

Le système immunitaire

Le sujet est disponible en téléchargement sur le site du ministère [devenirenseignant.gouv.fr](https://media.devenirenseignant.gouv.fr) à l'adresse suivante :

https://media.devenirenseignant.gouv.fr/file/capes_externe/75/9/s2022_capes_externe_svt_2_14_25759.pdf

L'étude du fonctionnement du système immunitaire est abordée en enseignement de SVT au cycle 4 et en enseignement de spécialité SVT en classe de 1^{ère}. Ce thème contribue à l'acquisition de nouveaux savoirs scientifiques ainsi qu'à la construction de compétences scientifiques et transversales. En outre, ce sujet, en lien avec la santé publique, peut être exploité dans le cadre de l'éducation aux médias et à l'information afin de favoriser le développement de l'esprit critique des élèves.

L'objectif final de cette épreuve est d'élaborer une séquence d'enseignement pour le niveau de première spécialité SVT. Afin d'aboutir à cet objectif final, vous répondrez aux différentes questions, organisées selon trois parties, à l'aide de l'exploitation de documents.

Une séquence d'enseignement s'entend comme un ensemble de séances, articulées entre elles dans le temps et organisées autour d'une ou plusieurs activités en vue d'atteindre un ou plusieurs objectifs d'apprentissages.

PARTIE 1

Concepts et méthodes en sciences du vivant

Durée approximative conseillée : 1h30

PARTIE 2

Réflexion didactique et pédagogique

Durée approximative conseillée : 1h30

PARTIE 3

Construction d'une séquence d'enseignement en première spécialité SVT

Durée approximative conseillée : 2h00

1. Introduction générale sur le sujet

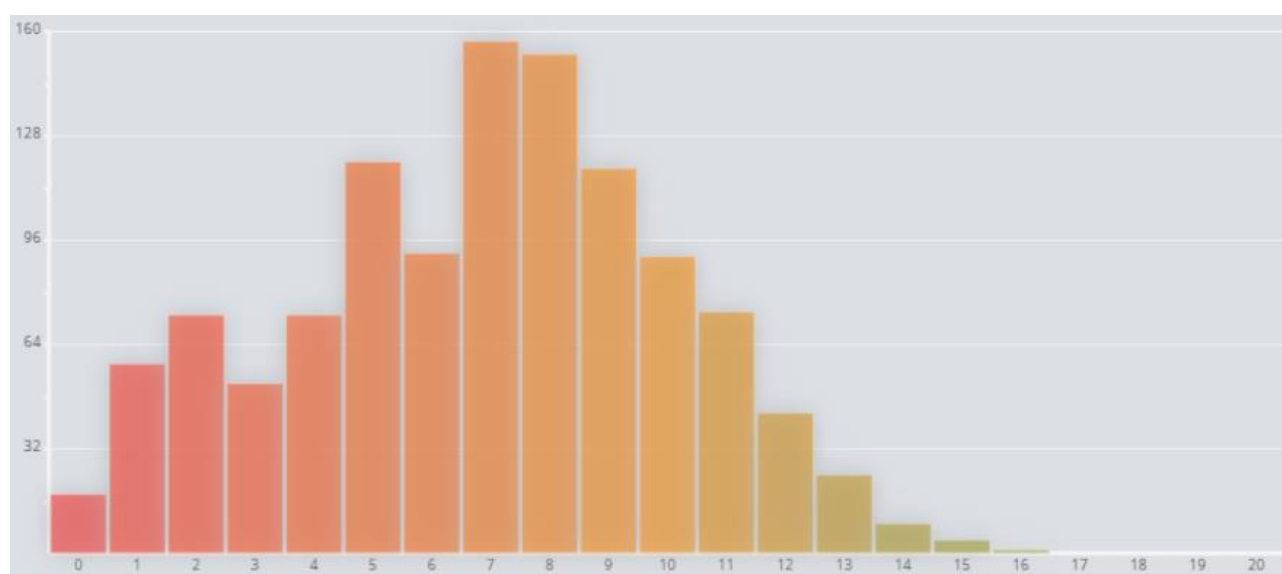
L'objectif du sujet était d'aborder dans une première partie quelques concepts généraux de l'immunologie lors des réponses innée et adaptative, ainsi que des méthodes utilisées en sciences du vivant. La deuxième partie permettait d'amorcer une réflexion didactique et pédagogique sur la construction des notions d'immunologie inscrites dans les programmes de SVT au secondaire. Cette partie contribuait également à l'identification d'enjeux éducatifs liés à ces parties des programmes. Dans la troisième et dernière partie, il s'agissait de construire une séquence d'enseignement en première spécialité SVT en mobilisant certaines des questions des deux thèmes précédents.

Le sujet dans son entièreté invitait à exploiter un savoir disciplinaire, d'une part, pour le mettre au service d'actions pédagogiques concrètes, et d'autre part, pour interroger certains enjeux

éducatifs contemporains, comme la santé humaine ou l'éducation aux médias et à l'information, dans un contexte sanitaire parfois propice aux désinformations.

Les documents proposés, constitués de supports de nature variée, permettaient aux candidats de mettre en œuvre et de valoriser une large gamme de savoirs et savoir-faire fondamentaux, attendus de futurs enseignants en sciences de la vie et de la Terre en collège et en lycée. Les différentes questions permettaient d'évaluer la maîtrise des notions scientifiques, la précision et la rigueur de la démarche et du discours mis en œuvre, ainsi que l'aptitude à les mobiliser pour construire des réponses pertinentes à des questions pédagogiques et didactiques, en se plaçant dans une posture d'enseignant de SVT. L'esprit de synthèse des réponses, au service du message scientifique ou pédagogique, a été apprécié.

Le graphique suivant illustre la distribution des notes. Sur 1160 copies corrigées, la moyenne de cette épreuve est de 7,33/20 et l'écart-type de 3,24. La note maximale est 16,02/20.



2. Remarques générales concernant les réponses des candidats et résultats généraux

Les candidats n'ont bien souvent pas fini le sujet ou alors de manière très télégraphique lors du traitement de la dernière partie.

Les réponses des candidats ont fait apparaître plusieurs constats et le jury tient à souligner particulièrement les points suivants :

-> Le respect des consignes

Les consignes ne sont pas toujours respectées, ce qui provient souvent d'une lecture partielle ou peu attentive.

Par exemple, certaines réponses attendues devaient être courtes (Q1.2.1, Q1.2.3, Q1.3.3, etc.). Le développement important de celles-ci n'a pas été valorisé dans le barème. En outre, plusieurs questions demandaient une explication sous forme de schéma (Q1.3.1, Q1.3.3, etc.) : la production d'un texte ou d'un schéma maladroit ne respectant pas les conventions de communication scientifique a été fortement pénalisée. L'absence de titre aux diverses productions (tableaux ou schémas) est un des éléments de non-respect des règles de communication particulièrement déploré par le jury.

-> La description et l'analyse des documents

S'il est nécessaire que le candidat réalise pour lui-même une description exhaustive des résultats, celle réalisée sur la copie à l'écrit doit être succincte et efficace. L'analyse doit être prépondérante. Or de nombreux candidats produisent des réponses dans lesquelles la paraphrase des documents, prédominante par rapport aux éléments d'analyse, en réduit la pertinence (Q1.3.2 en particulier).

-> La cohérence des réponses

Le jury rappelle que tout finalisme dans les réponses (Q1.3.2 par exemple) ne permet pas d'envisager sereinement le candidat dans une posture d'enseignant de SVT en classe.

-> La rigueur scientifique

Il s'agit d'une composante non négligeable de la compétence professionnelle relative à la maîtrise des savoirs disciplinaires et à leur didactique (entre autres) pour laquelle le jury accorde une attention toute particulière.

-> La complétude du traitement du sujet

Certaines questions n'ont pas été traitées par un grand nombre de candidats, laissant penser au jury que des concepts scientifiques fondamentaux ne sont pas maîtrisés. C'est le cas particulièrement des questions 1.3.2 amenant à l'identification d'une famille multigénique et la question 1.3.3 concernant la connaissance d'une technique utilisée classiquement en biologie : la PCR.

-> La rédaction des réponses

Les qualités rédactionnelles, l'orthographe, le soin apporté dans la communication écrite sont fondamentaux. Le jury a noté des copies très majoritairement bien tenues qui auront obtenu les points de formalisation prévus au barème.

-> L'exploitation des extraits des programmes officiels

De nombreuses copies présentent des réponses qui ne prennent pas assez appui sur les programmes officiels qui sont fournis en document de travail dans le sujet. Ces documents représentent pourtant l'élément indispensable sur lequel s'appuyer pour construire des séquences, des séances, des supports pédagogiques, etc., afin de construire des apprentissages répondant aux objectifs, de savoirs et savoir-faire, officiels.

Dans les pages suivantes, des exemples de bonnes réponses sont donnés à titre indicatif. Ces exemples ne sont pas modélisants, certaines questions ayant pu être traitées différemment par les candidats et obtenir tous les points prévus au barème.

Partie 1 - Concepts et méthodes en sciences du vivant (durée : environ 1h30)

Question 1.1.

Document 1 - Quelques cellules phagocytaires présentes chez les Métazoaires

Préciser quels éléments apporte ce document sur le système immunitaire inné.

Le jury attendait une exploitation complète du document fourni afin d'identifier les informations permettant de caractériser le système immunitaire inné. De nombreux candidats ont manqué de rigueur et ont omis de citer certains éléments. Bien que juste, leur réponse s'en trouve ainsi très vite tronquée. Les notions de synapomorphie, d'innovation génétique sont apparues peu souvent. Des copies donnent la même valeur évolutive au taxon des Vertébrés et aux invertébrés... Tout taxon s'écrit avec une majuscule, contrairement aux poissons, reptiles, etc.

3 éléments étaient attendus pour que la réponse soit complète :

- Chez les 4 taxons présentés :
 - Présence de dendrites/pseudopodes/prolongements cytoplasmiques
 - Localisation dans les tissus infectés
 - Capacité de phagocytose
- Élément indiquant que la phagocytose est présente chez tous les Métazoaires.

- Ces éléments suggèrent qu'une cellule phagocytaire capable de phagocytose est une innovation génétique (synapomorphie) du système immunitaire inné apparue chez l'ancêtre commun des Métazoaires et transmise à toute sa descendance.

Question 1-1 : Quelques cellules phagocytaires présentes chez les métazoaires

Le document montre quatre cellules immunitaires permettant la phagocytose. Ces quatre cellules sont pourvues de prolongements cytoplasmiques ou pseudopodes facilitant le contact et donc la recherche de cellules étrangères et également la phagocytose.

Le document montre ainsi aux élèves que l'immunité innée ou immunité ^{groupes d'}seule n'est pas le propre de l'homme mais existe chez des espèces éloignées de la nôtre (poisson, bivalves, annélides, Nématodes). Il montre également une ressemblance entre ces cellules morphologique et fonctionnelle, indiquant la parenté ^{commune} entre ces êtres vivants (Il montre également la taille de ces cellules 5 à 10 µm) et les tissus ^{infecté et lymphé} où l'on est susceptible de les rencontrer.

...1.../16.

Question 1.2.

