

**AGRÉGATION DE
SCIENCES DE LA VIE
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

**Concours interne et concours d'accès
à l'échelle de rémunération des professeurs agrégés**

Rapport du jury

Session 2008

SCIENCES DE LA VIE - SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Agrégation interne et CAERPA

Rapport du jury

Sommaire

Composition du jury	page 3
Règlements relatifs au concours	page 4
Données chiffrées relatives aux deux concours	page 7
Observations générales	page 9
Epreuves écrites d'admissibilité	page 10
Sujet de l'épreuve de composition à partir d'un dossier	page 11
Commentaires du jury sur l'épreuve de composition à partir d'un dossier	page 24
Sujet de l'épreuve scientifique à partir d'une question de synthèse	page 40
Commentaires du jury sur l'épreuve scientifique à partir d'une question de synthèse	page 40
Epreuves orales d'admission	
Rapport du jury sur les deux épreuves orales	page 53
Liste des sujets proposés	page 62
Ouvrages mis à la disposition des candidats	page 68
Conclusion générale	page 68

« Les rapports des jurys des concours sont établis sous la responsabilité des présidents de jurys. »

COMPOSITION DU JURY

M. Guy MÉNANT	Inspecteur général de l'Éducation nationale, président
M. Jean-Marie LÉPOUCHARD	IA-IPR - Académie de Créteil, vice-président
Mme Catherine BARLET-BAS	Professeur agrégé - Académie de Dijon
M. Jean-Jacques BERNARD	Professeur de chaire supérieure - Académie de Poitiers
Mme Isabelle BERTRAND	Professeur de chaire supérieure - Académie de Nancy-Metz
M. Rémi CADET	Maître de conférences – Université de Clermont-Ferrand
Mme Marie-France CAZIN	IA-IPR – Académie de Lille
M. Frédéric CELLE	Professeur agrégé - Académie de Lyon
Mme Hélène CLAUCE	Professeur agrégé – Académie d'Amiens
M. Michel COSTE	IA-IPR – Académie de Versailles
Mme Martine COURTOIS	Maître de conférences - Université de Tours
Mme Régine DELÉRIS	IA-IPR – Académie de Toulouse
M. Michel DREYER	IA-IPR – Académie de Strasbourg
M. Jean-Michel DUPIN	Professeur agrégé - Académie de Bordeaux
M. Alain FRUGIERE	Maître de conférences – IUFM de Paris
Mme Brigitte HAZARD	IA-IPR – Académie de Nancy-Metz
M. Claude JOSEPH	Maître de conférences - Université d'Orléans
M. Marc JUBAULT-BREGLER	Professeur agrégé - Académie de Bordeaux
Mme Hélène LE JEUNE	Maître de conférences – Académie de Nantes
M. Gilles MERZERAUD	Professeur - Université de Montpellier
M. Olivier MONNIER	Professeur agrégé – Académie de la Réunion
M. Jean-Marc PÉROL	IA-IPR – Académie de Limoges
M. Alain PUPPO	Professeur - Université de Nice
Mme Françoise RIBOLA	IA-IPR – Académie de Versailles
Mme Colette ROSE	Professeur agrégé – Académie de Créteil
M. André SCHAAF	Professeur - Université de Strasbourg
M. Jean-Marc SIMON	IA-IPR – Académie de Grenoble
M. Didier THELLIER	IA-IPR – Académie de Besançon
M. Patrick THOMMEN	Professeur de chaire supérieure - Académie de Paris
Mme Nathalie TOURON	Professeur de chaire supérieure - Académie de Rennes

RÈGLEMENTS RELATIFS AUX CONCOURS

Chaque candidat doit se reporter au texte essentiel qui définit les modalités d'organisation du concours de l'agrégation interne et du CAERPA de sciences de la vie - sciences de la Terre et de l'Univers (arrêté du 12.09.1988 publié au B.O. n°32 du 29.09.1988 modifié par l'arrêté du 15.07.1999 publié au B.O. n° 31 du 09.09.1999). Il doit aussi connaître **le programme du concours** : celui de la session 2008 était publié dans le B.O. spécial n° 3 du 17 mai 2007, et celui de la session 2009 doit être consulté dans le **B.O. spécial n° 4 du 29 mai 2008**.

**Arrêté du 12.09.1988 publié au B.O. n°32 du 29.09.1988
modifié par l'arrêté du 15.07.1999 publié au B.O. n° 31 du 09.09.1999**

Section sciences de la vie - sciences de la Terre et de l'Univers

A. - Épreuves écrites d'admissibilité

1. Composition à partir d'un dossier fourni au candidat.

Le candidat propose, pour des niveaux et des objectifs désignés, une progression, expose en détail un point particulier en l'illustrant d'exemples, élabore des exercices d'application et prévoit une évaluation.

Durée de l'épreuve : cinq heures.

Coefficient 1.

2. Épreuve scientifique à partir d'une question de synthèse dans une discipline n'ayant pas fait l'objet de la première composition et portant sur le programme des collèges, des lycées et celui des classes préparatoires.

Durée de l'épreuve : cinq heures.

Coefficient 1.

B. - Épreuves orales d'admission

1. Un exposé de leçon comportant des exercices et destinée à une classe de collège ou de lycée. L'exposé est suivi d'un entretien.

Durée de la préparation : trois heures.

Durée de l'épreuve : une heure vingt minutes (présentation : soixante minutes ; entretien : vingt minutes)

Coefficient : 1,5.

2. Épreuve professionnelle au niveau lycée comportant la présentation de travaux pratiques et de techniques de classes ; elle porte sur une discipline différente de celle de la première épreuve. La présentation est suivie d'un entretien.

Durée de la préparation : trois heures.

Durée de l'épreuve : une heure vingt minutes (présentation : soixante minutes ; entretien : vingt minutes)

Coefficient : 1,5.

Programme du concours pour la session de 2008
B.O. spécial n° 3 du 17 mai 2007

Sciences de la vie - sciences de la Terre et de l'Univers

- Programmes des classes préparatoires BCPST (biologie, chimie, physique et sciences de la Terre) : arrêté du 27 mai 2003, JO du 6 juin 2003, B.O. hors série n°3 du 26 juin 2003.
- Programme de sciences de la vie et de la Terre de la classe de terminale S : arrêté du 20 juillet 2001, JO du 4 août 2001, B.O. hors série n°5 du 30 août 2001.
- Programme de sciences de la vie et de la Terre de la classe de première S : arrêté du 9 août 2000, JO du 22 août 2000, B.O. hors série n°7 du 31 août 2000, et arrêté du 1^{er} juillet 2002, JO du 10 juillet 2002, B.O. hors série n°6 du 29 août 2002.
- Programmes de sciences de la vie et de la Terre de la série économique et sociale et de la série littéraire : arrêtés du 9 août 2000, JO du 22 août 2000, B.O. hors série n° 7 du 31 août 2000.
- Programme de sciences de la vie et de la Terre de la classe de seconde générale et technologique : arrêté du 4 août 1999, JO du 8 août 1999, B.O. hors série n°6 du 12 août 1999, et arrêté du 10 juillet 2001, JO du 19 juillet 2001, B.O. hors série n°2 du 30 août 2001.
- Programme de sciences de la vie et de la Terre de la classe de troisième : arrêté du 15 septembre 1998, JO du 30 septembre 1998, B.O. hors série n° 10 du 15 octobre 1998.
- Programme de sciences de la vie et de la Terre de la classe de quatrième des collèges : arrêté du 10 janvier 1997, JO du 21 janvier 1997, B.O. n°5 du 30 janvier 1997 et B.O. hors série n°1 du 13 février 1997.
- Programme de sciences de la vie et de la Terre de la classe de cinquième des collèges : arrêté du 25 juillet 2005, JO du 5 août 2005, B.O. hors série n°5 du 25 août 2005.
- Programme de sciences de la vie et de la Terre de la classe de sixième des collèges : arrêté du 6 juillet 2004, JO du 17 juillet 2004, B.O. hors série n°4 du 9 septembre 2004.
- Pour l'ensemble des notions de sciences de la vie et de la Terre abordées dans ces programmes, le niveau minimum de connaissances scientifiques exigé du candidat sera celui de la licence.
- La capacité à utiliser les technologies contemporaines de l'information et de la communication, en particulier à les intégrer dans les pratiques pédagogiques, sera exigée.

Programme du concours pour la session de 2009
B.O. spécial n° 4 du 29 mai 2008

Sciences de la vie - sciences de la Terre et de l'Univers

- Programmes des classes préparatoires BCPST (biologie, chimie, physique et sciences de la Terre) : arrêté du 27 mai 2003, JO du 6 juin 2003, B.O. hors série n°3 du 26 juin 2003.
- Programme de sciences de la vie et de la Terre de la classe de terminale S : arrêté du 20 juillet 2001, JO du 4 août 2001, B.O. hors série n°5 du 30 août 2001.
- Programme de sciences de la vie et de la Terre de la classe de première S : arrêté du 9 août 2000, JO du 22 août 2000, B.O. hors série n°7 du 31 août 2000, et arrêté du 1^{er} juillet 2002, JO du 10 juillet 2002, B.O. hors série n°6 du 29 août 2002.
- Programmes de sciences de la vie et de la Terre de la série économique et sociale et de la série littéraire : arrêtés du 9 août 2000, JO du 22 août 2000, B.O. hors série n° 7 du 31 août 2000.
- Programme de sciences de la vie et de la Terre de la classe de seconde générale et technologique : arrêté du 4 août 1999, JO du 8 août 1999, B.O. hors série n°6 du 12 août 1999, et arrêté du 10 juillet 2001, JO du 19 juillet 2001, B.O. hors série n°2 du 30 août 2001.
- Programme de sciences de la vie et de la Terre de la classe de troisième : arrêté du 15 septembre 1998, JO du 30 septembre 1998, B.O. hors série n° 10 du 15 octobre 1998.
- Programmes de sciences de la vie et de la Terre des classes de sixième, cinquième et quatrième des collèges : arrêté du 6 avril 2007, JO du 17 avril 2007, B.O. hors série n° 6 volume 2 du 19 avril 2007.
- Pour l'ensemble des notions de sciences de la vie et de la Terre abordées dans ces programmes, le niveau minimum de connaissances scientifiques exigé du candidat sera celui de la licence.
- La capacité à utiliser les technologies de l'information et de la communication, en particulier à les intégrer dans les pratiques pédagogiques, sera exigée.

Données chiffrées relatives aux deux concours

AGREGATION INTERNE

BILAN GLOBAL D'ADMISSION

Nombre total d'inscrits	1071
Nombre de candidats non éliminés* aux épreuves d'admissibilité	796
Nombre d'admissibles	102
Nombre d'admis	41

BILAN DE LA NOTATION

Épreuves écrites

Barre d'admissibilité	10,10 / 20
Moyenne des candidats non éliminés	06,36 / 20
Moyenne de l'épreuve écrite des admissibles	11,97 / 20
Total général le plus fort	31,38 / 40
Total général le plus faible	00,10 / 40

Épreuves orales

Barre d'admission sur la liste principale	09,45 / 20
Moyenne des candidats non éliminés	06,81 / 20
Moyenne de l'épreuve d'admission des admis	09,73 / 20
Note la plus forte (exposé de leçon)	18,50 / 20
Note la plus forte (présentation de travaux pratiques)	17 / 20
Note la plus faible (exposé de leçon)	00,50 / 20
Note la plus faible (présentation de travaux pratiques)	01 / 20

Ensemble des épreuves

Moyenne générale des admis	10,81 / 20
----------------------------	------------

* Non éliminés : candidats n'ayant pas eu de note éliminatoire
(absent, copie blanche, 00.00)

C.A.E.R.P.A.**BILAN GLOBAL D'ADMISSION**

Nombre total d'inscrits	167
Nombre de candidats non éliminés* aux épreuves d'admissibilité	131
Nombre d'admissibles	33
Nombre d'admis	15

BILAN DE LA NOTATION**Épreuves écrites**

Barre d'admissibilité	08,06 / 20
Moyenne des candidats non éliminés	06,33 / 20
Moyenne des épreuves écrites des admissibles	09,67 / 20
Total général le plus fort	26,09 / 40
Total général le plus faible	00,43 / 40

Épreuves orales

Barre d'admission	07,32 / 20
Moyenne des candidats non éliminés	05,52 / 20
Moyenne de l'épreuve d'admission des admis	07,58 / 20
Note la plus forte (exposé de leçon)	15 / 20
Note la plus forte (présentation de travaux pratiques)	13 / 20
Note la plus faible (exposé de leçon)	01 / 20
Note la plus faible (présentation de travaux pratiques)	01 / 20

Ensemble des deux épreuves

Moyenne générale des admis	08,64
----------------------------	-------

* Non éliminés : candidats n'ayant pas eu de note éliminatoire (absent, copie blanche, 00.00)

OBSERVATIONS GÉNÉRALES

L'augmentation du nombre d'inscrits à l'agrégation interne constatée lors des sessions précédentes s'est poursuivie en 2008, même si elle continue à ralentir (818 en 2005, 980 en 2006, 1031 en 2007, 1071 en 2008). En revanche le nombre d'inscrits au CAERPA continue à décroître (167 en 2008 contre 198 en 2007, et 216 en 2006).

La très grande majorité des candidats inscrits à l'agrégation interne reste constituée d'enseignants titulaires de l'Education nationale (986 sur 1071, soit 92%), qui représentent 96% des admissibles et plus de 90% des admis. Il est à noter l'admission d'un agrégé d'une autre discipline, et d'un professeur des écoles.

La répartition des âges est sensiblement la même que pour la session précédente, confirmant la jeunesse des candidats : pour l'agrégation interne, 52% des inscrits ont des âges compris entre 29 et 35 ans, avec un maximum vers 31 - 32 ans, le candidat le plus jeune ayant 24 ans et le plus âgé 60. Les femmes sont inscrites en plus grand nombre que les hommes (63%), réussissent dans les mêmes proportions à l'écrit, et représentent plus de 70% des admis. Pour le CAER, les âges sont plus étalés entre 30 et 41 ans (56,8% des inscrits), avec un maximum vers 30 ans, le plus jeune ayant 27 ans et le plus âgé 57.

Le nombre de postes est resté stable pour l'agrégation interne. La barre d'admissibilité a retrouvé son niveau de 2006 (10,1 contre 09,87 en 2007). La moyenne générale des admis est restée voisine depuis plusieurs sessions (10,81 en 2008 - 10,46 en 2007 - 10,52 en 2006) et les moyennes d'oral des admis sont également proches (9,73 contre 9,77 en 2007). En revanche pour le CAERPA, la diminution de la barre d'admissibilité constatée depuis plusieurs sessions se poursuit (09,40 en 2006 - 08,80 en 2007 - 08,06 en 2008), de même que dans une moindre mesure celle de la barre d'admission (07,47 en 2006 - 07,38 en 2007 - 07,32 en 2008) et de la moyenne générale des admis (08,80 en 2006 - 08,74 en 2007 - 08,64 en 2008). Cette régression régulière du niveau des candidats au CAERPA devrait conduire à une réflexion sur les dispositifs de préparation au concours dans l'enseignement privé.

ÉPREUVES ÉCRITES D'ADMISSIBILITÉ

Les deux épreuves nécessitent avant tout une bonne maîtrise des savoirs scientifiques du programme du concours et une compréhension synthétique et cohérente des concepts et des notions, indispensables pour faire les choix qu'imposent les sujets.

L'épreuve scientifique à partir d'une question de synthèse permet au candidat de valoriser son aptitude à ordonner et hiérarchiser ses connaissances, la rigueur de son argumentation, la pertinence de ses exemples et la qualité de ses illustrations. Elle lui fournit également l'occasion de montrer dans quelle mesure il domine le domaine scientifique concerné : le programme du concours est défini par référence aux programmes du secondaire et des classes préparatoires, et le candidat doit faire la preuve d'un niveau de connaissances permettant prise de recul et réactivité.

L'épreuve de composition à partir d'un dossier demande, en outre, d'être capable de définir les niveaux de savoirs et de savoir-faire compatibles avec des niveaux scolaires donnés, de préciser le niveau d'explication correspondant, et de proposer des activités compatibles avec l'horaire réglementaire et avec le matériel disponible dans un établissement normalement équipé.

Le jury peut ainsi évaluer chez les candidats des qualités complémentaires, nécessaires à tout enseignant de sciences de la vie et de la Terre.

COMPOSITION À PARTIR D'UN DOSSIER

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui paraît être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement dans sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

Classification du vivant et parenté entre espèces

La biodiversité observée dans le règne animal est abordée dès la classe de sixième avec la mise en place, à ce premier niveau du collège, des bases de la classification actuelle. Les liens de parenté entre espèces sont envisagés ensuite jusqu'en classe de terminale avec la construction progressive d'une phylogenèse qui permet de comprendre l'histoire de la vie.

Le dossier propose un ensemble de documents qui seront exploités pour répondre aux questions posées. Les choix effectués seront justifiés tant du point de vue scientifique que pédagogique.

Question 1 (8 points)

Proposez deux activités destinées à des élèves de sixième, ayant pour objectif le principe de la classification actuelle des animaux. Vous indiquerez, en justifiant votre choix, deux moments différents de la programmation annuelle auxquels ces activités pourraient s'intégrer.

Les supports utilisables par les élèves seront sélectionnés dans le dossier fourni en précisant les compléments utiles à apporter.

Pour chaque activité, vous préciserez les objectifs notionnels visés, les capacités exercées, le questionnement, les consignes de travail données aux élèves et les productions attendues.

Question 2 (7 points)

En partant des acquis établis en classe de sixième sur la classification des animaux, vous présenterez de façon organisée comment la notion de parenté entre espèces animales est envisagée au collège puis au lycée.

Vous préciserez les apports spécifiques des différents niveaux d'enseignement.

Des références aux documents utiles du dossier seront intégrées à votre présentation, en précisant pour chacun d'eux ses apports spécifiques pour le niveau concerné.

Question 3 (5 points)

Pour une classe de terminale S, dans la partie du programme intitulée « La lignée humaine - La place de l'Homme dans le règne animal », concevez une situation d'évaluation visant la construction d'une argumentation relative à la parenté entre l'Homme, le Chimpanzé et le Gorille : à partir de documents sélectionnés dans le dossier fourni, vous formulerez un questionnement sur le modèle du deuxième exercice de la seconde partie de l'épreuve écrite du baccalauréat de la série S. Vous rédigerez les réponses attendues, préciserez les critères d'évaluation, et vous proposerez des aides qui pourraient être fournies aux élèves dans un cadre formatif.

Liste des documents du dossier

Document 1

Analyse comparée de chromosomes de la paire n°2 chez l'Homme et des paires 2p et 2q chez le Gorille, le Chimpanzé et l'Orang-outan.

Document 2

La métaphore du buisson.

Document 3

Différents embryons de vertébrés.

Document 4

Organisation anatomique du membre antérieur de quelques vertébrés.

Document 5

Relations évolutives entre un dinosaure théropode, un oiseau et l'Archéoptéryx.

Document 6

Sites d'expression des gènes homéotiques de la drosophile et de la souris.

Document 7

Deux représentations de relations de parenté entre les animaux.

Document 8

Trois hypothèses A, B et C de phylogénie des Hominoïdés.

Document 9

Reconstitution de la vie au début du Cambrien dans le gisement de Burgess au Canada.
Reconstitution de la vie marine au Crétacé.

Document 10

Collection simplifiée d'êtres vivants : quelques animaux de la ville.

Document 11

Tableau de partage des caractères pour une collection d'animaux de la campagne.

Document 12

Collection d'animaux du sol.

Document 13

Matrice des différences obtenue en comparant les séquences de deux protéines (prion et protamine P2) chez quatre espèces de Primates, et arbres phénétiques correspondants.

Document 14

Comparaison des séquences des 227 acides aminés d'une enzyme : la cytochrome oxydase chez les Hominoïdés.

Document 15

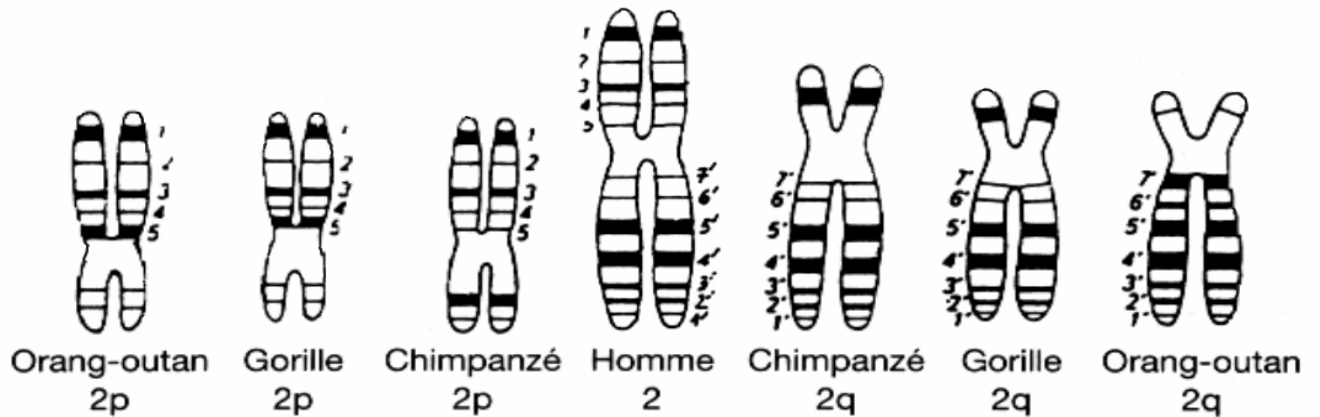
Classification très simplifiée des animaux.





Document 1

Analyse comparée de chromosomes de la paire n°2 chez l'Homme et des paires 2p et 2q chez le Gorille, le Chimpanzé et l'Orang-outan.

La technique de coloration utilisée permet de constater que les différences observables peuvent s'interpréter par un nombre réduit d'évènements comme la fusion de chromosomes différents ou/et l'inversion d'un morceau de chromosome.

Source : d'après B. Dutrilleux. In « Les hommes, passé, présent, conditionnel » - A.Langaney.



	 Orang-outan	 Homme	 Chimpanzé	 Gorille
Inversion 2q	0	1	1	1
Inversion 2p	0	1	1	0
Fusion 2p-2q	0	1	0	0

Matrice des caractères pour les quatre groupes étudiés, avec comme groupe de référence l'Orang-outan.

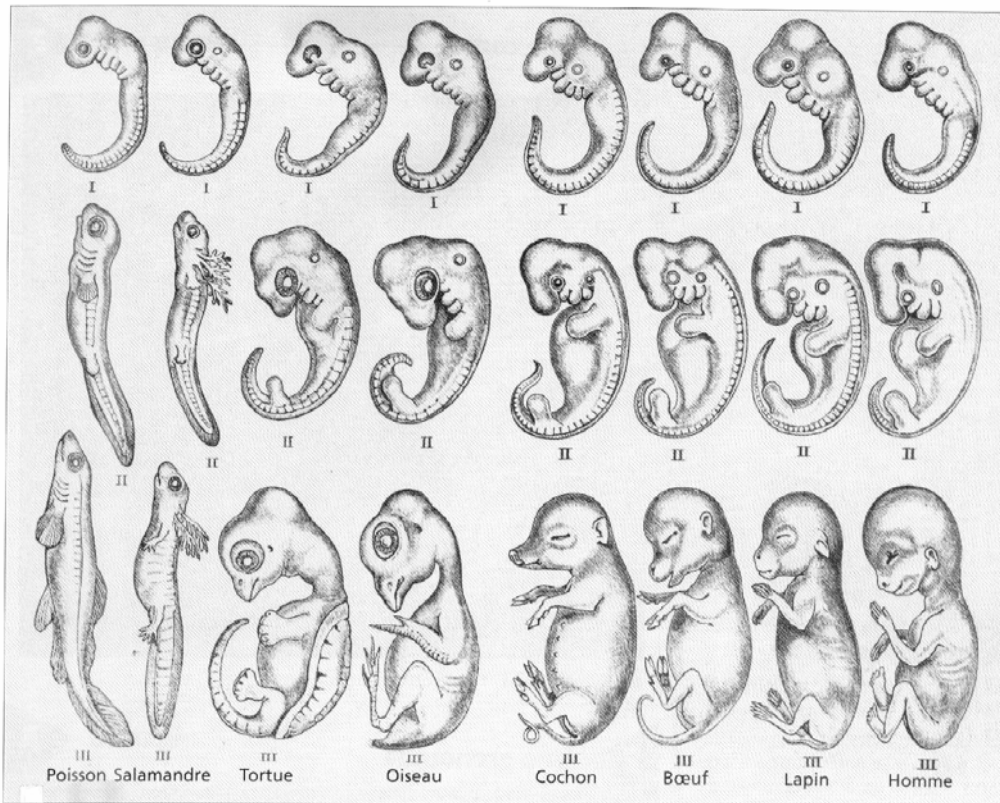
0 = état primitif des caractères
1 = état dérivé des caractères

Document 2

La métaphore du buisson.

