



Concours de recrutement du second degré

Rapport de jury

Concours du second degré – Rapport de jury

Session 2016

**CERTIFICAT D'APTITUDE AU PROFESSORAT
DE L'ENSEIGNEMENT DU SECOND DEGRE**

CONCOURS EXTERNE ET CAFEP

**Section :
SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE**

Rapport de jury présenté par

**Brigitte HAZARD
Inspecteur Général de l'Éducation Nationale
Président de jury**

Les rapports des jurys des concours sont établis sous la responsabilité des présidents de jury

p.3 - Introduction

p.4 - Modalités du concours 2016

p.9 - Epreuves d'admissibilité – composition

p.11 - Corrections et remarques concernant la composition

p.36 - Epreuves d'admissibilité – exploitation d'un dossier documentaire

p.37- Corrections et remarques concernant l'exploitation d'un dossier documentaire

p.57 - Epreuves d'admission – épreuve de mise en situation professionnelle

Déroulement et remarques

p.65 - Epreuves d'admission – épreuve de mise en situation professionnelle

Bilan des évolutions pour la session 2017

p.64 - Epreuves d'admission – épreuve d'analyse d'une situation professionnelle

Déroulement et remarques

p.70 - Epreuves d'admission – épreuve d'analyse d'une situation professionnelle

Bilan des évolutions pour la session 2017

p.71 - Statistiques des résultats d'admissibilité et d'admission

Statistiques générales

Statistiques par centre d'examen : CAPES / CAFEP

p.79 - Sujets d'épreuve de mise en situation professionnelle

p.98 - Sujets d'épreuve d'analyse d'une situation professionnelle

p.105 - Ouvrages de biologie, géologie et cartes géologiques

p.123 – Clé concours

p.125 - Remerciements

CAPES EXTERNE :

Session	2016	2015	2014
Nombre de postes	420	394	322
Nombre d'inscrits	2805	2376	2522
Non éliminés* (% des inscrits)	1587 (57%)	1296 (54,55%)	1622 (64,3%)
Admissibles (% des non éliminés)	802 (51%)	844 (65,12%)	748 (46,1%)
Admis (% des non éliminés ; % des admissibles)	420 (26,4% ; 52,3%)	394 (30,4% ; 46,6%)	322 (19,8% ; 43%)

CAFEP CAPES (PRIVE) :

Session	2016	2015	2014
Nombre de postes	87	89	90
Nombre d'inscrits	754	658	635
Non éliminés* (% des inscrits)	406 (54%)	338 (51,37%)	397 (62,5%)
Admissibles (% des non éliminés)	158 (39%)	161 (47,63%)	133 (33,5%)
Admis (% des non éliminés ; % des admissibles)	72 (48,3% ; 45,5%)	67 (42,14% ; 41,6%)	58 (14,6% ; 43,6%)

* Candidats présents aux deux épreuves et n'ayant pas eu de note éliminatoire

Bilan d'admissibilité

(Les moyennes sont sur 20)

	Moyenne des candidats non éliminés	Moyenne des admissibles	Barres d'admissibilité
CAPES	7,13	9,86	7,02
CAFEP	6,28	9,56	7,02

Bilan d'admission

	Moyenne des candidats non éliminés	Moyenne des admis	Barres d'admission
CAPES	8,21	11,02	8,28
CAFEP	7,57	10,32	8,26

Bilan total des moyennes : admissibilité + admission

	Moyenne des candidats non éliminés	Moyenne des admis
CAPES	8,75	10,92
CAFEP	8,25	10,45

Modalités du concours 2016¹

I - EPREUVES ECRITES D'ADMISSIBILITE

Arrêté du 19 avril 2013 fixant les modalités d'organisation des concours du certificat d'aptitude au professorat du second degré
Journal Officiel n°99 du 27 avril 2013

A. - Epreuves écrites d'admissibilité

Les sujets peuvent porter, au choix du jury, soit sur les sciences de la vie pour l'une des épreuves et sur les sciences de la Terre pour l'autre épreuve, soit associer ces deux champs pour l'une des épreuves et porter sur un seul de ces champs pour l'autre épreuve.

Le sujet de l'une des épreuves au moins comporte des documents scientifiques fournis aux candidats.

Le programme du concours inclut l'ensemble des programmes des classes de collèges et de lycées que le futur enseignant de sciences de la vie et de la Terre devra maîtriser et huit thématiques plus spécialisées dont la liste, publiée sur le site internet du ministère chargé de l'éducation nationale, pourra être renouvelée chaque année par quart. Le niveau de maîtrise de ces thématiques est un niveau universitaire permettant d'avoir le recul attendu d'un enseignant disciplinaire, tant sur les connaissances, que sur les méthodes ou les démarches.

1° Première épreuve d'admissibilité (durée : quatre heures ; coefficient 1).

L'épreuve consiste en une composition. Elle repose sur la maîtrise des savoirs académiques et leur utilisation dans une expression écrite structurée. Le sujet présente un intitulé d'une à quelques lignes, accompagné ou non de documents. Le candidat répond sous la forme d'une dissertation construite et montre ainsi sa capacité à produire un texte scientifique de niveau adapté, rigoureux et de bonne qualité formelle.

2° Deuxième épreuve d'admissibilité : (durée : quatre heures ; coefficient 1).

L'épreuve consiste en l'exploitation d'un dossier documentaire.

Le dossier comporte, en proportions variables suivant les cas, des extraits de publications scientifiques, des textes historiques, des écrits abordant une question scientifique dans leur dimension sociétale, des extraits de grande presse, des analyses épistémologiques, pédagogiques ou didactiques, des extraits de manuels scolaires, des productions d'élèves et tout autre document jugé pertinent par les concepteurs du sujet.

L'objectif de ces deux épreuves est d'évaluer la capacité du candidat à mettre les savoirs en perspective et à manifester un recul critique vis à vis de ces savoirs (par exemple une approche historique et/ou épistémologique, une réflexion sur la signification éducative, culturelle et sociétale des savoirs, premiers éléments de réflexion didactique), ainsi que sa maîtrise de la langue française à l'écrit et sa capacité à utiliser les modes de communication propres à la discipline.

¹ Celles-ci ne prennent pas en compte les évolutions qui seront apportées pour la session 2017 et dont est fait état plus loin dans le rapport, dans la partie « **Evolution du concours pour la session 2017** ».

1° Première épreuve d'admissibilité (durée : quatre heures ; coefficient 1).

- 1 - L'épreuve consiste en une composition.
- 2 - Elle repose sur la maîtrise des savoirs, démarches, méthodes et techniques scientifiques et leur utilisation dans une expression écrite structurée et illustrée.
- 3 - Le sujet présente un intitulé d'une à quelques lignes, accompagné ou non de documents.
- 4 - Le candidat répond sous la forme d'un exposé structuré et montre ainsi sa capacité à produire un texte scientifique de niveau adapté, rigoureux et de bonne qualité formelle.

2° deuxième épreuve d'admissibilité (durée : quatre heures ; coefficient 1).

- 1 - L'épreuve consiste en une exploitation de documents variés (*scientifiques, historiques, productions d'élèves, du professeur, etc.*)
- 2 - Les documents scientifiques sont en grande partie fondamentaux (*tirés des ouvrages universitaires généraux*).
- 3 - Le sujet présente des cadres pour les réponses.
- 4 - Le questionnement est varié, abordant les aspects scientifiques, didactiques, épistémologiques et pédagogiques du sujet.

II - EPREUVES ORALES D'ADMISSION**1° Première épreuve d'admission****1° Epreuve de mise en situation professionnelle (durée de la préparation : quatre heures ; durée de l'épreuve : une heure (exposé : quarante minutes ; entretien : vingt minutes ; coefficient 2).**

Le sujet comporte l'indication du niveau (collège ou lycée) auquel il doit être abordé. Il s'appuie sur un dossier constitué de documents scientifiques, didactiques, pédagogiques, d'extraits de manuels, de productions d'élèves, proposant une étude de cas pédagogique et comporte obligatoirement un aspect pratique que le candidat devra préparer et présenter.

Le candidat est invité à s'exprimer comme il le ferait en classe et à mettre en œuvre une activité concrète comparable à celles réalisées en situation d'enseignement. Il peut s'agir, par exemple, d'une expérimentation, d'une observation microscopique, d'une analyse de carte, d'une analyse documentaire critique, etc.

L'exposé du candidat est suivi d'un entretien au cours duquel il sera amené à expliquer ses choix sur l'organisation de la séquence tant du point de vue didactique et pédagogique qu'éducatif (dont les activités à réaliser par les élèves), et du point de vue des connaissances proposées (y compris les aspects épistémologiques et historiques). L'entretien peut également aborder, en relation avec le sujet de la séquence, la place de la discipline dans la formation de l'élève ou son éducation. Pendant le temps de préparation, le candidat dispose d'un accès à une bibliothèque scientifique et pédagogique. Il dispose des textes des programmes scolaires et, éventuellement, de documents officiels complémentaires comportant des suggestions pédagogiques.

Le candidat est assisté par un personnel technique.

1 - La préparation (4h) :

2h en salle commune avec :

- un ordinateur disponible par candidat pour accéder aux logiciels de bureautique, aux programmes de tous les niveaux, au contenu de la clé concours, à la notice de la carte géologique si le sujet en comporte une ;

- un libre accès à la bibliothèque ;

2h en salle d'interrogation avec :

- le matériel pour la manipulation (imposé et celui demandé par le candidat) ;

- un ordinateur avec les supports préparés en salle commune, les logiciels de bureautique et le contenu de la clé concours ;

- une caméra sur table et/ou fixable sur le microscope ;

- 3 ouvrages au maximum retirés dans la dernière demi-heure.

2 – le contenu des sujets

- Le niveau ;

- Un titre ;

- Une manipulation à réaliser avec un matériel imposé fourni ;

- Un document professionnel à insérer dans le déroulement de la leçon de la manière que choisira le candidat : document élève (*représentation initiale ou finale*) ou document professeur, i.e. « *tout ce que produit le professeur pour faire travailler les élèves* » (fiche d'activité, évaluation remplie, etc.).

3 – La posture attendue

- « *Le candidat ne prend pas le jury pour des élèves de 6^e !* ». Il s'exprime normalement en indiquant, comment il prend en compte les élèves et, au besoin, les termes choisis pour les élèves concernés. Il réalise devant le jury la manipulation qu'il a imaginée et les éventuelles productions attendues des élèves.

2° Deuxième épreuve d'admission

2° Epreuve d'analyse d'une situation professionnelle (Durée de la préparation : une heure ; durée de l'épreuve : une heure ; coefficient 2).

L'entretien prend appui sur un dossier fourni par le jury. Le dossier peut contenir toute forme de documents scientifiques et/ou didactiques utilisés dans l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre. Ce dossier est le support initial d'un dialogue avec le jury, après que le candidat a présenté son dossier pendant une durée de dix minutes maximum.

Cette épreuve est centrée sur un échange avec le jury. Le candidat présente le projet en 10 minutes au maximum puis la discussion s'engage. Le jury invite le candidat à justifier ses choix, le conduit à expliciter la place du projet dans une perspective éducative globale (éducation à la santé, au développement durable, aux médias notamment dans leur composante numérique, etc.).

L'entretien permet aussi d'évaluer la capacité du candidat à prendre en compte les acquis et les besoins des élèves, à se représenter la diversité des conditions d'exercice de son métier futur, à en connaître de façon réfléchie le contexte dans ses différentes dimensions (classe, équipe éducative, établissement, institution scolaire, société), et les valeurs qui le portent dont celles de la République.

Déroulement de l'épreuve

1 – La préparation de l'épreuve (1h)

A partir :

- Du sujet (disponible aussi sur ordinateur pour visualiser les documents) ;
- Des programmes sous forme numérique et papier ;
- D'une bibliothèque resserrée publiée sur le site du concours et rappelée en annexe du rapport.

2 - Le contenu des sujets

- Un dossier qui s'appuie sur une situation de classe :

- relative à la mise en œuvre d'un point précis d'un programme relatif aux sciences de la vie et de la Terre,
- préparée et conduite par un enseignant ;
- Il comprend un titre, une mise en situation, des objectifs, des consignes et des documents (en nombre variable, 5 à 8 maximum).

3 - La posture attendue

- Une synthèse présentant la compréhension du dossier ;
- Un entretien sous la forme d'échanges entre les membres du jury et le candidat, autour de 4 pôles de questionnement :
 - l'analyse des objectifs notionnels et méthodologiques du dossier ;
 - la maîtrise des notions, des démarches, des techniques, des méthodes scientifiques sous-tendues par le dossier ;
 - la place du projet par rapport aux perspectives éducatives globales (*programmes, éducation à la santé, problèmes sociétaux, intérêts intrinsèque du dossier, numérique éducatif etc.*) ;
 - le contexte d'exercice du métier dans ses différentes échelles (d'un établissement au système éducatif dans son ensemble).

Evolution du concours pour la session 2017

Le programme

Le programme des épreuves d'admissibilité et d'admission a été publié au journal officiel n°0174 du 28 juillet 2016 (texte n°13), arrêté du 8 juillet 2016 modifiant l'arrêté du 19 avril 2013 et fixant les modalités d'organisation des concours du certificat d'aptitude au professorat du second degré en ce qui concerne la section sciences de la vie et de la Terre (concours externe). NOR: MENH1615807A

A compter de la session 2017, le programme du concours est constitué :

- Des programmes de sciences de la vie et de la Terre du collège et du lycée (voie générale) ;
- Du programme de biologie et de sciences de la Terre de la classe préparatoire scientifique BCPST (biologie, chimie, physique, sciences de la Terre) ;
- Des éléments de sciences du vivant des programmes de chimie, biochimie, sciences du vivant de la série STL (sciences et technologies de laboratoire) du lycée.

Les notions traitées dans ces programmes doivent pouvoir être abordées au niveau M1 du cycle master.

Il est précisé sur le site « devenir enseignant » (<http://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid100820/les-programmes-des-concours-d-enseignants-du-second-degre-de-la-session-2017.html>) que ces programmes sont ceux en vigueur l'année du concours.

Par conséquent, les programmes du collège, pour les épreuves d'admissibilité et d'admission, correspondent, à partir de la session 2017, au programme de sciences et de Technologie du cycle 3 et à celui de sciences de la vie et de la Terre du cycle 4 parus au bulletin officiel spécial n°11 du 26 novembre 2015 (consultable à l'adresse suivante :

http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?pid_bo=33400).

Concernant les deux épreuves d'admission, les précisions suivantes seront apportées dans le libellé des sujets proposés aux candidats :

- Pour la conception d'une situation professionnelle :
 - A réaliser en cycle 3 : il sera fait mention sur le sujet que « Les compétences et connaissances associées à ce sujet correspondent au programme de sciences et technologie du cycle de consolidation (cycle 3) ; dans le cadre de cette mise en situation professionnelle elles seront mises en œuvre en classe de 6^{ème} » ;
 - A réaliser en cycle 4 : il sera fait mention sur le sujet que « Les compétences et connaissances associées à ce sujet correspondent au programme de SVT du cycle des approfondissements (cycle 4). Le jury n'attend pas de précisions sur le niveau de classe au sein desquelles elles seront mises en œuvre.
- Pour l'analyse d'une situation professionnelle :

- Les dossiers portant sur le collège indiqueront :
 - Le cycle et éventuellement, le niveau de classe où l'enseignant (ou l'équipe d'enseignants) a positionné sa séquence ;
 - Les attendus de fin de cycle, en lien avec le sujet traité, tels qu'ils figurent dans les programmes des cycles 3 et 4 ;
 - Ce qui a éventuellement été traité avant cette séquence et au cours du cycle (par exemple en CM1-CM2 s'il s'agit de la classe de 6^{ème}).
- Pour ce qui concerne les dossiers relatifs au cycle 3 et donc relevant du programme de Sciences et technologie, ils porteront principalement sur les thèmes 2 et 4 (« Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent » et « La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement »).
- Les dossiers pourront décrire un temps d'enseignement en EPI (enseignements pratiques interdisciplinaires) ou bien en AP (accompagnement personnalisé) ou en EMC (enseignement moral et civique), un temps de contribution à un parcours (de santé ou citoyen par exemple), dès lors qu'il s'agit d'un temps d'enseignement de SVT, mais ne porteront que sur les aspects en lien avec l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre.

La durée de préparation de l'épreuve d'analyse d'une situation professionnelle

Le journal officiel n°0126 du 1 juin 2016 (texte n° 5), dans son **arrêté du 19 avril 2016 modifie certaines modalités d'organisation des concours de recrutement de personnels enseignants du second degré relevant du ministre chargé de l'éducation nationale** (NOR: MENH1607966A). Ainsi, en sciences de la vie et de la Terre, pour les épreuves d'admission, le dernier alinéa relatif à l'épreuve d'analyse d'une situation professionnelle (dont la durée de préparation était d'une heure) est remplacé par les dispositions suivantes :

« Durée de préparation : deux heures ; durée de l'épreuve : une heure ; coefficient 2. »

Cet allongement de la durée de préparation d'une heure à deux heures permettra de proposer aux candidats, s'il est disponible pour le sujet concerné, en laboratoire et dans l'établissement d'accueil, un des supports réels dont il est fait état dans le dossier et non son substitut. Il ne s'agira pas d'un matériel en plus, mais d'un matériel faisant partie intégrante du sujet, analogue dans son usage à un document du sujet. Ce pourrait être un échantillon, minéral ou organique, une lame mince ou une structure à observer au microscope ou à la loupe, un modèle analogique ou une maquette, un appareil (sonde, cuve à électrophorèse, microscope ...) etc.

Epreuves d'admissibilité – composition session 2016 – Durée 4h

Les sédiments marins et continentaux, témoins des paramètres climatiques et de leurs variations actuelles et passées

Le libellé du sujet de composition de cette session 2016 débute par quatre remarques importantes pour son traitement par le candidat :

- Le sujet est **un exercice de synthèse**. Les trois documents qui vous sont fournis ne servent qu'à alimenter votre réflexion.
- Il vous est demandé **une introduction et une conclusion**, votre **plan structuré** doit apparaître de manière **visible**. Une attention particulière sera portée aux **illustrations** et aux **exemples précis** développés pour appuyer votre **argumentaire**.
- **Les documents 1 à 3** sont conçus comme des **aides à la rédaction** : en aucun cas, il ne s'agit de les exploiter de manière exhaustive mais ils rassemblent **un certain nombre d'informations intéressantes à identifier, à prélever et à utiliser** pour construire et argumenter votre exposé.

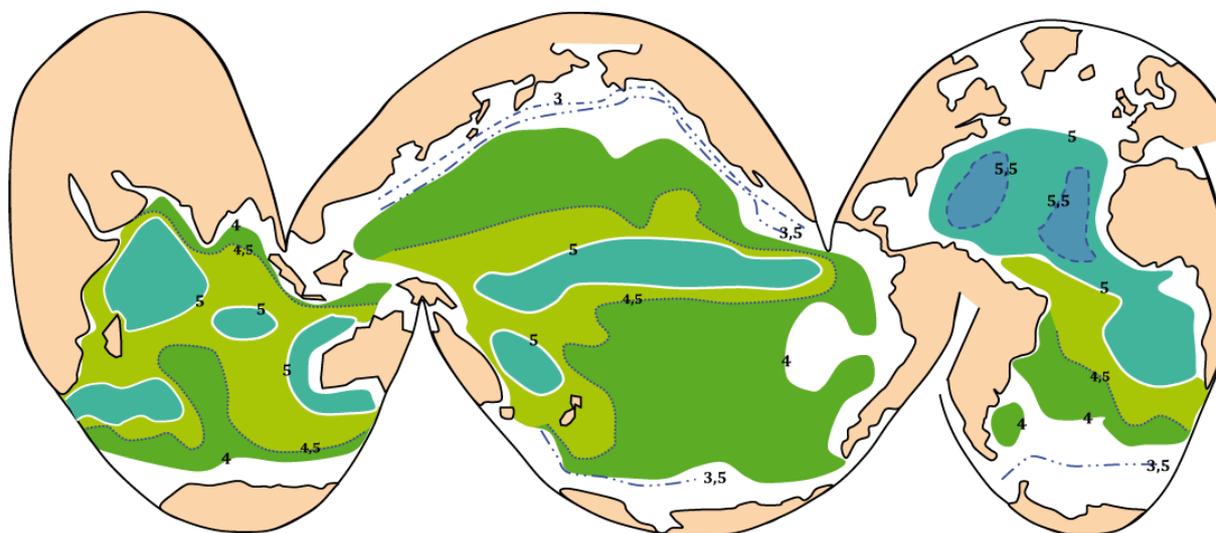
Les documents fournis sont les suivants :

Document 1 : Distribution des Profondeurs de Compensation de la Calcite à l'échelle de l'Océan Mondial en kilomètres.

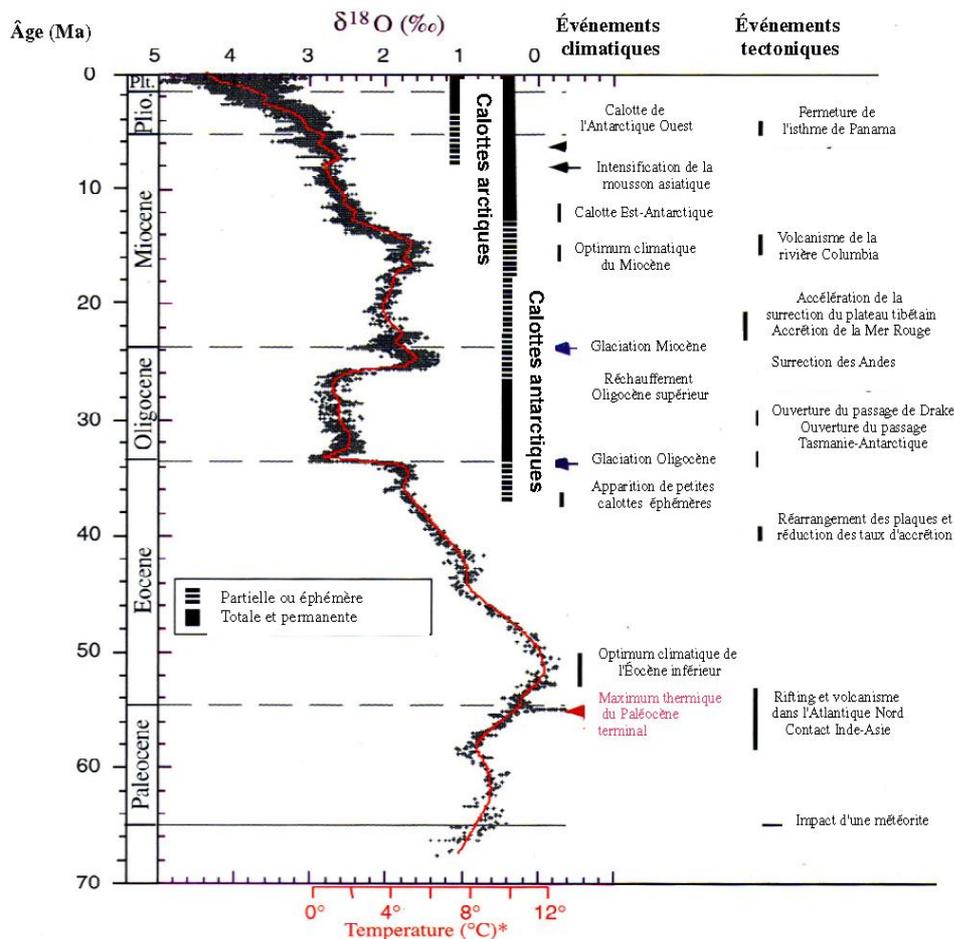
Les chiffres sont positionnés sur les lignes d'iso profondeur, par exemple sur la ligne blanche des 5 kms ou sur la ligne pointillée des 5,5 kms de profondeur.

Les aplats de couleur soulignent les domaines entre 2 isobathes, par exemple, le vert clair représente le domaine où la profondeur de compensation de la calcite est comprise entre 4,5 et 5 kms et le vert foncé entre 4 et 4,5 kms

<http://geology.uprm.edu/Morelock/dpseabiogenic.htm>

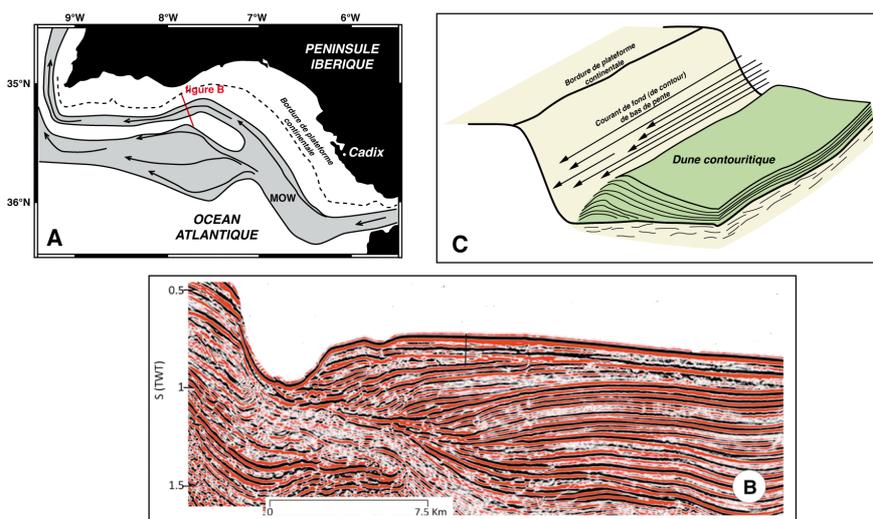


Document 2 : Enregistrements des variations isotopiques de l'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$ en ‰ par rapport au standard V-PDB) dans les carbonates marins océaniques profonds et de la température océanique (en rouge) basés sur quarante forages océaniques. Certains événements climatiques et tectoniques contemporains sont indiqués en face de cet enregistrement.



(d'après Zachos *et al.*, 2001)

Document 3 : Exemple de dune contouritique dans la région du Golfe de Cadix (A) (Brackenridge *et al.*, 2013) et vue par sismique réflexion (B) (Rebesco *et al.*, 2014), dune se développant sous l'influence du courant profond MOW (Mediterranean Outflow Waters - veine d'eau sortante de Méditerranée) ; (C) modèle de développement de ces dunes contouritiques par les courants de fond (ou de contour) en pied de marge, transportant des particules fines ou remobilisant le sédiment en pied de pente (Rebesco *et al.*, 2014).



Le libellé du sujet propose la consigne suivante aux candidats, qui induit au moins deux recherches :

« En vous appuyant sur des exemples de votre choix et des données pertinentes prélevées dans les documents fournis, vous montrerez comment les sédiments préservés en domaine continental et marin révèlent les conditions climatiques de la planète Terre et permettent de caractériser leur évolution au cours du temps. Il est, entre autres, attendu dans ce sujet d'expliquer les processus contrôlant les circulations atmosphériques et océaniques et leurs liens avec la dynamique du climat ».

Corrections et remarques concernant la composition

1. Les éléments clés du sujet

Le sujet de cette année 2016 portait sur deux des huit thématiques du programme du CAPES : circulations océaniques et atmosphériques ; les bassins sédimentaires dans leur contexte tectonique et paléoclimatique.

L'étendue de ce sujet, qui en faisait la difficulté, était censée permettre à chaque candidat d'organiser et d'exposer ses connaissances. Les notions attendues étaient très classiques et concernaient des thèmes d'actualité ou en lien direct avec les programmes du secondaire. Elles relevaient de trois blocs que le candidat devait organiser selon sa propre démarche :

- La dynamique climatique et les circulations des enveloppes fluides :
 - Activité solaire, orbite terrestre, albedo, composition de l'atmosphère et température moyenne terrestre ;
 - Rotondité de la Terre, paramètres de l'orbite terrestre et inégale répartition du rayonnement solaire ;
 - Mise en mouvement des enveloppes fluides (circulations océaniques et atmosphériques) et transfert de chaleur ;
 - Circulation des enveloppes fluides, répartition des masses continentales et des reliefs et répartition des climats actuels
- Les sédiments marins et continentaux, témoins des paramètres climatiques et de leurs variations, actuelles et passées :
 - Les témoins sédimentaires des paléotempératures ;
 - Les témoins sédimentaires des paléoprécipitations ;
 - Les témoins sédimentaires des paléorégimes de pression ;
 - Les témoins sédimentaires de la saisonnalité des climats ;
 - Les témoins sédimentaires des paléocirculations océaniques, signatures indirectes des paléoclimats.
- Les variations récentes et passées du climat, enregistrées par le signal sédimentaire :
 - Les variations haute fréquence ;
 - Les témoins sédimentaires des périodes greenhouse/icehouse
 - La sédimentation, facteur de contrôle du climat.

2. Les attendus détaillés du sujet

Le corrigé suivant présente les différentes notions attendues portées à un niveau de connaissance supérieur à celui attendu pour un candidat admissible, en particulier la physique du climat, exigeante et complexe, qu'on ne peut se permettre de négliger en tant que futur enseignant de SVT vu les enjeux éducatifs et sociaux liés à cette problématique.

Introduction

La planète Terre présente plusieurs caractéristiques originales dans le système solaire parmi lesquelles un mode de convection mantellique spécifique, responsable de la tectonique des plaques, et la présence d'eau dans ses 3 phases à sa surface. Ces deux caractéristiques sont responsables de la formation de zones subsidentes à la surface de la Terre solide où sont préservés des sédiments : les bassins sédimentaires. Le terme sédiment désigne toute particule qui se dépose dans un bassin sous l'effet du champ de gravité. Par extension, on considère que l'étude des produits de l'altération en domaine continental et l'étude des coraux (qui croissent vers le haut) font partie de la sédimentologie. Les sédiments peuvent être d'origine détritique (matériaux issus de l'altération et de l'érosion de roches exposées à la surface), biologique (matériaux issus de l'activité d'organismes ou cadavres de ces organismes) ou bien chimique (matériaux issus de la précipitation de sels en solution). Le climat de la Terre est défini comme la distribution (valeur moyenne, valeurs extrêmes et dispersion de ces valeurs) sur une durée de trente ans par convention, de paramètres physiques de l'atmosphère, de l'océan et des

surfaces continentales. Les principaux paramètres climatiques sont l'ensoleillement, les précipitations, les températures, la nébulosité, les vents et courants océaniques ainsi que leur vitesse. Ces différents paramètres influent de manière notable sur la nature, la quantité et l'architecture des sédiments qui se déposent dans les bassins. Après avoir expliqué les processus contrôlant les circulations atmosphériques et océaniques et leurs liens avec la dynamique du climat, nous étudierons comment les sédiments marins comme continentaux révèlent les paramètres climatiques actuels comme leurs variations passées.

Bloc 1 : Dynamique climatique et circulations des enveloppes fluides

A. L'activité solaire, l'orbite terrestre, l'albédo et la composition de l'atmosphère contrôlent la température moyenne terrestre

La température de surface moyenne de la Terre mesurée actuellement est d'environ 15 °C. Cette température est sous la dépendance de plusieurs facteurs comme la température de surface du soleil et ses dimensions, l'orbite de la Terre (distance au soleil, inclinaison de l'axe de rotation), l'albédo de la Terre (proportion du rayonnement solaire directement réfléchi par la surface terrestre) et la présence d'une atmosphère contenant des gaz à effet de serre (GES).

a. Effet de serre et température de surface terrestre

Du fait de sa masse, $5,97 \cdot 10^{24}$ kg, la Terre développe un champ de gravité ($9,81 \text{ m.s}^{-2}$ à la surface) suffisant pour retenir une atmosphère gazeuse. La majeure partie de cette atmosphère est comprise dans une enveloppe qui va de la surface à une dizaine de kilomètres d'altitude, la troposphère, lieu où se déroulent la plupart des phénomènes climatiques. Cette enveloppe présente un gradient de températures décroissant du bas vers le haut, elle est donc fréquemment sujette à la convection. Si la composition de l'atmosphère a évolué au cours des temps géologiques, la composition actuelle est approximativement un mélange azote-dioxygène dans un rapport 4/1. D'autres gaz sont présents en quantités bien moindres dont certains sont des gaz à effet de serre. La Terre émet un rayonnement lié à sa température de longueurs d'onde appartenant à l'infrarouge lointain. Les gaz à effet de serre sont des gaz présents dans l'atmosphère qui absorbent le rayonnement émis par la Terre, principalement dans le domaine de l'infrarouge (longueur d'onde comprise entre 0,8 et 100 μm), pour le diffuser dans toutes les directions de l'espace. Les principaux gaz à effet de serre sont la vapeur d'eau H_2O , le dioxyde de carbone CO_2 , le méthane CH_4 et le protoxyde d'azote N_2O . L'effet de serre apporte un surcroît de puissance incidente à la surface terrestre, sans que le bilan radiatif de la Terre « vue de l'espace » soit affecté.

Les échanges énergétiques complexes qui affectent les couches superficielles de la Terre ainsi que de la convection atmosphérique permet d'expliquer la température moyenne de la Terre. En effet, le calcul de la température théorique moyenne d'une Terre sans atmosphère amènerait à une température égale à - 18 °C, ne correspondant pas à la température moyenne mesurée à la surface terrestre (voir calcul en annexe à la fin de ce corrigé). La présence d'une atmosphère contenant des gaz à effet de serre doit donc être prise en compte. Ainsi, la surface terrestre reçoit une puissance moyenne égale à 492 W.m^{-2} (rayonnement solaire incident + rayonnement infrarouge dû à l'effet de serre), elle rayonne en moyenne 390 W.m^{-2} la différence étant répartie entre les pertes liées à la chaleur latente (78 W.m^{-2}) et la convection sèche (24 W.m^{-2}). En appliquant la loi du corps noir, nous trouvons maintenant une température moyenne de la surface terrestre égale à $T_m = (390/5,67 \cdot 10^{-8})^{1/4} = 288 \text{ K}$ soit 15 °C.

L'effet de serre explique donc la température moyenne mesurée à la surface terrestre, c'est cet effet de serre naturel que les activités humaines ont pour effet d'augmenter.

Lors de ces différents calculs, nous avons supposé que la surface terrestre était homogène du point de vue des échanges radiatifs. La prise en compte de la rotondité terrestre et de l'hétérogénéité de la surface affine la compréhension des phénomènes climatiques.

B. La rotondité de la Terre et les paramètres de l'orbite terrestre contrôlent l'inégale répartition spatiale et temporelle du rayonnement solaire

Le terme climat dérive d'une racine grecque, klima, signifiant inclinaison. La rotondité de la Terre implique qu'un mètre carré de surface terrestre situé à l'équateur reçoit à un instant donné une puissance supérieure à celle reçue par un mètre carré situé aux pôles (le schéma pouvait être attendu). L'insolation varie selon la latitude mais également selon la période de l'année.

Conformément aux lois de Kepler, la Terre décrit une ellipse dont le soleil est un des foyers, dans un plan appelé écliptique. L'angle entre l'axe de rotation de la Terre et la normale au plan de l'écliptique est appelé obliquité (actuellement de $23^{\circ} 27'$).

L'axe de rotation de la Terre reste constamment parallèle à lui-même au cours de la révolution terrestre. Ceci entraîne en tout point de la surface terrestre une variation de la durée du jour au cours de l'année. Au solstice d'hiver de l'hémisphère nord, le 21 décembre, comme au solstice d'été de l'hémisphère nord, le 21 juin, l'inégalité dans les deux hémisphères des durées du jour et de la nuit est maximale. Lors des équinoxes de printemps (le 20 mars) et d'automne (le 22 septembre), l'axe de rotation de la Terre est perpendiculaire aux rayons du soleil, le cercle d'illumination passe donc par les pôles et les durées du jour et de la nuit sont en tout point du globe égales à 12 heures.

Les paramètres orbitaux définissent l'insolation reçue en un point du globe et sa variation annuelle. La zone intertropicale comprise entre les latitudes $23^{\circ} 27'$ N et S, est la zone qui reçoit le plus d'énergie, avec une saisonnalité modérée alors que les zones polaires, au-delà des latitudes $66^{\circ} 33'$ Nord et Sud sont les zones qui reçoivent le moins d'énergie solaire, avec la saisonnalité la plus marquée.

C. Les enveloppes fluides de la Terre sont mises en mouvement et transfèrent de la chaleur sous l'effet de l'inégale répartition de l'énergie solaire

a. Les circulations atmosphériques

L'étude du climat terrestre bénéficie depuis une trentaine d'années des observations satellitaires. Ces observations permettent de mesurer précisément et de manière intégrée le rayonnement (incident et réémis), la température des enveloppes fluides voire leur composition (teneurs en vapeur d'eau et dioxyde de carbone de l'atmosphère), l'albédo, la nébulosité, l'humidité des sols, les courants marins via le niveau de la mer et depuis peu la salinité des eaux de surface océaniques. Certains satellites, parmi lesquels le satellite Earth Radiation Budget Satellite (ERBS), ont pour fonction de mesurer précisément le budget radiatif de la Terre au cours de l'année et selon les latitudes. Après avoir mesuré l'albédo de la surface terrestre, il est possible de quantifier le rayonnement visible absorbé par la surface terrestre, puis le rayonnement infrarouge émis par cette même surface. Les mesures de flux radiatifs et de leur bilan présentent des traits récurrents. Si le bilan global énergétique est nul, on remarque à l'échelle d'une année que les zones proches de l'équateur émettent moins de rayonnement qu'elles n'en reçoivent, tandis que les zones proches des pôles émettent plus de rayonnement qu'elles n'en absorbent, la limite se situant vers 38° de latitude Nord ou Sud (un schéma était attendu – voir commentaires du jury ci-dessous). Etant donné que les zones équatoriales ne se réchauffent pas indéfiniment, de même que les zones proches des pôles ne se refroidissent pas continuellement, cette observation prouve le transfert de chaleur depuis l'équateur jusqu'aux pôles. Ces transferts sont assurés par les circulations atmosphériques et océaniques. Les circulations atmosphériques sont organisées en plusieurs cellules de convection symétriques appelées cellules de Hadley, cellules de Ferrel et cellules polaires.

La zone équatoriale reçoit le maximum de rayonnement solaire, ce rayonnement chauffant le sol et l'océan qui réchauffent l'atmosphère en retour par émission de rayonnements infrarouges. Une partie du rayonnement incident entraîne l'évaporation de l'eau océanique ou l'humidité du sol. L'air équatorial réchauffé et humidifié s'élève par la poussée d'Archimède, comme les échanges avec l'air ambiant sont limités, on parle de remontée adiabatique. Le long du trajet ascendant, la vapeur d'eau condense, entraînant le réchauffement de la masse d'air et la poursuite de l'ascendance. La condensation de la vapeur d'eau est responsable des précipitations qui caractérisent la région équatoriale. Au sommet de l'ascendance, l'air refroidi et asséché retombe de manière symétrique sur les zones tropicales, ce qui cause une surcharge de la colonne atmosphérique donc une zone de haute pression ou anticyclone (anticyclone des Açores dans l'Océan Atlantique Nord, anticyclone de l'île de Pâques dans l'Océan Pacifique Sud, anticyclone de Saint Hélène dans l'Océan Atlantique Sud). La

dépression créée par l'ascendance des masses d'air équatoriales est comblée par l'aspiration des masses d'air adjacentes, déviées le long de leur trajet par la force de Coriolis : ces vents stables appelés alizés soufflent tout au long de l'année dans le sens Est-Ouest. La zone de convergence des alizés, où les vents sont ascendants et les précipitations régulières et abondantes est appelée « pot-au-noir » ou zone de convergence intertropicale (ZCIT). L'ensemble formé par la dépression équatoriale, la retombée d'air sur les tropiques et les alizés constitue la cellule de Hadley.

Dans le domaine des hautes latitudes, l'air polaire, très froid et dense est subsident, il s'écoule vers le sol et vers les latitudes plus basses. A mesure qu'il s'échauffe, cet air va s'élever au niveau de zones dépressionnaires comme la dépression d'Islande dans l'océan Atlantique Nord (ou la dépression des Aléoutiennes dans l'Océan Pacifique Nord). Les boucles qui joignent les hautes pressions polaires aux zones dépressionnaires vers 60° de latitude sont appelées cellules polaires. Les cellules de Hadley et les cellules polaires sont causées par les variations de l'apport d'énergie solaire en fonction de la latitude. Elles sont stables au cours du temps d'où la stabilité du climat près de l'équateur et des pôles. Les cellules de Ferrel, qui affectent le climat des régions tempérées, sont une conséquence des cellules de Hadley et polaires. Leur dynamique est plus instable (« nos régions appelées tempérées parce que les intempéries y sont fréquentes », San Antonio).

L'action conjointe des forces de pression et de la force de Coriolis génère la circulation atmosphérique (un schéma de cette circulation atmosphérique pouvait être attendu). L'effet conjoint de ces forces est de former des circulations géostrophiques, suivant les lignes d'égale pression (isobares). Les interactions entre l'atmosphère et les océans, que ce soit du point de vue thermique (échanges de chaleur), du point de vue des transferts d'eau (cycle évaporation/précipitations) ou mécanique (actions des vents) vont mettre en mouvement les océans. Les océans vont alors participer aux transferts de chaleur de l'équateur aux pôles.

b. Les circulations océaniques

Des missions océanographiques depuis le XIX^{ème} siècle ont réalisé des millions de mesures physiques à toutes les profondeurs, notamment de salinité, température et de teneur en gaz dissous. Ces missions sont complétées par des relevés satellites quotidiens. La masse volumique de l'océan est de $1025 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; sa chaleur spécifique (ou capacité calorifique) est de $4000 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, soit 4 fois celle de l'atmosphère. L'océan est donc un formidable accumulateur de chaleur.

La masse volumique de l'eau de mer ne dépend que de sa température et de sa salinité. L'océan est structuré en masses d'eau dont la densité a été acquise pendant l'intervalle de temps où elles étaient en surface. Contrairement à l'atmosphère, ou à la troposphère pour être plus précis, l'océan est stratifié verticalement et se trouve en équilibre hydrostatique, à part dans les régions de subduction (enfouissement d'eaux de surface dans l'océan) ou d'upwelling. Trois couches peuvent être distinguées : une couche superficielle homogène, dite couche de mélange, relativement chaude et peu dense, surmontant une couche d'eau relativement mince, la thermocline où la température chute très rapidement, flottant sur les eaux froides sous-jacentes. La salinité des eaux de surface peut différer selon les océans : par exemple, les eaux de surface de l'Océan Pacifique sont moins salées que les eaux de surface de l'Océan Atlantique. Dans l'Océan Atlantique, l'évaporation est maximale au niveau des Tropiques vers les Caraïbes, l'humidité de l'air est entraînée vers l'ouest par les alizés, et retombe sous forme de pluie dans le Pacifique Est. Cette évaporation n'est pas compensée par les précipitations d'où une forte salinité (3.6% dans le Gulf Stream).

L'Océan Pacifique reçoit de l'eau douce de l'Atlantique, ses eaux s'évaporent et sont emportées vers l'Ouest par les alizés en Asie. Les précipitations en Asie alimentent les fleuves qui se jettent ensuite dans le Pacifique, Pacifique ne perd pas d'eau par évaporation, sa salinité est plus faible. Cette différence entre les deux océans influe fortement la circulation thermohaline (voir plus loin).

L'océan est mis en mouvement par l'atmosphère : la tension du vent transmet directement de la quantité de mouvement à la surface, c'est la circulation forcée par le vent ; les flux de chaleur influencent la température, les échanges d'eau douce (évaporation et précipitation) modifient la salinité, ces courants de gravité forment la circulation thermohaline.

La force de Coriolis fait dévier les masses d'eau vers la droite dans l'hémisphère Nord, vers la gauche dans l'hémisphère Sud. La friction qu'exerce une masse d'eau mobile met en mouvement les masses d'eau inférieures. En surface l'eau se déplace à 45° de la direction du vent, et le transport global (transport d'Ekman), qui affecte les 100 premiers mètres (couche d'Ekman), se fait à 90°. Ces transports d'Ekman sont responsables de mouvements océaniques en surface, mais également de mouvement affectant la profondeur.

Ainsi, les vents d'Ouest, qui soufflent à 40° de latitude vers l'Est, et les alizés qui soufflent vers l'Ouest à 0-20° de latitude, déplacent les masses d'eau de manière convergente vers 30° de latitude. A cette latitude, par conservation de la masse, les eaux plongent par un processus appelé subduction ou pompage d'Ekman pour former les Eaux centrales dans les régions tropicales et l'Eau Antarctique intermédiaire. La circulation d'Ekman est également responsable de la formation des upwellings côtiers et équatorial par un processus appelé suction d'Ekman. Le long des bordures Ouest continentales, le vent souffle en général vers l'Equateur et le transport d'Ekman entraîne les eaux vers le large (un schéma expliquant cette spirale d'Ekman pouvait être proposé). Ce déplacement est compensé par la remontée d'eaux profondes et froides, riches en nutriments. Cette remontée d'eaux riches permet le développement de zones de pêches parmi les plus productives et convoitées au monde. Les upwellings côtiers sont observés le long des côtes du Maroc-Mauritanie, de Namibie, de Californie, du Pérou-Chili. Au niveau de l'Equateur, les alizés poussent les eaux de surface vers l'Ouest (les mesures altimétriques satellitaires montrent que l'Océan est plus élevé de 10 cm à l'Ouest de l'Atlantique par rapport à l'Est du bassin, la différence étant de 50 cm pour le Pacifique). A cause de la force de Coriolis, les eaux vont diverger de l'Equateur, créant en retour une remontée d'eaux froides et profondes (un schéma pouvait alors être proposé). L'upwelling équatorial permet à l'océan d'absorber le maximum de chaleur solaire par la remontée d'eaux froides qui voyagent ensuite sur des milliers de kilomètres. Cette chaleur est ensuite restituée à l'atmosphère sous forme de chaleur latente. Cette topographie dynamique de l'Océan Pacifique peut disparaître lorsque les alizés faiblissent pendant les événements El Niño.

A l'échelle des bassins océaniques, la circulation de surface est organisée en tourbillons ou gyres. Le gyre atlantique se compose par exemple du Gulf Stream, de la dérive Nord Atlantique, des courants des Canaries-Açores et du courant nord-équatorial. Les courants océaniques impliquent la formation de bosses et de creux de quelques dizaines de centimètres de hauteur ou de profondeur sur quelques dizaines à centaines de kilomètres de diamètre. Ces tourbillons peuvent maintenant être appréhendés par les méthodes spatiales. A ces circulations de surface s'ajoutent des circulations d'eaux profondes (un schéma pouvait être attendu).

La circulation océanique profonde n'est pas mesurable par des moyens satellitaires, sa vitesse spécifique de l'ordre du millimètre par seconde, la rend inaccessible aux courantomètres classiques. Cette circulation est déduite du suivi des paramètres physico-chimiques (température, salinité) des masses d'eau ainsi que de la mesure de traceurs radioactifs (⁹⁰Sr et tritium issus des essais nucléaires en plein air, ¹⁴C). Dans l'Atlantique Nord, des mesures de la concentration en tritium depuis 1962 montrent une augmentation des teneurs en profondeur et vers le Sud : on en a déduit que les eaux profondes de l'Atlantique Nord se sont propagées de 1000 km en 10 ans vers le Sud. La stratification des océans empêche les interactions entre les eaux profondes et l'atmosphère, les eaux profondes, isolées de la surface depuis leur plongement peuvent donc être datées au carbone 14. L'âge des eaux profondes n'est pas uniforme, les eaux de l'Océan Atlantique sont plus jeunes (âge inférieur à 500 ans) que les eaux de l'Océan Indien (âges compris entre 500 et 1250 ans), elles-mêmes plus jeunes que les eaux profondes de l'Océan Pacifique (âges compris entre 1000 et 1750 ans). Les zones de plongement se situent dans les mers de Norvège, du Groenland et du Labrador (Atlantique Nord), dans la mer de Weddell (Antarctique) et au détroit de Gibraltar (arrivée d'eaux profondes salées de Méditerranée). Les eaux profondes de l'Atlantique Nord plongent car ce sont les eaux salées et denses du Gulf Stream, provenant des Caraïbes qui refroidissent en se rapprochant des pôles. Les eaux méditerranéennes plongent du fait de leur salinité élevée liée à l'évaporation. Les eaux de la mer de Weddell se forment lorsque la glace d'hiver se développe, entraînant une hausse de la salinité des eaux résiduelles. Il n'y a pas de formation d'eaux profondes dans le Pacifique Nord : si les températures sont comparables à celles de l'Atlantique Nord, les eaux y sont moins salées du fait du transport d'eau de pluie de l'Atlantique vers le Pacifique. Une autre différence majeure entre les deux océans, observée dans le document 1, concerne le niveau de la profondeur de compensation de la calcite (CCD ou Calcite Compensation Depth). Cette limite correspond à la profondeur à laquelle les apports de calcite provenant de la surface sont compensés par la dissolution de la calcite. A latitude équivalente, la CCD

est plus profonde dans l'Océan Atlantique que dans l'Océan Pacifique. Comme les eaux profondes se chargent le long de leur trajet en CO₂ issu de la minéralisation de la matière organique qui sédimente, les eaux profondes Pacifiques, plus anciennes, sont plus acides, car plus chargées en CO₂ que celui les eaux Atlantiques profondes. Elles sont donc moins propices à la préservation de la calcite, bien que ces eaux soient tout aussi productives en moyenne que les eaux Atlantiques (productivité mesurée d'après les raies d'absorption de la chlorophylle, quantifiées d'après des images satellites). Les courants profonds, malgré leurs faibles vitesses, mobilisent des sédiments qui forment ce que l'on appelle des contourites, figures sédimentaires particulières. La circulation thermohaline permet à l'océan de capter le CO₂ atmosphérique et de le restituer environ 2000 ans plus tard. Cette circulation thermohaline constitue donc un élément majeur de la pompe à CO₂ océanique. Lors de certains événements climatiques chauds passés, cette circulation thermohaline a pu cesser, d'où un apport réduit d'oxygène aux eaux profondes. Cela correspondrait aux épisodes anoxiques Crétacé.

c. Le couplage entre les circulations atmosphériques et océaniques

Deux phénomènes majeurs participent au couplage océan-atmosphère, ce sont l'oscillation du sud El Niño Southern Oscillation ou ENSO qui affecte principalement l'Océan Pacifique, et l'oscillation Nord-Atlantique. L'oscillation australe consiste en un phénomène de balance remarqué dans les années 20 entre la pression atmosphérique mesurée à Darwin, en Australie (Ouest du Pacifique) et la pression atmosphérique mesurée en Polynésie, à l'Est du bassin : si la pression augmente à l'Est, elle diminue à l'Ouest, et vice-versa. Dans les conditions habituelles de l'Océan Pacifique, la pression atmosphérique étant supérieure à l'Est, les alizés poussent les eaux chaudes de surface, provoquant un dénivelé océanique de 50 cm entre les bords Ouest et Est du bassin. Ces eaux chaudes à l'Ouest du bassin provoquent des précipitations abondantes à l'Ouest, tandis qu'à l'Est du bassin, les alizés font remonter les eaux froides, qui participent à l'absorption du rayonnement solaire, en même temps que des nutriments qui conditionnent l'existence de zones de pêche très productives.