Document 2 - Un phénomène de la réaction immunitaire innée

1.2.1. Présenter succinctement les techniques qui ont permis d'obtenir les images du document 2.

Cette question, d'un niveau lycée, a rencontré relativement peu de réponses complètes et structurées, et malheureusement des erreurs majeures dans de nombreuses copies. La microscopie, invention technologique qui a permis de nombreuses découvertes scientifiques au cours des derniers siècles, n'est clairement pas maîtrisée par de nombreux candidats qui en confondent les différents usages. Les techniques de microscopie représentent les moyens d'observation les plus employés avec les élèves ; savoir répondre, avec certitude aux élèves quant à la nature des documents et observations qu'ils font, revêt un caractère nécessaire afin de leur permettre de distinguer le réel du modélisé, de comprendre les concepts en sciences, et enfin de développer leur esprit critique, qui représentent trois enjeux associés aux SVT. Le jury invite tout futur candidat au concours à vérifier qu'il maîtrise les bases de physique (photon/électron) attendues de la part d'un élève de lycée.

On attendait les deux techniques employées pour obtenir les images 2a et 2b :

- Image de gauche :

- MEB : microscopie électronique à balayage

- principe général : production des images en haute résolution de la surface d'un échantillon en 3D
- traitement post-acquisition : fausse couleur / traitement numérique = interprétation / observation indirecte

- Image de droite :

- MET : microscopie électronique en transmission
- principe général : production des images en haute résolution grâce à un faisceau d'électrons « transmis » à travers un échantillon très mince.
- traitement post-acquisition : lecture de l'intensité du rayonnement électrons transmis par l'échantillon

1.2.1

Le document 2.a présente une image de microscopie électronique à balayage colorisée avec de "fausses couleurs" informatiquement.

La microscopie électronique à balayage est une technique d'observation du vivant (figé) utilisant des faisceaux d'électrons et une acquisition de ces particules en fonction de la réflexion sur des surfaces rencontrées. Les électrons balayent la surface.

de l'objet d'étude et sont récupérés (informaticienet ici) afin de reconstituer une image. Ensuite, on peut choisir de modifier artificiellement les couleurs pour mettre en évidence des structures.

Le document 2b présente une image de cellule obtenue en microscopie électronique à transmission.

La cellule est d'abord fixée puis colorée avec des sels métalliques (entraînant le passage des électrons) et enfin "découpée" à l'aide d'une machine effectuant des coupes très fines dans les objets d'étude. emprisonnés dans une résine puis on pose la lame obtenue sous le microscope. Des faisceaux de photons sont envoyés sur l'objet et en fonction de la concentration en électrons on obtient une image en nuance de gris (très foncée : très opaque : beaucoup de sels métalliques fixés).

4.1.28

1.2.1)

	HEB (doc 2a)	HET (doc 2b)
Cellules / organismes	- mont(e)s - entier	- mont(e)s - en coupe (réalisée grâce à un microtome)
Couverture sur l'échantillon	- recouvrement de métal	- recouvrement de métal
Bombardement d'électrons sur l'échantillon	✓	✓
Coloration post-manipulation (numérique)	Oui sur ce document mais pas obligatoire	Pos sur ce document mais cela est possible

HEB = microscopie électronique à balayage
 HET = microscopie électronique à transmission

Tableau de comparaison des techniques de HEB et HET

1.2.2. Nommer et décrire le phénomène observé dans le document 2 en vous appuyant sur un schéma légendé du document 2b.

Un des premiers manques à cette question a été l'absence de schéma ou la production d'un schéma ne permettant absolument pas de reconnaître le document 2. Il s'agissait bien ici de réaliser un schéma (d'observation) *s'appuyant sur l'observation du document 2* et non un schéma générique de la phagocytose. Le jury déplore le manque de soin de certaines copies, ou encore la production de schéma sans titre ou avec un titre peu rigoureux.

On attendait le nom et une description du phénomène présenté par le document 2b avec l'appui d'un schéma.

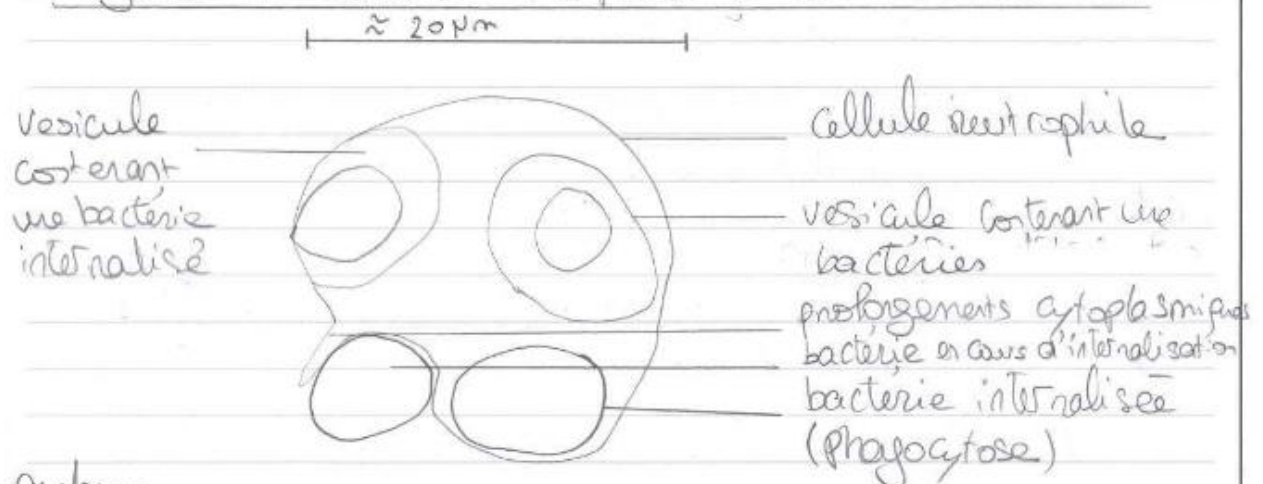
Éléments de communication scientifique attendus avec le schéma (légendes) :

- phagocyte (ou proposition de nom d'un phagocyte tel que macrophage ici)
- particule étrangère / élément étranger (ou proposition de nom tel que hématie ici)
- pseudopodes

1.2.2 le phénomène présenté dans le document 2

est une phagocytose. Il s'agit de l'internalisation d'un agent pathogène, ici des bactéries Staphylococcus aureus soit internalisées par une cellule phagocytaire (neutrophile) en vue de leur destruction.

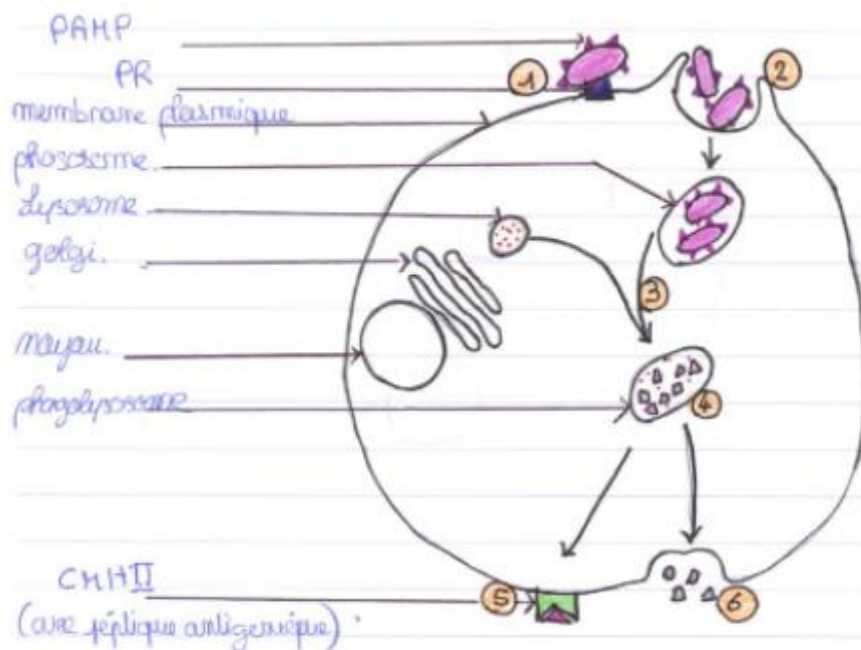
Figure 1: Schéma interprétatif du document 2b:



Quelques

Mécanismes permettant la destruction des bactéries dans les vésicules

- enzymes
- pompes protoniques



- ① Reconnaissance du Récepteur PAHP de la bactérie par les récepteurs PR du phagocyte (ex: macrophage).
- ② Formation d'excroissances ectoplasmiques et migration des bactéries jusqu'à formation du phagosome.
- ③ Fusion vésiculaire d'un lysosome, contenant des enzymes dégradantes les bactéries, avec le phagosome.
- ④ Formation du phagolysosome.
- ⑤ Présentation d'un peptide antigénique à la surface du complexe majeur d'histocompatibilité (MHC), dans le cas des cellules dendritiques qui sont des cellules présentatrices d'antigène (CPA).
- ⑥ Exocytose de quelques débris cellulaires d'origine bactérienne dans le milieu extracellulaire.

schéma fonctionnel illustrant 6 étapes de la phagocytose.

1.2.3. Décrire brièvement* les différentes étapes de la réaction inflammatoire et leur enchaînement, et situer dans cette description le phénomène mis en évidence dans le document 2.

**Par description brève on entend une à deux phrases par étape.*

Une grande majorité des candidats a traité correctement la question sans pour autant obtenir tous les points de barème. On attendait à ce que chaque symptôme de la réaction inflammatoire puisse être clairement expliqué à l'échelle moléculaire. Les copies démontrent une assez bonne connaissance de la chronologie des phénomènes.

On attendait une chronologie des étapes, en lien avec les symptômes, de la réaction inflammatoire et la présentation du phénomène mis en évidence dans le document 2 :

1- Détection et reconnaissance d'éléments étrangers : suite à la contamination et l'infection par un pathogène ou la présence de molécules étrangères (toxines), les cellules sentinelles (cellules dendritiques par exemple) reconnaissent des motifs de pathogénicité (PAMPs) grâce à leurs récepteurs (membranaires ou endosomaux) (PRRs).

2- Production de médiateurs chimiques solubles de l'inflammation (on attendait qu'au moins une molécule soit citée) :

- histamine/PGD2 : favorise la vasodilatation et l'augmentation de la perméabilité capillaire (et donc l'œdème), produite surtout par les basophiles et les mastocytes
- autres cytokines (IL-1, IL-8, IL-6, TNF- α ...) : vont agir en attirant/recrutant sur le site lésé les polynucléaires neutrophiles, les macrophages environnants et les lymphocytes « natural killer » qui vont participer à la phagocytose de l'agent infectieux. Les cytokines facilitent la diapédèse en permettant le relâchement des jonctions serrées reliant les cellules endothéliales de la paroi des capillaires.

3- Diapédèse : recrutement de cellules immunitaires sanguines par passage entre les cellules endothéliales ou cellule de la paroi des vaisseaux sanguins (rôle du TNF- α), puis migration par chimiotactisme sur le site d'infection.