L'échelle et le buisson, métaphores respectivement inexacte et correcte pour représenter la configuration de l'évolution, permettent de résoudre cette question qui revient tout le temps et qui n'est pas, en réalité, une énigme : pourquoi les représentants des groupes ancestraux, par exemple les Grands Singes, survivent-ils à côté de leurs descendants, l'espèce humaine par exemple ? Puisque l'évolution est un buisson très touffu, l'apparition de l'Homme à partir des Grands Singes a signifié simplement le détachement d'une branche à partir du buisson des Grands Singes, branche qui a finalement produit un petit rameau appelé Homo sapiens, tandis que d'autres branches du même buisson ont évolué de leur côté par dichotomie pour donner les autres descendants qui ont les mêmes ancêtres communs récents que nous... La métaphore correcte du buisson nous aide aussi à comprendre pourquoi la recherche du « chaînon manquant » entre les Grands Singes et les tout premiers représentants de la lignée humaine est dépourvue de signification, bien que cette quête surannée soit toujours mentionnée dans la littérature de vulgarisation. Il peut manquer un maillon dans une chaîne continue mais on ne peut trouver, dans un buisson touffu, aucune étape de transition cruciale entre un oui ou un non. Au lieu de cela, on constate que les points successifs de branchements restreignent de plus en plus la gamme des plus proches espèces apparentées.

Extraits d'un ouvrage de S.Jay Gould, « Comme les huit doigts de la main : réflexion sur l'histoire naturelle » - Sciences ouvertes, SEUIL 1996.

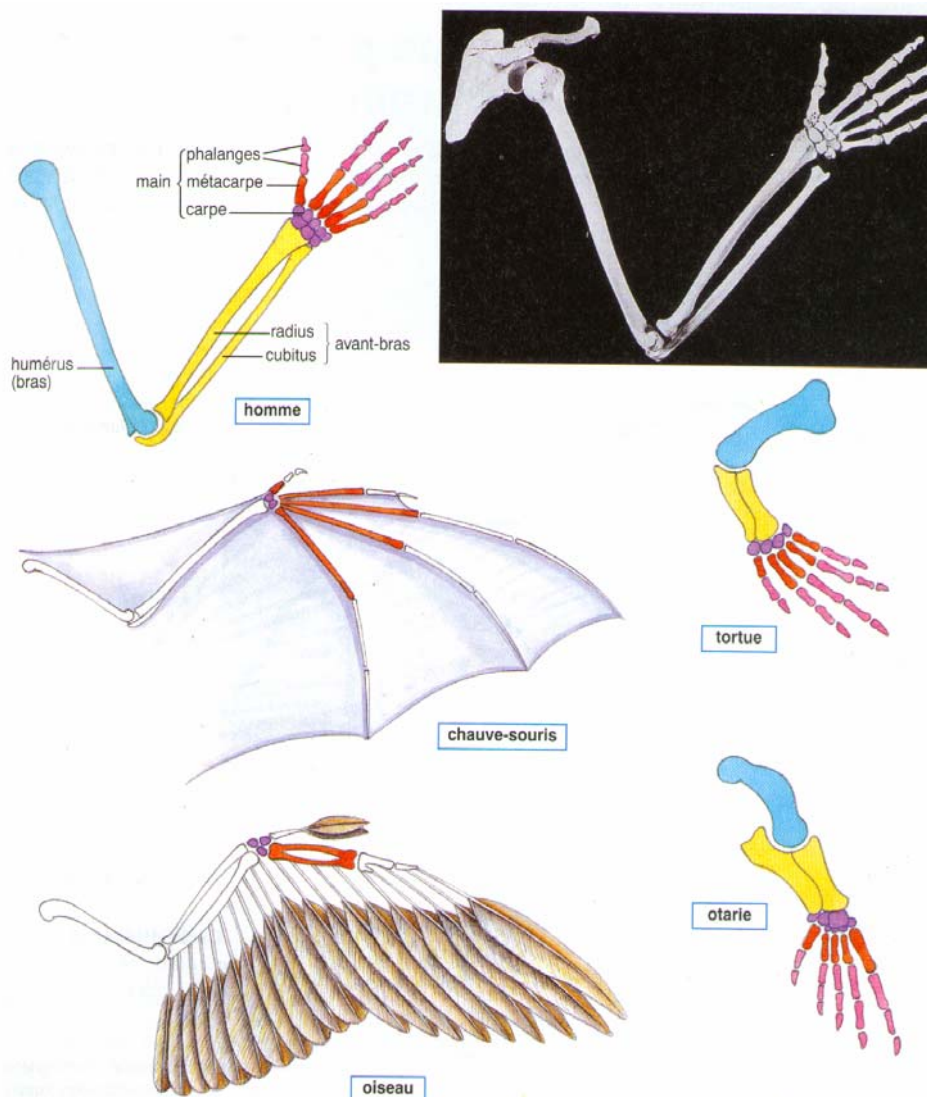


Document 3

Différents embryons de vertébrés.

En 1820, K.E. Von Baer compare différents embryons de vertébrés conservés dans l'alcool. L'histoire raconte que les étiquettes se seraient décollées des bocaux ; il aurait été alors incapable de reconnaître les embryons.

Source : *Sciences de la vie et de la Terre, Seconde*, éd. Nathan 2006.



Document 4

Organisation anatomique du membre antérieur de quelques vertébrés.

Comparaison de la structure osseuse du membre antérieur d'un homme, d'une chauve-souris, d'un oiseau, d'une tortue et d'une otarie.

Source : *Sciences de la vie et de la Terre, Quatrième*, éd. Bordas 1998.

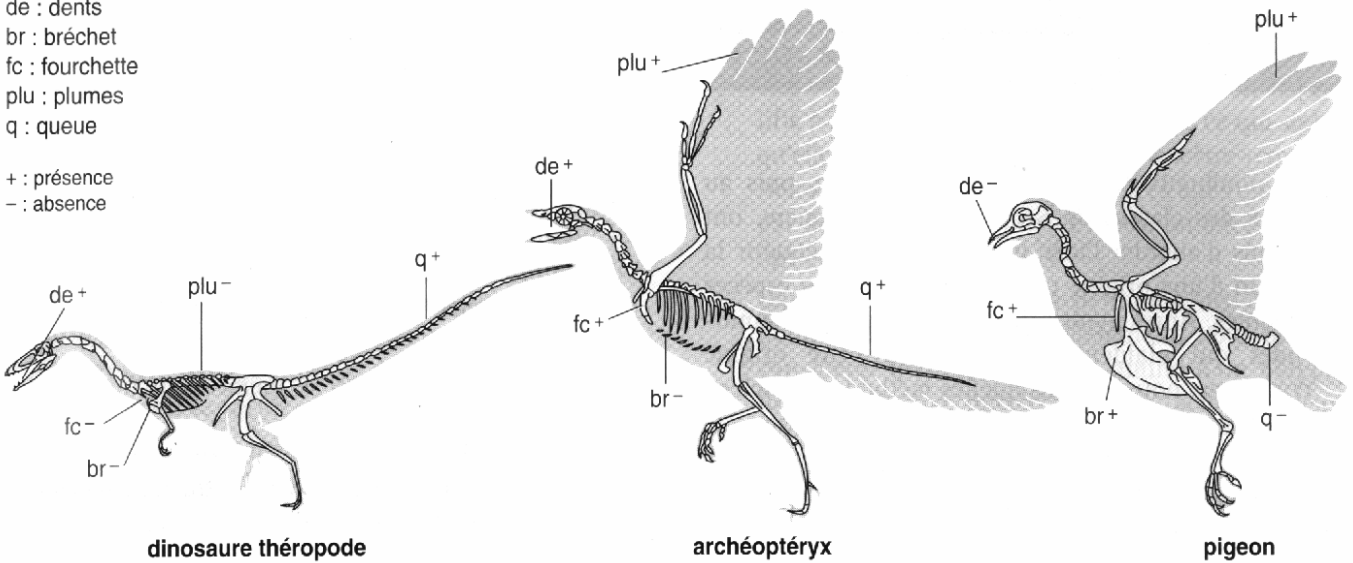
Document 5

Relations évolutives entre un dinosaure théropode, un oiseau et l'Archéoptéryx.

Source : Sciences de la vie et de la Terre, Terminale S, éd. Bordas 2002.

de : dents
br : bréchet
fc : fourchette
plu : plumes
q : queue

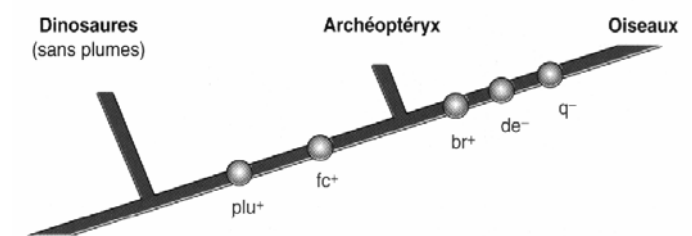
+ : présence
- : absence



Groupes	Caractères				
	Dents	Bréchet	Fourchette	Plumes	Queue
Théroptodes	+	-	-	-	+
Archéoptéryx	+	-	+	+	+
Oiseaux	-	+	+	+	-

+ (présence)
- (absence)

 caractère de théropode
 caractère d'oiseaux



Document 6

Sites d'expression des gènes homéotiques de la drosophile et de la souris.

Différentes méthodes permettent de mettre en évidence les régions dans lesquelles s'expriment chacun des gènes homéotiques dans les embryons de drosophile et de souris. Les gènes présentant de fortes similitudes de séquence et de fonction ont été représentés avec une même couleur.

Source : Sciences de la vie et de la Terre, Seconde, éd. Nathan 2006.

Embryon de drosophile

Chromosome 3 de la drosophile

Chromosome 11 de la souris

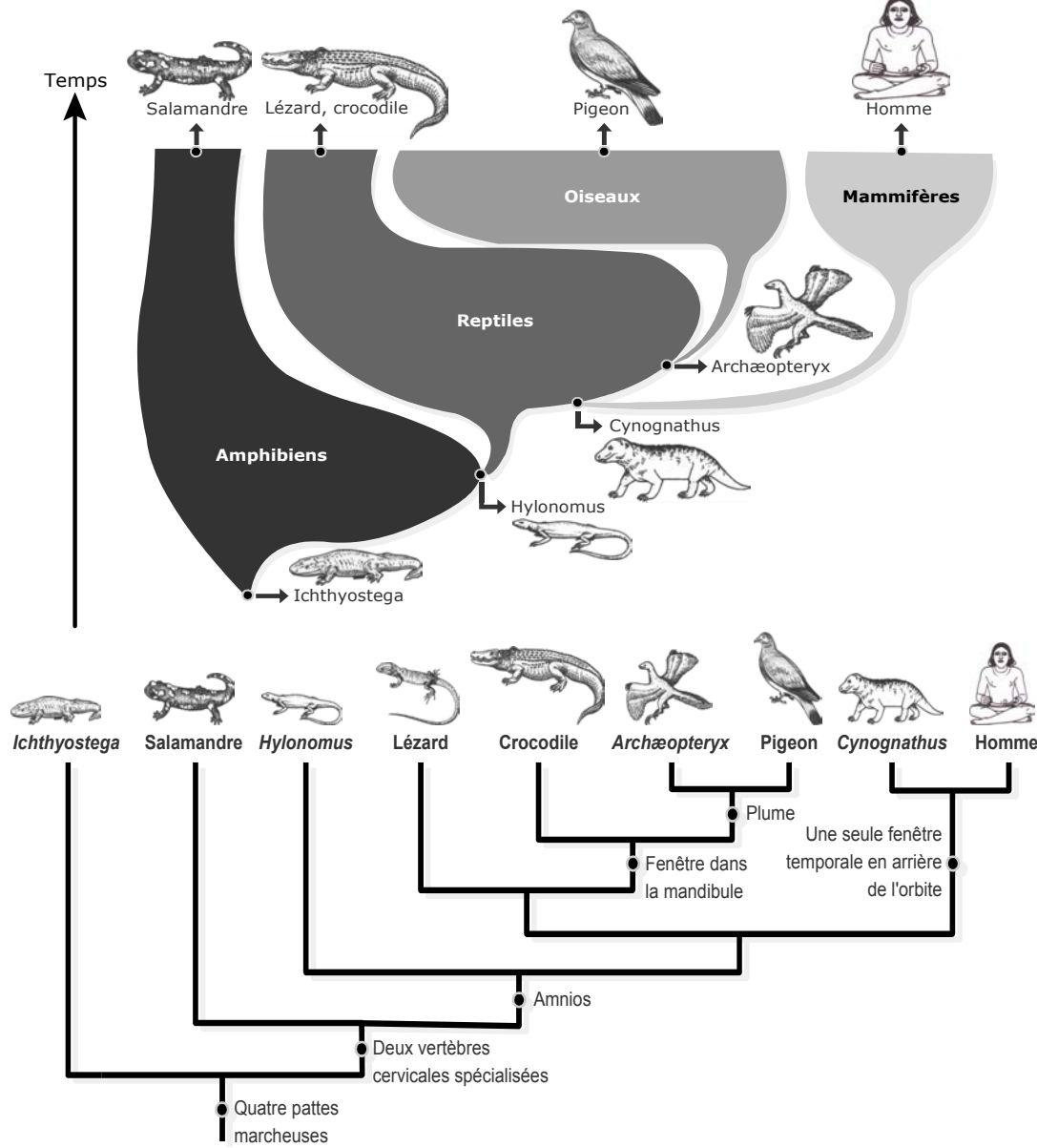
Embryon de souris

Séquence nucléotidique constitutive du gène

Document 7

Deux représentations de relations de parenté entre les animaux.

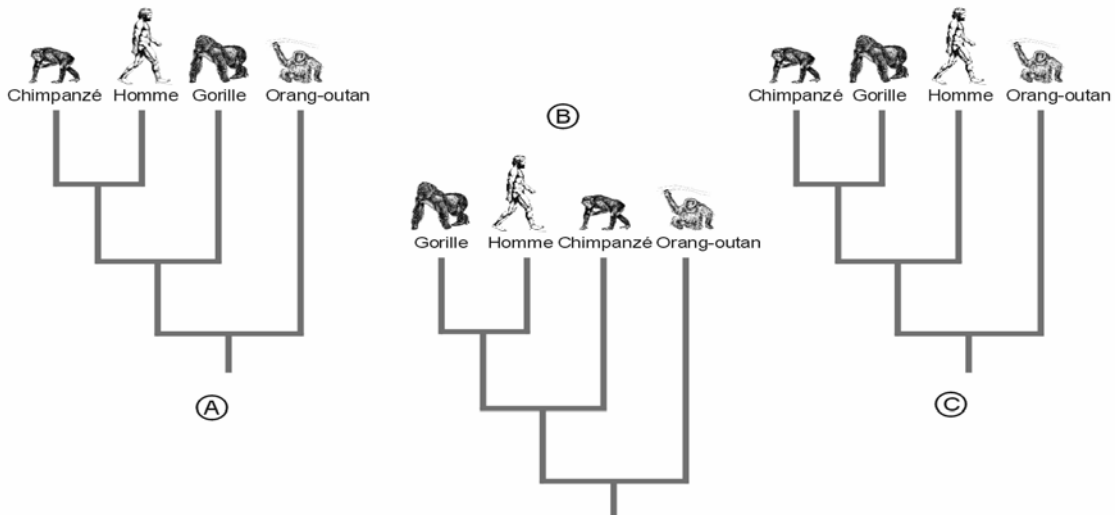
Source : « Comprendre et enseigner la classification du vivant », éd. Belin 2004.

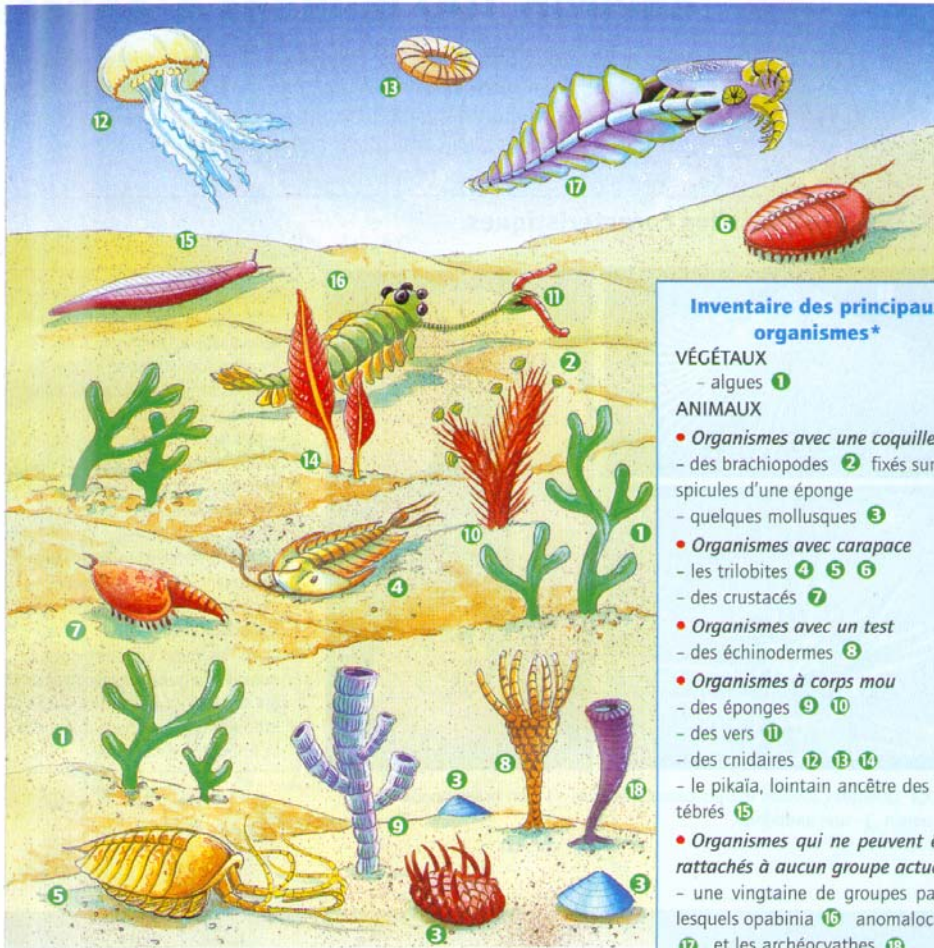


Document 8

Trois hypothèses A, B et C de phylogénie des Hominoïdés.

Source : Sujet de baccalauréat série S.



Document 9**Inventaire des principaux organismes*****VÉGÉTAUX**

- algues ①

ANIMAUX

- **Organismes avec une coquille**
 - des brachiopodes ② fixés sur les spicules d'une éponge
 - quelques mollusques ③
- **Organismes avec carapace**
 - les trilobites ④ ⑤ ⑥
 - des crustacés ⑦
- **Organismes avec un test**
 - des échinodermes ⑧
- **Organismes à corps mou**
 - des éponges ⑨ ⑩
 - des vers ⑪
 - des cnidaires ⑫ ⑬ ⑭
 - le pikaïa, lointain ancêtre des vertébrés ⑮
- **Organismes qui ne peuvent être rattachés à aucun groupe actuel**
 - une vingtaine de groupes parmi lesquels opabinia ⑯ anomalocaris ⑰ et les archéocyathes ⑱.

* À cette époque, il n'y a pas de vie sur les continents.

Reconstitution de la vie au début du Cambrien dans le gisement de Burgess au Canada.

D'après S.J. Gould.
Source : Sciences de la vie et de la Terre, Quatrième, éd. Bordas 1998.

**Inventaire des principaux organismes****VÉGÉTAUX**

- des algues unicellulaires dans le plancton (par exemple les coccolithophoridés),
- des algues pluricellulaires ①

ANIMAUX


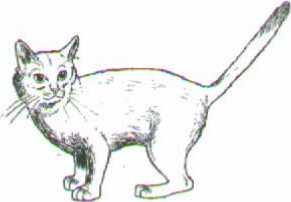



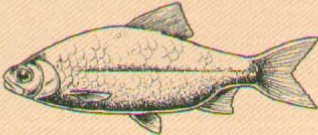


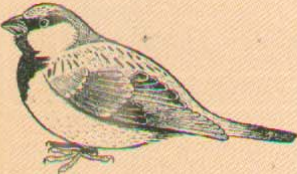

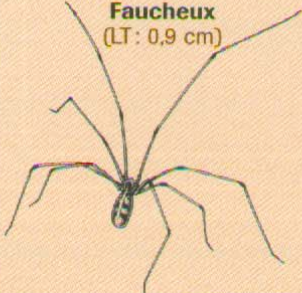


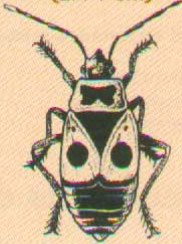


- **Invertébrés**
 - des éponges ②
 - des brachiopodes ③
 - des cnidaires ④
 - des vers
 - des mollusques :
 - gastéropodes ⑤
 - lamellibranches ⑥ ⑦
 - rudistes ⑧
 - céphalopodes (ammonites bélemnites ⑩)
 - des échinodermes ⑪ ⑫
 - des crustacés ⑬
- **Vertébrés**
 - des poissons ⑭
 - des reptiles ⑮ ⑯

Reconstitution de la vie marine au Crétacé.





















Source : Sciences de la vie et de la Terre, Quatrième, éd. Bordas 1998.

Document10**Collection simplifiée d'êtres vivants : quelques animaux de la ville.**

Source : *Comprendre et enseigner la classification du vivant*, éd. Belin 2004.

<p>Blatte germanique (cafard) (LT: 0,9 à 1,4 cm)</p> 	<p>Chat domestique (LT: 45 cm, LQ: 30 cm)</p> 	<p>Chien domestique (LT: 35 cm, LQ: 30 cm)</p> 	<p>Corneille noire (LT: 47 cm)</p> 
<p>Escargot petit gris (LT: 4 cm)</p> 	<p>Gardon (LT: 20 cm)</p> 	<p>Hirondelle des fenêtres (LT: 12 cm)</p> 	<p>Homme (LT: 170 cm)</p> 
<p>Moineau domestique (LT: 14 cm)</p> 	<p>Mouche bleue (LT: 2,2 cm)</p> 	<p>Faucheux (LT: 0,9 cm)</p> 	<p>Pigeon domestique (LT: 33 cm)</p> 
<p>Poisson-chat (LT: jusqu'à 50 cm)</p> 	<p>Pyrrhocore (gendarme) (LT: 1 cm)</p> 	<p>Souris grise (LT: 8 cm, LQ: 8 cm)</p> 	<p>Tégénaire (LT: 1,3 cm)</p> 

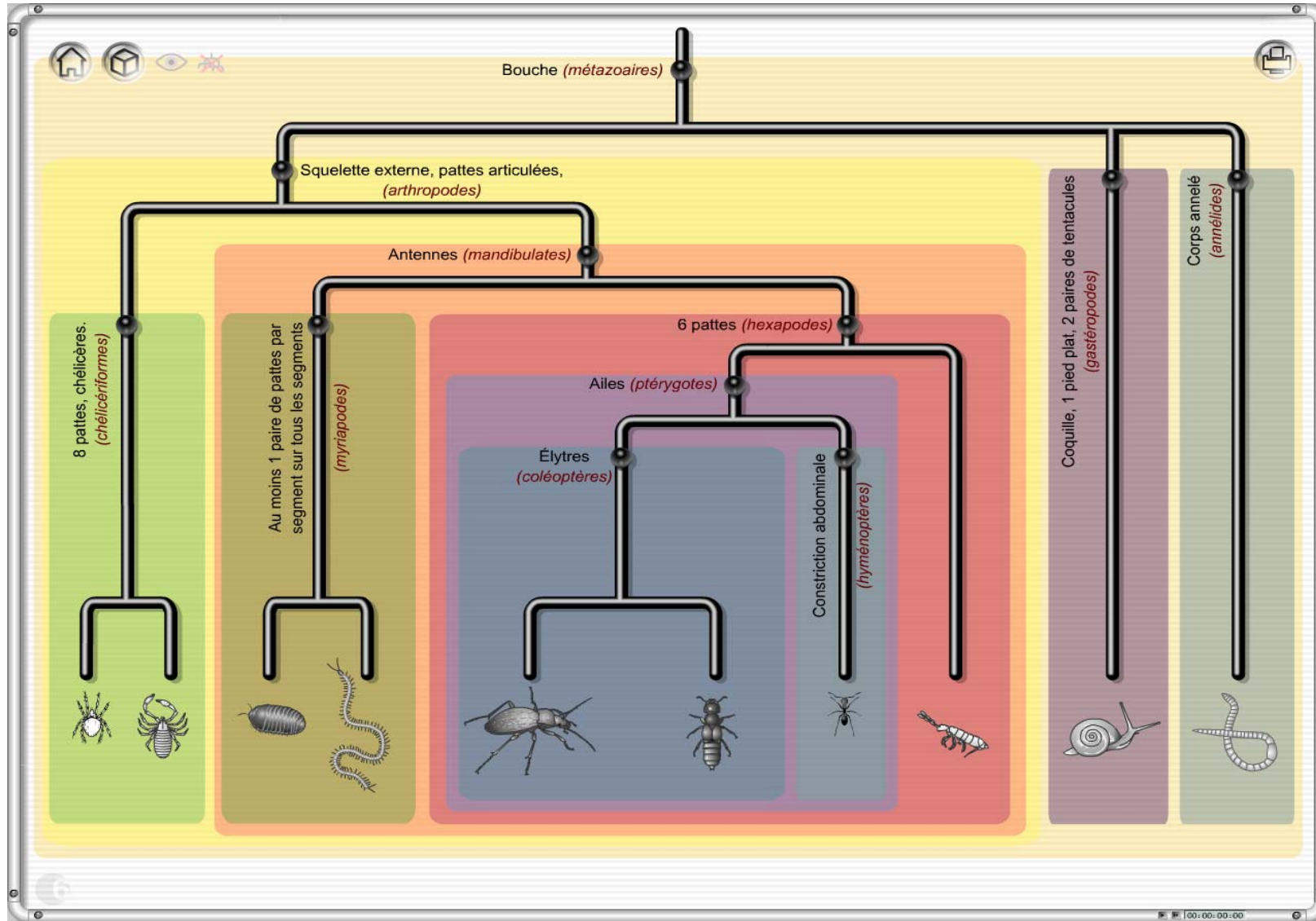
Document 11**Tableau de partage des caractères pour une collection d'animaux de la campagne.**Logiciel *Phyloboîte*.