Dans les années 60, M. Bjerkness a remarqué la concomitance de la diminution de l'indice d'oscillation australe avec la présence d'eaux chaudes à l'Est du Pacifique, la diminution de la vigueur des alizés et les précipitations abondantes sur les côtes du Pérou et du Chili. Le phénomène El Niño, décrit par les pêcheurs péruviens, ne concernaient plus simplement les côtes du Pérou-Chili, mais l'ensemble du bassin Pacifique. Il arrive que les alizés faiblissent, enclenchant un événement El Niño. L'eau chaude accumulée à l'Ouest du bassin se déplace vers l'Est, le voyage prenant environ trois mois. Le réchauffement du centre et de l'Est du Pacifique entraîne l'ascendance de masses d'air humides à ces endroits, et le déplacement des précipitations vers l'Est. Les alizés continuant de s'affaiblir, l'Ouest du bassin (Australie, Indonésie) subit la sécheresse tandis que l'Est du bassin (Pérou-Chili) subit de grandes inondations. L'upwelling de la côte Pérou-Chili cesse, donc la remontée des eaux froides équatoriales : les années El Niño sont caractérisées par des prises de pêches calamiteuses, mais aussi par une température globale atmosphérique élevée : l'océan n'assure plus son rôle de pompe à chaleur comme l'upwelling équatorial ne fait plus remonter les eaux froides profondes.

Le couplage des circulations atmosphériques et océaniques pouvait également être traité via l'Oscillation Nord Atlantique ou les phénomènes de mousson.

L'ensemble des phénomènes circulatoires atmosphériques et océaniques, de leur récurrence saisonnière et de leurs perturbations génère la diversité des climats telle que nous la connaissons à l'heure actuelle.

D. La répartition des climats actuels est sous la dépendance de la circulation des enveloppes fluides, répartition des masses continentales et des reliefs.

Comme dit en introduction, le climat est défini comme la distribution sur une durée de trente ans de paramètres physiques de l'atmosphère, de l'océan et des surfaces continentales. La circulation atmosphérique est structurée en cellules de convection définies depuis l'équateur jusqu'aux pôles. Cette structuration génère des climats zonaux, répartis selon des bandes comprises entre deux parallèles. La zonalité des climats est affectée par la répartition hétérogène des océans, des continents et des reliefs.

a. Les climats zonaux

Le climat zonal équatorial est défini dans la zone de convergence intertropicale (ZCIT), caractérisée par la réception du maximum de rayonnement solaire, de basses pressions, l'ascendance de masses d'air humides et d'abondantes précipitations. C'est un climat chaud et humide, à la saisonnalité peu marquée. La végétation caractéristique est la forêt équatoriale caractérisée par des arbres de grande taille au feuillage persistant. En s'écartant de la ZCIT, les pluies deviennent moins abondantes et surtout saisonnières (pluies d'été), la forêt intertropicale devient décidue et moins dense.

Le climat zonal tropical sec est réparti aux endroits où les branches descendantes des cellules de Hadley et Ferrel convergent. Ces masses d'air ayant perdu leur humidité pendant leur ascension, il s'agit d'un climat sec caractérisé par de hautes pressions atmosphériques. A ce climat correspondent des zones désertiques comme le Sahara, le désert Australien.

Le climat zonal tempéré se situe à la confluence des branches ascendantes des cellules polaires et de Ferrel. C'est une zone où les fronts sont entraînés de manière tourbillonnaire par les forces de Coriolis. Les périodes de beau temps et les périodes pluvieuses alternent. Il s'agit du domaine de la forêt caducifoliée.

Le climat zonal polaire est caractérisé par une faible température liée au faible ensoleillement, le climat y est toujours froid, surtout en hiver (forte saisonnalité). Les régions polaires peuvent connaître une végétation de type taïga, toundra (absence d'arbre), voire une absence totale de végétation (islandsis).

b. Les climats azonaux

Si la structuration en bandes parallèles à l'équateur constitue le patron majeur de la répartition des climats, la répartition irrégulière des continents, des reliefs et des océans perturbe cette répartition zonale.

Les climats de mousson (pluies intenses saisonnières en Inde, dans le Golfe de Guinée) résultent de l'échauffement estival plus rapide des masses continentales, qui entraîne une baisse de la pression atmosphérique et en compensation des vents venant de l'océan chargés d'humidité. La mousson indienne, outre son caractère extrême (12 mètres de précipitations annuelles à Cherrapunji, en Inde), a eu un effet majeur sur le climat mondial depuis 33 Ma, en consommant du CO₂ par l'altération des reliefs himalayens.

Sur les surfaces continentales, la plus ou moins grande proximité des surfaces marines d'où proviennent les masses d'air par la circulation générale conditionne l'étendue des précipitations annuelles : par exemple, Brest reçoit deux fois plus de précipitations que Varsovie, située à la même latitude. En ce qui concerne les températures, les écarts saisonniers sont plus importants à mesure que l'on s'éloigne des surfaces océaniques, dont l'inertie thermique tempère les variations d'insolation.

Enfin, les reliefs modifient localement le climat : l'air est plus froid en moyenne de 6,5°C par kilomètre d'altitude, les climats montagnards sont donc plus froids. Les reliefs peuvent également influencer les précipitations : lorsque des masses d'eau en mouvement abordent un relief, elles sont contraintes de s'élever, d'où une baisse de pression et de température. Ces paramètres expliquent des précipitations violentes voire catastrophiques comme les épisodes cévenols. Si les vents franchissent le relief, les masses d'air redescendent donc voient leur pression augmenter, et se réchauffent. Ayant perdu leur eau par les précipitations (et donc reçu la chaleur latente de condensation), ces masses d'air vont se réchauffer davantage car le gradient adiabatique sec est plus élevé que le gradient adiabatique humide. Ces vents secs et chauds s'appellent foehn dans les Alpes, et Chinook dans les Rocheuses américaines.

La répartition des climats est bien connue et comprise à l'heure actuelle, cette répartition influence grandement la sédimentation dans les bassins continentaux et marins. Les différents paramètres responsables de l'établissement des climats, à savoir l'activité solaire, l'orbite terrestre, la position et la taille des continents, la composition de l'atmosphère ont varié au cours des temps géologiques. Toutes ces variations ont eu de grandes répercussions climatiques enregistrées dans les sédiments.

Bloc 2 : Les sédiments marins et continentaux témoins des paramètres climatiques et de leurs variations actuelles et passées

Les climats à la surface de la Terre se définissent donc par leurs régimes de température, de précipitation et de pression. Or ces différents paramètres influencent la sédimentation et les faciès sédimentaires enregistrés dans les bassins. Un faciès sédimentaire est l'ensemble des caractéristiques lithologiques (minéralogie, granulométrie, texture, porosité), géométriques (figures sédimentaires), biologiques (fossiles et traces fossiles) d'un sédiment qui permet de caractériser les processus physicochimiques ayant présidé à la sédimentation de cette roche et caractérisant le milieu de sédimentation (comme par exemple le processus de déferlement définit une plage). La sédimentologie de faciès est basée sur le principe d'actualisme : l'observation des processus hydrodynamiques et physicochimiques contrôlant les milieux de sédimentation actuels et leur enregistrement sédimentaire permet de définir des faciès sédimentaires qui, reconnus dans les sédiments plus anciens, permettront de caractériser les paléo-environnements au sein des bassins sédimentaires.

A. Les témoins sédimentaires des paléotempératures

Ces témoins sont nombreux. On pourra citer les exemples de la sédimentation glaciaire, la sédimentation éolienne ainsi que les évaporites (ces deux derniers exemples étant caractéristique d'un climat aride et non chaud).

Plusieurs exemples devaient être développés par les candidats mais l'étude exhaustive de l'ensemble des contextes climatiques n'était pas attendu.

- *Exemple de la sédimentation morainique : sédimentation conglomératique peu mature, galets striés, farine morainique, planchers striés, granulométrie caractéristique des lœss périoglaciaires, tillites, etc... Les dropstones, fragments rocheux grossiers, parfois striés, retrouvés au sein de sédiments plus fins déposés sous une tranche d'eau sont des témoins de la proximité de glaciers qui ont fondu. Ce sont des indicateurs de périodes froides. On les retrouve par exemple dans les sédiments de l'Océan Atlantique lors des événements d'Heinrich (épisodes de débâcle massive de glaciers pendant les périodes glaciaires du Quaternaire) ou dans les formations liées aux épisodes de « Snowball Earth » (voir ci-dessous).*
- *Exemple de la sédimentation éolienne : poli rond mat des grains de quartz, galets éolinisés à 3 facettes, mégarides 3D à fort pendage des dunes fossiles, surface de déflation éolienne etc.*

Les carbonates océaniques et lacustres se forment par la précipitation de calcite ou d'aragonite en solution, catalysée par des êtres vivants. D'un point de vue physicochimique, la précipitation de calcite peut s'écrire de deux manières :

* $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3$ avec une constante de solubilité, K_s , égale au produit des concentrations en Ca^{2+} et en CO_3^{2-} de $10^{-8,4} \text{ M}^2$ dans les conditions standard ou bien

* $\text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

L'ion carbonate CO_3^{2-} étant la forme la plus basique des carbonates dissous, un pH acide favorise la dissolution de la calcite, tandis qu'un pH basique favorise la précipitation de la calcite.

Dans les conditions habituelles de surface, les océans sont saturés en calcite (le produit $[\text{Ca}^{2+}] * [\text{CO}_3^{2-}]$ est supérieur à K_s). Cependant, du fait d'un blocage cinétique, la précipitation de calcite n'est pas spontanée : elle s'effectue via le métabolisme d'organismes qui fabriquent leur coquille ou test. Les eaux profondes océaniques, plus acides, sont plus propices à la dissolution de la calcite.

La production carbonatée et son cortège varié de fossiles sont de bons indices de paléotempératures : on peut ainsi distinguer les carbonates d'eaux chaudes et froides comme les associations Foramol versus Chlorozoaires. Alors que les plateformes carbonatées étaient décrites dans les années 1960 comme des environnements limités à la zone tropicale, l'étude intensive des sédiments actuels a révélé une répartition de ces plateformes bien plus large du point de vue de la latitude. Les débris de coquille carbonatés ont permis de différencier des associations biologiques différentes selon la température de l'eau. Les associations à débris de Foraminifères et Mollusques (Foramol) sont caractéristiques des eaux tempérées à froides, les associations à débris de coraux et d'algues vertes (Chlorozoan, Chlorophyta + Zoantharia) sont caractéristiques des carbonates de mers chaudes. On peut aussi opposer la sédimentation carbonatée des basses latitudes et la sédimentation siliceuse des hautes latitudes, la nature de la sédimentation étant fonction des variations de la profondeur de compensation de la calcite (CCD ou Calcite Compensation Depth). La variabilité spatiale de cette limite de distribution,

accessible si la paléolatititude et la paléoprofondeur de dépôt sont connues, indiquera également des variations climatiques à l'échelle globale.

La limite de compensation de la calcite et sa cartographie au cours du temps est également un paramètre indirect de la distribution et de la variabilité des températures océaniques, la température étant un facteur de contrôle primordial de cette CCD.

La limite de compensation de la calcite est un niveau en milieu océanique, sous lequel le carbonate de calcium (CaCO_3) se dissocie, c'est-à-dire que lorsque des particules de CaCO_3 , comme celles qui viennent du plancton, atteignent ce niveau, elles sont dissoutes et se retrouvent dans l'eau sous leur forme ionique Ca^{2+} et HCO_3^- . Ce niveau est contrôlé par le pH océanique et par la productivité organique de surface. Une température élevée peut favoriser la préservation de calcite, donc l'approfondissement de la CCD, car le CO_2 , aux propriétés acides, est moins soluble à haute température ; un pH élevé favorisera de même un approfondissement de cette CCD, comme une augmentation de la productivité organique de surface. La CCD se situe à des profondeurs variables selon la latitude et la nature de la circulation océanique, en moyenne vers 4500 mètres ; aux tropiques, on la mesure autour de 6000 mètres de profondeur.

La cartographie de cette CCD peut se faire par l'analyse des sédiments traversés par les forages océanographiques (campagnes DSDP puis IODP) et par reconstitution de l'évolution paléobathymétrique du plancher océanique (via la modélisation de sa subsidence thermique). L'évolution du niveau de la CCD au cours du temps informe sur les brusques changements climatiques, tout en étant subtile dans ses interprétations : un approfondissement de la CCD peut être lié à une baisse du niveau marin, comme c'est le cas lors de la transition Eocène-Oligocène. La baisse du niveau marin par glacio-eustatisme lié à la croissance des calottes antarctiques aurait réduit la surface des plateformes carbonatées, d'où le transfert de sédimentation des plateformes vers les bassins.

L'index stomatique des plantes (nombre de cellules stomatiques d'une feuille rapporté à la somme du nombre de cellules épidermiques et stomatiques) et donc des restes végétaux fossiles est directement contrôlée par la pression partielle de CO_2 dans l'atmosphère et donc par le climat global et régional (effet altitudinal). Les relations entre indice stomatique et pression partielle en CO_2 sont calibrées dans des enceintes à atmosphère contrôlée avec des plantes dont on retrouve des représentants proches dans les archives sédimentaires, les Cycas par exemple. De manière physiologiquement compréhensible, de manière à assurer l'approvisionnement en CO_2 des cellules tout en limitant l'évapotranspiration, les Végétaux se développant dans des atmosphères riches en CO_2 formeront peu de stomates, tandis que les Végétaux se développant dans des atmosphères pauvres en CO_2 en formeront beaucoup. Dans les reconstitutions paléoclimatiques, il est fait l'hypothèse que des teneurs élevées en CO_2 impliquent des températures élevées, du fait de l'effet de serre.

Les cortèges palynologiques (pollens et spores) sont également de bons indicateurs climatiques, en tenant compte cependant du possible biais des variations passées d'altitude. Les reconstitutions palynologiques reposent sur deux hypothèses fortes : la pluie pollinique représente fidèlement la végétation émettrice, malgré une production différentielle des plantes en grain de pollen, et le dépôt et la conservation ne modifient pas la pluie pollinique dans un sédiment donné. Ces cortèges palynologiques étudiés en Méditerranée (Monticcio en Italie et site ODP 976 en mer d'Alboran) révèlent l'évolution de la forêt Méditerranéenne au cours des 16 derniers millions d'années : forêt tropicale et rivages à mangroves à - 16 Ma, marais à cyprès chauves vers -5 Ma, forêts subtropicales humides à Séquoia vers -3 Ma. Durant la dernière période glaciaire, on observe l'alternance entre forêts mixtes décidues tempérées et steppes. Ces alternances (l'apparition de steppes à la place de forêts décidues) sont corrélées avec les événements de Heinrich, un apport d'icebergs refroidissant l'Atlantique Est, restreignant ainsi les précipitations en Méditerranée.

Des critères géochimiques peuvent être également utilisés. L'outil le plus direct est la mesure du $\delta^{18}\text{O}$ des Foraminifères benthiques qui est un indicateur ou proxy du volume des glaces continentales et des paléotempératures. Un fractionnement isotopique ne peut se produire qu'à basse température, vu les faibles différences d'énergie entre les liaisons formées avec les différents isotopes d'un même élément. A l'équilibre thermodynamique, les isotopes légers fractionnent vers les phases les plus dispersées, tandis que les isotopes lourds fractionnent vers les phases les plus condensées.

Un refroidissement des conditions climatiques correspond à un $\delta^{18}\text{O}$ faible dans les glaces et élevé dans les carbonates. Ces deux phénomènes sont explicités dans le paragraphe qui suit.

Lors du transport de la vapeur d'eau des basses vers les hautes latitudes, et des océans vers les continents, les précipitations successives appauvrissent cette vapeur plus en isotope lourd ($\text{H}_2\ ^{18}\text{O}$) qu'en isotope léger ($\text{H}_2\ ^{16}\text{O}$). Le $\delta^{18}\text{O}$ de la vapeur des nuages diminue donc avec l'augmentation de latitude (diminution de température), et le $\delta^{18}\text{O}$ des précipitations formées à partir de cette vapeur diminue corrélativement. Ceci explique d'une part que les glaces polaires soient formées d'eau très appauvrie en isotope lourd ($\delta^{18}\text{O}$ très négatif). D'autre part, en période plus froide, comme la température lors du transport de vapeur diminue plus "vite" avec la latitude, l'appauvrissement isotopique de la vapeur est plus prononcé, et le $\delta^{18}\text{O}$ des précipitations pour un site donné diminue. C'est l'origine du thermomètre isotopique appliqué aux glaces. Comme la quantité d'eau à la surface terrestre est supposée constante, le stockage de glace pendant les périodes glaciaires entraîne l'augmentation du $\delta^{18}\text{O}$ des eaux océaniques.

Le $\delta^{18}\text{O}$ des coquilles carbonatées dépend alors de deux paramètres qui agissent de manière synergétique : le $\delta^{18}\text{O}$ de l'eau dans laquelle la calcite précipite, et la température de cette eau. Plus le $\delta^{18}\text{O}$ de l'eau est élevé, plus $\delta^{18}\text{O}$ de la coquille le sera (et inversement) ; plus la température de l'eau est élevée, moins $\delta^{18}\text{O}$ de la coquille le sera (et inversement). Lors de la formation de calottes de glace, comme en période glaciaire (jusqu'à 3-4 % du volume des océans était sous forme de calotte), le stockage d'eau pauvre en ^{18}O enrichit par effet de masse les océans en ^{18}O . Les tests carbonatés des Foraminifères étant en équilibre isotopique avec l'eau de mer, le $\delta^{18}\text{O}$ de ces carbonates augmente donc. Ce $\delta^{18}\text{O}$ dépend aussi de la température de l'eau : en période glaciaire, le refroidissement des océans a contribué également à augmenter le $\delta^{18}\text{O}$ des tests carbonatés. Pour différencier ces deux effets, il est possible d'utiliser un deuxième indicateur, le plus souvent le rapport Mg/Ca des coquilles : ce rapport est supposé constant dans l'océan sur de courtes périodes temporelles, et l'ion Mg^{2+} peut se substituer à l'ion Ca^{2+} dans les coquilles. Des expériences de laboratoire dans des conditions calibrées prouvent que les substitutions augmentent lorsque la température de l'eau augmente. La mesure simultanée du $\delta^{18}\text{O}$ et du rapport Mg/Ca des coquilles informe sur le volume des glaces et la température de l'eau.

D'autres marqueurs géochimiques peuvent être utilisés : le $\delta^{13}\text{C}$ sur carbonates (ex Coraux) afin de pister les variations de la pression partielle de CO_2 . L'enregistrement du $\delta^{11}\text{B}$ renseigne sur le pH océanique et de manière indirecte sur la concentration en CO_2 ; cet enregistrement peut être indicatif de la température en supposant qu'une forte teneur en CO_2 implique, toutes choses étant égales par ailleurs, des températures élevées.

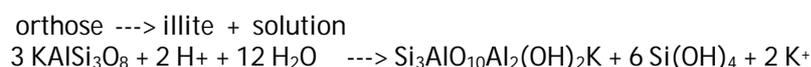
B. Les témoins sédimentaires des paléoprécipitations

Les témoins sédimentaires des précipitations passées sont nombreux : le plus répandu est l'analyse du cortège argileux. Ce mode d'altération continentale, nécessite de l'eau et du CO_2 et donc se produit essentiellement à la surface continentale, sous l'effet des eaux météoritiques. Il était attendu que les candidats rappellent le principe de l'hydrolyse basé sur le comportement des ions vis-à-vis de l'eau (diagramme de Goldsmith). Il s'agissait alors de définir les différents stades d'hydrolyse qui vont voir partir d'un silicate successivement les cations solubles (K, Na) et la Silice (Si), générant ainsi des minéraux néoformés que sont les différentes argiles. Ces dernières sont donc caractéristiques des conditions du climat régional.

Les trois grandes étapes de l'hydrolyse de l'orthose sont présentées ci-dessous.

Bisiallitisation (climat tempéré).

Silice et cations basiques ne sont pas totalement lessivés. On aboutit à des phyllites 2/1 (montmorillonite, illite, vermiculite), caractérisées par la présence de cations basiques interfoliaires (K^+ , Na^+).



(Perte en silice : 60%, perte en potassium : 67%)

Monosiallisation (climat tempéré à tropical).

Les cations basiques sont ici totalement éliminés, et une part encore supérieure de la silice : il se forme des silicates argileux de type 1/1 :

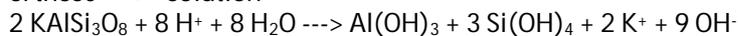
orthose ---> solution



Allitisation (climat équatorial).

C'est l'hydrolyse totale. Silice et cations échangeables sont entraînés tandis que l'alumine précipite sur place. Ces produits accumulés sur place correspondent couramment à des hydroxydes d'aluminium du type gibbsite ou boehmite (bauxite).

orthose ---> solution



Les processus d'altération et d'hydrolyse des minéraux sont fonction du climat, comme le montre le diagramme de Pedro et la carte de la distribution latitudinale et climatique des différents cortèges argileux. Le diagramme de Pedro pouvait être refait par les candidats dans leurs copies. L'analyse des paléosols permet la reconstitution des conditions climatiques passées. Par exemple, la bauxite déposée dans le sud de la France (Provence, Languedoc) pendant le Crétacé Supérieur renseigne sur le climat équatorial qui y régnait alors. Il n'était pas attendu des candidats une distribution des sols selon les climats.

Les évaporites et les charbons sont également des bons marqueurs respectivement d'aridité ou de fortes précipitations.

C. Les témoins sédimentaires des paléorégimes de pression

Les paléorégimes de pression sont les plus difficiles à qualifier : les figures sédimentaires les plus directes mais seulement en contexte sont les mégarides unidirectionnelles éoliennes (dunes) : le sens de progradation des lamines indique le sens du courant. Les trains de rides de houle peuvent être également utilisés, leur ligne de crête se développant perpendiculairement à la direction du vent.

D. Les témoins sédimentaires de la saisonnalité des climats

Les sédiments peuvent donc être caractéristiques de conditions climatiques (régimes de pression, précipitation et température) mais également d'événements climatiques extrêmes comme par exemple les figures de tempêtes ou de crue mais également de la saisonnalité des climats. Pour ce dernier point, on peut citer les varves dans les lacs périglaciaires. Ces varves sont des vases de lacs situés à l'aval des anciens fronts glaciaires et se présentant sous la forme de feuillets dus à l'alternance d'un dépôt d'hiver peu épais et organique et d'un dépôt d'été plus épais et détritique (intensité dans la fonte du glacier).

Des études dendrochronologiques sur des souches silicifiées fossiles ou l'analyse géochimique (par $\delta^{18}\text{O}$) des couches de croissance de coquilles (par exemple d'huitres) ont ainsi permis de mettre en évidence des variations saisonnières du climat.

E. Les témoins sédimentaires des paléocirculations océaniques, signatures indirectes des paléoclimats

Ci dessus ont été rappelés les couplages entre les circulations atmosphériques et océaniques : tracer les paléocirculations océaniques permet alors d'appréhender certaines variabilités climatiques. Les contourites sont des structures sédimentaires formées par l'action de courants océaniques profonds

sur les sédiments, ce sont donc des marqueurs de circulations océaniques profondes passées. Les circulations océaniques profondes sont le seul phénomène capable d'homogénéiser l'océan, qui est stratifié de manière générale, et d'oxygéner les eaux profondes océaniques. Ces circulations fonctionnent à l'heure actuelle comme des puits de carbone atmosphérique : les eaux profondes se forment à proximité des pôles, elles sont donc froides et peuvent dissoudre facilement le CO₂, qui est séquestré de l'atmosphère pendant 2000 ans environ. Lors des événements anoxiques océaniques au Crétacé (Oceanic Anoxic Events), de grandes quantités d'argiles noires riches en matière organique se sont déposées, de nombreux affleurements contemporains sont préservés dans la région de Digne. Ces phénomènes, datés du Toarcien, de l'Aptien et du Cénomaniens, sont globaux et caractérisés par la préservation générale de matière organique. L'absence de minéralisation de la matière organique suppose une limitation sévère de la disponibilité de l'oxygène en profondeur et/ou une productivité organique de surface très élevée. Parmi les hypothèses permettant d'expliquer ces phénomènes, un effet de serre renforcé, lié à des émissions volcaniques, aurait réchauffé le climat. Suite au réchauffement, l'érosion et l'altération des continents aurait été accélérée. Les produits de cette altération, transportés jusqu'aux océans, auraient augmenté la productivité organique. La température élevée des eaux océaniques, surtout vers les pôles, auraient interrompu toute circulation océanique profonde, et donc une grande partie de la pompe de carbone océanique.

Les structures contouritiques fournissent également l'accès à des données paléoclimatiques à haute résolution. En effet, l'accumulation rapide de sédiments dans ces structures permet l'acquisition de données paléoclimatiques (isotopes de l'oxygène, données faunistiques) à une résolution comparable à celle de carottes de glace. Les circulations océaniques profondes peuvent être ainsi tracées par la caractérisation de l'apparition et de la cartographie des structures contouritiques. Le document 3 du sujet rappelait aux candidats le mode de formation de ces structures sédimentaires d'eau profonde.

Bloc 3 : Les variations récentes et passées du climat enregistrées par le signal sédimentaire

A. Les variations haute fréquence

Les faciès sédimentaires peuvent donc être caractéristiques de certaines conditions climatiques mais leur mode même d'empilement peut également être révélateur de variations climatiques. Une étude par stratigraphie séquentielle peut alors amener à de nouvelles contraintes sur les grandes variations climatiques.

Ainsi le mode d'empilement des faciès sédimentaires permet de définir des transgressions (faciès de plus en plus profonds) ou des régressions (faciès de moins en moins profonds). Effectuée à haute résolution temporelle, cette étude stratigraphique permet de définir les plus petites séquences de dépôts que sont les unités génétiques ou paraséquences (séquences transgressives – régressives) dont les durées et périodicités caractéristiques de 20 ka, 40 ka ou 100 Ka montrent qu'elles sont contrôlées par les paramètres orbitaux de la terre (cycles de Milankovitch) dont une des signatures climatiques est le contrôle du niveau marin absolu ou eustatisme. Les paramètres orbitaux de la Terre varient avec des fréquences propres : l'excentricité de l'orbite varie avec une période d'environ 100000 ans, l'inclinaison de l'axe de rotation avec une période d'environ 41000 ans, cet axe suivant un mouvement de précession de période 23000 ans. Pendant le Quaternaire, une période glaciaire est favorisée par une faible excentricité et une faible inclinaison de l'axe de rotation (faibles contrastes saisonniers, les été froids empêchent la fonte totale des glaces d'hiver qui refroidissent le climat via leur albédo), une période interglaciaire par des conditions inverses. Or l'amplitude des variations eustatiques sous contrôle climatique varie selon que l'on est en période de glaciation ou non.

En période de glaciation, ou icehouse, à savoir quand des calottes permanentes sont présentes aux pôles, les variations eustatiques à l'échelle d'un cycle de Milankovitch sont de l'ordre de la centaine de mètres alors qu'hors glaciation, en période greenhouse, elles sont de l'ordre de la dizaine de mètres. L'étude donc de l'amplitude de déplacement du profil de dépôt, et donc l'amplitude de variations des paléobathymétries à l'échelle d'une unité génétique renseigne donc sur le contexte greenhouse versus icehouse à l'échelle de la Terre. Ainsi les candidats pourront faire appel aux alternances marno-calcaires Crétacé, représentées dans le Valanginien du bassin Vocontien (qui fait partie du bassin du Sud Est) par la coupe de la Charce, dans la Drôme provençale. Ces dépôts montrent une cyclicité

climatique avec une faible variabilité lithologique. Les bancs calcaires se seraient déposés durant des périodes sèches et froides, alors que les interbancs marneux correspondraient à des périodes plus humides et chaudes. Les couples calcaire-marne correspondent à une durée d'environ vingt mille ans (période caractéristique de la précession des équinoxes), leur agencement par groupe de cinq (environ cent mille ans) reflète la cyclicité de l'excentricité de l'orbite terrestre. Les faibles variations de profondeur de dépôt déduites de l'étude de ces sédiments prouvent l'état « greenhouse » du climat, à savoir qu'il n'existait pas de calotte permanente aux pôles pendant les dépôts. Le climat était donc bien plus chaud que le climat actuel.

Il est ainsi important de distinguer la notion de glaciation dont les durées caractéristiques sont de l'ordre du million à la dizaine de million d'années, de la notion de stade glaciaire (ou interglaciaire) au cours d'une glaciation et dont les durées caractéristiques sont de x10ka à x100ka et donc sont à l'échelle des cycles de Milankovitch.

De nombreuses signatures sédimentologiques et géomorphologiques ont enregistré ces variations climatiques glaciaires / interglaciaires dans la glaciation actuelle quaternaire, entre autres on trouve de nombreuses traces du dernier maximum glaciaire (il y a 18000 ans) et du dernier optimum climatique (il y a 8000 ans).

De nombreux exemples pourront être ainsi cités par les candidats : signatures glaciaires sur les cartes au 1/50000 de Lyon (le Gros Caillou) ou de Grenoble ; les différentes incisions et terrasses fluviales par exemple sur la carte de Beauvais ; le haut niveau marin du dernier optimum climatique à 2 m au dessus du niveau actuel caractérisable sur la carte de la Baie du Mt St Michel par exemple.

Les candidats pourront aussi faire référence aux cartes de la CCGM, cartes mondiales des biomes pour le dernier maximum glaciaire et le dernier optimum climatique où le déplacement du littoral est facilement identifiable, où la température des eaux (à partir de données géochimiques sur tests de foraminifères) est également reportée, où l'extension des loess est également cartographiée.

Attention les candidats seront sans doute tentés de citer l'enregistrement des variations climatiques par l'analyse des carottes de glace de l'Antarctique, ce n'est pas un enregistrement sédimentaire.

B. Les témoins sédimentaires des périodes de greenhouse / icehouse

Si une connaissance exhaustive des variations climatiques long terme n'était pas demandée aux candidats, il était important que chacun ait pu citer un exemple de période de greenhouse et d'icehouse et des arguments sédimentologiques qui ont présidé à leur découverte.

a. Témoins des grandes glaciations

La snowball earth (cap carbonates et planchers glaciaires) : Longtemps avant l'apparition de l'hypothèse de la Terre boule de neige, de nombreux sédiments protérozoïques avaient été interprétés comme ayant une origine glaciaire. Parmi les preuves retenues on trouve :

- des pierres déposées (dropstones) dans des sédiments marins, qui peuvent avoir été laissées par des glaciers ;
- des varves, sédiments annuels déposés dans les lacs proglaciaires et périglaciaires ;
- des stries glaciaires causées par les roches et graviers transportés par les glaciers ;
- des diamictites et tillites, conglomérats inhomogènes.

Des relevés paléomagnétiques sur les dépôts glaciaires, en Afrique du Sud (Transvaal, formation de Makganyene datée à 2,4 Ga, contemporaine de dépôts nord américains dans les formations Huroniennes) indiquent une paléolatititude de $\pm 11^\circ$. Les dépôts glaciaires étaient donc situés dans la zone intertropicale, ce qui indiquerait une glaciation quasi-globale (Terre boule de neige ou snowball earth). Néanmoins, lors de la publication de ces résultats, un argument fort contredisait cette théorie : sans information sur l'altitude de dépôt de ces formations, on ne peut inférer une glaciation globale. En effet, il n'est pas étonnant de trouver un glacier sous les tropiques, pourvu qu'il soit situé en altitude. L'association fréquente entre les sédiments glaciaires Protérozoïques et des rythmites tidales, caractéristiques des marées donc clairement océaniques, prouve la réalité de ces épisodes froids extrêmes. Le premier de ces épisodes, daté à 2,4 Ga, serait lié aux débuts de l'oxygénation de l'atmosphère, qui aurait réduit l'effet de serre en oxydant le méthane alors présent dans l'atmosphère.

De plus au sommet des sédiments glaciaires du Néoprotérozoïque, on rencontre fréquemment une transition abrupte vers des couches de carbonates (calcaire ou dolomie) de plusieurs mètres ou dizaines de mètres d'épaisseur. La succession inhabituelle de ces couches suggère que leur sédimentation résulte d'une profonde altération de la composition chimique des océans. Ces carbonates ont des compositions chimiques atypiques, et présentent d'étranges structures de sédimentation, souvent interprétées comme des marques de vagues. Les mécanismes précis mis en jeu dans leur formation ne sont pas clairs, mais elle aurait pu être causées par un influx massif d'ions, ce qui pourrait se produire sous l'effet de l'érosion rapide associée à l'effet de serre extrême suivant une période boule de neige. Dans ces conditions, l'eau résultant de la fonte des glaces dissoudrait les grandes quantités de CO₂ atmosphérique pour former de l'acide carbonique, et donc des pluies acides. Cela éroderait les silicates et les carbonates exposés (en particulier les débris transportés par les glaciers), libérant de grandes quantités de calcium, qui viendraient se précipiter sous forme de carbonates abiotiques ; la signature isotopique $\delta^{13}\text{C}$ de ces carbonates vaut -5 ‰ ; cette faible valeur témoigne d'habitude de l'absence de vie, la photosynthèse l'augmentant en général.

La glaciation ordovicienne (plancher glaciaire au Sahara, tillites associées sur la marge nord de Gondwana par exemple sur les coupes de Bretagne) : selon une étude publiée en 2008, il y aurait une relation forte entre biodiversité marine et changement climatique, et l'explosion de la biomasse et de la biodiversité marine, dont la trace a été conservée par les fossiles datant d'il y a 460 millions d'années, a coïncidé avec un refroidissement global à la fin duquel le nombre de genres et de familles d'êtres vivants avait triplé ou quadruplé par rapport à l'époque précédente. Cette corrélation a été établie via la mesure des variations du rapport de deux isotopes de l'oxygène dans certains minéraux conservés dans les squelettes de conodontes de ces époques. Le ratio entre les isotopes de l'oxygène étant indicateur de la température de l'eau de mer dans laquelle vivaient ces animaux. Il y a plus de 490 millions d'années, avant l'Ordovicien, l'atmosphère terrestre était plus riche en CO₂, ce qui la maintenait dans un état plus chaud (par effet de serre induit par ce gaz). La température des océans atteignait alors 45 °C, température peu favorable à un taux élevé d'oxygène dissous. La biodiversité a contribué, via la photosynthèse et la production de « puits de carbone » à pomper et fixer le CO₂ atmosphérique. Il y a environ 460 millions d'années, les mers se sont lentement refroidies, et ce refroidissement progressif a été contemporain d'une explosion de la biodiversité. Il semble que la biodiversité ait favorisé un refroidissement, et que ce refroidissement ait favorisé le développement de cette biodiversité. L'apparition des récifs coralliens a notamment joué un rôle important. Ce scénario a été complété par le fait que l'altération des roches, engendrée par les Végétaux colonisant les continents, induit lui aussi une réaction chimique consommatrice de CO₂. La teneur en gaz carbonique aurait ainsi diminué de moitié, provoquant une baisse de température globale de 5 °C et donc une glaciation il y a 460 Ma. Le développement des plantes terrestres aurait donc contribué à la disparition de nombreuses plantes marines. Le délitement continu des roches amène des quantités importantes de phosphore et de fer dans les océans, ce qui favorise le développement du phytoplancton et crée ainsi un gros puits de carbone marin. Ceci induit une autre période de glaciation environ 15 Ma plus tard. (un article récent à ce sujet : <http://www.insu.cnrs.fr/terre-solide/terre-et-vie/la-glaciation-ordovicienne-comparable-a-la-glaciation-du-quaternaire-actue>)

- b. Témoins de périodes de greenhouse : les exemples du Carbonifère moyen, du Crétacé supérieur ou de la limite Paléocène – Eocène.

L'événement PETM (maximum thermique du Paléocène Eocène) présenté par le document 2 du sujet

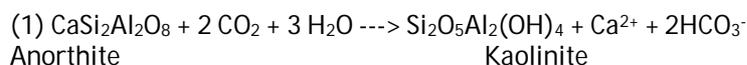
Le passage du Paléocène à l'Eocène, il y a 56 millions d'années, a été marqué par la plus rapide et importante perturbation climatique du Cénozoïque. Un événement hyperthermique soudain a provoqué le réchauffement de la planète, conduisant au maximum thermique du Paléocène-Eocène (Paleocene-Eocene Thermal Maximum, ou PETM), connu aussi sous le nom de maximum thermique de l'Eocène 1 (Eocene Thermal Maximum 1, ou ETM1). Cet événement est associé à des changements dans les circulations océanique et atmosphérique, à l'extinction de nombreux foraminifères benthiques, et à l'important renouvellement de la faune de mammifères terrestres qui coïncida avec l'émergence de bon nombre des principaux ordres de mammifères actuels. L'événement a vu les températures mondiales augmenter d'environ 6 °C sur seulement 20 000 ans, avec une hausse correspondante du niveau des mers en même temps que l'ensemble des océans se réchauffaient. Les concentrations atmosphériques de dioxyde de carbone (CO₂) ont augmenté, entraînant une élévation de la lysocline. L'anoxie de

certaines eaux profondes peut avoir joué un rôle dans les extinctions marines. L'événement est lié à une diminution de l'isotope $\delta^{13}\text{C}$, qui se déroula sur deux périodes courtes (environ 1 000 ans). Celle-ci est sans doute la conséquence du dégazage des clathrates (dépôts de « glace de méthane »), qui a accentué une tendance préexistante au réchauffement. La libération de ces clathrates, et, finalement, le PETM lui-même, peuvent avoir été déclenchés par une série de causes. Une quantité de carbone à peu près aussi grande que les gisements actuels de charbon, de pétrole et de gaz naturel pénétra dans l'atmosphère terrestre lors du PETM. Déjà chaude, la Terre se réchauffa en moyenne d'environ 5 °C, puis mit plus de 150 000 ans pour absorber l'excès de carbone et se refroidir.

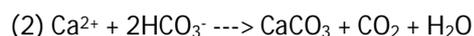
Le Crétacé correspond à une période greenhouse de l'histoire de la Terre, il est probable qu'aucune calotte polaire permanente n'était établie aux pôles à cette époque. La température élevée du climat est attestée par la large répartition du faciès Urgonien (Crétacé Inférieur) dans le Sud Est de la France. Ce faciès de récif tropical à Rudistes et Orbitolines est caractéristique d'un climat trop chaud pour voir le développement de récifs à Coraux. Pendant le Crétacé Supérieur, le climat reste chaud dans le Sud-Est de la France comme en attestent les dépôts de bauxite anciennement exploités (Le Thoronet, Carlenas). Aux hautes latitudes, dans l'île de Seymour (Antarctique), dont la latitude de 65° S n'a quasiment pas varié depuis le Crétacé, on recueille dans les tourbières préservées des pollens caractéristiques d'une forêt décidue (Nanofagus, Ericacées...). La température élevée du climat n'était donc pas une particularité tropicale. Les reconstitutions latitudinales du climat montrent des températures plus élevées qu'actuellement, mais surtout un gradient de température pôles-équateur plus faible qu'actuellement. Ce climat chaud est dû au fort taux d'expansion océanique de l'époque qui implique de forts rejets de CO_2 par les volcans, à l'absence de chaîne de montagne d'échelle continentale qui limite la 'consommation' du CO_2 atmosphérique (voir IIIC), voire à la couverture végétale généralisée qui diminue l'albédo et augmente la présence de vapeur d'eau dans l'atmosphère par évapotranspiration.

C. La sédimentation, facteur de contrôle du climat

Les causes de ces variations climatiques sur le long terme n'étaient pas attendues des candidats. Cependant le document 2 du sujet permettait aux candidats de montrer que le climat global de la Terre résultait d'une combinaison de conditions géodynamiques (tectonique des plaques), et de processus relevant du cycle du Carbone, impact du volcanisme et de l'évolution de la biodiversité bien sûr mais également de nombreux processus relevant des systèmes sédimentaires : impact de l'altération des silicates sur la pression partielle de CO_2 dans l'atmosphère (exemple de l'impact de la croissance de la chaîne himalayenne sur le climat du Tertiaire) , piégeage de CO_2 atmosphérique sous forme de charbons (ex du Carbonifère) ou de carbonates (exemple du Crétacé). Le rappel des équations d'hydrolyse des silicates calciques et de la précipitation des carbonates facilite la compréhension de ces phénomènes. Lors de l'érosion de silicates calciques, les eaux chargées de CO_2 atmosphérique altèrent les silicates calciques selon l'équation :



Les produits de la réaction sont transportés par les fleuves jusqu'aux océans, saturés en calcite, où se produit donc la réaction :



La comparaison entre les équations (1) et (2) montre le prélèvement d'une mole de CO_2 pour l'altération d'une mole de silicate calcique, diminuant ainsi l'effet de serre. Les périodes d'orogénèse (alpine ou hercynienne) de même que les périodes d'altération augmentée (glaciation Ordovicienne liée à la colonisation des continents par les Végétaux, qui accélèrent l'altération) sont donc des périodes froides icehouse dans l'histoire de la Terre. Ainsi la sédimentation influence elle-même les variations climatiques long terme de la Terre.

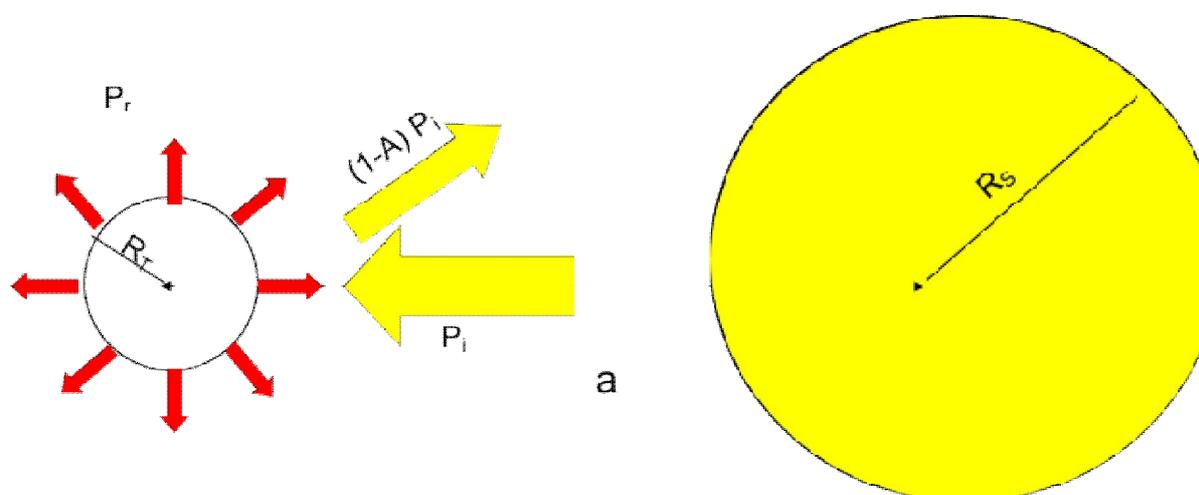
Conclusion

Nous avons donc pu voir en quoi le signal sédimentaire est un bon enregistrement des conditions climatiques régionales à la surface de la terre et de leurs variabilités temporelles à différentes échelles de temps. Les amplitudes et les cyclicités temporelles de ces variations climatiques sont caractéristiques des paramètres de contrôle du climat à la surface de la Terre. La compréhension des climats anciens est indispensable pour mieux en prédire les possibles variations futures y compris sous l'impact anthropique. Certaines études ont d'ores et déjà démontré une première signature sédimentaire de l'Anthropocène. Enfin il a été rappelé que les processus sédimentaires eux-mêmes pouvaient avoir un impact climatique et que donc le signal sédimentaire démontrait la forte imbrication des processus externes et internes sur le contrôle du climat à la surface de la Terre.

Annexe

Calcul de la température théorique moyenne de la Terre sans atmosphère contenant des gaz à effet de serre

Ce calcul est explicité dans la figure ci-dessous :



$$P_i = 4\pi R_S^2 \times \sigma T_S^4 (1-A) \pi R_T^2 / 4\pi a^2$$

$$= R_S^2 \times \sigma T_S^4 (1-A) \pi R_T^2 / a^2$$

$$P_r = 4\pi R_T^2 \sigma T_m^4 \text{ (loi Stefan-Boltzmann)}$$

$$\text{Si } P_i = P_r, \text{ alors } T_m = (T_S^4 \times R_S^2 (1-A) / 4a^2)^{1/4}$$

Figure : Calcul théorique de la température terrestre sans atmosphère (l'effet des nuages sur l'albédo est toutefois pris en compte). Ce type de calcul est dépendant de l'hypothèse de l'équilibre radiatif Puissance incidente P_i = Puissance réémise P_r

La température de surface du soleil est estimée à 5780 °K d'après la loi de Wien ($T = 2,9 \cdot 10^{-3} / \lambda_m$ avec T la température en degrés Kelvin et λ_m la longueur d'onde du rayonnement d'intensité maximale en mètres). La loi du corps noir permet de calculer l'émissivité de la surface solaire, soit la puissance rayonnante émise par unité de surface solaire :

Emissivité = $\sigma T_S^4 = 62,045 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ avec σ la constante de Stefan-Boltzmann ($5,56 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$) et T_S la température de surface du soleil.

Le soleil émet donc une puissance totale de $3,78 \cdot 10^{26}$ W (émissivité multipliée par la surface solaire). Cette puissance se répartit de manière uniforme dans l'espace. Une surface d'un mètre carré, un disque par exemple, disposé perpendiculairement au soleil, sur l'orbite terrestre (la distance moyenne Terre-soleil est de $1,496 \cdot 10^{11}$ m) reçoit donc du soleil une puissance de 1368 W (puissance totale émise par le soleil, divisée par la surface d'une sphère ayant pour centre le soleil et pour rayon la distance Terre-soleil).

La Terre étant assimilable à une sphère, elle reçoit du soleil une puissance par mètre carré égale à 342 W, comme la surface d'une sphère est quatre fois supérieure à celle d'un disque de même rayon. Cette quantité de $342 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ est appelée constante solaire S, elle définit la puissance moyenne (moyenne jour-nuit, pôles-équateur, été-hiver) reçue par un mètre carré de la surface terrestre. Toute cette puissance incidente n'est pas efficace pour chauffer la Terre, une partie, mesurée par l'albédo A est directement réfléchi vers l'espace.

Connaissant cette puissance moyenne et l'albédo terrestre (0,31), nous pouvons calculer la température théorique de la Terre d'après la loi de Stefan-Boltzmann, en faisant l'hypothèse que la Terre est à l'équilibre thermique.

Puissance incidente $P_i = \sigma T_s^4 \times R_s^2 / a^2 \times (1-A) \pi R_T^2$ avec a la distance Terre-soleil
 Puissance réémise $P_r = 4\pi R_T^2 \times \sigma T_m^4$ avec T_m la température moyenne terrestre

Nous avons donc $T_m = (T_s^4 \times R_s^2 \times (1-A) / 4a^2)^{1/4}$ soit $T_m = 255 \text{ K}$.

Avec T_s la température de surface du soleil (°K) ;
 T_m la température moyenne de la surface terrestre (°K) ;
 R_s le rayon du soleil (m) ;
 R_T le rayon de la Terre (m) ;
 σ la constante de Stefan-Boltzmann ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$)

Cette température, égale à -18 °C , ne correspond pas à la température moyenne mesurée à la surface terrestre, la présence d'une atmosphère contenant des gaz à effet de serre doit être prise en compte.

3. Les commentaires relatifs au sujet

a. Remarques générales

- ***Le temps est mal géré***

La gestion du temps semble un problème majeur pour tous les candidats, y compris ceux qui ont su construire une argumentation efficace et centrée sur le sujet. Si certains candidats ont su réaliser des synthèses rigoureuses et étoffées, nombre d'autres ne savent pas gérer une épreuve de synthèse, ce qui se traduit par de très nombreuses copies inachevées, sans conclusion, se terminant par un simple plan ou par une succession de schémas sans commentaires.

- ***Le sujet est mal cerné***

Les membres du jury sont étonnés de l'absence presque générale du traitement des facteurs expliquant la température moyenne terrestre ainsi que des facteurs expliquant la répartition actuelle des climats. Le terme climat a rarement été défini, et plus encore rarement été illustré par des exemples concrets.

Malgré le caractère large et diversifié des notions pouvant être abordées, certains candidats ont traité de nombreuses parties n'entrant pas clairement dans le sujet : par exemple, le contexte géodynamique de la formation des bassins sédimentaires, les conditions de la diagénèse (hormis pour les charbons) et le mode de transport des sédiments (hormis pour la récurrence des crues dans les cyclothèmes houillers) ne faisaient pas partie des attendus.