4- Phagocytose = phénomène mis en évidence par le document 2 : ingestion des éléments étrangers par un phagocyte puis digestion et élimination dans un phagolysosome

5- Production de déchets/pus et apparition des symptômes « rougeur (vasodilatation et réactions chimiques), chaleur (vasodilatation et réactions chimiques endothermiques, en particulier la lyse), douleur (excitation des fibres nerveuse par les réactions chimiques et pression exercée par l'œdème) et gonflement (diapédèse et fuite de plasma) ».

1.2.3.

Les étapes de la réaction inflammatoire :

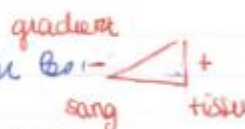
① Contamination et infection : suite à une lésion tissulaire par exemple ; les pathogènes (virus, bactéries, ...) peuvent entrer dans le tissu puisque les barrières naturelles sont rompues.

② Au niveau du tissu infecté il y a des cellules sentinelles : cellules dendritiques, macrophages, mastocytes qui sont capables de réaliser la phagocytose (document 2) suite à la reconnaissance des signaux de danger (PAMP et DAMP) par les récepteurs (PRR).

③ En parallèle il y a activation du complexe du complément (protéine C3a, C5b) qui vont permettre d'activer les voies facteurs par exemple. Ceux-ci permettront une opsonisation. En même temps les cellules sentinelles vont libérer des médiateurs chimiques dans le sang.

④ Effet des médiateurs chimiques :

- assurer un gradient intercellulaire pour attirer les lymphocytes dans le lieu d'infection.
- Les premières cellules qui arrivent au site d'infection sont les neutrophiles, suivies des monocytes et mastocytes. Elles vont réaliser la phagocytose pour éliminer l'agent pathogène. (document 2)



⑤ Mise en place de la réaction inflammatoire :

et la sortie du plasma responsable de l'œdème ✓

- Interleukines assurent la perméabilité des capillaires sanguins ✓ ce qui facilite le recrutement des lymphocytes (début en 4)
- production de prostaglandine : origine des douleurs. ✓
- médiateurs lipidiques favorise la vasodilatation ✓ responsable de la chaleur et rougeur. ✓

Question 1.3.

On s'intéresse ici aux techniques et modélisations en lien avec la caractérisation de molécules de l'immunité.

Document 3 - Structure des immunoglobulines

- Document 3a - la structure de base des immunoglobulines
- Document 3b - modélisation moléculaire numérique de deux isotypes d'immunoglobulines

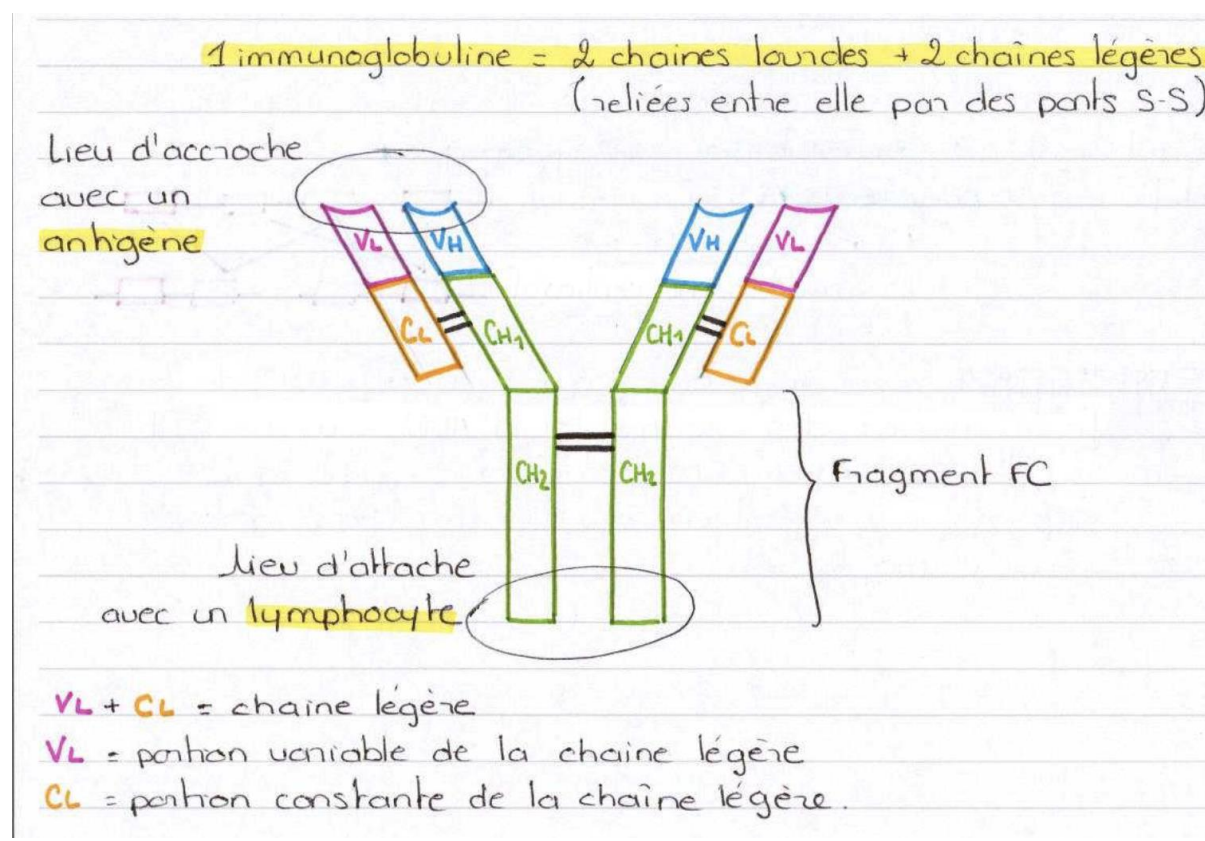
Document 4 - Les immunoglobulines chez les vertébrés

- Document 4a - locus du domaine constant de la chaîne lourde des immunoglobulines chez quelques Vertébrés
- Document 4b - évolution des isotypes d'immunoglobulines chez les Vertébrés

1.3.1. En s'appuyant sur le document 3a, *réaliser un schéma légendé d'une immunoglobuline présentant sa structure et permettant d'en comprendre sa fonction.*

Il s'agissait ici de mettre en évidence, sur un schéma illustratif, la relation structure-fonction d'une immunoglobuline, de manière claire, rigoureuse et complète, ce que peu de copies ont réussi à faire. Une majorité de candidats oublie ainsi de rappeler la nature (glyco)protéique des Ig, oublie la fonction essentielle de la partie constante dans l'opsonisation. Les détails des différentes chaînes (nombre d'acides aminés, domaines CH, partie N- et C-terminale, liaisons hydrogène et disulfures) ont été relevés dans très peu de copies.

Eléments attendus sur le schéma : nature, structure et fonctions



1.3.2. Exploiter le document 4 pour *préciser l'histoire évolutive des immunoglobulines des Vertébrés et les mécanismes impliqués.*

Une question mal traitée dans la quasi-totalité des copies. Les candidats ont eu du mal à proposer autre chose qu'une description simple des documents. Une connaissance fine des mécanismes évolutifs sous-jacents et une prise de recul étaient ici indispensables à la rédaction d'une réponse organisée, cohérente et non finaliste.

Le jury a pu observer :

- une confusion entre diversité des isotypes/famille multigénique et diversité de la spécificité des Ig d'un même isotype (recombinaisons génétiques)
- des confusions entre exons et gènes d'une même famille multigénique, avec l'explication par l'épissage alternatif, et des propos très finalistes ou problématiques d'un point de vue évolutif : des individus avec un génome qui évolue au cours de la vie au fil de la rencontre avec des antigènes (sic) ou qui évoluent pour s'adapter à l'environnement...
- des confusions entre gènes et allèles
- du lamarckisme "le répertoire des Ac évolue pour s'adapter à l'environnement"

Le jury recommande aux futurs candidats de maîtriser les mécanismes à l'origine d'une famille multigénique et de savoir utiliser les arguments qui permettent d'en identifier une dans l'évolution du monde vivant.

Eléments attendus :

1. CONSTATS (extraction d'informations utiles et pertinentes issues du document 4)

- Les gènes codant le domaine constant de la chaîne lourde des différents isotypes d'immunoglobulines chez un Vertébré donné ont leurs locus localisés sur un seul chromosome (doc.4a).
- Le nombre est variable selon l'espèce (entre 3 et 16 sur le même chromosome) (doc 4a)
- Les gènes codant le domaine constant de la chaîne lourde des différents isotypes d'immunoglobulines chez différentes espèces de Vertébrés ont leurs locus positionnés dans le même ordre, quand ils sont présents (doc.4a)
- Le groupe (paraphylétique) des agnathes ne possèdent pas de Ig mais des VLR (variable lymphocyte receptor) (doc.4b)
- Des groupes (phylogénétiques) possèdent des gènes en communs (au moins un exemple donné) :
- Les Gnathostomes (sauf les Coelacanthés et les Oiseaux) possèdent des IgM et des IgW ou IgD (doc.4b)
- Les Tétrapodes présentent des IgX ou des IgA (sauf les Tortues, les Lézards et les Serpents), et des IgY ou des IgG+IgE (sauf les Crocodiliens) (doc.4b)
- Les poissons cartilagineux possèdent des IgNAR (doc.4b)
- Les Actinoptérygiens (Ray-finned bony fishes...) possèdent des IgT (doc.4b)

2. EXPLOITATION en lien avec la notion d'évolution : les mécanismes et la notion de famille multigénique (CONNAISSANCES)

- Famille multigénique :

- présence sur un seul chromosome de gènes aux fonctions très proches (partie constante des Ig)
- gènes dont les locus sont dans le même ordre chez toutes les espèces de Vertébrés étudiées

- Mécanismes :

- **duplications** multiples d'un gène ancestral chez un ancêtre Vertébré, suite à plusieurs **crossing-over inégaux** successifs en prophase I de méiose (augmentation du nombre de gènes)
- accumulation aléatoire de **mutations** indépendamment dans les différentes copies issues des duplications
 - **gain** de fonction et nouvel isotype
 - **perte** de fonction et disparition secondaire de certains isotypes chez certains groupes

3. HISTOIRE ÉVOLUTIVE

- Existence d'un gène ancestral chez l'ancêtre commun des Vertébrés
- Duplication et apparition des IgM/IgW/D chez les Gnathostomes
- Duplication et apparition des IgX (« amphibiens ») et IgA (« reptiles », Oiseaux et Mammifères), et IgY (Oiseaux et « reptiles ») et IgG/IgE chez les Mammifères
- Duplication et apparition des IgNAR chez les poissons cartilagineux
- Duplication et apparition des IgT chez les Actinoptérygiens
- Perte : IgM chez Coelacanthés ; IgX chez Tortues, lézards et serpents ; IgD chez les Oiseaux ; IgY chez les Crocodiles...
- Duplications supplémentaires au sein d'un même isotype : IgY1, IgY2, IgY3 de l'Aligator chinois ; IgA1 à IgA13 du Lapin...
- Événement ultérieur de recombinaison et impact sur l'ordre général des isotypes : IgZ avant IgM/D chez le poisson zèbre ; IgM2 et IgM3 dans les IgA chez l'Aligator Chinois...
- Duplications supplémentaires et isotypes atypiques : IgF chez le Xénope (clawed frog...) ; IgO chez le Platypus (Ornithorynque...)

