Le climat de la Terre

Dans un premier temps, il était demandé aux candidats de décrire succinctement le document 1, présentant les anomalies de la concentration en CO₂ dans la troposphère de l'hémisphère nord en avril et mai 2020.

La grande majorité des candidats a traité cette question, le jury regrette cependant un manque de rigueur dans les réponses : de nombreux candidats ne quantifient pas leur réponse ou oublient d'en mentionner l'unité. Certains candidats peinent à suivre la demande de concision. La réponse suivante constitue par exemple une réponse vague et peu rigoureuse, et donc non valorisable : « *En avril on constate une prédominance du bleu avec des marques plus foncées sur les continents. De même en mai, le bleu est omniprésent et les tâches ont encore foncé. On a néanmoins de légères zones faiblement rouges tout au Nord. Le bleu indique une anomalie négative, c'est-à-dire que la valeur mesurée est inférieure à la valeur prévue* ».

Les candidats devaient ensuite interpréter ces anomalies, en précisant leurs causes probables, en lien avec la COVID-19. Il était spécifiquement demandé d'indiquer les réservoirs et flux de carbone impliqués.

Si les causes probables sont dans l'ensemble identifiées, les réponses à cette question sont néanmoins souvent incomplètes, et quelques interprétations sont même extravagantes (« *On peut supposer que la COVID-19 inflige des problèmes respiratoires qui ont pour conséquence une moins bonne prise d'O₂ et ainsi une quantité moindre de CO₂ rejeté. Les réservoirs impliqués sont l'atmosphère ainsi que la biosphère. Les flux de carbone impliqués sont la respiration et la photosynthèse* »). Les réservoirs sont rarement clairement identifiés, et souvent non connectés par des flux. Certains candidats donnent une liste de réservoirs de carbone sans préciser ceux impliqués ici. Enfin, des confusions fréquentes entre les réservoirs « biomasse fossile » et « biosphère » sont à noter, témoignant d'une mauvaise maîtrise du concept de réservoir.

Question 2

Référence du programme : BG-C : Le climat de la Terre

Dans cette question, les candidats devaient utiliser le document 2 afin de compléter, nuancer et/ou critiquer les réponses proposées à la question précédente. Le document 2 présente une carte des anomalies de concentration en CO₂ dans la troposphère au niveau de l'océan Indien, en janvier et février 2020.

Les candidats montrent ici des difficultés à exercer leur esprit critique et peu semblent comprendre la question. De nombreux candidats se contentent de paraphraser le document, sans donner de réelles argumentations. Certains candidats n'ont pas remarqué la différence de périodes entre les documents 1 et 2, et interprètent à tort les résultats au regard d'un contexte de confinement. Enfin, une mauvaise compréhension du terme « anomalie » mène de nombreux candidats à de mauvaises interprétations.

Dans un second temps, les candidats devaient proposer des hypothèses afin d'expliquer ces anomalies. Cette partie n'a pas toujours été traitée. Si certaines copies font preuve de cohérence et de concision dans leurs propositions, d'autres sont plus confuses.

4.2.2. Thème 2 – Imagerie d'alvéoles pulmonaires

Question 3

Référence du programme : SV-B-1 : La respiration : une fonction en interaction directe avec le milieu

Il s'agissait ici de s'intéresser à divers troubles affectant les personnes atteintes de la COVID-19, via des observations *post mortem*. À partir de l'analyse du document 3, les candidats devaient proposer un schéma d'une alvéole pulmonaire en contexte pathologique d'infection par la COVID-19, indiquant clairement les modifications et problèmes associés.

Ce schéma n'est que rarement correctement réalisé. Les représentations sont peu claires, les alvéoles peu reconnaissables, d'autant plus que l'échelle et les légendes sont régulièrement omises ou fantaisistes. De nombreux candidats schématisent les capillaires dans les alvéoles, ou ne représentent ni les capillaires ni l'épithélium. Le jury note également des confusions entre capillaires, hématies et hémoglobines. Ces représentations témoignent ainsi de lacunes en anatomie et histologie.