Beaucoup de candidats ont passé l'essentiel de leur temps à décrire les processus sédimentaires sans les relier aux paramètres climatiques, qui n'ont d'ailleurs été que rarement définis, ni dans l'introduction, ni ailleurs.

On ne peut que conseiller encore aux candidats de formuler avec leurs propres mots, la problématique qu'ils pensent voir découler du sujet et de s'efforcer de choisir et de justifier un fil directeur servant à la construction de leur exposé.

- **La construction de l'exposé manque souvent précisément de ce fil directeur logique**

Cette remarque a déjà faite l'an dernier aussi, mais le défaut est peut-être encore plus marqué cette année. De nombreuses copies ont présenté des connaissances correctes, notamment sur les processus de contrôle des circulations des enveloppes fluides, mais ils ont ensuite enchaîné sur la présentation des processus sédimentaires, sans jamais mettre ces connaissances en relation avec le sujet. C'est pourtant une aptitude essentielle pour un futur enseignant qui sera amené à construire des séquences en rapport avec des items précis d'un programme.

De très nombreuses copies proposent des plans sur une feuille à part, c'est une perte de temps inutile. Rares sont les plans suffisamment explicites mettant en relation sédimentation et climat. Les plans sont souvent très sommaires et sans aucune logique, les transitions entre parties n'étant pas proposées.

Exemple de plan proposé par un candidat, associant clairement sédimentation et climat :

I. Les sédiments : témoins d'un climat donné
 A. Le climat : une conséquence de l'énergie solaire
 B. Influence du climat sur la nature des sédiments
 II. Les sédiments : témoins du climat passé et de l'évolution de ce dernier
 A. Sédiments et paléoclimats
 B. Modifications des mouvements des enveloppes et chronologie climatique

- **Manque de rigueur dans l'expression et les raisonnements**

Le climat est le plus souvent réduit à des variations thermiques, sans qu'il soit même fait mention des saisons. Variations de pression et variations de température sont parfois confondues, de même qu'élément (O) et composé (O₂).

Il n'est pas possible de comprendre les processus géologiques (et biologiques) sans un minimum de connaissances de Physique et de Chimie.

- **Difficulté à centrer une argumentation sur un objectif**

Beaucoup de candidats ne peuvent pas expliquer un processus précis (par exemple le fractionnement isotopique associé au cycle de l'eau) sans reprendre l'ensemble des explications qui leur ont été données dans leurs cours. Ce défaut entraîne des dérives logiques et constitue une des causes de la mauvaise gestion du temps. Là encore, l'aptitude à centrer son raisonnement sur un objectif précis est une qualité essentielle pour un futur enseignant.

- **Utilisation insuffisante des schémas pour soutenir les explications**

Les illustrations sont des supports qui favorisent la compréhension de son travail. Elles doivent être soignées, amplifiées et accompagnées d'un commentaire pour permettre une bonne lecture de l'illustration. Or la qualité des schémas laisse généralement à désirer, les échelles n'étant pas toujours indiquées, les valeurs quantitatives, les qualités démonstratives manquant la plupart du temps. Les candidats gagneraient à s'entraîner spécifiquement à articuler texte et schémas. C'est aussi une qualité importante d'un exposé scientifique.

- **Utilisation non pertinente des documents**

Elle a été très variable, allant de l'absence totale de prise en considération à une lecture très détaillée (qui constituait alors souvent le seul contenu du devoir). Les bonnes copies ont su se servir intelligemment de ces informations.

- **Rédaction approximative de la composition**

Si les copies avec une orthographe, une grammaire et une syntaxe rédhibitoires sont rares, de nombreuses copies ont une rédaction approximative, souvent en style télégraphique et avec de nombreuses fautes.

b. Remarques relatives aux différents blocs

Introduction

Elle est souvent très vague ou correspond à une simple paraphrase du sujet. Rarement la définition des mots clés du sujet (climat et sédiments) est présentée. Une problématique est souvent proposée mais rarement sur les deux aspects du sujet.

L'exemple suivant propose une accroche pertinente, un essai de définition, la formulation d'une problématique et une présentation (plutôt qu'une justification qu'il convenait de préférer) de la logique utilisée pour répondre.

Actuellement nous assistons au réchauffement de la planète. Même si tout au long de son histoire, la Terre a subi des événements de réchauffement climatiques majeurs, ce qui se passe aujourd'hui est d'origine anthropique. C'est pour cela que la communauté internationale discute et prend des décisions lors de grandes conventions telle que la COP21 qui a eu lieu en décembre 2015.

Le climat est ^{défini par} les conditions de températures et de précipitations dans une zone géographique donnée. Il varie en fonction de la latitude et de l'altitude. Il conditionne la formation des sédiments qui sont des roches exogènes. C'est à dire qui se sont formés à la surface de la Terre.

Comment les sédiments préservés en domaine continental et marin révèlent des conditions climatiques ?
En quoi permettent-ils de caractériser leur variation au cours du temps ?
Et quels processus contrôlent les circulations océaniques et atmosphériques permettant la dynamique du climat ?

Pour répondre à ces différentes problématiques, nous allons d'abord mentionner l'origine des sédiments qui est corrélée avec les conditions climatiques. Ensuite nous allons montrer le bassin sédimentaire (milieu de dépôt des sédiments) témoin

des variations climatiques au cours du temps.
Et pour finir nous montrerons les processus qui contrôlent les grandes circulations et qui influence la dynamique du climat.

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

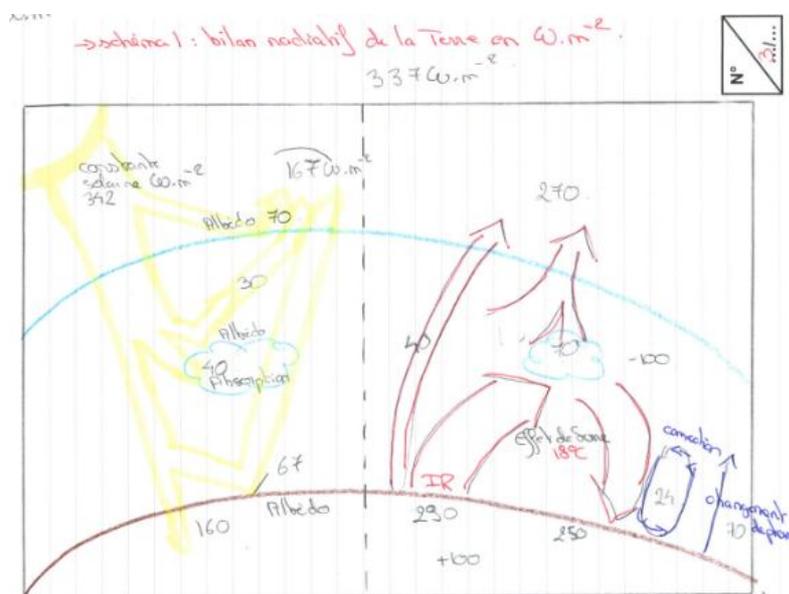
N° 

Bloc 1 : Dynamique climatique et circulations des enveloppes fluides

- A. L'activité solaire, l'orbite terrestre, l'albédo et la composition de l'atmosphère contrôlent la température

L'ensemble des paramètres contrôlant la température est rarement présent. Si l'effet de serre est mentionné il est rarement associé à la température moyenne terrestre. Le bilan thermique est rarement présenté.

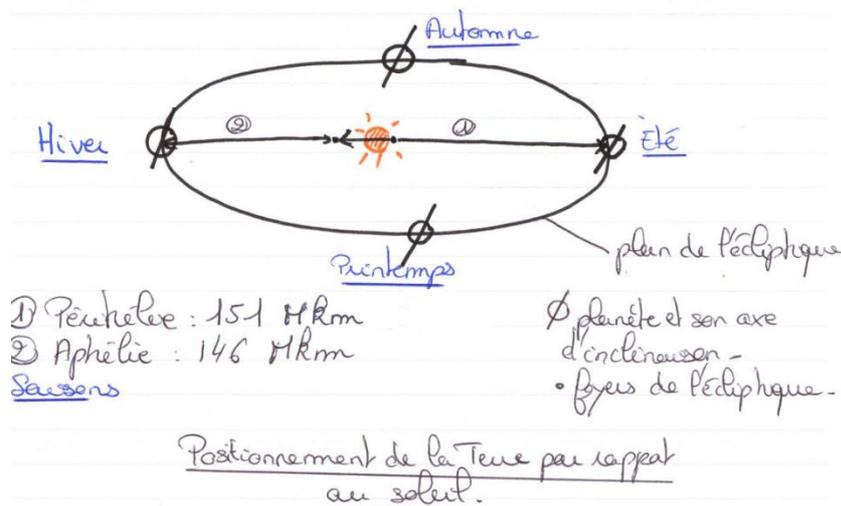
Exemple d'un bilan thermique proposé :



B. La rotondité de la Terre et les paramètres de l'orbite terrestre contrôlent l'inégale répartition spatiale et temporelle du rayonnement solaire

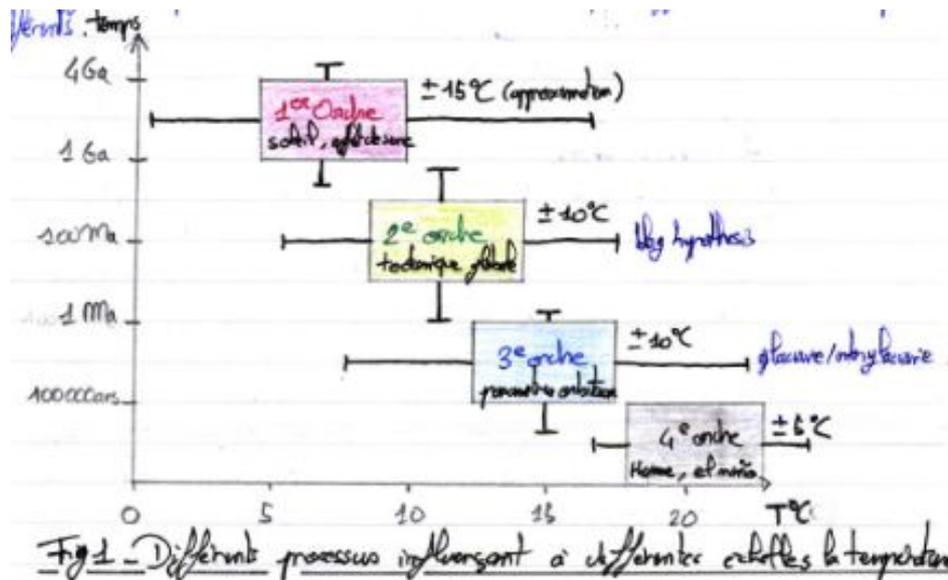
Le lien entre latitude et insolation a quasiment toujours été présenté et généralement avec un schéma à l'appui. Par contre le lien entre latitude et saisonnalité a été très rarement proposé.

Exemple de schéma rencontré :



Les paramètres de Milankovitch ont souvent été cités mais rares sont les copies qui les ont utilisés dans les variations climatiques.

Certaines copies ont relié les variations de températures aux contrôles de différents ordres, en voici un exemple illustré :

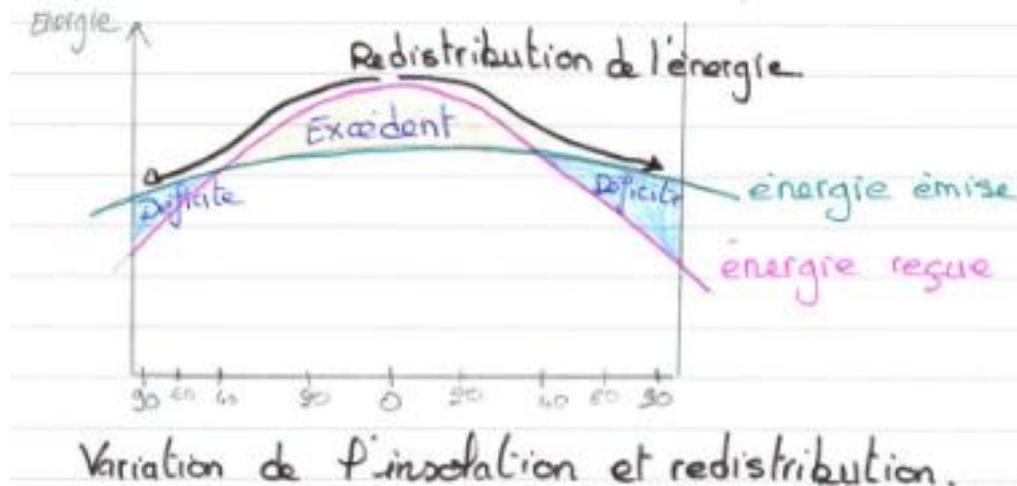


- C. Les enveloppes fluides de la Terre sont mises en mouvement et transfèrent de la chaleur sous l'effet de l'inégale répartition de l'énergie solaire

Le bilan thermique de la terre variant selon les latitudes est très souvent proposé avec, plus rarement, un schéma qualitatif expliquant le besoin d'un processus d'équilibrage par les circulations atmosphériques et océaniques.

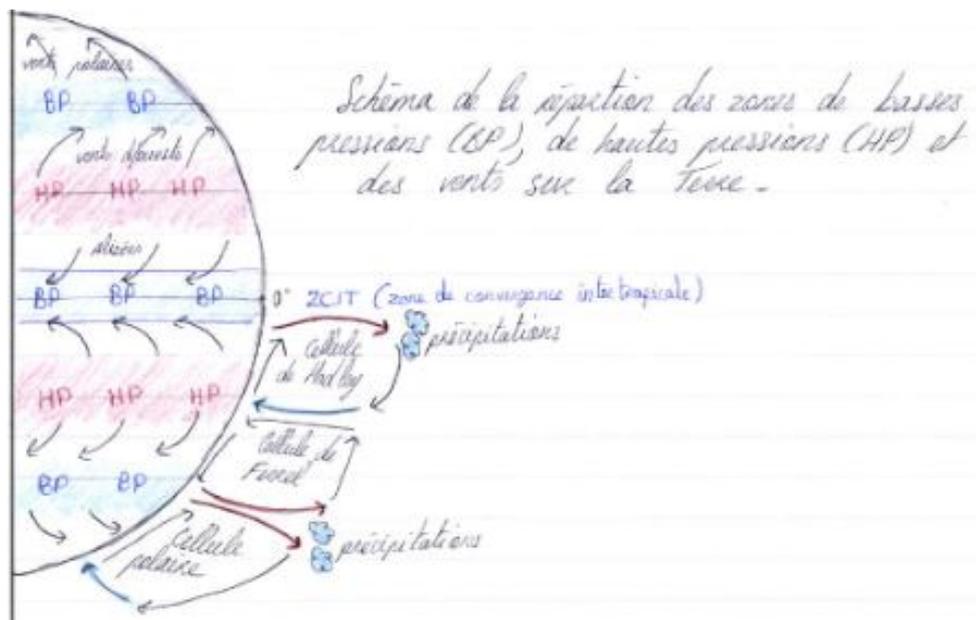
Par contre les arguments mettant en évidence cette distribution différentielle n'ont jamais été cités.

Exemple de schéma rencontré :



C.1) Les Circulations atmosphériques

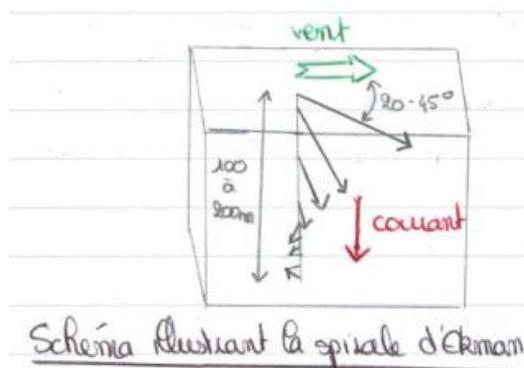
Les mécanismes de formation des cellules de convection sont souvent proposés, mais pas toujours la mise en relation avec les différences de pression. L'existence de 3 cellules due à la force de Coriolis est souvent présentée. Le schéma quasi complet en 3D avec cellules, pressions et vents est assez fréquent, voici un exemple de schéma proposé ci dessous. La notion d'anticyclone et de dépression est souvent citée par contre les circulations géostrophiques rarement expliquées.

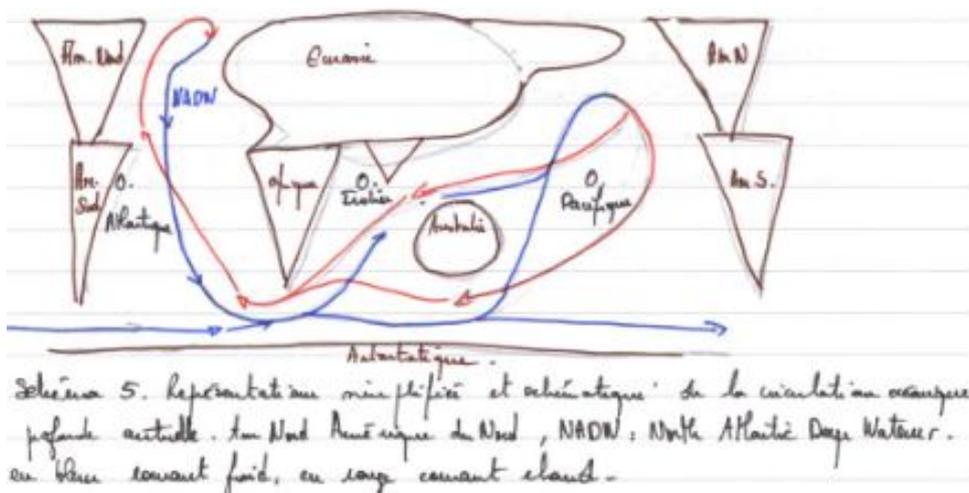


C.2) Les Circulations océaniques

Les circulations de surface et la tranche d'eau mobilisée et la spirale d'Ekman sont souvent correctement expliqués par contre beaucoup d'erreurs et de contradiction sur les gyres océaniques et les phénomènes de upwelling et downwelling. La circulation profonde thermo haline est souvent proposée, son explication aussi ainsi que le trajet global à l'échelle de la planète. L'effet tampon et la capacité calorifique des masses d'eau sont souvent évoqués à propos du Gulf Stream dont l'orthographe est souvent fantaisiste.

Exemple de schémas proposés :

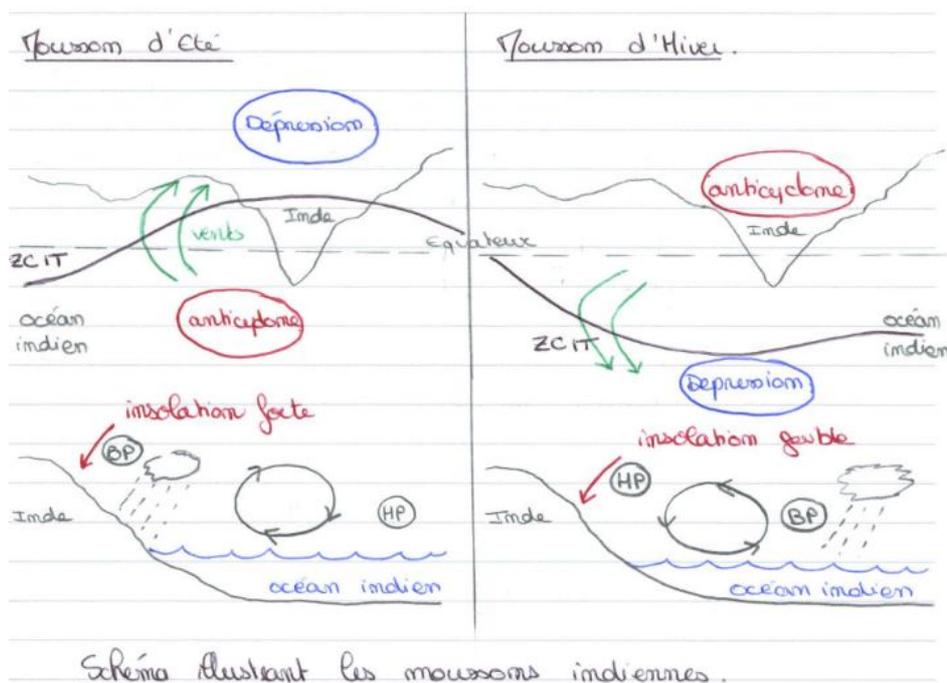




C.3) Couplage entre les circulations atmosphériques et océaniques

El Niño ou mousson sont souvent cités, les explications sont, par contre, souvent confuses et contradictoires.

Exemple de schéma proposé :



D) La répartition des climats actuels est sous la dépendance de la circulation des enveloppes fluides, répartition des masses continentales et des reliefs.

Paradoxalement la définition d'un climat terrestre est très rarement donnée, il faut chercher dans les différents paragraphes de la copie pour retrouver ces paramètres traités mais non associés directement à la notion de climat, pourtant centrale dans le sujet. Les notions de climat zonal et azonal sont rarement présentées.

BLOC Les sédiments marins et continentaux témoins des paramètres climatiques et de leurs variations actuelles et passées

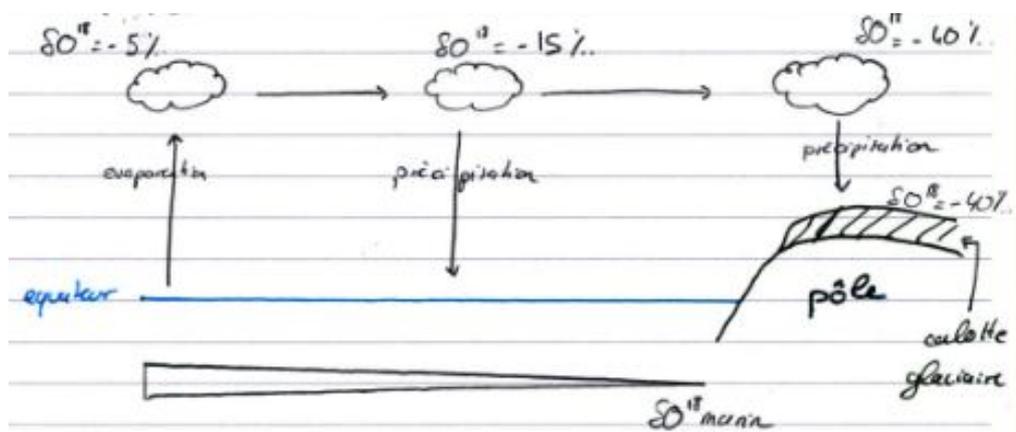
C'est la partie la moins bien traitée dans les copies. La notion de faciès sédimentaire et celle d'actualisme sont rarement présentes ou au mieux simplement cités.

A) Les témoins sédimentaires des paléotempératures

La sédimentation glaciaire est souvent évoquée mais rarement développée et illustrée. La variabilité du contenu paléontologique (faune carbonatée) en domaine marin est souvent citée mais sans exemple précis et sans réel lien avec les températures. Les notions de chlorozoan (photozoan) et foramol (hétérozoan) n'ont jamais été proposées.

La CCD est abordée en relation avec l'analyse du document 1 mais sa définition est souvent fautive (souvent confondue avec l'épaisseur des dépôts de carbonates). L'impact de la température et le lien avec la circulation thermohaline sont rarement présentés. Les indices paléobotaniques sont souvent cités en domaine continental mais rares sont les exemples bien développés. Les indices géochimiques sont cités en relation avec le document 2 mais le principe de la mesure du $\delta^{18}O$ dans les coquilles et les informations déduites de ces mesures sont souvent erronées. Les autres outils géochimiques ne sont jamais cités.

Exemple de schéma proposé :



B) Les témoins sédimentaires des paléoprécipitations

Les argiles et l'hydrolyse sont souvent évoquées, les réactions de l'hydrolyse développées (diagramme de Pedro) avec les différents cortèges argileux. Les évaporites sont citées de manière globale sans exemple, le processus de précipitation en relation avec les produits de solubilité est rarement proposé et souvent associé à la température et non à l'aridité. Les charbons sont évoqués mais jamais clairement expliqués, le paramètre climatique mis en avant est alors erronément la température.

C) Les témoins sédimentaires des paléorégimes de pression

La paléodirection des vents par houles ou dunes a été proposée par de nombreuses copies, souvent sans lien avec le climat.

D) Les témoins sédimentaires de la saisonnalité des climats

L'évocation des saisons a été proposée à partir de l'exemple des varves.

E) Les témoins sédimentaires des paléocirculations océaniques, signatures indirectes des paléoclimats

La relation contourite / paléocirculation est évoquée lors de l'analyse du document 3, le lien avec le climat est rarement proposé.

BLOC Les variations récentes et passées du climat enregistrées par le signal sédimentaire

Cette partie est souvent absente des copies.

A) Les variations haute fréquence

Les variabilités haute fréquence sont rarement évoquées et jamais argumentées. La notion de glacioeustatisme est citée et souvent argumentée à l'aide de schémas assez théoriques et souvent grotesques de « limace de Vail », des exemples précis au niveau de marges ou dans des bassins sédimentaires (cf. bassin Vocontien) les échelles de temps et la mise en relation avec les paramètres orbitaux sont rarement proposées.

B) Les témoins sédimentaires des périodes de greenhouse / icehouse

L'évocation des variations long terme est souvent présente en relation avec le document 2. Les notions de greenhouse et icehouse sont parfois citées. Mais rares sont les exemples de périodes « greenhouse » et « icehouse » argumentés de manière précise.

Conclusion

Comme l'introduction elle est souvent partielle. Rares sont les bilans précis répondant à la problématique du sujet. Des ouvertures sont souvent proposées, rarement sur les programmes, mais sur des problématiques sociétales, scientifiques (autres planètes), vers le développement durable, les climats du futur ou autre. Dans de nombreuses copies la conclusion reprend des points déjà abordés en introduction.

Conclusion

Nous avons donc pu voir que le processus majeur influençant le climat terrestre est le rayonnement solaire qui, par ce que la Terre est sphérique, est réparti inégalement sur le globe ce qui engendre les mouvements atmosphériques et océaniques ce qui permet d'homogénéiser un peu le climat. Sinon nous aurions des pôles aux températures plus basses et un équateur aux températures bien supérieures. Il y a ensuite des couplage atmosphère-océans. Mais le climat n'est pas stable depuis la formation de la Terre car justement l'atmosphère a évolué et les océans ont changés de visage ce qui a profondément influencé le climat.

Pour connaître ces variations climatiques nous nous sommes aujourd'hui penché sur les sédiments qui sont des marqueurs plus ou moins précis en terme d'indicateurs climatiques et de datation. Nous avons vu qu'en milieu continental l'extension des glaciers est le facteur le plus regardé et facile à voir. Plus les glaciers sont étendus plus la période est froide. En milieu marin ce sont les organismes qui vont laisser le plus d'indication climatique, les foraminifères. Mais en marge des océans ce sont les variations de la ligne de rivage qui donneront de bonnes indications sur les transgressions et régressions.

Nous aurions pu aussi approfondir sur les méthodes de stratigraphie qui permettent d'étudier les sédiments.

Nous pourrions alors maintenant voir si grâce aux indications précieuses des sédiments (nous pouvons) sur les climats passés nous pouvons anticiper les variations futures du climat. Nous savons déjà que le réchauffement qui arrive peut être comparé à des périodes de réchauffement antérieures de la 4°C.

Epreuves d'admissibilité – exploitation d'un dossier documentaire – durée 4 heures

Corrections et remarques concernant l'exploitation du dossier documentaire

Classer les êtres vivants : des classifications en classe à l'histoire des classifications

Ce sujet relevait d'une des huit thématiques du programme du CAPES pour la session 2016, « la classification phylogénétique du vivant » mais partiellement également, celle relative à l'écosystème forestier. Au-delà, ce sujet est très présent dans les programmes d'enseignement, depuis la classe de sixième jusqu'au lycée. La maîtrise de cette thématique est donc essentielle pour toute personne ayant l'ambition de faire carrière comme professeur de SVT.

Par « maîtrise », le jury entend la capacité à dominer les aspects scientifiques les plus fondamentaux (définition des notions clés, élaboration de classification, construction d'arbres, etc.) et le recul nécessaire à la compréhension des limites des différentes méthodes à l'œuvre. Cela inclut également l'aptitude des candidats à proposer des activités concrètes et pertinentes dans un contexte d'enseignement, et la capacité de mettre ces connaissances en perspective (des notions d'histoire des sciences étaient donc attendues). Le sujet a été construit dans le but de mesurer ces différents degrés de maîtrise.

Le sujet comportait trois parties : *Culture naturaliste et classification par groupes emboîtés à partir d'échantillons d'organismes de sol forestier* (partie 1) ; *réalisation d'arbres phylogénétiques par différentes méthodes* (partie 2) ; *les classifications, histoire et obstacles à la compréhension* (partie 3). La première partie était dévolue aux connaissances à maîtriser dans le cadre d'un enseignement au collège. Il s'agissait pour le candidat de reproduire certaines étapes de la démarche qui fondera sa pratique pédagogique, notamment en classe de 6^e : reconnaissance d'organismes (ici ceux du sol forestier), étude de leurs attributs, réalisation d'une classification emboîtée à l'aide de ces attributs. La deuxième partie avait pour objectif de tester les compétences du candidat en rapport avec les exigences de l'enseignement en lycée, où la construction d'arbres devient prépondérante. La vocation de la dernière partie était de mesurer le recul et l'esprit critique du candidat face aux nombreux biais qui viennent nourrir les représentations communes à propos de la classification du vivant. L'histoire des sciences était ici vue comme un outil permettant de mettre en évidence les obstacles propres à la conceptualisation correcte des procédures modernes de classification phylogénétique.

Pour ce qui concerne enfin les questions à visée plus directement didactique, le jury a souhaité autant que possible ne pas les regrouper dans une partie distincte mais au contraire introduire cette réflexion pédagogique tout au long du sujet. Ceci afin de souligner que dans la pratique, un enseignant doit prendre en compte simultanément les aspects scientifiques et pédagogiques. D'autre part, le jury a estimé qu'une telle manière de faire permettait d'éviter que les candidats s'en tiennent à un discours pédagogique formaté et général : il leur était demandé une réflexion circonscrite portant sur des cas concrets (c'est pourquoi aucune terminologie didactique n'était attendue).

Corrections et remarques concernant l'exploitation du dossier documentaire

1. Remarques générales concernant les réponses des candidats

Les réponses des candidats ont fait apparaître quelques constats relativement généraux. Pour ce qui concerne les insuffisances et les aspects à améliorer, le jury tient à souligner particulièrement les points suivants :

- La culture naturaliste d'une grande majorité de candidats est insuffisante, voire inexistante. Il est rappelé qu'une part prépondérante de l'enseignement des SVT au collège mobilise une approche naturaliste. Il est donc fondamental que les candidats aient à cœur de s'approprier ce type de connaissance durant leurs études universitaires.
- Les bases conceptuelles de la classification phylogénétique ne sont pas suffisamment maîtrisées. Par exemple, beaucoup de candidats ne comprennent pas la différence entre cladistique et phénétique, méthodes pourtant clairement identifiées dans les programmes du secondaire. L'appropriation d'une discipline scientifique nécessite d'avoir une connaissance suffisamment précise et rigoureuse des concepts qui la constituent. Sans cela, tout le reste (construction d'arbres, élaboration d'activités, etc.) s'apparente plus à un bricolage qu'à une mise en pratique raisonnée d'authentiques connaissances.
- L'expression écrite demeure d'un niveau nettement insuffisant. La maîtrise de la langue est pourtant fondamentale pour tout candidat ayant vocation à devenir un enseignant, c'est-à-dire une personne capable de transmettre un savoir à l'aide d'un discours (oral et/ou écrit). Cette pratique fautive du français touche tout à la fois l'orthographe, la syntaxe, la conjugaison et la grammaire, tant et si bien que cela donne l'impression qu'un nombre conséquent de candidats n'a qu'une idée très approximative de la nature et de la fonction des mots au sein d'une phrase. Ceci renforce considérablement le manque de rigueur et de précision dans l'exposé des connaissances.
- La lecture des questions posées reste souvent trop superficielle pour permettre de proposer des réponses bien ciblées et donc pertinentes.

2. Libellé et documents supports, corrigé et commentaires spécifiques question par question

Les commentaires sont figurés ci-après en italique.

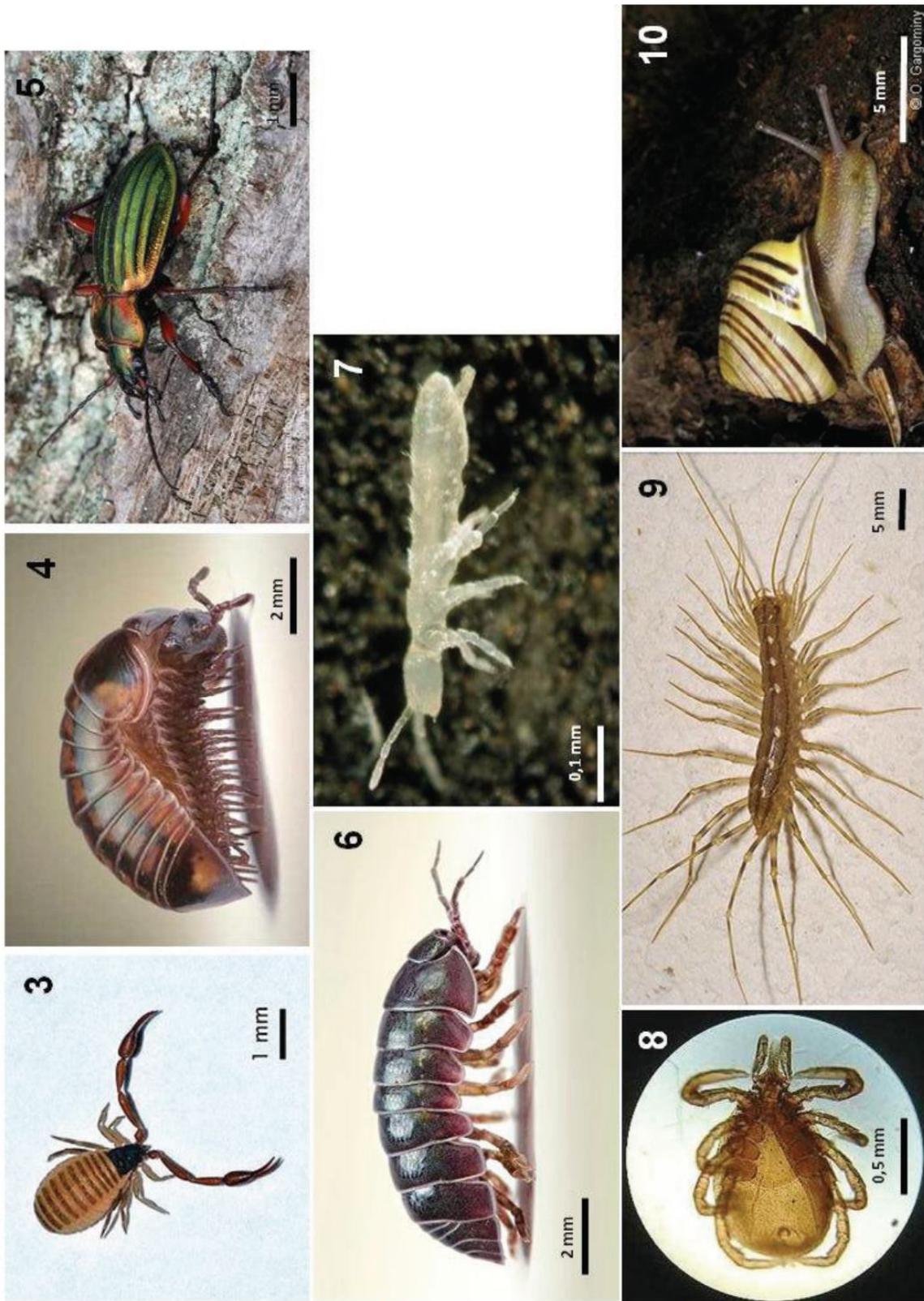
Partie 1 : *Culture naturaliste et classification par groupes emboîtés à partir d'échantillons d'organismes de sol forestier – annexes 1 à 4 – durée approximative : 1 heure*



Sources des illustrations : Echantillon 1: <http://www.devoir-de-philosophie.com/> & <http://insectes-tout-simplement.over-blog.com/page/4> & <http://www.hiltonpond.org/ThisWeek030522.html>. Echantillon 2: http://alexhyde.photoshelter.com/image/I0000_Qfsp_Zcq2E & <https://www.flickr.com/photos/mg-muscapix/3388138790>

Clé de détermination des échantillons 1 et 2. (Clé simplifiée d'après Iorio 2004, Insectes n°133(2) & L. Wilmé, The Field Museum)

- 0A) Présence de pattes modifiées en crochets à venins, ventralement sous la tête – une seule paire de pattes par segment → 4
 0B) Deux paires de pattes par anneau (sauf pour les deux premiers anneaux) → 1
- 1A) Tégument mou et présence de bouquets de soies notamment dans la partie postérieure du corps → **Polyxène**
 1B) Tégument dur et rigide, plus de 11 anneaux et plus de 17 paires de pattes → 2
- 2A) Corps de plus de 22 anneaux → **Iule**
 2B) Corps de moins de 22 anneaux → 3
- 3A) Corps de 12 anneaux avec tergite du second anneau très élargi → **Gloméris**
 3B) Corps de 19 ou 20 anneaux sans yeux ni ocelles → **Polydesme**
- 4A) 15 paires de pattes. Presque toutes les plaques tergaux distinctes dorsalement (17 tergites dont 16 visibles, segment forcipulaire et telson inclus) ; antennes composées de quelques dizaines d'articles → **Lithobie**
 4B) Plaques tergaux très incomplètement distinctes dorsalement (9 tergites apparents, segment forcipulaire et telson compris) → 5
- 5A) Pattes longues et fines, particulièrement les dernières dont les articles apicaux sont divisés en anneaux nombreux ; les antennes sont également très longues et divisées en plusieurs centaines d'articles → **Scutigère**
 5B) Plus de 15 paires de pattes → 6
- 6A) 21 à 23 paires de pattes. Pattes terminales accolées, disposées dans le prolongement du corps → **Scolopendre**
 6B) Plus de 25 paires de pattes. Pattes terminales non accolées, se détachant latéralement du corps. → **Géophile**



Sources des illustrations : 3 : <https://en.wikibooks.org/wiki/Wikijunior:Bugs> ; 4 : <http://bvi.rusf.ru/taksa/s0027/s0027257.htm> ; 5 : <http://www.naturefoto2000.com/cs/fotografie-139> ; 6 : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Armadillidium_vulgare_DSC_9278.Ir3.jpg ; 7 : http://www.cnrs.fr/inee/communication/breves/thomas_tully.htm ; 8 : <http://svtonweb.free.fr/6eme/sol.htm> ; 9 : <http://www.p1prenelle.fr/2008/11/14/jaime-pas-les-bebetes/> ; 10 : http://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/163387

Partie transversale : diversité, parentés et unité des êtres vivants

Objectifs scientifiques

L'objectif au collège est de découvrir et d'utiliser la classification actuellement retenue par les scientifiques, qui traduit l'histoire évolutive, les relations de parenté entre les organismes vivants. Il ne s'agit pas, en classe de sixième, d'aller jusqu'à l'interprétation de cette classification en terme d'évolution. Il s'agit tout au long de l'année :

- d'identifier des organismes vivants en utilisant une clé dichotomique ;
- de les classer selon les critères de la classification actuelle ;
- d'établir leur unité au niveau cellulaire au cours d'observations microscopiques.

Objectifs éducatifs

Cette partie sera l'occasion de sensibiliser l'élève à la nécessité de reconnaître les organismes vivants du milieu proche et de prendre conscience de la biodiversité afin de la prendre en compte dans une perspective de développement durable.

Connaissances	Capacités déclinées dans une situation d'apprentissage	Commentaires
<p>La diversité des espèces est à la base de la biodiversité. Une espèce est un ensemble d'individus qui évoluent conjointement sur le plan héréditaire.</p> <p>Les organismes vivants sont classés en groupes emboîtés définis uniquement à partir des attributs qu'ils possèdent en commun.</p> <p>Ces attributs définis par les scientifiques permettent de situer des organismes vivants dans la classification actuelle.</p> <p>Au niveau microscopique, les organismes vivants sont constitués de cellules.</p> <p>La cellule est l'unité d'organisation des êtres vivants.</p> <p>Certains organismes vivants sont constitués d'une seule cellule, d'autres sont formés d'un nombre souvent très important de cellules.</p> <p>La cellule possède un noyau, une membrane, du cytoplasme.</p>	<p>Observer, recenser et organiser l'information utile afin de déterminer un organisme vivant à partir d'une clé de détermination.</p> <p>Observer, recenser et organiser l'information utile afin de créer des groupes emboîtés dans la classification.</p> <p>Observer, recenser et organiser l'information utile afin de replacer un organisme vivant de l'environnement proche dans la classification actuelle.</p> <p>Effectuer un geste technique en réalisant une préparation microscopique de cellules animales et/ou végétales, et/ou d'un micro-organisme unicellulaire.</p> <p>Faire (en respectant les conventions) un dessin scientifique traduisant les observations réalisées.</p> <p>Situer dans le temps des découvertes scientifiques (évolution des techniques d'observation, des représentations des cellules au cours des temps).</p>	<p>A l'école élémentaire une approche de la classification du vivant a été menée.</p> <p>On se limitera, en classe de sixième, aux organismes vivants rencontrés au cours des activités organisées, sans chercher à être exhaustif. On saisira cependant, durant la scolarité au collège, toute occasion d'identifier et de classer les organismes vivants étudiés.</p> <p>Ne sont pas étudiées les classifications reposant sur une absence de caractères (ex : pas de vertèbres = invertébrés).</p> <p>Ne sont pas attendues la détermination et la mémorisation des critères de la clé dichotomique utilisée.</p> <p>La présentation exhaustive et l'interprétation évolutive de la classification actuelle des êtres vivants ne sont pas au programme.</p> <p>Les constituants de la cellule autres que ceux qui sont cités ne sont pas à connaître.</p>

Annexe 4

Q1-1 - Les deux organismes présentés sur la planche photographique de **l'annexe 1** présentent une tête et une symétrie bilatérale. Trouvez au moins deux autres caractères (visibles sur les photographies) communs à ces deux organismes.

Les caractères communs à ces deux organismes visibles sur la planche photographique sont : pattes articulées, antennes, corps composé d'un grand nombre de segments locomoteurs répétés le long de l'axe antéro-postérieur, griffes.

Seuls les caractères visibles sur les photographies étaient pertinents, ce qui fait que des attributs tels que l'exosquelette (caractérisable seulement à l'aide d'une coupe) ne pouvaient être retenus. Seule une lecture attentive des questions permettait aux candidats d'éviter ce type d'erreur.

Q1-2 - Les caractères (visibles sur les photographies) partagés par ces deux organismes permettent de leur assigner une position systématique commune dans la classification. Indiquez et justifiez cette position systématique.

Ces organismes sont des Bilatériens (plan de symétrie bilatérale), Panarthropodes (griffes), Arthropodes (pattes articulées), Antennates (antennes), Myriapodes (nombre de segments locomoteurs supérieur à 7).

A condition d'être justifiée, l'une quelconque des réponses ci-dessus était acceptée. Le jury constate que beaucoup de candidats ont classé ces deux organismes parmi les Insectes et/ou parmi les Invertébrés ou encore les annélides. Ce manque de culture zoologique est tout à fait regrettable à ce niveau d'étude et au vu des enjeux de l'enseignement des SVT.

Q1-3 - Identifiez les deux échantillons 1 et 2 à l'aide de la clé de détermination fournie en **annexe 2** et inscrivez ces noms dans le tableau de la question 1-5 sur les lignes correspondant aux numéros 1 et 2.

Q1-4 - Utilisez votre culture naturaliste pour identifier les organismes présentés sur la planche photographique de l'**annexe 3**, le plus précisément possible (est attendu le nom vernaculaire ou le nom de genre, mais en aucun cas l'espèce précise). Indiquez les noms dans le tableau de la question 1-5.

Q1-5 - En observant les photographies, complétez la matrice de caractères ci-dessous (la première colonne correspond au numéro de l'échantillon) :

La matrice correctement remplie est la suivante (en vert les cases déjà renseignées dans le sujet) :

N° de l'échantillon	Taxons	Symétrie	Nombre de paires de pattes	Types de pattes	Nombre de segments thoraciques visibles	Nombre de paire (s) de pattes par segment thoracique	Antennes
1	Lule	Bilatérale	N paires	Articulées	N (>38)	2	Oui
2	Lithobie	Bilatérale	15 paires	Articulées	N (15)	1	Oui
3	Pseudoscorpion	Bilatérale	4 paires	Articulées	0	1	Non
4	Gloméris	Bilatérale	N paires	Articulées	10	2	Oui
5	Carabe	Bilatérale	3 paires	Articulées	3	1	Oui
6	Cloporte (cochon de St Antoine)	Bilatérale	7 paires	Articulées	7	1	Oui
7	Collembole	Bilatérale	3 paires	Articulées	3	1	Oui
8	Acarien (Tique)	Bilatérale	4 paires	Articulées	0	1	Non
9	Scutigère (*)	Bilatérale	N paires	Articulées	N (>25)	1	Oui
10	Escargot des haies (escargot)	Bilatérale	Aucune	Non concerné	Aucun	Non concerné	Non

Mis à part l'escargot (cependant parfois déterminé comme un myriapode, en utilisant la clé de détermination fournie !), très peu d'échantillons ont été correctement déterminés, alors qu'il s'agit d'animaux typiques de la faune du sol, qui constitue un aspect important de l'enseignement des SVT en classe de 6^e. En outre beaucoup de candidats ont écrit « Lule » au lieu de « lule » dans la case n°1, indiquant là encore que cet animal caractéristique des litières leur était inconnu auparavant.

Les noms vernaculaires de l'échantillon n°9 étaient tolérés, en revanche, « coléoptère » n'était pas accepté pour le carabe et les termes « Helix » et « petit gris » ne pouvaient être acceptés pour l'escargot des haies. Beaucoup de candidats ont amalgamé dans la catégorie « antennes » les appendices articulés des arthropodes et les tentacules de l'escargot. D'autres ont confondu segments et anneaux.

Si la culture naturaliste moyenne apparaît extrêmement pauvre, de nombreux candidats ont été fort heureusement capables de décrire les échantillons et de remplir très correctement le tableau de caractères, ce qui atteste de vraies aptitudes à l'observation.

Le jury rappelle que la classification à présenter en 6^{ème} doit se rapprocher le plus d'une classification phylogénétique et donc que les états de caractères doivent être homologues : il est donc très surprenant de voir que de trop nombreux candidats ont considéré que les tentacules des escargots étaient homologues des appendices antennaires des arthropodes au point de les appeler par le même nom d'antenne !

Q1-6 - Schématisez une classification emboîtée à partir des états de caractères remplis dans la matrice en expliquant votre méthode de construction. Dans votre schéma les organismes seront identifiés par le numéro d'échantillon.

Deux méthodes sont possibles pour réaliser une classification emboîtée. L'une consiste dans l'agglomération prioritaire des organismes partageant le plus grand nombre de caractères au sein de la collection définie. Cette étape est réitérée avec de moins en moins de caractères partagés. Une telle procédure est dite agglomérative. La seconde consiste à réaliser la procédure inverse : il faut alors partir du caractère partagé par le plus grand nombre d'organismes et définissant le groupe le plus inclusif. On décompose ensuite en sous-groupes sur la base du partage des autres caractères. Cette seconde méthode est appelée approche divisive.

L'une ou l'autre de ces méthodes donne le résultat ci-après.

Lorsque des classifications étaient proposées, elles étaient en général plutôt satisfaisantes mais souvent incomplètes. Le nom des groupes n'était pas attendu, seul le lien entre caractère anatomique et topologie de l'emboîtement était pris en compte dans l'évaluation de la réponse. On regrettera à nouveau que le terme « Insectes » soit apparu de manière irraisonnée dans de nombreuses classifications. Par ailleurs, trop de candidats ont défini certaines boîtes par des caractères d'absence, comme regroupant des organismes ne possédant pas tel ou tel caractère, ce qui est antithétique de la méthode d'emboîtement.

En ce qui concerne la description de la méthode de construction, peu de candidats ont su proposer une méthodologie générale transposable, et se sont souvent contentés de décrire ce qu'ils avaient fait pour ce cas particulier.

Symétrie bilatérale = bilatériens



Pattes articulées = Arthropodes

Antennes = Antennates

< 7 segments thoraciques =
Pancrustacés

7 paires de pattes =
Crustacés

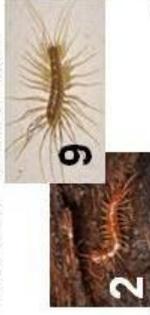


3 paires de pattes =
Hexapode



> 7 segments thoraciques =
myriapodes

1 paire de patte par
segment = chilopodes



2 paires de pattes par
segment = diplopede



Quatre paires de pattes =
chélicérates



Q1-7 - En utilisant le corpus documentaire précédent et éventuellement d'autres supports (que vous préciserez), détaillez une activité que vous pourriez proposer aux élèves d'une classe de 6^{ème} sur le thème de la classification du vivant. Vous préciserez les objectifs visés et les types de production(s) qui peuvent être attendues. La partie du programme de 6ème concernée vous est fournie en **annexe 4**.

L'activité proposée doit être détaillée, concrète et avoir du sens pour un élève de sixième. Elle s'ancre dans le programme de l'annexe 4.

En classe de sixième, il est possible de proposer plusieurs types d'activité en lien avec ce thème lié aux classifications du vivant. On peut imaginer de se baser sur une sortie en milieu forestier où il a été possible de récolter des échantillons à rapporter en classe ou de les prendre en photo. On peut aussi, en prévoyant le matériel suffisant (loupe, lampe de poche, boîtes), proposer un protocole léger de prélèvement (litière de surface, à 5cm et 10 cm de profondeur) ou réaliser la reconnaissance sur le terrain.