1.3.3. Afin d'identifier différents isotypes d'immunoglobulines présents dans un génome de Vertébré, les scientifiques ont recours à la technique de PCR (*Polymerase Chain Reaction*).

a. À partir de l'exploitation du document 4a, schématiser les étapes de la technique PCR dans cette situation précise d'identification.

Bien que de niveau lycée (programme de spécialité en classe de première), la moitié des copies propose des réponses incomplètes, l'autre moitié dévoile des erreurs majeures de compréhension d'une technique de biologie moléculaire pourtant utilisée en routine en recherche. Le jury a noté des confusions entre PCR / électrophorèse / northern blot / Southern blot / chromatographie / ELISA... La contextualisation, pourtant précisée clairement dans la consigne, fait défaut dans la plupart des copies.

On attendait la contextualisation d'utilisation de la technique PCR :

- ADN d'intérêt d'un Vertébré dont on cherche à identifier les isotypes d'Ig dans le génome

On attendait les informations sur la technique : gène d'intérêt dont on cherche à amplifier la séquence par PCR (Cmu, Cdelta, Calpha, etc.)

- plusieurs étapes pour un cycle (3) : dénaturation à 95 °C - hybridation des amorces à 50-65°C - élongation à 72°C (températures non attendues mais une notion de variation de température est attendue)

- il faut plusieurs cycles pour amplifier le matériel génétique : nombre de cycles variable en fonction du degré d'amplification nécessaire (de 10 à 30 cycles)

- détection et vérification de la taille des produits de PCR par électrophorèse

- exposition au BrdU et révélation sous UV + photo (non exigible)

On attendait des notions sur les réactifs :

- l'ADN à amplifier

- amorces synthétiques qui se fixent par complémentarité au bon endroit du génome pour permettre l'ancrage ultérieur de l'ADN polymérase et l'amplification de la séquence d'isotype recherchée

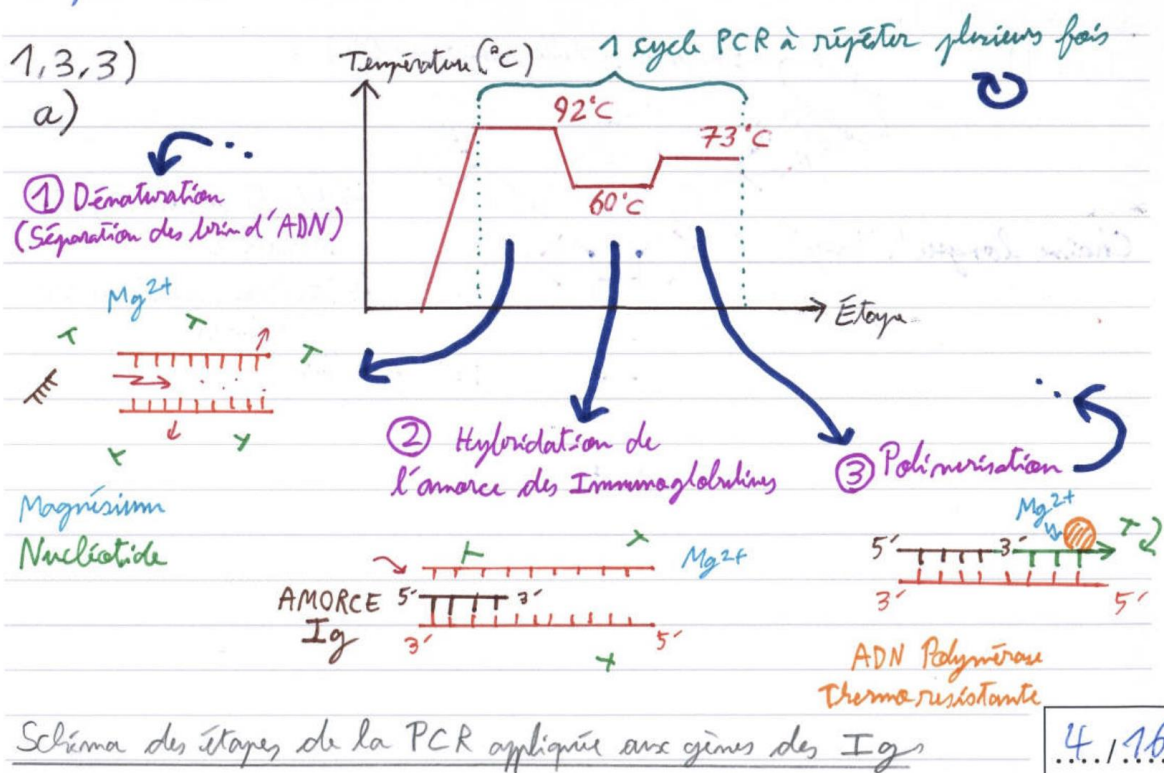
- oligonucléotides pour la réplication par l'ADN polymérase

- enzyme polymérase Taq (ADN polymérase d'une archée) fonctionnant à très haute température

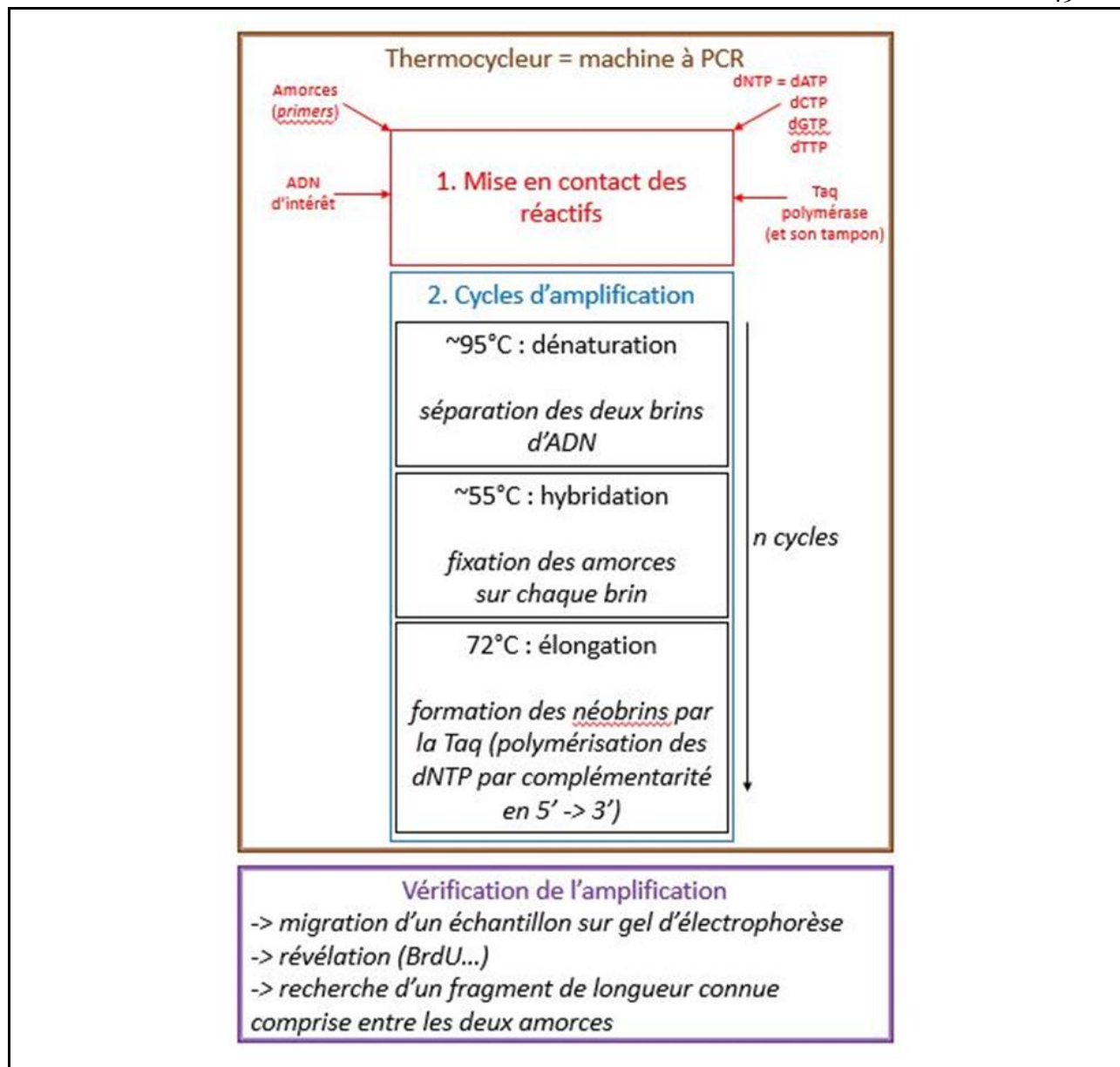
- tampon adapté au fonctionnement de l'enzyme Taq

- un thermocycleur / machine à PCR

Proposition de réponse de la technique PCR par un candidat : incomplète mais ce qui est présenté est correct et valorisé.



Un autre exemple de schéma possible de la technique PCR :



b. Citer la technique qui doit être réalisée après une PCR afin de détecter la variabilité génétique dans les molécules obtenues en indiquant son intérêt (une réponse courte est attendue : 2 à 3 phrases).

Le terme de "séquençage" apparaît bien dans la plupart des copies. Cependant, l'explication de son intérêt pour détecter la variabilité génétique dans les molécules obtenues après PCR reste relativement floue...

On attendait la technique citée : le séquençage

On attendait son intérêt :

- avoir accès à la succession en nucléotides du fragment d'acides nucléiques ciblé
- pouvoir comparer les séquences entre les différents isotopes afin d'en détecter la variabilité génétique

Question 1.4.

La réponse immunitaire adaptative met en jeu des cellules spécialisées : cellules présentatrices de l'antigène, lymphocytes B, plasmocytes, lymphocytes T CD4, lymphocytes T auxiliaires, lymphocytes T CD8, lymphocytes T cytotoxiques.

Préciser pour chacune d'entre elles leurs caractéristiques et rôles dans la réponse immunitaire.

Votre réponse sera présentée sous forme de tableau.