 PHYLOBOÎTE COLLECTION numéro 3	 Yeux, bouche	 Squelette externe	 Squelette interne	 Nageoires à rayons	 Quatre membres	 Plumes	 Poils et mamelles	 Corps annelé	 Coquille enroulée	 Élytres
Vache <small>(LT: 210 cm, LQ: 65 cm)</small> 	*		*		*		*			
Doryphore <small>(LT: 1,2 cm)</small> 	*	*								*
Merle noir <small>(LT: 25 cm)</small> 	*		*		*	*				
Truite commune <small>(LT: 30 cm)</small> 	*		*	*						
Lapin <small>(LT: 45 cm)</small> 	*		*		*		*			
Oie domestique <small>(LT: 80 cm)</small> 	*		*		*	*				
Escargot <small>(LT: 5 cm)</small> 	*								*	
Bourdon <small>(LT: 2 cm)</small> 	*	*								
Lombric <small>(LT: 2 à 10 cm)</small> 	*							*		

Document 12

Collection d'animaux du sol.

Page écran obtenue après traitement avec le logiciel Phyloboîte.



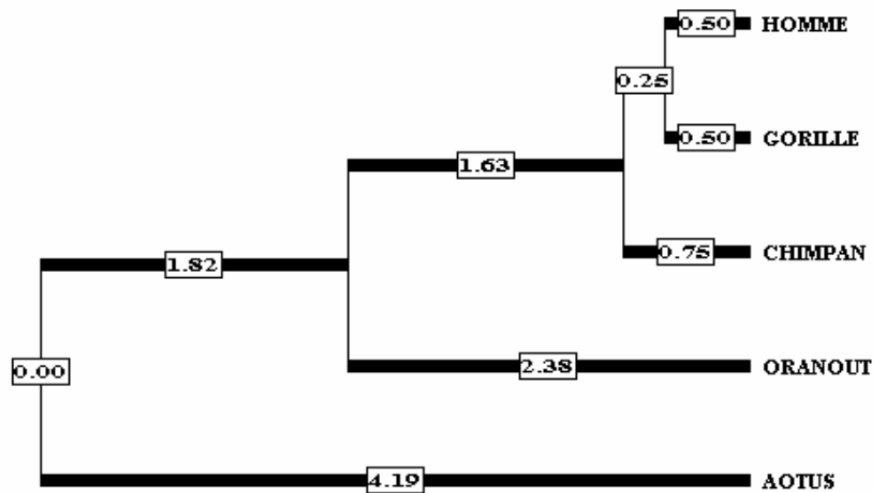
Document 13

Matrice des différences obtenue en comparant les séquences de deux protéines (prion et protamine P2) chez quatre espèces de Primates, et arbres phénétiques correspondants.

Logiciel Phylogène.

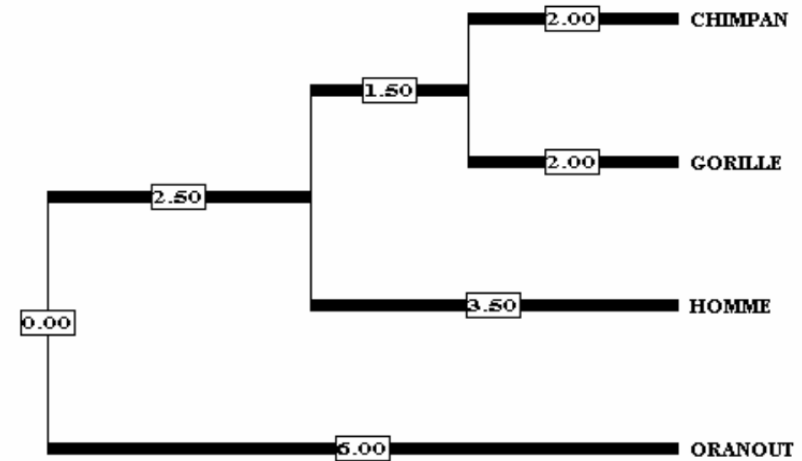
prion

	AOTUS	HOMME	CHIMPAN	GORILLE	ORANOUT
AOTUS	0	10	10	9	7
HOMME		0	2	1	5
CHIMPAN			0	1	5
GORILLE				0	4
ORANOUT					0



protamine P2

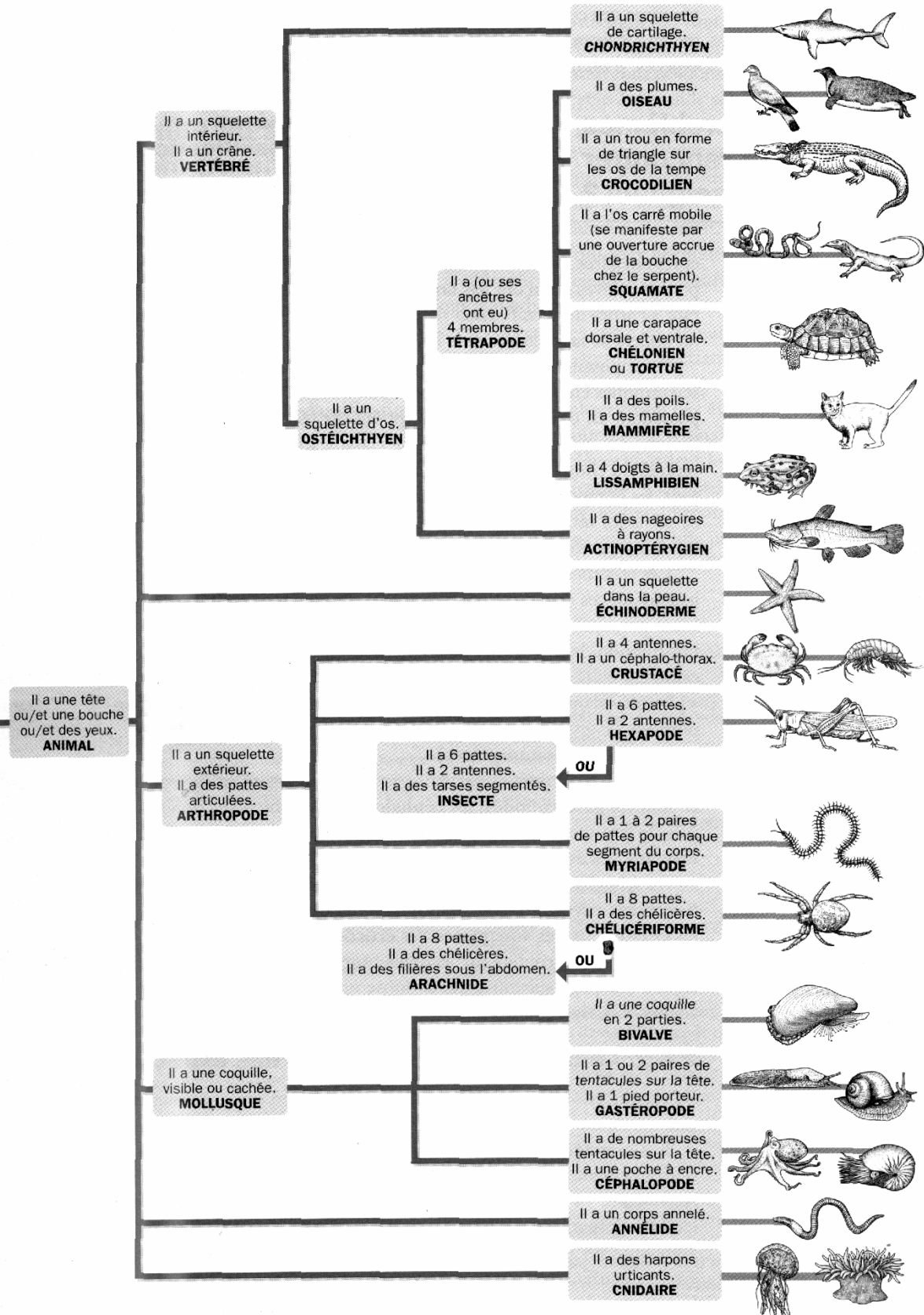
	CHIMPAN	GORILLE	HOMME	ORANOUT
CHIMPAN	0	4	7	11
GORILLE		0	7	13
HOMME			0	12
ORANOUT				0



Document 15

Classification très simplifiée des animaux.

Source : « Comprendre et enseigner la classification du vivant », éd. Belin 2004.



COMMENTAIRES DU JURY

Le sujet concernait la construction progressive au collège puis au lycée de la notion de parenté entre les êtres vivants, base nécessaire pour comprendre l'évolution. Il exigeait une bonne maîtrise des concepts et notions afférents à ce sujet d'étude mais aussi une bonne connaissance des programmes, en particulier ceux de la classe de sixième (première question) et de la classe de terminale S (troisième question). Il permettait de mettre en valeur l'aptitude des candidats à concevoir aussi bien des activités pour des élèves de sixième que des situations d'évaluation au niveau Terminale S.

Il est utile de rappeler une fois encore que l'utilisation des documents proposés dans le dossier devait être insérée au moment opportun avec une argumentation sur les choix réalisés et une présentation de l'exploitation envisagée.

Question 1(8 points)

LES ATTENTES DU JURY

La place des activités dans la progression

Deux activités destinées à des élèves de Sixième étaient demandées. L'objectif global visé par ces activités était signifié dans le sujet : il s'agissait de construire le principe de la classification actuelle. Pour répondre au mieux à cette commande, le candidat devait proposer des activités qui permettaient de construire les principes essentiels de la classification phylogénétique :

- les animaux comme tous les êtres vivants sont regroupés au vu des caractères ou attributs qu'ils partagent en commun. Ces attributs sont définis par les scientifiques et correspondent pour les animaux à des caractéristiques liées à la présence d'une bouche et des yeux, d'un squelette interne ou externe, de nageoires, de poils, de plumes...
- les groupes constitués par le partage de caractères communs sont emboîtés les uns dans les autres. Plus le nombre de caractères partagés par deux animaux est important et plus ces êtres vivants sont proches. Le principe de la classification est basé sur la recherche de « qui est le plus proche de qui ».

Le sujet demandait au candidat d'intégrer ces activités à deux moments différents de la programmation annuelle ce qui impliquait de présenter et d'argumenter les choix au vu des objectifs du programme de sixième. C'est dans la partie transversale « *Diversité, parentés et unité des êtres vivants* » que l'objectif scientifique de découvrir et d'utiliser la classification actuellement retenue par les scientifiques est positionné. Cette partie transversale ne doit pas faire l'objet d'un enseignement en continu mais doit être répartie sur l'ensemble de l'année, en prenant appui sur les organismes vivants rencontrés au cours des différentes études sans chercher à être exhaustif.

Plusieurs intégrations étaient ainsi envisageables, les deux premières étant plus particulièrement propices :

- dans la partie 1 « *Caractéristiques de l'environnement proche et répartition des êtres vivants* », avec un travail sur de petites collections d'êtres vivants (se limiter ici aux animaux) observés au cours de la sortie ;
- dans la partie 3 « *Origine de la matière des êtres vivants* », avec comme support les êtres vivants du sol et un travail sur une collection de décomposeurs ;
- éventuellement dans la partie 2 « *Le peuplement d'un milieu* », avec les animaux étudiés dans la variation de l'occupation et dans la colonisation du milieu dans le temps et dans l'espace.

Par ailleurs, proposer deux activités successives présente un intérêt pédagogique en terme de formation pour les élèves dans la perspective d'une acquisition de compétences. Par exemple ici, il s'agit de « savoir classer des animaux selon les critères de la classification évolutive ». L'enseignant aura à prévoir les éléments clés (procédures de base) pour la maîtrise de cette compétence :

- savoir repérer les attributs ou caractères possédés par les êtres vivants étudiés,
- les organiser dans des tableaux de partage de caractères,
- classer ensuite les êtres vivants de la collection étudiée en groupes emboîtés en fonction du partage des attributs.

Le retour fréquent par la suite à différents moments de la progression sur cette compétence doit en faciliter l'appropriation par les élèves.

La relation avec les acquis de l'école primaire est signalée dans la rubrique cohérence verticale de chacune des parties du programme de sixième. Il y est rappelé que les élèves ont découvert à l'école la diversité des êtres vivants et recherché des critères objectifs pour une première tentative de classement. Il est nécessaire de tenir compte de ces acquis et de leur diversité pour construire les activités, et en particulier la toute première activité de sixième sur le sujet.

Les supports à utiliser

Les documents du dossier induisaient des activités autour d'une collection d'êtres vivants rencontrés lors de la sortie sur le terrain de début d'année (document 10). Ils suggéraient un travail sur les attributs avec la construction d'un tableau de partage de caractères (document 11), et la constitution de groupes emboîtés à partir de la collection d'animaux du sol (document 12). Ils évoquaient ensuite la possibilité de placer un animal dans une classification simplifiée (document 15). En ce sens, les documents du dossier facilitaient la mise en place des activités ; ils ont été choisis pour aider le candidat à penser et construire sa démarche.

Ceci étant, il était fortement attendu que le travail proposé aux élèves soit envisagé à partir de supports concrets et réels et pas uniquement à partir des documents du dossier. La collection d'êtres vivants observés au cours de la sortie est la base à utiliser, en faisant appel à des échantillons prélevés (surtout pour les animaux du sol) mais aussi à des photos réalisées sur le terrain et complétées par des supports trouvés au laboratoire (squelettes, revêtements cutanés, textes descriptifs...).

Les documents 11 et 12 étaient des copies d'écran extraites du logiciel « Plyloboîte ». Ici aussi, le jury souhaitait suggérer la mise en place d'une activité intégrant l'utilisation des technologies de l'information et de la communication. Le candidat pouvait ainsi utilement proposer une situation permettant de former aux compétences du référentiel du B2I collègue, sans pour autant aller nécessairement jusqu'à une validation à ce niveau d'enseignement. Les compétences suivantes pouvaient utilement être mobilisées :

- domaine 1 « s'approprier un environnement informatique de travail », avec un travail par groupe sur le logiciel installé dans l'espace défini pour les élèves ;
- domaine 3 « créer, produire, traiter, exploiter des données », par la réalisation d'un tableau de partage et la constitution de groupes emboîtés.

En classe de sixième, la formation aux méthodes est essentielle avec un accent particulier sur l'observation au service de la démarche d'investigation. La question 1 proposée dans ce sujet d'agrégation permettait d'évaluer la capacité des candidats à mettre en œuvre ces objectifs.

La nature des activités

Pour chaque activité, le candidat devait préciser :

- les objectifs notionnels visés au regard des attendus du sujet énoncés ci-dessus. Ainsi, les activités devaient permettre de construire en cohérence :
 - *le fait que les êtres vivants sont classés par les scientifiques selon certains caractères qu'ils possèdent.* Ceci suppose un travail des élèves sur l'identification chez les êtres vivants rencontrés des caractères retenus par les scientifiques. On peut s'interroger sur l'intérêt d'activités très développées autour de la recherche des attributs pertinents, qui engagent les élèves dans des travaux de tri non sélectifs souvent déjà effectués à l'école primaire. Même s'il est utile de faire comprendre que les **caractères** retenus par les scientifiques sont universels et permettent une représentation cohérente de l'organisation du monde vivant, la justification ne relève pas du niveau sixième ; le professeur doit donc présenter ces attributs comme ceux actuellement retenus par la communauté scientifique ;
 - *le principe selon lequel le monde vivant est organisé en groupes emboîtés.* Les êtres vivants (animaux pour notre sujet) sont classés dans des groupes constitués par le partage des attributs. Ces groupes s'emboîtent les uns dans les autres par le partage d'un nombre de plus en plus élevé de caractères. Pour identifier « qui est le plus proche de qui », il s'agit de rechercher les animaux qui partagent le plus de caractères en commun.
- les capacités exercées :
 - Il s'agit ici de *savoir observer* pour identifier les attributs des animaux en vue de les classer. Les activités proposées devaient permettre dans un premier temps l'identification dans une collection d'animaux des caractères retenus par les scientifiques pour classer. Ceci pouvait se construire à partir des données observées sur le terrain, souvent judicieusement proposées par les candidats sous la forme de photos prises par les élèves et placées dans l'espace de travail. Cette première activité supposait l'utilisation de données complémentaires apportées sous la forme d'échantillons (squelette par exemple) ou d'éléments descriptifs associés aux photos (textes, photos légendées...). Les collections d'animaux doivent être judicieusement choisies pour faciliter le travail en évitant les cas difficiles de classement comme la perte secondaire des membres chez les serpents. La production la plus souvent retenue est le tableau de partage des caractères, support qui permet la constitution des groupes emboîtés.

- Le *passage du tableau de partage de caractères aux groupes emboîtés* pouvait être réalisé dès la première activité ou reporté dans la deuxième activité. Dans tous les cas, une cohérence est nécessaire avec une construction progressive qui intègre finalement l'ensemble des animaux étudiés, dans une représentation claire des principaux groupes emboîtés (cf. document 15). Le mode de représentation retenu reste de la responsabilité de l'enseignant qui peut se limiter aux boîtes sans chercher à dessiner d'arbre. Pour faciliter la compréhension et ainsi l'appropriation par les élèves, tous les supports concrets modélisant des boîtes imbriquées avec des collections classées à l'intérieur sont utiles (boîtes de carton, enveloppes, supports Canson de couleur et de taille différentes...). Le travail en parallèle sur logiciel peut aider à cet apprentissage, mais le professeur doit veiller à l'appropriation par les élèves de la démarche suivie. Par ailleurs, la production réalisée devra être effectivement intégrée dans la trace écrite conservée par les élèves dans leur cahier/classeur.
 - Le document 15 ou arbre de parenté (on n'utilise pas en classe de Sixième le terme d'arbre phylogénétique), suggère également la possibilité de proposer aux élèves une activité de *positionnement d'un nouvel animal dans la classification* en utilisant une clé dichotomique, non pas de détermination de l'individu mais bien de classement dans les groupes au vu des attributs identifiés sur l'échantillon. Cette activité suppose que les groupes ont été construits au préalable dans une activité antérieure. Quelques candidats ont proposé cette deuxième activité dans le cadre de l'observation des animaux du sol sachant que les groupes emboîtés avaient été construits dans la première activité intégrée à la partie 1.
- le questionnement, les consignes et les productions :
- *Le questionnement et les consignes de travail* donnés aux élèves devaient correspondre aux objectifs visés, en évitant les démarches très décomposées qui placent les élèves dans un guidage contraint limitant l'acquisition d'autonomie. Le questionnement pouvait ainsi porter sur l'identification des attributs d'une collection choisie pour la première activité et sur le regroupement des espèces en fonction des caractères partagés en commun pour la deuxième activité. De nombreuses possibilités étaient alors offertes pour l'organisation de l'activité et ainsi pour les consignes de travail à donner aux élèves : par exemple une répartition des êtres vivants suivant les groupes ou des ateliers complémentaires suivant les outils utilisés (boîtes, logiciel, enveloppes...). L'objet d'étude s'y prêtait particulièrement vu le nombre élevé d'animaux à classer, tant en ce qui concerne ceux observés au cours de la sortie que ceux trouvés dans le sol, mais aussi des outils de traitement des données (textes à exploiter, échantillons à observer, photos et annexes associées) et de présentation des productions (tableau de partage des caractères par exemple, sous la forme de fichier Excel partagé, sous la forme papier ou avec transparent commun à compléter).
 - *Les productions attendues* devaient être décrites en détail par les candidats. Ceci permettait au correcteur d'identifier la cohérence entre ce qui est attendu et ce qui est demandé en relation avec les objectifs énoncés au départ. Par exemple, si l'utilisation d'un tableau de partage de caractères est souhaitable, on peut s'interroger sur la pertinence de le faire entièrement construire par les élèves qui ne peuvent pas trouver seuls tous les caractères retenus. En revanche, compléter un tableau à double entrée en positionnant l'animal ou les animaux observés et en cochant les caractères observés est une production adaptée. Ensuite, la réalisation de groupes emboîtés doit aboutir à une représentation synthétique sur le cahier de l'élève qui pourra s'enrichir au fur et à mesure de la progression en intégrant de nouveaux animaux voire de nouveaux groupes. L'utilisation d'une banque de données ou d'un logiciel ne peut pas permettre l'impasse sur ce bilan écrit même si l'utilisation du support numérique peut aider à son élaboration.

ELEMENTS D'ANALYSE DES REPONSES DES CANDIDATS

Le jury a relevé dans l'ensemble des copies quelques points qui méritent d'être signalés pour aider les futurs candidats. Ils concernent la maîtrise des concepts scientifiques, mais aussi la réflexion pédagogique et didactique.

- Certains candidats, sans doute préparés à ce qu'on leur demande une progression, ont développé dans cette question toute une séquence dans laquelle sont noyées de nombreuses activités aux objectifs multiples et au questionnement très décomposé. Pourtant, il s'agissait dans ce sujet d'une question différente ciblée sur l'élaboration de deux activités au service d'un objectif ciblé. Une lecture attentive de la question posée est essentielle ; sa compréhension suppose une maîtrise de la signification des termes utilisés. Ici, il s'agissait de proposer deux activités sachant qu'une activité est un temps défini pour un travail précis des élèves. Cela suppose un objectif notionnel limité, la mise en œuvre d'une capacité ciblée, une question adaptée et cohérente en évitant les décompositions excessives de tâches, et une production bien ciblée qui répond aux objectifs visés.
- La confusion entre tri/détermination/classification est perceptible dans certaines activités proposées et productions associées. Il faut noter que les candidats dans leur grande majorité ont travaillé la question de la classification et savent qu'il existe trois actions : classer – trier – ranger. Si ranger n'est presque jamais présenté, les deux actions trier et classer sont souvent mélangées. Il semble ainsi utile de rappeler que :
 - trier, c'est séparer un ensemble d'êtres vivants selon des critères successifs qui sont appliqués à l'ensemble puis aux sous-ensembles. Fondamentalement, trier est une action analytique qui caractérise chaque espèce d'une collection afin de l'identifier et de la nommer et qui est ainsi associée à un acte de détermination.
 - classer, c'est regrouper des êtres vivants selon des attributs qu'ils possèdent en commun. Un attribut correspond à la reconnaissance d'un saut évolutif qui fait passer d'un caractère ancestral à un caractère dérivé ; le choix des attributs de la classification est ainsi imposé par les scientifiques. Fondamentalement, classer est une action de synthèse qui regroupe les espèces d'une collection afin de révéler leur histoire partagée puis séparée.

Trier et classer sont donc des actions très différentes voire antagonistes. Différents niveaux de confusion ont pu être relevés dans les copies :

- *des groupes emboîtés avec un titre privatif* ; des noms pour les groupes emboîtés comme « vertébré/invertébré » ou comme « présence/absence d'un squelette » ont été proposés. Or, le non partage de caractères n'indique rien sur la proximité phylogénétique.
- *des attributs pour classer relevant du choix des élèves ou du professeur* ; l'activité proposée correspond alors à une situation de tri car les attributs ne sont pas forcément liés à un saut évolutif.
- *la classification simplifiée ou arbre de parenté (document 15) utilisée comme une clef de détermination* ; certains candidats ont utilisé ce document (voire même le document 12) pour nommer les espèces de la collection.
- *les groupes emboîtés présentés comme des groupes discriminants, basés sur un seul caractère* ; les groupes emboîtés sont compris comme séparateurs et non cumulatifs. Cette méprise se manifeste dans les exemples suivants :
 - caractères partagés pour l'Oie et le Lapin ; le candidat propose comme réponse « avoir des plumes ou des poils », alors que l'on devrait dire dans un cas « des yeux une bouche ; un squelette interne ; 4 membres ; des plumes » et dans l'autre cas « des yeux, une bouche ; un squelette interne ; 4 membres ; des poils » ;
 - le candidat propose seulement de regrouper les espèces selon un seul critère (pour plume : Corneille, Hirondelle, Moineau, Pigeon ; et pour poils : Chat, Chien, Souris, Homme). Il y a occultation de tous les caractères communs.