Les animaux de la planche de l'annexe 3 et ceux de l'annexe 1 sont faciles à trouver. Une première activité possible est de les identifier à partir d'une clé de détermination dichotomique (celle de l'annexe 2 à simplifier pour des élèves de sixième) en ayant pris soin de bien définir le vocabulaire utilisé pour les caractères.

Il est également possible de leur faire effectuer un dessin d'observation ou des photographies numériques d'un des animaux en y faisant apparaître les annotations pour les caractères visibles. En sixième, il sera nécessaire de les guider en leur donnant les attendus du dessin en matière technique.

En utilisant un système de boîtes gigognes et des étiquettes, il est intéressant de faire raisonner les élèves sur les groupes emboîtés. Cela peut être complété en amont ou en aval de l'utilisation d'un logiciel type « Phyloboîte » qui permet de ranger des échantillons suivant leur taille par exemple, puis les trier (squelette interne/externe) et les classer. Le logiciel Phylogène dans sa version collège, permet aussi de comparer des êtres vivants par leurs caractères et de les classer mais la construction d'arbres n'est pas attendue en sixième.

Les objectifs visés doivent comprendre des objectifs de connaissance et des objectifs méthodologiques (capacités, savoir-faire). Ils sont détaillés dans l'annexe 4. On tiendra compte du lien entre l'activité décrite et les objectifs choisis pour s'assurer qu'il y a cohérence. Les types de productions attendues peuvent être variés mais doivent rester cohérents avec l'activité et les objectifs visés. Un compte -rendu, un dessin d'observation, un herbier (si les exemples sont pris chez les végétaux), un tirage annoté d'une page écran d'un logiciel, la schématisation des groupes emboîtés, etc.

La question précisait bien qu'il fallait utiliser le corpus documentaire fourni et pourtant nombreux sont les candidats qui ne l'ont pas fait. Les objectifs fixés et les productions d'élèves sont souvent à peine ou seulement mentionnés. Là encore, une lecture plus attentive de la question permettrait aux candidats de proposer une réponse plus pertinente.

Si les activités proposées ont souvent été cohérentes, en revanche, peu de candidats ont suffisamment explicité les objectifs visés et les productions attendues. La description des activités constituait souvent l'essentiel de la réponse. Par ailleurs, trop de candidats se sont contentés de reprendre directement les documents proposés dans les questions précédentes, en les adaptant – plus ou moins – à une utilisation pour des élèves de sixième.

Enfin, trop de candidats utilisent le terme « expérience » de manière infondée (par exemple en l'employant au sujet d'une manipulation mettant en jeu l'appareil de Berlèse). Le jury a décidé d'évaluer cette question indépendamment. Cependant il est quand même regrettable que la majorité des candidats ne sachent pas produire une classification emboîtée alors qu'ils croient pouvoir l'intégrer dans une séance en classe !

Certains candidats se sont illustrés sur cette question en proposant des activités précises, répondant à de vrais objectifs notionnels et ou capacitaires avec des productions attendues très explicites, attestant par la même de leur extrême maturité pédagogique.

Partie 2 : Réalisation d'arbres phylogénétiques par différentes méthodes – annexes 5 à 7 – temps approximatif 1h40

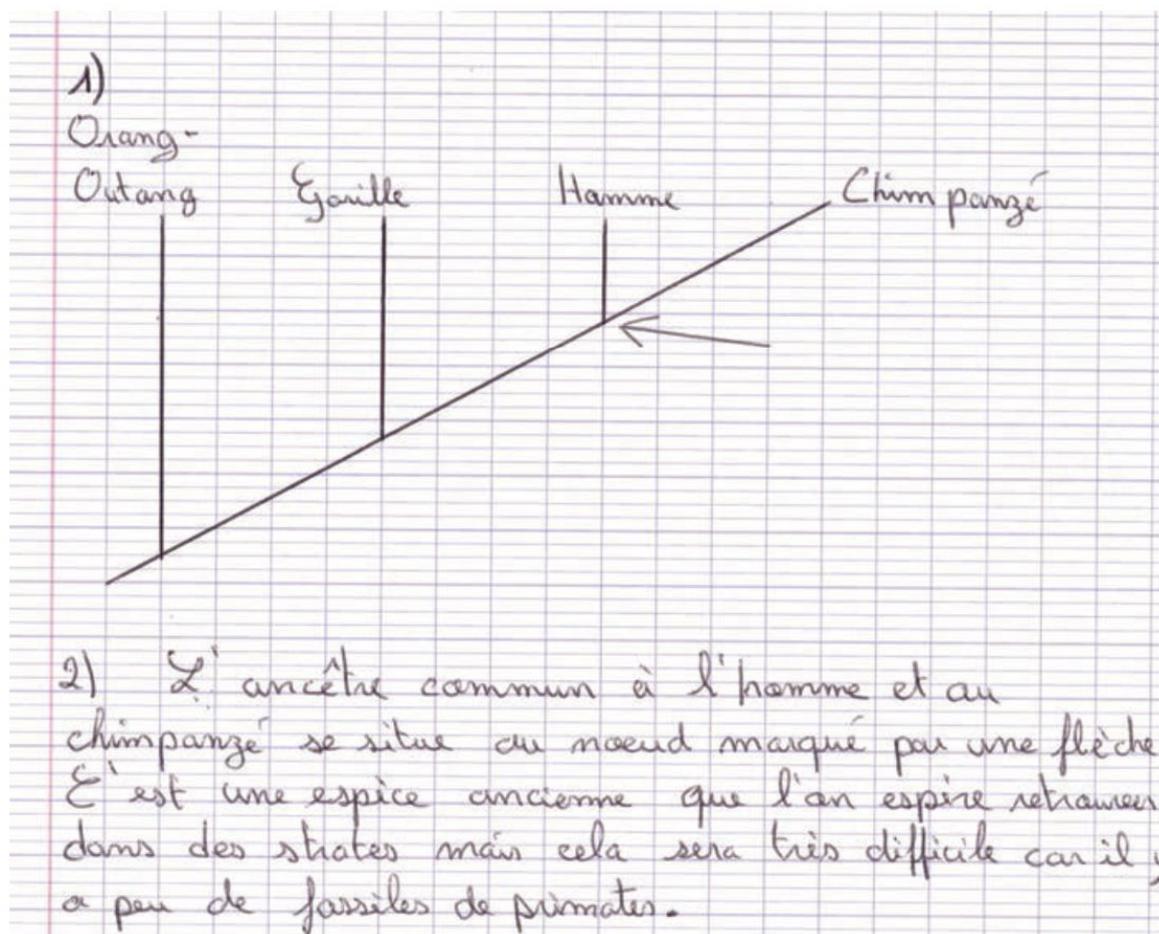
Matrice taxons/caractères mettant en jeu quatre espèces et sept caractères

N°	Caractères	TAXONS			
		<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Boletus satanas</i>	<i>Polytrichum formosum</i>	<i>Mus musculus</i>
1	Etat cellulaire	Unicellulaire	Pluricellulaire	Pluricellulaire	Pluricellulaire
2	Paroi	Oui	Oui	Oui	Non
3	Réserve	Polybutyrates	Glycogène	Amidon	Glycogène
4	Noyau	Non	Oui	Oui	Oui
5	Locomotion	Oui	Non	Non	Oui
6	Méiospores	Non	Oui	Oui	Non
7	Introns	Non	Oui	Oui	Oui

Annexe 5

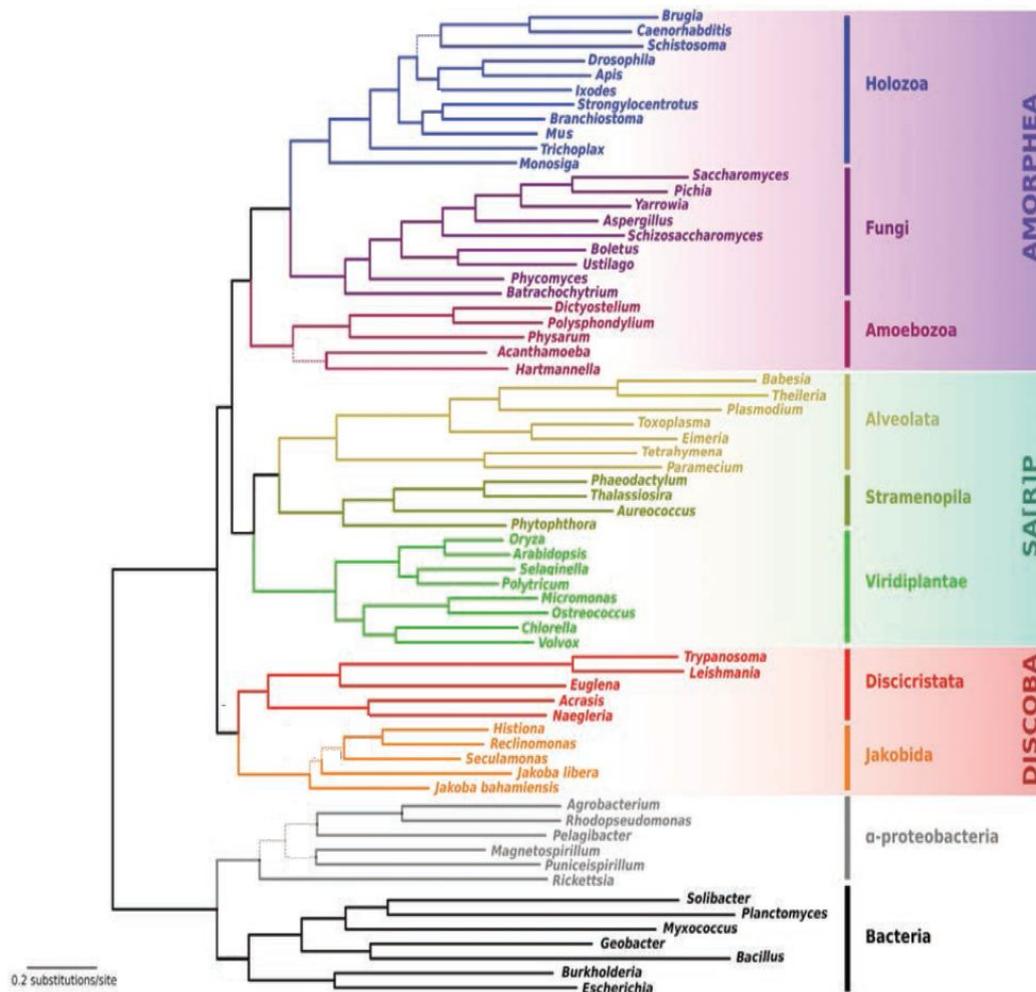
Extrait d'une évaluation et réponse d'un élève (terminale S)

- 1) Représentez un arbre de parenté entre les 4 espèces suivantes de primates actuels : Orang-outan, Gorille, Homme, Chimpanzé.
- 2) Indiquez par une flèche la place de l'ancêtre commun le plus récent entre l'Homme et le Chimpanzé et caractérisez-le.



Annexe 6

Arbre phylogénétique du vivant reconstruit à partir d'un jeu de données de 37 protéines d'origine bactérienne totalisant 14 367 acides aminés. D'après He et al. 2014. *Current Biology* 24, 465 : 470



Annexe 7

Vous trouverez en **annexe 5** une matrice taxons/caractères pour quatre organismes, une bactérie (*Bacillus subtilis*), un champignon (*Boletus satanas*), une mousse (*Polytrichum formosum*) et une souris (*Mus musculus*).

Q2-1 - Définissez ce qu'est une classification phylogénétique.

Une classification phylogénétique est une méthode de regroupement qui rend compte des liens de parenté entre les taxons.

Beaucoup de candidats n'ont pas mentionné dans leur définition qu'une classification était avant tout une méthode de regroupement. Autrement dit, ils ont défini « phylogénétique » sans définir « classification ». Par ailleurs, trop de candidats mettent sur le même plan classification phylogénétique et cladistique. La cladistique est une méthode phylogénétique, mais ces deux catégories ne sont pas équivalentes (il existe des méthodes de classification phylogénétique autres que la cladistique). Il a été surprenant de constater que pour certains candidats une classification phylogénétique s'appuie exclusivement sur des caractères génétiques

Q2-2 - Définissez ce que l'on nomme un groupe externe et indiquez sa fonction dans la reconstruction phylogénétique cladistique.

Par convention, en cladistique, le groupe externe rassemble l'ensemble des états plésiomorphes (ancestraux) des caractères. Il permet d'enraciner l'arbre en polarisant les caractères, c'est-à-dire en permettant de distinguer les états ancestraux des états dérivés.

Les réponses à cette question ont mis en évidence une appropriation insuffisante du vocabulaire scientifique par les candidats. Le jury regrette ainsi que les termes « plésiomorphes », « dérivés » et « enracer » aient été peu utilisés. Beaucoup de réponses proposaient une description vague et peu

spécifiée de la fonction du groupe externe, faites de périphrases plus ou moins heureuses. Ici particulièrement, le défaut de maîtrise du vocabulaire a été préjudiciable. Il convient de rappeler qu'il s'agit ici de ce que l'on attend d'un élève de terminale S.

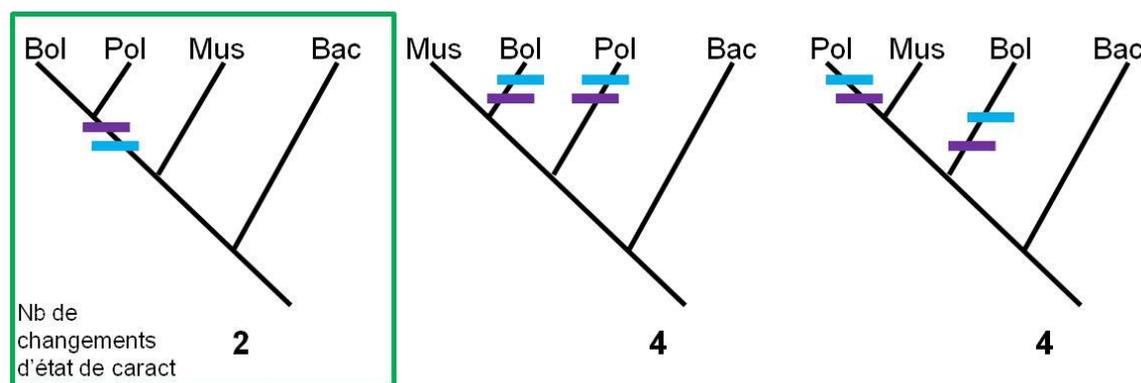
Q2-3 - Définissez ce que l'on appelle « caractères informatifs » et identifiez-les dans la matrice, sachant que *Bacillus subtilis* sera utilisé comme groupe externe dans ce qui suit.

Un caractère informatif est un caractère qui se présente sous au moins deux états, ancestral ou dérivé. Les deux états doivent être chacun partagés par au moins deux taxons. Ainsi, un caractère informatif donne une information qui permet la construction d'au moins un nœud non trivial au sein de la topologie phylogénétique. Dans l'exemple traité, les caractères informatifs sont les caractères 5 (locomotion) et 6 (méiospores).

La mention du caractère 3 (réserve) comme informatif était tolérée, bien que sa prise en compte ne permette pas de résoudre les conflits entre les différentes topologies. Cette question a été l'une des moins bien réussies. Là encore, le manque de maîtrise du vocabulaire aura été un obstacle.

Q2-4 - Dessinez tous les arbres possibles (en utilisant *Bacillus* comme groupe externe) et placez les changements d'état des caractères informatifs sur les arbres. En appliquant le principe de parcimonie, que vous énoncerez, vous choisirez l'arbre qui y répond le mieux.

Le principe de parcimonie stipule que l'arbre retenu est celui qui minimise le nombre de changements d'état de caractère. Dans cet exemple, il s'agit de l'arbre n°1 parmi les trois dessinés ci-après (seulement 2 changements d'état de caractères pour les caractères informatifs, contre 4 pour les arbres n°2 et n°3).



- █ Etats dérivés: « Absence de locomotion »
- █ Etats dérivés: « présence de méiospores »

Un nombre significatif de candidats a proposé plus de trois arbres, ce qui montre que la signification de ce type de topologie n'est pas comprise (en particulier, le fait que les branches peuvent tourner par rapport à un nœud sans que cela ne change les rapports entre taxons). Beaucoup de candidats ont placé tous les changements d'état sur les arbres, et pas uniquement ceux concernant les caractères informatifs. Ces réponses étaient comptées comme justes. L'énoncé du principe de parcimonie était parfois très peu rigoureux notamment par la confusion entre « nombre de changements d'état des caractères » et « nombre des caractères », ce qui revêt une signification totalement différente.

Q2-5 - En **annexe 6** vous trouverez une production d'un élève de terminale S. Analysez dans la réponse de l'élève ce qui a été compris de la notion d'ancêtre commun et ce qui représente une erreur de compréhension. Proposez alors une activité de remédiation à cette erreur de conceptualisation.

Chez cet élève, le positionnement de l'ancêtre commun sur le cladogramme est correct mais la confusion est claire entre ancêtre (vocabulaire hérité de la généalogie) et fossile. Or, en cladistique, on travaille avec un jeu de données qui n'est pas « tout le vivant » mais qui concerne seulement certains taxons spécifiques (actuels ou passés). On ne raconte donc pas une généalogie où chacun des ancêtres pourrait être identifié mais on infère des liens de proximité phylogénétique où les nœuds sont des constructions hypothétiques dépendant de la collection de caractères et donc de l'échantillon initial.

Une remédiation possible pourrait consister à comparer un arbre généalogique (arbre familial d'une maladie génétique par exemple) avec un arbre phylogénétique. Une autre possibilité serait de supprimer certains taxons de l'échantillon pour observer comment cela engendre des changements dans le positionnement des nœuds. Des remédiations qui proposaient de reconstruire des

classifications phylogénétiques sur des objets courants ou qui mélangeaient espèces fossiles et actuelles étaient particulièrement pertinentes.

La première partie de la question a en général été très bien traitée. Beaucoup de candidats ont vu la confusion entre le concept d'ancêtre commun hypothétique et celui de fossile. En revanche, la seconde question a été souvent oubliée ou traitée de manière non satisfaisante. Notons que certains candidats ont reproché à l'élève de ne pas avoir mis l'Homme « au bout » de l'arbre phylogénétique ce qui témoigne d'une incompréhension totale de la reconstruction phylogénétique et de la position de l'Homme dans l'évolution.

Q2-6 - Construisez une matrice de distance à partir de la matrice taxons/caractères de **l'annexe 5** et précisez, en justifiant, laquelle des deux matrices contient le plus d'informations, la matrice taxons/caractères ou bien la matrice de distance ?

La matrice des distances ci-après contient moins d'informations que la matrice taxon-caractère. En effet, s'il est possible de construire la matrice des distances à partir de la matrice taxon-caractère, l'inverse n'est pas vrai.

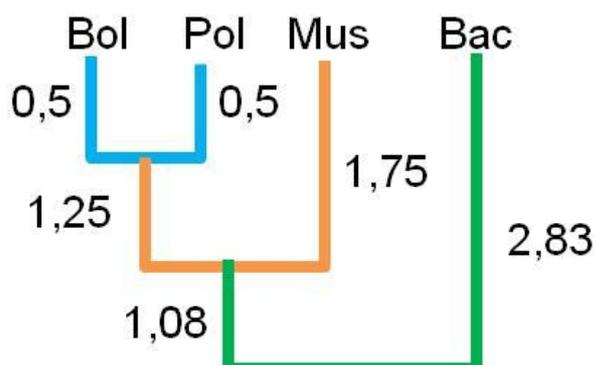
	BAC	BOL	POL	MUS
BAC	0	6	6	5
BOL		0	1	3
POL			0	4
MUS				0

Pour construire la matrice des distances, il suffit, pour chaque couple d'organismes, de compter le nombre de différences dans la matrice taxon-caractère. On peut ensuite soit figurer ce nombre tel quel (choix retenu ci-dessus), soit le diviser par le nombre total de caractères (7) pour exprimer un rapport, soit encore donner un pourcentage de différences (multiplier le rapport ainsi obtenu par 100). Trop peu de candidats communiquent complètement en légendant la matrice de distance, ce qui peut la rendre incompréhensible. Points communs, différences, pourcentages et fractions sont quatre modalités de communication des données, elles méritent d'être explicitées pour être comprises par le jury.

On constate que cette question a été celle qui a donné lieu au moindre taux de réponse. La phénétique est utilisée telle quelle au lycée, et force est de constater que construire une matrice de distance est une compétence que trop peu de candidats maîtrisent.

Q2-7 Construisez un phénogramme à partir de la matrice de distance en prenant soin d'y indiquer les distances. Décrivez brièvement la méthode que vous utilisez.

La méthode la plus classique pour construire un phénogramme est la méthode UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean). L'arbre se construit progressivement en rassemblant les taxons dont la distance est la plus faible (la longueur des branches est égale à la moitié de cette distance selon la méthode UPGMA qui suppose donc un taux de changement constant entre taxons). Les nouvelles distances du groupe obtenu avec les autres taxons se calculent en moyennant les distances de chacun des taxons composant le groupe avec les autres taxons. Le processus est réitéré jusqu'au dernier taxon, ce qui donne le résultat suivant :



	Boletus	Polytricum	Mus
Eacillus	6	6	5
Boletus		1	3
Pisum			4

	Boletus-Polytricum	Mus
Eacillus	6	5
Mus	$(3+4)/2=3,5$	

	Boletus-Polytricum-Mus
Eacillus	5,66

Cette question a rarement été réussie et même par ceux, rares, qui avaient construit une matrice de distance.

Q2-8. L'arbre présenté dans l'**annexe 7** est une phylogénie du vivant construite avec d'autres critères et des méthodes modernes de reconstruction. Il représente actuellement une vision consensuelle de la phylogénie. Après avoir discuté des apports des critères moléculaires dans les reconstructions phylogénétiques, vous repérez les groupes auxquels appartiennent les taxons de la matrice initiale (**annexe 5**) et vous en déduisez leurs relations de parenté. Comparez alors ce scénario évolutif avec celui que vous avez trouvé en construisant vos cladogramme et phénogramme.

Les apports des données moléculaires sont de trois types :

- Les progrès dans le séquençage des gènes et des génomes permet de travailler sur des alignements de séquences de milliers de nucléotides. Ainsi les caractères moléculaires (chaque nucléotide de la séquence) ont révolutionné la phylogénie, nombreux, ils permettent donc de construire des hypothèses robustes. Au mieux, une phylogénie reposant sur des caractères morphologiques met en jeu 200 caractères différents, alors que dans l'exemple de l'annexe 7, la comparaison porte sur 14367 acides aminés.
- Les caractères moléculaires sont aussi universels et permettent donc de comparer des espèces ou taxons très différents morphologiquement au point qu'aucun caractère morphologique est utilisable (comment comparer un éléphant, une bactérie, un bolet, une fougère et une paramécie). Les caractères moléculaires en fonction de leur environnement génomique sont aussi très variables en termes de taux d'évolution : des séquences introniques évoluent plus vite que des gènes codant pour des protéines de la chaîne respiratoire mitochondriale. Aussi cette diversité de taux d'évolution permet de décrypter des phylogénies récentes ou alors très anciennes.

La lecture de l'arbre présenté dans l'annexe 7 indique que les deux taxons les plus proches sont Boletus et Mus, puis se branchent successivement Polytricum et Bacillus. Cette topologie est différente de celles obtenues avec les cladogramme et phénogramme construits précédemment, qui rassemblaient Boletus avec Polytricum à l'exception de Mus.

La question concernant les apports des caractères moléculaires a été particulièrement mal traitée. Beaucoup de candidats se sont contentés d'expliquer – plus ou moins rigoureusement – comment on pouvait comparer soit des séquences de nucléotides soit des séquences d'acides aminés. Bien peu ont compris que ceci ne constituait à aucun moment une réponse à la question posée.

Q2-9. Cette comparaison met en évidence les limites de la cladistique et de la phénétique comme méthodes de reconstruction phylogénétique à partir de ce jeu de données. Explicitez les limites de ces deux méthodes dans le cadre de ce jeu de données. Vous pouvez répondre à cette question même si vous n'avez pas construit les arbres cladistique (Q2-4) et phénétique (Q2-7).

Pour ce qui concerne le cladogramme, les limites viennent du faible nombre de caractères mis en jeu. En effet, le poids des caractères convergents (ici la vie fixée ou la présence de méiospores) peut alors devenir supérieur à celui des homologies authentiques (ici le glycogène) et ainsi brouiller le signal phylogénétique. De plus, le principe de parcimonie repose sur l'idée que l'évolution procède en minimisant le nombre de changements d'état de caractère, ce qui est vrai uniquement de manière statistique, à grande échelle. Lorsque le nombre de caractères pris en compte est trop faible, les réversions peuvent être significatives ce qui fait que le chemin le plus parcimonieux en changements d'état n'est pas nécessairement celui qui est vrai.

Pour ce qui concerne le phénogramme, la limite est liée au fait que la phénétique ne distingue pas les homologies et les analogies dans la comptabilité de la ressemblance globale et postule que la parenté est corrélée au degré de ressemblance globale entre taxons. Aussi dans un jeu de données limité en nombre de caractères, le poids des caractères convergents ou réversés devient fort par rapport au poids des homologies et peut induire des regroupements artificiels.

Comme la question précédente, celle-ci a été très peu et très mal traitée. Cela montre que si une majorité de candidats est capable de mettre en œuvre, au moins partiellement, les méthodes de la phylogénétique (notamment de la cladistique), peu sont conscients qu'il s'agit de méthodes, et qui donc en tant que telles connaissent des limites et des conditions d'application.

Partie 3 : Les classifications, histoire et obstacles à la compréhension – annexes 8 à 10 – temps approximatif 1h20

« Dès la période la plus reculée de l'histoire du globe on constate entre les êtres organisés divers degrés de ressemblances, de sorte qu'on peut les classer en groupes subordonnés à d'autres groupes. Cette classification n'est pas arbitraire, comme l'est, par exemple, le groupement des étoiles en constellations. L'existence des groupes aurait eu une signification très simple si l'un eût été exclusivement adapté à vivre sur terre, un autre dans l'eau ; celui-ci à se nourrir de chair, celui-là de substances végétales, et ainsi de suite ; mais il en est tout autrement ; [...] Les naturalistes, comme nous l'avons vu, cherchent à disposer les espèces, les genres et les familles de chaque classe, d'après ce qu'ils appellent le *système naturel*. Qu'entend-on par là ? Quelques auteurs le considèrent simplement comme un système imaginaire qui leur permet de grouper ensemble les êtres qui se ressemblent le plus, et de séparer les uns des autres ceux qui diffèrent le plus ; [...] Mais beaucoup de naturalistes estiment que le système naturel comporte quelque chose de plus ; ils croient qu'il contient la révélation du plan du Créateur ; mais à moins qu'on ne précise si cette expression elle-même signifie l'ordre dans le temps ou dans l'espace, ou tous deux, ou enfin ce qu'on entend par plan de création, il me semble que cela n'ajoute rien à nos connaissances. [...] Toutes les règles, toutes les difficultés, tous les moyens de classification qui précèdent, s'expliquent, à moins que je ne me trompe étrangement, en admettant que le système naturel a pour base la descendance avec modifications, et que les caractères regardés par les naturalistes comme indiquant des affinités réelles entre deux ou plusieurs espèces sont ceux qu'elles doivent par hérédité à un parent commun. Toute classification vraie est donc généalogique ; la communauté de descendance est le lien caché que les naturalistes ont, sans en avoir conscience, toujours recherché, sous prétexte de découvrir, soit quelque plan inconnu de création, soit d'énoncer des propositions générales, ou de réunir des choses semblables et de séparer des choses différentes. »

Extrait de : Charles Darwin, *L'Origine des espèces*, texte établi par Daniel Becquemont à partir de la traduction de l'anglais d'Edmond Barbier, Paris, Flammarion (1859 pour l'édition originale).

Annexe 8

IDE'E D'UNE ECHELLE
DES ETRES NATURELS.

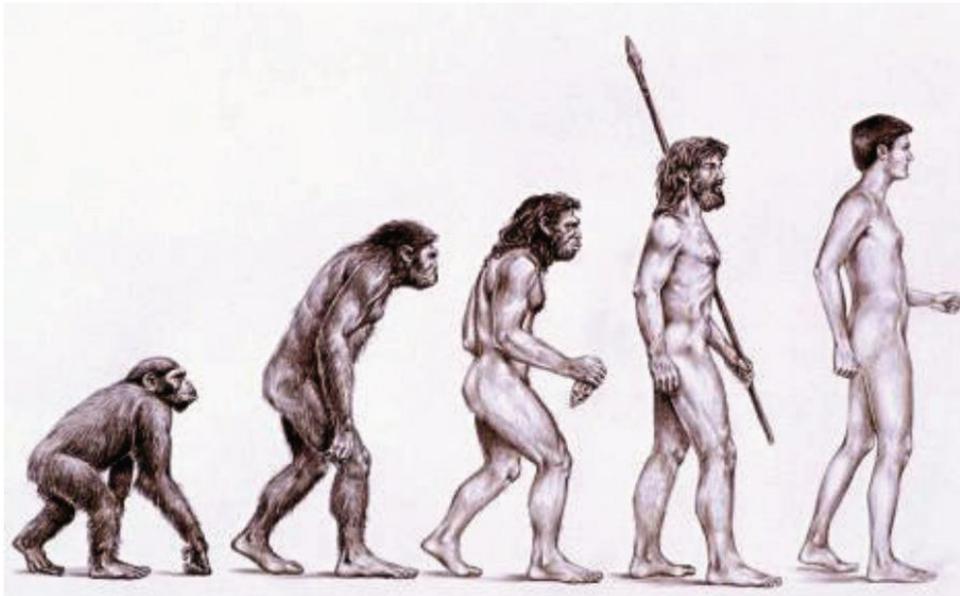
L'HOMME.	COQUILLAGES.	PIERRES.
Orang-Outang.	Vers à tuyau.	Pierres figurées.
Singe.	Teignes.	Cryſtallisations.
QUADRUPEDES.	INSECTES.	SELS.
Ecureuil volant.	Gallinſectes.	Vitriols.
Chauveſouris.	Tenia, ou Solitaire.	METAUX.
Autruche.	Polypes.	DEMI-METAUX.
OISEAUX.	Orues de Mer.	SOUFRES.
Oiſeaux aquatiques.	Senſitive.	Bitumes.
Oiſeaux amphibies.	PLANTES.	TERRES.
Poiſſons volans.	Lychens.	Terre pure.
POISSONS.	Moiſiſſures.	EAU.
Poiſſons rampans.	Champignons, Agarics.	AIR.
Anguilles.	Truffes.	FEU.
Serpens d'eau.	Coraux & Coralloides.	Matières plus ſubtiles.
SERPENS.	Lithophytes.	
Limaces.	Amiante.	
Limaçons.	Talcs, Gyps, Sélénites.	
COQUILLAGES.	Ardoises.	

Echelle des êtres extraite de l'ouvrage de Charles Bonnet intitulé *Traité d'insectologie* (1745).

Charles Bonnet était au XVIII^e siècle un des naturalistes les plus réputés d'Europe, et ses ouvrages sont restés des classiques durant de nombreuses années. Il y développe notamment une idée très ancienne qui veut que l'ensemble des corps des trois règnes de la nature (animal, végétal, minéral) puissent être ordonnés le long d'une échelle de complexité croissante.

Annexe 9

Représentation très commune de la « lignée humaine » ou de « l'évolution humaine » accessible sur internet en utilisant ces mots clés. Source : <http://www.hominides.com/html/theories/evolution-de-l-homme-representation-dessin.php>



Annexe 10

Q3-1 - Décrivez l'histoire des classifications du vivant selon quatre étapes principales (l'Antiquité, le XVIII^{ème}, le XIX^{ème}, et le XX^{ème} siècles) en précisant les personnages clés, les contextes idéologiques et philosophiques, les principales découvertes (nouveaux critères, nouvelles méthodes, etc...) et les principaux progrès techniques.

La réponse donnée ci-dessous, volontairement développée, va au-delà de ce que le jury attendait des candidats. Les éléments fondamentaux (qui permettaient d'avoir tous les points attribués à cette question) sont indiqués en gras.

De manière condensée, l'histoire des pratiques classificatoires dans les sciences du vivant peut être décrite comme suit :

Antiquité (et Moyen Age dans une large mesure)

Durant l'Antiquité, les classifications sont descriptives et macroscopiques, et très souvent associées à un but pratique (ex : classification médicinale des plantes depuis l'Antiquité égyptienne). Le degré de précision taxinomique est alors relativement faible. Les écrits d'Aristote (-384, - 322) (pour les animaux) et Théophraste (-371, -288) (pour les plantes) font autorité durant plusieurs siècles sans remise en cause.

XVIII^e siècle : *Plan du créateur et systématique linnéenne*

Les nombreux échantillons collectés à travers le globe du fait des grands voyages en bateaux rendent évidente la nécessité d'une refonte de la systématique. Les anciennes catégories n'apparaissent plus comme pertinentes. Simultanément se développe la théologie naturelle, ce qui modifie l'objectif des classifications. **Celles-ci doivent montrer le plan suivi par le Créateur, ce que l'on appelle l'« ordre naturel ».** C'est la foi dans l'existence d'un Créateur qui rend réaliste le projet d'une classification exhaustive du monde vivant. **L'œuvre du botaniste suédois Carl von Linné (1707-1788) est à l'époque exemplaire d'une telle démarche. Son système porte en priorité sur les plantes et repose sur l'étude de leurs caractères sexuels. Linné veut également rendre homogène la nomenclature et introduit à ce titre la nomenclature binominale.** Le développement des méthodes linéennes va permettre d'augmenter considérablement la précision taxinomique, jusqu'au niveau de l'espèce, de la sous-espèce, voire de la variété.

Les espèces sont alors conçues comme des entités fixes (« fixisme »). On peut donc les définir de manière atemporelle comme une collection de caractères et en prenant un « type »

comme modèle définitif (conception typologique et réaliste de l'espèce). Dès le XVIII^e siècle, Buffon, grand adversaire du « système » linnéen (qu'il dénonce comme arbitraire), promeut une définition biologique de l'espèce, comme un ensemble d'individus capables de se reproduire entre eux.

XIX^e siècle : Classification et évolution

L'essor de l'anatomie comparée aux alentours de 1800 permet le renouveau de la classification animale ainsi que l'essor de la paléontologie. **Georges Cuvier (1769-1832) distingue alors quatre plans d'organisation principaux sans intermédiaire possible, ce qui exclut toute possibilité d'évolution** : Vertébrés, Radiés, Arthropodes et Mollusques. Comme le registre fossile est discontinu, Cuvier propose l'existence de catastrophes de grande ampleur ayant conduit à l'extinction d'espèces. Même si Cuvier reste fixiste, on commence alors à admettre que des espèces puissent avoir disparues.

Lamarck (1744-1829) est le premier à proposer une théorie générale de l'évolution des espèces, qu'il développe en 1809 dans sa *Philosophie zoologique*. Spécialiste des invertébrés, Lamarck propose une classification linéaire des animaux, en fonction de leur complexité anatomique. La possibilité d'une telle classification est pour lui la preuve la plus significative de la transformation du vivant : au cours du temps, les animaux se complexifient de manière progressive. Ainsi, pour Lamarck, les espèces ne sont que des regroupements arbitraires élaborés par le classificateur. Seuls les individus existent et sont réels.

La théorie de l'évolution de Charles Darwin (1809-1882), qui repose sur le principe de « descendance avec modification », est très différente de celle de Lamarck. **Comme Lamarck néanmoins, Darwin montre que « l'ordre naturel » n'est en fait que l'ordre de production des espèces au cours de l'évolution. La classification doit donc avoir comme fonction de refléter cet ordre. Mais contrairement à Lamarck, Darwin conçoit l'évolution comme un processus fait de ramifications successives : les espèces ne dérivent pas linéairement les unes des autres, mais possèdent des ancêtres communs plus ou moins proches.** La classification linnéenne par groupes emboîtés (classe, ordre, famille, etc.) reste donc opérationnelle avec l'essor du darwinisme. Chaque emboîtement représente désormais l'ensemble des descendants d'un même ancêtre (ce que l'on nomme aujourd'hui groupe monophylétique).

La fin du XIX^e siècle et le début du XX^e siècle voient l'essor de la phylogénétique, qui se développe pourtant dans des directions différentes de ce qu'avait suggéré Darwin. Par exemple, à la suite du zoologiste allemand Ernst Haeckel (1834-1919), on recherche dans les stades embryonnaires des organismes les liens de parenté entre les taxons, suivant ce que Haeckel appelle la loi biogénétique fondamentale : « l'ontogenèse récapitule la phylogenèse ».

XX^e siècle : L'avènement de la cladistique

Les classifications phylogénétiques qui se développent durant la première moitié du XX^e siècle mettent au premier plan l'idée de degré d'évolution (de « grade »). Par exemple, dans cette optique, le plan d'organisation des mammifères est compris comme plus évolué que celui des reptiles. Ceci aboutit à ce que beaucoup de groupes soient définis de manière négative, et donc ne soient pas monophylétiques (groupe paraphylétique comme celui des reptiles ou celui des poissons).

Les phylogénies élaborées alors mêlent ainsi plusieurs types de critères et explicitent rarement leur méthodologie. Les relations d'apparement ne sont pas le seul critère pris en compte, car on y associe des considérations sur la complexité anatomique des taxons, voire sur leur écologie. C'est dans cette ambiance de confusion conceptuelle que l'entomologiste allemand Willi Hennig (1913-1976) propose de refonder la méthodologie de la phylogénie. **La cladistique a pour ambition de construire des groupes exclusivement monophylétiques sur la base du partage de caractères homologues à l'état dérivé (synapomorphies).** L'apparement devient le seul critère à prendre en compte.

Les techniques du génie génétique vont ensuite permettre de produire une quantité beaucoup plus grande de données exploitables pour la systématique phylogénétique. La mise au point de la PCR, par exemple, est à l'origine de techniques de séquençage à haut débit qui rend possible la comparaison des séquences d'ADN entre de nombreux échantillons différents. Ce foisonnement de données permet de tester la robustesse des arbres, c'est-à-dire leur capacité à résister à la réfutation.

Cette question de synthèse a révélé que de nombreux candidats possédaient des repères au moins généraux en ce qui concerne l'histoire des classifications. En particulier, beaucoup de réponses identifiaient de manière pertinente le fait que durant l'Antiquité les classifications avaient été élaborées dans un but pratique et que Linné avait été au XVIII^e siècle un des grands fondateurs de la systématique

moderne.

En revanche, à partir de Darwin et de la prise en compte de l'évolution du vivant, il est apparu qu'une majorité de candidats traitaient de l'évolution en général (parfois en allant jusqu'à la Théorie synthétique) mais sans relier leurs propos aux changements que cela induisait quant à la classification. Cette partie des réponses était donc hors-sujet.

On regrettera enfin que ces repères historiques ne s'accompagnent pas, le plus souvent, d'une vraie explicitation des thèses en présence. Beaucoup de réponses se contentent de citer quelques noms (plus rarement quelques dates), sans expliquer de manière compréhensible et rigoureuse en quoi consistaient les idées auxquelles il est fait trop rapidement allusion.

Q3-2 - Le texte de l'**annexe 8** présente comment Darwin comprenait les nouveaux enjeux de la classification du vivant lorsqu'il publia en 1859 *L'Origine des espèces*. Dans le texte il emploie l'expression « plan du Créateur » ; expliquez pourquoi cette expression n'appartient pas au domaine de la science.

Avant Darwin, on admettait en général que les espèces (ou au moins les genres) avaient été créées par Dieu, selon un certain plan, qui constituait alors l'« ordre naturel » que recherchaient les botanistes et les zoologistes. L'hypothèse de la création n'est pas scientifique car elle fait appel à une cause extra-naturelle – donc non réfutable – et finaliste (le dessein divin) pour rendre compte de phénomènes naturels. Par principe, la science se borne à expliquer les phénomènes à l'aide de causes naturelles susceptibles d'être soumises à l'observation et l'expérimentation.

Très peu de candidats ont su proposer une réponse complète et donc satisfaisante à cette question. En effet, lorsqu'elle était traitée, celle-ci a donné lieu la plupart du temps à des réponses du type : « le plan du Créateur n'appartient pas au domaine de la science car la science ne prend pas en compte ce type de questions ». Ceci est vrai, certes, mais aussi très incomplet et peu satisfaisant. Le jury souligne ici qu'il est fondamental qu'un futur enseignant en sciences soit à même d'expliquer les raisons de cette non-prise en compte. La science repose sur l'idée que les événements naturels sont explicables par des causes naturelles. Or, ce qui définit une cause naturelle est sa propriété d'être accessible à la mesure, à la différence des causes transcendantes qui nécessitent un acte de foi.

Q3-3 - Sur la base d'une analyse du texte de l'**annexe 8**, expliquez le changement que Darwin introduit en ce qui concerne l'objectif de la classification des êtres vivants.

Dès le début du texte, Darwin distingue les classifications « arbitraires » ou « imaginaires » de ce que devrait être la classification du vivant. Contrairement aux systèmes arbitraires, celle-ci doit refléter la généalogie des espèces. Son registre est donc celui du vrai et du faux, et plus celui du pratique ou de l'efficace. La classification du vivant change donc radicalement d'objectif à partir du moment où elle devient phylogénétique.

A nouveau, la plupart des réponses ne traitait que la moitié de la question. Beaucoup de candidats ont su dire que les nouvelles classifications devaient montrer les liens évolutifs entre organismes (idée directement exprimée par Darwin dans le texte donné en annexe). En revanche, très peu ont vu que cela changeait le registre de la classification : puisqu'elle devait donner une image d'un processus naturel, elle pouvait alors être vraie ou fausse, ce qui auparavant n'avait aucun sens.

Q3-4 - Expliquez comment on pourrait utiliser en classe les deux figures des **annexes 9 et 10** permettant aux élèves de prendre conscience des représentations biaisées qu'ils peuvent se faire de l'évolution et des classifications.

La figure de l'annexe 9 est une classification ancienne des « corps naturels » fondée sur l'idée de complexité croissante et qui donne lieu à une représentation sous la forme d'une échelle. Chaque barre y représente un niveau de complexité. Au XVIII^e siècle, on n'envisageait pas qu'il puisse exister de liens évolutifs entre les barreaux. En revanche, lorsqu'on commença à concevoir que les espèces puissent se transformer, durant la première moitié du XIX^e siècle, on conserva longtemps l'idée d'une évolution complexifiante et linéaire (Lamarck). La figure de l'annexe 10 montre la prégnance de ce type de représentation linéaire et complexifiante. On la retrouve très souvent à propos de l'évolution humaine, le terme impropre de « lignée humaine » étant courant, y compris dans certains manuels.

On pourrait par exemple demander aux élèves une comparaison détaillée de ces deux figures, celle de l'annexe 9 leur étant donnée avec une légende conséquente. L'objectif serait d'abord que les élèves identifient la ressemblance très forte entre la représentation datant du XVIII^e siècle et celle, grand-public, du XXI^e siècle. Cela devrait permettre ensuite de considérer ce schéma linéaire et complexifiant comme renvoyant à des conceptions périmées, puisque celles-ci sont bien antérieures au XIX^e siècle et à la « révolution darwinienne ».

Une autre exploitation possible serait de partir de la figure de l'annexe 10, certainement déjà connue des élèves. On pourrait envisager de les interroger directement sur les limites d'une telle

représentation étant donné nos connaissances actuelles concernant le processus évolutif. La figure de l'annexe 9 viendrait dans un deuxième temps, et serait le support permettant de montrer aux élèves que ces conceptions erronées s'ancrent dans des traditions très anciennes, qui viennent biaiser à notre insu nos représentations.

Beaucoup de réponses n'étaient qu'un commentaire vague des deux documents pris séparément. De manière surprenante, seul un nombre restreint de candidats ont pensé à comparer les deux iconographies et à construire une activité à partir de cette comparaison. Par ailleurs, le jury déplore que l'échelle des êtres proposée par Charles Bonnet (XVIII^e siècle) tout comme la frise « du singe à l'Homme » ait été trop souvent interprétée dans les termes de la théorie de l'évolution, ce qui constitue un anachronisme majeur et atteste d'une complète incompréhension du fait évolutif et de la représentation en arbre.

Epreuves d'admission – Epreuve de mise en situation professionnelle

Déroulement et remarques concernant les prestations des candidats

PREPARATION DE L'EXPOSE ET DEROULEMENT DE L'EPREUVE

L'épreuve de mise en situation professionnelle dure une heure (40 minutes d'exposé et 20 minutes d'entretien) et se déroule devant un jury de deux personnes, composé d'un scientifique (universitaire ou professeur de classe préparatoire aux grandes écoles) et d'un professeur formateur.

L'INTITULÉ

Le sujet comprend :

- un intitulé scientifique (titre du sujet) ;
- l'indication du niveau d'enseignement auquel le sujet doit être traité ;
- Rappel : voir plus haut les évolutions pour 2017 en lien avec les nouveaux programmes de collège.*
- une liste du matériel fourni qui doit obligatoirement être utilisé et exploité au cours de l'exposé dans une activité pratique que le candidat doit concevoir (*à compter de la session 2017, le sujet ne proposera pas le libellé de cette activité (exemple : réaliser une préparation microscopique) ouvrant encore davantage le choix du candidat*) ;
- un document professionnel.

LA PRÉPARATION DE L'EXPOSÉ

La préparation dure quatre heures. Le candidat est d'abord placé pendant **deux heures** en salle de préparation commune.

Pendant cette phase, le candidat a un accès complet et libre à l'intégralité de la bibliothèque.

Le candidat a connaissance du sujet, du matériel qui lui sera fourni ultérieurement (quand le sujet comporte une carte de géologie, le candidat dispose de la notice correspondante pendant la préparation), de la manipulation qui lui est imposée et du document professionnel.

Le candidat a différents outils numériques à sa disposition : un ordinateur, des logiciels de traitement de textes (open office ; Microsoft), les contenus de la clé concours (voir en annexe) dont les programmes (programmes officiels de SVT de l'enseignement secondaire, socle, enseignements d'exploration de seconde et programme de chimie-biochimie-sciences du vivant), des fiches techniques, des logiciels, des bases de données (images, vidéothèques, etc.).

Il organise son exposé, envisage les activités et peut d'ores et déjà prévoir une demande de matériel complémentaire grâce à une fiche matériel qu'il doit, dans ce cas, remplir obligatoirement. Ce matériel ne lui sera fourni qu'en salle de passation.

Trois ouvrages de son choix pourront être emportés dans la salle de passation. Aucune photocopie de livre ni aucun scan ne sont réalisés. Les documents complémentaires demandés ne peuvent porter que sur du matériel concret et non son substitut et en aucun cas sur des schémas, schémas-bilan, photos, résultats, courbes etc. disponibles dans les livres de la bibliothèque.

Un personnel technique accompagne deux candidats. Il est le seul à pouvoir, grâce à une clé USB, transférer de la salle de préparation à la salle de passation, les documents numériques demandés ou préparés par le candidat.

Pendant les deux heures suivantes, le candidat intègre la salle où se déroulera la présentation. Il y trouve le matériel imposé, celui qu'il a demandé en complément, les trois ouvrages retenus (qui lui seront enlevés dans la dernière demi-heure) et le contenu de la clé USB déposé par le personnel technique.

Le candidat a différents outils numériques à sa disposition :

- un ordinateur et les logiciels de traitement de textes ;
- la clé concours toujours consultable ;
- une caméra sur table (le candidat a la possibilité d'acquérir une image avec sa caméra et donc de conserver l'image et projeter le document au vidéoprojecteur) et fixable sur le microscope avec sa notice d'utilisation et projection au vidéoprojecteur.

LE DÉROULEMENT DE L'ÉPREUVE

L'épreuve de mise en situation professionnelle est divisée en deux périodes :

- un exposé d'une durée maximum de 40 minutes pendant lequel le jury n'intervient pas et ne peut donc pas être assimilé à un/ des élèves d'une classe en interaction avec le candidat ; le candidat doit obligatoirement (prise en compte dans l'évaluation), en introduction, présenter les notions scientifiques associées au sujet et justifier sa démarche ; il développe ensuite sa démarche dans laquelle il intègre obligatoirement l'exploitation du document professionnel imposé ainsi que la ou les activités pratiques qu'il a conçues et qu'il réalise effectivement devant le jury ainsi que les productions attendues des élèves;
- l'entretien de 20 minutes qui suit la présentation et aborde les champs didactiques et scientifiques en lien plus ou moins large avec le sujet.

OBSERVABLES UTILISÉS POUR L'ÉVALUATION LORS DE LA SESSION 2016

Cette présentation est indicative et peut évoluer lors de chaque session :

- *Organisation des idées et démarche*: cohérence de l'introduction et de l'exposé (problématique ; démarche scientifique ; adaptation du contenu au niveau enseigné ; complétude) ;
- *Connaissances scientifiques au service de l'enseignement*: maîtrise des connaissances, des techniques, des démarches, des outils au niveau master ;
- *Utilisation des outils et des supports*: appropriation et utilisation pertinente des outils pédagogiques disponibles ; choix et utilisation pertinente des supports - création de documents, utilisation du matériel demandé, refus d'exploitation du matériel concret ;
- *Communication (écrit, oral, posture)* : élocution, langage, tenue du tableau, qualité formelle des documents présentés, réactivité, aptitude à l'autocritique et à l'argumentation, présentation et maintien ;
- *Analyse et intégration du document professionnel* : pertinence de l'intégration, exactitude de l'exploitation ;
- *Conception, réalisation et exploitation d'une activité pratique imposée*: intégration à la démarche ; pertinence et justesse ; qualité du geste technique (réalisation devant le jury, respect du protocole et des règles de sécurité) ; capacité à exploiter les résultats obtenus ; production pertinente et intégrée à la démarche ;
- *Aspects didactiques et pédagogiques*: argumentation et analyse critique des choix pédagogiques ; compréhension des enjeux didactiques et pédagogiques (construction de compétences), éducatifs (formation de citoyen) et scientifiques (histoire des sciences).