Le jury a pu constater que seulement un petit quart des candidats semblent maîtriser la diversité des cellules de l'immunité inscrites dans les programmes de SVT au collège et au lycée. La plupart des réponses restent évasives et traduisent clairement un manque de connaissances. Des candidats semblent ainsi incapables :

- d'identifier une CPA
- de différencier LTCD4, LTCD8 et LTa !
- de définir ce que sont les plasmocytes

Eléments attendus :

Cellules spécialisées	Caractéristiques	Rôle(s) dans la réponse immunitaire
CPA	Pseudopodes (macrophages), dendrites (cellules dendritiques). Présentes dans les tissus. Différenciation des monocytes du sang en macrophages tissulaires.	Cellules sentinelles. Détection de PAMPs grâce aux PRRs. Production de médiateurs chimiques de l'inflammation. Phagocytose. Migration des cellules dendritiques dans les organes lymphoïdes secondaires (ganglions, rate), Présentation de l'antigène aux LT et lien avec l'immunité adaptative.
LB	Cellules rondes. Circulent dans le sang. Présentes dans les organes lymphoïdes secondaires.	Reconnaissance directe de l'antigène spécifique par le BCR (= récepteur B), un anticorps membranaire appartenant aux Ig.
Plasmocytes	Cellules rondoïdes. Présentes dans les organes lymphoïdes secondaires. Réticulum endoplasmique extrêmement développé.	Différenciation des LB après activation par l'Ag. Production d'Ac circulants spécifiques de l'Ag.
LTCD4	Cellules rondes. Circulent dans le sang. Présentes dans les organes lymphoïdes secondaires.	Etat naïf. Reconnaissance spécifique par le TCR (récepteur T) de l'Ag présenté par le CMH II d'une cellule anormale ou CPA.
LTa	Cellules rondes. Circulent dans le sang. Présentes dans les organes lymphoïdes secondaires.	Etat différencié des LTCD4. Coopération cellulaire : production de cytokines (IL-2 entre autres) et différenciation de LTCD8 en LTC et des LB en plasmocytes. TCR (récepteur T) spécifique de l'Ag présenté par le CMH II d'une cellule anormale ou CPA.
LTCD8	Cellules rondes. Circulent dans le sang. Présentes dans les organes lymphoïdes secondaires.	Etat naïf. Reconnaissance spécifique par le TCR (récepteur T) de l'Ag présenté par le CMH I d'une cellule anormale ou CPA.
LTC	Cellules rondes. Circulent dans le sang. Présentes dans les organes lymphoïdes secondaires.	Etat différencié des LTCD8. Production de perforines et granzymes pour lyser une cellule anormale. TCR (récepteur T) spécifique de l'Ag présenté par le CMH I d'une cellule anormale ou CPA

Partie 2 - Réflexion didactique et pédagogique (durée : environ 1h30)

Question 2.1. – Transposition didactique d'un document scientifique

Document 5 - Extrait d'un article scientifique « Comment les sentinelles de l'immunité traduisent les données microbiennes qu'elles reçoivent en instructions immunologiques ? »

Document 6 - Programme de 1^{ère} spécialité SVT – Le fonctionnement du système immunitaire humain

Proposer une version du document 5 adaptée à des élèves du niveau première dans le cadre de l'enseignement de spécialité SVT sur l'immunité adaptative. Une justification des choix de modification du document en précisant ce que le document, didactisé, permet de faire comprendre aux élèves est attendue.

Plus des 2/3 des copies n'ont pas proposé de didactisation scientifique satisfaisante. De nombreux candidats se contentent de couper telle ou telle partie sans contextualiser par rapport au cadre de l'enseignement de spécialité SVT sur l'immunité adaptative. Le B.O. fournissait pourtant les notions et les limites qui auraient dû permettre une meilleure transposition que celle proposée dans de nombreuses copies.

On attendait du candidat une adaptation explicite du document et une justification de chaque élément de cette adaptation.

On entend ici par « adaptation à des élèves » tout élément du document 5 enlevé / laissé ET tout ajout d'informations extérieures : texte, schéma, autre document...

Les propositions d'adaptation du document/didactisation devraient alors permettre aux élèves de comprendre les étapes importantes de transformations des cellules sentinelles (CMH), de migration vers les organes lymphoïdes favorisant la présentation des antigènes aux lymphocytes. Le jury a valorisé toute approche du candidat qui envisageait de travailler des savoir-faire / développer des compétences.

Attendu 1 : JUSTIFICATION des choix

Mots clés du programme que ce document permet d'illustrer :

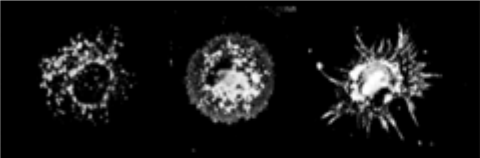
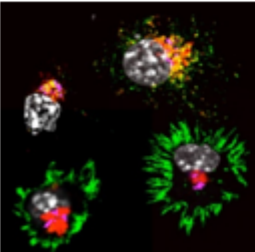
- Notions fondamentale : « cellules présentatrices de l'antigène »
- Objectifs : « le CMH sera évoqué »
- Objectifs : « les élèves comprennent comment en collaboration avec les défenses innées, les défenses adaptatives parviennent à l'élimination du virus » => coopération entre immunités innée et adaptative.

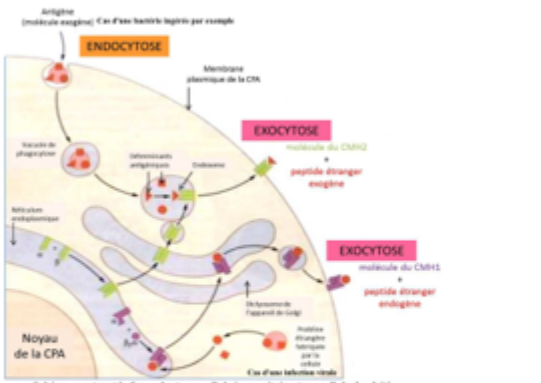
Utilisations du document avec les élèves :

- **Notionnelle** : Illustrer la notion d'interface. Les cellules présentatrices d'antigène (cellules dendritiques matures) sont le relais entre le microbe et les cellules de l'immunité adaptative (lymphocytes). Elles traitent l'information pour pouvoir coopérer avec les cellules de l'immunité adaptative. En l'occurrence elles affichent à leur surface des molécules étrangères à l'aide du CMH. Les cellules dendritiques au moment de leur maturation perdent leur fonction d'endocytose. Les photographies permettent de visualiser ce changement d'état entre la détection des microbes et la présentation à faire.
Voir <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/immunité-et-vaccination/thematiques/reponse-immunitaire/comprendre/immunité-innée/les-cellules-dendritiques-quoi-de-neuf-page-2>
- **Réflexion sur les méthodes des sciences** :
 - Démarche scientifique, de quelle problématique de recherche s'est emparée l'équipe de scientifiques citée dans le document ?
 - Technique : par quelles techniques obtient-on ces images, notamment la coloration des molécules du CMH (photo 2)?

Attendu 2 : UNE PROPOSITION POSSIBLE DE TRANSPOSITION DIDACTIQUE :

Exemples possibles pour ces transpositions didactiques :

Éléments de didactisation / d'adaptation possibles	Éléments de justification
<p>Choix d'extrait de texte</p> <p>« Une fois l'intrus digéré, » ...l'ingestion induit la maturation de la cellule sentinelle... « les cellules dendritiques exposent également à leur surface des fragments du pathogène : les antigènes. »</p> <p>« l'équipe de Philippe Pierre et d'Evelina Gatti... »</p>	<p>Sont des éléments informatifs permettant de répondre aux exigences notionnelles du programme concernant la coopération entre immunité innée et immunité adaptative.</p> <p>Le choix de garder le nom des scientifiques qui ont fait l'étude permet de conforter une validation scientifique et de montrer l'importance de connaître les sources</p>
<p>Choix de la première photo associée à un schéma interprétatif ou photo légendée</p> 	<p>Permet d'illustrer la modification du phénotype cellulaire des cellules dendritiques après contact avec le signal étranger. Maturation de la cellule dendritique après contact avec le signal étranger. Devient apte à coopérer avec cellules de la réponse adaptatives</p>
<p>Choix des éléments scientifiques prouvant les modifications subies par les cellules dendritiques :</p> <p>Choix du texte "Sous notre microscope, toutes les cellules dendritiques changeaient spectaculairement en réponse aux produits microbiens". « En observant sous notre microscope [...] Nous avons alors essayé de comprendre comment la cellule dendritique organisait le trafic des molécules du CMH. »</p> <p>« précise Evelina Gatti, co-dirigeante de l'équipe sur ce sujet »</p> <p>ET/OU</p> <p>Choix de l'exploitation de la photographie (forme de la cellule + infos venant de la fluorescence)</p>  <p>Cette photo peut être légendée, commentée, un schéma interprétatif peut être proposé (voir ci-dessous)</p>	<p>Sont des éléments informatifs permettant de répondre aux exigences notionnelles du programme concernant le CMH et contribue à présenter la manière dont il participe à la coopération entre immunité innée et immunité adaptative.</p> <p>Conservés ils permettent de justifier de la validité des informations présentées précédemment, ils permettent de travailler la notion de fait scientifique (vs fake-news par exemple), ils permettent de présenter l'approche de la démarche scientifique par observation, problématique, hypothèse-test-résultats-conclusion, nouvelle problématique..., ils permettent de travailler l'esprit critique.</p> <p>Le choix de garder le nom des scientifiques qui ont fait l'étude permet de conforter la validation scientifique</p> <p>Maturation de la cellule dendritique après contact avec le signal étranger :</p> <ul style="list-style-type: none"> - développement des dendrites - expression à la surface de molécules du CMH (portant un fragment antigénique) prouvé par la fluorescence verte. <p>CMH I si présentation aux LTDC8, CMH II si présentation aux LTCD4</p> <p>RQ : réduction de la taille des lysosomes visible (perte de la fonction d'endocytose)</p>

<p>Le candidat peut proposer un schéma présentant le CMH à l'origine de la présentation de l'antigène à la place du dernier paragraphe : « Depuis ces [...] vue des seconds. » OU comme interprétation des photographies</p>  <p>Schéma montrant la façon dont une cellule immunitaire, type cellule dendritique, peut devenir une CEA (cellule présentatrice d'antigènes).</p>	<p>Sont des éléments informatifs permettant de répondre aux exigences notionnelles du programme concernant le CMH et contribue à présenter la manière dont il participe à la coopération entre immunité innée et immunité adaptative.</p>
<p>Choix du dernier paragraphe (<i>peu pertinent cependant car pas de « preuves » dans le document</i>)</p> <p>« Elles migrent alors via les vaisseaux lymphatiques jusqu'aux organes lymphoïdes secondaires (rate, ganglions lymphatiques, tissus lymphoïdes associés aux muqueuses du tube digestif et des poumons) où elles présentent ces antigènes aux lymphocytes T et B. »</p>	<p>Sont des éléments informatifs permettant de répondre aux exigences notionnelles du programme concernant la coopération entre immunité innée et immunité adaptative.</p>

Question 2.2. – Intérêt d'une ressource pédagogique pour modéliser une infection dans le cadre de la vaccination et développer l'esprit critique des élèves en spécialité SVT du niveau première

Document 6 - Programme de 1^{ère} spécialité SVT – Le fonctionnement du système immunitaire humain

Document 7 - De l'importance des objectifs de couverture vaccinale : exemple de la rougeole

Document 8 - Un outil de modélisation numérique : le logiciel netBioDyn

- Document 8a - Le logiciel netBioDyn

- Document 8b - Exploitation du logiciel netBioDyn : l'exemple de la vaccination contre la rougeole

Document 9 - Un outil en curseur pour estimer le degré de fiabilité d'un outil de modélisation numérique

2.2.1. Argumenter l'intérêt d'utiliser un logiciel tel que netBioDyn avec des élèves dans le cadre de l'étude de la vaccination.

Plus de la moitié des candidats a proposé une argumentation satisfaisante sur la plus-value de l'utilisation du logiciel netBioDyn.