- La 1^{ère} activité a souvent été intégrée dans la partie 1 à partir des animaux observés au cours de la sortie et la 2^{ème} dans la partie 3 (choix qui était induit par les documents proposés dans le dossier). La progressivité a porté dans quelques copies sur le fait que l'on classe d'abord avec des boîtes et ensuite avec le logiciel, dans l'optique de valider le B2i. Ceci ne peut se justifier que si les étapes de construction à partir des caractères partagés ont été clairement établies dans un premier temps. D'autre part, la validation de compétences du B2i en sixième n'est envisageable que pour certains items, déjà bien préparés par le B2i école ; pour les autres on se situe ici davantage dans une situation d'apprentissage.
 - Par ailleurs dans un cadre formatif, l'utilisation du logiciel n'est justifiée que si elle est précédée de **manipulations concrètes** sur les animaux à classer pour en définir les attributs communs et les placer dans leurs boîtes respectives. En proposant ce logiciel trop tôt dans l'activité, on occulte tout ce travail de construction ; on rend alors plus difficile la compréhension par les élèves du passage d'un tableau de partage de caractères à l'emboîtement des groupes.
 - L'adaptation des documents proposés dans le dossier et l'apport de matériel concret ont été très appréciés ; les copies qui présentaient ces choix ont été valorisées.
 - Pour la rédaction des activités et du questionnaire associé, on relève encore une certaine directivité qui ne permet pas une bonne association des élèves à la démarche et à la construction des notions. Les questions posées sont encore trop souvent confondues avec les consignes de travail. La question doit concerner la recherche à conduire, et le travail à réaliser doit permettre la mise en œuvre d'une démarche d'investigation. Les consignes concernent plutôt l'organisation de la procédure que les élèves ont à mettre en œuvre ; elles facilitent le déroulement de l'activité. La clarté des consignes données aux élèves est fondamentale car cela reflète réellement le fonctionnement au sein de la classe.
- Enfin, l'élaboration des deux activités supposait une bonne maîtrise des concepts liés à la nouvelle classification des êtres vivants, mais aussi une réflexion pédagogique actualisée pour la mise en place de stratégies adaptées à l'appropriation par les élèves de ces concepts nouveaux.

Question 2 (7 points)

LES ATTENTES DU JURY

Il s'agissait de montrer la construction progressive, de la sixième à la terminale, de la notion de parenté entre espèces animales.

Les acquis de la classe de sixième

Les êtres vivants sont très divers : on parle de biodiversité, identifiable dans tous les milieux, par exemple celui de la ville où l'on peut facilement constituer une collection d'animaux (cf. document 10). Les scientifiques organisent le monde vivant en effectuant une classification qui regroupe dans des ensembles emboîtés les espèces qui partagent les mêmes caractères. Le document 11 permet de visualiser les caractères ou attributs retenus par la communauté scientifique, et illustre un premier travail de partage des attributs à partir d'une collection d'animaux de la campagne. Il est ensuite facile de créer des groupes avec l'ensemble des animaux qui partagent les mêmes caractères. Ces groupes vont s'emboîter successivement par le partage progressif d'un nombre croissant de caractères comme indiqué dans le document 12 à partir d'une collection d'animaux du sol.

La classification s'établit progressivement au cours de cette année de sixième et pourra aboutir à une synthèse du type du document 15 sous la forme d'un arbre de parenté. Elle va pouvoir s'enrichir progressivement tout le long de la scolarité du collège.

Les bases mises en place dans ce premier niveau de classe de collège visent la compréhension de la logique qui sous-tend la classification phylogénétique, reposant sur le partage de caractères et donc sur la parenté entre espèces. Il s'agit du fondement essentiel de la théorie de l'évolution, qui n'est toutefois pas abordée à ce niveau.

Les candidats devaient ensuite exposer comment la notion de parenté est envisagée au collège puis au lycée. Il ne s'agissait pas dans ce sujet de traiter l'évolution et ses mécanismes mais de développer ses fondements par la construction argumentée progressive de la parenté entre espèces (ici limitée aux espèces animales).

Les apports de la classe de cinquième

En classe de cinquième deux apports peuvent être mentionnés :

- replacer les animaux étudiés ou les fossiles rencontrés dans la classification établie en sixième, d'une part pour l'enrichir et d'autre part pour consolider l'aptitude à classer. Le document 15 peut servir d'outil de classification à partir des caractères identifiés.
- identifier de nouveaux caractères communs aux êtres vivants liés aux modalités de respiration ; trachées chez les insectes, branchies chez les poissons, poumons chez les oiseaux et les mammifères.

Les apports de la classe de quatrième

Pour cette session 2008 du concours, c'est l'ancien programme de la classe de quatrième qui servait de référence. La part du programme à développer ici concernait la partie « *Histoire de la vie, histoire de la Terre* ».

Le point de départ des études engagées à ce niveau est la comparaison de la composition des faunes (les flores étant exclues du sujet), par exemple celle des mers du Crétacé et du Cambrien. Le document 9 sert en cela de référence pour identifier que, au cours des temps géologiques, des groupes sont apparus (poissons et reptiles au Crétacé) et d'autres ont disparu (trilobites du Cambrien). Les formes vivantes se renouvellent au cours du temps ce qui laisse supposer que des filiations existent entre elles. Il y a ainsi nécessité de comprendre les relations de parenté.

Un premier argument attendu en faveur de la parenté entre les êtres vivants est l'existence de plans d'organisation identiques entre les espèces faisant partie d'un même groupe. C'est le cas par exemple de l'organisation du membre antérieur des vertébrés, comme cela est représenté dans le document 4.

Un deuxième argument de parenté pouvait être établi à partir de l'identification de formes intermédiaires comme l'Archéoptéryx présenté dans le document 5 qui possède des caractères communs avec deux groupes identifiés : les oiseaux (fourchette et plumes) et les dinosaures théropodes (dents, absence de bréchet, queue développée). Ces formes intermédiaires témoignent de l'apparition progressive de nouveaux caractères chez les nouvelles espèces, qui présentent ainsi une organisation commune mais aussi des caractères nouveaux par rapport à une espèce antérieure dont elles seraient issues. Ce document 5 devra toutefois être adapté pour le niveau collège en supprimant l'arbre phylogénétique plus adapté aux classes de lycée. Le tableau de partage des caractères pourrait être complété par les élèves à partir des données fournies par les schémas en prenant toutefois la précaution d'écrire la légende en toutes lettres (par exemple : plu+ à remplacer par plumes).

En classe de quatrième, un arbre d'évolution pourra récapituler les parentés supposées entre espèces et groupes avec le positionnement d'un hypothétique ancêtre commun à chaque nœud. La représentation b du document 7 doit être retenue de préférence à la figure a, qui place par exemple l'Archéoptéryx en ancêtre des oiseaux. Les élèves doivent comprendre que les oiseaux partagent avec l'Archéoptéryx un ancêtre commun identifié par l'acquisition d'un nouveau caractère : la présence de plumes. Cet ancêtre commun n'était ni un oiseau ni un Archéoptéryx. Ces supports du document 7 peuvent permettre un examen critique des représentations successives des parentés établies par les scientifiques.

Enfin, le professeur pourra choisir comme exemple la lignée humaine pour argumenter les liens de parenté au sein du groupe des Hominoïdés. La représentation A du document 8 pourra servir de support pour construire le fait que l'Homme et le Chimpanzé partagent un ancêtre commun. Cela peut être l'occasion de discuter et rejeter la formule « l'Homme descend du Singe ».

Les apports de la classe de seconde

Ils se situent dans la troisième partie du programme intitulée « *Cellule, ADN et unité du vivant* » dont l'objectif est la mise en évidence de parentés à l'échelle des cellules, de la molécule d'ADN et des organismes pour dégager la notion d'origine commune des espèces.

L'étude de la parenté et de la diversité des organismes est envisagée essentiellement à partir de vertébrés avec plusieurs niveaux d'arguments :

- *arguments anatomiques* fondés sur la mise en évidence d'un plan d'organisation commun à tous les vertébrés, avec les axes de polarités et la disposition des principaux organes. Ces arguments sont établis en classe à partir de dissections ; ils peuvent être associés à des observations d'anatomie comparée du type de celles envisagées dans le document 4.
- *arguments liés au développement embryonnaire*. La comparaison des embryons de vertébrés envisagée dans le document 3 nourrit l'idée de parenté entre les vertébrés. Par ailleurs, l'étude comparée des gènes responsables du développement (gènes homéotiques) permet de développer la thèse d'une origine commune de tous les êtres vivants (document 6). En effet, le fait que ces gènes homéotiques présentent de très fortes similitudes de séquence (région appelée « homéodomaine »), d'organisation chromosomique (gènes regroupés dans un même ordre sur un fragment de chromosome), d'activité séquentielle (suivant un déroulement spatio-temporel défini) et de fonction (gène Hox de la souris introduit par transgénèse chez la mouche qui remplace la fonction HOM) entre des espèces aussi différentes que la drosophile et la souris constitue un argument en faveur d'une origine commune.
- *arguments cellulaires et moléculaires*, avec les similitudes observées au niveau de l'organisation et du fonctionnement des cellules, ainsi que l'universalité de la molécule d'ADN. Ces faits constituent des arguments en faveur de la notion d'origine unique du monde vivant. Aucun document du dossier n'y faisait explicitement référence.

Les apports de la classe de terminale S

En classe de seconde, les études portant sur différents niveaux d'organisation ont permis d'établir que les similitudes anatomiques des vertébrés s'inscrivent dans un plan d'organisation commun mis en place suivant un programme génétique déterminé. On peut repartir en classe de terminale S sur ces acquis remobilisés à partir des documents 3 et 4. Dans une première partie du programme intitulée « *Parenté entre êtres vivants actuels et fossiles – Phylogénèse – Evolution* », on cherche à établir des relations de parenté plus précises au sein des vertébrés actuels et fossiles ainsi que la place de l'homme dans le règne animal.

La recherche de parenté s'inscrit dans la logique de la systématique phylogénétique avec la comparaison des caractères partagés par les groupes ou espèces étudiées (document 5). Il s'agit à ce niveau d'aller à l'encontre d'idées fausses (vision linéaire de l'évolution, finalisme et anthropocentrisme, fossile vivant, généalogie et espèce intermédiaire ou chaînon manquant...) et d'installer au contraire des bases de compréhension adaptées avec les notions essentielles d'ancêtre commun et de groupes monophylétiques. En ce sens, le document 7 qui permet la comparaison des deux représentations de relations de parentés est un support utile. Les espèces sont plus ou moins apparentées en fonction de l'éloignement de leur plus récent ancêtre commun dans l'histoire de la vie. Ces éléments sont d'autant plus importants à envisager que les élèves reçoivent parallèlement un enseignement de philosophie avec lequel de nombreux ponts peuvent être établis pour ce sujet d'étude. Pour cela, le texte proposé en document 2 peut permettre de dégager quelques idées forces sur l'évolution buissonnante, particulièrement bien adaptées à la lignée humaine, et de discuter de la formule « l'Homme descend du Singe ». A ce niveau d'enseignement, c'est le partage exclusif d'états dérivés de caractères qui traduit la parenté et qui permet de définir l'existence d'un ancêtre commun, qui ne saurait être représenté par aucune des espèces fossiles.

A partir d'une matrice de caractères homologues, la comparaison des états dérivés et des états primitifs des caractères étudiés permet de définir les parentés entre groupes ou espèces, et ainsi de comprendre la construction d'arbres phylogénétiques. Le document 1 propose pour le caractère « organisation de la paire de chromosomes n°2 » chez les Hominoïdés une base de travail : l'Homme partage avec le chimpanzé deux états dérivés du caractère, avec le Gorille un seul et aucun avec l'Orang-outan. Il peut être déduit de cette observation que l'Homme et le Chimpanzé partagent un ancêtre commun plus récent que celui partagé avec le Gorille. Un arbre phylogénétique peut en rendre compte (voir question 3).

En ce qui concerne les données moléculaires, c'est la séquence du gène et donc de la protéine correspondante qui constitue un caractère. La comparaison de séquences de molécules homologues renseigne sur le degré de parenté. Ainsi, dans les documents 13 et 14, la comparaison des séquences des molécules protéiques homologues chez les Hominoïdés permet de formuler des hypothèses :

- Homme plus proche du Gorille au vu des données concernant la molécule prion ;
- Chimpanzé et Gorille plus proches au vu des données concernant la protamine P2 ;
- Homme plus proche du Chimpanzé au vu des données concernant la cytochrome oxydase.

La mise en confrontation de plusieurs hypothèses de parenté (document 8) permet de suggérer la nécessité de prudence et le caractère révisable des arbres au gré des découvertes effectuées. L'exercice de l'esprit critique est ici essentiel : les débats et incertitudes doivent être présentés.

Les apports spécifiques des classes de première ES et L

Les points développés ci-dessus pour la classe de terminale S peuvent être repris pour les classes de première ES et L, qui suivant les années peuvent avoir au programme l'étude du thème au choix « *Place de l'Homme dans l'évolution* ».

Une vigilance particulière doit être accordée pour éviter de faire à ce niveau un programme résumé de la classe de terminale S. Les acquis des élèves y sont fort différents, avec en particulier une maîtrise plus faible des concepts et notions liés au programme génétique. Par ailleurs, les orientations du programme privilégient dans ces classes le développement d'une culture scientifique, sur des bases de réflexion et de débat critique.

Ainsi, les documents 2 et 8 permettent d'initier un débat autour de deux points :

- les hypothèses de phylogénies pour la lignée humaine sont diverses. Leur validation passe par le croisement d'arguments dans la recherche de l'ancêtre commun : comparaison de caractères homologues comme la paire de chromosome 2 (document 1) ou de molécules protéiques homologues comme la cytochrome oxydase, le prion ou la protamine P2 (documents 13 et 14).
- l'étude des caractères anatomiques (volume et morphologie crânienne, place du trou occipital) et des données biologiques associées (bipédie, outils, vie sociale et culturelle) complète l'analyse et permet de construire des parentés en confortant le caractère buissonnant de la lignée humaine.

ELEMENTS D'ANALYSE DES REPONSES DES CANDIDATS

- Pour traiter correctement cette question, il était nécessaire de bien connaître d'une part ce qu'est une parenté et comment on l'établit, ce qu'est un attribut observable, l'homologie, la signification d'un ancêtre commun, et d'autre part les objectifs et contenus des programmes avec leur cohérence verticale et la progressivité des notions à construire. La rédaction devait permettre d'identifier clairement la construction de la notion de parenté sur les différents niveaux, fil rouge du sujet. Il est rare que les candidats aient pensé à toutes les notions inhérentes à la parenté dans chaque partie de programme. Par exemple, en terminale S, les candidats évoquent les phylogénies et la place de l'Homme dans le règne animal mais passent sous silence les critères d'appartenance à l'espèce humaine et le caractère buissonnant de la lignée humaine. Même remarque en 4^{ème} : il est souvent question de parenté, de succession d'espèces vivantes mais plus rarement de l'Homme ainsi que des formes intermédiaires. Certaines copies excluent l'Homme de leur étude comme s'il n'appartenait pas au règne animal, position à combattre chez nombre de nos élèves qui ont cette représentation fortement ancrée.
- Le rappel des acquisitions effectuées au niveau 6^{ème} a souvent été très succinct, réduit à un simple renvoi à la question 1. Pourtant ce renvoi aux acquis de 6^{ème} permet de montrer le lien entre ce que l'on y établit et les enrichissements ultérieurs jusqu'au niveau terminale. Cette question envisageait la cohérence verticale et visait à montrer ce que chaque niveau apporte par rapport au précédent. La construction verticale progressive pouvait s'établir autour des points forts suivants : parenté (6^{ème}, 5^{ème}), filiation-évolution (4^{ème}) et évolution-phylogenèse (1^{ère} ES et terminale S). Le sujet limité à la notion de parenté ne demandait pas d'envisager tous les points concernant l'évolution.
- Les niveaux 5^{ème}, 1^{ère} L et ES ont souvent été oubliés, avec parfois juste une évocation du niveau sans précision des notions à construire et des documents exploitables.
- Il convient de rappeler aux candidats qu'il faut bien cibler les contenus des programmes au vu du sujet proposé. Ainsi dans l'idée de rechercher la notion de parenté construite progressivement avec les élèves, on n'a pas à évoquer la partie « génétique » de 3^{ème} ou la partie « de l'ADN aux protéines » en première S.
- Majoritairement, les documents sont bien choisis et exploités en détail. Mais il faut veiller à ce qu'ils soient des appuis pour les notions attendues dans chaque partie de programme. Une simple citation du document ne peut donc suffire, et la présentation sous la forme de tableau induit souvent un simple renvoi sans une exploitation véritablement intégrée. Il était toutefois possible, comme l'ont fait certains candidats, de ne pas détailler l'apport des documents 8, 13 et 14 dans cette question 2 si cela était fait dans le cadre de la question 3.
- Certains candidats se pénalisent parfois par une mauvaise lecture de la question et ont proposé dans cette question 2 des progressions avec plan, supports voire activités, ce qui ne correspondait pas du tout à ce qui était demandé.

Question 3 (5 points)

LES ATTENTES DU JURY

Il était demandé de concevoir une situation d'évaluation pour une classe de terminale S. La situation devait pouvoir s'inscrire dans un processus de formation avec des critères de réussite nettement présentés et des outils et/ou stratégies d'aide proposés. Il s'agit de préparer les élèves au deuxième exercice de la seconde partie de l'épreuve écrite du baccalauréat : exercice de raisonnement à partir de 2 ou 3 documents pour résoudre un problème scientifique en appui sur ses connaissances. Le problème était ici imposé par le sujet : il s'agit de déterminer si l'Homme est plus proche du Chimpanzé ou du Gorille.

Le choix des documents

Il devait répondre à deux impératifs :

- construire une situation sur le modèle du deuxième exercice de la partie 2 de l'épreuve écrite du baccalauréat de la série S. Il s'agit donc de faire résoudre un problème scientifique en mettant en relation des informations extraites de 2 à 3 documents. Ceux-ci devaient être relatifs au domaine précisé : « la place de l'Homme dans le règne animal ». Ainsi, dans le dossier fourni, les choix possibles portaient sur les documents 1, 8, 13 et 14 qui traitent de la question du degré de parenté de l'Homme avec les autres Hominoïdés. Le candidat pouvait effectuer au sein de cet ensemble des choix variés selon les stratégies de formation envisagées pour les élèves. Le respect des règles définissant le 2^{ème} exercice de la seconde partie du baccalauréat limitait le choix à 3 documents. Le candidat pouvait éventuellement justifier l'utilisation de 4 documents si le document 8 était considéré comme posant le problème.
- permettre la mise en œuvre d'une argumentation. Il s'agit en effet de susciter une recherche d'arguments pour répondre à la question posée. Par exemple, comme envisagé ci-dessus, le document 8 représentait une base utile pour poser le problème du degré de parenté de l'Homme avec le Chimpanzé ou le Gorille. Les trois hypothèses d'arbres de parenté différents (A, B ou C) induisent en effet une recherche d'arguments pour valider ou infirmer les propositions. Ce document de départ n'était pas le seul possible ; en effet, rien n'empêchait le candidat de partir du document 13 et des deux arbres phénétiques proposés qui représentent eux aussi deux hypothèses de parenté.

La forme et la formulation de la question

Elles devaient identifier un problème scientifique clairement posé autour de la place de l'Homme dans l'arbre d'évolution des Hominoïdés ou des liens de parenté entre l'Homme et les grands singes, et ceci en cohérence avec les objectifs du programme. La question posée devait être unique et conduire à une argumentation : relever dans les documents les éléments permettant d'apporter des arguments en faveur de telle ou telle hypothèse. Il ne s'agit donc pas de « démontrer » ou de « prouver » (termes souvent proposés à tort par les candidats) mais bien d'argumenter. De nombreux candidats ont proposé des questions judicieuses du type : « A partir de l'exploitation des documents proposés, proposez des arguments permettant de valider ou non les hypothèses de relation de parenté entre l'Homme, le Chimpanzé et le Gorille représentées dans le document 8 ». Certains candidats ont clairement demandé de proposer une critique ou une limite pour les outils présentés ce qui induisait une analyse intéressante sur le nécessaire croisement de différents arguments pour envisager une parenté.

Les réponses attendues des élèves

Elles devaient être rédigées de façon détaillée, avec une nécessaire cohérence vis à vis de l'objectif visé et une adaptation à la nature des données. Pour exploiter les documents, les

élèves doivent identifier ce qui est présenté, puis mobiliser les connaissances utiles, choisir des méthodes de traitement des données, et enfin traduire les résultats obtenus en réponse à la question posée.

Pour l'exploitation du document 14, le candidat doit montrer à travers les réponses attendues de ses élèves qu'il comprend les données présentées, ici la comparaison de séquences d'acides aminés dans une molécule de protéine (l'enzyme cytochrome oxydase) prélevée chez trois espèces, l'Homme, le Gorille et l'Orang-Outan en référence à la séquence détaillée du Chimpanzé.

Appel aux connaissances : la comparaison des séquences s'effectue sur des molécules homologues et l'identification du nombre de modifications d'acides aminés traduit le degré de parenté entre les organismes étudiés. Plus le nombre de modifications entre deux espèces est faible et plus leur degré de parenté est fort.

Méthode de traitement de ce type de données : la réalisation d'une matrice des différences facilite la démarche.

	Orang-outang	Gorille	Chimpanzé	Homme
Orang-outang	0	9	12	14
Gorille	–	0	7	7
Chimpanzé	–	–	0	6
Homme	–	–	–	0

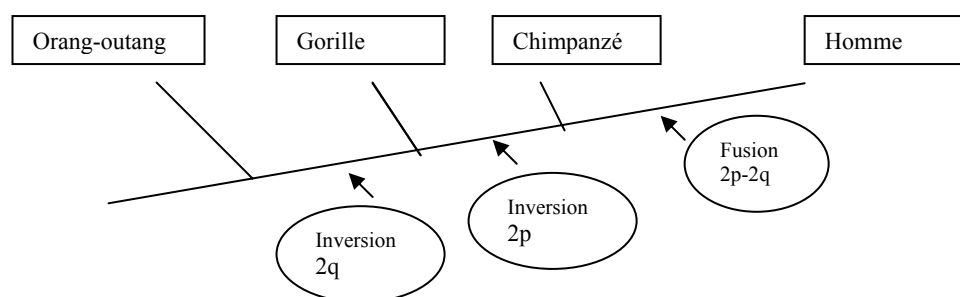
Exploitation des résultats : les différences obtenues permettent de donner un argument en faveur d'une parenté plus grande entre l'Homme et le Chimpanzé (6 différences) qu'entre l'Homme et le Gorille (7 différences). Certains candidats ont utilement rapporté ces chiffres au nombre d'acide aminés total de la séquence comparée (soit 227 acides aminés) pour obtenir des pourcentages, soit 2,64 % ($6 / 227 \times 100$) et 3,08% ($7 / 227 \times 100$). La différence obtenue reste faible et l'argumentation ainsi fragile au vu de ces seules données.

Pour l'exploitation du document 1, il s'agit d'abord de rappeler les notions concernant la structure des chromosomes, pour replacer les données relatives à la paire n°2.

Appel aux connaissances : l'Homme possède un caryotype à 46 chromosomes (une seule paire n°2) alors que les grands singes ont 48 chromosomes (2 paires : 2p et 2q). Les caractères étudiés ici sont d'une part la place des bandes identifiées par coloration, et d'autre part la fusion des chromosomes 2p et 2q.

Les modifications observées traduisent des événements survenus au cours du temps à partir d'un état primitif. Plus les espèces sont proches et plus elles partagent de modifications appelées caractères dérivés.

Méthode de traitement de ce type de données : il est nécessaire d'identifier le groupe de référence (ici l'Orang-outan) possédant les caractères primitifs. Ensuite, il s'agit d'exploiter simplement le tableau représentant la matrice des caractères avec la règle suivante : les espèces les plus proches sont celles qui partagent le plus d'états dérivés des caractères. Il peut être utile pour mieux comprendre de placer les innovations sur un arbre ; par exemple, ici :



Exploitation des résultats : on constate deux états dérivés des caractères liés à la paire de chromosomes n°2 partagés entre l'Homme et le Chimpanzé, alors qu'entre l'Homme et le Gorille il n'y a qu'un seul partage de caractère dérivé. Les résultats obtenus permettent ainsi de donner un deuxième argument à une plus proche parenté de l'Homme et du Chimpanzé (hypothèse A).

Le choix pouvait se limiter aux trois documents 8, 1 et 14. Dans ce cas, l'argumentation convergerait vers la validation de l'arbre phylogénétique A car c'est lui qui traduit la plus grande proximité entre l'Homme et le Chimpanzé.