LES ATTENDUS DU JURY

LORS DE L'EXPOSÉ

Le candidat, dans **une introduction soignée**, doit contextualiser le sujet, poser une problématique avant d'aborder, au sein d'une démarche logique d'enseignement, claire et organisée, les différentes notions relatives au sujet, en adéquation avec le niveau imposé et avec le contenu du programme officiel.

Il ne s'agit pas de tenir un discours adressé aux élèves, ni de réaliser un exposé scientifique académique, mais bel et bien d'explicitier une démarche d'enseignant conforme au niveau et aux objectifs des programmes officiels. Enfin, bien que la leçon s'adresse au jury, l'exposé doit montrer la capacité du candidat à mettre les élèves en situation en explicitant les activités réalisables et les bilans qui en découlent.

La problématique retenue doit être fondée sur des éléments **concrets et réels (ou substituts du réel)**, tels des observations, des résultats, des faits d'actualité, des enjeux, etc. qui légitiment la démarche entreprise.

Le questionnement qui en découle permet de dérouler une démarche scientifique cohérente :

- pouvant être mise en œuvre dans une classe ;
- intégrant avec bon sens une ou des activités pratique (s) et le document professionnel ;
- permettant de construire les différentes notions attendues sans oublier les enjeux scientifiques et pédagogiques en lien avec le sujet de la leçon.

Un plan avec titres et numérotation est attendu au tableau et doit y persister à la fin de la leçon, en même temps que les schémas essentiels. Le candidat doit veiller à la cohérence des titres, à leur adéquation avec le contenu de la partie traitée et à leur formulation (orthographe, grammaire et syntaxe correctes).

Les différents éléments contribuant à la mise en œuvre de la démarche (observations, données, mesures, hypothèses testées, résultats d'une modélisation...) doivent être correctement distingués.

On attend, par exemple, une discrimination entre les données réelles et les informations issues des modèles, sans oublier de les mettre en relation. Il s'agit donc d'identifier le statut du modèle : il peut dans quelques cas introduire une étude mais le plus souvent il est au service d'une recherche d'explications faisant suite à des constats, des hypothèses explicatives. Il doit alors occuper la place qu'il convient dans l'exposé. On doit impérativement remettre en perspective ce que le modèle permet de tester et le contexte réel, afin d'établir les limites de validité de ce modèle.

L'histoire des sciences ayant toute sa place dans les programmes de sciences de la vie et de la Terre, l'approche historique peut être choisie ; elle est d'ailleurs vivement conseillée pour certaines leçons.

La conclusion permet de placer la leçon dans un cadre plus large et d'annoncer ses prolongements dans la suite de la progression.

L'ACTIVITÉ A REALISER A PARTIR DU MATERIEL IMPOSE

Dans la leçon, l'activité pratique a une place essentielle liée à la démarche d'enseignement dans laquelle elle doit être intégrée de manière cohérente. Le candidat doit donc en légitimer l'emplacement dans son exposé, la réaliser en partie ou dans son intégralité en fonction de la durée de sa mise en œuvre devant le jury puis l'exploiter dans le contexte de la leçon.

L'activité est réalisée à partir de tout le matériel fourni. Elle doit permettre de cerner et d'argumenter le contenu scientifique de la leçon. D'autres activités, fondées sur du matériel supplémentaire demandé en quantité limitée par le candidat, et réalisées devant le jury peuvent compléter la construction de la leçon. Dans tous les cas, le jury interroge le candidat sur le matériel imposé non utilisé et sur le matériel supplémentaire demandé qu'il ait été ou non obtenu.

L'activité est l'occasion d'évaluer l'habileté manuelle et technique du candidat, compétence essentielle pour un futur professeur de SVT. Sa réalisation devant le jury nécessitant parfois une durée trop importante, elle pourra être effectuée en deux temps.

Ainsi, s'il s'agit :

- d'une activité type dissection, il est préférable de la commencer avant le début de l'exposé et de la terminer devant le jury afin que celui-ci puisse apprécier la qualité du geste technique effectué par le candidat ;
- d'une préparation microscopique nécessitant des temps de coloration, celle-ci peut être réalisée avant mais devra être montée sous microscope et montrée au jury lors de l'exposé ;
- d'une expérience (de type EXAO par exemple) des mesures peuvent être effectuées avant l'exposé et enregistrées par précaution. Les mesures seront refaites ensuite lors de l'exposé devant le jury.

Le jury est par ailleurs conscient que pour certaines manipulations difficiles (expérience de Hill par exemple, utilisation de plusieurs sondes, etc.), les résultats attendus ne sont pas forcément les résultats obtenus. Le candidat se doit de saisir l'occasion d'analyser les causes d'échec.

L'activité (ou les activités) doit (doivent) être associée (s) à une production réalisée par le candidat : il ne doit pas hésiter à représenter les éléments construits au cours de la manipulation, à quantifier les résultats issus de l'activité obligatoire (tableau de mesures, schéma interprétatif des résultats etc...). Le candidat est encouragé à prévoir une réalisation ou un document de secours en vue de l'exploitation de l'activité conformément à ce qu'il attendrait des élèves.

LE DOCUMENT PROFESSIONNEL

Il est de nature diverse (représentation initiale, activité réalisée par l'élève, document utilisé par le professeur en situation de classe, évaluation sommative, formative ou diagnostique...) et **doit dans tous les cas être intégré de manière pertinente dans le déroulé de la démarche**. Il n'a pas vocation d'orienter la démarche de résolution mais peut donner des pistes sur la façon de l'amener ou de la prolonger. Par conséquent il peut servir en introduction permettant d'amener le problème ou au sein de la démarche de résolution ou en conclusion.

Les candidats doivent l'exploiter de façon approfondie, identifier le contexte, les objectifs visés par l'enseignant. Lorsqu'il s'agit d'une production d'élève, on attend en particulier un commentaire du travail réalisé (exactitude, pertinence, complétude) ainsi qu'une évaluation telle que la conçoit le candidat dans son rôle d'enseignant.

En aucun cas, il est attendu du candidat qu'il réalise les expériences dont les résultats figurent sur le document professionnel.

L'UTILISATION DES OUTILS ET SUPPORTS DE COMMUNICATION

Le candidat a différents outils numériques à sa disposition qui doivent faciliter sa communication et être intégrés de manière pertinente à la démarche construite. Le jury en apprécie la maîtrise. Le candidat doit utiliser de manière pertinente les supports numériques à sa disposition qu'il s'agisse du vidéoprojecteur, de la caméra sur table ou des outils issus de la clé concours. Il peut aussi élaborer des supports grâce aux logiciels disponibles. **Le jury attend que le candidat montre la plus-value de l'appui sur le numérique par rapport à d'autres supports, techniques ou méthodes.**

Du point de vue de la communication écrite et graphique :

Il est conseillé d'exploiter le contenu des documents utilisés ou produits de façon dynamique. Les sources des documents utilisés sont, dans tous les cas, indiquées. Le candidat veille à préciser ce qui relève de sa production originale et ce qui correspond à une didactisation.

Le tableau reste un outil indispensable. Le plan doit y figurer mais il est surtout le support pour des schémas lisibles, clairs, légendés, réalisés devant le jury.

Du point de vue de la communication orale :

Le candidat doit faire preuve de dynamisme et d'attractivité. Il faut montrer au jury la capacité à capter l'attention du public, capacité cruciale dans la vie professionnelle d'un enseignant. Ainsi le fait de varier et de moduler sa voix, d'occuper intelligemment l'espace, de faire ressortir les temps forts, d'avoir une attitude ouverte sont autant de stratégies qui valorisent fortement un exposé. **Le candidat montre au jury son aisance dans sa future salle de classe. Il montre aussi comment il se présente, comment il se tient et comment il s'adresse à un public.**

L'ENTRETIEN

Au cours de celui-ci, sont abordés les aspects scientifiques, pédagogiques et didactiques de la leçon, en explorant l'histoire des sciences, d'autres domaines de la discipline, d'autres disciplines, des faits d'actualité ou des enjeux de société. Il doit être considéré comme une discussion avec le jury sur le mode questions-réponses plutôt qu'un simple questionnement. **Une bonne réactivité** est donc attendue. Pendant cet entretien, l'aptitude à l'analyse critique est testée : c'est l'occasion pour le candidat d'améliorer certains aspects de son exposé. **L'aptitude à l'écoute, à la reformulation** et à la réflexion pédagogique est appréciée. Du point de vue scientifique, on attend une bonne maîtrise des

aspects liés au sujet, au niveau master, un savoir structuré de même niveau sur les domaines connexes, **et des capacités de réflexion et de logique.**

CONSTATS SUR LES PRESTATIONS DES CANDIDATS ET CONSEILS DU JURY

NIVEAU SCIENTIFIQUE

Nous rappelons que le niveau scientifique n'est pas évalué à travers l'aptitude du candidat à répondre à des questions portant sur des notions scientifiques pointues.

Tout d'abord, il s'agit de faire preuve **d'esprit scientifique**. Cultiver cet esprit scientifique est un point de formation fondamental tant pour la construction de la démarche que pour la mise en œuvre des expériences et activités pratiques des élèves. Il faut souligner que cet esprit scientifique commence avant toute chose par un simple bon sens.

Ensuite, nous rappelons que le **raisonnement scientifique** en lui-même (refus du finalisme, plausibilité des hypothèses, nécessité du témoin, extrapolation des résultats, etc.) fait partie intégrante de ce que le jury appelle « niveau scientifique ».

Enfin, ce qui est testé c'est le niveau de **compréhension des processus biologiques et géologiques, des méthodes et des raisonnements qui permettent de les étudier**. Par conséquent, il vaut mieux connaître la signification des mots que les mots eux-mêmes. Or il est parfois surprenant de constater qu'un candidat peut arriver à des réponses correctes lorsque le questionnement est guidé par le jury, alors même que lorsque les questions sont plus ouvertes, les réponses peuvent être incohérentes. Le jury cherche, par ses questions, à savoir si le candidat sait se détacher de la récitation d'un cours, choisir les informations utiles au champ de questionnement et mettre en relation ces données le plus souvent issues de différents domaines d'étude.

Les bases physico-chimiques des phénomènes (lois, grandeurs, unités...) sont rarement maîtrisées ainsi que **les éléments mathématiques de base**.

Certains savoir-faire de base, comme l'utilisation de cartes géologiques, du microscope polarisant ou de matériel de laboratoire posent aussi fréquemment problème. Enfin, **le manque de culture naturaliste** handicape souvent les candidats dans les différentes phases de l'exposé et de l'entretien.

De façon générale, le jury souhaite que les candidats fassent un effort particulier sur l'ensemble de ces aspects scientifiques de leur formation. Ce sont souvent ces lacunes qui interdisent au candidat de réaliser un bon exposé quel que soit le niveau du sujet demandé.

CADRAGE DE LA LEÇON

Cet oral révèle trop souvent une absence de cohérence et un fond scientifique qui n'a pas été suffisamment remobilisé pour la construction de la leçon. Les candidats consacrent souvent beaucoup d'efforts à l'élaboration de démarches par défaut de fond scientifique. Une compétence essentielle du métier, un prélude à la construction de chacune des séquences d'enseignement, consiste à **envisager dans une vision synthétique les concepts scientifiques fondamentaux qui sous-tendent le sujet**. On attend donc du candidat qu'il mène cette réflexion préalable sur les contenus relatifs au domaine demandé avant leur sélection et leur adaptation au regard du programme.

Généralement, les leçons sont traitées au niveau imposé. Mais **la signification des intitulés des leçons doit faire l'objet d'une analyse beaucoup plus attentive de la part du candidat**. Par exemple de nombreuses leçons sous le titre "Reconstitution d'un paysage ancien" conduisent rarement à un déroulé conduisant à la reconstitution du paysage, comme on pourrait le faire avec bon sens, usant des supports proposés. Il s'agit souvent de longs développements portant d'abord sur la sédimentation en général, puis les fossiles (avec modélisations diverses de fossilisation) avant que ne soit alors envisagé, et de manière très sommaire, le sujet.

L'introduction exigée par le jury est destinée à aider le candidat à délimiter les concepts scientifiques fondamentaux relevant du sujet et à structurer sa leçon.

CONSTRUCTION DE LA DÉMARCHE

Il est regrettable que certaines leçons présentées privilégient encore une approche dogmatique ou théorique du sujet posé ce qui est un non-sens scientifique et pédagogique.

Le plus souvent les candidats reformulent le sujet en lui greffant un point d'interrogation. Dans les cas extrêmes, l'exposé est construit comme une juxtaposition d'activités sans lien entre elles, et souvent même, de fil en aiguille, sans lien avec le sujet initial.

La « scénarisation » à outrance nuit très souvent à la construction de la démarche. Sous prétexte de trouver coûte que coûte une « problématique », un certain nombre de candidats en viennent à proposer des introductions grotesques et une démarche incohérente.

Les candidats doivent absolument approcher les notions à partir des faits : observations, mesures, faits expérimentaux (sans oublier les témoins), représentations initiales, faits d'actualité etc. C'est à partir de ceux-ci qu'un questionnement peut être construit, amenant à une résolution méthodique. Une réflexion constante et approfondi sur **les liens logiques entre les différentes parties de la démarche** est de nature à améliorer sa cohérence. C'est le sens des sciences expérimentales et c'est aussi le sens de notre enseignement.

Il faut insister sur l'importance du plan, non seulement dans le cadre de cet oral, mais plus fondamentalement pour tout enseignant dont l'ambition est de proposer un cours compréhensible pour son auditoire. Certains candidats ont tendance à s'en tenir strictement aux plans proposés dans le bulletin officiel. Le candidat doit réfléchir à un enchaînement logique et scientifique dans la construction des notions à la portée des élèves du niveau requis et ne doit pas forcément traiter *in extenso* et dans le même ordre les différents items du programme. Ceux-ci ne doivent donc pas obligatoirement constituer les titres des parties du plan de la leçon.

Les titres doivent être utilisés pour montrer la cohérence de la démarche ou donner un objectif explicite à la partie abordée. Les conclusions doivent revenir au problème initial.

REALISATION ET EXPLOITATION DE L'ACTIVITÉ PRATIQUE

Réaliser un geste technique est imposé par l'épreuve or nombre de candidats accorde peu de temps voire d'intérêt à la construction de cette activité, à sa réalisation technique devant le jury et à son exploitation, et ceci malgré une durée de deux heures en salle de passation, avec tout le matériel à disposition. La place de l'élève est inégalement précisée tant dans la phase de manipulation que dans la phase d'exploitation. Il faut que les candidats prennent le temps de faire cette activité, combien de candidats terminent 15 minutes avant la fin du temps imparti sans avoir mis en œuvre de façon satisfaisante cette activité pratique !

L'utilisation des certains supports est de plus en plus réduite, notamment **celle des cartes géologiques** mais aussi des **échantillons macro-ou microscopiques de roches, des fossiles les plus élémentaires**.

Les candidats ne maîtrisent pas les outils qui leur sont proposés. Ainsi ces outils constituent trop souvent une boîte noire qu'ils utilisent sans comprendre alors que cela leur serait utile pour mettre du sens à la manipulation, comprendre les raisons d'une manipulation échouée, l'exemple le plus flagrant étant le fonctionnement de la sonde à dioxygène en EXAO.

L'exploitation des résultats se révèle souvent insuffisante. On attend en effet du candidat qu'il présente ce que l'élève est supposé produire (un dessin, un graphique, une capture d'image, un texte explicatif etc.) ce qui n'est en général pas fait. Ainsi, le jury a pu remarquer sur l'ensemble des candidats les cas de figure suivants :

- suite à une observation au microscope, aucun dessin n'est réalisé permettant de visualiser ce qu'indique le candidat ;
- suite à une expérimentation, la mise en forme et l'exploitation des résultats obtenus telles qu'on l'attend d'un élève ne sont pas réalisées;
- face à une activité à partir de logiciel, traitement de texte... le candidat ne fournit aucune explication sur ce qu'il fait et comment il obtient le résultat.

De plus le jury regrette, parfois, le manque de **rigueur du candidat** (titre approximatif, sans grossissement/échelle indiqués...etc.).

EXPLOITATION DU DOCUMENT PROFESSIONNEL

Trop souvent son exploitation n'est qu'une paraphrase qui ne fait que décrire le document sans qu'une remédiation, lorsqu'elle s'avère nécessaire, ne soit proposée. On constate parfois que le candidat calque sa démarche à partir du document professionnel. C'est une erreur qui peut l'amener à réduire le contenu de sa leçon ou à l'orienter de façon inappropriée.

QUALITÉ DE LA COMMUNICATION

On ne peut que se féliciter de la **maîtrise des outils numériques** par un grand nombre de candidats. Nous encourageons les formateurs à développer cette intégration du numérique dans les prestations orale et graphique mais également (et surtout) dans les situations d'enseignement construites pour les élèves.

La complémentarité entre les différents supports de communication doit être recherchée et en particulier la place du tableau par rapport aux autres outils.

Concernant la **terminologie employée en sciences**, la confusion demeure entre schéma, croquis, dessin, schéma-bilan, ainsi qu'entre manipulation, expérience, etc. Souvent, le jury constate l'emploi de termes tels que "tâche complexe", "compétence". Si ces derniers font effectivement partie du vocabulaire pédagogique, on attend des candidats, s'ils les utilisent, une parfaite compréhension de ce qu'ils recouvrent.

Des maladresses apparaissent dans la formulation des titres parfois rédigés partiellement en attendant la réponse au problème, ou annonçant déjà la réponse alors qu'ils devraient annoncer le questionnement.

GESTION DU TEMPS

Le jury constate d'année en année une augmentation des exposés courts. La mauvaise gestion du temps aboutissant à une présentation plus courte d'au moins 10 minutes comparée à la durée octroyée pénalise le candidat. Dans la mesure où les sujets ont été réalisés afin de permettre de tenir le temps imparti, **le candidat constatant le peu de « substance » de son exposé doit systématiquement se demander s'il n'a pas oublié un aspect important du sujet, notamment une exploitation aboutie des productions issues des activités, s'il a bien précisé les liens logiques entre les différents points de l'exposé, s'il a bien inséré les activités des élèves dans la démarche.** En aucun cas il ne doit cependant « faire durer » en incorporant des parties hors sujet, ou en parlant beaucoup plus lentement qu'on l'attendrait dans une dynamique de classe.

ATTITUDE EN ENTRETIEN

L'attitude des candidats est généralement constructive en entretien, et on remarque un réel effort de réflexion chez beaucoup d'entre eux. Ceci amène souvent à une discussion fructueuse. Néanmoins, certains travers sont aussi constatés. On note parfois une attitude d'abandon après un exposé que le candidat considère comme raté. Une telle attitude doit être évitée car lors de l'entretien, le jury peut amener le candidat à corriger sa démarche révélant ainsi son aptitude à construire une progression logique. Il s'agit donc pour le candidat de maintenir sa motivation en étant toutefois attentif à ne pas confondre combativité, défense de ses choix et entêtement.

Le jury obtient parfois des réponses excessivement courtes, réduites à un mot, ou bien excessivement longues et délayées. La première situation semble montrer de faibles capacités d'argumentation. La deuxième semble montrer des capacités d'écoute et d'échange limitées et ne permet pas au jury de diversifier les sujets d'échanges. Il convient donc d'équilibrer entre argumentation et échange afin de faire avancer la discussion.

Le jury rappelle qu'une tenue et une posture correctes sont exigées dans la mesure où il s'agit d'un concours de recrutement pour exercer dans la fonction publique, c'est à dire dans un métier où la communication, l'attitude et l'image de l'adulte sont très importantes.

BILAN DES ÉVOLUTIONS POUR LA SESSION 2017

- Pour les situations positionnées en cycle 3 de la scolarité obligatoire, il sera fait mention sur le sujet que « Les compétences et connaissances associées à ce sujet correspondent au programme de sciences et technologie du cycle de consolidation (cycle 3) ; dans le cadre de cette mise en situation professionnelle elles seront mises en œuvre en classe de 6^{ème} » ;
 - Pour les situations positionnées en cycle 4 de la scolarité obligatoire, il sera fait mention sur le sujet que « Les compétences et connaissances associées à ce sujet correspondent au programme de SVT du cycle des approfondissements (cycle 4). Le jury n'attend pas de précisions sur le niveau de classe au sein desquelles elles seront mises en œuvre.
 - Le libellé du sujet rappellera expressément « En introduction, vous présenterez les notions scientifiques associées au sujet et justifierez votre démarche ».
 - Le matériel imposé conduira le candidat à choisir lui-même l'activité ou les activités qu'il souhaite réaliser et à imaginer le protocole à mettre en œuvre.
-

Epreuves d'admission – Epreuve d'analyse d'une situation professionnelle

Déroulement et remarques concernant les prestations des candidats

PREPARATION DE L'EXPOSE ET DEROULEMENT DE L'EPREUVE

L'épreuve d'analyse d'une situation professionnelle dure une heure (10 minutes maximum d'exposé et 50 minutes d'entretien) et se déroule devant un jury de deux personnes, composé d'un scientifique (universitaire ou professeur de classe préparatoire aux grandes écoles) et d'un inspecteur ou un professeur formateur.

L'INTITULÉ

Le dossier présente les informations indispensables pour comprendre la séance ou la séquence proposée :

- Le titre de la recherche menée et le niveau de classe visée ;
- Les objectifs tels qu'ils sont écrits dans les programmes et éventuellement dans le socle ;
- L'organisation du travail ;
- La mise en situation ;
- Les documents mis à la disposition des élèves ;
- Le matériel utilisé ;
- La recherche à mener ;
- La ou les consignes de travail ;
- Quelques productions d'élèves (compte-rendu, bilan, script de dialogues, productions numériques, dessins, schémas, évaluations ...).

PRÉPARATION DE L'EXPOSÉ

La préparation dure une heure dans une salle commune. Le candidat a accès à l'ensemble des programmes et il peut visualiser son sujet (et surtout les documents pour en améliorer l'exploitation) grâce aux ordinateurs présents dans la salle.

A compter de la session 2016, les candidats ont accès à une bibliothèque limitée dont la liste des ouvrages figure en annexe.

DÉROULEMENT DE L'ENTRETIEN

L'épreuve consiste en un entretien au cours duquel le candidat est assis à une table, avec les membres du jury, tous pouvant visualiser collectivement et numériquement le contenu du dossier.

Le candidat est encouragé à débiter cet entretien par une présentation du dossier en **dix minutes au maximum**. Cette réflexion initiale du candidat et à travers celle-ci, la mise en évidence de la compréhension de la séance ou de la séquence (pertinence du choix des documents, adéquation entre les objectifs et les activités choisies, qualité de la démarche, pertinence des productions des élèves, etc.) est prise en compte dans l'évaluation.

Ensuite, le candidat s'entretient avec le jury qui balaye quatre grands domaines de questionnement, sans séparation stricte et sans équivalence de durée :

- la maîtrise des notions, des techniques et des démarches scientifiques sous-tendues par le dossier ;
- l'analyse des objectifs notionnels et méthodologiques du dossier ;
- la place du projet de formation par rapport aux perspectives éducatives globales ;
- l'appropriation des enjeux éducatifs par le candidat.

OBSERVABLES UTILISÉS POUR L'ÉVALUATION LORS DE LA SESSION 2016

Cette présentation est indicative et peut évoluer lors de chaque session :

- Les connaissances scientifiques : notions, techniques, démarches, histoire des sciences ;
- L'analyse des objectifs notionnels et méthodologiques, de l'organisation de la classe et la mise en relation avec les documents, les productions, les consignes de travail et l'évaluation ;
- Les perspectives éducatives dans la classe (liens du dossier avec les enjeux de société, les éducations à ..., la sécurité, les usages du numérique, la maîtrise de la langue ...) ;
- L'appropriation des enjeux éducatifs par le candidat (égalité femme-homme, stéréotypes, laïcité, citoyenneté, plan pour le numérique, ...) et la connaissance du système éducatif (à l'échelle de l'établissement, la continuité école-collège, le parcours bac -3, bac +3, les examens, l'éducation prioritaire ...) ;
- La communication (dynamisme, écoute, réactivité).

LES CONSTATS ET LES CONSEILS DU JURY

L'HEURE DE PRÉPARATION

L'objectif durant l'heure de préparation n'est pas de construire un exposé puisqu'il s'agit d'un entretien avec le jury. Par contre, il s'agit de :

- délimiter les contours scientifiques du sujet ;
- d'analyser scientifiquement les documents (la bibliothèque disponible à compter de la session 2016 devant l'y aider) ;
- de comprendre l'organisation et l'articulation des éléments (documents, activités, productions d'élèves formes d'évaluation...) fournis afin de les relier aux objectifs notionnels, méthodologiques et éducatifs que l'enseignant concepteur de la séance s'est fixé.

Il est illusoire et inutile de prévoir de préparer tous les aspects possibles du questionnement durant l'heure de préparation.

Le dossier propose une séance qui s'est réellement déroulée et il s'agit de voir comment les choix opérés par l'enseignant permettent certains apprentissages de la part des élèves. Il existe bien sûr d'autres manières d'aborder et de construire la leçon, c'est le fondement même de la liberté pédagogique, donc il est possible de visiter d'autres stratégies et d'échanger sur d'autres choix possibles ou sur les qualités (complétude, pertinence, exactitudes, ...) des productions d'élèves. Ces dernières ne sont pas des modèles parfaits de ce qui était attendu par le professeur et à ce titre peuvent porter à discussion et critiques.

L'EXPOSÉ

Ce que le jury a observé...

L'introduction de dix minutes semble avoir permis à certains candidats de présenter leur dossier de façon plus pertinente. Ceux-ci ont proposé une découverte précise et approfondie des documents et de leurs objectifs. Le jury note donc une amélioration dans cette présentation où le candidat présente sa **compréhension de la situation d'apprentissage**.

L'ENTRETIEN

La durée de l'entretien permet au candidat de prendre le temps de la réflexion avant de proposer une réponse. S'agissant d'un entretien, une réponse incomplète, maladroite ou fausse peut être revue par le questionnement du jury et reste préférable à une absence de réponse.

POUR LE DOMAINE PEDAGOGIQUE ET DIDACTIQUE

Ce que le jury a observé

Les connaissances en jeu dans la séance sont généralement bien identifiées mais les attitudes scientifiques sont rarement évoquées dans les objectifs poursuivis. Les candidats rencontrent des

difficultés à faire émerger les notions globales évoquées dans le dossier et perçoivent difficilement la différence entre les moyens et les finalités éducatives.

Les démarches scientifiques sont peu identifiées et mal mises en évidence ou alors de façon stéréotypée proche de la caricature quand il s'agit de la démarche d'investigation.

Les liens entre les documents et les objectifs poursuivis par l'enseignant sont généralement identifiés ce qui est un élément important de l'évaluation. Mais l'articulation entre les informations apportées par les documents et leur complémentarité pour résoudre le problème scientifique ne sont que peu abordées et rarement justifiées. Un des buts de l'entretien est de clarifier cette complémentarité.

Les aspects didactiques et pédagogiques sont souvent confondus. La compréhension doit porter sur :

- la conception de la séance, en repérant la transposition des savoirs, des méthodes et des attitudes au niveau de classe, prenant en compte les contenus des programmes visés et les obstacles à l'apprentissage pris en compte et le suivi assuré par l'évaluation ;

- la mise en œuvre en classe en termes de place respective de l'enseignant et des élèves (autonomie, initiative, ...), d'organisation du travail (stratégies collaboratives ; phases de recherche, de mise en commun ou de synthèse), de modalités de passation des consignes ou des aides, de gestion du temps voire de l'espace etc.

Les obstacles à l'apprentissage sont rarement perçus ou exprimés notamment dans leur dimension épistémologique (matérialité de l'air, circulation, énergie, temps longs en géologie...), des paliers de maturation et du sens commun. Leur origine possible n'est que très rarement exprimée.

Par ailleurs, l'analyse des productions élèves se borne, le plus souvent, à relever les quelques erreurs sans les mettre en perspective avec les objectifs visés donc sans les analyser.

Les conseils du jury

L'entretien doit permettre au candidat **de réfléchir et d'explicitier ses points de vue** concernant la situation proposée, guidé par le questionnement du jury. Il est tout à fait possible et logique de se rendre compte d'une éventuelle erreur ou de l'incompréhension d'un aspect du dossier et de proposer une nouvelle formulation. Certains candidats, par leur aptitude à réfléchir, à mobiliser leurs connaissances et à organiser leur point de vue, ont réalisé un entretien brillant.

Cette attitude réflexive suppose **une écoute attentive** des questions posées qui sont souvent des guides pour la compréhension du dossier. Le jury n'attend pas de réponses pré-formatées, dogmatiques, et/ou théoriques mais reste attentif à la sincérité du discours et **au bon sens du candidat**.

Concernant les productions élèves, le jury souhaite que les candidats les mettent en relation avec les compétences travaillées par le professeur soit au cours de la séance soit dans le cadre général de la formation de l'élève. Les candidats pourraient aussi en tirer certains points de vigilance pour le professeur quant aux difficultés tant conceptuelles que scientifiques ou bien encore méthodologiques identifiées dans l'évaluation conduite.

Les membres du jury sont là pour faciliter l'expression de son analyse et de sa compréhension de la situation professionnelle proposée et des implications en termes éducatifs. Le jury peut aussi conduire à une critique de la séance qui correspond à des choix faits par un professionnel en fonction des contraintes liées à une mise en œuvre sur un temps limité pour un groupe d'élèves donné (public, effectif, acquis et faiblesse...). Il conduit le candidat à fournir des alternatives à ces choix et à commenter les productions d'élèves.

Comme « enseigner c'est choisir », les étudiants doivent réserver une place importante à l'analyse et au suivi de ce qu'ils ont observé lors de leurs stages, qu'ils soient d'observation ou de pratique accompagnée, afin d'objectiver et motiver les choix mis en œuvre.

POUR LE DOMAINE SCIENTIFIQUE

Ce que le jury a observé

Il est attendu des candidats qu'ils maîtrisent à un niveau master des connaissances, les démarches et les techniques en jeu dans le dossier.

De nombreux candidats ont des difficultés à extraire des documents les notions utiles telles qu'ils pourraient le demander à des élèves et rigoureuses scientifiquement. La qualité d'une séance passe par un niveau de maîtrise des notions allant au-delà de celui du programme indispensable à l'enseignant pour structurer son discours et répondre aux questions des élèves qui font preuve d'intérêt et de curiosité. Par exemple, en biologie :

- concernant la dispersion des graines en 6^{ième}, la confusion entre graines et fruits, entre dispersion et installation, entre rôle du hasard et importance des facteurs biotiques et abiotiques génère des discours scientifiques parfois confus ;

- concernant les échanges respiratoires en 5^{ième}, la connaissance de la loi de Fick par l'enseignant permet de maîtriser le lien entre les surfaces d'échange et leur efficacité.

En géologie, on notera :

- une méconnaissance générale de l'échelle stratigraphique et des conditions de son édification, pourtant nécessaires à l'appréhension du temps long ;
- des difficultés à situer des exemples locaux ou régionaux dans des contextes géologiques et géographiques plus globaux ;
- l'ignorance largement partagée des bases de sciences physiques, ne serait-ce que la connaissance et la définition des unités du système international qui relèvent des grandeurs physiques utilisées dans ce domaine (définition et unité d'une contrainte par exemple).

Si des connaissances scientifiques précises sont parfois exprimées, leurs articulations et leur niveau d'explication avec les concepts centraux du dossier ne sont pas toujours compris et explicités. Certains candidats sont capables de livrer des réponses correctes et d'un niveau scientifique parfois adapté au niveau master sans pour autant connaître ou comprendre les notions de base qui les sous-tendent. Il semble qu'un travail de mise en réseau des connaissances fasse défaut empêchant de penser les problèmes et donc la mise en œuvre d'une démarche scientifique. Des notions a priori basiques ne sont pas toujours maîtrisées comme la composition de l'air, la structure, la composition chimique et minéralogique des enveloppes du globe, la respiration à l'échelle cellulaire, ...

Nous rappelons ici l'importance de l'exploitation de la bibliothèque mise à disposition des candidats pour solidifier leurs compétences scientifiques et souhaitons que **l'allongement de la durée de préparation d'une durée de 1h à 2h à compter de la session 2017 soit un élément facilitateur.**

Plus généralement, les candidats manquent, pour la plupart, de compétences naturalistes ou pratiques (diagnostic d'échantillons naturels, de photographies de paysages, lecture de cartes géologiques...).

Le constat général montre également le manque de connaissance des techniques d'obtention des documents (microscopie, chromatographie...) ou des techniques utilisées pour obtenir des données mentionnées dans les documents (séquençage génétique, marquage, Test ELISA, frottis sanguin...). Ces lacunes méthodologiques sont d'autant plus embarrassantes que ces questions techniques reviennent régulièrement dans les interventions des élèves en classe et font aussi l'objet de travaux pratiques tant en classe que lors de l'évaluation des capacités expérimentales du baccalauréat. La maîtrise des grands concepts scientifiques attenants à ces techniques est donc indispensable pour pouvoir enseigner en toute sérénité.

L'observation est souvent prise comme juste, vraie et réaliste en soit hors de tout cadre technique ou théorique et les limites ne sont jamais envisagées.

Comme indiqué précédemment, cette culture naturaliste sera recherchée de manière encore plus poussée à compter de la session 2017 en proposant, quand cela est opportun et possible, un des supports du dossier sous sa forme réelle en complément du document-substitut.

Les connaissances en histoire des sciences se limitent le plus souvent à des exemples factuels ou à quelques dates sans prendre conscience des sauts conceptuels donc sans pertinence pour l'enseignement. Il en est de même pour la culture et l'actualité scientifiques qui apparaissent souvent comme des objets « externes » sans lien avec les situations professionnelles proposées.

Les conseils du jury

Les questions du domaine scientifique ont avant tout comme objectif de tester la capacité du candidat à enseigner au niveau demandé, ce qui nécessite une maîtrise à un niveau supérieur. Ceci recouvre bien sûr les connaissances mais également **la maîtrise des méthodes, des techniques et du raisonnement scientifique** (par exemple la signification d'une moyenne, la discussion corrélation/causalité, la différenciation des faits et des idées, ...).

Cette expertise scientifique doit nourrir les grands débats et enjeux qui traversent la société (OGM, perturbateurs endocriniens, changement climatique, bioéthique, ...) **afin de prendre une dimension éducative et critique indispensable à l'enseignement des sciences.**

Un enseignement ne peut se concevoir sans une bonne maîtrise des savoirs, sur le plan cognitif mais également dans leurs dimensions historique et épistémologique.

Si le candidat se doit de connaître l'existence d'un certain nombre de faits ou de mécanismes (souvent en relation avec l'actualité), il a aussi le droit d'en oublier la localisation par exemple ou les modalités précises. La mise à disposition d'un corpus de documents scientifiques devrait lui permettre de prélever quelques données permettant des entretiens scientifiques moins décevants et l'évaluation de la capacité du candidat à se documenter en un temps limité.

POUR LE DOMAINE ÉDUCATIF

Ce que le jury a observé

Les enjeux et prolongements possibles sont généralement assez bien identifiés mais la réflexion est souvent très superficielle. Certaines thématiques scientifiques abordées en Sciences de la Terre sont pauvrement mises en relation avec des enjeux sociétaux de premier ordre (risques, ressources, énergie, climat, occupation et gestion des territoires, protection patrimoine géologique...)

Les candidats ont souvent du mal à prendre suffisamment de distance par rapport au contenu strict du dossier et à articuler la séance proposée avec une ou plusieurs dimensions éducatives. Au mieux quelques « éducations à... » sont citées mais sans consistance éducative réelle.

L'éducation au développement durable, par exemple, est encore très souvent perçue uniquement au travers de sa dimension environnementale sans prise en compte dans les cas proposés des composantes économiques et sociales, sans hiérarchisation des priorités.

Dans la plupart des cas, les propositions restent formulées en termes d'informations, de connaissances ou de "bons" gestes à mettre en pratique. La dimension éducative qui consiste à accompagner ou rendre possible la pensée autonome et critique de l'élève pour lui permettre des choix raisonnés et argumentés, n'est que trop rarement exprimée.

Les thèmes pouvant illustrer des problèmes sociétaux sont peu explicités ou maîtrisés. Les controverses sont minimisées ou abordées de façon convenue sans mettre en évidence l'aspect formation du citoyen (par exemple dans le cas des OGM).

L'éducation par et au numérique reste encore peu évoquée par les candidats qui montrent des difficultés à imaginer la place de cette éducation au sein même des séances. Le jury déplore une réflexion souvent très manichéenne des candidats sur la place dans l'enseignement d'outils tels qu'internet, les réseaux sociaux et les outils mobiles de communication.

Les conseils du jury

Le jury a apprécié les candidats capables de s'appuyer sur des données sortant du champ strict des sciences de la vie et de la Terre afin d'illustrer la complexité des enjeux et controverses scientifiques. Cette dimension éducative est clairement inscrite dans les thèmes 2 et 3 des programmes du lycée et doit davantage apparaître dans la lecture des dossiers qui portent sur ces deux thèmes.

La maîtrise de la langue française en tant qu'objectif important et partagé du socle commun de connaissances, de compétences et de culture représente pour de nombreux élèves un obstacle majeur à la compréhension et la communication des notions scientifiques inscrites dans les programmes de collège. Le jury encourage les candidats à prendre en compte cette dimension des apprentissages en relevant dans les dossiers les différentes ressources et activités qui peuvent être le support d'un travail sur la langue.

La formation doit insister sur les apports des SVT aux aspects éducatifs de l'enseignement, dans leur dimension transversale et interdisciplinaire. **En ce sens, il est important de s'appuyer sur les expériences vécues par les étudiants dans leurs stages de terrain.**

POUR LE DOMAINE « CONTEXTE D'EXERCICE DU METIER »

Ce que le jury a observé

Les connaissances dans ce domaine sont souvent théoriques. La vision de l'établissement et du système éducatif est trop souvent caricaturale et stéréotypée. Dès que le questionnement quitte les documents

du dossier et la construction de la séance, trop de candidats se réfugient immédiatement dans un discours normé appris par cœur.

Le positionnement du futur enseignant dans son établissement, et les rôles qu'il peut avoir à y jouer traduisent une représentation très restrictive du métier et un manque de recul. Les évolutions récentes de la profession en termes de travail collaboratif et transversal, de différenciation et d'inclusion des élèves à besoins particuliers ne sont que très peu évoquées.

Souvent les textes réglementaires sont connus, mais leur traduction avec la réalité de terrain et l'articulation avec le travail réel de l'enseignant dans son établissement et au sein du système éducatif ne sont pas perçus.

Le stage d'observation ou de pratique accompagnée n'ont que rarement fait l'objet d'une réflexion quant au cadre institutionnel et/ou d'une prise de recul. Il conviendrait de prendre en compte cette dimension de la formation en master.

Les conseils du jury

Au-delà de la réglementation, les situations envisagées peuvent admettre plusieurs positionnements que le candidat doit argumenter. **Le jury n'attend surtout pas de réponse formatée mais une réflexion au-delà des textes, faisant appel au bon sens et à l'expérience de terrain du candidat.**

Le jury a apprécié les candidats qui, tout en s'appuyant sur leur propre expérience, même courte, ont su dégager une réflexion globale sur les enjeux du métier d'enseignant. La capacité des candidats à **prendre appui sur l'actualité scientifique et éducative** a permis au jury d'engager de riches échanges révélant le degré de réflexion sur le rôle des enseignants de sciences dans la société actuelle et ce que le système éducatif se donne comme objectifs de formation pour ses jeunes.

Le suivi des stages d'observation et de pratique accompagnée doit insister sur le contexte dans lequel le futur professeur devra s'intégrer pour assurer sa mission d'enseignement et d'éducation : « on n'enseigne pas seul ».

BILAN DES ÉVOLUTIONS POUR LA SESSION 2017

A compter de la session 2017 :

- Le candidat dispose de deux heures de préparation en salle commune, avec des ressources bibliographiques ;
- Un (ou des) support (s) réel (s), s'il est disponible pour le sujet concerné, en laboratoire et dans l'établissement d'accueil, est (sont) proposé (s) par le jury lors de l'entretien, sans qu'il s'agisse d'un matériel en plus ; il s'agit d'un matériel faisant partie intégrante du sujet, analogue dans son usage à un document du sujet. Ce pourrait être un échantillon, minéral ou organique, une lame mince ou une structure à observer au microscope ou à la loupe, un modèle analogique ou une maquette, un appareil (sonde, cuve à électrophorèse, microscope ...) etc.
- Les dossiers portant sur le collège indiqueront :
 - o Le cycle et éventuellement, le niveau de classe où l'enseignant (ou l'équipe d'enseignants) a positionné sa séquence ;
 - o Les attendus de fin de cycle, en lien avec le sujet traité, tels qu'ils figurent dans les programmes des cycles 3 et 4 ;
 - o Ce qui a éventuellement été traité avant cette séquence et au cours du cycle (par exemple en CM1-CM2 s'il s'agit de la classe de 6^{ème}).
- Pour ce qui concerne les dossiers relatifs au cycle 3 et donc relevant du programme de Sciences et technologie, ils porteront principalement sur les thèmes 2 et 4 (« Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent » et « La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement »).
- Les dossiers pourront décrire un temps d'enseignement en EPI (enseignements pratiques interdisciplinaires) ou bien en AP (accompagnement personnalisé) ou en EMC (enseignement moral et civique), un temps de contribution à un parcours (de santé ou citoyen par exemple), dès lors qu'il s'agit d'un temps d'enseignement de SVT, mais ne porteront que sur les aspects en lien avec l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre.

Statistiques des résultats d'admissibilité et d'admission

Statistiques générales

ADMISSIBILITE												
	CAPES EXTERNE			CAFEP CAPES (PRIVE)			CAPES EXTERNE			CAFEP CAPES (PRIVE)		
	COMPOSITION	EXPLOIT.DOSSIER DOC.		COMPOSITION	EXPLOIT.DOSSIER DOC.		COMPOSITION	EXPLOIT.DOSSIER DOC.		COMPOSITION	EXPLOIT.DOSSIER DOC.	
Note Mini.	4,29	1,62		4,53	1,68		4,06	4,02		4,04	4,42	
Note Max.	19,8	13,04		16,8	12,98		19,61	18,45		14,99	16,57	
Ecart type	3,93	2,03		2,65	2,18		2,37	2,38		2,39	2,38	
Moyenne des admissibles	10,57	7,34		9,81	6,98		9,62	9		8,49	8,91	
2014						2015						

ADMISSIBILITE				
	CAPES EXTERNE		CAFEP CAPES (PRIVE)	
	COMPOSITION	EXPLOIT.DOSSIER DOC.	COMPOSITION	EXPLOIT.DOSSIER DOC.
Note mini	2,05	3,62	2,37	5,7
Note maxi	18,05	18,79	17,62	18,93
Ecart type	2,90	2,41	2,91	2,43
Moyenne des admissibles	8,6	11,04	7,85	11,25
2016				

ADMISSION						
	CAPES EXTERNE/CAFEP		CAPES EXTERNE		CAFEP CAPES (PRIVE)	
	MISE EN SITUAT. PROFESSION.	ANALYSE SITUATION PROFESSION.	MISE EN SITUAT. PROFESSION.	ANALYSE SITUATION PROFESSION.	MISE EN SITUAT. PROFESSION.	ANALYSE SITUATION PROFESSION.
Note Mini.	0	6	0,5	0,5	1	0,5
Note Max.	20	20	20	20	20	20
Ecart type	4,23	3,6	4,54	5,16	4,82	4,71
Moyenne des présents	7,5	10,23	6,63	9,06	6,67	8,52
Moyenne des admis			9,51	12,77	10,24	12,12
2014			2015			

ADMISSION				
	CAPES EXTERNE		CAFEP CAPES (PRIVE)	
	Mise en situation professionnelle	Analyse situation professionnelle	Mise en situation professionnelle	Analyse situation professionnelle
Note mini	1	1	1	3,5
Note maxi	20	20	20	20
Ecart type	4,51	4,1	4,07	3,55
Moyenne des présents	6,9	9,5	6,2	8,8
Moyenne des admis	9,4	12,7	8,7	12
2016				

Statistiques par centres d'examen : CAPES / CAFEP

CAPES	session 2015										session 2014
	inscrits	présents	%Présents	admissibles	% admissibles	présents	%présents	admis	%admis/admissibles	%reussite	%admis/admissibles
AIX-MARSEILLE	123	69	56	44	64	44	100	23	52	33	29
AMIENS	53	31	58	21	68	21	100	6	29	19	38
BESANCON	40	26	65	18	69	18	100	14	78	54	43
BORDEAUX	121	68	56	48	71	48	100	22	46	32	43
CAEN	48	31	65	19	61	19	100	9	47	29	38
CLERMONT-FERRAND	64	43	67	26	60	26	100	12	46	28	52
CORSE	10	5	50	2	40	2	100	1	50	20	0
DIJON	79	52	66	30	58	29	97	16	53	31	56
GRENOBLE	98	48	49	31	65	30	97	14	45	29	45
LA GUALOUPE	48	33	69	10	30	10	100	5	50	15	25
LA GUYANE	9	4	44	1	25	1	100	0	0	0	0
LA MARTINIQUE	30	13	43	2	15	2	100	1	50	8	0
LA NOUVELLE CALEDONIE	8	6	75	5	83	4	80	1	20	17	60
LA POLYNESIE FRANCAISE	7	3	43	0	0	0	0	0	0	0	0
LA REUNION	43	21	49	5	24	5	100	1	20	5	0
LILLE	121	69	57	38	55	38	100	14	37	20	41
LIMOGES	25	13	52	8	62	8	100	2	25	15	0
LYON	114	74	65	51	69	50	98	24	47	32	43
MAYOTTE	12	6	50	1	17	1	100	0	0	0	0
MONTPELLIER	131	63	48	42	67	41	98	18	43	29	35
NANCY-METZ	79	47	59	27	57	27	100	12	44	26	65
NANTES	81	48	59	19	40	19	100	8	42	17	57
NICE	61	33	54	22	67	22	100	12	55	36	74
ORLEANS-TOURS	66	33	50	12	36	12	100	3	25	9	64
POITIERS	60	36	60	15	42	15	100	3	20	8	39
REIMS	41	27	66	20	74	20	100	5	25	19	53
RENNES	125	80	64	56	70	54	96	32	57	40	38
ROUEN	62	49	79	27	55	27	100	13	48	27	29
STRASBOURG	106	84	79	66	79	66	100	25	38	30	39
TOULOUSE	125	66	53	33	50	32	97	20	61	30	28
PARIS - VERSAILLES - CRETBL	386	229	59	145	63	144	99	78	54	34	45

2016	Inscrits	Absents	Présents	Admissibles	%admissibles/présents	admis	%admis/présents	%admis/admissibles
AIX-MARSEILLE	149	65	84	38	45	15	18	39
AMIENS	62	23	39	22	56	7	18	32
BESANCON	45	17	28	14	50	9	32	64
BORDEAUX	147	61	86	51	59	26	30	51
CAEN	69	39	30	19	63	11	37	58
CLERMONT-FERRAND	69	20	49	29	59	16	33	55
CORSE	19	9	10	4	40	0	0	0
CRETEIL-PARIS-VERSAIL.	454	205	249	138	55	84	34	61
DIJON	92	35	57	30	53	17	30	57
GRENOBLE	108	52	56	23	41	14	25	61
GUADELOUPE	53	14	39	5	13	2	5	40
GUYANE	15	7	8	1	13	1	13	100
LA REUNION	37	19	18	5	28	1	6	20
LILLE	141	56	85	42	49	20	24	48
LIMOGES	31	9	22	14	64	4	18	29
LYON	144	61	83	49	59	25	30	51
MARTINIQUE	28	19	9	2	22	0	0	0
MAYOTTE	15	7	8	1	13	0	0	0
MONTPELLIER	142	77	65	39	60	24	37	62
NANCY-METZ	98	39	59	23	39	9	15	39

NANTES	107	48	59	27	46	11	19	41
NICE	71	39	32	16	50	13	41	81
NOUVELLE CALEDONIE	18	6	12	4	33	2	17	50
ORLEANS-TOURS	84	43	41	20	49	7	17	35
POITIERS	82	30	52	22	42	15	29	68
POLYNESIE FRANCAISE	16	9	7	1	14	0	0	0
REIMS	41	12	29	15	52	7	24	47
RENNES	125	45	80	46	58	29	36	63
ROUEN	81	29	52	19	37	11	21	58
STRASBOURG	113	25	88	51	58	21	24	41
TOULOUSE	149	71	78	34	44	19	24	56

CAFEP	session 2015											session 2014	
	inscrits	présents	%Présents	admissibles	% admissibles	présents	%présents	admis	%admis/admissibles	%réussite	%admis/admissibles		
AIX-MARSEILLE	58	30	52	13	25	13	100	4	31	13			
AMIENS	7	7	100	2	2	2	100	1	50	14	100		
BESANCON	10	8	80	2	3	2	100	0	0	0	100		
BORDEAUX	37	23	62	9	14	9	100	3	33	13	38		
CAEN	14	6	43	2	5	2	100	1	50	17			
CLERMONT-FERRAND	6	3	50	3	6	3	100	2	67	67	100		
CORSE	3	2	67	1	2	1	100	0	0	0	0		
DIJON	9	5	56	1	2	1	100	0	0	0	0		
GRENOBLE	27	14	52	6	12	5	83	1	20	7	67		
LA MARTINIQUE	1	0	0	0	0		0		0	0			
LA POLYNESIE FRANCAISE	6	1	17	0	0		0		0	0			
LA REUNION	3	1	33	1	3	1	100	0	0	0			
LILLE	41	22	54	8	15	8	100	4	50	18	63		
LIMOGES	6	6	100	2	2	2	100	0	0	0			
LYON	33	19	58	8	14	7	88	2	29	11	55		
MONTPELLIER	38	24	63	11	17	11	100	4	36	17	67		
NANCY-METZ	15	11	73	6	8	6	100	3	50	27			
NANTES	52	30	58	12	21	12	100	7	58	23	57		
NICE	14	9	64	4	6	4	100	2	50	22	50		
ORLEANS-TOURS	12	7	58	2	3	2	100	1	50	14			
POITIERS	20	9	45	4	9	4	100	1	25	11	50		
REIMS	10	7	70	1	1	1	100	0	0	0			
RENNES	71	55	77	27	35	27	100	11	41	20	38		
ROUEN	12	5	42	3	7	3	100	1	33	20			
STRASBOURG	10	7	70	2	3	2	100	0	0	0	50		
TOULOUSE	27	6	22	1	5	1	100	0	0	0	44		
PARIS - VERSAILLES - CRETIL	116	73	63	30	48	30	100	19	63	26	30		