NetBioDyn est un logiciel de modélisation de phénomènes complexes (ici la réaction immunitaire dans le cadre de la vaccination de populations). Le jury attendait ici que le candidat développe une réponse présentant la **plus-value que représente l'utilisation du logiciel NetBioDyn avec les élèves** dans le cadre de la compréhension de l'intérêt de la vaccination pour la santé individuelle et collective.

Voici quelques exemples que plusieurs candidats ont développés à bon escient :

- La modélisation permet de s'affranchir des contraintes de temps et de nombre (on ne peut expérimenter en classe les aspects épidémiologiques). On peut voir le déroulement de la propagation de l'épidémie de rougeole sur un court laps de temps.
- Elle permet donc de comprendre des phénomènes complexes en simplifiant certains des facteurs/paramètres épidémiologiques (simplification du réel). Comprendre ici l'impact de la vaccination sur la propagation d'une épidémie.

- On peut créer des modèles différents (tester plusieurs hypothèses, faire varier des facteurs). Dans le cadre de la vaccination on fait varier le % de personnes vaccinées pour accéder à la notion de couverture vaccinale à atteindre pour freiner la propagation de l'épidémie.
- On peut quantifier (suivi des effectifs en pourcentage de personnes malades, durée de la maladie, pic de l'épidémie). Comprendre ainsi que pour des virus hautement contagieux il faut une couverture vaccinale en population très élevée (95% pour la rougeole).
- Caractère prévisionnel d'un modèle correctement argumenté et si cela est mis en lien avec la pertinence de la vaccination sur la propagation de la rougeole (qui est un exemple très concret).

2.2.2. L'utilisation d'un modèle est l'occasion de développer l'esprit critique. Poursuivant cet objectif de formation, un enseignant de 1^{ère} spécialité SVT souhaite utiliser l'outil en curseur proposé dans le document 9.

2.2.2.a. Proposer 3 indicateurs de fiabilité qui pourraient compléter ce tableau.


A peine 1/3 des copies formalisent des indicateurs cohérents avec le travail de l'esprit critique des élèves sur la fiabilité d'un modèle. Les candidats ne maîtrisent peut-être pas suffisamment ce qu'est un modèle, l'esprit critique ou encore un indicateur pour pouvoir proposer des réponses construites, rigoureuses et complètes. Le jury attire une nouvelle fois l'importance des consignes et du respect de celles-ci dans les réponses formulées. Il s'agissait ici de critiquer le modèle numérique proposé et non les usages potentiels que les élèves en font.

On attendait d'un candidat que les trois indicateurs proposés soient cohérents avec le sujet = s'appuient sur les données scientifiques et permettent de juger de la fiabilité du modèle à travers un curseur de degré de fiabilité.

Les indicateurs peuvent être des idées génériques ou des exemples précis dès lors qu'ils concernent :

- les **données scientifiques ayant servi à concevoir le modèle** (exemples « données scientifiquement correctes », « sources vérifiées »...)
- le **choix des paramètres entrés dans le modèle pour reproduire la réalité** (exemple « les paramètres choisis reproduisent une situation réaliste (taille de la population, taux d'infection, de transmission, de guérison...) », « les paramètres permettent d'obtenir des simulations répondant aux objectifs fixés : vérifier si un taux de couverture vaccinale minimal de 95% de la population permettrait d'éliminer la rougeole »)
- le **caractère indépendant des simulations** (exemples « les résultats sont statistiquement exploitables », « les simulations offrent une vision statistique des pics de contaminations les rendant exploitables »)
- le **caractère stochastique des simulations** (exemples « les résultats sont réalisés par des élèves différents »)

Un **exemple** de grille curseur :

Echelon				
Degré de fiabilité du modèle	Très peu fiable	Assez peu fiable	Plutôt fiable	Très fiable
Pour aider à faire son choix	Indicateurs d'incertitude		Indicateurs de fiabilité	
	<ul style="list-style-type: none"> - Données prises en compte pour la conception du modèle qui ne sont ni scientifiquement correctes ni de sources vérifiées. - Conception du modèle ne permettant pas de reproduire la réalité déjà observée. - Modèle ne simulant pas les effets d'un confinement sur le pic de contamination de manière satisfaisante. - Caractère immuable des simulations. 		<ul style="list-style-type: none"> - Modèle conçu à partir de données scientifiquement correctes et de sources vérifiées. - Conception du modèle permettant de reproduire la réalité déjà observée. - Simulations satisfaisantes des effets d'un confinement sur le pic de contamination, avec le modèle seul. - Simulations indépendantes les unes des autres offrant une vision statistique des pics de contamination. 	

2.2.2.b. Justifier de l'intérêt qu'il peut y avoir à utiliser lors d'une activité avec les élèves un tel outil en curseur.

La majorité des copies ne présente pas de réponse satisfaisante. De nombreux candidats répondent complètement en dehors du champ questionné, comme si la notion de curseur n'avait jamais vraiment été explorée. Les outils curseurs sont utilisés au quotidien dans la classe dans l'enseignement de SVT, notamment lors de pratiques évaluatives qui s'inscrivent dans le cadre des réformes du socle et du lycée. Le jury encourage vivement tout futur candidat au concours à consolider l'intérêt et les usages des outils à curseurs sous le prisme du développement de compétences (disciplinaires comme transversales) chez l'élève.

Le candidat présente un intérêt et convenablement argumenté parmi :

- un **intérêt scientifique**. Exemples : l'utilisation du curseur pour la construction du savoir scientifique chez l'élève en permettant aux élèves de s'interroger sur le degré de fiabilité du modèle et donc d'exercer un esprit critique, permettre de questionner le modèle sur différents aspects, en particulier le lien avec le réel, contribuer à ce que l'élève développe son raisonnement quant à ce qu'il comprend du modèle pour estimer un degré de fiabilité, en dépassant une vision dichotomique du modèle : « il est bien » VS « il est pas bien » ce qui contribue à développer un esprit critique chez l'élève.

- un **intérêt pédago-éducatif**. Exemples :

- pour la prise de recul face à une information modélisée chez l'élève, permettre à l'élève de gagner en confiance car le curseur ne présente pas de « bonne ou mauvaise » réponse, faire s'exprimer les élèves sur ce qu'ils ont compris du modèle et de son exploitation afin de remédier à ce qui fait obstacle aux élèves : la véracité des données / la qualité de reproductibilité de la réalité par le modèle / la simulation par le modèle jugée satisfaisante ou non / la vision statistique de la situation sanitaire « offerte » par les simulations... et travailler la construction de la science avec les élèves,
- pour favoriser, lors d'un travail en classe, les échanges entre pairs et de permettre aux élèves de s'écouter les uns les autres et d'argumenter leurs propos...,
- cette grille curseur est généraliste, elle peut être utilisée sur des modèles différents, la compétence de travail de l'esprit critique est donc transférable grâce à cet outil.

Question 2.3. – Élaboration de deux activités complémentaires pour construire une même notion

Document 6 - Programme de 1^{ère} spécialité SVT – Le fonctionnement du système immunitaire humain

Document 10 - Résultat du test d'Ouchterlony réalisé par un binôme d'élèves de première spécialité SVT

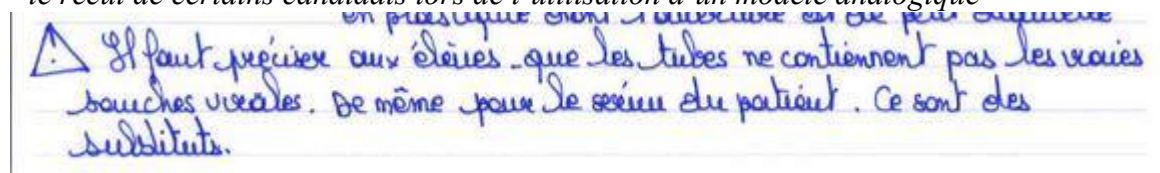
Document 11 - Capture d'écran de la modélisation moléculaire numérique du complexe antigène-anticorps avec le logiciel LibMol réalisée par un binôme d'élèves de première spécialité SVT

2.3.1. Construire deux activités pour des élèves de première spécialité SVT sur la partie du programme « l'immunité adaptative assure une action spécifique contre des motifs moléculaires portés par des agents infectieux ». L'une intégrera la réalisation du test d'Ouchterlony (document 10), l'autre l'utilisation du logiciel de modélisation moléculaire (document 11).

Sont attendus pour chacune des activités : le ou les objectifs (notionnels et de compétences), la ou les consignes, la production attendue et les modalités de travail des élèves.

Plus de la moitié des candidats a proposé des activités d'un niveau satisfaisant. Les très bonnes copies se sont démarquées par le fait qu'elles répondaient à tous les aspects de la consigne et qu'elles ne bâclaient aucune des deux activités demandées. Le jury tient à préciser qu'il apprécie tout particulièrement :

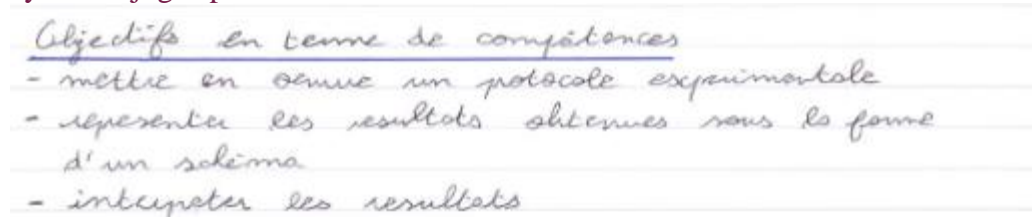
- les consignes élèves contextualisées, précises, complètes et cohérentes avec les objectifs de connaissances ET de compétences
- les productions élèves bien réalisées et pas seulement citées
- les réflexions engagées et argumentées sur les modalités de travail des élèves (seul / groupe / mosaïque / tournant / etc.)
- le recul de certains candidats lors de l'utilisation d'un modèle analogique



On attendait deux activités qui soient complémentaires pour construire une même notion (elles ne doivent pas aboutir au même savoir construit mais doivent bien apparaître comme complémentaires) :

Activité Ouchterlony

- Notion(s) : spécificité moléculaire (et de complexe immun)
- Compétence : concevoir et mettre en œuvre un protocole (ou tout énoncé de compétence évoquant la mise en œuvre d'une démarche expérimentale)... Voici un exemple de formulation ayant été jugée pertinente :



- Consigne : toute consigne indiquant l'attente de la réalisation d'un protocole permettant de connaître la souche virale qui a infecté le patient (mettre en œuvre un protocole ou le concevoir et le mettre en œuvre ou concevoir une stratégie à présenter à l'oral puis mettre en œuvre...)
- Production attendue : schéma interprétatif des résultats ou photo des résultats dans un compte rendu numérique ou résultats commentés à l'oral ... Toute idée de proposition permettant de comprendre ce qu'il est attendu que l'élève produise, comme par exemple :

Production attendue :

- test d'immunodiffusion représenté sous la forme d'un schéma
- texte pour interpréter les résultats et répondre au problème posé.

- Modalité de travail : en binôme ou individuel ou en groupe.