Question 4

Référence du programme : SV-I-1 : Intégration d'une fonction à l'échelle de l'organisme : la circulation sanguine chez les Mammifères

Il s'agissait par la suite d'identifier succinctement une autre anomalie artériolaire chez les patients atteints de la COVID-19 à partir du document 4, présentant une reconstruction 3D des voies aériennes et des artéoles, chez des sujets sains et des patients. La plupart des candidats identifie bien des artéoles anormales, irrégulières et au diamètre réduit.

Dans un second temps, il fallait justifier et expliquer l'origine de cette anomalie vasculaire, d'après les anomalies préalablement identifiées dans le document 3. Quelques candidats ont à raison proposé que les caillots entraînent une mauvaise circulation sanguine et donc une nécrose artériolaire locale, mais le jury relève dans l'ensemble peu de réponses pleinement satisfaisantes. Les liens de cause à effet sont souvent confus, et de trop nombreux candidats proposent que ce sont les hématies qui dictent la forme des artéoles, ou bien que la réduction du diamètre des artéoles entraîne une moins bonne circulation de l'air, révélant à nouveau des confusions en anatomie et physiologie.

Question 5

Référence du programme : SV-I-1 : Intégration d'une fonction à l'échelle de l'organisme : la circulation sanguine chez les Mammifères

Cette question visait à tester la capacité des candidats à mener une analyse critique de l'étude présentée dans le document 5, et à en proposer des améliorations.

Les influences possibles de certains traits personnels sur les lésions pulmonaires repérées précédemment sont généralement correctement identifiées (âge élevé, tabagisme, thrombose, hypertension...). Cependant, les critiques sont souvent peu explicites ou confuses, ou alors redondantes avec les améliorations possibles (critique du faible nombre de patients et proposition d'augmenter le nombre de sujets examinés). Certains candidats ne mettent pas en relation les antécédents des patients qui peuvent influencer les résultats observés, ou ne font suffisamment de lien avec le document précédent. Ils ont ainsi du mal à construire des critiques recevables.

4.2.3. Thème 3 – La protéine humaine ACE2

Question 6

Référence du programme : SV-D-2-4 : Acides aminés et protéines, SV-F : Génomique structurale et fonctionnelle

Dans cette partie, le sujet propose de s'intéresser à la protéine humaine ACE2, récepteur aux protéines de surface du virus SARS-CoV-2, via des techniques de biologie moléculaire.

Le document 6 présente les résultats d'un protocole d'immunoprécipitation sur des cellules épithéliales humaines cultivées *in vitro* et infectées par SARS-CoV-2, ayant reçu un plasmide contenant ou non le gène codant ACE2 (étape 1), dont le lysat est incubé avec un anticorps anti-S ou anti-ACE2 (étape 2). Les protéines issues de ces complexes protéiques immunoprécipités (étape 3) sont ensuite révélées à l'aide d'un anticorps anti-ACE2 (étape 4).

Il était dans un premier temps demandé aux candidats d'interpréter les résultats des pistes 3 et 4, constituant les témoins de l'expérience. Si ces témoins sont assez souvent identifiés, ils sont rarement désignés comme tels. Le jury rappelle qu'il est attendu des candidats de faire preuve de rigueur scientifique dans leurs interprétations.

Il était par la suite demandé d'interpréter les résultats des pistes 1 et 2, et de schématiser les complexes protéiques obtenus en fin d'étape 3. S'il était attendu la description de la production d'un complexe ternaire anticorps anti-S – protéine S – protéine ACE2, les réponses sont rarement satisfaisantes. Le jury regrette qu'un grand nombre de candidats n'analyse pas de façon rigoureuse le document, ce qui mène à des confusions importantes sur ce qui est révélé et grâce à quel anticorps. Les candidats interprètent souvent que l'anticorps anti-S utilisé à l'étape 2 est celui utilisé lors du western blot de l'étape 4, et concluent que la protéine S est révélée en piste 2, ou que « anti-S » est lié à ACE2. Certaines copies indiquent que ce sont les plasmides qui sont révélés lors du Western Blot, ou que la présence d'ACE2 est révélateur de la présence du virus car le plasmide est exprimé par le virus. L'immunoprécipitation, et les techniques de biologie cellulaire et moléculaire de façon plus générale, semblent ainsi être des techniques peu maîtrisées par nombre de candidats. Le jury déplore également les contre-sens évoqués par l'utilisation des anticorps. Certains candidats pensent que les anticorps détruisent les protéines, entraînant donc leur absence.