2016	Inscrits	Absents	Présents	Admissibles	%admissibles/présents	admis	%admis/présents	%admis/admissibles
AIX-MARSEILLE	54	30	24	17	71	10	42	59
AMIENS	12	4	8	0	0	0	0	0
BESANCON	14	5	9	2	22	0	0	0
BORDEAUX	49	28	21	12	57	0	0	0
CAEN	11	6	5	1	20	0	0	0
CLERMONT-FERRAND	11	6	5	0	0	0	0	0
CORSE	3	0	3	2	67	1	33	50
CRETEIL-PARIS-VERSAIL.	147	60	87	30	34	12	14	40
DIJON	8	4	4	3	75	1	25	33
GRENOBLE	28	17	11	2	18	2	18	100
GUADELOUPE	1	1	0	0	0	0	0	0
GUYANE	2	2	0	0	0	0	0	0
LA REUNION	3	1	2	0	0	0	0	0
LILLE	45	13	32	16	50	3	9	19

LIMOGES	6	4	2	1	50	0	0	0
LYON	41	14	27	10	37	6	22	60
MARTINIQUE	1	1	0	0	0	0	0	0
MONTPELLIER	41	22	19	8	42	5	26	63
NANCY-METZ	14	7	7	1	14	0	0	0
NANTES	54	19	35	10	29	3	9	30
NICE	12	8	4	2	50	2	50	100
NOUVELLE CALEDONIE	2	2	0	0	0	0	0	0
ORLEANS-TOURS	21	10	11	2	18	1	9	50
POITIERS	25	11	14	6	43	2	14	33
POLYNESIE FRANCAISE	4	4	0	0	0	0	0	0
REIMS	7	4	3	1	33	0	0	0
RENNES	80	31	49	18	37	12	24	67
ROUEN	14	8	6	0	0	0	0	0
STRASBOURG	16	6	10	5	50	1	10	20
TOULOUSE	28	13	15	6	40	4	27	67

Statistiques par profession - CAPES / CAFEP

CAPES EXTERNE	REPARTITION PAR PROFESSION				
	ADMISSIBILITE			ADMISSION	
	inscrits	présents	admissibles	présents	admis
ETUDIANT EN ESPE	681	625	530	524	275
ETUDIANT HORS ESPE	174	113	80	78	40
CONTRACTUEL 2ND DEGRE	325	192	65	65	22
SANS EMPLOI	488	200	63	61	19
ASSISTANT D'EDUCATION	124	85	31	31	11
EMPLOI AVENIR PROF.2ND D.PUBLI	16	16	13	13	9
MAITRE AUXILIAIRE	29	18	8	8	4
SALARIES SECTEUR TERTIAIRE	92	28	8	8	3
FORMATEURS DANS SECTEUR PRIVE	20	7	3	3	2
ELEVE D'UNE ENS	3	3	7	4	1
PROFESSIONS LIBERALES	26	6	3	3	1
CADRES SECT PRIVE CONV COLLECT	84	18	5	5	1
AG NON TITULAIRE FONCT PUBLIQ	50	13	3	3	1
AG NON TIT FONCT TERRITORIALE	11	3	2	2	1
PROFESSEUR ECOLES	20	4	3	3	1
VACATAIRE DU 2ND DEGRE	22	12	8	8	1
VACATAIRE APPRENTISSAGE (CFA)	3	1	1	1	1
SALARIES SECTEUR INDUSTRIEL	37	8	3	3	0
ENSEIGNANT DU SUPERIEUR	17	5	2	2	0
PERS ENSEIG NON TIT FONCT PUB	21	7	2	2	0
ENSEIG NON TIT ETAB SCOL.ETR	7	2	1	1	0
PERS FONCTION PUBLIQUE	15	7	2	2	0
MAITRE DELEGUE	4	3	1	1	0
ADJOINT D'ENSEIGNEMENT	3	1	1	1	0
PLP	9	3	2	2	0
CONTRACT ENSEIGNANT SUPERIEUR	13	8	1	1	0
AGRICULTEURS	3	2	0		
ARTISANS / COMMERCANTS	5	1	0		
EMPLOI AVENIR PROF.ECOLE PUBLI	1	0	0		
PERSONNEL DE DIRECTION	1	0	0		
PERS ADM ET TECH MEN	3	1	0		
FONCT STAGIAIRE FONCT PUBLIQUE	1	0	0		
PERS FONCT TERRITORIALE	7	0	0		
AG NON TIT FONCT HOSPITAL	10	2	0		
PERS FONCT HOSPITAL	6	2	0		
CERTIFIE	4	1	0		
PEGC	1	0	0		
ENS.STAGIAIRE 2E DEG. COL/LYC	15	5	0		
INSTITUTEUR	3	1	0		
INSTITUTEUR SUPPLEANT	2	0	0		
PROF DES ECOLES STAGIAIRE	4	1	0		
VACATAIRE ENSEIGNANT DU SUP.	5	1	0		
CONTRACTUEL FORMATION CONTINUE	3	2	0		
CONTRACTUEL APPRENTISSAGE(CFA)	5	1	0		
CONTRACTUEL INSERTION (MGI)	1	1	0		
MAITRE D'INTERNAT	1	1	0		
SURVEILLANT D'EXTERNAT	1	0	0		

2016	Inscrits	Admissibles	%admissibles /inscrits	Admis	%admis /inscrits	%admis /admissibles
ADJOINT D'ENSEIGNEMENT	2	1	50	1	50	100
AG NON TITULAIRE FONCT PUBLIQ	10	1	10		0	0
CONTRACTUEL 2ND DEGRE	215	51	24	18	8	35
CONTRACTUEL INSERTION (MGI)	1	1	100		0	0
ENSEIG NON TIT ETAB SCOLETR	5	3	60	3	60	100
MAITRE AUXILIAIRE	17	6	35	5	29	83
MAITRE DELEGUE	2	1	50	1	50	100
VACATAIRE DU 2ND DEGRE	9	4	44	2	22	50
PERS ENSEIG NON TIT FONCT PUB	12	3	25	1	8	33
ASSISTANT D'EDUCATION	103	33	32	10	10	30
PROFESSIONS LIBERALES	9	2	22		0	0
SALARIES SECTEUR INDUSTRIEL	9	9	100	2	22	22
ENSEIGNANT DU SUPERIEUR	6	1	17		0	0
CADRES SECT PRIVE CONV COLLECT	25	6	24	5	20	83
FORMATEURS DANS SECTEUR PRIVE	9	2	22		0	0
CERTIFIE	1	1	100		0	0
ELEVE D'UNE ENS	4	3	75	0	0	0
ETUDIANT EN ESPE	692	519	75	303	44	58
ETUDIANT HORS ESPE	134	84	63	43	32	51
EMPLOI AVENIR PROF.2ND D.PUBLI	12	4	33	2	17	50
SANS EMPLOI	237	67	28	24	10	36
AG NON TIT FONCT HOSPITAL	1	0				
AG NON TIT FONCT TERRITORIALE	5	0				
AGRICULTEURS	1	0				
CONTRACT ENSEIGNANT SUPERIEUR	6	0				
ENS STAGIAIRE 2E DEG. COL/LYC	3	0				
MAITRE CONTR.ET AGREE REM MA	1	0				
PERS ADM ET TECH MEN	3	0				
PERS FONCT HOSPITAL	2	0				
PERS FONCT TERRITORIALE	3	0				
PERS FONCTION PUBLIQUE	4	0				
PLP	2	0				
PROF DES ECOLES STAGIAIRE	1	0				

PROFESSEUR ECOLES	2	0	
SALARIES SECTEUR TERTIAIRE	33	0	
VACATAIRE APPRENTISSAGE (CFA)	2	0	
VACATAIRE ENSEIGNANT DU SUP.	3	0	

CAFEF-CAPEs	REPARTITION PAR PROFESSION				
	ADMISSIBILITE			ADMISSION	
	inscrits	présents	admissibles	présents	admis
ETUDIANT EN ESPE	63	60	46	46	23
MAITRE AUXILIAIRE	163	117	38	37	16
ETUDIANT HORS ESPE	40	28	17	17	11
SANS EMPLOI	105	39	15	14	5
CONTRACTUEL 2ND DEGRE	76	45	14	14	3
PERS ENSEIG NON TIT FONCT PUB	5	3	3	3	2
VACATAIRE DU 2ND DEGRE	33	24	7	7	2
CADRES SECT PRIVE CONV COLLECT	26	6	2	2	1
PERS FONCTION PUBLIQUE	4	1	1	1	1
MAITRE CONTR.ET AGREE REM MA	6	6	4	4	1
ENS.STAGIAIRE 2E DEG. COL/LYC	5	3	1	1	1
ASSISTANT D'EDUCATION	9	7	3	3	1
PROFESSIONS LIBERALES	13	3	1	1	0
SALARIES SECTEUR TERTIAIRE	12	5	2	2	0
SALARIES SECTEUR INDUSTRIEL	10	3	1	1	0
FORMATEURS DANS SECTEUR PRIVE	4	2	1	1	0
ENSEIGNANT DU SUPERIEUR	6	4	1	1	0
AG NON TITULAIRE FONCT PUBLIQ	9	2	1	1	0
MAITRE DELEGUE	33	16	2	2	0
INSTITUTEUR	2	1	1	1	0
AGRICULTEURS	1	0	0		
ARTISANS / COMMERCANTS	2	0	0		
PERS ADM ET TECH MEN	1	1	0		
PERS FONCT TERRITORIALE	1	0	0		
AG NON TIT FONCT HOSPITAL	2	1	0		
MAITRE CONTR.ET AGREE REM TIT	1	0	0		
CERTIFIE	2	0	0		
ADJOINT D'ENSEIGNEMENT	4	1	0		
PLP	1	1	0		
INSTITUTEUR SUPPLEANT	8	4	0		
PROFESSEUR ECOLES	1	0	0		
VACATAIRE ENSEIGNANT DU SUP.	2	1	0		
CONTRACTUEL FORMATION CONTINUE	1	0	0		
CONTRACTUEL APPRENTISSAGE(CFA)	5	4	0		
CONTRACT ENSEIGNANT SUPERIEUR	2	2	0		

2016	Inscrits	Admissibles	%admissibles/inscrits	Admis	%admis/inscrits	%admis/admissibles
ADJOINT D'ENSEIGNEMENT	3	1	33	0	0	0
CONTRACTUEL 2ND DEGRE	52	17	33	8	15	24
MAITRE AUXILIAIRE	106	29	27	14	13	51
MAITRE CONTR.ET AGREE REM MA	7	3	43	3	43	7
MAITRE DELEGUE	23	3	13	0	0	0

PERS ENSEIG NON TIT FONCT PUB	4	1	25	0	0	0
VACATAIRE DU 2ND DEGRE	20	5	25	0	0	0

ASSISTANT D'EDUCATION	8	5	63	1	13	2
--------------------------	---	---	----	---	----	---

SALARIES SECTEUR INDUSTRIEL	3	1	33	0	0	0
SALARIES SECTEUR TERTIAIRE	7	1	14	0	0	0
PERS ADM ET TECH MEN	1	1	100	1	100	1
CADRES SECT PRIVE CONV COLLECT	14	4	29	1	7	4
FORMATEURS DANS SECTEUR PRIVE	2	1	50	0	0	0
ENSEIGNANT DU SUPERIEUR	4	1	25	0	0	0

ETUDIANT EN ESPE	60	48	80	25	42	31
ETUDIANT HORS ESPE	23	14	61	5	22	8
EMPLOI A VENIR PROF. 2ND D. PRIVE	3	1	33	1	33	3

SANS EMPLOI	46	22	48	13	28	27
-------------	----	----	----	----	----	----

AG NON TIT FONCT HOSPITAL	1	0				
AG NON TITULAIRE FONCT PUBLIQ	1	0				
AGRICULTEURS	1	0				
CONTRACT ENSEIGNANT SUPERIEUR	2	0				
ENS. STAGIAIRE 2E DEG. COL/LYC	6	0				
INSTITUTEUR SUPPLEANT	2	0				
PLP	1	0				
PROFESSEUR ECOLES	1	0				
PROFESSIONS LIBERALES	1	0				
VACATAIRE APPRENTISSAGE (CFA)	1	0				
VACATAIRE ENSEIGNANT DU SUP.	3	0				

Sujets d'épreuve de mise en situation professionnelle

Niveau	Titre de la leçon	Matériel imposé
6	La cellule unité du vivant	Oignon, euglènes, ciliés, algue verte, coton tige stérile, bleu de méthylène, eau de Javel dans un bécher, microscope, lames, lamelles, gants, lunettes, papier millimétré transparent.
6	La classification des êtres vivants	Différents organismes vivants d'une forêt. Microscope, lame, lamelle. Logiciel Phylogène + fiche technique.
6	La classification des êtres vivants	Différents organismes vivants d'un étang, loupe à main, microscope, lames, lamelles. Logiciel Phylogène + fiche technique
6	La décomposition de la matière organique dans le sol	Feuilles en cours de décomposition (litière), feuilles tendres, série de boîtes percées de trous de différents diamètres, loupe binoculaire, emporte-pièces de différents diamètres, aquarium rempli de terre. FT : protocole.
6	La décomposition de la matière organique dans le sol	Feuilles en cours de décomposition (litière), feuilles tendres, emporte-pièces, rectangles de tulle de différents maillages, agrafeuse, loupe binoculaire. FT : protocole
6	La formation et la dispersion des graines	Fleurs épanouies et en boutons, carrés de gaze, une paire de ciseaux, ficelle de cuisine. Pince, fleur épanouie d'une autre espèce
6	La production alimentaire par une culture	Huile d'olive, olives vertes avec et sans noyau, olives noires avec et sans noyau, mortier et pilon, sable fin, 2 entonnoirs, carrés de gaze, portoir avec tubes à essai, rouge Soudan III, cacahuète, verre de montre, scalpel.
6	La production alimentaire par une transformation biologique	Jus de raisin pasteurisé, levures à vin, solution de glucose, 4 ballons de baudruche, 4 erlens, un vinomètre. Fiche technique : utilisation du vinomètre.
6	La production alimentaire par une transformation biologique	Levure de boulanger (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>), grain de blé, farine, pain frais, réactif iodo-ioduré, réactif de biuret, sel, balance de précision, éprouvette graduée, microscope, lames, lamelles. Fiche technique biuret.
6	La production alimentaire par une transformation biologique	Raisin, levures en suspension, alcootest, bandelettes test glucose, verrerie avec tube à dégagement, mortier, pilon, potence, entonnoir, filtre, microscopes, lames, lamelles.
6	La production alimentaire par une transformation biologique	Yaourt, bleu de méthylène, sèche-cheveux, lait, acide, papier pH, microscope, lames. Fiche technique : réalisation d'un frottis bactérien.
6	La production alimentaire par une transformation biologique	Lait frais pasteurisé, yaourt, ferments lactiques, pHmètre ou papier pH, réactif de biuret, liqueur de Fehling, bain marie, balance de précision, 4 béchers de 50 mL, 12 tubes à essai sur portoir. Fiche technique biuret.
6	La production de matière organique par les êtres vivants	Graines, germinations de plantes cultivées sur différents milieux, balance de précision, éprouvette graduée, vermiculite, boîtes de Pétri, dispositif d'acquisition d'images, logiciel MESURIM. Fiche technique : utilisation de MESURIM.
6	La production de matière par les êtres vivants	Maquereau, matériel à dissection, gants, loupe binoculaire, verre de montre, boîte de pétri, lame, lamelle, microscope, micropipette

6	La reproduction des plantes à fleurs	Rhizomes de plusieurs années, tubercules à différents stades, fraisiers avec stolons, Saintpaulia, pots avec de la terre, pots avec de l'eau, matériel à dissection et loupe à main.
6	Le rôle des organismes dans la transformation de la matière organique du sol	Sol non stérilisé et stérilisé, boîtes de Pétri, filtre à café cellulosique, sac plastique, feuilles à différents stades de décomposition, loupe à main, paire de ciseaux.
6	Les êtres vivants du sol	Appareil de Berlèse, organismes issus d'une récolte, litière, organismes de la macrofaune, photos d'organismes de la microfaune, loupe binoculaire, verre de montre, pince
6	L'installation des végétaux dans un milieu	Plant de Brassicacées, loupe binoculaire, pinces fines, microscope, lames, lamelles.
6	L'installation des végétaux et colonisation du milieu	Polypode en pot avec spores, pinces fines, microscope, loupe binoculaire lames, lamelles, diverses semences de plantes à fleurs
6	L'occupation du milieu en fonction des saisons	Larves et imagos d'Insectes, bulbes, graines, scalpel, eau iodée, loupe binoculaire.
6	L'occupation du milieu par les végétaux en fonction des saisons	Plantes, bulbes, rhizomes, tubercules, bourgeons, graines, scalpel, loupe binoculaire, eau iodée.
6	La production de matière par les êtres vivants	Pelote de réjection, logiciel PELOTE, gants, pinces fines, loupe binoculaire, cuvette à dissection, béccher avec javel, lunettes, sopalin, papier canson noir, colle liquide
5	La circulation du sang	Cœur d'agneau, pailles de deux couleurs, pissette d'eau, matériel à dissection.
5	La circulation sanguine	Cœur de mouton, matériel à dissection, lampe, gants, élastique.
5	La respiration et l'occupation du milieu	Poisson rouge, eau, agitateur magnétique, cristallisoirs, béccher, dispositif de chauffage, thermomètre, sonde à O ₂ , logiciel ExAO. Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
5	La transformation des aliments	Pain, empois d'amidon, amylase, eau iodée, liqueur de Fehling, bec électrique, tubes à essais, pipettes, plateau à coloration, bain-marie.
5	Le fonctionnement de l'appareil respiratoire	Ensemble coeur-poumon d'agneau, matériel à dissection, tuyaux flexibles.
5	Le fonctionnement de l'appareil respiratoire	Dispositif ExAO, sonde à O ₂ , dispositif (tuyaux + clapet anti-retour), filtre et embout buccal. Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
5	Les échanges respiratoires chez l'Homme	Dispositif ExAO, sonde à O ₂ , enceinte respiratoire, filtre et embout buccal, eau de chaux, flacons avec bouchons perforés, tuyaux avec clapet anti-retour. Fiche technique : utilisation de l'ExAO. Fiche technique : montage.
5	Les manifestations de la respiration chez les êtres vivants	Tomates cerises, petits champignons de Paris, poisson rouge, vers de farine, dispositif ExAO avec sondes O ₂ , CO ₂ . Fiche technique : utilisation ExAO.
5	Les manifestations de la respiration chez les êtres vivants	Tomates cerises, framboises, petits champignons de Paris, poisson rouge, cristallisoirs et film étirable, eau de chaux, bleu de méthylène très pâle, rouge de crésol, réactif de Winkler, petits récipients, tubes à essai, pipettes. Fiches techniques : utilisation du rouge de crésol, du réactif de Winkler, du bleu de méthylène.

5	Les manifestations de la respiration chez les végétaux et les animaux	Poisson rouge, un géranium et une enceinte permettant d'enfermer une feuille, dispositif ExAO, sonde à O ₂ . Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
5	Les manifestations de la respiration chez les végétaux et les animaux	Insectes, dispositif ExAO, sonde à O ₂ . Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
5	Modalités de la respiration et milieux de vie	Poisson rouge, poisson euthanasié, matériel à dissection, lampe, gants, loupe binoculaire, microscope, lames, lamelles.
5	Modalités de la respiration et milieux de vie	Grenouille euthanasiée, matériel à dissection, lampe, gants, fin tuyau, microscope, lames, lamelles.
5	Modalités de la respiration et milieux de vie	Insecte vivant, insecte euthanasié, matériel à dissection, lampe, gants, microscope, lames, lamelles.
5	Respirer dans l'eau et respirer dans l'air	Poisson euthanasié, asticot euthanasié, lames, lamelles, matériel à dissection, lampe, gants.
5	Respiration et occupation du milieu	8 Béchers, élodée, agitateur magnétique, thermomètre, 6 bain-marie, glace pillée, lampe, luxmètre, kit pour le dosage colorimétrique du dioxygène dissous. Fiche technique : réactif de Winckler
5	Le fonctionnement de l'appareil respiratoire	Avant de lapin, matériel à dissection, paille, béccher, eaux de chaux, préparation du commerce coupe transversale de trachée artère, et coupe transversale de poumon
5	La transformation des aliments	Oeuf entier, Suspension de blanc d'œuf, acide chlorhydrique à 0,5mol/L, pepsine, papier pH, bandelettes réactives à l'albumine, nécessaire pour réaction du biuret, bain thermostaté, tubes à essais, pipettes, plateau à coloration, bain-marie, suspension de peptide. Fiche technique biuret.
5	La transformation des aliments	feuilles de riz, paire de ciseaux, empois d'amidon, amylase, eau iodée, liqueur de Fehling, bec électrique, tubes à essais, pipettes, plateau à coloration, bain-marie.
4	Du récepteur sensoriel à l'effecteur	Grenouille euthanasiée, matériel à dissection, lampe, gants, loupe binoculaire.
4	La commande nerveuse	Encéphale de mouton, côte doubles d'agneau avec moelle épinière, lame histologique de moelle épinière, bleu de méthylène, microscopes, lames, lamelles.
4	La communication nerveuse	Côte double d'agneau avec moelle épinière, lame histologique de moelle épinière, cuisse de grenouille décongelée, bleu de méthylène, microscope, lames, lamelles.
4	La reproduction sexuée	Fleur de lis, capsules de Lis, pinces, scalpel, verre de montre, microscope, lames, lamelles, loupe binoculaire
4	Le fonctionnement de l'appareil reproducteur chez la femme	Préparations microscopiques d'utérus en phase proliférative et sécrétoire, microscope, système et logiciel d'acquisition d'images, logiciel MESURIM. FT : utilisation de MESURIM
4	La reproduction sexuée	Un oursin mâle ou femelle pour la dissection, cuvette et matériel à dissection, gants, oursins mâle et femelle chacun sur un béccher d'eau de mer, 1 béccher d'eau de mer, lames, lamelles, microscope, micropipettes. Fiche protocole
4	La reproduction sexuée	Moules, cuvette et matériel à dissection, gants, moules mâle et femelle dans 2 béchers d'eau de mer, 1 béccher d'eau de mer, lames, lamelles, microscope, micropipettes
4	Du récepteur sensoriel à l'effecteur	Bouchons de bouteille, pâte à modeler, cure dent, scalpel pour couper le cure-dent, règle graduée, Fiche protocole: schema_outils_test, microscope, lame mince d'une coupe

	transversale de peau
3	Habitudes de vie et santé Logiciel DDALI, plateau repas, balance, coupelle de pesée. Fiche technique : utilisation de DDALI.
3	Le support de l'information génétique Bulbe d'ail (ou oignon) avec pointes racinaires, lame de rasoir, vert de méthyle acétique, microscope, lames et lamelles, acide acétique Fiche technique : coloration au vert de méthyle acétique
3	Le support de l'information génétique Oeufs de lump, oignon, kiwi, matériel d'extraction de l'ADN, vert de méthyle acétique, microscope, lames, lamelles. Fiche technique : extraction de l'ADN. Fiche technique : coloration au vert de méthyle acétique
3	Le système immunitaire face à un agent pathogène Kit de diagnostic de la brucellose avec sa notice, échantillon à tester, microscopes, lames, lamelles. Fiche technique : notice du kit de diagnostic de la brucellose.
3	Le système immunitaire face à un agent pathogène Images électrophorèses de sérums d'individus sain et malade, logiciel MESURIM. Fiche technique : utilisation de MESURIM avec densitométrie
3	Les micro-organismes et le risque infectieux Suspension lactobacilles (probiotique), yaourt, bleu de méthylène, microscope à immersion, huile à immersion, lames et lamelles. Fiche technique : réalisation d'un frottis bactérien.
3	Les relations de parenté entre les espèces Logiciel PHYLOGENE avec sa collection collège. Fiche technique : utilisation de PHYLOGENE.
3	Les micro-organismes et le risque infectieux Boîtes avec gélose 2 solutions colorées (rouges de crésol et neutre) pour simuler les colonies bactériennes Solutions d'HCl et NaOH pour simuler les antibiotiques - Pastilles à réaliser avec une perforatrice de bureau et du papieranson - pincés, pipette FP : réalisation_antibiogramme
3	La parenté chez les êtres vivants Logiciel PHYLOGENE, collection "vertébrés collège", squelette humain, poisson, squelette ou membres antérieurs d'oiseau, de lapin ou de chat, de grenouille ou de crapaud, de serpent, de chauve-souris Fiche technique : utilisation de PHYLOGENE.
3	La parenté chez les êtres vivants Logiciel PHYLOGENE, collection collège. Fiche technique : utilisation de PHYLOGENE.
3	La biodiversité actuelle Mousses en coussinets, boîtes de Pétri, pipettes souples, eau glycinée, eau, lame à concavité, loupe binoculaire, microscope, lames, lamelles, planches photographiques d'êtres vivants présents dans la mousse, photos d'organismes présents dans les mousses.
2	La cellule : unité fonctionnelle des êtres vivants Suspensions de levures et de chlorelles, dispositif ExAO avec sonde O ₂ et sonde à CO ₂ , solution de glucose à 1g.L ⁻¹ - microscope, lames et lamelles Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
2	La cellule unité structurale et fonctionnelle du vivant Elodée, oignon rouge, levures, yaourt, sèche cheveux, coton tige stérile, eau de Javel, bleu de méthylène, rouge neutre, pince, scalpel, pipette, microscope, lames, lamelles + eau et eau salée Fiche technique : réalisation d'un frottis bactérien

2	La cellule unité structurale et fonctionnelle du vivant	Suspension de bactéries du yaourt du commerce, sèche-cheveux, coton tige stérile, eau de Javel, bleu de méthylène, microscope, lames, lamelles, matériel de capture d'images microscopiques et logiciel d'acquisition d'images. Fiche technique : réalisation d'un frottis bactérien / Fiche technique prélèvement cellule buccale / Fiche technique Mesurim
2	La parenté chez les Vertébrés	Poisson euthanasié, matériel à dissection, photo dissection souris, lampe, gants.
2	La parenté chez les Vertébrés	Caille non vidée, matériel à dissection, photo dissection souris, lampe, gants.
2	La parenté chez les Vertébrés	Grenouille euthanasiée, matériel à dissection, photo dissection souris, lampe, gants.
2	La variabilité de la molécule d'ADN	Logiciel ANAGENE, fichiers "système ABO des groupes sanguins" + maquette de l'ADN Fiche technique : utilisation d'ANAGENE.
2	La variabilité de la molécule d'ADN	Logiciel ANAGENE, fichier " le gène de la tyrosinase" + maquette de l'ADN Fiche technique : utilisation d'ANAGENE.
2	La variabilité de la molécule d'ADN	Logiciel RASTOP, répertoire de fichiers adn.pdb. + maquette de l'ADN Fiche technique : utilisation de RASTOP.
2	L'activité physique et les accidents musculo-articulaires	Photographie de squelette de lapin, squelette de patte arrière de lapin, patte arrière de lapin, matériel à dissection.
2	Le métabolisme cellulaire	Levures à jeun, dispositif d'ExAO avec sonde à O ₂ , solution de glucose à 10g.L ⁻¹ , seringue de 1mL. / lames, lamelles, microscope Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
2	Le métabolisme cellulaire en fonction des conditions du milieu	Levures à jeun, dispositif ExAO avec sondes à O ₂ et à éthanol, solution de glucose à 10g.L ⁻¹ , seringue de 1 mL., lames, lamelles, microscope Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
2	L'entrée de matière et d'énergie dans la biosphère	Dispositif d'ExAO avec sonde à CO ₂ , lampe, chlorelles placées à la lumière ; élodées à la lumière et à l'obscurité, eau iodée, microscope, lames, lamelles. Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
2	Les constituants du vivant	Logiciel RASTOP, fichiers molécules organiques (glucose, alanine, acide palmitique, adénosine) et fichier "quartz". + fichier excel tableau composition chimique vivant et non vivant Fiche technique : utilisation de RASTOP.
2	Les constituants du vivant	Morceaux de poulet, haricot, pomme de terre, crevette, morceau de calcaire et de granite, réactif de biuret, liqueur de Fehling, eau iodée, tubes à essai, bec électrique + fichier excel tableau composition chimique vivant et non vivant
2	Les constituants du vivant	Argile, béccher contenant 100g de pommes fraîches, béccher contenant 100g de pommes ayant subi une déshydratation complète par un passage à l'étuve, pomme de terre, cerneau de noix, œuf dur, liqueur de Fehling, réactif de biuret, eau iodée, tube à essais, bec électrique, pince en bois, balance, microscope, lames et lamelles + fichier excel tableau composition chimique vivant et non vivant
2	Les échanges entre la cellule et son milieu	chlorelles, oignon violet, eau douce et eau salée, papier filtre, microscope, lames, lamelles. Dispositif EXAO sondes CO ₂ et O ₂ . Fiche technique EXAO.
2	Les modifications physiologiques à l'effort	Dispositif ExAO avec capteurs cardio, électrodes. Fiche technique : utilisation de l'ExAO. Fiche technique fréquence cardiaque.

2	Les modifications physiologiques à l'effort	Microscope et lames CT artère et artère athérome (ou photo); Tableau numérique valeurs de PA / intensité activité; brassard électronique ou brassard et stéthoscope Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
2	Les modifications physiologiques à l'effort	Tableau numérique distribution sang organes repos effort ; Dispositif ExAO de spirométrie, embout buccal, filtre. Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
2	Les modifications physiologiques à l'effort	Brassard électronique. Dispositif ExAO de spirométrie, embout buccal, filtre. Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
2	L'universalité de la molécule d'ADN	Logiciel RASTOP, répertoire de fichiers adn.pdb. Fiche technique : utilisation de RASTOP.
2	Métabolisme cellulaire et conditions environnementales	Suspension de levures à jeun, glucose, amidon, maltose, logiciel ExAO avec sonde à O ₂ . Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
2	Métabolisme cellulaire et conditions environnementales	Suspensions de levures à jeun à température ambiante et à 4°C, glucose, cristalliseur rempli de glaçons, logiciel ExAO avec sonde à O ₂ , sonde à température, pipette, pro-pipette, seringue, agitateur magnétique. Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
2	Métabolisme cellulaire et son contrôle	Suspension de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> LAC- et <i>Saccharomyces boulardii</i> LAC + à jeun, lactose, logiciel ExAO avec sondes à O ₂ . Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
2	La parenté des vertébrés	Logiciel phylogène collection vertébrés actuels et fossiles, squelettes de archéoptéryx, poisson, grenouille, serpent, chauve-souris. Fiche technique Phylogène
2	Les modifications physiologiques à l'effort	Dispositif ExAO pour la consommation de dioxygène, embout buccal, filtre, clapet anti retour, enceinte, fiche technique utilisation de l'ExAO. Bécher avec eau de javel. Tableur Excel et fichier évolution de la VO ₂ .
2	Pression artérielle et activité physique : modification et régulation	Logiciel RegulPan, brassard électronique ou brassard et stéthoscope
2	La biodiversité, résultat et étape de l'évolution	Microscope, loupe binoculaire / Echantillons vivants ou pas
2	L'activité physique et les accidents musculo-articulaires	Photographie de squelette de lapin, squelette de patte arrière de lapin, patte arrière de lapin, matériel à dissection.
2	La cellule : unité structurale et fonctionnelle des êtres vivants	Oignon violet, eau douce et eau salée, papier filtre, microscope, lames, lamelles. Dispositif EXAO sondes CO ₂ et O ₂ euglènes vertes et euglènes « albinos » mutantes
1L-ES	Etude comparée des pigments rétinien chez les Primates	Logiciel PHYLOGENE et fichiers de séquences des opsines. Fiche technique : utilisation de PHYLOGENE.
1L-ES	La maîtrise de la procréation	Logiciel RASTOP, fichiers de molécules d'oestrogène, progestérone et RU 486. Fiche technique : utilisation de RASTOP.
1L-ES	La réception des stimuli visuels	Oeil de veau, matériel de dissection, gants, lampe.
1-L-ES	Les aires visuelles et la perception visuelle	Logiciel EDUANATOMIST, banque de données NEUROPEDA (images localisation des aires visuelles, vision du mouvement et des couleurs), fichier des seuils de visualisation. Vidéo de la stimulation. Fiche technique : utilisation de EDUANATOMIST.

1-L-ES	L'organisation des voies visuelles	Logiciel EDUANATOMIST et banque de données NEUROPEDA (images anatomiques). Fiche technique : utilisation de EDUANATOMIST.
1-L-ES	Perturbation chimique de la perception visuelle	Logiciel RASTOP, fichier de molécules de sérotonine et de LSD. Fiche technique : utilisation de RASTOP.
1-L-ES	Une agriculture pour nourrir les Hommes	Graines de Lentilles + culture de lentilles de 3 semaines dans 5 milieux de concentration en nitrates différentes (eau, KNOP entier, KNOP + 15g de nitrate et calcium, KNOP + 20g nitrate et calcium, KNOP sans N) ,balance, logiciel Mesurim et sa fiche technique, tableur. Il y a 3 semaines, 10g de lentilles ont été déposés dans chaque pot.
1-L-ES	La conservation des aliments	Rondelles de Banane (5 par condition) dans 6 conditions différentes (lumière et température ambiante/obscurité et température ambiante/lumière et froid/lumière température ambiante et sous vide partiel/ lumière température ambiante et atmosphère enrichie en oxygène/lumière température ambiante et arrosé de jus de citron) et placées 36 h, 24h, 12h, 6h avant le jour de passage, bananes, citron, récipients oxygène et matériel pour faire le vide, Logiciel Mesurim, fiche technique Mesurim. Emballages avec indication de conservateurs E300 à E307
1-L-ES	La qualité des sols	Eosine bleu de méthylène. <u>Dosage engrais et fiche technique</u> : solution témoin de nitrate d'ammonium de concentration 5g/L, solution d'engrais NPK 6.6.6 diluée 10 fois, solution d'hydroxyde de sodium (soude) 0,20 mol/L, erlenmeyers de 100 mL, éprouvettes graduées, indicateur coloré thymolphaléine, agitateur magnétique et barreau aimanté, burette graduée et son support. <u>Protocole interaction sol solution ionique et fiche technique</u> : entonnoirs, éprouvettes graduées en verre de 50 mL, coton hydrophile, terre riche en humus, bleu de méthylène 1‰ dilué 50 fois, éosine 2‰ diluée 10 fois, engrais universel liquide NPK 6.6.6 dilué 10 fois (fournir la bouteille à partir de laquelle la solution a été préparée pour la composition initiale), eau déminéralisée, bandelettes nitrate, fiche protocole de dosage des ions ammonium et matériel correspondant.
1S	De la découverte du code génétique à l'expression du patrimoine génétique	Logiciel ANAGENE et sa banque de molécules. Fiche technique : utilisation de ANAGENE / disposition d'électrophorèse HbA/HbS+ . Electrophorèse : fiche technique et matériel : cuve à électrophorèse ; Pipettes de 10 mL /Poire à pipeter ou pipump /Eprouvette de 500 mL /Flacon d'1L / Flacon de 500 mL /Feutres permanents /Micropipette 0,2 mL ou poire à goutte calibrée /Gants /Lunettes de protection /Papier aluminium /Pince fine /Microtube à bouchon /Récipient pour bains de coloration et de décoloration /Cuve à électrophorèse avec support de bandes, alimentation continue de 125 V et 250 mA /Acide acétique glacial pour faire de l'acide acétique 5% - tube avec : protéines issues d'un individu Hb A/HbA, protéines issues d'un individu Hb A/Hb S, protéines issues d'un individu Hb S/HbS
1S	De la découverte du code génétique à l'expression du patrimoine génétique	Logiciel RASTOP, sa banque de molécule et fiche technique d'utilisation de RASTOP + lame drépanocytaire
1S	Devenir homme ou	Logiciel DETSEX + dissection appareil génitaux lapin (ou souris)

	femme	
1S	Devenir homme ou femme	Logiciel DETSEX.
1S	Les photorécepteurs rétiniens produits de l'évolution	Logiciel ANAGENE et fichier de séquences des opsines. Fiche technique : utilisation de ANAGENE. Microscope + lame de coupe de rétine
1S	Etude comparée des pigments rétiniens chez les Primates	Logiciel ANAGENE et fichier de séquences des opsines. Fiche technique : utilisation de ANAGENE.
1S	La reproduction conforme de la cellule	Préparation microscopique d'une extrémité de racine de Liliacées, microscope, dispositif de capture d'image et logiciel de capture d'images. Fiche technique : utilisation du logiciel de capture d'images. Fichier tableur de la variation de la quantité D'ADN en fonction du temps. Fiche technique Mesurim.
1S	Le cycle ovarien et son contrôle	Lame d'ovaire en phase folliculaire et lame d'ovaire en phase lutéale logiciel de traitement de texte, caméra et logiciel d'acquisition d'images. Fiches techniques : utilisation de la caméra et du logiciel d'acquisition d'images.
1S	Les chromosomes au cours du cycle cellulaire	Méristème d'ail ou jacinthe, HCl 1M, solution orcéine acétique à 45 %, microscope , lames, lamelles. Fiche technique : coloration à l'orcéine acétique.
1S	Les fonctions du testicule	Lames de testicules fertile et cryptorchide, microscope et caméra, logiciel d'acquisition d'images. Fiche technique : utilisation du logiciel d'acquisition d'images.
1S	Les mutations : origine et conséquences	Logiciel ANAGENE, séquences de phénotypes thalassémiques. Fiche technique : utilisation de ANAGENE.
1S	L'expression du génotype	Logiciel ANAGENE et molécule GH (hormone de croissance), PAH (phénylalanine hydroxylase). Fiche technique : ANAGENE.
1S	Photorécepteurs, produits de l'évolution	Logiciel PHYLOGENE, banque de séquences des opsines. Fiche technique : utilisation de PHYLOGENE. Microscope + lame de coupe de rétine
1S	Variabilité génétique et mutation	Suspension de levures ade2 (incapables de synthétiser l'adénine), bec électrique, matériel d'ensemencement, alcool, chambre UV (avec matériel de sécurité), photos de résultats d'exposition des levures ade2 aux UV + MESURIM
1S	La productivité primaire des agrosystèmes	Graines de Lentilles + culture de lentilles de 3 semaines dans 5 milieux de concentration en nitrates différentes (eau, KNOP entier, KNOP + 15g de nitrate et calcium, KNOP + 20g nitrate et calcium, KNOP sans N) ,balance, logiciel Mesurim et sa fiche technique, tableur. Il y a 3 semaines, 10g de lentilles ont été déposés dans chaque pot.
1S	Productions alimentaires et développement durable	Graines de Lentilles + culture de lentilles de 3 semaines dans 5 milieux de concentration en nitrates différentes (eau, KNOP entier, KNOP + 15g de nitrate et calcium, KNOP + 20g nitrate et calcium, KNOP sans N) ,balance, logiciel Mesurim et sa fiche technique, tableur. Balance de précision. Il y a 3 semaines, 10g de lentilles ont été déposés dans chaque pot.

1S	Productions alimentaires et développement durable	Matériel 1 : solution témoin de nitrate d'ammonium de concentration 5g/L, solution d'engrais NPK 6.6.6 diluée 10 fois, solution d'hydroxyde de sodium (soude) 0,20 mol/L, erlenmeyers de 100 mL, éprouvettes graduées, indicateur coloré thymolphtaléine, agitateur magnétique et barreau aimanté, burette graduée et son support. Matériel 2 : solution témoin de nitrate d'ammonium de concentration 5g/L, solution d'engrais NPK 6.6.6 diluée 10 fois, solution d'hydroxyde de sodium (soude) 0,20 mol/L, erlenmeyers de 100 mL, éprouvettes graduées, indicateur coloré thymolphthaléine, agitateur magnétique et barreau aimanté, burette graduée et son support. Dosage nitrates et ions ammonium après engraisage d'un sol et lessivage (fiche protocole interaction sol solution ionique 1S.docx) Images Google Earth Bretagne indiquant pollutions liées aux élevages, fiche technique Google Earth
1S	Le cristallin : une lentille vivante	Œil de veau Microscope, lame, lamelle, matériel de dissection Lentille convergente
1S	Sexualité et bases biologiques du plaisir	Logiciel eduanatomist + fiche technique + fichiers associés + dossier 4systemerecompense + fiche techniques des modalités de construction d'une image fonctionnelle.
1S	Les photorécepteurs rétiniens produits de l'évolution	Logiciel ANAGENE et fichier de séquences des opsines. Fiche technique : utilisation de ANAGENE.
1S	Variation génétique bactérienne et résistance aux antibiotiques	– une boîte de gélose colorée au bleu de bromothymol – une pince fine – un récipient contenant de l'eau distillée pour le rinçage de la pince entre deux pastilles – un portoir d'ependorfs avec les 5 eppendorfs A,T,E ,V,C, contenant du d'HCl à différentes concentrations, et de l'eau distillée pour les autres. Pastillées imbibées de ces solutions, représentant différents antibiotiques (A:amoxicilline, T:tétracycline; E:érythromycine; V:vancomycine; C:céfotaxime). – un papier sopaline – un chronomètre
TS	Motricité volontaire	Encéphale d'agneau, côte double d'agneau, matériel à dissection bleu de méthylène, microscope, lames, lamelles.
TS	La diversification du vivant sans modification des génomes	Lichens, lame de rasoir, microscope, lame, lamelles.
TS	Les rôles de la méiose dans la diversité génétique	Logiciel ANAGENE, fichiers, famille multigéniques des globines. Fiche technique : utilisation de ANAGENE.
TS	Le brassage génétique et sa contribution à la diversité génétique	Réalisation de préparations microscopiques à partir d'anthères de fleurs à différents stades
TS	Le cortex cérébral et les mouvements volontaires	Logiciel EDUANATOMIST, banque de données NEUROPEDA (images fonction motricité IRMsujet13112fonctionMotriciteMainGaucheVersusDroite ; IRMsujet13112fonctionMotriciteMainDroiteVersusGauche ; image anatomique du sujet 13112), fichier des seuils de visualisation. Fiche technique : utilisation de EDUANATOMIST.

TS	Le réflexe myotatique	Patte de grenouille Côte double d'agneau Bleu de méthylène Matériel de dissection, lames, lamelles
TS	Le réflexe myotatique	Dispositif EXAO pour mise en évidence du réflexe myotatique. Fiche technique : utilisation de l'EXAO
TS	Les immunoglobulines, molécules de l'immunité adaptative	Logiciels RASTOP et ANAGENE, séquences d'immunoglobuline, molécule anticorps, fragment d'anticorps ayant fixé l'antigène. Fiches techniques : utilisation de RASTOP et ANAGENE.
TS	Les immunoglobulines, molécules de l'immunité adaptative	Boîte de Pétri (petites), Agar-agar en poudre, spatule, balance de précision, réchaud électrique, bécher pyrex, emporte-pièce, pipette automatique avec embouts jetables, marqueur indélébile Produits de substitution : Soude (Sérum de lapin immunisé contre l'albumine de boeuf) - eau distillée (Albumine de sérum de cheval) - Sulfate de zinc (Albumine de sérum de bœuf) - Eau distillée (Albumine de lait de vache) - eau distillée Fiche technique : réalisation du test d'Ouchterlony
TS	Les immunoglobulines, molécules de l'immunité adaptative	Logiciel RASTOP, fichiers « igg-lys.pdb » (fragment d'anticorps ayant fixé l'antigène) et « iggtotal.pdb » (anticorps complet). Fiche technique : utilisation de RASTOP.
TS	Les immunoglobulines, molécules de l'immunité adaptative	ANAGENE, fichier « igg.edi » (séquences polypeptidiques des quatre chaînes d'un anticorps). Fiche technique ANAGENE.
TS	Les immunoglobulines, molécules de l'immunité adaptative	Kit de diagnostic de la brucellose avec sa notice, échantillon à tester, microscopes, lames, lamelles. Fiche technique : notice du kit de diagnostic de la brucellose.
TS	Les immunoglobulines, molécules de l'immunité adaptative	Dispositif d'électrophorèse sur bande d'acétate Sérums de lapin immunisé ou non contre un antigène Electrophorèse : fiche technique et matériel : cuve à électrophorèse ; 100 mL de tampon d'électrophorèse à pH 9,2 et une éprouvette de 100 mL, deux bandes d'acétate placées dans une solution de tampon veronal, applicateurs de sérum (lamelles de dépôt en verre ou équivalent), un verre de montre contenant du sérum de lapin L1 immunisé contre un antigène inoffensif (BSA ou autre), un verre de montre contenant du sérum de lapin L2 non immunisé, un verre de montre contenant du sérum du lapin L à tester, pince, papier filtre, cuve plastique à plusieurs alvéoles pour la coloration, solution de Rouge Ponceau, solution d'acide acétique à 5%. Logiciel Mesurim et sa fiche technique
TS	Les rôles de la méiose et de la fécondation dans la diversité génétique	Drosophiles vivantes issues d'un croisement-test pour les gènes « vestigial » et « ebony » Erlenmeyer + entonnoir (Ethériseur) Produit Flynap Plaquettes de drosophiles des parents P1 et P2 et de la génération F1 Loupe binoculaire Protocole utilisation éthériseur Logiciel Mesurim et sa fiche technique
TS	Les rôles de la méiose et de la fécondation dans la diversité génétique	Drosophiles : types parentaux sauvage à corps clair et ailes longues et mutants doubles récessifs à corps noir et ailes vestigiales ; individus de F1 ; individus de F2 obtenus par croisement entre un individu F1 et un parent homozygote double récessif, caméra, logiciel d'acquisition d'images. Fiche technique : utilisation du logiciel d'acquisition d'images. Fiche technique Mesurim.