Modalités de travail des élèves :

- un patient différent par binôme

Activité de modélisation moléculaire

- Notion(s) : explication de la spécificité moléculaire, structure des anticorps, site de fixation des antigènes sur anticorps. **Pour exemple :**

Objetifs notionnels

- structure des anticorps
 - chaînes lourdes et chaînes légères
 - parties constantes et variables des chaînes
- site de liaison antigène - anticorps

- Compétence : utiliser des outils numériques, utiliser des logiciels de traitement de données...
 - Consigne : toute consigne indiquant l'attente de la compréhension du lien structure fonction par rapport à la spécificité des anticorps et leur rôle de neutralisation de l'antigène. **Un exemple de proposition jugée correcte est le suivant :**

Consignes :

A l'aide du logiciel Libmol, identifier les différentes chaînes constituant un anticorps.

Identifier quelles sont les parties (variables ou constantes) des chaînes qui se lient à l'antigène.

Ensuite, mettre en évidence les liaisons entre les différentes chaînes et entre l'antigène et l'anticorps.

Représenter sous la forme d'un schéma simplifié la structure d'un anticorps.

- Production attendue : schéma interprétatif des résultats ou capture numérique et traitement dans un compte rendu numérique.

- Modalité de travail : en binôme ou individuel. Il pourrait être judicieux ici de proposer de faire traiter aux élèves des exemples différents d'anticorps (même isotype mais spécificité différente) sur LibMol de façon à mutualiser à la fin et de généraliser sur la structure des anticorps.

2.3.2. Expliquer comment la complémentarité des deux approches (expérimentale et numérique) permet de construire la notion de spécificité des anticorps.

Plus de la moitié des candidats ont saisi et expliqué de manière satisfaisante en quoi ces deux approches étaient complémentaires dans la construction de la notion de spécificité.

L'indispensable dans la réponse candidat est que l'articulation entre fonction (approche macro) et structure des anticorps (approche micro) soit explicite pour montrer leur spécificité (à l'antigène).

Deux exemples de démarches envisageables :

Démarche 1 : Le test d'Ouchterlony permet de montrer qualitativement la spécificité. C'est l'approche expérimentale qui permet d'accéder aux notions de molécules solubles (et invisibles) que sont les anticorps dans le sérum et de complexes macromoléculaires insolubles qui précipitent (arc de précipitation), constitué d'une agrégation d'Ac et d'Ag (complexe immun). Comment cette spécificité est-elle possible ? Comment le complexe immun macromoléculaire peut-il se réaliser ? => Recherche de la structure des anticorps (numérique).

Démarche 2 : La recherche de la structure des anticorps (numérique) amène à chercher la fonction et offre une visualisation des molécules et du contact physique potentiel contribuant à cette spécificité. Qu'est-ce que cela produit in vivo ? => Recherche expérimentale de modélisation.

2.3.2. L'approche expérimentale permet de visualiser l'existence d'une interaction entre anticorps et antigène et ce de façon spécifique par l'établissement d'un complexe immun.

L'approche numérique permet quant à elle de visualiser à l'échelle moléculaire le façon dont se fait cette interaction. (par formation de liaisons entre les résidus des protéines et spécifiquement au niveau des régions variables).

Ces deux approches sont donc complémentaires et permettent d'aboutir à la notion de spécificité des anticorps.

Question 2.4. – Evaluation d'une activité contribuant à l'éducation aux médias et à l'information

Document 12 - Productions d'un groupe d'élèves de cycle 4

Document 13 - Extrait du programme de SVT de cycle 4

Une fausse information circule sur les réseaux sociaux et est rapportée par des élèves de cycle 4 en cours de SVT : « l'ARNm des vaccins transforme les cellules sanguines des vaccinés ». Dans le cadre de la contribution à l'éducation aux médias et à l'information (EMI) et du développement de l'esprit critique, une activité est alors proposée aux élèves : il s'agit d'effectuer une recherche internet qui permette d'apporter des éléments scientifiques fiables pour dénoncer cette affirmation et de produire un document qui servira de support à une présentation orale à la classe.

Le document 12 présente l'ensemble des productions d'un groupe d'élèves : 3 brouillons individuels et le document support de présentation élaboré par le groupe.

Proposer 3 critères d'évaluation de l'activité présentée et les appliquer à la production d'élèves fournie dans le document 12.

Une justification des critères retenus est attendue (réponse courte limitée à deux ou trois phrases par critère), ainsi que des éléments d'objectivation de chaque critère (réponse courte également).

Une bonne moitié des copies a proposé des critères satisfaisants. Les très bonnes copies se sont démarquées par le fait qu'elles :

- précisaient la nature des critères et justifiaient leur intérêt par rapport aux objectifs de compétences fixés et dans le cadre du préambule des programmes
- appliquaient également les critères à la production d'élèves fournie en associant des indicateurs qui permettait une évaluation formatrice ou formative par curseurs

Le jury insiste une nouvelle fois sur l'importance du respect de la consigne posée. Lorsque la consigne indique qu'il faut évaluer les productions d'élèves, une évaluation concrète est effectivement attendue même si la mise en œuvre d'une évaluation peut être perçue comme une prise de risque. Sans celle-ci, les éléments proposés perdent de leur sens.

On attendait du candidat :

- 3 critères d'évaluation concernant la production des élèves
- des critères qui répondent aux exigences du programme (compétence énoncée dans le document 13),
- des critères utilisés pour évaluer la production élève (document 12).

Voici quelques exemples :

- **Critère pertinence / de choix / esprit critique...** : brouillons permettent d'accéder à la critique des sources d'informations : les élèves ont identifié les sources fiables et éliminé les sources non fiables ; prise en compte de l'esprit critique révélé par le groupe, les choix de réponse font appel à des faits scientifiques (issus de l'infographie absente mais compréhensible dans la production élève) ou bien à des opinions...

- **Critère scientifique / exactitude / argumentation** : les élèves ont relevé deux arguments valables (l'ARNm ne rentre pas dans le noyau, le virus n'est pas l'ARNm), les élèves ont compris le rôle de l'ARNm => fabriquer des protéines virales dans le cytoplasme

- **Critère cohérence / clarté** : support d'une seule diapo sans phrase rédigée. Bon support pour l'oral

- **Critère langue écrite** : beaucoup trop de maladroresses orthographiques et syntaxiques qui altèrent la qualité de la communication dans le support final (les brouillons ne comptent pas).

On acceptait toute proposition de critère qui recouvre les champs de l'esprit critique (sources), l'exactitude scientifique (arguments), l'aspect formel (support de présentation orale, langue française).

Quelques extraits de copies **présentent des éléments valorisables** :

Des critères d'évaluation objectivés :

QUESTIONS 2.4 : En Sciences de la Vie et de la Terre ; plusieurs critères d'évaluation sont utilisés pour évaluer les productions d'élèves. On peut citer :

- la conformité : un support oral répond à plusieurs règles comme le peu de texte à présenter ; les sources à citer ; l'orthographe à respecter ; etc. Nous formons les élèves aux domaines du socle commun de connaissances ; de compétences et de culture et cette conformité en fait partie.
- l'exactitude : l'information fournie doit être exacte. Un argument se base sur des faits scientifiques établis et vérifiés. Afin de démontrer que l'information ; notre argument doit être exact.
- la pertinence : l'information communiquée répond de manière adéquate à la consigne et au problème posé.

Des critères d'évaluation (discutables mais présents !) et application sur production élève :

Critères d'évaluation :

- ① Les sources sont précisées : C'est un critère qui concerne directement l'EMI, il est important que les élèves prennent le réflexe de questionner la source. Exemple : Nature → bonne source
- ② Le principe du vaccin est expliqué de façon simple : Cela semble important pour vérifier une information, on tente de comprendre le mécanisme avec des sources fiables pour conclure. ↴
- ③ La conclusion est présente : Critère qui permet de vérifier si les élèves ont fait de bonnes recherches scientifiques (VRAI ou FAUX ?).

Évaluation (tableau)

X : non valide ✓ : valide

Production	Critères évalués		Justification
Brouillon 1	①	✓	Les sources sont indiquées avec une description pour chacune d'entre elles.
	②	✓	Le paragraphe en rouge explique le mode d'action du vaccin de façon simple (manque détails)
	③	X	Il manque une conclusion permettant de réfuter explicitement la rumeur.
			10/16

Des critères d'évaluation et des indicateurs :

CRITERES	INDICATEURS	Progression
la production est sourcée	<ul style="list-style-type: none"> - Toutes les informations peuvent être retrouvées à l'aide des sources - les sources sont contrôlées en un lieu et clairement indiquées - les sources sont scientifiques 	
complétude et exactitude des informations	<ul style="list-style-type: none"> - l'ARN_m est défini et sa fonction est présentée - le vaccin contre le covid 19 est présenté de l'ARN_m et l'intervention du système immunitaire - la mémoire immunitaire est évoquée. 	
d'utilisation du numérique	<ul style="list-style-type: none"> - l'élève utilise le numérique de façon autonome - l'élève est capable de mener une recherche de façon pertinente - l'élève est capable de choisir un outil performant et adéquat pour répondre à ses attentes pour sa présentation 	

0 → PI ; 1 → PF ; 2 → MS ; 3 → ME
 maîtrise insuffisante ; fragile ; satisfaisant ; excellente.

1.6/2

Partie 3 - Construction d'une séquence d'enseignement en première spécialité SVT (durée : environ 2h)

Tous les documents du dossier sont mobilisables pour la construction de cette séquence, mais l'exhaustivité n'est toutefois pas attendue.

Document complémentaire pour cette partie 3 :

Document 14 – Quelques compétences travaillées dans les programmes de SVT de lycée

L'objectif est la construction d'une séquence d'enseignement portant sur l'ensemble des deux parties de programme « immunité innée » et « immunité adaptative ».

Dans cette séquence vous montrerez comment peuvent être intégrés et articulés certains éléments et documents exploités dans les parties 1 et 2, dans une démarche de raisonnement que vous ferez clairement apparaître.

Cette séquence comportera obligatoirement :

- *une situation d'évaluation diagnostique permettant de remobiliser les acquis antérieurs qui seront mobilisés par la suite dans cette séquence ;*
- *pour chaque séance :*
 - *les grandes étapes de la démarche pédagogique choisie (y compris l'articulation avec la séance précédente)*
 - *les objectifs et attendus des activités proposées*

NB : les deux activités construites à la question 2.3.1. de la partie 2 sont à inclure impérativement (le détail de ces activités se limite à l'évocation des objectifs et attendus, il n'est pas attendu de réécrire ici le détail des activités et notamment les consignes)

NB : les consignes données pour les activités ne sont attendues que pour une des activités évoquées, à votre choix, autre que celle de la question 2.3.1.

- *un bilan notionnel*
- *un schéma bilan fonctionnel est attendu : il correspondra à l'objectif du programme « Par l'étude d'un cas d'une infection virale (par exemple la grippe), les élèves comprennent comment se mettent en place les défenses adaptatives et comment, en collaboration avec les défenses innées, elles parviennent à l'élimination du virus ».*

Précision importante : Il n'est pas attendu du candidat la construction exhaustive de tous les points du programme mais uniquement l'exploitation, cohérente et intégrée dans une démarche, d'exemples issus du fonctionnement du système immunitaire pour illustrer les notions présentes dans le programme de première spécialité SVT.