Le candidat pouvait être plus ambitieux et remplacer un des documents (le 1 ou le 14) par le document 13. Dans ce cas, l'exploitation des résultats présentés dans la matrice des différences conduisait à une contradiction. Les comparaisons moléculaires effectuées sur le prion apportent un argument en faveur d'une plus proche parenté entre l'Homme et le Gorille (différence la plus faible) alors que la comparaison effectuée sur la protamine P2 rapproche le Chimpanzé du Gorille. Ce document apporte ainsi un plus dans la démarche d'argumentation car il permet de discuter des limites de l'utilisation des résultats. En effet, une seule analyse ne peut en aucun cas permettre de démontrer. Il est nécessaire de croiser plusieurs types de données pour créer un faisceau d'arguments qui orientent la réflexion.

Les critères d'évaluation

Ils vont naturellement découler de la démarche proposée ci-dessus. En effet pour réaliser une réponse correcte, il convient de :

- mobiliser les connaissances utiles à l'exploitation de chacun des documents proposés,
- traiter les données de chaque document avec méthode,
- identifier les résultats pertinents,
- formuler les arguments en réponse à la question posée pour chaque document exploité,
- confronter l'ensemble des arguments pour répondre au problème posé, mettre ainsi en relation les données utiles recueillies dans chaque document et les connaissances.

Le barème proposé devait être sur 5 points en conformité avec les épreuves du baccalauréat. Les points pouvaient s'équilibrer entre chacun de ces items.

Dans le cas d'une situation formative, le candidat pouvait proposer de ne pas noter les productions des élèves mais simplement de permettre à chacun de vérifier son aptitude à réaliser l'exercice demandé et à identifier les étapes de la démarche et les difficultés ou erreurs éventuelles associées.

Les spécificités de l'évaluation formative

Elles se traduisent par l'utilisation d'outils d'aide et la formulation de critères de réussite réutilisables par la suite.

Dans un cadre formatif, on attend que le professeur identifie pour les élèves les critères de réussite associés à chacun des éléments évalués et construise, en regard, des aides à la réussite. Ce sont ces aides qui étaient attendues ici, avec une justification de leur utilité en fonction des difficultés susceptibles de faire obstacle à la compréhension d'un document, à son exploitation ou à l'appropriation de la notion à construire. Par exemple :

- aide au repérage des connaissances utiles pour comprendre et raisonner sur le document ;
- aide à la compréhension de la question posée ; par exemple, identifier le verbe d'action employé dans la question (par exemple ici argumenter) et l'associer à des procédures de raisonnement adaptées ;

- aide à la méthodologie d'exploitation de données ; par exemple, réaliser une matrice des différences pour comparer des séquences protéiques ;
- aide à la mise en relation des données issues des documents et des connaissances.

Il s'agit de placer l'élève dans une position qui lui permette d'identifier ce qu'il a à faire, avec quoi et comment il peut le réaliser et le réussir. Il doit être en mesure de mesurer ses acquis mais aussi d'identifier ses erreurs et difficultés. A partir de là, les outils proposés par l'enseignant vont lui permettre de surmonter ces difficultés en intégrant les méthodes et stratégies recommandées, qui pourront par la suite être utilisées en autonomie.

ELEMENTS D'ANALYSE DES REPONSES DES CANDIDATS

- Pour réussir cette question, il était nécessaire de connaître la définition réglementaire du 2^{ème} exercice de la seconde partie de l'épreuve écrite du baccalauréat de la série S, et de savoir construire une question en cohérence avec ces exigences. Souvent les questions posées portaient bien sur l'idée de valider une des hypothèses en faisant appel aux documents. Mais les formulations de ces questions orientaient fréquemment les réponses des élèves vers la solution qui convient au professeur, ce qui ne permet pas d'évaluer correctement la maîtrise du raisonnement scientifique.
- Les candidats ont visiblement bien travaillé ce domaine scientifique ; cela se voit dans l'exploitation des documents qui montrent rarement des erreurs de fond. Nous rappelons toutefois l'importance de la rigueur dans cette exploitation : lorsque l'on construit une matrice par exemple, on compare toutes les espèces deux à deux ; cette idée n'est pas si fréquente dans les copies.
- La partie évaluation reste dans l'ensemble bien mal traitée, avec une formulation des critères maladroite souvent résumée à une répartition des points du barème, quand celui-ci est présent. Les stratégies proposées dans un cadre formatif se réduisent également à des aides ponctuelles fournies aux élèves. Le principe de ces aides repose principalement sur :
 - l'ajout de documents ; par exemple le document 13 pour construire le tableau du document 14 ou le document 7 comme exemple de classification phylogénétique ;
 - des exercices supplémentaires pour comprendre l'obtention de certains supports (utiliser les logiciels Anagène ou Phylogène).

Toutefois certains candidats fournissent de réelles aides à la réussite :

- détaillant comment on réalise une matrice de différences, comment on en traite les informations et éventuellement comment on passe à un arbre phylogénétique ;
- détaillant la démarche d'exploitation de tel ou tel type de données ; par exemple préciser à l'élève les exigences, le nombre de relations à établir entre les données et éventuellement citer les notions acquises auxquelles les données doivent être reliées ;
- concernant les connaissances nécessaires pour résoudre le problème : en cas d'absence des pré-requis, fournir des documents / fichiers numériques ou références dans le manuel pour combler au préalable les lacunes ;
- concernant la saisie des limites et objectifs de la question posée ; faire des renvois à un lexique pour le verbe d'action utilisé (argumenter par exemple), faire reformuler la consigne en demandant de préciser la tâche à accomplir.

Pour apporter une aide efficace, il importe au préalable que le professeur permette à l'élève d'identifier ses difficultés selon les éléments cités ci-dessus avec des modalités appropriées.

Remarques générales

Le sujet proposé nécessitait une maîtrise des concepts mais aussi des informations apportées par les documents du dossier. Il impliquait en termes de rédaction des choix judicieux pour éviter les redites (par exemple, exploitation des documents 1, 13 et 14 en question 3 alors qu'ils étaient déjà exploités en question 2) ou pour ne pas faire d'oublis (niveaux 5ème et 1ère ES et L, en particulier). Ainsi, les candidats devaient gérer au mieux le temps disponible pour envisager l'ensemble des questions. Trop souvent, la dernière question abordée n'a pas pu être traitée correctement par les candidats.

Les réponses ont révélé de façon assez significative le niveau de maîtrise des procédures liées à la mise en situation d'apprentissage des élèves. Trop souvent les candidats proposent des activités verrouillées par un questionnement très décomposé qui ne laisse guère de place à l'autonomie et à la mise en œuvre d'une pédagogie différenciée. Les besoins singuliers des élèves sont ainsi occultés et il devient difficile de développer une évaluation formative efficace. La rareté des aides proposées dans la question 3, alliée à une confusion assez répandue entre consignes, critères, questions et réponses attendues, traduisent ces carences et la relative pauvreté de la culture d'évaluation des candidats. Il ne suffit pas, à ce propos, de proposer comme seul outil de remédiation un support arbitrairement choisi sans en montrer l'intérêt pédagogique : il importe en effet d'en justifier l'utilité au regard des difficultés susceptibles de faire obstacle à la compréhension d'un document, à son exploitation ou à l'appropriation d'une notion à construire.

Le jury a apprécié les efforts fournis par la plupart des candidats pour la qualité de la présentation et du soin apporté à la rédaction mais il tient à signaler également la difficulté à comprendre ce qui est écrit sur quelques copies du fait d'une écriture très difficile à déchiffrer. Il rappelle l'importance de l'exercice de synthèse toujours à réaliser dans ce type de composition pour trier l'essentiel de l'accessoire et répondre précisément à la question posée sans envisager les points qui ne sont pas attendus. Dans la composition demandée ici, les copies qui présentaient une argumentation ciblée par rapport aux exigences du sujet ont été valorisées.

Ces éléments conditionnent la qualité de la réception du message, et constituent un indicateur des aptitudes du candidat en termes de rigueur et d'exigences, qualités essentielles pour l'exercice au quotidien de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre.

ÉPREUVE DE COMPOSITION À PARTIR D'UN DOSSIER
Grille de correction – Session 2008

Question 1 (8 points) : deux activités de classification en 6^{ème}
<p>Intégration judicieuse des deux activités, liées à la partie transversale</p> <ul style="list-style-type: none"> - partie 1, caractéristiques de l'environnement (Doc. 10, Doc. 11 à compléter par matériels et échantillons, squelettes, revêtements cutanés...) - partie 3, origine de la matière des êtres vivants (Doc. 12). <p>Eventuellement partie 2 peuplement d'un milieu (Doc. 11).</p> <p>Intérêt pédagogique en termes de formation de deux moments. Arbre établi en commun, Doc. 15. Classification - attributs (caractères) communs - à bien différencier de la détermination</p> <p>Logique de la « partie transversale » de 6^{ème} à intégrer dans les autres parties et limite à respecter : pas d'interprétation de la classification en termes d'évolution</p> <p>Choix des supports et des documents (Doc. 10, Doc. 11, Doc. 12, Doc. 15) avec justification : collections adaptées constituées par du matériel concret, documents complétés et/ou remplacés par ce matériel concret, etc.</p> <p>Deux activités détaillées - 4 critères à prendre en compte, par activité :</p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Cohérence</u> du travail demandé aux élèves avec l'objectif visé <u>Notions et capacités exercées en cohérence avec le questionnement</u> (savoir construire un tableau de partage de caractères, passer du tableau de partage aux groupes emboîtés) <u>Consignes de travail</u> données aux élèves <u>Productions attendues</u> signifiées
Question 2 (7 points) : construction de la notion de parenté
<p>Rédaction qui répond bien à la question : la notion de parenté guide <u>explicitement</u> l'exposé ; classification 6^{ème} = point de départ (en continuité avec la question 1)</p> <p>6^{ème} : continuité avec le bilan de la question 1 - éléments à mettre en valeur sur la <u>parenté entre espèces</u> et la classification actuelle (Doc. 15) : travail sur collections adaptées (Doc. 10) avec construction de <u>groupes emboîtés</u> (Doc. 12) fondés sur les attributs = caractères (Doc. 11) qu'ils possèdent en commun.</p> <p>Bonus : êtres vivants constitués de cellules <u>OU</u> notion d'espèce.</p> <p>5^{ème} : enrichissement de la classification au cours de la progression (partie la plus propice : <u>respiration et occupation des milieux de vie</u>)</p> <p>4^{ème} Partie F : histoire de la vie, histoire de la Terre - Trois idées essentielles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La <u>succession et le renouvellement des espèces</u> (Doc. 9). - L'idée d'évolution à partir du constat de la <u>succession de formes vivantes</u> et par l'existence de <u>filiaisons</u> en comparant le plan d'organisation des vertébrés (Doc. 4 ; Doc. 3 accepté). - Evolution et <u>origine commune</u> discutées par examen critique d'un arbre d'évolution (Doc. 7 aménagé), des <u>formes intermédiaires</u> (Doc. 5 aménagé) et de la <u>place de l'Homme</u>. <p>Bonus : pas de mécanismes de l'évolution <u>OU</u> histoire de la vie et de la Terre reliées.</p> <p>2^{nde} : Objectif général = dégager la <u>notion d'origine commune des espèces</u> qui conforte l'idée d'évolution établie au collège.</p> <p>Trois niveaux d'étude :</p> <p>Cellules, unités structurales et fonctionnelles ; <u>ADN, molécule universelle et variable</u></p> <p>Niveau organisme avec deux aspects à développer : <u>plan d'organisation</u> commun aux vertébrés (Doc. 3 et Doc. 4) ; axes de polarité, développement et gènes homéotiques (Doc. 6)</p> <p>1^{ère} ES & L : Place de l'Homme dans l'évolution (thème au choix)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Place de l'Homme dans la <u>classification animale</u> (Doc. 7 et Doc. 8), - Recherche de « l'ancêtre commun » (Doc. 1 et Doc. 2), - Emergence du genre Homo (Doc. 13 et Doc. 14 adaptés) <p>TS obligatoire : comprendre l'évolution biologique et géologique et établir la notion de phylogénèse.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recherche de <u>parenté chez les vertébrés</u>, établissement de phylogénies (Doc. 5 et Doc. 7) - Lignée humaine, <u>place de l'Homme dans le règne animal</u> (Doc. 8) - <u>Critères d'appartenance à la lignée humaine</u> (Doc. 1, éventuellement avec Doc. 13 et Doc. 14) - <u>Caractère buissonnant</u> de la lignée humaine (Doc. 2) <p>Bonus : présenter comme limite du sujet les parties de programme « I.3. Stabilité et variabilité des génomes et évolution » et « I.8. Couplage des événements biologiques et géologiques au cours du temps », car en lien avec les mécanismes de l'évolution et non avec la parenté.</p>
Question 3 (5 points) : Situation d'évaluation en Terminale S
<p>La situation doit s'inscrire dans un processus de formation avec des critères de réussite nettement présentés et des outils et/ou stratégies d'aide proposés. Il s'agit de former les élèves à réussir la question 2 de la deuxième partie de l'épreuve du baccalauréat. Exercice de raisonnement à partir de 2 ou 3 documents pour résoudre un problème scientifique posé (Homme plus proche du Chimpanzé ou du Gorille ?)</p> <p>Choix des documents adapté pour résoudre un problème scientifique en mettant en relation des informations : Doc. 1, Doc. 8, (Doc. 13 à discuter), Doc. 14</p> <p>Forme et formulation de la question : problème scientifique clairement posé sur la place de l'Homme dans l'arbre d'évolution des Hominoïdés ou sur les liens de parenté entre l'Homme et les grands singes, en cohérence avec les objectifs du programme</p> <p>Réponses attendues cohérentes avec l'objectif et les données</p> <p>Critères d'évaluation cohérents avec l'objectif et adaptés au niveau : barème adapté avec points attribués à la saisie d'information des documents et à leur mise en relation dans une intention explicative par rapport à la question posée</p> <p>Spécificités de l'évaluation formative mises en évidence avec des outils d'aide et la formulation de critères de réussite réutilisables par la suite</p>

ÉPREUVE SCIENTIFIQUE À PARTIR D'UNE QUESTION DE SYNTHÈSE

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui paraît être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement dans sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

L'énergie chez la cellule eucaryote végétale.

Vous exposerez les différents phénomènes énergétiques qui se réalisent dans les cellules végétales. Pour cela vous montrerez notamment l'importance des échanges qu'elles entretiennent avec leur environnement, préciserez les mécanismes de conversion et de couplage, ainsi que les structures et molécules impliquées.

On ne traitera pas des champignons.

Il sera tenu compte du choix des exemples, de la qualité de l'illustration et de la cohérence du plan.

COMMENTAIRES DU JURY

Le sujet proposé traitait de biologie et physiologie végétales. Il était essentiellement axé sur des aspects développés en Terminale S dans le thème 3 du programme d'enseignement de spécialité « diversité et complémentarité des métabolismes », et complétés en classe préparatoire aux grandes écoles (BCPST) dans les paragraphes 2-2 à 2-4 du programme : « structure générale du métabolisme et rôle des coenzymes » ; « la photosynthèse eucaryote » ; « le catabolisme oxydatif ».

LES ATTENDUS DU SUJET

Le sujet permettait de faire une synthèse sur le traitement de l'énergie chez la cellule eucaryote végétale en insistant sur ses origines, ses transferts et les utilisations qui peuvent varier selon le type de cellule végétale. D'où provient l'énergie ? Comment est-elle captée par les cellules végétales ? Comment l'énergie est-elle transférée, utilisée ou stockée ? Les conversions et transformations énergétiques sont-elles les mêmes dans toutes les cellules végétales chlorophylliennes et non-chlorophylliennes ?

Les résultats de cette épreuve de synthèse sont globalement décevants en partie à cause d'un niveau scientifique insuffisant, alors même qu'un certain nombre de candidats enseigne en Terminale S le métabolisme cellulaire. Le manque de recul sur ce thème a même conduit à des restitutions de connaissances adaptées à une toute autre question... Le jury rappelle donc aux futurs candidats l'importance de la première étape d'analyse du sujet.

Analyse du sujet

Il semble nécessaire de rappeler que la construction d'une démarche logique passe par la parfaite compréhension du sujet et la formulation d'une problématique.

- La définition des termes du sujet constitue une étape indispensable. Elle manque pourtant dans de trop nombreuses copies où sont imposés sans explication les termes d'énergie lumineuse, d'énergie chimique, de couplage ou de conversion. A l'inverse, la définition de la cellule eucaryote végétale, qui semble plus connue, a souvent fait l'objet de plusieurs lignes et, parfois même, d'une partie entière.

La limitation du sujet à la cellule eucaryote végétale n'a pas posé de problème aux candidats qui, pour la plupart, ont pensé à ses deux types d'organites énergétiques, les chloroplastes et les mitochondries. Par contre, toutes les copies ne traitent pas des deux types de cellules végétales, chlorophylliennes et non-chlorophylliennes, ni ne comparent leurs relations énergétiques avec leur environnement, tel que le demandait le sujet.

- La grande majorité des candidats a compris le sujet en relation avec l'autotrophie de la cellule eucaryote végétale, ce qui révèle une définition de l'autotrophie pas toujours maîtrisée. L'autotrophie (du grec *auto*, soi-même et *trophe*, nourrir) concerne la propriété de synthèse *de novo* de matière organique, avec le carbone comme élément chimique le plus généralement considéré. Cette propriété, comme le mode de nutrition complémentaire, l'hétérotrophie, focalise l'attention sur les sources de matière organique des cellules et amène souvent une conclusion sur le transfert de matière dans les chaînes alimentaires.

Le sujet concernait l'énergie. Dans ce cadre, la matière organique est formée uniquement à partir de composés minéraux, et d'une source d'énergie externe comme le soleil avec la photosynthèse. Le sujet posé cette année visait donc à comprendre non pas l'autotrophie ni l'hétérotrophie des cellules végétales mais l'origine et le devenir de l'énergie captée par ces cellules et intervenant dans la phototrophie (la lumière est la source d'énergie) ou la chimiotrophie (l'énergie est issue de l'oxydation de molécules organiques).

- L'énergie apparaît comme une entité très abstraite pour de très nombreux candidats qui ne savent pas qu'elle se présente sous de multiples formes : énergie lumineuse, chimique, électrique, cinétique, électrochimique...

De même, trop de copies ne montrent aucune connaissance même basique sur les deux premiers principes de la thermodynamique. Contrairement à ce que plusieurs copies affirment, la cellule végétale ne crée pas d'énergie. La cellule végétale est un système thermodynamiquement ouvert qui ne se maintient que par des échanges permanents de matière et d'énergie avec son environnement. La cellule capte donc de l'énergie, la transforme tout en assurant son transfert et son utilisation. Le transfert d'énergie dans une cellule végétale permet alors la réalisation d'un travail mécanique, osmotique, ou de synthèse organique. Les cellules végétales sont donc traversées en permanence par un flux d'énergie, indispensable au maintien de leurs fonctions vitales et accompagné de pertes (sous forme de chaleur par exemple) qui diminuent le rendement.

Le jury n'attendait pas un exposé abstrait sur le rôle de l'énergie dans le métabolisme cellulaire. Cependant, connaître l'évolution d'un système chimique en fonction de l'enthalpie libre ΔG aurait été utile aux candidats. Les réactions de biosynthèse endergoniques (la synthèse de sucres par exemple, $\Delta G > 0$) ne peuvent s'effectuer que grâce au couplage avec une réaction dite exergonique fournissant de l'énergie (hydrolyse de l'ATP par exemple, $\Delta G < 0$). Le couplage entre deux réactions chimiques ne concerne donc pas seulement le couplage entre les deux phases de la photosynthèse, comme l'évoquent de nombreux candidats, mais aussi de très nombreuses réactions dans la cellule eucaryote végétale. De la même façon, très peu de candidats ont relevé l'existence de couplages énergétiques dans la cellule végétale : les couplages chimio-chimiques dans la glycolyse, le couplage osmo-chimique dans la synthèse d'ATP, les couplages chimio-osmotiques dans le cas des ATPases et du transport actif d'ions.

Dans ce contexte, la présentation de réactions d'oxydoréduction était attendue. Si certains candidats connaissent le principe de cette réaction, rares sont ceux qui évoquent les conditions de réalisation de la réaction dans le sens des potentiels redox croissants.

Concernant les mécanismes de conversion, peu de copies les définissent clairement. Il s'agit de la transformation d'une forme d'énergie en une autre, le meilleur exemple étant la conversion de l'énergie lumineuse en énergie électronique puis en énergie protonique et en une énergie de liaison chimique dans la photosynthèse, sujet par ailleurs traité dans les copies.

- La précision de l'intitulé du sujet sur « l'importance des échanges énergétiques entretenus entre les cellules végétales et leur environnement » n'a pas toujours été comprise par les candidats. Certaines copies présentent en détail les différents échanges gazeux, hydriques et ioniques entre la plante et son environnement, en oubliant que le sujet concerne uniquement la cellule végétale et son énergie. Il s'agissait d'étudier la cellule végétale en rapport avec son environnement immédiat, extérieur, mais aussi au sein du végétal multicellulaire regroupant des cellules végétales chlorophylliennes et non-chlorophylliennes. Cet aspect a souvent été oublié.
- Enfin, l'allusion aux « structures et molécules impliquées » a conduit très justement les candidats à présenter la structure des chloroplastes et des mitochondries. Cependant, il est particulièrement surprenant que les schémas très classiques de ces organites restent purement structuraux et n'intègrent pas, soit une comparaison, soit la représentation fonctionnelle d'un traitement de l'énergie.

Parmi les molécules impliquées, les candidats ont généralement cité les pigments chlorophylliens. Mais une connaissance des grandes lignes de la structure de ces molécules est utile pour expliquer la capture de l'énergie lumineuse. De même, certaines copies ont choisi d'évoquer l'ATP, l'acétyl-CoA ou les coenzymes NADH et NADPH, mais le lien avec le pouvoir énergétique de ces molécules reste souvent non traité.

Niveau scientifique

L'étonnante abondance de copies très courtes ou réduites à un simple plan pose la question des connaissances scientifiques et conduit à suggérer deux hypothèses.

- De nombreux candidats ne possédaient pas les connaissances scientifiques suffisantes pour traiter un tel sujet. Une synthèse est en effet un exercice qui consiste à répondre à une problématique selon une démarche structurée et étayée par des données scientifiques précises. Un plan plus ou moins détaillé ne permet pas de décrire avec précision des structures, des molécules ou des mécanismes mis en jeu.

Le manque de connaissances scientifiques précises est flagrant dans les copies où les chloroplastes et les mitochondries ne possèdent qu'une seule membrane et/ou une organisation membranaire aberrante. On observe également assez fréquemment une confusion étonnante entre la molécule d'ATP et l'ATP synthétase, complexe membranaire protéique responsable de la synthèse d'ATP. Les grandes lignes de sa structure et surtout son orientation membranaire doivent être connues aussi bien dans le chloroplaste que dans la mitochondrie.

Hormis ces erreurs, de nombreuses copies contiennent des informations scientifiques de niveau insuffisant. Par exemple, certains candidats conservent la dénomination RH2 pour désigner les coenzymes réduits lors de la photosynthèse. A aucun moment, le lecteur ne peut comprendre à quoi correspondent ces molécules. Le modèle actuel du fonctionnement de l'ATP synthétase semble inconnu pour la majorité des candidats comme les mécanismes de l'activation des pigments par les photons.

Le jury conseille donc aux futurs candidats de ne pas hésiter à compléter leurs connaissances. Un devoir de synthèse de type agrégation demande un niveau scientifique supérieur à celui d'un élève de terminale, et les compléments de connaissances ne peuvent pas être seulement acquis à partir d'ouvrages du secondaire. Des livres spécialisés et des publications scientifiques

offrent un niveau plus adéquat.

- La seconde hypothèse pouvant expliquer le faible niveau des copies est l'incapacité des candidats possédant des connaissances scientifiques à les mobiliser de manière pertinente. Des copies se présentent en effet comme des restitutions de cours ou de séquences d'enseignement réalisées en classe. Ces candidats peuvent répondre par hasard à certains points demandés, mais généralement écrivent des paragraphes hors-sujet. Le jury conseille donc aux futurs candidats de s'entraîner avec les sujets des sessions précédentes, pour acquérir le recul nécessaire sur leurs connaissances.

Contenu scientifique

Il ne s'agit pas de fournir ici un corrigé complet mais d'indiquer les points essentiels. Bien entendu, **il ne s'agit pas de la seule proposition envisageable.**

Introduction

Il était possible de commencer le devoir en définissant les termes du sujet tels que la cellule eucaryote végétale et l'énergie. Grâce au flux d'énergie qui la traverse, la cellule végétale réalise ses propres synthèses et entretient ses fonctions vitales. La question de l'origine de cette énergie, de sa capture, de son utilisation, et de son stockage éventuel se pose donc. Ces étapes sont-elles les mêmes pour les deux catégories de cellules d'un végétal, les cellules chlorophylliennes et non-chlorophylliennes ?