Enfin, il était demandé aux candidats d'expliquer en quoi la protéine ACE2 pouvait être le récepteur aux protéines de surface du virus SARS-CoV-2. Seules de rares copies donnent une réponse satisfaisante, rappelant qu'il s'agit d'une protéine humaine de la membrane plasmique, dont le

document 6 a montré la capacité d'interaction avec une protéine de l'enveloppe du virus. Ces caractéristiques en font un bon récepteur potentiel.

Question 7

Référence du programme : SV-F : Génomique structurale et fonctionnelle

Au cours de cette partie, on se propose d'étudier le rôle de la protéine BRD2 (que l'on suspecte être impliquée lors de la production de la protéine ACE2) au cours de l'infection par le SARS-CoV-2. Pour ce faire, on utilise deux lignées cellulaires dont le génome a été modifié à l'aide de CRISPR-Cas9 pour invalider l'expression des protéines ACE2 ou BRD2 (ainsi qu'une lignée témoin). L'expression d'ACE2 et de la GAPDH (témoin de charge) a été visualisée par Western Blot, et l'infection des cellules de lignée par le SARS-CoV-2 a été suivie en déterminant la quantité d'ARN viral au cours du temps post-infection.

Il était d'abord demandé aux candidats d'interpréter les résultats de la lignée dont l'expression d'ACE2 était bloquée, ainsi que de la lignée témoin, puis de s'intéresser aux résultats concernant les cellules dont l'expression de BRD2 était invalidée.

Alors que la consigne demandait explicitement des interprétations des résultats, le jury regrette que des candidats se contentent de descriptions fastidieuses, au détriment des conclusions. Cette question a été assez bien comprise. Pourtant des candidats proposent une interprétation isolée du Western Blot sans analyse du suivi de la quantité d'ARN viral. Quand des interprétations du suivi de la quantité d'ARN viral est réalisée, des confusions entre quantités d'ARN viral et d'ARN guide sont parfois présentes.

À la suite de ces analyses, il était demandé d'établir un lien entre les protéines BRD2 et ACE2, et l'infection virale. Une partie des copies ne proposait pas de lien entre la protéine ACE2 et l'entrée du virus dans la cellule (suivie de la prolifération virale), lien que la question précédente proposait d'établir.

Question 8

Dans cette partie, la pertinence d'utiliser un inhibiteur de BRD2 noté "M" en cas d'infection par le SARS-CoV-2 est questionnée. On propose pour cela d'utiliser deux protocoles. Lors du premier, on utilise des épithéliums nasaux artificiels, reconstitués à partir de 14 donneurs volontaires. Pré-incubés avec l'inhibiteur M, les épithéliums sont mis exposés ou pas au SARS-CoV-2. La production d'ACE2, la quantité d'ARN viral et la résistance électrique des épithéliums, corrélée à leur intégrité, sont déterminées trois jours post-infection, à diverses concentrations de l'inhibiteur M. Lors du second protocole, on utilise un modèle *in vivo* basé sur l'utilisation de hamsters traités avec l'inhibiteur M ou un placebo puis infectés par le SARS-CoV-2. On suit l'infection en mesurant la quantité d'ARN viral trois jours post-infection.

Dans cette question, il était demandé aux candidats de remplir un tableau en annexe, récoltant diverses données dont des justifications des choix expérimentaux de ces deux protocoles. Cette question fut relativement bien traitée, même si quelques candidats ont proposé des réponses parfois fantaisistes, voire des interprétations des résultats (demandées en question 9), provenant d'une mauvaise lecture ou compréhension des consignes. Rares sont les candidats qui ont pensé à ajouter un titre alors que cela était explicitement demandé.