Le jury attendait véritablement que chaque élément de la consigne soit présent de manière explicite dans les copies. De très nombreuses copies ont révélé une partie 3 non faite, réduite à un schéma bilan ou pour le moins bâclée par manque de temps. Rares sont les copies qui ont pu mettre en évidence le savoir-faire d'une construction de séquence organisée, répondant à une ou plusieurs problématiques explicites, organisées en séances, elles-mêmes présentant une ou plusieurs activités desquelles découlent des éléments complets ou partiels de réponse à la problématique posée et faisant montre d'un développement de savoirs (sous-forme de bilan par exemple) et de savoir-faire identifiés en lien avec la tâche proposée. L'élève apparaît trop souvent absent des copies ou bien alors présenté en tant qu'exécutant de tâches à accomplir. Celui-ci est peu présent dans la construction des séances et de la séquence.

Dans le détail des attendus de cette partie 3 :

1- Le savoir scientifique :

Une attention particulière a été portée sur les éléments de savoir, issus des programmes et fournis en bilan d'activité. Lorsque ces savoirs sont présents, ils apparaissent, au mieux, sous forme de lignes du programme intégralement recopiées. Le jury attend des candidats qu'ils sachent s'appropriier les notions des programmes, les exprimer dans un niveau scientifique adapté au niveau concerné par la séquence d'une part et les relier aux tâches accomplies par les élèves d'autre part.

Le jury a pu constater, de façon récurrente dans cette partie 3 comme dans les parties 1 et 2, une méconnaissance des techniques et méthodes scientifiques. Des candidats ont ainsi proposé comme activité pour les élèves d'observer la phagocytose au microscope optique afin d'obtenir l'image du doc 2b (qui est en fait de la MET). La consigne pour les élèves se poursuivant par la demande de discriminer des cellules dendritiques, des granulocytes, des mastocytes etc... Le schéma bilan demandé, lorsqu'il a été réalisé, a trop souvent fait état d'approximations scientifiques voire d'erreurs.

2- La démarche et le raisonnement

Une problématisation du sujet est attendue par le jury. Une démarche pédagogique cohérente et pertinente n'a de sens qu'en réponse à des situations problèmes concrètes et motivantes auxquelles les activités proposées aux élèves, voire proposées par les élèves, pourraient répondre. Lorsque la démarche est apparente avec une problématisation, celle-ci se base sur des situations déclenchantes souvent très artificielles dans les copies. Les sciences de la vie et de la Terre sont par essence des sciences qui se basent sur le réel et l'expérimental. Le jury déplore que trop peu de copies investissent ces deux champs dans le cadre des situations déclenchantes, lorsque celles-ci sont proposées.

Ici un exemple de problématisation de séquence construite à partir de l'exploitation d'un document issu du sujet qui, ainsi, fait sens pour les élèves :

La situation déclenchante de la séquence est une étude documentaire sur la rougeole type document 7. Elle amène à la problématique générale : Comment l'organisme se défend contre un agent pathogène et quel est le principe et l'intérêt de la vaccination ?

En outre, l'articulation entre les activités / idées / informations présentées dans les copies est dans la grande majorité des cas inexistante. Le candidat décrit une suite de tâches ; le correcteur, à la lecture, n'accède pas suffisamment explicitement au sens pédagogique des actions à mener par les élèves. Une présentation sobre et explicite au service du message pédagogique apporté a pu être appréciée et valorisée.

Ici un exemple de copie présentant, grâce à des transitions explicites, une structuration de la progression scientifique et pédagogique :

Cours 1h Rappels

Transition

L'immunité innée ne suffit pas à la défense contre tous les pathogènes. Les vertébrés possèdent un deuxième niveau de défense face aux infections : l'immunité adaptative.

II- Un deuxième niveau de défense face aux infections : l'immunité adaptative.

introduction : l'immunité adaptative n'intervient qu'en deuxième temps, si l'immunité innée ne suffit pas. Sa mise en place est lente.

Comment l'immunité adaptative se met-elle en place ?

Enfin, un point de vigilance a été relevé par le jury, il était demandé explicitement que les parties 1 et 2 de ce sujet puissent être intégrées dans la construction de la séquence et ce de manière perceptible et non simplement de manière déclarative. Le sujet est conçu pour accompagner les candidats dans un raisonnement scientifique permettant de proposer une séquence pédagogique pouvant s'appuyer de manière solide sur ce cheminement scientifique et didactique (issu des parties 1 et 2).

Globalement le jury attend que la démarche et le raisonnement pédagogiques soient explicites dans les copies. Les meilleures copies sont celles qui ont présenté une démarche cohérente parce que problématisée, explicitée au regard des compétences et connaissances travaillées et présentant des séances articulées entre elles.

3- La séquence construite

Le jury attendait là encore les marqueurs essentiels d'une séquence construite dont les éléments saillants étaient explicités dans le sujet. De nombreuses copies n'ont pas suffisamment pris appui sur la consigne pour construire cette troisième partie ce qui n'a pas permis d'atteindre les niveaux maximums du barème.

3-1 L'évaluation diagnostique

Seules de rares copies présentent une véritable évaluation diagnostique qui permette de faire un état des lieux des savoirs et savoir-faire des élèves acquis précédemment avec un objectif concret à cette évaluation : pouvoir remédier aux besoins identifiés..., pouvoir organiser le groupe classe..., permettre de remobiliser dans le but de... De très nombreuses copies se sont contentées de présenter un travail de rappels des acquis des années antérieures, le plus souvent de vocabulaire, en classe dialoguée ou en version écrite mais qui de fait, ne constituent pas une évaluation diagnostique.

Certains candidats se sont appuyés sur l'activité de cycle 4 de la partie 2 pour proposer une évaluation diagnostique. Ce type de proposition permet alors de mobiliser chez les élèves à la fois des compétences et des connaissances au travers d'une situation concrète à analyser.

Séance 1 : Remobilisation des acquis et évaluation diagnostique

Objectifs :

- expliquer l'intérêt et le fonctionnement des mères d'hygiène, de la vaccination, des antiseptiques et des antibiotiques
- remobiliser des acquis
- distinguer science, opinion et démarche scientifique
- coopérer et collaborer dans le cadre de démarches de projet.

Achète : Préparer une présentation concise pour expliquer aux autres élèves le fonctionnement d'une mesure de santé publique. (inspirée du document 12)

Consignes : Choisir un sujet parmi : vaccination, les antibiotiques et les antihistaminiques, les mesures d'hygiène.
Réaliser une présentation de 5 min expliquant le fonctionnement de ces mesures et la biologie sur laquelle elles s'appuient.

Modalité : Travail en groupes de 4-5 élèves.
1 semaine de préparation.
Séance d'une heure où les élèves présentent et discutent.
valeur & corrigent si nécessaire

3-2 Les séances apparentes

Si un point particulier est développé ci-dessous concernant les séances en tant que telles, le jury attendait pour ce point précis que les séances apparaissent réellement, avec une quotité horaire, et/ou un début et une fin et/ou tout élément qui permette de comprendre que les candidats sont conscients de ce que représente une séance qui a très souvent été substituée par des activités. Le jury rappelle qu'une séance pourrait inclure plusieurs activités et que si une activité couvre l'ensemble de la durée d'une séance, cela mérite d'être mentionné.

3-3 Le schéma bilan

Comme indiqué précédemment, cette partie a souvent été réalisée avec peu de temps et de fait, les schémas bilans apparaissent pour un grand nombre peu soignés, ne respectant pas les conventions de communication et avec des erreurs ou oublis scientifiques importants.

4 Les séances construites

Celles-ci sont dans de nombreuses copies apparues incomplètes (sans objectifs, organisation du groupe classe, bilan...) et/ou incohérentes vis-à-vis de la problématique posée et/ou de l'apprentissage visé.

En outre, le jury regrette que la construction des séances n'apparaisse dans de nombreuses copies que comme technique et pratique, avec des élèves absents ou peu visibles. Trop peu de productions élèves sont présentées et de très rares évaluations en sont l'expression.

Enfin, les séances sont, pour de nombreuses copies, réduites à une recopie améliorée des activités de la partie 2 sans autre exemple, ce qui ne permet pas de répondre aux exigences du sujet.

Pour conclure sur cette dernière partie, aucune présentation n'était particulièrement attendue et certaines copies ont pu répondre à de nombreuses exigences sous forme de tableau par exemple.

Séance	Durée	Objectif notionnel	Objectif de compétences	Activité (consigne, produits, ressources...)	Évaluation
N°1 = Des cellules sentinelles dans l'organisme	1h30	- d'immunité innée est la première à intervenir. C'est la première ligne de défense de l'organisme. d'immunité innée illustre par la réaction inflammatoire qui est essentielle. Cette réaction présente des symptômes stéréotypés (rougeur, douleur, gonflement, chaleur)	Reconstruire, extraire et organiser des informations à partir de document à des fins de connaissance. - utiliser un langage scientifique approprié à l'écrit. - respecter les règles de communication propres au SVT.	Activité documentaire - Recherche sur les symptômes - vidéo sur la réaction inflammatoire - Tableau présentant les différents types cellulaires de l'immunité innée - Schéma présentant la phagocytose - Coupe histologique Consigne = présenter dans forme de schéma la réaction inflammatoire Production = schéma.	Évaluation formative concernant la réalisation et le respect des règles de communication du schéma.
TRANSITION = Certaines cellules vont défendre l'organisme mais comment font-elles pour reconnaître le danger?					
N2 = Des mécanismes de reconnaissance	1h	d'immunité innée repose sur des mécanismes de reconnaissance. Elle repose sur la reconnaissance de MAMP et DAMPs par les	- utiliser un langage scientifique approprié et exact à l'oral.	Documents présentant le stress cellulaire et les DAMPs - Documents présentant les motifs moléculaires associés aux pathogènes - schéma PRR/DAMP DAMPs	Évaluation formative = les élèves présentent oralement les documents. Un document par élève. À chaque numéro binaire MAMP/DAMP, ils présentent un document.

En conclusion de la partie 3

Un temps suffisant doit être réservé à la résolution de cette partie, le sujet donnait la valeur indicative de deux heures dont il faut s'approcher.

L'exhaustivité n'est pas demandée : il n'est pas attendu des candidats qu'ils donnent une séquence complète et détaillée sur l'ensemble de l'extrait de programme ciblé par le sujet (ici les deux parties de programme de première spécialité SVT « immunité innée » et « immunité adaptative »). Le candidat doit montrer sa capacité à donner du sens et de la cohérence au sein de la séquence proposée. Sens et cohérence s'entendent d'un point de vue du contenu scientifique et d'un point de vue de la formation des élèves en termes de construction des savoirs, de développement des savoir-faire et d'identification d'enjeux éducatifs.

Cette cohérence se traduit par :

- la qualité formelle de la communication (sans implicite, avec des productions graphiques soignées et intelligibles) ;
- la qualité du contenu scientifique (on entend par là que la tâche réalisée par l'élève lui permette réellement de gagner en savoir) ;
- une problématisation de séquence ;
- des problématisations de séances ;
- des transitions explicites entre les séances, voire au sein des séances ;
- une adéquation entre la ou les activités proposées au sein des séances et le bilan notionnel proposé ;
- la présence de production(s) élève(s) attendue(s)
- la présence d'évaluation(s) qui permettent aux élèves de se situer dans leurs apprentissages ;
- ...