Après avoir comparé et identifié les prélèvements énergétiques effectués dans le milieu par ces deux types cellulaires, les transferts de l'énergie au sein de la cellule seront décrits de manière à démontrer les couplages effectués entre les réactions. La troisième partie portera sur les interactions énergétiques entre les cellules végétales.

I- Les échanges entre la cellule végétale et son environnement

A- L'exploitation des ressources énergétiques diffère selon les cellules végétales

En fonction de leur localisation et de leur différenciation, les cellules végétales disposent d'une ou de deux formes d'énergie.

Les cellules chlorophylliennes telles que celles du mésophylle d'une feuille disposent d'énergie lumineuse, et éventuellement de l'énergie chimique potentielle apportée par la sève élaborée sous forme de saccharose, lorsque l'énergie d'origine lumineuse est insuffisante. Les cellules non chlorophylliennes telles que celles du parenchyme de réserve des racines ne reçoivent pas de lumière et ne disposent que d'énergie chimique sous forme de saccharose ou d'amidon.

B- La cellule végétale chlorophyllienne capte et convertit l'énergie lumineuse en énergie chimique

1- Mise en évidence de l'importance d'un apport lumineux suffisant pour la cellule végétale chlorophyllienne

Il est possible expérimentalement de démontrer l'impact de l'absence, de la nature, ou de la répartition de l'énergie lumineuse sur les cellules végétales chlorophylliennes par :

- une expérience utilisant des feuilles de pélagonium ou d'élodée dont une partie est exposée à la lumière et révèle la présence d'amidon au niveau des chloroplastes,
- l'étude de plantes étiolées en absence de lumière ou en présence de seulement certaines radiations lumineuses,
- l'étude de la disposition des chloroplastes dans des cellules en fonction de leur éclairage...

La lumière est une source d'énergie, essentiellement d'origine solaire. Les candidats devraient connaître l'éclairage journalier reçu par la végétation terrestre, savoir que la lumière est une

onde électromagnétique se propageant sous la forme de quanta d'énergie ou photons, et qu'un photon de couleur bleue contient 1,5 fois plus d'énergie qu'un photon de lumière rouge.

2- L'absorption de la lumière par les pigments photosynthétiques

Ce thème constituait un point important du sujet et pouvait être traité en plusieurs étapes :

- l'absorption de la lumière par les pigments localisés dans les chloroplastes. Il existe plusieurs types de pigments aux propriétés différentes. La comparaison des spectres d'absorption de ces pigments et du spectre d'action de la photosynthèse permet de démontrer que les principaux pigments sont les chlorophylles qui absorbent surtout dans les radiations bleues et rouge sombre.
- les molécules pigmentaires et leur répartition au sein des photosystèmes dans les membranes thylakoïdales des chloroplastes pouvaient alors être décrites. Quelques candidats ont évoqué les deux complexes chlorophylle-protéine additionnels associés aux photosystèmes PSI et PSII. Ces complexes collecteurs de lumière appelés LHCI et LHCII (*light-harvesting complex*) fonctionnent comme des antennes collectrices grâce à leur composition pigmentaire et contribuent fortement à la régulation dynamique de la distribution de l'énergie lumineuse reçue. Chaque antenne est associée à un centre organisateur formé d'une paire de chlorophylle (a) et d'un complexe de protéines. On différencie ainsi deux types de photosystèmes en fonction du maximum d'absorption de leur dimère de chlorophylle (a) : les PSI (P700) principalement localisés dans les thylakoïdes agraires et les PSII (P680) localisés dans les thylakoïdes granaires.

3- Les étapes initiales de la photochimie : l'acte photochimique

L'excitation des pigments antennaires par l'absorption d'un photon provoque l'élévation du niveau d'énergie d'un ou plusieurs électrons. Le retour à l'état initial s'accompagne d'une restitution d'énergie emmagasinée qui sera transmise par résonance à une molécule pigmentaire voisine jusqu'à la paire de molécules de chlorophylle (a) située dans le centre réactionnel et seule capable d'être ionisée.

La chlorophylle (a) absorbe l'énergie transmise, un de ses électrons est porté à un niveau énergétique supérieur puis transféré à une molécule acceptrice pour déclencher le flux d'électrons. La molécule de chlorophylle (a) est donc oxydée et chargée positivement. Le potentiel redox des molécules est modifié.

En conclusion, l'énergie lumineuse captée par les différents pigments photosynthétiques permet d'initier une réaction d'oxydation. On observe un changement de forme énergétique avec la conversion de l'énergie lumineuse en une énergie chimique potentielle.

C- Toutes les cellules végétales utilisent de l'énergie chimique

Toute cellule végétale possède des mitochondries, organites spécialisés dans la transformation d'énergie en une autre forme d'énergie utilisable par la cellule, dans le cadre d'une série de voies interdépendantes appelée la respiration cellulaire.

Aperçu général du phénomène respiratoire

La respiration peut par exemple être caractérisée expérimentalement par la mesure du dégagement de CO₂ à l'obscurité. Son intensité varie en fonction de nombreux facteurs tels que l'état de maturité de la cellule (cellule jeune ou sénescence), les conditions environnementales (température, disponibilité en dioxygène...) et le type de cellule végétale. Cependant, le phénomène respiratoire caractérise toutes les cellules végétales, chlorophylliennes et non-chlorophylliennes.

L'oxydation des molécules organiques

- Globalement, la respiration correspond au bilan d'une réaction d'oxydoréduction : oxydation du glucose en CO₂ et réduction du dioxygène en eau. La dégradation des substrats glucidiques débute dans le hyaloplasme par la glycolyse puis se poursuit dans les

mitochondries. Dans le sujet, les réactions bilan étaient attendues avec au minimum une indication sur le devenir de l'énergie contenue initialement dans la molécule de glucose : 2 ATP, 2 molécules de pyruvate, et 2 NADH, H⁺ produits. La glycolyse ne permet donc pas de récupérer en totalité l'énergie localisée dans la molécule de glucose.

- La voie oxydative des pentoses phosphate n'a été évoquée par aucun candidat.
- Dans des conditions aérobies, la fin de l'oxydation du pyruvate a lieu dans la mitochondrie par une série de réactions appelées cycle de l'acide citrique ou cycle de Krebs. L'énergie est récupérée sous la forme de coenzymes d'oxydoréduction (NADH, H⁺ et FADH₂) et d'un GTP.

En bilan : à ce stade, l'essentiel de l'énergie associée à une molécule de glucose est conservé sous la forme de paires d'électrons générées par l'oxydation des intermédiaires de la glycolyse et du cycle de Krebs. Seul le transfert de ces électrons vers un accepteur final à bas potentiel énergétique, et le double couplage chimio-osmotique puis osmo-chimique qui lui est associé, permettront la conversion de cette énergie redox en ATP.

Conclusion partielle :

Toute cellule végétale est donc capable de capter de l'énergie dans son environnement. Par contre, seules les cellules végétales chlorophylliennes sont capables d'assurer une conversion en transformant l'énergie lumineuse en une énergie biochimique. Les cellules végétales sont en outre capables de transformer l'énergie chimique des molécules organiques en énergie chimique sous la forme de coenzymes réduits et au final en énergie chimique sous la forme de molécules d'ATP.

II- Les coenzymes d'oxydoréduction, molécules centrales du métabolisme énergétique et des transferts d'énergie dans la cellule végétale

Dans les cellules végétales chlorophylliennes, l'énergie lumineuse captée et convertie se trouve au niveau des molécules de chlorophylle (a) oxydées. De plus, dans toutes les cellules végétales, chlorophylliennes et non-chlorophylliennes, l'énergie captée sous forme chimique se situe au niveau des coenzymes réduits. Dans les deux cas, la cellule végétale transforme ces énergies chimiques d'oxydoréduction en énergie directement utilisable, par la production d'ATP.

A- La réoxydation des coenzymes réduits lors de la respiration cellulaire : un couplage chimio-osmotique puis osmo-chimique

La réoxydation des coenzymes réduits dans la glycolyse et le cycle de Krebs par l'oxydation du glucose a lieu dans la matrice mitochondriale de toutes les cellules végétales et permet la récupération de l'énergie chimique sous la forme d'ATP : les coenzymes d'oxydoréduction NAD et FAD assurent donc le couplage entre l'oxydation du glucose et la production d'ATP, ces deux « réactions » étant respectivement exergonique et endergonique. Ce couplage est cependant établi en plusieurs étapes.

1- La chaîne respiratoire de transport d'électrons

A l'aide de schémas, le jury attendait la description :

- du transfert des coenzymes NADH, H⁺ et FADH₂ du cytosol vers la matrice mitochondriale grâce à un système de navettes ;
- la description de la chaîne de transporteurs d'oxydoréduction entre les coenzymes NADH, H⁺ et FADH₂ et la réduction du dioxygène en eau ;
- la description des transferts énergétiques ; le transfert des électrons est spontané car il se produit entre des couples redox de potentiels croissants, du couple NADH, H⁺/NAD⁺ ou FADH, H⁺/FAD⁺ à E° = -0,32 V au couple H₂O/O₂ à E° = +0,82 V.
- la description des quatre gros complexes de transporteurs, capables d'assurer des transferts d'électrons et des transports intermembranaires de protons. Le transport vectoriel net de

protons créé d'une face à l'autre de la membrane interne mitochondriale contribue ainsi à la transformation d'une énergie chimique redox en énergie électrochimique.

2- La phosphorylation oxydative, une production importante d'ATP par couplage osmo-chimique

La corrélation entre le gradient électrochimique de protons et la production d'ATP dans la mitochondrie est à la base de la théorie chimio-osmotique énoncée par Mitchell dans les années 1960.

- La formation de l'ATP exige la création d'un gradient de protons entre la matrice et l'espace intermembranaire de la mitochondrie. L'altération de ce gradient par des agents découplants chimiques inhibe toute synthèse d'ATP.
- La synthèse de l'ATP est pilotée par le retour des protons grâce à l'ATP synthétase, qui peut être schématisé comme un ensemble rotor/stator dont l'arbre tourne grâce au flux de H^+ et provoque la rotation de la sphère catalytique.

En bilan : le transfert des électrons des coenzymes réduits par la glycolyse et le cycle de Krebs au niveau de la chaîne respiratoire mitochondriale permet donc :

- un couplage chimio-osmotique avec la création d'une force motrice protonique, puis
- un couplage osmo- ou protono-chimique par la synthèse d'ATP.

Au total, grâce à la respiration et l'oxydation complète du glucose, la cellule synthétise 38 ATP. Le jury attendait que l'on cite le rendement en moyenne de 40%. A la différence des chloroplastes, la majorité de l'ATP synthétisée dans la mitochondrie de la cellule végétale est exportée en dehors de l'organite. La mitochondrie apparaît donc comme le principal fournisseur d'ATP de la cellule végétale, qu'elle soit chlorophyllienne ou non-chlorophyllienne.

B- Les transformations photochimiques de l'énergie dans les membranes thylakoïdales

Dans les cellules chlorophylliennes, les membranes thylakoïdales des chloroplastes sont le siège d'une cascade de réactions d'oxydoréduction couplées, déclenchées par la réception de l'énergie lumineuse et sa conversion en énergie chimique potentielle (oxydation de la chlorophylle (a)).

1- Une équation globale d'oxydoréduction

Il fallait citer l'expérience de Hill qui permet de mettre en évidence que la photosynthèse peut être assimilée à une oxydoréduction avec réduction du CO_2 en H_2O et oxydation de l'eau en dioxygène, le $NADP^+$ étant l'oxydant accepteur des électrons de l'eau. Cette oxydoréduction est endergonique et ne peut avoir lieu que grâce à l'apport d'énergie lumineuse.

2- La chaîne de transporteurs d'électrons de la membrane thylakoïdale

Comme dans la chaîne respiratoire, le transport d'électrons est assuré par des complexes multi-enzymatiques au sein de la membrane thylakoïdale (un schéma montrant la succession des transporteurs, les deux photosystèmes et les potentiels redox était attendu ici).

- Le fonctionnement de la chaîne de transfert d'électrons des thylakoïdes révèle donc l'étroite coopération des deux photosystèmes PSII et PSI mais aussi la double entrée de l'énergie lumineuse. Les deux photosystèmes n'ont pas exactement le même rôle dans le phénomène photosynthétique, le PSI étant à l'origine de la genèse d'un pouvoir réducteur exploitable dans le stroma.
- Il existe deux types de transports d'électrons, non cyclique et cyclique. Ce système permet de concentrer dans le lumen les protons nécessaires au couplage énergétique.
- La photolyse de l'eau est assurée par les PSII (plus forts oxydants biologiques connus : potentiel redox standard $E^{\circ} = + 0,90 V$) lors de l'excitation.

A l'issue de la chaîne photosynthétique, l'énergie lumineuse est ainsi convertie en énergie chimique qui se répartit en énergie d'oxydoréduction avec des coenzymes réduits et en énergie

osmotique par la création d'un gradient de protons.

3- Une production couplée d'ATP, la photo-phosphorylation

Le transport d'électrons au sein de la membrane thylakoïdale permet la création d'un gradient de protons qui produit une différence de potentiel électrochimique (force proto-motrice). L'analogie entre les propriétés membranaires de la membrane mitochondriale interne et celles de la membrane thylakoïdale a permis de présager des fonctionnements similaires concernant la synthèse d'ATP. La seule différence est la disposition des ATP synthétases dans la membrane thylakoïdale. Le transport de protons permet la production de molécules d'ATP (4 ATP pour une molécule de dioxygène libérée).

En bilan : L'énergie lumineuse captée par la cellule végétale est essentiellement retrouvée dans les molécules de coenzymes réduits NADPH, H⁺. De plus, la membrane interne des chloroplastes est dépourvue de transporteurs d'ATP, si bien que l'ATP produite est totalement exploitée sur place notamment dans le cycle de Calvin.

III- Le devenir de l'énergie chimique dans la cellule végétale

L'énergie assimilée par la cellule végétale se trouve :

- soit sous forme de molécules d'ATP produites en grande quantité par les mitochondries et, uniquement pour les cellules chlorophylliennes, dans les chloroplastes
- soit sous forme de coenzymes réduits NADPH, H⁺ localisés dans les chloroplastes.

Elle va être utilisée dans les cellules chlorophylliennes pour assurer la fixation du dioxyde de carbone.

A- Le couplage entre les réactions de la photosynthèse et la fixation du carbone minéral

L'ATP et l'énergie emmagasinée par la phase I de la photosynthèse permet la fixation du dioxyde de carbone dans des glucides selon un cycle réactionnel décrit par Calvin et Benson.

1- Le cycle de Calvin de fixation du CO₂

L'expérience de Calvin et Benson mettant en évidence la production de trioses devait être décrite et interprétée. Cette étape est catalysée par une enzyme déterminante, la RuBP carboxylase/Oxydase (RubisCO).

2- Les autres types de carboxylation

Dans les feuilles des plantes à métabolisme en C₄, il y a dissociation de 2 tissus photosynthétiques (mésophylle et gaine périvasculaire dans la feuille de Maïs par exemple). La photosynthèse en C₄ est fréquente chez les Poacées tropicales et sub-tropicales, et les plantes grasses, vivant dans une atmosphère chaude donc aux stomates fermés, responsables d'un manque de CO₂.

Bilan : L'énergie emmagasinée pendant la première phase de la photosynthèse permet d'assurer l'autotrophie de la cellule vis à vis du carbone. La cellule chlorophyllienne consomme du CO₂. Or, parallèlement, les mitochondries par le processus de la respiration libèrent du CO₂.

B- Les interactions entre la respiration et la photosynthèse

1- Photosynthèses brute et nette

Il fallait rappeler que :

- La photosynthèse brute est le bilan de plusieurs phénomènes (photosynthèse et respiration, pour les principaux).
- La photosynthèse nette ou apparente est déduite en mesurant les échanges réalisés à l'obscurité.
- La photosynthèse varie en fonction de plusieurs facteurs :
 - l'intégrité physiologique des cellules chlorophylliennes et la teneur en chlorophylle ;

- l'ouverture des stomates : ainsi la dépression de midi correspond à la fermeture des stomates au moment le plus chaud de la journée ;
- la présence de photoassimilats ;
- la concentration en CO₂ dans les espaces intercellulaires des feuilles et l'énergie solaire incidente.

2- La photorespiration, en compétition avec la photosynthèse

La photorespiration est liée aux propriétés de la RubisCO qui peut aussi catalyser les réactions du dioxygène avec le ribulose-1,5 diphosphate (activité d'oxygénase). En détournant les fonctions de plusieurs compartiments cellulaires (le chloroplaste, le péroxysome et la mitochondrie), ce phénomène est responsable d'une perte énergétique pour les cellules végétales chlorophylliennes. Par contre, la photorespiration permet à la cellule chlorophyllienne de produire des acides aminés (glycine et sérine). Il s'agit aussi d'un mécanisme de protection contre les formes actives de l'oxygène.

3- Interactions entre les cellules chlorophylliennes photosynthétiques et les cellules non chlorophylliennes

Dans les cellules chlorophylliennes, l'énergie lumineuse est emmagasinée sous la forme de composés carbonés, les photoassimilats, qui représentent alors une forme très mobile d'énergie mise en réserve.

Les produits du cycle de Calvin peuvent être stockés sous forme d'amidon dans le chloroplaste (phénomène important dans les feuilles de soja, épinard, tabac) ou exportés du chloroplaste vers le cytoplasme où ils sont transformés en saccharose stocké dans la vacuole (feuilles de blé, orge et avoine) avant d'être transmis vers les autres cellules non chlorophylliennes. La présentation de la synthèse de l'amidon ou du saccharose pouvait être introduite à cet endroit.

Dans ce contexte, il est intéressant de noter qu'une telle division du travail permet l'autotrophie du végétal en entier alors que seuls les organes aériens sont exposés à la lumière.

C- L'ATP, une énergie chimique très utile pour la cellule végétale

Cette partie avait pour objectif de démontrer l'importance de la molécule d'ATP dans les fonctions de la cellule végétale. Il fallait rappeler sa structure instable, son potentiel énergétique, son utilisation en couplage énergétique avec de nombreux processus cellulaires : fonctionnement des pompes racinaires, synthèses chimiques variées, gradients ioniques divers (ATPases)... Les candidats pouvaient choisir un exemple.

Conclusion

Nous pouvons rappeler qu'il existe un grand flux d'énergie à travers le végétal entre les cellules chlorophylliennes et les cellules non chlorophylliennes, le point initial étant l'entrée de l'énergie lumineuse. A l'échelle de la cellule végétale, ce flux d'énergie existe entre le chloroplaste, responsable de la conversion de cette énergie solaire en énergie chimique et les mitochondries, capables de transformer l'énergie chimique des photoassimilats en ATP. Tout ceci n'est possible que grâce à des molécules particulières (non spécifiques des cellules eucaryotes), les coenzymes.

A l'échelle du végétal, ce flux énergétique s'effectue dans l'espace et dans le temps grâce à la coopération des cellules et des tissus exposés ou non à la lumière, entre des organes photosynthétiques et des organes consommateurs. Il serait aussi possible d'étendre ce flux à l'échelle des écosystèmes entre producteurs et consommateurs.

LA FORME DES COPIES

Construction de l'exposé

- Pratiquement toutes les copies sont dotées d'un plan apparent le plus généralement organisé en trois parties. Aucun plan particulier n'était attendu par le jury, qui souhaitait voir un effort de construction et de synthèse. L'intitulé du sujet ne fournissait pas d'indication de plan. Cependant, quelques candidats ont voulu traiter successivement les 3 précisions de l'intitulé du sujet (l'importance des échanges entretenus par les cellules végétales avec leur environnement, les mécanismes de conversion et de couplage, puis les structures et molécules impliquées). Ils ont rapidement constaté l'impossibilité de construire une synthèse avec ce type d'organisation.

Le plan le plus généralement adopté par les candidats consistait à traiter successivement, avec des variantes diverses, la photosynthèse et la respiration puis une 3^{ème} partie sur les caractéristiques générales de la cellule végétale ou sur les échanges entre la cellule et son environnement. La dissociation entre la photosynthèse et la respiration a le mérite de suivre le sens du flux énergétique dans le végétal mais ne permettait pas de conduire une synthèse sur les structures, molécules et mécanismes de conversion et de couplage mis en jeu.

Quelques candidats résument le plan choisi en début de leur devoir. Cette démarche intéressante pour le lecteur est en réalité une perte de temps pour le candidat et n'est pas du tout nécessaire. A l'inverse, certaines copies particulièrement courtes se limitent à un plan détaillé : ceci ne permet pas d'exposer avec suffisamment de précision les notions scientifiques attendues, et le jury ne peut évaluer le niveau scientifique du candidat.

- Le plan est le fruit de la construction d'une démarche logique et nécessite une réflexion à partir d'une problématique. Si de nombreux candidats semblent avoir compris le sujet, la démarche choisie s'en écarte souvent dès la première partie. Il est donc important de recadrer régulièrement la réflexion en relation avec le sujet imposé.

La construction d'une démarche logique débute par l'introduction. Celle-ci existe dans toutes les copies même celles où le développement n'est pas effectué. Toutefois, ce paragraphe ne joue pas toujours son rôle introductif. Dans certaines copies, il s'agit un résumé du développement. Dans d'autres, il s'agit d'introduire sur plusieurs pages des connaissances sans rapport direct avec le sujet. Pourtant, ce paragraphe a clairement une fonction, celle d'orienter le lecteur vers le raisonnement choisi pour répondre à la problématique. Inversement à la fin du devoir, la conclusion, en faisant ressortir les notions fortes du sujet et en élargissant la problématique, permet au lecteur de se faire une idée d'ensemble sur le développement. Dans de trop nombreuses copies, la conclusion est absente, révélant une mauvaise gestion du temps.

- La démarche expérimentale était particulièrement appropriée dans ce sujet. Certains candidats l'ont adoptée avec efficacité en utilisant des manipulations effectuées en Terminale S. Cependant, la gestion du temps fait partie du concours et il fallait utiliser une démarche expérimentale adaptée aux besoins du sujet mais aussi au temps imparti.

Illustration

L'illustration est toujours un élément clé, en particulier pour l'épreuve scientifique de synthèse. La majorité des candidats semble l'avoir compris puisque rares sont les copies bien construites sans schémas. L'évolution sensible observée depuis quelques sessions du concours est donc confirmée cette année. Cependant, dans plusieurs copies, le niveau des illustrations reste trop largement insuffisant pour un devoir d'agrégation. Nous rappelons qu'une illustration correcte doit apporter une information scientifique précise. Les schémas simplistes symbolisant une cellule végétale par un rond ou un carré et les entrées de gaz ou eau par des flèches sont insuffisants. L'information apportée par un schéma peut compléter le texte en apportant des éléments supplémentaires tels que des noms de molécules impliquées, des nombres d'ATP produits... etc. Les schémas fonctionnels de synthèse situés à la fin d'une partie ou d'un devoir sont utiles à condition d'être introduits et explicités dans le texte.

Présentation

- Bien que la majorité des copies démontre une qualité rédactionnelle satisfaisante, quelques-unes sont inquiétantes en ce qui concerne l'orthographe et la construction grammaticale et posent des questions sur l'utilisation du français en classe. Nous conseillons donc aux candidats de relire attentivement leur copie à la fin de la rédaction.
- La couleur est un élément important de la présentation, que ce soit pour la mise en évidence du plan ou pour les illustrations. L'utilisation de crayons de couleur taillés ou de feutres de couleur fins est conseillée pour un résultat correct. Il est conseillé d'éviter le feutre fluorescent pour les dessins.
- L'écriture est enfin un élément important de la présentation d'une copie. Si la plupart des copies est très convenable sur ce point, quelques-unes posent réellement des difficultés à la lecture, préjudiciable à la qualité attendue.

En bilan, même si cette épreuve a pu paraître difficile pour la majorité des candidats, elle a permis de révéler de bons, voire de très bons candidats. Ceux-ci maîtrisent les connaissances scientifiques du programme, et ont su les utiliser avec intelligence pour répondre à la question de synthèse posée.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS
pour l'épreuve scientifique à partir d'une question de synthèse

L'épreuve scientifique du concours de l'agrégation interne et du CAERPA de sciences de la vie, sciences de la Terre et de l'Univers de cette session 2008 est un exercice qui ne peut pas s'improviser et nécessite un entraînement sérieux. De plus, cette épreuve ne peut pas être réussie sans des connaissances scientifiques précises et réactualisées. La seule maîtrise des cours de collège et de lycée ne fournit pas un recul suffisant sur les connaissances scientifiques qu'ils contiennent.

L'amélioration du niveau scientifique passe par une étude régulière et approfondie des ouvrages scientifiques. Les livres trop généralistes ou résumant les notions peuvent certes être utiles, mais n'apportent pas une maîtrise suffisante des connaissances indispensables à la réalisation de certains sujets. Le recours à d'autres sources documentaires plus récentes permet d'apporter des compléments.