Question 9

Dans cette question, les candidats devaient interpréter les résultats obtenus lors des expériences dont les protocoles avaient précédemment été discutés. Par manque de temps, cette question a été peu traitée par les candidats et lorsqu'elle l'était, l'analyse fut la plupart du temps succincte : les témoins, les valeurs chiffrées ou encore l'intégration des deux protocoles sont restés rares. Il est également à noter que l'échelle logarithmique utilisée pour la quantité d'ARN viral a posé problème à de nombreux candidats.

Enfin, en guise de conclusion, il était proposé de discuter de l'intérêt de l'inhibition thérapeutique de BRD2 par M. Alors que la limitation de l'infection a été discutée dans de nombreuses copies, peu de candidats ont évoqué d'éventuels effets secondaires, qui étaient pourtant suggérés dans l'énoncé (ACE2 étant impliqué dans la régulation de la pression artérielle).

4.2.4. Thème 4 – La purification d'une protéine virale

Question 10

Référence du programme : SV-D-2-4 : Acides aminés et protéines

Au cours de ce dernier thème, on se propose d'étudier l'efficacité d'une technique de purification de la protéine virale N. À la suite d'une transgénèse, des cellules animales expriment la protéine N fusionnée à un motif constitué de 6 histidines. Une chromatographie d'affinité permet d'isoler cette protéine : le lysat est déposé sur une colonne contenant des billes affines pour le motif d'histidines, fixant donc les protéines N. Suite à un lavage, une élution est ensuite réalisée à l'aide d'imidazole, entrant en compétition avec les histidines précitées.

Dans un premier temps, les candidats devaient nommer la technique utilisée. Probablement par manque de temps, cette question fut peu traitée. Il est à noter cependant que quelques candidats ont toutefois su gagner quelques précieux points en répondant à cette question, alors que les précédentes n'avaient pas été abordées. Ceci démontre alors leur capacité à parcourir le sujet et à déterminer les questions pouvant être rapidement traitées. Dans un certain nombre de cas cependant, le jury a pu remarquer que cette technique n'était pas acquise. Des noms de techniques farfelus ont ainsi pu être proposés, ainsi que des réponses trop peu précises en nommant simplement la chromatographie, alors que la chromatographie d'affinité apparaît spécifiquement dans le programme.

Dans un second temps, il était demandé aux candidats de schématiser l'étape de lavage sur l'annexe à rendre avec la copie. Rarement traitée, cette question a globalement été assez peu réussie : les représentations schématiques furent souvent très incomplètes, démontrant une méconnaissance et une mauvaise compréhension de cette technique. De même que pour la question précédente, rares sont les candidats qui ont pensé à ajouter un titre alors que cela était explicitement demandé.

Enfin, les candidats devaient préciser l'intérêt d'utiliser de l'imidazole. Comme précédemment, cette question a été peu traitée et assez mal réussie : le jury s'étonne de certaines explications. Par exemple, certains candidats expliquent que l'imidazole est à l'origine d'un clivage entre la protéine N et les six histidines, ou encore que l'imidazole reconnaît et se fixe à la protéine N. Peu ont su évoquer,

du fait de sa structure analogue à l'histidine, la compétition de l'imidazole avec les histidines de la protéine N modifiée, à l'origine de sa libération lors de l'élution.

Question 11

Référence du programme : SV-D-2-4 : Acides aminés et protéines

Dans cette dernière question, les candidats devaient interpréter des résultats d'électrophorèses afin de conclure quant à l'efficacité de la purification de la protéine N. Le lysat total des cellules a été comparé aux fractions récupérées lors du lavage ou de l'élution par SDS-PAGE ou par Western Blot avec révélation spécifique du motif histidines ou de la protéine N. Par manque de temps, cette question a été très rarement traitée et lorsqu'elle l'a été, la principale difficulté rencontrée est la mise en lien des résultats des trois gels.