TS	Les rôles de la méiose et de la fécondation dans la diversité génétique	2 criquets mâles adultes fraîchement tués Matériel de dissection Bleu de toluidine Verres de montre Pipette Pasteur Liquide physiologique Fixateur Fiche technique : dissection des testicules de criquet.
TS	Les rôles de la méiose et de la fécondation dans la diversité génétique	Drosophiles vivantes issues d'un croisement-test pour les gènes « vestigial » et « ebony » Ethériseur Produit Flynap Plaquettes de drosophiles des parents P1 et P2 et de la génération F1 Loupe binoculaire Protocole utilisation éthériseur Logiciel Mesurim et sa fiche technique. Fiche protocole etheriseur.
TS	Les supports anatomiques et cytologiques du réflexe myotatique	Patte postérieure de grenouille, matériel de dissection, épingles, bleu de méthylène, microscope, lames, lamelles.
TS	Les supports anatomiques et cytologiques du réflexe myotatique	Grenouille euthanasiée, matériel à dissection, gants, lampe.
TS	La feuille : un organe spécialisé	Feuille de houx, feuille de poireau, vernis, lame de rasoir, pinces fines, microscope, lames, lamelles.
TS	La feuille : un organe spécialisé	Pétiole de céleri dans une eau colorée au rouge neutre, lame de rasoir, loupe binoculaire.
TS	La vie fixée à l'interface sol-air chez la plante	Un plant entier de haricot, lames de rasoir, moelle de sureau, 6 verres de montre, eau, eau de javel, acide acétique, carmino-vert de Mirande, microscope, lames, lamelles. Fiche technique : coloration au carmino-vert de Mirande.
TS	La vie fixée à l'interface sol-air chez la plante	Une tige de menthe, une racine d'iris lames de rasoir, moelle de sureau, 6 verres de montre, eau, eau de javel, acide acétique, carmino-vert de Mirande, microscope, lames, lamelles. Fiche technique : coloration au carmino-vert de Mirande.
TS	Organisation de la plante et vie fixée	Une plante (Lys ou autre), matériel de dissection, microscope, lame, lamelles, colorants.
TS	La vie de la fleur	Fleurs de Lis Fleurs de Sauge Matériel de dissection Lames lamelles
TS	Organisation florale et reproduction	Étamines de lys à maturité, lames , lamelles, eau et germinations de grains de pollen de Lis (ou photo). Effectuer un geste technique: mise en contact des grains de pollen prélevés sur les anthères avec des extraits de papilles stigmatiques, sur une lame.
TS	Un regard sur l'évolution de l'Homme	Logiciel PHYLOGENE avec collection archontes. Fiche technique : utilisation de PHYLOGENE.
TS	Un regard sur l'évolution de l'Homme	Logiciel ANAGENE, séquences ASPM de 10 primates. Fiche technique : utilisation de ANAGENE.
TS	Un regard sur l'évolution de l'Homme	Logiciel ANAGENE, séquences NAD déshydrogénase des primates (homme, gibbon, chimpanzé, gorille, orang-outang), du chien et de l'anguille. Fiche technique : utilisation de ANAGENE.
TS	Le chant des oiseaux : un exemple de diversification du vivant	Logiciel Audacity Fichiers sons de chants de différents pinsons Casque Tutoriel Audacity
TS	Infection virale et immunité adaptative	Kit Elisa Micropipette + cônes Fiche technique de réalisation du test : fichetechniqueELISATERMINALE

TS	La réaction inflammatoire	Solution d'éthanol à 10 % (50 mL) /Solution de NaCl à 0,7 % (5 mL)/Pipettes Pasteur (3) et tétines/Boîte de dissection /Lame de rasoir/Eau distillée (pissette)/Chambre humide (x2) : boîte de pétri (de diamètre suffisant pour pouvoir y déposer une lame de verre) tapissée de papier absorbant saturé d'eau et fermée par son couvercle/Bécher 50 mL/Lames et lamelles/Bleu de méthylène/Lombrics /Suspension de levures à 1 g/L (10 mL) Fiche protocole : Protocole_coelomocytesLombric
TS	La réaction inflammatoire	Lombrics vivants Solution d'éthanol à 10 % Suspension de levures à 1 % Solution de NaCl à 0,7 % Seringue et aiguille Matériel à dissection dont lame de rasoir Boîte de Petri et papier absorbant Lames et lamelles Fiche protocole : Protocole_coelomocytesLombric
TS	La fécondation	Moules mâles et femelles vivants Eau salée 35 g.L ⁻¹ Lames, lamelles Lames à concavité Matériel de dissection (gros ciseaux). Fiche protocole.
TS	Les stratégies de défense de la plante en relation avec la vie fixée	3 rameaux feuillés de lierre : placé en atmosphère humide - placé en atmosphère normale - placé en atmosphère desséchante vernis à ongles incolore Matériel de dissection Lames lamelles Logiciel Mesurim et sa fiche technique
TS	Les stratégies de défense de la plante en relation avec la vie fixée	Plantes succulentes de murs : Nombriil de Vénus, Joubarbe, Sedum, outils de dissection, lames, lames
TS	La symbiose, un processus de diversification du vivant	Plantain avec racines. Matériel de dissection. Lames lamelles Bleu coton lactique, lampe, gants, lames de rasoir.Protocole : Protocole_coloration_mycorhizes
TS	La symbiose, un processus de diversification du vivant	Haricot ou trèfle avec nodosités Lichen (Xanthoria, Parmelia, Usnée...) Matériel de dissection Lames lamelles Bleu coton lactique
TS	La spéciation	Logiciel Audacity Fichiers sons de chants de différents Oiseaux (Pouillot verdâtre) Casque Tutoriel Audacity
TS	Un regard sur l'évolution de l'Homme	Moulages de crâne humain et de chimpanzé avec bouchons pour maintenir les crânes. Ecran vertical uni et stable Règle graduée ruban adhésif webcam ou ap photo num. Protocole : Protocole_craniométrie Mesurim et sa fiche technique
TS	La plante domestiquée	Carottes sauvages, carottes cultivées (orange et jaune) Matériel pour chromatographie : Trois éprouvettes à chromatographie avec bouchon muni d'un crochet + cache noir pouvant recouvrir l'éprouvette Solvant à chromatographie Papier Whatman Agitateur en verre Matériel pour coloration de la lignine : Trousse à dissection Solution de phloroglucine à 2 % Bêchers de 50 mL Lunettes, gants Solution d'HCl 6N Matériel pour la mise en évidence du glucose : Bandelettes urinaires de détection du glucose (ex : test urinaire Test Diabur 5000® des laboratoires Roche) Fiche protocole carottes
TS	La vie de la fleur	Fleurs de Lis Fleurs de Sauge Matériel de dissection Lames lamelles

TSSpe	Fermentation et production d'ATP dans la cellule eucaryote	Lame Kova et protocole de comptage. Suspension de levures en aérobiose, à jeun, dispositif EXAO avec sonde éthanol, sonde à CO ₂ . 2 Suspensions de levures cultivée avec du glucose (une en aérobiose et l'autre en anaérobiose) Fiche technique : utilisation de l'EXAO.
TSSpe	La catalyse enzymatique dans le cadre de la digestion des glucides	Empois d'amidon (10g/L), solution d'amylase, tubes à essais, eau iodée, liqueur de Fehling, pince en bois, bec bunsen électriques, gants, lunettes. Solution HCl (1M). Bains marie 37 °C et 100 °C. chronomètre. Plaque à alvéoles
TSSpe	La catalyse enzymatique dans le cadre de la digestion des glucides	Empois d'amidon, saccharose, glucose, maltose. Saccharase, amylase, pepsine; tubes à essais, bain marie, eau iodée, plaques à alvéoles, pipettes plastiques, liqueur de Fehling, pince en bois, bec bunsen électriques, bandelettes test de détection du glucose, gants, lunettes, chronomètre. Logiciel RASTOP, fichier "amylase avec son substrat". Fiche technique : utilisation de RASTOP
TSSpe	La catalyse enzymatique et les conditions du milieu	Solution d'amylase, empois d'amidon, tubes à essais, pipettes de 2 ml, pipettes de 10 ml, glaçons, bécher, 2 bains marie, eau iodée, chronomètre, plaques à alvéoles. Gants, lunettes- logiciel lactase.
TSSpe	le chloroplaste : un organite clef de la photosynthèse	Elodées placées à l'obscurité depuis 48 heures, élodées exposées à la lumière depuis 48 heures, eau iodée, poison métabolique lié à l'ATP, microscope, lame, lamelles, caméra, logiciel d'acquisition d'images. Fiche technique : utilisation du logiciel d'acquisition d'images.
TSSpe	les organes impliqués dans l'homéostat glycémique	Foie, muscle strié squelettique, scalpel, bécher, eau distillée, bandelettes test glucose, verres de montre, eau iodée. Fiche technique : expérience du foie lavé.
TSSpe	Le foie : un organe impliqué dans l'homéostat glycémique	Foie, scalpel, mortier, pilon, sable, bec électrique, bécher, eau distillée, Na ₂ SO ₄ en poudre, tubes à essais, éthanol à 96%, pipettes de 2 mL, entonnoir, filtre, balance, pince en bois. Photo de préparation microscopique de muscle avec coloration du glycogène Fiche technique : extraction du glycogène.
TSSpe	Le site actif des enzymes	Logiciel RASTOP, fichier : "beta-amylase avec son substrat 1byc". Fiche technique : utilisation de RASTOP.
TSSpe	les propriétés des enzymes	Dispositif EXAO, sonde à O ₂ , solutions de glucose de concentration différentes (0, 2, 5, 10, 20g/L), solution de glucose oxydase, pipettes, pissette. Fiche technique : utilisation de l'EXAO.
TSSpe	Les pigments photosynthétiques	Feuilles fraîches d'épinard, feuilles fraîches d'une espèce pourpre, papier Whatmann, solvant, éprouvette à chromatographie, baguette en verre, hotte aspirante. Fiche technique : réalisation d'une chromatographie des pigments.
TSSpe	Production d'ATP par respiration et fermentation dans la cellule eucaryote	Suspension de levures en aérobiose et anaérobiose, à jeun, solution de glucose à 5g.L ⁻¹ , dispositif ExAO avec sondes à CO ₂ , éthanol et O ₂ Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
TSSpe	La régulation hormonale de la glycémie	Logiciel glycémie - préparations microscopiques de pancréas sain et de pancréas d'un individu diabétique de type I, microscope et matériel d'acquisition vidéo - Fiche technique du logiciel glycémie
5	Le devenir des produits de l'érosion	Modèle écoulement d'eau sur plan incliné, graviers de différentes granulométries et sable, béciers d'au moins 500mL de contenance, carte géologique de la Baie du Mont St Michel (1/50

		000).
5	Le devenir des produits de l'érosion	Carte géologique de Saint Valéry sur Somme (1/50000), 4 éprouvettes graduées, eau, sel de mer, argiles type smectite, balance, notice explicative
5	Le devenir des produits de l'érosion	Un échantillon d'une séquence de Bouma, une carte bathymétrique ducanyon de Capbreton, un plan incliné, un grand cristalliseur, une cuillère, graviers, sables fins, sables grossiers et argiles, eau salée.
5	L'eau , principal agent d'érosion et de transport	Modèle de rivière , arène granitique ou sables de différents calibres, béciers d'au moins 500mL de contenance, eau.
5	Une reconstitution d'un paysage ancien	Photo de Coccolithophoridés (MEB), fossile de Micraster, craie, carte géologique de Beauvais (1/50 000).
5	Une reconstitution d'un paysage ancien	Fossiles de Diceras, Hexacoralliaire, Cidaris, carte géologique de Vermenton (1/50 000).
5	Une reconstitution d'un paysage ancien	Echantillon de charbon, fossiles de Lepidodendron, Calamites, carte géologique de Montceau les Mines (1/50 000), photos de fougères arborescentes, de prêle actuelle, de mangroves actuelles. Photo de dropstone carbonifère et du bassin du Tibet actuel
5	Une reconstitution d'un paysage ancien	Résidu de tamisage du gisement de Cherves (Charente), échantillons de marnes de Cherves, clé d'identification de microfossiles avec planche de reconnaissance, fichier tableur "données-cherves", logiciel Open Office.org Calc. Doc num : carte géologique de Charente
5	Une reconstitution d'un paysage ancien	Carte géologique de Lodève (1/50 000), argile verte en poudre, grand cristalliseur ou boîte de Pétri, spatule, lampe chauffante, de l'eau, photo de fente de dessiccation fossile.
5	Une reconstitution d'un paysage ancien	Carte géologique de Saverne (1/50 000), photographie de rides asymétriques, photo de fente de dessiccation.
5	Une reconstitution d'un paysage ancien	Carte géologique de Saint Martin de Londres (1/50 000), fossiles d'hexacoralliaires.
5	Une reconstitution d'un paysage ancien	Carte géologique de Bourg Saint Maurice (1/50 000), un galet strié, une photo de moraine.
5	Une reconstitution d'un paysage ancien	Carte géologique de Bédarieux (1/50000), photographie de rides symétriques, photographie de karst à argiles bauxitiques, un échantillon de bauxite.
5	Une reconstitution d'un paysage ancien	Carte géologique de Lyon (1/250 000), une photo du "Gros Caillou", un échantillon de loess.
5	Une reconstitution d'un paysage ancien	Carte géologique de Brest (1/50 000), échantillon de grès avec figures de courant, échantillon de Tétracoralliaire, Brachiopode, Trilobite.
5	Une reconstitution d'un paysage ancien	Carte géologique de Marseille-Aubagne (1/50 000), une photo de paysage, échantillon de Rudiste, photographie d'Hexacoralliaire, colonne stratigraphique.
4	La tectonique des plaques	Logiciel TECTOglob, carte du fond de l'océan Atlantique. Fiche technique : utilisation de TECTOglob.
4	La tectonique des plaques	Carte géologique du monde CCGM, papier calque de format A3.
4	Les manifestations volcaniques	Carte volcanique du monde, deux vidéos d'éruption (type explosif et type effusif), échantillons de basalte, de ponce, de trachyte, matériel pour modéliser : 4 ballons, 1 chauffe ballon, cires de 2 couleurs différentes, 2 tuyaux pour souffler dans le ballon , 2 plateaux métalliques, 4 tubes droits plongeant dans la cire et

		traversant le plateau métallique, bouchon pour le ballon, fiche protocole : modélisation éruption
4	Les manifestations volcaniques	Carte volcanologique de la chaîne des Puys, photo d'un dôme et d'un cône, un échantillon de scories, un échantillon de trachyte - matériel pour modéliser : 4 ballons, 1 chauffe ballon, cires de 2 couleurs différentes, 2 tuyaux pour souffler dans le ballon, 2 plateaux métalliques, 4 tubes droits plongeant dans la cire et traversant le plateau métallique, bouchon pour le ballon, fiche protocole : modelisation_eruption
4	Origine et propagation des ondes sismiques	Logiciel AUDACITY, capteurs piézométriques, ordinateur, barre métallique avec supports caoutchouc en face inférieure, marteau. Fiche technique : utilisation d'AUDACITY.
4	Origine et répartition des séismes	Carte sismotectonique du monde (CCGM), carte géologique du monde (CCGM), Carte de l'Océan Atlantique avec mécanismes au foyer, zoom sur la faille de la Romanche.
4	Origine et répartition des séismes	Un étau, des noisettes, un cristalliseur, de l'eau, logiciel AUDACITY, capteurs piézométriques. Fiche technique : utilisation d'AUDACITY.
4	Origine et propagation des ondes sismiques	Logiciel AUDACITY, capteurs piézométriques, ordinateur, barres de calcaire et de basalte, marteau. Fiche technique : utilisation d'AUDACITY.
4	Les risques géologiques	Logiciel Google EARTH avec fichier.kmz Risques géologiques Fiche technique : utilisation de Google Earth.
4	La tectonique des plaques	Logiciel Google Earth, fichier kmz "plaques et mouvement", FT : utilisation de Google Earth
4	La tectonique des plaques	Logiciel Google earth, fichier kmz "expansion", FT : utilisation de Google Earth
4	La tectonique des plaques	Logiciel Google earth, fichier kmz "expansion", FT : utilisation de Google Earth. Basalte, gabbro, radiolarite, péridotite.
3	La parenté chez les êtres vivants	Logiciel PHYLOGENE , collection collège. Fiche technique : utilisation de PHYLOGENE.
3	Les grandes crises biologiques	Logiciel Open Office.org Calc, fichier "bélemnites", fichier "dinos_ptéros".
3	Les grandes crises biologiques	Préparations sèches de microfossiles (Globigérines et Globotruncana amenées) paléocènes et du Maastrichtien, loupe binoculaire. Fiche technique : clé de détermination des microfossiles.
3	L'évolution des organismes vivants et histoire de la Terre	Logiciel PHYLOGENE collège (collection flore houillère du Carbonifère), fossiles de Calamites, Sigillaria, Lepidodendron, une empreinte de fronde dans un schiste, un Polypode, une plante à fleur. Fiche technique : utilisation de PHYLOGENE.
2	Conservation et transformation de la matière organique	Carte géologique de la France (1/1 000 000), carte minière de la France métropolitaine, échantillon de charbon et lame, un échantillon de pétrole brut.+Fossiles dans charbon, + échantillon de tourbe et lame + échantillon de houille (ou lignite) et lame.
2	Energie solaire et dynamique des enveloppes fluides	Deux montages : boîte percée, bâtons d'encens, bougie chauffe-plat. Fiche technique : utilisation du modèle.
2	Energie solaire et dynamique des enveloppes fluides	Globe terrestre, carton perforé, lampe, calque ou film alimentaire étirable, règle, feutre, support pour papier.

2	Energie solaire et dynamique des enveloppes fluides	Globe terrestre, ExAO avec luxmètre, lampe. Fiche technique : utilisation de l'ExAO et du luxmètre.
2	Energie solaire et dynamique des enveloppes fluides	Globe, lampe à faisceau réduit. +calque, feutre, papier millimétré, règle. Logiciel mesurim et webcam.
2	Energie solaire et mouvement des enveloppes fluides	Eau chaude, eau froide, colorant (éosine, bleu de méthylène), bouteilles en plastique communiquant à l'aide de deux tubes de verre horizontaux.
2	Energie solaire et mouvement des enveloppes fluides	Bâtons d'encens, 2 plaques de verre, glace, allumettes, 2 cristallisoirs, 2 potences avec noix de serrage, pâte à modeler (pour maintenir le bâton d'encens).
2	La biodiversité au cours du temps	Résidu de tamisage du gisement de Cherves (Charente), échantillons de marnes de Cherves, clé d'identification de microfossiles avec planche de reconnaissance, fichier tableur "données-cherves", Logiciel Open Office.org Calc. lames minces, loupe et microscope, aiguille lancéolée
2	La biodiversité au cours du temps	Suspension de pollens, clé de détermination, fichiers des pollens du lac de Chambedaze, tableur grapheur, microscope.
2	La formation d'un sol	Granite et sol correspondant, loupe binoculaire. Lame de granite et de granite altéré, microscope polarisant et clé de détermination des minéraux des roches magmatiques plutoniques
2	La formation d'un sol	Echantillon de sol calcaire, échantillon de sol granitique, échantillon de calcaire, échantillon de granite, HCl, loupe binoculaire + coupes de sols + carte pédologique+ arène granitique + granite pourri
2	Le sol, un écosystème fragile	Echantillons de sols secs, 2 béciers, 2 éprouvettes graduées, un outil pour tasser le sol, une balance électronique - fichier KMZ sur la dégradation des sols et eau et sols
2	Les combustibles fossiles et les modifications de l'atmosphère	Tableur grapheur et fichier vostok_CO2 et fichier_CO2_MaunaLoa. - Fossiles dans charbon, + échantillon de tourbe + échantillon de houille (ou lignite) + microphotographie de lame de charbon
2	Les conditions de la vie : une particularité de la Terre ?	Dispositif Exao avec luxmètre, un mètre, tube en PVC. Fiche technique ExAO.
2	Energie solaire et dynamique des enveloppes fluides	Globe, lampe à faisceau réduit, calque, feutre, papier millimétré, règle. Logiciel mesurim et sa fiche technique
1S	Dualité continent-océan	Echantillons de basalte, gabbro et granite et lames minces correspondantes.
1S	Dualité continent-océan	Echantillons de basalte, échantillons de granite, un bécier de 500 mL, une éprouvette graduée, une balance.
1S	La formation des gisements pétroliers	Profil sismique d'une marge passive pétrolifère (Niger)+ roche mère / roche réservoir / roche couverture
1S	La mise en place de la lithosphère océanique	Echantillons de périclote, basalte, gabbro, tableau des compositions chimiques comparées des trois roches.
1S	La mise en place de la lithosphère océanique	Carte UNESCO de l'océan Pacifique, lame mince de gabbro, échantillon de pillow-lava, microscope polarisant.
1S	La mise en place de la lithosphère océanique	Carte CCGM océan Atlantique, lames minces de périclote, gabbro et basalte tholéitique, microscope polarisant.
1S	Le cadre géodynamique des gisements pétroliers	Carte géologique du monde CCGM, carte des gisements pétroliers de la mer du Nord, document présentant le contexte de mise en place des huiles de la mer du Nord. + échantillons de roche

1S	Le renouvellement de la lithosphère océanique	Carte sismotectonique du monde + échantillons de roches
1S	Les déplacements des plaques lithosphériques	Logiciel Google EARTH avec fichier.kmz (Hawai). Fichier GPS correspondants (MKEA - station du Mauna Kea). Fiche technique : utilisation de Google Earth. Carte de l'âge des fonds océaniques.
1S	Les données révélatrices de la tectonique des plaques	Carte physiographique du monde CCGM , papier calque A3.
1S	Les données révélatrices de la tectonique des plaques	Carte sismotectonique du monde.+ Google Earth + fiche technique réalisation d'un profil topographique.
1S	Les données révélatrices de la tectonique des plaques	Carte géologique du monde CCGM, papier calque A3 / Logiciel Tectoglob - Fiche technique : utilisation de Tectoglob
1S	Les données révélatrices de la tectonique des plaques	Carte géologique du monde CCGM, carte sismotectonique, papier calque A3. Logiciel TECTOglob. Fiche technique : utilisation de TECTOglob.
1S	Les limites de plaques lithosphériques	Carte géologique du monde CCGM, papier calque A3. Logiciel TECTOglob. Fiche technique : utilisation de TECTOglob
1S	Les limites de plaques lithosphériques	Carte sismotectonique du monde.
1S	Les mouvements relatifs des plaques lithosphériques	Logiciel Open Office.org Calc , fichier "donnéesGPS" , carte "stations_GPS".
1S	Les mouvements des plaques lithosphériques	Carte UNESCO Océan Pacifique, règle, papier millimétré, carte CCGM du monde + roche Pack Expansion océanique Initio Jeulin Ref :507046, teslamètre.
1S	Les mouvements des plaques lithosphériques	Carte CCGM Océan Indien, carte CCGM du monde, règle, papier millimétré + roche + Pack Expansion océanique Initio Jeulin Ref :507046
1S	Les mouvements des plaques lithosphériques	Profils magnétiques de l'Atlantique et du Pacifique sous formats papier et numérique, papier millimétré, règle, échelle des inversions magnétiques sous format numérique + roche + Pack Expansion océanique Initio Jeulin Ref :507046
1S	L'expansion océanique : une idée, des faits	Carte topographique des fonds océaniques, logiciel GOOGLE EARTH, fichier "dorsale.Kmz".
1S	L'expansion océanique : une idée, des faits	Basalte, gabbro, péridotite + tableau comparatif des compositions chimiques des 3 roches.
1S	L'expansion océanique : une idée, des faits	Carte UNESCO de l'océan Atlantique, tableur-grapheur.
1S	Lithosphère et asthénosphère	Logiciel AUDACITY, capteurs piézométriques, marteau, barre de pâte à modeler gelée et à température ambiante. Fiche technique : utilisation d'AUDACITY.
1S	La formation et l'exploitation des gisements pétroliers	Profil sismique d'une marge passive pétrolière (bassin de Santos) roche mère / roche réservoir / roche couverture + lame mince roche réservoir
TS	Convergence lithosphérique et formation d'une chaîne de montagne	Carte géologique de la France million, roches du massif du Chenaillet.

TS	La caractérisation du domaine continental	Echantillons migmatite, granite, gneiss lame mince de gneiss, microscope polarisant, graphe du solidus du granite,
TS	La caractérisation du domaine continental	Echantillons de granite, éprouvette graduée de 1L, ficelle, balance, microscope polarisant, lame mince de granite.
TS	La caractérisation du domaine continental	1 échantillon de granite, gabbro éprouvette graduée de 1L, ficelle, balance. Fichier tableur repartition_altitudes_croute.xls
TS	La caractérisation du domaine continental	Echantillons de granite et micaschiste, microscope polarisant, lames minces de granite et de micaschiste. Profil ECORS des Alpes
TS	La convergence lithosphérique, contexte de formation d'une chaîne de montagnes.	Carte géologique France au million, lames minces de métagabbro faciès éclogite et schiste bleu, microscope polarisant, grille pétrogénétique. Echantillons d'éclogite et de métagabbro à glaucophane.
TS	La disparition des reliefs	Google Earth, fichier KMZ « Montagnes », carte géologique de la France (1/1 000 000). Fiche technique : utilisation de Google Earth.
TS	La disparition des reliefs	Logiciel SIMULAIRY. Fiche technique : utilisation de SIMULAIRY. loupe binoculaire, échantillons granite, granite altéré, arène granitique
TS	La disparition des reliefs	Granite, granite altéré, lames minces correspondantes, arène granitique, un bécher de 250ml, un agitateur, deux microscopes polarisants, loupe binoculaire
TS	L'âge de la croûte continentale	Logiciel Open Office.org Calc, fichier "granite_limousin" et "granite_meymac". Lame de granite, microscope polarisant.
TS	L'âge de la croûte continentale	Carte CCGM mondiale (1/50 000 000). Logiciel Open Office.org Calc, fichier "granite_limousin"
TS	Le magmatisme en zone de subduction	Carte géologique de la Martinique (1/50 000, 2 feuilles), échantillon et lame mince d'andésite, dacite et photo de lame mince de dacite, microscope polarisant, loupe.
TS	La subduction, à l'origine d'une nouvelle croûte continentale.	Carte CCGM du monde. Echantillons d'andésite, de granodiorite, lames minces d'andésite et de granodiorite, microscope polarisant.
TS	Origine du magmatisme en zone de subduction.	Lame mince de métagabbro à glaucophane, lame mince d'éclogite, microscope polarisant, tableau de composition chimiques des minéraux silicatés. Logiciel tectoglob avec sa fiche technique.
TS	Le magmatisme en zone de subduction	Echantillons de métagabbro faciès schiste vert, schiste bleu, éclogite, photos correspondantes, logiciel MESURIM, tableur de calcul du pourcentage en eau. Fiche technique : mesurer une surface avec MESURIM.
TS	Les propriétés thermiques de la Terre	Deux thermoplongeurs, quatre thermomètres, six potences, six pinces adaptables à ces potences, deux béchers, eau, tableur.
TS	Les propriétés thermiques de la Terre	Dispositif ExAO, sondes thermiques, barres de granite et calcaire, plaque chauffante, papier aluminium, thermocouple ou thermomètre, manique, 4 élastiques. Fiche technique conduction et matériaux.
TS	Les propriétés thermiques de la Terre	Un bécher, une boîte de Pétri, huile colorée, huile, bougies chauffe plat, glaçons.
TS	Les propriétés thermiques de la Terre	Sirops de sucre de canne coloré et incolore, entonnoir, tuyau souple, bougies chauffe-plat, bécher, thermomètre, chronomètre, eau distillée.
TS	Reliefs et épaisseur crustale	Google Earth, fichier KMZ « Montagnes », feuille de papier millimétré Fiche technique : utilisation de Google Earth.

TS	Reliefs et épaisseur crustale	Carte géologique de Grenoble au 1/50000 et notice correspondante, Modèle tectonique. Photo affleurement pas de Guiguet
TS	Les marqueurs structuraux de la collision	modèle tectonique . Carte géologique La Mure au 1/ 50000 photo d'un pli
TS	La caractérisation du domaine continental	Echantillons de granite et gneiss et lames associées. Profil ECORS des Alpes.
TS	Les marqueurs de la collision	Carte géologique million de la France. Echantillons de migmatite, granite à muscovite. Lame mince de gneiss à disthène, loupe à main, microscope polarisant.
TSspe	L'effet de serre et sa régulation	Echantillons de divers matériaux : sable clair, terre sombre, feuilles vertes, feuilles mortes, feuille de papier blanc, feuille de papier noir, luxmètre EXAO, ciseau, lampe. Fiche technique : utilisation de l'ExAO. Fichier "vostok_co2.xls"
TSspe	Atmosphère et climat	Deux enceintes transparentes hermétiques, papier noir, coton, eau pipette, dispositif ExAO avec deux sondes thermiques, lampe. Fiche technique : utilisation de l'ExAO.
TSspe	De l'atmosphère initiale à l'atmosphère actuelle	Echantillon de Nostoc, stromatolithes en macroéchantillon et photographie de lame mince, pince, scalpel, microscope, lames, lamelles. 2 béchers (50 mL) , sulfate de fer FeSO ₄ (poudre) , spatule , eau distillée , hydroxyde de sodium, bulleur, lunette, gants - Fiche protocole test O2 oxydation fer
TSspe	Glaces et reconstitution des climats du passé	Logiciel Open Office.org Calc, fichiers "grip_018", « gisp_o18 » et "domec_o18", carte de localisation des forages, échantillons de loess et galet strié
TSspe	Glaces et reconstitution des climats du passé	Logiciel Open Office.org Calc, fichiers "grip_018", « gisp_o18 » et "domec_o18", carte de localisation des forages.
TSspe	Reconstituer les variations climatiques sur les grandes durées	Carte de Marseille (1/250000), bauxite, charbon, fossile de lépidodendron, photo de fougères tropicales actuelles (Bélouve), photo sol latéritique actuel.
TSspe	Reconstituer les variations climatiques des 800 000 dernières années	Logiciel Open Office.org Calc, fichiers "grip_018" et "Signature isotopique des précipitations en divers lieux", carte de localisation du forage, feuille de ginkgo fraîche, vernis ou pansement liquide, pince fine, microscope optique, lame, lamelle. fichier "indice stomatique ginkgo.xls"

Sujets d'analyse de situation professionnelle

Niveau	Titre du dossier
6	Le rôle des bourgeons
6	L'alternance de formes chez les animaux
6	La dispersion des plantes à fleurs par l'intermédiaire des graines
6	Les variations du peuplement des milieux
6	Les conditions de la formation de la gousse de vanille
6	Le mode de dispersion des graines
6	La dissémination des graines
6	Les abeilles et la pollinisation
6	Le peuplement d'un jardin par une fougère
6	La répartition et conditions de vie des êtres vivants
6	Caractéristiques de l'environnement proche et sortie pédagogique
6	Alternance de forme et occupation des milieux par les végétaux
6	Le peuplement d'un milieu : l'île de Surtsey au large des côtes de l'Islande
6	L'origine de la graine
6	Les besoins nutritifs des végétaux chlorophylliens
6	Production de matière par les êtres vivants
6	La décomposition des feuilles mortes
6	Les besoins nutritifs des végétaux chlorophylliens
6	Les besoins nutritifs d'un végétal
6	La production de yaourts
6	La production dans un élevage bovin
6	Les êtres vivants sont constitués de cellules, unités du vivant
6	Classification des animaux en groupes emboîtés
5	Les échanges gazeux de la respiration
5	L'oxygénation des milieux de vie aquatique
5	La respiration et occupation des milieux de vie
5	Les organes respiratoires des insectes
5	Respiration et répartition des êtres vivants
5	Besoins énergétiques et santé
5	L'équilibre énergétique de l'organisme
5	Vers une alimentation équilibrée
5	Les besoins des organes
5	Les échanges au niveau d'un muscle
5	Fonctionnement de l'appareil respiratoire et santé
5	Mécanismes de la digestion
5	La digestion
5	Absorption intestinale
5	L'élimination de certains déchets par le rein
5	L'élimination des déchets de la nutrition
5	Les vaisseaux sanguins et la circulation du sang
5	Un exemple de maladie cardio-vasculaire
4	La fécondation
4	Le peuplement du milieu par la chouette Effraie
4	Les échanges entre le sang fœtal et le sang maternel

4	L'origine des règles
4	Les cycles féminins et la fécondation
4	Le contrôle du fonctionnement de l'utérus
4	Le développement de l'embryon et du fœtus
4	Ovulation et maîtrise de la reproduction chez l'Homme
4	La communication nerveuse entre les centres nerveux et les muscles
4	La communication hormonale
4	L'importance du sommeil
4	Reproduction sexuée et maintien des espèces dans les milieux
4	La reproduction du Lys
4	Reproduction de la moule
3	La notion de gène
3	La trisomie 21
3	Support et localisation de l'information héréditaire dans une cellule
3	La constitution des chromosomes
3	Lien entre chromosomes et caractères
3	Chromosomes et caractères des individus
3	Le laboratoire de police scientifique
3	Anomalies chromosomiques
3	Extraction du principal constituant des chromosomes
3	Localisation et nature de l'information génétique des individus
3	A la découverte de l'ADN
3	La formation d'individus tous différents et uniques
3	Les micro-organismes dans l'environnement
3	La contamination et l'infection par les microorganismes pathogènes
3	La vaccination des tout petits
3	Le rôle des lymphocytes
3	La phagocytose
3	Infection microbienne
3	Les anticorps
3	Le mode d'action des anticorps
3	Le SIDA, une maladie qui touche le système immunitaire
3	La découverte de la vaccination
3	Se protéger contre les micro-organismes et les éliminer
3	Caractéristiques de l'action des lymphocytes
3	Unité et diversité des microorganismes
3	Les microorganismes présents dans l'environnement
3	La sélection naturelle
2	L'organisation des vertébrés
2	La parenté d'organisation des vertébrés
2	Sélection naturelle et dérive génétique
2	Les différentes échelles de la biodiversité
2	Structure de l'ADN et message génétique
2	Universalité du rôle de l'ADN
2	Les molécules du vivant

2	Les différentes échelles de la biodiversité
2	Universalité de la molécule d'ADN
2	L'universalité du message porté par l'ADN
2	La production de la matière organique par les végétaux
2	La régulation de la pression artérielle
2	Les effets de l'entraînement sur l'organisme
2	La circulation sanguine au niveau du cœur
2	Des modifications physiologiques à l'effort
2	Les effets de l'entraînement sur l'organisme
2	Des modifications physiologiques à l'effort
2	L'effort physique et la consommation de dioxygène
2	L'organisation fonctionnelle du cœur
2	Mouvement et intégrité du système musculo-articulaire
2	Blessure et fonctionnement d'une articulation
2	Pratiquer une activité physique en préservant sa santé
2	Le système articulo-musculaire et ses fragilités
2	La lutte contre l'obésité
1ES/L	Vision et plasticité cérébrale
1ES/L	Expliquer l'origine d'un trouble de la vision chez une patiente
1ES/L	La santé dans nos assiettes
1ES/L	La différenciation de l'appareil sexuel au cours du développement embryonnaire
1ES/L	Identité sexuelle, identité de genre et orientation sexuelle
1S	Lien ADN-Protéines
1S	L'expression du patrimoine génétique
1S	La drépanocytose
1S	Les différentes échelles du phénotype : l'exemple de la drépanocytose
1S	Variabilité génétique et mutation de l'ADN
1S	Chromosomes, ADN et cycle cellulaire
1S	La mitose
1S	La réplication semi-conservative de l'ADN
1S	Morphologie et organisation des chromosomes au cours du cycle cellulaire
1S	La réplication de l'ADN
1S	Les différents niveaux de définition du phénotype
1S	La réalisation du phénotype à partir du génotype
1S	Le déterminisme de la différenciation des gonades chez l'Homme
1S	Le déterminisme de la différenciation des voies génitales chez l'Homme
1S	Le contrôle du fonctionnement de l'appareil génital féminin
1S	Contraception chimique
1S	La différenciation de l'appareil sexuel au cours du développement embryonnaire
1S	Le rayonnement UV, un agent mutagène
1S	Variation génétique bactérienne et résistance aux antibiotiques
1S	Identification d'un défaut de la vision chez un peintre célèbre : Claude MONET
1S	Vision et cataracte
1S	Expliquer l'origine d'un trouble de la vision chez une patiente
1S	Cerveau et vision – Effets et mode d'action du LSD

TS	Le brassage génétique lors de la méiose
TS	Diversification des êtres vivants : exemple de la symbiose
TS	Diversification du vivant et symbiose
TS	Diversification du vivant et transfert horizontal de gène
TS	La notion d'espèce
TS	Organisation de la fleur et mode de vie fixée
TS	Stérilité et origine d'un nouveau phénotype chez l'Arabette des Dames : le phénotype Agamous
TS	Échanges et circulation au sein de la plante
TS	L'organisation florale
TS	Relation entre organisation et mode de vie fixée
TS	Un exemple de plante domestiquée : le maïs
TS	Génie génétique et plantes cultivées
TS	Un exemple de plante domestiquée : la carotte
TS	Acteurs et mécanismes de la réaction inflammatoire
TS	La réaction inflammatoire
TS	Acteurs et mécanismes de la réaction inflammatoire
TS	La réaction inflammatoire
TS	Le maintien de l'intégrité de l'organisme
TS	Vaccination antitétanique – dosage d'anticorps
TS	Le maintien de l'intégrité de l'organisme
TS	Le codage de l'information nerveuse
TS	Une observation clinique : Le réflexe myotatique (achilléen)
TS	Un réflexe myotatique, le réflexe Achilléen
TS	Motricité volontaire et plasticité cérébrale
TS	Le contrôle des mouvements volontaires
TS	Motricité et plasticité cérébrales
TS spé	Mise en évidence du rôle des mitochondries
TS spé	La respiration cellulaire
TS spé	La phase photochimique de la photosynthèse
TS spé	Spécificité enzyme-substrat
TS spé	Le devenir du glucose alimentaire
TS spé	Stockage et libération du glucose dans l'organisme
TS spé	Les organes de stockage du glucose
TS spé	Cinétique enzymatique
TS spé	La spécificité enzyme-substrat
TS spé	Les organes impliqués dans le maintien de la glycémie
5	Étude géologique de la région de Culles les Roches (Saône et Loire)
5	Reconstitution des paysages anciens dans la région d'Ormay la Rivière (près d'Etampes - région parisienne)
5	Prévention des accidents naturels
5	L'exploitation de matériaux géologiques
5	Reconstitution des paysages au jurassique supérieur dans la région d'Ecrouves (Meurthe et Moselle)
5	Reconstitution des éléments d'un paysage ancien au Carbonifère
5	Étude du modelé d'un paysage

4	La collision continentale
4	Aménagement du territoire et risque sismique
4	La formation des montagnes
4	Autour de la prévention sismique
4	Les plaques lithosphériques
4	Le risque volcanique
4	Etude du risque sismique en France
4	Ouverture de la mer Rouge : une dorsale en action
4	Volcans explosifs et volcans effusifs
4	Diminuer le risque sismique
4	Le moteur d'une éruption volcanique
4	Définir le risque sismique
4	Comparaison de deux volcans
3	La pollution de l'eau
3	Energies fossiles et l'émission de gaz à effet de serre
3	Un projet d'exploitation d'un nouveau gisement de charbon dans le département de la Nièvre (Bourgogne)
3	Parenté de l'Homme
3	Mise en évidence d'une crise de la biodiversité
3	Influence de variations climatiques sur la biodiversité
2	Les conditions de température à la surface des planètes
2	A la recherche de planètes habitables dans l'univers
2	À la recherche d'exoplanètes habitables dans l'univers
2	Terre, planète habitable
2	Le pétrole, composition et origine
2	L'ensoleillement de la Terre
2	Le Bitume d'Auvergne
2	Le charbon : une énergie fossile
2	De l'énergie solaire aux hydroliennes
2	Formation d'un gisement de charbon
2	Pour ou contre les gaz de schistes
2	Energies des vents et des courants marins.
2	La fragilité des sols
2	Le contexte de formation d'un combustible fossile, le charbon
2	Les énergies disponibles pour l'Homme
2	La place des différentes formes d'énergie d'origine solaire
2	Température et ensoleillement
1S	Différentes roches de la lithosphère océanique et de la lithosphère continentale
1S	Le modèle de Terre à l'épreuve de faits nouveaux
1S	L'hypothèse de l'expansion des fonds océaniques
1S	La distinction de la lithosphère et de l'asthénosphère
1S	La difficile naissance d'une idée prometteuse
1S	Du modèle de Wadati à celui d'Oliver, Isacks et Sykes
1S	Naissance et débuts difficiles d'une théorie : la dérive des continents
1S	L'hypothèse de l'expansion des fonds océaniques

1S	Répartition des séismes et modèle de subduction
1S	Contexte géologique de la formation des hydrocarbures d'Auvergne
1S	De la Bresse aux Monts du Mâconnais
TS	L'appartenance au genre Homo
TS	La place de l'Homme chez les Primates
TS	La dualité continents/océans : à la découverte de la croûte continentale
TS	Isostasie et mouvements verticaux de la lithosphère continentale
TS	Le métamorphisme des roches de la croûte continentale
TS	Des témoins d'un épaissement crustal
TS	Indices tectoniques de l'épaississement de la croûte continentale
TS	Le magmatisme des zones de subduction
TS	Sortie géologique virtuelle : la formation des chaînes de montagne
TS	Le volcanisme des zones de subduction
TS	Les indices minéralogiques de la disparition du domaine océanique au cours de la subduction
TS	Observer des roches magmatiques caractéristiques des zones de subduction pour retrouver leur mode de formation
TS	Le magmatisme des zones de subduction
TS	Reconstitution de l'histoire géologique d'une chaîne de montagnes : les Alpes
TS	Trace de l'existence d'une subduction et moteurs de celle-ci.
TS	Le volcanisme des zones de subduction
TS	Mécanismes d'altération / érosion d'un massif granitique et devenir des produits
TS	Relation entre la disparition des reliefs et la formation des grès vosgiens
TS	Altération, érosion, transport et sédimentation dans la vallée de la Romanche
TS	L'évolution des chaînes de montagnes
TS	Géothermie et propriétés thermiques de la Terre
TS	De l'exploitation de la géothermie à une meilleure compréhension de la tectonique des plaques
TS	Dissipation de l'énergie interne de la Terre
TS	Le transfert d'énergie des profondeurs vers la surface terrestre
TS	Géothermie et propriétés thermiques de la Terre
TS	Dynamisme éruptif et roches magmatiques dans les zones de subduction
TS spé	Palynologie et changement climatique au quaternaire
TS spé	Origine de l'atmosphère actuelle
TS spé	L'atmosphère primitive et son évolution
TS spé	Reconstitution des climats au cours du quaternaire récent

Ouvrages de biologie, géologie et cartes géologiques

Pour la session 2016, voici les ouvrages entrés dans la bibliothèque :

Nouveaux livres en géologie :

JAUJARD (2015) : Géologie. Géodynamique, pétrologie, études de terrain

BARDINTZEFF (2016) : Volcanologie. 5^{ème} édition Dunod

MÉLIÈRES et MARÉCHAL (2015) : Climats - Passé, présent, futur, Belin

Michel (2012) : Tour de France d'un géologue (Delachaux et Niestlé, BRGM)

Nouveaux livres en biologie :

RICHARD, NATTIER, RICHARD et SOUBAYA : Atlas de phylogénie 2014 (Dunod)

CORNEC : La cellule eucaryote 2014 (De Boeck)

SALOMON : Cerveau, drogues et dépendances 2010 (Belin PLS)

MILLER & HARLEY : Zoologie (De Boeck, 2015)

Nouveau livre en épistémologie :

GERMANN : Apports de l'épistémologie à l'enseignement des sciences, 2016 (Éditions matériologiques)

GEOLOGIE

A - OUVRAGES GENERAUX	ALLEGRE (1983) : L'écume de la Terre. <i>Fayard</i>
	ALLEGRE (1985) : De la pierre à l'étoile. <i>Fayard</i>
	APBG (1997) : La Terre. <i>A.P.B.G.</i>
	BOTTINELLI et al. (1993) : La Terre et l'Univers. <i>Hachette, coll. Synapses</i>
	BRAHIC et al. (2006) : Sciences de la Terre et de l'Univers. <i>Vuibert</i>
	CARON et al. (2003) : Comprendre et enseigner la planète Terre. <i>Ophrys</i>
	DERCOURT, PAQUET, THOMAS & LANGLOIS (2006) : Géologie : Objets, modèles et méthodes. 12ème édition. <i>Dunod</i>
	De Wever (2007) : La Terre interne, roches et matériaux en conditions extrêmes. <i>Vuibert</i>
	DEWAELE & SANLOUP (2005) : L'intérieur de la Terre et des planètes. <i>Belin</i> .
	ENCRENAZ (2005) : Système solaire, systèmes stellaires. <i>Dunod</i>
	FOUCAULT & RAOULT (2005) : Dictionnaire de géologie. 6ème édition. <i>Dunod</i>
	JAUJARD (2015) : Géologie. <i>Géodynamique, pétrologie, études de terrain</i>
	POMEROL, LAGABRIELLE & RENARD (2011) : Eléments de géologie. 13ème édition <i>Dunod</i>
	ROBERT & BOUSQUET (2013): Géosciences. <i>Belin</i>
	SOTIN & GRASSET & TOBI (2009) : Planétologie, géologie des planètes et des satellites. <i>Dunod</i> .
TROMPETTE (2004) : La Terre, une planète singulière. <i>Belin</i>	
B - GEODYNAMIQUE – TECTONIQUE DES PLAQUES	VRIELYNCK et BOUYSSÉ (2003) : Le visage changeant de la Terre : L'éclatement de la Pangée et la mobilité des continents au cours des derniers 250 millions d'années. CCGM / UNESCO.
	LAGABRIELLE (2005) : Le visage sous-marin de la Terre : Eléments de géodynamique océanique. CCGM / CNRS.
	AGARD & LEMOINE (2003) : Visage des Alpes : structure et évolution géodynamique. <i>C.C.G.M.</i>
	AMAUDRIC DU CHAFFAUT (1999) : Tectonique des plaques. <i>Focus CRDP Grenoble</i>
	BOILLOT (1984) : Les marges continentales actuelles et fossiles autour de la France. <i>Masson</i>
	BOILLOT & COULON (1998) : La déchirure continentale et l'ouverture océanique : géologie des marges passives. <i>Gordon & Breach</i>
	JOLIVET & NATAF (1998) : Géodynamique. <i>Dunod</i>
	LALLEMAND (1999) : La subduction océanique. <i>Gordon & Breach</i>
	LALLEMAND, HUCHON, JOLIVET & PROUTEAU (2005) : Convergence lithosphérique. <i>Vuibert</i>
	LEMOINE, de GRACIANSKY & TRICART (2000) : De l'océan à la chaîne de montagnes : tectonique des plaques dans les Alpes. <i>Gordon & Breach</i>
	JOLIVET ET AL (2008) : Géodynamique méditerranéenne. <i>Vuibert</i>
	NICOLAS (1990) : Les montagnes sous la mer. <i>B.R.G.M.</i>
	VILA (2000) : Dictionnaire de la tectonique des plaques et de la géodynamique. <i>Gordon & Breach</i>
	WESTPHAL, WHITECHURCH & MUNSHY (2002): La tectonique des plaques. <i>Gordon & Breach</i>
	LEFEBVRE, SCHNEIDER (2002) : Les risques naturels majeurs. <i>Gordon & Breach</i>
GOHAU (2010) : Histoire de la tectonique. <i>Vuibert</i> .	
C - GEOPHYSIQUE - GEOLOGIE	CAZENAVE & FEIGL (1994) : Formes et mouvements de la Terre: satellites et géodésie. <i>Belin</i>
	CAZENAVE & MASSONNET (2004) : La Terre vue de l'espace. <i>Belin</i>

STRUCTURALE	CHOUKROUNE (1995) : Déformations et déplacements dans la croûte terrestre. <i>Masson</i>
	DEBELMAS & MASCLE (1997) : Les grandes structures géologiques. (2008) 5 ^{ème} édition. <i>Masson</i>
	DUBOIS & DIAMENT (1997) : Géophysique. <i>Masson</i>
	JOLIVET (1995) : La déformation des continents. <i>Hermann</i>
	LAMBERT (1997) : Les tremblements de terre en France. <i>B.R.G.M.</i>
	LARROQUE & VIRIEUX (2001) : Physique de la Terre solide, observations et théories. <i>Gordon & Breach</i>
	LLIBOUTRY : Géophysique et géologie. 1998 (<i>Masson</i>)
	MATTAUER (2004) : Ce que disent les pierres. <i>Belin</i>
	PHILIP, BOUSQUET et MASSON (2007) : Séismes et risque sismique, approche sismotectonique (<i>Dunod</i>)
	MERCIER & VERGELY (1999) : Tectonique. 2 ^{ème} édition. <i>Dunod</i>
	MERLE (1990) : Nappes et chevauchements. <i>Masson</i>
	MONTAGNER (1997) : Sismologie, la musique de la Terre. <i>Hachette supérieur</i>
	NICOLAS (1988) : Principes de tectonique. <i>Masson</i>
	SCHNEIDER (2009) : Les traumatismes de la Terre ; géologie des phénomènes naturels extrêmes ; <i>Vuibert</i> .
	POIRIER (1996) : Les profondeurs de la Terre. 2 ^{ème} édition. <i>Masson</i>
	SOREL & VERGELY (2010) : Initiation aux cartes et coupes géologiques. <i>Dunod</i>
	D - GEOCHIMIE - MINERALOGIE - PETROLOGIE
APBG (1993) : Pleins feux sur les Volcans. <i>A.P.B.G.</i>	
BARBEY & LIBOUREL (2003) : Les relations de phases et leurs applications : Des sciences de la Terre aux matériaux. <i>Gordon & Breach</i>	
BARDINTZEFF (2016) : Volcanologie. 5 ^{ème} édition <i>Dunod</i>	
BARDINTZEFF (2011) : Volcanologie. 4 ^{ème} édition <i>Dunod</i>	
BONIN (2004) : Magmatisme et roches magmatiques. <i>Dunod -</i>	
BONIN, DUBOIS & GOHAU (1997) : Le métamorphisme et la formation des granites : évolution des idées et concepts actuels. <i>Nathan</i>	
BOURDIER (1994) : Le volcanisme. <i>B.R.G.M.</i>	
De GOER et al. (2002) : Volcanisme et volcans d'Auvergne. <i>Parc des volcans d'Auvergne</i>	
JUTEAU & MAURY (2008) : La croûte océanique : pétrologie et dynamique endogènes. <i>Vuibert</i>	
KORNPROBST (1996) : Roches métamorphiques et leur signification géodynamique : précis de pétrologie. 2 ^{ème} édition. <i>Masson</i>	
LAMEYRE (1986) : Roches et minéraux. <i>Doin</i> <i>Tome 1 : Les minéraux</i> <i>Tome 2 : Les formations</i>	
NICOLLET (2010) : Métamorphisme et géodynamique. <i>Dunod</i>	
JAMBON & THOMAS (2009) : Géochimie, géodynamique et cycles. <i>Dunod</i> .	
NEDELEC & BOUCHEZ (2011) : Pétrologie des granites, structure – Cadre géologique. <i>Vuibert- SGF</i>	
ALLEGRE (2005) : Géologie isotopique. (<i>Belin</i>)	
DUBOIS (2007) : Volcans actifs français et risques volcaniques (Martinique, Guadeloupe, Réunion, Pacifique). <i>Dunod</i>	
HAGEMANN et TREUIL (1998) : Introduction à la géochimie et ses applications, concepts et méthodes, zonation chimique de la planète. <i>UPMC, CEA</i>	
HAGEMANN et TREUIL (1998) : Introduction à la géochimie et ses applications, transfert des éléments, évolution géochimique des domaines exogènes. <i>UPMC, CEA</i>	
CORDIER & LEROUX (2008) : Ce que disent les minéraux. <i>Belin PLS</i> .	
BEAUX, FOGELGESAN, AGAR et BOUTIN (2011) : ATLAS de GEOLOGIE PETROLOGIE. <i>Dunod</i>	
PROVOST et LANGLOIS (2011) : Géologie Roches et Géochimie. <i>Dunod</i>	