La maîtrise d'un sujet scientifique peut être montrée par la réalisation de schémas fonctionnels. Cependant, ces schémas très utiles pour présenter des synthèses, parfois porteurs de gain de temps, doivent être complétés par les détails apportés par du texte ou d'autres illustrations.

Dans un devoir de synthèse, le jury attend du candidat qu'il communique clairement un savoir scientifique sur le sujet imposé et délimité, en s'appuyant sur une argumentation rigoureuse, accompagnée d'exemples précis et d'illustrations. Le travail attendu nécessite donc plusieurs étapes incontournables que de nombreux candidats ont omises.

1- Lire attentivement le sujet. Prendre le temps de lire le sujet ainsi que ses commentaires de manière calme et critique. Cette lecture conditionne dans une large proportion la qualité de la copie. Le candidat doit être attentif à la formulation du texte, et en particulier doit porter son attention sur :

- les adjectifs et leurs accords ;
- les articles et les prépositions ;
- la ponctuation.

2- Déterminer l'ampleur et les limites du sujet, à partir de la définition de tous ses termes. Rechercher les problèmes qu'il soulève. Éviter, en cas d'ambiguïté, les interprétations trop restrictives, trop étroites (on pourrait alors reprocher de ne pas aborder certains aspects du sujet, pris en compte dans le barème). Par contre, il faut aussi identifier les thèmes qui, bien qu'intervenant dans les mécanismes attendus, ne doivent pas être développés parce qu'ils ne sont pas spécifiques du sujet.

3- Recenser toutes les idées et les connaissances se rapportant de près ou de loin au sujet. Classer ces idées, les associer en une ébauche de plan. ***Faire un tri et établir une hiérarchie dans les idées***, en fonction :

- du temps disponible,
- de l'ébauche de plan,
- des connaissances du candidat.

On peut cependant conseiller d'aborder les aspects qui font partie du sujet même s'ils n'ont pas été l'objet d'une remise à niveau par le candidat. Au moins, faute de pouvoir donner les détails des mécanismes, pourra-t-on constater que le candidat n'a pas oublié l'aspect lui-même.

4- Soigner la rédaction d'une introduction complète et prévoir une conclusion. Tous les aspects de l'introduction sont fondamentaux et conditionnent la suite de l'exposé. La

conclusion doit être connue avant même la rédaction du devoir afin de posséder un fil conducteur et d'éviter les hors-sujets.

5- Construire le plan. Organiser les arguments en grands paragraphes en adoptant de préférence un plan biologique ou fonctionnel, qui doit éviter les répétitions. Fixer et noter le temps à consacrer à chacun d'eux. Prévoir le contenu et les subdivisions de chaque paragraphe.

Les titres des différentes parties doivent permettre de comprendre l'intérêt du paragraphe ou de la partie qui va suivre. Sans tendre pour autant vers une longueur immodérée des titres, il faut éviter les formulations trop courtes et non significatives.

Au sein des paragraphes eux-mêmes, il est préférable d'aérer le plus possible la présentation (retour à la ligne, indication chiffrées des idées...) et de mettre en relief les idées importantes (sous ou sur lignage).

Le plan choisi doit permettre de :

- dégager les idées essentielles ;
- privilégier les problèmes biologiques ou les relations entre structures et fonctions ;
- aborder les fonctions ou les activités biologiques à différents niveaux d'organisation ;
- partir d'exemples ou d'expériences précis ;
- respecter la démarche scientifique ;
- généraliser les notions après avoir cité les exemples.

6- Illustrer convenablement la copie. Chaque grande idée doit être obligatoirement accompagnée d'une illustration (ceci est très clairement prévu dans les barèmes de correction). Cette illustration doit être aussi variée que possible et présenter du concret, des courbes ou tableaux correspondant à des résultats d'expériences. Les schémas utilisés doivent correspondre aux faits exposés. Ils doivent avoir une valeur explicative, être intégrés dans le texte.

Ces schémas doivent posséder un titre précis avec mention des orientations. Par exemple, s'il s'agit d'une coupe : coupe transversale, longitudinale, sagittale, droite, gauche... *Un schéma sans titre, sans légende ne peut entrer dans la notation.* Les schémas doivent être suffisamment grands (1/3 de page au minimum). Des couleurs doivent être utilisées de façon cohérente de façon à en faciliter le plus possible la lecture. Pour plusieurs schémas ayant traits à des structures homologues, il est important de conserver le même code de couleur.

Les schémas doivent être aussi fonctionnels que possible. Il s'agit d'utiliser des flèches ou des légendes dont la signification est clairement mentionnée. Lorsque des structures sont désignées, la mise en relation avec les fonctions peut apparaître sous forme de légendes fonctionnelles d'une couleur particulière, associées aux légendes structurales classiques.

ÉPREUVES ORALES D'ADMISSION

Organisation et déroulement

Les modalités décrites dans le rapport de la session 2007 ont été reconduites pour la session 2008.

Convocation

Les épreuves d'admission ont lieu au lycée Victor Duruy à Paris. Les premiers candidats commencent leur épreuve devant le jury le matin à 8 heures et entrent donc en préparation à partir de 5 heures. Chaque candidat passe, sur deux jours consécutifs, deux épreuves portant sur deux disciplines différentes :

- un exposé de leçon comportant des exercices, destiné à une classe de collège ou de lycée ;
- une présentation de travaux pratiques et de pratiques de classes au niveau du lycée.

La veille des épreuves, les candidats sont réunis au lycée Victor Duruy pour une présentation de l'organisation des deux épreuves, un rappel de leurs caractéristiques, et pour le tirage des sujets. Des couples de sujets (leçon et TP) sont proposés au tirage, associant deux des trois domaines scientifiques différents : géologie, biologie et physiologie animale / biologie générale, biologie et physiologie végétale. Mais certains sujets, conformément aux programmes en vigueur, peuvent appeler des développements portant sur plusieurs de ces domaines.

Préparation de l'épreuve

Durée : 3h

Après avoir pris connaissance du sujet qui lui est proposé, le candidat passe un court moment dans la bibliothèque pour effectuer un premier choix de livres, qu'il emporte dans la salle où s'effectue la préparation et où se déroulera l'épreuve. Les programmes officiels aux différents niveaux d'enseignement du collège et du lycée, et lorsqu'ils existent, les documents d'accompagnement correspondants, sont disponibles dans chaque salle de préparation. Aucun manuel de classe n'est fourni et seuls les documents et ouvrages de la bibliothèque du concours sont autorisés.

Pendant les trois heures de préparation, chaque candidat bénéficie de l'assistance d'un membre de l'équipe technique, chargé de répondre aux besoins en matériels, documents et livres. Le matériel est celui habituellement présent dans un lycée équipé de façon moderne : objets naturels (échantillons vivants, fossiles, roches, préparations histologiques, lames minces...) ou leurs substituts (diapositives, films, transparents, cartes, supports numériques...), matériel d'observation et d'expérimentation, etc. Chaque candidat renseigne une fiche de demande du matériel qu'il souhaite utiliser lors de son épreuve ; ce matériel lui est apporté par la personne de l'équipe technique qui lui est attachée. Le dévouement et la disponibilité de cette équipe sont dignes d'éloges : les candidats doivent veiller à traduire dans leur relation avec eux ce respect de leur qualité professionnelle. Il est également important que les demandes portées sur la fiche soient libellées avec précision pour espérer obtenir les matériels et supports souhaités. Cette fiche est consultée par le jury qui juge de la pertinence et de la précision des demandes et peut s'enquérir, lors de l'entretien, des raisons pour lesquelles un manuel ou un matériel fourni n'a pas été utilisé, ou connaître quel usage aurait été fait d'un manuel ou d'un matériel non obtenu. Il apparaît essentiel que les candidats soient suffisamment

réactifs pour proposer des supports de substitution appropriés lorsque le matériel initialement demandé n'a pu leur être fourni.

Le candidat peut demander des documents scientifiques précis en provenance d'un site Internet dont il fournit impérativement les références. Ces documents sont imprimés et mis à sa disposition par le personnel technique. L'accès à des documents didactiques n'est pas autorisé.

Exposé ou présentation

Durée : 1h

Après les trois heures de préparation, le candidat dispose d'une durée maximale de 60 minutes pour traiter le sujet. Le jury arrête obligatoirement l'exposé ou la présentation à l'issue de ces 60 minutes, quel que soit leur degré d'avancement. Le candidat doit donc gérer au mieux son temps de parole, dans l'une comme dans l'autre épreuve, pour aboutir à la conclusion sans dépasser cette limite de 60 minutes, mais également sans délayer un manque de connaissances avéré sur le sujet dans des digressions plus ou moins opportunes : une prestation nettement trop courte comme une prestation artificiellement prolongée témoignent de carences dans les compétences professionnelles.

Le jury n'intervient en aucune façon pendant l'exposé ou la présentation.

Entretien

Durée : 20 min

L'entretien suit immédiatement l'exposé. Sa durée maximale est de 20 minutes, même en cas d'exposé écourté. Il comprend une partie pédagogique et une partie scientifique. Tout membre de la commission peut intervenir dans chaque partie.

L'entretien pédagogique peut porter sur le plan de la leçon et les articulations, sur les problèmes posés et les notions dégagées, sur la rigueur et la qualité de l'argumentation ou des explications, sur la cohérence verticale et la manière d'aborder certains objectifs, sur l'analyse de l'exercice et la pratique de l'évaluation, etc. L'entretien peut également inclure une réflexion plus large sur les objectifs du programme de la classe concernée et, au-delà, sur ceux de la discipline au collège et au lycée.

L'entretien scientifique porte sur les connaissances (notions scientifiques, techniques et méthodes) du candidat. Les questions posées lors de cet entretien ne se limitent pas au niveau imposé par le sujet, ni nécessairement à son strict domaine scientifique. Elles sont destinées à affiner l'opinion du jury sur les connaissances présentées pendant la leçon et à juger de l'étendue des connaissances du candidat dans le domaine au niveau post-baccalauréat : le programme du concours de l'agrégation interne inclut d'ailleurs celui des classes préparatoires BCPST. Les questions posées au cours de l'entretien ne constituent en aucun cas une correction de la leçon.

Notation

Des notes indépendantes : les notes d'écrit ne sont pas connues des membres du jury. Les deux épreuves orales sont présentées par le candidat devant deux commissions différentes, chaque commission délibérant et notant indépendamment de l'autre, selon un barème préalablement établi. Les éléments de ce barème figurent dans la fiche d'évaluation annexée à ce rapport. Ce document n'a qu'une valeur indicative, et peut d'ailleurs être modifié d'une session à l'autre.

Attentes du jury

Les deux épreuves permettent de tester les connaissances scientifiques et pédagogiques du candidat, son aptitude à mener un raisonnement rigoureux à partir de ces connaissances, leur adaptation au sujet et au niveau proposé en conformité avec les exigences des programmes : il s'agit là de conditions impératives d'efficacité de la pratique professionnelle.

Outre la maîtrise des connaissances, qui est également évaluée lors des entretiens à un niveau universitaire, les éléments d'appréciation portent sur :

- la cohérence de la démarche et la logique du plan ;
- le choix et l'utilisation des supports ;
- la précision des contenus notionnels ;
- la qualité de la communication orale et graphique ;
- dans l'exposé de leçon, l'insertion de l'exercice dans la démarche, la pertinence de ses objectifs et du questionnement ;
- lors de l'épreuve professionnelle au niveau lycée, l'enchaînement des activités proposées aux élèves, la qualité des fiches de présentation des activités pratiques, celle des réalisations du candidat, de la trace et des productions attendues des élèves, sa culture dans le domaine de l'évaluation...

Le jury s'efforce de créer des conditions de déroulement des épreuves qui soient les plus proches possibles des situations d'enseignement, car il attend que les candidats mettent en œuvre leur savoir-faire professionnel. Néanmoins, la situation d'oral n'est pas une situation d'enseignement réel pour deux raisons : la première est que certains sujets proposés (leçon ou travaux pratiques) peuvent recouvrir plusieurs heures d'enseignement effectif, au même niveau ou à des niveaux différents ; la seconde est que tout sujet doit être traité du double point de vue du contenu de l'enseignement et des raisons qui guident l'organisation de celui-ci. Il s'agit d'une épreuve d'agrégation et non d'une séance de cours ou de travaux pratiques telles qu'elles pourraient être proposées aux élèves.

Pour chaque épreuve, le jury attend :

- que le candidat replace brièvement sa séquence dans la progression annuelle, sans pour autant se livrer à un catalogue fastidieux déconnecté de démarche ;
- que soient explicités, au moment opportun, les objectifs, les acquis et pré-requis nécessaires ainsi que les modalités pédagogiques (exercices proposés, organisation du travail, démarche, etc.) ; le candidat doit en effet faire ressortir sa réflexion et son expérience professionnelle, par la rigueur et la pertinence de ses choix ;
- que soit commentée la démarche scientifique proposée aux élèves, et que celle-ci se retrouve dans le plan inscrit au tableau ; la formulation rigoureuse des titres de paragraphes est essentielle, et ils ne peuvent se réduire à reprendre littéralement le titre du sujet ;
- que la gestion de l'espace de communication offert par le tableau – qui doit présenter en fin de séance une image synthétique de la logique et du contenu de celle-ci – soit optimale et constitue ainsi la meilleure garantie de la tenue du cahier de l'élève : il n'est donc pas recevable que l'ensemble de l'exposé soit lu à partir de transparents préparés à l'avance et présentés au rétroprojecteur ;
- que soit décrit le mode d'utilisation des supports pédagogiques et que soient exploités avec précision et rigueur les matériels et documents présentés ;
- que soient précisées les compétences construites chez les élèves – connaissances clairement formulées, capacités méthodologiques et techniques développées, attitudes – à l'issue des activités d'apprentissage décrites ;

- que la conclusion, exprimée de façon concise mais forte, soit mise en regard du sujet proposé, et du problème formulé par le candidat.

S'agissant de l'exposé de leçon, le jury attend du candidat un cours construit et argumenté, qui se distingue clairement de l'épreuve de présentation de travaux pratiques et de pratiques de classe. L'exposé peut souvent couvrir le contenu de plusieurs séances de cours et/ou de travaux pratiques en situation réelle de classe : il est souhaitable que le candidat réfléchisse au cours de sa préparation à l'organisation qu'il développerait en classe et aux articulations entre ces différentes séances. Le plan est inscrit au tableau au fur et à mesure de la progression de la leçon.

Il n'est pas demandé au candidat de réaliser une activité pratique intégrée à son exposé de leçon. Cependant, dans certains cas, une manipulation courte et judicieusement choisie peut être réalisée. En revanche, l'exposé doit toujours être enrichi de schémas ou de dessins soignés réalisés au tableau et soutenu par la présentation et l'exploitation d'échantillons variés. Le candidat, dans la mesure du possible, recourra à des échantillons concrets plutôt qu'à des substituts.

L'exercice intégré n'est pas un exercice d'application : véritablement inséré dans le cours de la leçon, il permet à travers les productions des élèves guidées par un questionnement, de faire avancer la résolution du problème scientifique abordé et en même temps de tester la compréhension des élèves.

Le jury est spécialement attentif, surtout au niveau collège, à la précision qui doit guider la transposition des connaissances : vocabulaire utilisé et contenus scientifiques (notions et démarches) doivent correspondre au programme et au niveau de la (des) classe(s) indiquée(s).

L'épreuve professionnelle au niveau lycée doit révéler la capacité du candidat à répondre aux spécificités des sciences de la vie et de la Terre en tant que sciences d'observation et d'expérimentation. Elle consiste en la présentation d'une succession organisée de postes ou d'ateliers comportant du matériel et des documents : échantillons, cartes, montages, préparations microscopiques, expériences et manipulations. Le recours à des résultats expérimentaux présentés sous forme de documents doit rester l'exception et doit pouvoir se justifier.

Le sujet, qui porte sur un domaine scientifique différent de celui de l'exposé de leçon, est souvent plus vaste que ce qui pourrait être traité en 60 minutes en classe. Il peut, par exemple, recouvrir des activités habituellement effectuées à plusieurs niveaux du cursus scolaire. Il est alors utile d'indiquer, au moins dans le plan, les niveaux auxquels se réfèrent les différents postes.

Le jury attend que soit présenté un plan scientifique d'étude du sujet traduisant une démarche logique dans laquelle les activités proposées s'inscrivent de façon lisible. Ce plan scientifique, inscrit au tableau avant le début de la séance, fait apparaître les différents postes de travail. Le nombre de ces postes sera raisonnablement limité (4 à 6 en moyenne), afin d'assurer une gestion convenable du temps et de réaliser un travail approfondi à chaque poste. Le candidat justifiera la place de chaque poste de travail au regard du fil directeur de la démarche scientifique et montrera comment ce poste sert la démarche : en effet, un défaut d'articulation entre les différentes activités est trop souvent constaté. Pour chaque poste, le candidat présentera une fiche qui précise les objectifs cognitifs et méthodologiques, ainsi que le questionnement destiné aux élèves. Il s'attachera également à présenter comment l'activité est amenée et conduite, comment elle implique réellement les élèves et comment elle aboutit à l'élaboration de la notion. Les situations pédagogiques au sein de la classe (travail collectif, travail individuel, travail de groupe, rotation par poste...), justifiées par une diversification volontaire des modes de travail, par une adaptation à l'effectif de la classe et au matériel disponible, etc., seront précisées.

Le jury attend que le candidat réalise devant lui, soigneusement et avec rigueur, si besoin est après une préparation partielle, ce qu'il indique attendre des élèves :

- conception et réalisation de protocoles expérimentaux ;
- réalisation de dissections, manipulations, mesures, classements, etc. ;

- communication de résultats d'observations tels que dessins et croquis ;
- réalisation, sélection et traitement de données numériques...

A cette occasion, le passage des objets ou des phénomènes aux faits constatés, à leur interprétation et aux modèles explicatifs pourra être établi et discuté. Par ailleurs, la connaissance des méthodes et des techniques est souhaitée, avec une réflexion du candidat sur leurs domaines d'application et leurs limites.

Lorsqu'une manipulation a échoué, il est attendu du candidat qu'il analyse les causes de l'échec et propose des solutions techniques pour y remédier avant de recourir à un document de secours.

La manipulation doit bien cibler le niveau d'enseignement visé, et par exemple ne pas reprendre au niveau lycée des modalités et des techniques déjà pratiquées au niveau collège. En clair, la maîtrise des expérimentations, du matériel et des techniques classiquement rencontrés en lycée est exigible : on ne peut que conseiller aux candidats se préparant à ce concours et enseignant en collège, d'observer des situations réelles de travaux pratiques de lycée dans un établissement voisin du leur et de se familiariser avec les différents matériels et techniques mis en œuvre en classes de seconde, première et terminale.

Il est conseillé, pendant les 3 heures de préparation, de tester les manipulations et si possible de conserver une trace des résultats obtenus mais il n'est pas judicieux de consacrer un temps excessif à l'écriture des traces écrites.

Analyser un sujet et construire un exposé de leçon ou une présentation de travaux pratiques impliquent des connaissances universitaires convenablement maîtrisées et la capacité à les transposer à un niveau donné, dans un objectif tout à la fois d'instruction et d'éducation des élèves. Ainsi, le candidat jouera plusieurs rôles en permanence au cours de ses deux épreuves orales : celui du professeur dans la classe, celui du candidat au concours qui argumente et explique ses choix, parfois aussi celui de l'élève qui réalise les activités.

Analyse des prestations et conseils aux candidats.

Certaines prestations orales sont remarquables par leurs qualités, autant dans les domaines scientifique, didactique et pédagogique. Leurs auteurs ont su valoriser leur culture et leur expérience par une réflexion approfondie pour délimiter le sujet et les implications éducatives et formatrices qu'il recouvre. Ils ont su choisir les supports les plus appropriés au contexte qui leur était imposé et les ont exploités avec rigueur. Ils ont su prouver que la valeur de l'enseignement ne se mesure pas au nombre et à la complexité des documents mais à la précision et à la richesse de l'argumentation scientifique bâtie au cours de leur utilisation. Ils ont montré également dynamisme, conviction, ouverture d'esprit et talent pour communiquer, tant lors de la présentation orale que lors de l'entretien.

D'autres prestations sont décevantes et témoignent de certaines carences relevées lors des sessions précédentes. Le jury conseille de prêter particulièrement attention aux points suivants.

- **Importance des connaissances préalables du candidat**

Culture générale

Certains candidats manifestent un manque total de recul, voire un défaut de culture générale, à propos d'informations véhiculées par les médias sur des sujets d'actualité liés à la santé ou à l'environnement. Éduquer et éveiller les élèves à une prise de conscience critique exige du professeur une réflexion sur les sources d'information. Trop de candidats reproduisent ou renforcent des représentations simplistes ou catastrophistes (« agriculteurs-pollueurs », « forêts poumons de la planète »...). Le jury rappelle à cet égard que le professeur doit s'abstenir de tout militantisme et présenter les éléments scientifiques constitutifs du sujet, en

indiquant les marges d'incertitude et en multipliant les sources d'information rigoureuses. Il n'a pas à prendre parti dans un éventuel débat.

Le jury recommande aux candidats d'apporter une vigilance particulière à l'orthographe, au vocabulaire et aux formulations utilisés, qu'il s'agisse du vocabulaire courant ou des vocables scientifiques. Le recours au dictionnaire permettrait parfois d'améliorer leur précision.

Connaissances scientifiques

L'insuffisance des connaissances préalables de certains candidats s'observe dès leur passage dans la bibliothèque : les livres sont souvent empruntés en grande quantité pour acquérir rapidement une somme de connaissances dans le domaine scientifique fixé par le sujet. Une grande partie du temps de préparation est alors consommée dans l'exploration des ouvrages au détriment de la réflexion. Pour éviter cet écueil, il est souhaitable que le candidat se soit familiarisé pendant son année de préparation avec les ouvrages des listes des concours de recrutement en sciences de la vie et de la Terre (voir référence en fin de rapport) accessibles dans les bibliothèques universitaires.

Le jury attend également que les candidats maîtrisent les lois fondamentales des sciences physiques et chimiques utiles à la compréhension des phénomènes biologiques et géologiques.

Par ailleurs, le jury déplore le manque fréquent de connaissances naturalistes des candidats. Le recours à des modèles emblématiques (coléoptile, élodée,...) est trop systématique, alors que le candidat pourrait utiliser des échantillons courants, connus de tous les élèves, ou s'appuyer sur des observations concrètes à partir du jardin même du lycée. L'utilisation restrictive de modèles ne permet pas de sensibiliser à la biodiversité (ce qui est fort dommage dans le contexte actuel), ni à une certaine variabilité morphologique. De plus, elle aboutit trop souvent à dégager une notion à partir d'un seul exemple, par une généralisation pour le moins abusive.

- **Compréhension et délimitation du sujet**

La lecture du sujet est parfois superficielle, et la préparation s'engage précipitamment sur une base erronée : on ne saurait trop insister sur l'importance d'un temps de réflexion sur les attendus et les limites du sujet. Une bonne analyse de l'énoncé (ordre des mots, pluriel...) est essentielle pour établir et justifier la problématique de l'exposé de leçon ou de la présentation de travaux pratiques. Les termes du sujet, de même que ses limites, gagneraient souvent à être définis explicitement au cours de l'introduction (si nécessaire en recourant au dictionnaire).

Le jury rappelle que les sujets sont formulés de façon à permettre au candidat de construire une présentation judicieuse et personnelle, en tenant compte des objectifs et finalités des programmes indiqués.

- **Intégration de la séance dans la progression annuelle**

L'intégration de la séance dans la progression pédagogique est généralement bien cernée : on ne déplore que très rarement l'énumération monotone et fastidieuse des points de programmes qui, dans la présentation officielle, se situent avant et après le sujet proposé. Il est en effet plus judicieux de rappeler les acquis au moment où leur mobilisation est vraiment nécessaire, plutôt que de les dissocier de la démarche mise en œuvre.

Pour autant, le cadre du programme dans lequel s'inscrit l'exposé de leçon ou la présentation de travaux pratiques ne sera pas perdu de vue, afin d'orienter celle-ci en conséquence. En lycée, il pourra être utile d'explicitier brièvement pour le sujet traité l'articulation entre séances de cours et de travaux pratiques.

Par ailleurs, il semblerait anormal qu'au cours de la séance une hypothèse soit demandée aux élèves alors que sa formulation reprend, au mot près, une notion inscrite explicitement dans les programmes des classes antérieures...

- **Démarche scientifique et pédagogique de résolution de problème.**

L'enseignement de sciences de la vie et de la Terre contribue à la formation des élèves au raisonnement scientifique. Il permet de développer une méthode de recherche de causes, fondée sur des observations à différentes échelles d'organisation de la matière et éventuellement sur la réalisation d'expériences, toutes développées pour des motifs précis et destinées à étayer l'argumentation. Divers autres modes de raisonnement méritent également d'être explorés avec les élèves : raisonnement par analogie, modélisation... ; les résultats obtenus doivent être l'objet d'une réflexion critique, particulièrement formatrice.

Même si le déroulement stéréotypé d'une démarche scientifique artificielle est moins souvent présenté, le jury déplore encore la confusion fréquente entre la formulation du problème et celle de l'hypothèse explicative, mal distinguées toutes deux des connaissances exigées par le programme. Plus généralement, le jury incite les candidats à enrichir leur réflexion sur la notion de démarche scientifique. Il faudrait éviter d'installer les élèves dans une vision naïve de la science où la seule bonne hypothèse est suivie du test d'une conséquence vérifiable par la seule bonne expérience. Le jury rappelle aux candidats que l'activité scientifique réfute plus souvent qu'elle ne prouve. Par ailleurs, une distinction claire entre corrélation et relation de causalité est parfois nécessaire.

Certains candidats semblent attendre de manière irréaliste que les élèves proposent l'hypothèse exacte sur la base d'une seule observation - alors que la compréhension du phénomène a pris des décennies -, ou que ceux-ci donnent une réponse bien précise alors que le questionnement est très général. On ne peut demander aux élèves d'émettre une hypothèse sans s'être assuré qu'ils possèdent tous les éléments nécessaires pour la proposer.

Enfin, on évitera d'utiliser devant l'élève des expressions convenues du langage de la didactique.

- **Insertion de l'exercice intégré dans l'exposé de leçon.**

Comme son nom l'indique, l'exercice devrait s'insérer logiquement dans la progression à partir d'objectifs cognitifs et méthodologiques. Il est souhaitable de ne formuler de façon précise que les objectifs qui, en nombre limité, sont évaluables dans le cadre de l'exercice et auxquels correspondent les critères de réussite. La formulation de la ou des questions (en nombre réduit) sera claire et sans ambiguïté. Elle ne comportera pas d'implicite et, s'il y a plusieurs questions, celles-ci ne seront pas emboîtées. Les réponses attendues et les critères de réussite seront indiqués. A ce titre, la présentation de l'exercice gagne en efficacité si l'énoncé en est rédigé sur transparent, permettant ainsi aux membres du jury de s'y référer tout en suivant le discours - soutenu par une utilisation avisée du tableau -.

L'exercice intégré ne répond pas simplement à une obligation de l'épreuve : sa place dans la démarche et son contenu traduisent une réflexion pédagogique réelle quant à l'apprentissage de l'élève, qui vise des objectifs précis et conduit à des productions évaluables.

- **Choix des activités et des supports de travaux pratiques présentés.**

Le jury rappelle qu'il convient de privilégier le concret et d'effectuer un choix réfléchi des supports et activités en cohérence avec les objectifs. Si aucune séquence ou démarche type n'est attendue, en revanche le candidat devra être en mesure de présenter les arguments qui justifient ses choix.

Une simple liste des postes de travail ne constitue pas un plan. Une juxtaposition d'activités, même bien présentées, ne bâtit pas une argumentation. Il est nécessaire que la démarche proposée privilégie l'implication de l'élève, sa motivation par rapport aux études et aux activités proposées, et suscite le raisonnement. Une activité ne saurait être justifiée par le

seul fait que le protocole soit facilement disponible et mis en œuvre, et que l'expérience constitue un « classique » de l'enseignement de sciences de la vie et de la Terre.

- **Rigueur dans l'observation et l'expérimentation**

La pertinence de la mise en œuvre des expérimentations, la rigueur de leur protocole et la probité intellectuelle de leur exploitation seront mises en relief, puisqu'elles seules garantissent la valeur des résultats obtenus. Dans tous les cas, la connaissance des bases scientifiques des protocoles, de même que celle des techniques d'obtention des préparations ou plus généralement de tout document scientifique utilisé, est attendue. Certains candidats montrent un réel déficit de culture en matière de mise en œuvre et d'utilisation du matériel, pour lesquelles ils se reposent sur la compétence du personnel de laboratoire.

Un candidat au grade de professeur agrégé doit avoir compris :

- que les résultats de la science ne valent que par la connaissance des méthodes qui ont permis de les obtenir,
- que ces résultats sont mis au service d'une argumentation, c'est-à-dire d'un raisonnement destiné à retenir ou à rejeter une proposition,
- qu'un résultat isolé n'a pas de sens ; en effet, si la plupart des candidats ont intégré la notion de témoins, rares sont ceux qui songent à multiplier mesures ou observations (ou à faire allusion à cette multiplication) afin de discuter la valeur statistique des résultats obtenus. C'est pourtant le caractère reproductible de l'expérience, la comparaison des résultats qui autorisent une confrontation avec les hypothèses de travail.

L'exploitation des documents, observations ou expériences se doit d'être rigoureuse et approfondie. Trop de candidats font référence à des documents qu'ils auraient pu utiliser pour en tirer telle conclusion, procédant alors par allusions et sous-entendus. L'analyse doit au contraire être conduite devant le jury, qui peut ainsi juger de ce qu'entend ou voit un élève en situation. Par ailleurs, d'un nombre excessif d'activités résulte obligatoirement une qualité insuffisante de leur exploitation.

- **Productions attendues des élèves**

Le choix des productions attendues sera motivé par des objectifs clairement identifiés et privilégiera des supports concrets.

Le jury attend également du candidat que :

- la nature des représentations demandées aux élèves soit judicieuse ;
- les résultats expérimentaux débouchent sur une exploitation critique ;
- les compétences mises en œuvre et leur évaluation éventuelle soient précisées.

- **Importance des bilans et conclusions.**

Le candidat doit présenter des bilans partiels qui fixent les acquis successifs et préparent le bilan final. Les schémas bilans utilisent souvent une symbolique implicite (flèche, encadré, couleur,...) qui nécessite d'être explicitée afin de permettre leur décodage.

Enfin, la conclusion ne répétera pas simplement les points développés dans la séance, mais répondra clairement à la problématique posée en introduction. Elle fournira également une ouverture sur les séances à venir.

GRILLE D'ÉVALUATION DES ÉPREUVES D'ADMISSION

Susceptible de modifications d'une session à l'autre

Exposé de leçon

<u>Adapter le contenu scientifique au sujet</u>
1. Contenu cognitif : <i>conforme au sujet - suffisant, maîtrisé, précis, exact, et adapté au niveau d'enseignement - rigoureux (distinction "réel – modèle", fait – idée ; précision du vocabulaire)</i>
<u>Structurer son exposé</u>
2. Plan scientifique de la leçon, problématique et construction des notions : <i>démarche scientifique et formulation du plan - adéquation entre démarche, notions construites et activités des élèves</i>
<u>Intégrer l'exercice à la leçon</u>
3. Exercice intégré : <i>insertion dans la démarche - objectifs méthodologiques et notionnels - consignes et critères de réussite</i>
<u>Intégrer l'utilisation des supports à la leçon</u>
4. Supports : choix et utilisation - <i>présentation et exploitation (limitée), réalisme, gestion des résultats - supports en relation avec les objectifs méthodologiques et notionnels</i>
<u>Mobiliser ses connaissances</u>
5. Approfondissement scientifique : <i>niveau scientifique supérieur au niveau lycée</i>
<u>Communiquer oralement et argumenter ses choix</u>
6. Réactivité et communication : <i>tenue et utilisation du tableau (écriture, structuration, schémas et croquis réalisés en direct), de l'audio-visuel, etc. - présence et réactivité (oral, non verbal, capacité à argumenter et à reconstruire...)</i>

Présentation de travaux pratiques et de techniques de classes au niveau lycée

<u>Concevoir une progression cohérente</u>
1. Progression pédagogique, cohérence du plan , enchaînement des activités : <i>présentation répondant au sujet scientifique et adaptée au niveau demandé - plan, scientifique, qui résout le problème et explicite la démarche - enchaînement des activités dans une démarche explicative</i>
<u>Intégrer l'utilisation des supports</u>
2. Choix et exploitation du matériel et des documents, présence et qualité des fiches de présentation des activités pratiques : <i>pertinence des choix avec objectifs et problèmes à résoudre - fiches de poste : qualité, pertinence, complétude - explicitation du travail de l'élève - cohérence des objectifs, de la démarche et du questionnement - évaluations envisageables</i>
<u>Réaliser et produire</u>
3. Traces des activités, productions des élèves : <i>réalisation pratique chaque fois que possible - productions (écrites, graphiques, iconographiques...)</i>
<u>Mobiliser ses connaissances</u>
4. Approfondissement scientifique : <i>niveau scientifique supérieur au niveau lycée</i>
<u>Placer son enseignement dans un cadre plus général</u>
5. Culture pédagogique et didactique (organisation des activités, mise en oeuvre de l'ECE...)

SUJETS DES ÉPREUVES ORALES - SESSION 2008

Exposé de leçon

Biologie et physiologie animales ou biologie générale

Alternance des formes animales et peuplement du milieu	6ème
Améliorations de la production animale dans un élevage laissé au choix du candidat	6ème
Caractéristiques d'un environnement et répartition des êtres vivants	6ème
Le peuplement des milieux par les animaux	6ème
Une transformation biologique au service de l'alimentation humaine	6ème
Variation de l'occupation d'un milieu au cours des saisons par les animaux	6ème
Conditions de respiration et répartition des animaux	5ème
La circulation du sang	5ème
L'approvisionnement des organes en O ₂ chez l'Homme	5ème
L'élimination des déchets liés au fonctionnement de l'organisme	5ème
L'unité de la respiration chez les êtres vivants	5ème
Modalités de la respiration et milieux de vie	5ème
Origine et devenir des nutriments	5ème
De la fécondation à la naissance dans l'espèce humaine	4ème
La puberté : acquisition de l'aptitude à se reproduire	4ème
La transmission de l'information génétique	3ème
Les aliments, sources de matière et d'énergie pour l'organisme humain	3ème
Les défenses de l'organisme contre les bactéries	3ème
Les pratiques alimentaires et leurs conséquences	3ème
Perception de l'environnement	3ème
Prévenir les maladies infectieuses	3ème
A partir de différents exemples, construire la notion de boucle de régulation	Lycée
Fonctionnement de l'appareil circulatoire au cours de l'effort	2nde
L'activité cardiaque et son contrôle nerveux	2nde
Réponses de l'organisme à l'effort musculaire	2nde
Diabète, causes et conséquences	1ère S
Du gène à la protéine	1ère S
Du génotype au phénotype aux différentes échelles de l'organisme animal	1ère S
L'activité enzymatique	1ère S
La régulation de la glycémie	1ère S
Le message nerveux	1ère S
Les enzymes : des biocatalyseurs	1ère S
La maîtrise de la reproduction humaine	1ère L et ES
La perception visuelle	1ère L
L'activité cyclique de l'appareil reproducteur féminin	1ère ES et L
Les bases physiologiques d'une alimentation équilibrée	1ère ES et L
Du génotype au phénotype	1ère ES
La transmission synaptique et sa modulation	1ère ES
Les mécanismes de l'évolution	Terminale S
Le SIDA, un dérèglement du système immunitaire	Terminale S
Les anticorps	Terminale S
Les cellules immunitaires	Terminale S
Régulation de l'axe gonadotrope chez le mâle	Terminale S

Exposé de leçon

(suite)

Biologie et physiologie végétales

Les critères de classification du règne végétal	Collège
Comparaison des besoins nutritifs des animaux et des végétaux chlorophylliens	6ème
En exploitant une étude sur le terrain, montrer les relations entre facteurs du milieu et répartition végétale	6ème
Etude d'une plante cultivée de votre choix : intérêt pour l'alimentation humaine	6ème
Fleurs, fruits, graines, leur rôle dans le peuplement des milieux	6ème
Importance de la reproduction dans le peuplement des milieux par les végétaux	6ème
Influence de l'Homme sur le peuplement des milieux	6ème
La gestion rationnelle des cultures au service de l'alimentation humaine	6ème
La multiplication végétative	6ème
La place des végétaux dans les réseaux trophiques	6ème
La transformation de la matière organique du sol	6ème
Le peuplement des milieux par les organismes à spores	6ème
Le peuplement d'un milieu (de votre choix) par les végétaux	6ème
Le peuplement végétal : un facteur de l'occupation du milieu	6ème
Les besoins nutritifs des végétaux	6ème
Les fruits et les graines, leur importance dans le peuplement des milieux	6ème
Les végétaux dans l'alimentation humaine	6ème
Les végétaux et le dioxygène	6ème
L'oxygénation du milieu par les végétaux	6ème
Production de matière chez les végétaux	6ème
Rôles des micro organismes dans la fabrication des aliments, à partir de quelques exemples	6ème
Autotrophie et hétérotrophie à l'échelle de la cellule	2nde
Rôle des végétaux dans les cycles de l'oxygène et du carbone	2nde
Unité et diversité des cellules eucaryotes	2nde
La paroi squelettique des cellules végétales	2nde - 1ère S
Croissance chez les végétaux	1ère S
Cycle cellulaire et conservation de l'information génétique	1ère S
Influence des facteurs de l'environnement sur la morphogenèse végétale	1ère S
La croissance cellulaire et son contrôle chez les végétaux	1ère S
La sortie de terrain, point de départ de l'étude de la morphogenèse végétale.	1ère S
L'auxine	1ère S
Le cycle cellulaire chez les eucaryotes	1ère S
Le port du végétal, résultat d'interactions multiples	1ère S
Les tropismes	1ère S
L'établissement du phénotype chez les Angiospermes	1ère S
Méristèmes et morphogenèse végétale	1ère S
Multiplication et croissance cellulaires chez les végétaux	1ère S
Phytohormones et contrôle de la morphogenèse végétale	1ère S
Quelques exemples de l'influence des facteurs internes et externes sur le développement végétal	1ère S
La gestion raisonnée des forêts et ses bases scientifiques	1ère ES
Le bois : structure et propriétés	1ère ES
Comparaison des cycles de développement d'un mammifère et d'un champignon ascomycète	Terminale S
Chloroplaste et mitochondrie	TS Spécialité
La transgénèse et ses applications	TS Spécialité
L'apport des expériences d'hybridation à la compréhension de l'hérédité	TS Spécialité
Les OGM	TS Spécialité

Exposé de leçon

(suite)

Géologie

L'action de l'eau sur les roches	5ème
L'érosion	5ème
Les roches sédimentaires, archives géologiques	5ème
Les roches sédimentaires, archives géologiques	5ème
L'Homme et son environnement géologique	5ème
Roches et paysages	5ème
Archives géologiques de l'histoire de la vie	4ème
Frontières et mouvements relatifs des plaques	4ème
La "machine Terre"	4ème
La divergence	4ème
Les mouvements des plaques et leurs conséquences	4ème
Les mouvements des plaques et leurs conséquences	4ème
les témoins d'une activité volcanique dans le passé	4ème
Séismes et risques sismiques	4ème
Volcanisme et risques associés	4ème
Volcanisme et sismicité actuels dans le monde	4ème
Circulations atmosphérique et océanique	2nde
La Terre, une des planètes du système solaire	2nde
L'atmosphère de la Terre	2nde
Les variations de la teneur atmosphérique en CO ₂ et leurs conséquences	2nde
Frontières et mouvements relatifs des plaques	1ère S / TS
Les marges passives	1ère S / TS
Les ophiolites	1ère S / TS
Marges et paléomarges	1ère S / TS
Apports de la sismologie à la connaissance de la structure du globe	1ère S
Composition chimique de la Terre	1ère S
Dorsale et lithosphère océanique	1ère S
L'énergie interne de la Terre	1ère S
L'énergie interne du globe et ses manifestations	1ère S
Les méthodes d'étude de la Terre interne	1ère S
Structure et composition de la Terre interne : des données aux modèles	1ère S
L'émergence du genre Homo	1ère L et ES
La gestion de l'eau	1ère ES
L'eau sur la planète : réservoirs et flux	1ère ES
Climats et paléoclimats	Terminale S
La collision	Terminale S
La lignée humaine	Terminale S
La subduction	Terminale S
Les apports des fossiles à la connaissance de l'histoire de la Terre	Terminale S
Les crises biologiques	Terminale S
Les méthodes de datation en géologie	Terminale S
Les témoins d'un océan disparu	Terminale S

**Épreuve professionnelle au niveau lycée
(comportant la présentation de travaux pratiques
et de techniques de classe)**

Biologie et physiologie animales ou biologie générale

Caractères homologues et recherche de parenté	Lycée
Du génotype aux phénotypes	Lycée
Les divisions cellulaires	Lycée
L'information génétique et ses modifications	Lycée
Stabilité et variabilité du matériel génétique	Lycée
Autotrophie et hétérotrophie des cellules eucaryotes	2nde
Construire et illustrer la notion de plan d'organisation	2nde
Diversité et unité des êtres vivants à différentes échelles	2nde
Le cœur et son activité	2nde
Le matériel génétique dans les cellules eucaryotes	2nde
Organisation comparée des vertébrés	2nde
Réponses de l'organisme à un effort musculaire	2nde
De l'ADN aux protéines	1ère S
L'activité enzymatique et ses variations	1ère S
Le message nerveux	1ère S
Le réflexe de posture	1ère S
Le réflexe myotatique	1ère S
Les enzymes : des catalyseurs biologiques	1ère S
Phénotypes diabétiques et glycémie	1ère S
La perception visuelle	1ère L
Gamètes et fécondation	1ère ES et L
L'alimentation humaine	1ère ES et L
L'évolution humaine	1ère ES et L
Antigènes et anticorps	Terminale S
Argumenter la notion d'évolution à partir de méthodes d'approches variées	Terminale S
L'évolution humaine	Terminale S
La diversité des anticorps	Terminale S
La méiose et ses conséquences génétiques	Terminale S
Les cycles sexuels et leur contrôle	Terminale S
Les lymphocytes, acteurs de la réponse immunitaire	Terminale S
Méiose et fécondation	Terminale S
Ovaire, utérus et complexe hypothalamo-hypophysaire	Terminale S
Mendel et Morgan : les fondements de la génétique	TS spécialité
Métabolisme des cellules hétérotrophes	TS spécialité

**Épreuve professionnelle au niveau lycée
(comportant la présentation de travaux pratiques
et de techniques de classe)**

(suite)

Biologie et physiologie végétales

L'utilisation en classe de cultures végétales	Lycée
Utilisation des levures en classe	Lycée
Autotrophie et hétérotrophie	2nde
Cellules animales et cellules végétales	2nde
Les végétaux et le dioxyde de carbone	2nde
Unité et diversité des cellules végétales	2nde-1ère
Caractéristiques structurales et fonctionnelles de la cellule végétale	2nde-1ère S
La division cellulaire	2nde-1ère S
Unité et diversité des cellules d'un végétal	2nde-1ère S
La paroi squelettique des cellules végétales	1ère S-1ère ES
Division et croissance cellulaires chez les végétaux	1ère S
Du génotype au phénotype	1ère S
Influence des facteurs externes sur le port des végétaux	1ère S
La construction d'un végétal	1ère S
La croissance cellulaire des végétaux et l'auxine	1ère S
La multiplication cellulaire dans la morphogenèse végétale	1ère S
La variabilité morphologique des végétaux	1ère S
Le cycle cellulaire chez les végétaux	1ère S
Les facteurs agissant sur le développement végétal	1ère S
Les hormones et le développement des végétaux	1ère S
Les hormones végétales	1ère S
Les tropismes	1ère S
La croissance racinaire	1ère S
Utilisation de végétaux dans l'alimentation humaine	1ère L
Le bois : structure et propriétés	1ère ES
Le bois : tissu et matériau	1ère ES
La méiose et ses conséquences génétiques à partir d'exemples pris chez les végétaux	Terminale S
La méiose et ses conséquences génétiques à partir d'exemples pris chez des organismes à phase haploïde dominante	Terminale S
Le cycle de développement d'un champignon et son intérêt génétique	Terminale S
Diversité et complémentarité des cellules dans un végétal chlorophyllien	TS Spécialité
Etude structurale et fonctionnelle de la cellule chlorophyllienne	TS Spécialité
La feuille, organe photosynthétique	TS Spécialité
La photo-autotrophie pour le carbone	TS Spécialité
La photosynthèse	TS Spécialité
Le chloroplaste	TS Spécialité
Les débuts de la génétique : des expériences d'hybridation à la théorie chromosomique de l'hérédité	TS Spécialité
Les réserves chez les végétaux	TS Spécialité
Respiration et fermentation à l'échelle de la cellule	TS Spécialité

**Épreuve professionnelle au niveau lycée
(comportant la présentation de travaux pratiques
et de techniques de classe)**

(suite)

Géologie

A partir de quelques exemples, montrez les intérêts et limites de l'utilisation de modèles en Géologie	2nde
Energie solaire et circulation atmosphérique	2nde
La température à la surface de la Terre	2nde
L'énergie solaire reçue à la surface de la planète Terre	2nde
Les circulations océaniques	2nde
Les interactions océan - atmosphère	2nde
A partir de quelques exemples, montrez les intérêts et limites de l'utilisation de modèles en Géologie	1ère S - TS
L'océan Atlantique et ses marges	1ère S - TS
L'océan Pacifique et ses marges	1ère S - TS
Les apports de l'étude des fossiles en géologie	1ère S - TS
Les ophiolites et la lithosphère océanique	1ère S - TS
Magmatisme et tectonique des plaques	1ère S - TS
Marges et paléomarges passives	1ère S - TS
Apports de l'étude des océans à la géodynamique interne	1ère S
Composition chimique de la Terre	1ère S
Composition de la lithosphère : des roches à la chimie.	1ère S
Divergence et magmatisme	1ère S
Formation et évolution de la lithosphère océanique	1ère S
La divergence	1ère S
La structure interne de la planète Terre	1ère S
La tectonique des plaques	1ère S
Les apports de la sismologie à la connaissance du globe	1ère S
Les dorsales océaniques	1ère S
Les marges passives	1ère S
Les matériaux des enveloppes accessibles de la planète Terre	1ère S
L'océan indien et ses marges	1ère S
Magmatisme et tectonique des plaques	1ère S
Mouvements relatifs des plaques	1ère S
L'eau, ressource renouvelable et fragile	1ère ES
L'eau sur la planète	1ère ES
Convergence et magmatisme	Terminale S
La datation relative des événements géologiques	Terminale S
Les apports des observations microscopiques à la compréhension des phénomènes géologiques	Terminale S
Les archives climatiques de la Terre	Terminale S
Les crises biologiques	Terminale S
Les critères d'appartenance à la lignée humaine	Terminale S
Les marges actives	Terminale S
Les marqueurs de la subduction	Terminale S
Les ophiolites	Terminale S
Les paléoclimats	Terminale S
Les témoins de la collision	Terminale S
Les témoins de la subduction et de la collision dans les alpes franco-italiennes	Terminale S
Les témoins d'un océan disparu dans la chaîne alpine	Terminale S
Les variations du niveau de la mer	Terminale S
Mouvements relatifs des plaques	Terminale S

LISTE DES OUVRAGES ET DOCUMENTS DISPONIBLES POUR LA SESSION 2009

La bibliothèque de l'agrégation interne et du CAERPA de sciences de la vie – sciences de la Terre et de l'Univers est constituée par la fusion des bibliothèques du CAPES externe / CAFEP de sciences de la vie et de la Terre et de l'agrégation externe de sciences de la vie - sciences de la Terre et de l'Univers.

Se reporter aux deux listes de référence inscrites en annexe des rapports de jury correspondants.

EN CONCLUSION

Les objectifs du concours sont, pour le système éducatif d'améliorer la qualité de l'enseignement, et pour les professeurs de faire reconnaître les compétences professionnelles acquises pour le bien du service. L'observation ultérieure dans les classes des professeurs qui ont réussi montre que ces objectifs sont atteints : le concours remplit donc sa fonction. Ce résultat est acquis au prix d'un travail de fond que les candidats et les structures de préparation au concours gagnent à orienter en s'inspirant des constats et conseils fournis par les rapports du jury.

De la maîtrise des contenus et des techniques d'observation, d'expérimentation, d'information et de communication, dépend la qualité de l'enseignement dispensé. La science et les techniques évoluent vite et il est indispensable d'actualiser en permanence ses connaissances, au-delà même des sciences de la vie et des sciences de la Terre et de l'Univers (constitution de la matière, lois de la thermodynamique, oxydoréduction...). Ceci implique la consultation d'ouvrages et documents scientifiques nouvellement parus ainsi que la connaissance de l'évolution du matériel utilisé au laboratoire, une lecture régulière des revues et ouvrages spécialisés et un partage des informations entre collègues. Le jury est particulièrement attentif à reconnaître parmi les candidats ceux qui font preuve de curiosité et d'enthousiasme pour les sciences enseignées.

Une bonne assimilation des objectifs cognitifs et méthodologiques fixés par les programmes de la sixième jusqu'à la terminale et l'appropriation des modalités de mise en œuvre d'une évaluation régulière sont des axes de formation à développer.

La persévérance paie. Nombreux parmi les professeurs admis par cette voie au grade de professeur agrégé le sont après plusieurs admissibilités. Le jury tient à les féliciter pour cette pugnacité mise au service de l'éducation et de la formation des élèves. Il tient aussi à encourager les futurs candidats aux prochaines sessions. Le travail de préparation pour la réussite au concours est important et lourd pour des professeurs en exercice. Il doit, dans toutes les académies, être encouragé, structuré, fortifié.

* *
*