	ROY-BARMAN et JEANDEL (2011): Géochimie marine. <i>Vuibert</i>
E - SEDIMENTOLOGIE - ENVIRONNEMENTS SEDIMENTAIRES	BLANC (1982) : Sédimentation des marges continentales. <i>Masson</i>
	CAMPY & MACAIRE (2003) : Géologie de la surface : érosion, transferts et stockage dans les environnements continentaux. 2 ^{ème} édition. <i>Dunod</i>
	CHAMLEY (1988) : Les milieux de sédimentation. <i>Lavoisier</i>
	CHAMLEY (2000) : Bases de sédimentologie. (2011) 3 ^{ème} édition <i>Dunod</i>
	COJAN & RENARD (2006) : Sédimentologie. 2 ^{ème} édition <i>Dunod</i>
	BAUDIN et al (2007) Géologie de la matière organique. <i>Vuibert</i>
	ROUCHY & BLANC VALLERON (2006) : Les évaporites : matériaux singuliers, milieux extrêmes. <i>Vuibert</i>
	MERLE (2006): Océan et climat . <i>IRD</i>
F - STRATIGRAPHIE - PALEONTOLOGIE - CHRONOLOGIE	BERNARD et al. (1995) : Le temps en géologie. <i>Hachette, coll. Synapses</i>
	BIGNOT (2001) : Introduction à la micropaléontologie. <i>Gordon & Breach</i>
	COTILLON (1988) : Stratigraphie. <i>Dunod</i>
	DE BONIS (1999) : La famille de l'homme : des lémuriens à Homo sapiens. <i>Belin -</i>
	ELMI & BABIN (2006) : Histoire de la Terre. 5 ^{ème} édition <i>Masson</i>
	FISCHER (2000) : Fossiles de France et des régions limitrophes. <i>Dunod</i>
	GALL : Paléoécologie, paysages et environnements disparus.1998 (Masson)
	GARGAUD, DESPOIS, PARISOT : L'environnement de la Terre primitive. 2001 (Ed. presses universitaires de Bordeaux).
	LETHIERS (1998) : Evolution de la biosphère et évènements géologiques. <i>Gordon & Breach</i>
	MISKOVSKY (2002) : Géologie de la Préhistoire. <i>Géopré</i>
	MNHN (2000) : Les Ages de la Terre. <i>M.N.H.N.</i>
	POMEROL et al. (1977) : Stratigraphie et paléogéographie . Tome 1 : Ere Paléozoïque. <i>Doin</i>
	POMEROL et al. (1975) : Stratigraphie et paléogéographie . Tome 2 : Ere Mésozoïque. <i>Doin</i>
	POMEROL et al. (1973) : Stratigraphie et paléogéographie . Tome 3 : Ere Cénozoïque. <i>Doin</i>
	POUR LA SCIENCE (1992) : Les origines de l'Homme. <i>Belin</i>
	POUR LA SCIENCE (1996) : Les fossiles témoins de l'évolution. <i>Belin</i>
	RISER (1999) : Le Quaternaire, géologie et milieux naturels. <i>Dunod</i>
	DE WEVER, LABROUSSE, RAYMOND, SCHAAF (2005) : La mesure du temps dans l'histoire de la Terre. <i>Vuibert</i>
	MASCLE (2008) : Les roches ; mémoire du temps. <i>EDP Sciences.</i>
	STEYER (2009) : La Terre avant les dinosaures. <i>Belin PLS.</i>
DE WEVER- SENU (2008) : Grands singes/ Homme : quelles origines ? <i>Vuibert.</i>	
GARGAUT ET al... (2009) : Le Soleil, la Terre...la vie ; la quête des origines. <i>Belin PLS.</i>	
MERZERAUD (2009) : Stratigraphie séquentielle, histoire, principes et applications. <i>Vuibert.</i>	
MERLE (2008) : Stratotype Lutétien. <i>BRGM.</i>	
G - GEOMORPHOLOGIE - CLIMATOLOGIE	BERGER (1992) : Le climat de la Terre, un passé pour quel avenir ? <i>De Boeck</i>
	CHAPEL et al. (1996) : Océans et atmosphère. <i>Hachette Education</i>
	COQUE (1998) : Géomorphologie. <i>Armand Colin</i>
	DERRUAU (1996) : Les formes du relief terrestre : notions de géomorphologie. <i>Masson</i>
	FOUCAULT (2009) : Climatologie et paléoclimatologie. <i>Dunod.</i>
	I.G.N. (1991) : Atlas des formes du relief. <i>Nathan</i>
	JOUSSEAUME (1993) : Climat d' hier à demain. <i>C.N.R.S.</i>
MÉLIÈRES et MARÉCHAL (2015) : Climats - Passé, présent, futur, <i>Belin</i>	

	PETIT (2003) : Qu'est ce que l'effet de serre ? Ses conséquences sur l'avenir du climat. <i>Vuibert</i> -
	ROTARU GAILLARDET STEINBERG TRICHET (2006) : Les climats passés de la Terre. <i>Vuibert</i>
	VAN VLIET LANOE (2005) : La planète de glaces. Histoire et environnements de notre ère glaciaire. <i>Vuibert</i> -
	DECONINCK (2005) : Paléoclimats, l'enregistrement des variations climatiques. <i>Belin</i>
	DE WEVER, MONTAGGIONI (2007) : Coraux et récifs, archives du climat. <i>Vuibert</i>
H - GEOLOGIE APPLIQUEE - HYDROGEOLOGIE	BODELLE (1980) : L'eau souterraine en France. <i>Masson</i>
	CASTANY (1998) : L'hydrogéologie, principes et méthodes. <i>Dunod</i>
	CHAMLEY (2002) : Environnements géologiques et activités humaines. <i>Vuibert</i>
	GILLI, MANGAN et MUDRY (2004). Hydrogéologie : objets, méthodes, applications. <i>Dunod</i> -
	ARNDT & GANINO (2010) : Ressources minérales, nature origine et exploitation. <i>Dunod</i> .
	NICOLINI (1990) : Géologie et exploration minière. <i>Lavoisier</i>
	PERRODON (1985) : Géodynamique pétrolière genèse et répartition des gisements d'hydrocarbures. 2 ^{ème} édition. <i>Masson</i>
	TARDY (1986) : Le cycle de l'eau : climats, paléoclimats et géochimie globale. <i>Masson</i>
I - GEOLOGIE DE LA FRANCE - GEOLOGIE REGIONALE	BOUSQUET & VIGNARD (1980) : Découverte géologique du Languedoc Méditerranéen. <i>B.R.G.M.</i>
	BRIL (1998) : Découverte géologique du Massif Central du Velay au Quercy. <i>B.R.G.M.</i>
	CABANIS (1987) : Découverte géologique de la Bretagne. <i>B.R.G.M.</i>
	DEBELMAS (1979) : Découverte géologique des Alpes du Nord. <i>B.R.G.M.</i>
	DEBELMAS (1987) : Découverte géologique des Alpes du Sud. <i>B.R.G.M.</i>
	DERCOURT (1998) : Géologie et géodynamique de la France. 2 ^{ème} édition <i>Dunod</i>
	GUILLE, GOUTIERE & SORNEIN (1995) : Les atolls de Mururoa et Fangataufa - I.Géologie, pétrologie et hydrogéologie, édification et évolution des édifices. <i>Masson & CEA</i>
	Michel (2012): Tour de France d'un géologue (Delachaux et Niestlé, BRGM)
	PICARD (1999) : L'archipel néo-calédonien :330 millions d'années pour assembler les pièces d'un puzzle géologique. <i>CDP Nouvelle Calédonie</i>
	PIQUE (1991) : Les massifs anciens de France (2 tomes). <i>C.N.R.S.</i>
	POMEROL (1988) : Découverte géologique de Paris et de l'île de France. <i>B.R.G.M.</i>
	Bichet et Campy (2009): Montagne du Jura - géologie et paysages. <i>NEO édition</i>
J - Guides géologiques régionaux	France Géologique, grands itinéraires.
	Volcanisme en France et en Europe limitrophe.
	Alpes de Savoie, Alpes du Dauphiné.
	Aquitaine occidentale.
	Aquitaine orientale.
	Ardennes, Luxembourg.
	Bassin de Paris, île de France.
	Bourgogne, Morvan.
	Bretagne. 2 ^{ème} édition.
	Causses, Cévennes, Aubrac.
	Jura.
	Languedoc méditerranéen, montagne noire.
	Lorraine, Champagne.
	Lyonnais, vallée du Rhone.
	Martinique, Guadeloupe, Saint Martin, La désirade.
	Massif Central.
	Normandie.
Paris et environs :Les roches, l'eau et les Hommes.	
Poitou, Vendée, Charentes.	

	Provence.
	Pyrénées occidentales, Béarn, Pays Basque.
	Pyrénées orientales, Corbières.
	Région du Nord : Flandres, Artois, Boulonnais, Picardie, Bassin de Mons.
	Réunion, Ile Maurice : géologie et aperçu biologique.
	Val de Loire : Anjou, Touraine, Orléanais, Berry. 2 ^{ème} édition.
	Vosges, Alsace
K - Revues	Géochroniques (1982 -2015)
	Géologues (1993 - 2009)

Cartes géologiques

MONDE	<i>Echelle des temps géologiques (ICS_IUGS-CCGM ; 2004)</i>
	<i>Carte géologique du monde (1 feuille)</i>
	<i>Carte gravimétrique mondiale</i>
	<i>Carte sismotectonique du monde (1 feuille)</i>
	<i>Tectonique des plaques depuis l'espace</i>
	<i>Carte des environnements du monde pendant les 2 derniers extrêmes climatiques</i>
	<i>L'optimum holocène</i>
OCEANS	<i>Carte du fond des océans : carte générale du monde</i>
	<i>Océan Atlantique Nord</i>
	<i>Océan Atlantique</i>
	<i>Carte physiographique de l'Océan Indien</i>
	<i>Océan Indien</i>
	<i>Océan Pacifique</i>
	<i>Sismotectonique Océan Indien</i>
ALPES PYRENEES	<i>Carte tectonique des Alpes</i>
	<i>Carte de la structure métamorphique des Alpes (2004)</i>
	<i>Carte géologique des Pyrénées</i>
MEDITERRANEE	<i>Carte géodynamique de la Méditerranée (2 feuilles)</i>
	<i>Carte morpho-bathymétrique Méditerranée</i>
	<i>Carte morpho-tectonique Méditerranée</i>
	<i>Cartes des environnements méditerranéens pendant les 2 derniers extrêmes climatiques</i>
EUROPE	<i>Carte internationale géologique de l'Europe (2 feuilles)</i>
	<i>Chypre (1/250 000)</i>
France	<i>Carte France 1/1 000 000</i>
	<i>Carte de la sismicité de la France, 1962-93</i>
	<i>Carte magnétique de la France</i>
	<i>Carte sismotectonique de la France (N + S)</i>
	<i>Carte minière</i>
	<i>Carte des eaux minérales de France</i>
	<i>Risque des mouvements du sol et sous-sol</i>
	<i>Potentiel géothermique du bassin Parisien (t° toit aquifère)</i>
	<i>Carte hydrogéologique des systèmes aquifères Champagne-Ardennes</i>
	<i>Carte hydrogéologique des systèmes aquifères Grenoble</i>
	<i>Carte hydrogéologique des systèmes aquifères Amiens</i>
	<i>Carte hydrogéologique des systèmes aquifères France</i>
	<i>Région Champagne-Ardennes</i>
	<i>Région de Grenoble</i>
	<i>Carte de la série métamorphique du Limousin</i>
	<i>Carte volcano-tectonique du massif de la Fournaise (1/50000)</i>
	<i>Chaîne des Puys</i>
	<i>Aiguilles-Col Saint Martin ; pliée</i>
	<i>Aigurande</i>
	<i>Aix en Provence</i>
	<i>Ales</i>
	<i>Amiens</i>
	<i>Ancenis</i>
	<i>Angers</i>
	<i>Annecy (1/250 000)</i>
	<i>Argenton-sur-Creuse</i>
<i>Aubagne-Marseille</i>	
<i>Aulus-les-Bains</i>	

<i>Auxerre</i>
<i>Baie du Mont Saint Michel</i>
<i>Barcelonnette ; pliée</i>
<i>Bayonne (LF) ; pliée</i>
<i>Beauvais</i>
<i>Bédarieux</i>
<i>Besançon</i>
<i>Blaye</i>
<i>Boulogne sur Mer</i>
<i>Bourganeuf</i>
<i>Boussac</i>
<i>Brest ; pliée</i>
<i>Briançon</i>
<i>Brioude</i>
<i>Brive-la-Gaillarde</i>
<i>Broons</i>
<i>Capendu ; pliée</i>
<i>Carcassonne</i>
<i>Castellane</i>
<i>Caulnes</i>
<i>Chalon/Saone (1/250 000)</i>
<i>Chantonnay</i>
<i>charleville Meziere</i>
<i>Cherbourg (LF) ; pliée</i>
<i>Clermont-Ferrand</i>
<i>Cognac</i>
<i>Colmar-Artolsheim</i>
<i>Condé-sur-Noireau</i>
<i>Corse (1/250 000)</i>
<i>Dun-le-Palestel</i>
<i>Embrun + 1 pliée</i>
<i>Evaux-les-Bains</i>
<i>Eyguières</i>
<i>Foix (1/80 000)</i>
<i>Foix</i>
<i>Fontainebleau</i>
<i>Forcalquier</i>
<i>Forges les Eaux</i>
<i>Fréjus-Cannes + 1 pliée</i>
<i>Fumay ; pliée</i>
<i>Gannat ; pliée</i>
<i>Gap (1/250 000)</i>
<i>Givet</i>
<i>Grenoble</i>
<i>Huelgoat</i>
<i>Janzé</i>
<i>La Grave</i>
<i>La Javie</i>
<i>La Martinique ; pliée</i>
<i>La Mure + 1 pliée</i>
<i>La Réunion</i>
<i>La Réunion (St-Joseph)</i>
<i>La Réunion (St-Denis)</i>
<i>La Réunion (St-Benoît)</i>
<i>La Réunion (St-Pierre)</i>
<i>La Roche Bernard</i>

<i>Langeac</i>
<i>Larche</i>
<i>Lavelanet ; pliée</i>
<i>Le Caylar</i>
<i>Le mas d'Azil ; pliée</i>
<i>Lézignan-Corbières ; pliée</i>
<i>L'Isle-Adam (Janson)</i>
<i>Lodève</i>
<i>Lons-Le-Saulnier</i>
<i>Lourdes</i>
<i>Lure</i>
<i>Lyon (1/250 000)</i>
<i>Magnac-Laval</i>
<i>Manosque</i>
<i>Marseille (1/250 000)</i>
<i>Maubeuge</i>
<i>Mé Maoya (Nouvelle Calédonie) 1/50 000</i>
<i>Menton-Nice</i>
<i>Meyrueis</i>
<i>Mimizan</i>
<i>Molsheim</i>
<i>Monceau-les-Mines</i>
<i>Montagne Pelée 1/20 000</i>
<i>Montpellier</i>
<i>Morez-bois-d'Amont</i>
<i>Murat</i>
<i>Najac</i>
<i>Nancy</i>
<i>Naucelle</i>
<i>Nice (1/250 000)</i>
<i>Nort-sur-Erdre</i>
<i>Nyons</i>
<i>Ornans</i>
<i>Pamiers ; pliée</i>
<i>Paris (LF)</i>
<i>Poitiers</i>
<i>Poix</i>
<i>Pontarlier</i>
<i>Pontoise</i>
<i>Questembert</i>
<i>Quillan</i>
<i>Quintin</i>
<i>Renwez</i>
<i>Rivesaltes</i>
<i>Rochechouard</i>
<i>Rodez</i>
<i>Romans-sur-Isère</i>
<i>Romorantin</i>
<i>Rouen (1/250 000)</i>
<i>Saint Affrique (1/80 000)</i>
<i>Saint Brieuc ; pliée</i>
<i>Saint Chinian ; pliée</i>
<i>Saint Gaudens</i>
<i>Saint Girons</i>
<i>Saint-Etienne</i>
<i>Saint-Martin-Vésubie Le Boréon</i>

	<i>Saint-Sulpice-les-feuilles</i>
	<i>Saulieu</i>
	<i>Savenay</i>
	<i>Saverne ; pliée</i>
	<i>Selommès</i>
	<i>Séderon</i>
	<i>Senlis</i>
	<i>St Martin de Londres</i>
	<i>St Valéry sur Somme - Eu</i>
	<i>Tavernes</i>
	<i>Thionville</i>
	<i>Thonon les Bains (1/250 000)</i>
	<i>Toulon</i>
	<i>Tuchan ; pliée</i>
	<i>Tulle</i>
	<i>Valence (1/250 000)</i>
	<i>Vermenton</i>
	<i>Vif</i>
	<i>Villaines-la-Juhel</i>
	<i>Vizille</i>
	<i>Voiron</i>
	<i>Falaise</i>
PROFILS SISMIQUES	<i>Profil ECORS Alpes</i>
	<i>Profil sismique Nakai</i>
	<i>Profil sismique Golfe du Lion</i>
	<i>Profil sismique Maroc</i>
	<i>Profil sismique Niger</i>
	<i>Marge pétrolifère Niger</i>

BIOLOGIE GENERALE

OUVRAGES GENERAUX	MORERE, PUJOL: Dictionnaire raisonné de Biologie, 2003 (Frison-Roche)
	BERTHET : Dictionnaire de biologie, 2006 (De Boeck)
	INDGE : Biologie de A à Z, 2004 (Dunod)
	RAVEN ET al : Biologie. 2007 (De Boeck)
	CAMPBELL : Biologie. (Pearson education) 2004
	PURVES, ORIAN, HELLER et SADAVA: Le monde du vivant. 2000 (Flammarion)
	PELMONT: Glossaire de biochimie environnementale. 2008 (EDP Sciences)
	ROMARIC FORET : Dico de bio (De Boeck)
A - GENETIQUE - EVOLUTION -	ALLANO et CLAMENS : Evolution, des faits aux mécanismes. 2000 (Ellipses) + nouvelle édition : Faits et mécanismes de l'évolution biologique. 2010 (Ellipse)
	BERNARD et coll. : Génétique, les premières bases. Collection "Synapses" 1992 (Hachette)
	BRONDEX : Evolution, synthèse des faits et théories. 1999 (Dunod)
	LUCHETTA et al : Evolution moléculaire, 2005 (Dunod)
	DUPRET: L'état pluricellulaire. 2003 (Ellipse)
	GOUYON et ARNOULD Les avatars du gène, 2005 (Belin)
	GRIFFITHS et al. : Introduction à l'analyse génétique. 1997, 2006 (De Boeck)
	GRIFFITHS et al. : Analyse génétique moderne. 2001 (De Boeck)
	HARTL, Génétique 3 ^{ème} ed. 2003 (Dunod)
	HOUEBINE : Transgenèse animale et clonage. 2001 (Dunod)
	HARRY : Génétique moléculaire et évolutive. 2008 (Maloine)
	LE GUYADER : L'évolution, 2002 (Belin)
	LECOINTRE et Le GUYADER : Classification phylogénétique du vivant. 2003 (Belin)
	LEWIN : Gènes VI. 1998 (De Boeck)
	MAUREL : La naissance de la vie. 1997 (Diderot)
	MAYR : Population, espèces et évolution. 1974 (Hermann)
	PRAT, RAYNAL-ROQUES, ROGUENANS : Peut-on classer le vivant ? Linné et la systématique aujourd'hui. 2008 (Belin)
	PLOMIN : Des gènes au comportement. 1998 (De Boeck)
	POULIZAC : La variabilité génétique, 1999 (Ellipses)
	LAURIN : Systématique, paléontologie et biologie évolutive moderne. L'exemple de la sortie des eaux chez les Vertébrés 2008 (Ellipse)
	RICHARD, NATTIER, RICHARD et SOUBAYA: Atlas de phylogénie 2014 (Dunod)
	RIDLEY : Evolution biologique. 1997 (De Boeck)
	RIDLEY : Evolution biologique. 2003 (De Boeck)
	ROSSIGNOL et al. : Génétique, gènes et génomes. 2000 (Dunod)
	SERRE et coll : diagnostics génétiques. 2002 (Dunod)
	SMITH et SZATHMARY : Les origines de la vie. 2000 (Dunod)

	SOLIGNAC et al. : Génétique et évolution. 1995 (Hermann)
	Tome 1 : La variation, les gènes dans les populations
	WATSON et al. : L'ADN recombinant. 1994 (De Boeck)
	PRIMROSE : Génie génétique. 2004. (De Boeck)
	PANTHIER et Al : Les organismes modèles, Génétique de la souris, 2003 (Belin sup).
	THURIAUX : Les organismes modèles, La levure, 2004 (Belin sup).
	Les frontières floues (PLS hors série)
	MILLS : La théorie de l'évolution...et pourquoi ça marche (ou pas). 2005 (Dunod)
	LECOINTRE: Guide critique de l'évolution, 2009 (Belin).
	VINCK : Sciences et société, 2007 (Armand Colin).
	CHALMERS : Qu'est ce que la science?, 1982 (Livre de poche).
	THOMAS – LEFEVRE – RAYMOND : Biologie évolutive . 2010 (De Boeck) .
	DE WEVER et al. : Paléobiosphère, regards croisés des sciences de la vie et de la Terre. 2010. <i>Vuibert</i> .
	CANGUILHEM : La connaissance de la vie, 2009 (VRIN).
	GONZALES et al. :Epistémologie et histoire des sciences, 2010 (Vuibert, CNED).
	ZIMMER : Introduction à l'évolution (<i>ce merveilleux bricolage</i>)
B - BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE - BIOCHIMIE - MICROBIOLOGIE	ALBERTS et al : L'essentiel de la biologie cellulaire. 2 ^{ème} édition, 2005 (Médecine sciences, Flammarion)
	ALBERTS et al. : Biologie moléculaire de la cellule.1995 (Flammarion)
	AUGERE : Les enzymes, biocatalyseurs protéiques, 2001 (Ellipses)
	BERNARD : Bioénergétique cellulaire, 2002 (Ellipses)
	BOITARD : Bioénergétique. Collection "Synapses". 1991 (Hachette)
	BOREL et al. : Biochimie dynamique. 1997 (De Boeck)
	BRANDEN et TOOZE : Introduction à la structure des protéines. 1996 (De Boeck)
	BYRNE et SCHULTZ : Transport membranaire et bioélectricité. 1997 (De Boeck)
	CALLEN : Biologie cellulaire : des molécules aux organismes. 2006(Dunod)
	CLOS , COUMANS et MULLER : Biologie cellulaire et moléculaire 1. 2003 (Ellipse)
	COOPER. La cellule, une approche moléculaire. 1999 (De Boeck)
	CORNEC: La cellule eucaryote 2014 (De Boeck)
	DESAGHER : Métabolisme : approche physicochimique 1998 (Ellipses)
	GARRETT et GRISHAM : Biochimie. 2000 (De Boeck)
	HENNEN : Biochimie 1 ^{er} cycle. 4 ^{ème} édition. 2006 (Dunod)
	HORTON et al. : Principes de biochimie. 1994 (De Boeck)
	KARP : Biologie cellulaire et moléculaire. 1998, 2 ^{ème} édition 2004 (De Boeck)
	LECLERC et al. : Microbiologie générale.1988 (Doin)
	LODISH et al. : Biologie moléculaire de la cellule.1997, 3 ^{ème} édition 2005 (De Boeck)
	MOUSSARD : Biochimie structurale et métabolique. 1999 (De Boeck)
	PELMONT : Enzymes.1993 (Pug)
	PERRY , STALEY, LORY : Microbiologie. 2004 (Dunod)
	PETIT, MAFTAH, JULIEN : Biologie cellulaire. 2002 (Dunod)
	POL : Travaux pratiques de biologie des levures 1996 (Ellipses)
	PRESCOTT : Microbiologie.1995, 2 ^{ème} édition française 2003 (De Boeck)
	ROBERT et VIAN : Eléments de Biologie cellulaire.1998 (Doin)
	ROLAND, SZÖLLÖSI et CALLEN : Atlas de biologie cellulaire. 5 ^{ème} édition 2005 (Dunod)
	SHECHTER : Biochimie et biophysique des membranes : aspects structuraux et fonctionnels. 2 ^{ème} édition 2001 (Dunod)
	SINGLETON : Bactériologie. 4 ^{ème} édition 1999 (Dunod)
	SMITH : Les biomolécules (Protéines, Glucides, Lipides, A.nucléiques).1996 (Masson)
	STRYER : Biochimie.1985 (Flammarion)
	Biochimie 5 ^{ème} édition 2003

	TAGU, Techniques de Bio mol. 2 ^{ème} édition 2005,INRA
	TERZIAN : Les virus. 1998 (Diderot)
	VOET et VOET : Biochimie. 1998, 2 ^{ème} édition 2005 (De Boeck)
	WEIL : Biochimie générale. 9 ^{ème} édition 2001 (Dunod)
	LANDRY et GIES : Pharmacologie : Des cibles vers l'indication thérapeutique. 2006, (Dunod)
	WEINMAN et MEHUL, Toute la biochimie, 2004 (Dunod)
	BASSAGLIA : Biologie cellulaire. 2 ^{ème} édition 2004 (Maloine)
	MOUSSARD : Biochimie structurale et métabolique. 3 ^{ème} édition 2006 (De Boeck)
	MOUSSARD : Biologie moléculaire. Biochimie des communications cellulaires. 2005 (De Boeck)
	CACAN : Régulation métabolique, gènes, enzymes, hormones et nutriments. 2008 (Ellipse)
C - REPRODUCTION - EMBRYOLOGIE – DEVELOPPEMENT	BEAUMONT-HOURDRY: Développement, 1994 (Dunod)
	CASSIER et al. : La reproduction des Invertébrés. 1997 (Masson)
	DARRIBERE, Introduction à la biologie du développement, 2004 (belin sup)
	DARRIBERE, Le développement d'un Mammifère : la souris, 2003 (Belin sup)
	De VOS-VAN GANSEN : Atlas d'embryologie des Vertébrés. 1980 (Masson)
	FRANQUINET et FOUCRIER : Atlas d'embryologie descriptive. 1998, 2 ^{ème} édition 2003 (Dunod)
	GILBERT : Biologie du développement. 1996, 2 ^{ème} édition 2004 (De Boeck)
	HOURLDRY : Biologie du développement.1998 (Ellipses)
	LARSEN : Embryologie humaine. 1996, 2 ^{ème} édition 2003 (De Boeck)
	LE MOIGNE, FOUCRIER : Biologie et développement. (6 ^{ème} édition, 2004) (Dunod)
	MARTAL: l'Embryon, chez l'Homme et l'Animal, 2002 (INRA éditions)
	SALGUEIRO, REYSS: Biologie de la reproduction sexuée, 2002 (Belin Sup)
	SLACK: Biologie du développement. 2004 (De Boeck)
	THIBAUT - LEVASSEUR : Reproduction chez les Mammifères et chez l' Homme, (INRA- Ellipse, 2 ^{ème} édition 2001)-
	WOLPERT : Biologie du développement. 2004 (Dunod)
D - ECOLOGIE	BARBAULT: Ecologie des populations et des peuplements. 1981 (Masson)
	BARBAULT: Ecologie générale : Structure et fonctionnement de la biosphère. 5 ^{ème} édition 2000 (Masson)
	BECKER-PICARD-TIMBAL: La forêt. (Collection verte) 1981 (Masson)
	BIROT: Les formations végétales du globe. 1965 (Sedes)
	BOUGIS: Ecologie du plancton marin. 1974 (Masson)
	Tome I: Phytoplancton.
	BOUGIS: Ecologie du plancton marin. 1974 (Masson)
	Tome II : Zooplancton.
	BOURNERIAS, POMEROL et TURQUIER: La Bretagne du Mont-Saint-Michel à la Pointe du Raz.1995 (Delachaux et Niestlé)
	BOURNERIAS: Guide des groupements végétaux de la région parisienne. 2001 (Belin)
	DAJOZ : La biodiversité, l'avenir de la planète et de l'Homme. 2008 (Ellipse)
	COME: Les végétaux et le froid. 1992 (Hermann)
	DAJOZ: Précis d'écologie. 8 ^{ème} édition 2006 (Dunod)
	DUHOUX, NICOLE : Atlas de biologie végétale, associations et interactions chez les plantes, 2004 (Dunod).
	DUVIGNEAUD: La synthèse écologique. 1974 (Doin)
	ECOLOGISTES de l'Euzière (LES), La nature méditerranéenne en France : Les milieux, la flore, la faune. 1997 (Delachaux & Niestlé)
	ELHAI: Biogéographie. 1968 (Armand Colin)
ENCYCLOPEDIA UNIVERSALIS : Dictionnaire de l'écologie . 1999 (Albin Michel)	
FRONTIER - PICHOD-VIALE: Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution.	

	3 ^{ème} édition 2004 (Dunod)
	FRONTIER, DAVOULT, GENTILHOMME, LAGADEUC : Statistiques pour les sciences de la vie et de l'environnement, cours et exercices corrigés, 2001 (Dunod)
	GROSCLAUDE: l'eau, 1999 (INRA Editions)
	Tome 1: milieu naturel et maîtrise
	GROSCLAUDE: l'eau, 1999 (INRA Editions)
	Tome 2: usages et polluants
	HENRY : Biologie des populations animales et végétales, 2001 (Dunod)
	LACOSTE-SALANON: Eléments de biogéographie et d'écologie. 2 ^{ème} édition 1999 (Nathan)
	LEMEE: Précis d'écologie végétale. 1978 (Masson)
	LEVEQUE : Ecologie : de l'écosystème à la biosphère, 2001 (Dunod)
	LEVEQUE, MOUNOLOU : Biodiversité : dynamique biologique et conservation, 2001 (Dunod)
	MANNEVILLE (coord.) : Le monde des tourbières et des marais, France, Suisse, Belgique et Luxembourg. 1999 (Delachaux et Niestlé)
	MATTHEY W., DELLA SANTA E., WANNENMACHER C. Manuel pratique d'Ecologie. 1984 (Payot)
	OZENDA : Les végétaux dans la biosphère. 1982 (Doin)
	RAMADE: Eléments d'écologie : écologie appliquée. 6 ^{ème} édition 2005 (Dunod).
	SACCHI-TESTARD: Ecologie animale : Organisme et milieu 1971 (Doin)
	COURTECUISSÉ et DUHEM : Guide des champignons de France et d'Europe. 2000 (Delachaux et Niestlé)
	GIRARD & al : Sols et environnements. 2005 (Dunod)
	FAURIE & al : Ecologie, approches scientifiques et pratiques. 5 ^{ème} édition 2002 (Tec et Doc)
	FAURIE & al : Ecologie, approches scientifiques et pratiques. 6 ^{ème} édition 2012 (Tec et Doc)
	SERRE : Génétique des populations, 2006 (Dunod)
	RICKLEFS et MILLER : Ecologie. 2005 (De Boeck)
	JACQUES : Ecologie du plancton. 2006 (Lavoisier)
	BLANCHARD : guide des milieux naturels : La Réunion-Maurice-Rodrigues. 2000 (Ulmer)
<i>PHYSIOLOGIE ANIMALE</i>	
A - PHYSIOLOGIE GENERALE ET HUMAINE	BEAUMONT, CASSIER et TRUCHOT: Biologie et physiologie animales, 2 ^{ème} ed. 2004 (Dunod)
	BEAUMONT, TRUCHOT et DU PASQUIER : Respiration, circulation, système immunitaire, 1995 (Dunod)
	CALVINO : introduction à la physiologie, Cybernétique et régulation, 2003 (Belin Sup)
	ECKERT et al.: Physiologie animale. Traduction de la 4 ^{ème} édition 1999 (De Boeck)
	GANONG : Physiologie médicale. 2 ^{ème} édition 2005 (DeBoeck)
	GUENARD: Physiologie humaine.1990 (Pradel-Edisem)
	JOHNSON, EVERITT : Reproduction, 2002 (De Boeck Université).
	LASCOMBES: Manuel de T.P. de physiologie animale et végétale. 1968 (Hachette)
	MARIEB: Anatomie et Physiologie Humaines. 6 ^{ème} édition 2010 (Pearson education)
	RICHARD et al.: Physiologie des animaux (Nathan)

	Tome 1: Physiologie cellulaire et fonctions de nutrition. 1997
	RICHARD et al.: Physiologie des animaux (Nathan)
	Tome 2 : construction de l'organisme, homéostasie et fonctions de relation. 1998
	RIEUTORT: Physiologie animale. 2 ^{ème} édition 1998 (Masson)
	Tome 1 : Les cellules dans l'organisme
	RIEUTORT: Abrégé de physiologie animale. 2 ^{ème} édition 1999 (Masson)
	Tome 2 : Les grandes fonctions
	SCHMIDT-NIELSEN: Physiologie animale: adaptation et milieux de vie. 1998 (Dunod)
	SHERWOOD : Physiologie humaine. 2 ^{ème} édition 2006 (De Boeck)
	TORTORA et GRABOWSKI: Principes d'anatomie et physiologie. 4 ^{ème} édition 2007 (De Boeck)
	VANDER et al.: Physiologie humaine. 2 ^{ème} édition 1989 (Mac-Graw-Hill)
	WILMORE et COSTILL: Physiologie du sport et de l'exercice, adaptations physiologiques à l'exercice physique. 3 ^{ème} édition 2006 (De Boeck)
	SCHMIDT : Physiologie, 2 ^{ème} édition 1999 (De Boeck)
	GILLES : Physiologie animale, 2006 (De Boeck)
	CADET : Invention de la physiologie, 2008 (PLS)
	SILVERTHORN : Physiologie humaine, une approche intégrée. 2007 (Pearson education)
B - NEUROPHYSIOLOGIE	BOISACQ-SCHEPENS et CROMMELINCK : Neurosciences 4 ^{ème} édition 2004 (Dunod)
	CHURCHLAND : Le cerveau. 1999 (De Boeck)
	FIX: Neuroanatomie. 3 ^{ème} édition 2006 (De Boeck)
	GODAU: Les neurones, les synapses et les fibres musculaires .1994 (Masson)
	GREGORY : L'œil et le cerveau. 2000 (De Boeck)
	PURVES et al.: Neurosciences. 1999 (De Boeck)
	PURVES et al.: Neurosciences. 3 ^{ème} édition 2005 (De Boeck)
	REVEST et LONGSTAFF: Neurobiologie moléculaire. 2000 (Dunod)
	RICHARD-ORSAL: Neurophysiologie
	Tome 1 : Physiologie cellulaire et systèmes sensoriels. 1994 (Nathan)
	RICHARD-ORSAL: Neurophysiologie 2000
	Tome 2 : Motricité et grandes Fonctions du système nerveux central. (Nathan)
	SALOMON: Cerveau, drogues et dépendances 2010 (Belin PLS)
TRITSCH, CHESNOY-MARCHAIS et FELTZ : Physiologie du neurone. 1999 (Doin)	
C - ENDOCRINOLOGIE	BROOK et MARSHALL : Endocrinologie. 1998 (De Boeck)
	DUPOUY: Hormones et grandes fonctions. 1993 (Ellipses) Tome 1
	DUPOUY: Hormones et grandes fonctions. 1993 (Ellipses) Tome 2
	GIROD: Introduction à l'étude des glandes endocrines. 1980 (Simep)
	IDELMAN et VERDETTI : Endocrinologie et communication cellulaire. 2003 (EDP Sciences)
D - IMMUNOLOGIE	GABERT : Le système immunitaire. 2005 (Focus, CRDP Grenoble)
	GOLDSBY, KINDT, OSBORNE : Immunologie, le cours de Janis KUBY. 2003 (Dunod)
	ESPINOSA et CHILLET Immunologie. 2006 (Ellipse)
	JANEWAY et TRAVERS: Immunobiologie. 1997 (De Boeck)
	REVILLARD et ASSIM: Immunologie. 3 ^{ème} édition, 1998 (De Boeck)
	ROITT et al.: Immunologie. 4 ^{ème} édition 1997 (De Boeck)
C - HISTOLOGIE ANIMALE	CROSS-MERCER: Ultrastructure cellulaire et tissulaire. 1995 (De Boeck)
	FREEMAN: An advanced atlas of histology. 1976 (H.E.B.)
	POIRIER et al. Histologie moléculaire, Texte et atlas, 1999 (Masson)
	SECCHI-LECAQUE: Atlas d'histologie. 1981 (Maloine)
	STEVENS et LOWE : Histologie humaine. 1997 (De Boeck)
	WHEATER et al.: Histologie fonctionnelle. 1982 (Meds))
WHEATER et al.: Histologie fonctionnelle, 2004 (De Boeck)-	

	YOUNG-LOWE-STEVES-HEATH: Atlas d'histologie fonctionnelle de Wheater, 2ème édition . 2008 (De Boeck)	
<i>BIOLOGIE ANIMALE</i>		
A - ZOOLOGIE	BEAUMONT-CASSIER: Biologie animale - Des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens. tome 1 -2001- (Dunod)	
	BEAUMONT-CASSIER: Biologie animale - Des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens. tome 2 - 2000 (Dunod)	
	BEAUMONT-CASSIER: Biologie animale: les cordés, anatomie comparée des Vertébrés. 8 ^{ème} édition 2000 (Dunod)	
	CASSIER et al.: Le parasitisme.1998 (Masson)	
	CHAPRON : Principes de zoologie, Dunod(1999)	
	DARRIBERE: Biologie du développement. Le modèle Amphibien 1997(Diderot)	
	FREEMAN: Atlas of invertebrate structure. 1979 (H.E.B.)	
	HEUSER et DUPUY: Atlas de Biologie animale (Dunod) -Tome 1- les grands plans d'organisation. 1998	
	HEUSER et DUPUY: Atlas de Biologie animale (Dunod) -Tome 2- les grandes fonctions. 2000	
	HOUDRY-CASSIER: Métamorphoses animales, transitions écologiques. 1995 (Hermann)	
	MILLER & HARLEY. Zoologie (De Boeck, 2015)	
	PICAUD-BAEHR-MAISSIAT: Biologie animale (Dunod) -Invertébrés. 1998	
	PICAUD-BAEHR-MAISSIAT: Biologie animale (Dunod) -Vertébrés. 2000	
	RIDET- PLATEL: Des Protozoaires aux Echinodermes. 1996 (Ellipses)	
	RIDET - PLATEL: Zoologie des Cordés. 1997 (Ellipses)	
	RENOUS: Locomotion. 1994 (Dunod)	
	TURQUIER: L'organisme dans son milieu Tome 1 : Les fonctions de nutrition.1990 (Doin)	
	TURQUIER: L'organisme dans son milieu Tome 2 : L'organisme en équilibre avec son milieu 1994 (Doin)	
	WEHNER et GEHRING: Biologie et physiologie animales, Bases moléculaires, cellulaires, anatomiques et fonctionnelles- Orientations comparée et évolutive. 1999 (De Boeck)	
	B - ETHOLOGIE	ARON et PASSERA: Les sociétés animales. 2000 (De Boeck)
		BROSSUT: Les phéromones. 1996 (Belin)
		DANCHIN, GIRALDEAU, CEZILLY : Ecologie comportementale, 2005 (Dunod)
		CAMPAN, SCAPINI : Ethologie, approche systémique du comportement. 2002 (De Boeck)
		TANZARELLA S. : Perception et communication chez les animaux
	D - FAUNES ET ENCYCLOPEDIES	CHAUVIN G.: Les animaux des jardins. 1982 (Ouest France)
		CHAUVIN G.: La vie dans les ruisseaux. 1982 (Ouest France)
DUNCOMBE: Les oiseaux du bord de mer. 1978 (Ouest France)		
KOWALSKI: Les oiseaux des marais. 1978 (Ouest France)		

BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALE

A - BOTANIQUE	BOWES. Atlas en couleur. Structure des plantes. 1998 (INRA)	
	C. KLEIMAN: La reproduction des Angiospermes. 2002 (Belin sup)	
	CAMEFORT: Morphologie des végétaux vasculaires, cytologie, anatomie, adaptations. 1996 (Doin)	
	CAMEFORT-BOUE: Reproduction et biologie des végétaux supérieurs, Bryophytes, ptéridophytes, Spermaphytes. 1979 (Doin)	
	De REVIERS: Biologie, Physiologie des Algues Tomes 1 et 2. 2003 (Belin sup)	
	Dossier Pour La Science : De la graine à la plante. janvier 2001 (PLS)	
	ENCYCLOPEDIA UNIVERSALIS : Dictionnaire de la botanique. 1999 (Albin Michel)	
	G. DUCREUX : Introduction à la botanique. 2003 (Belin sup)	
	GUIGNARD : Botanique. 11 ^{ème} édition 1998 (Masson)	
	HOPKINS : Physiologie végétale 2003 (De Boeck)	
	JUDD et coll : Botanique systématique. Une perspective phylogénétique. 2002 (De Boeck)	
	LUTTGE – KLUGE – BAUER: Botanique. 1997 (Tec et Doc Lavoisier)	
	MEYER, REEB, BOSDEVEIX : Botanique, biologie et physiologie végétale, 2007 (Maloine).	
	NULTSCH: Botanique générale. 1998 (De Boeck)	
	MAROUF et REYNAUD : La botanique de A à Z. 2007 (Dunod)	
	PRAT: Expérimentation en physiologie végétale. 1993 (Hermann)	
	RAVEN, EVERT et EICHHORN : Biologie végétale. 2 ^{ème} édition 2007 (De Boeck)	
	ROBERT – ROLAND: Biologie végétale	
	Tome 1 : Organisation cellulaire. 1998 (Doin)	
	ROBERT – CATESSON: Biologie végétale	
	Tome 2 : Organisation végétative. 2000 (Doin)	
	ROBERT - BAJON - DUMAS: Biologie végétale	
	Tome 3: La Reproduction. 1998 (Doin)	
	ROLAND-VIAN: Atlas de biologie végétale	
	Organisation des plantes sans fleurs. 6 ^{ème} édition. 2004 (Dunod)	
	ROLAND-ROLAND: Atlas de biologie végétale	
	Organisation des plantes à fleurs. 8 ^{ème} édition. 2001 (Dunod)	
	SELOSSE : La symbiose 2001 (Vuibert)	
	SPERANZA , CALZONI Atlas de la structure des plantes, 2005 (Belin)	
	TCHERKEZ : Les fleurs : Evolution de l'architecture florale des angiospermes, 2002 (Dunod)	
	VALLADE: Structure et développement de la plante : Morphogenèse et biologie de la reproduction des Angiospermes. 2001 (Dunod)	
	LABERCHE : Biologie végétale. 2 ^{ème} édition 2004 (Dunod)	
	RAYNAL-ROQUES : La botanique redécouverte. 1994 (Belin)	
	BOURNERIAS & BOCK : Le génie des végétaux : des conquérants fragiles. 2006 (Belin)	
	BOULLARD: Guerre et paix dans le règne végétal. 1990 (Ellipse)	
	FORTIN, PLENCHETTE et PICHE : Les mycorhizes, la nouvelle révolution verte. 2008 (Quae)	
	B - PHYSIOLOGIE VEGETALE	ALAIS C., LINDEN G. MICLO, L. : Abrégé de Biochimie alimentaire, 5 ^e édition, 2004 (Dunod)
		HaïCOUR et coll (2003) Biotechnologies végétales : techniques de laboratoire, (Tec

	et Doc)
	HARTMANN, JOSEPH et MILLET: Biologie et physiologie de la plante : age chronologique, age physiologique et activités rythmiques.1998 (Nathan)
	HELLER, ESNAULT, LANCE. Abrégé de physiologie végétale (Dunod)
	Tome 1 : Nutrition. 6 ^{ème} édition 1998
	HELLER, ESNAULT, LANCE. Abrégé de physiologie végétale (Dunod)
	Tome 2 : Développement. 6 ^{ème} édition 2000
	MOROT-GAUDRY: Assimilation de l'azote chez les plantes : Aspects physiologique, biochimique et moléculaire. 1997 (I.N.R.A.)
	TAIZ and ZEIGER : Plant Physiology. 2ème édition 1998 (Sinauer)
	MAZLIAK. Physiologie végétale I : nutrition et métabolisme. 1995 (Hermann)
	MAZLIAK. Physiologie végétale II : Croissance et développement. 1998 (Hermann)
C - BIOLOGIE VEGETALE APPLIQUEE - AGRICULTURE - AGRONOMIE	ASTIER, ALBOUY, MAURY, LECOQ: Principes de virologie végétale: génomes, pouvoir pathogène, écologie des Virus, 2001 (INRA Editions)
	De VIENNE: Les marqueurs moléculaires en génétique et biotechnologies végétales, 1998 (INRA éditions)
	SOLTNER : Les bases de la production végétale. (S.T.A.)
	(Tome 1) 20 ^{ème} édition 1994 - Le Sol
	SOLTNER : Les bases de la production végétale. (S.T.A.)
	(Tome 2) 7 ^{ème} édition 1995 - Le Climat : météorologie, pédologie, bioclimatologie.
	SOLTNER : Les grandes productions végétales. 17 ^{ème} édition 1990 (S.T.A.)
	PESSON : Pollinisation et productions végétales. 1984 (I.N.R.A.)
	TOURTE : Génie génétique et biotechnologies : Concepts, méthodes et applications agronomiques. 2 ^{ème} édition 2002 (Dunod)
TOURTE : Les OGM, la transgénèse chez les plantes, 2001 (Dunod)	
D - FLORES	COSTE: Flore de France (Tomes I, II, III). (Blanchard)
	FAVARGER-ROBERT: Flore et végétation des Alpes – Tome 1 : étage alpin.1962 (Delachaux et Niestlé)
	FAVARGER-ROBERT: Flore et végétation des Alpes – Tome 2 : étage subalpin.1966 (Delachaux et Niestlé)
	FOURNIER: Les 4 flores de France. 1961 (Lechevalier)
	BONNIER : La flore complète portative de France, Suisse et de Belgique 1986 (Belin)
ÉPISTÉMOLOGIE	
GERMANN: Apports de l'épistémologie à l'enseignement des sciences, 2016 (Éditions matériologiques)	

Ressources disponibles dans la clé concours du CAPES externe SVT, session 2016

<p>Banque de données</p>	<p>Liste du matériel disponible au Lycée Bergson Fichiers épidémiologie Documents officiels Edusismo Libmol Lithothèque Auvergne Lithothèque Besançon Lithothèque Lille Lithothèque Limousin Lithothèque Montpellier Lithothèque Lorraine Lithothèque Normandie Lithothèque PACA Lithothèque Rouen Lithothèque Toulouse Photographies Site sécurité Vidéos de gestes techniques</p>
<p>Ressources complémentaires</p>	<p>¹⁸O/¹⁶O chronologie niveau de la mer déplacement plaques GPS Neurologie (Neuropeda) Géosciences Molécules Palynologie (enlever Chambedaze) Séquences Sismologie Phylogène</p>
<p>Logiciels et documents interactifs</p>	<p>Activité musculaire Acuité, champ visuel Alpes (APBG) Amélioration des plantes autogames Analyse sanguine et activité Anagène Animations multimédia (collège et lycée) Atmosphère Audacity Besoins nutritifs des végétaux verts Biologie du plaisir Brassage intrachromosique Calendrier des temps géologiques Caryotype Celestia Cellule 3 D Champs visuels Chapon Choix cultural Choose Climate Chronocoupe Coeur Collision continentale Commande du mouvement Couverture vaccinale Crâne (APBG) Cycles sexuels féminins Ddali De visu</p>

Dérive génétique
Diet
Diététique
Différenciation sexuelle
Drosobox
Drososfly
Echanges organisme - sang
Ecosystèmes
Eduanatomist
Educarte
Evolution allélique
Failles
Fleurofruit
Formation des Alpes
Freemind
Genepool
GénieGen
Glycémie
Google earth
Homininés
Imunotice
Isostasie : Equilibre vertical de la lithosphère (Airy)
Isostasie : modèle tableur
La fin des temps glaciaires
La lignée humaine
Lactase
Le bassin pétrolifère camerounais
Le mange cailloux
Les minéraux des roches au microscope polarisant
MagmaWin
Méiose
Mesurim
Metamod
Minusc
Mitose
Modèle de climat
Molec 3D
MRicro-edu
Nerf
Oeil
Ondes P
Oxygène 18 - 16
Paléobiomes 2
Paléoenvironnement de l'Homme dans les Alpes du nord
Paleovu
Palynologie
Parentés
Pelote
Pétroscope
Phenosex
Phyloboite
Phylocollège
Phylogène (collège et lycée)
Phylogenia
Planètes 3D
Prévention extasy et nouvelles drogues
Profil crustal
Pulmo
Radiochronologie
Radiomètre
Rastop
Reflexe myotatique

Régulation des cycles sexuels chez la rate
 Régulation nerveuse de la pression artérielle
 Rein
 Réplication : Expérience de Meselson et Stahl
 Réplication de l'ADN
 Ribosome
 Scribmol
 Seaview
 SeisGramm2K
 Seismic Waves
 Sherrington
 Sim'Thon
 Simulclimat
 Sismolog
 Sketchup
 Sommatation spatiale
 Stellarium
 Subduction
 Tectoglob
 Télédéttection
 Terre
 Tri gps
 Tomographie sismique
 VIH
 Vision des couleurs et lecture
 Vision trichromatique des couleurs
 Vostok

Remerciements

En premier lieu, je dois remercier Monsieur HAUTIN, proviseur du Lycée Bergson à Paris, pour l'accueil qu'il nous a réservé au sein de son établissement. Un grand merci à tout le personnel du lycée qui a participé de près ou de loin à l'organisation de la session 2016 : l'équipe de direction, l'intendant et son équipe, les personnels d'accueil, les personnels de la cantine, y compris ceux du lycée Jacquard, les personnels chargés de l'entretien et les personnels des laboratoires de physique-chimie et de sciences de la vie et de la Terre.

Ma gratitude va également à M. Alain Frugière directeur de l'ESPE de Paris qui nous a permis une fois encore, de tenir diverses réunions au sein de ses locaux.

Un grand merci à mes deux vice-présidents, à l'ensemble du jury, à l'ensemble de l'équipe technique, à Faustine Gendron, qui a assuré le secrétariat du concours, aux deux agrégés préparateurs, Nicolas Ducasse et Benjamin Chatenet, à Sylvain Arnaud, professeur assurant le suivi de la clé concours et la gestion du site du CAPES et à Virginie Trois-Poux, la gestionnaire du concours.

Enfin je tiens à remercier particulièrement le département des Jardins botaniques et zoologiques du Muséum national d'Histoire naturelle pour la mise à disposition d'échantillons végétaux, les éditeurs, Belin, De Boeck et Dunod et les sociétés Jeulin et Sordalab pour leurs actions et leurs prêts à titre gracieux qui nous ont été d'une aide précieuse.