



Secrétariat Général

Direction générale des
ressources humaines

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Sous-direction du recrutement

Concours du second degré – Rapport de jury

Session 2008

CAPES Externe

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

**Rapport de jury présenté par M. Dominique Larrouy
Président de jury**

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

Sommaire

1. Introduction.....	3
2. Remerciements	6
3. Composition du jury.....	8
4. Maquette du concours	12
5. Epreuves écrites	
5.1 Biologie	
- Sujet	15
- Corrige et commentaire.....	30
5.2 Géologie	
- Sujet	44
- Corrigé et commentaire.....	61
6. Epreuves orales	
6.1 Exposé scientifique	
- Objectifs et commentaire	81
- Liste des exposés de géologie.....	94
- Liste des exposés de biologie	100
6.2 Epreuve sur dossier	
- Objectifs et commentaire	115
- Exemple de dossier.....	135
- Exemple d'exploitation d'un dossier.....	145
7. Annexes	
7.1 Bibliothèque de biologie	147
7.2 Bibliothèque de géologie	156
7.3 Liste des cartes géologiques.....	162
7.4 Liste des cartes de la végétation.....	167
7.5 Bilan statistique détaillé.....	169
7.6 Programme de la session 2009.....	180

1. Introduction

Le nombre de postes mis au concours à la session 2008 du CAPES externe de SVT a diminué de 17% par rapport à la session 2007 mais il est resté stable pour le CAFEP. Le nombre de candidats présents aux deux épreuves écrites ayant diminué de 15%, la sélectivité du concours ne s'est pas accrue dramatiquement par rapport à la session 2007. Le programme et l'architecture du concours n'ayant pas évolué depuis la session 2007, la session 2008 apparaît sans grand changement et les remarques et conseils contenus dans les précédents rapports du jury restent largement d'actualité.

Les épreuves orales se sont déroulées, comme les années précédentes, au lycée Victor Duruy, 33 boulevard des Invalides, Paris 7^{ème}.

L'objectif de ce rapport est de fournir aux futurs candidats tous les renseignements utiles pour réussir. Chaque épreuve fait ainsi l'objet d'un chapitre qui précise notamment les sujets proposés, les objectifs du jury et les résultats obtenus par les candidats.

Les chiffres-clés de la session 2008

	Inscrits	Postes	Non éliminés(#)	Admissibles(*)	Admis
CAPES	3393	307	2543	774	307
CAFEP	733	102	497	102	30

(*) Dont 5 élèves d'une ENS dispensés d'écrit, (#) présents aux deux épreuves

Bilan de l'admissibilité

	Moyenne des candidats non éliminés	Moyenne des admissibles	Barre d'admissibilité
CAPES	6.66	9.94	8.16
CAFEP	5.96	9.35	7.98

Bilan de l'admission

	Admissibles	Non éliminés	Admis
CAPES	774	715	307
CAFEP	102	96	30

	Moyenne des candidats non éliminés	Moyenne des admis	Barre d'admission
CAPES	7.88	10.39	9.04
CAFEP	6.96	9.94	8.9

Comme on pourra le constater à la lecture des statistiques détaillées présentées en fin de rapport, plus des deux tiers des admis sont des élèves de première année d'IUFM dont le taux de réussite (22,6%) est pratiquement deux fois plus élevé que le taux de réussite général (12% des présents). La possession d'une maîtrise (M1), non exigée pour se présenter, fait plus que tripler le

taux de réussite (15.8% vs 4.13%). Quarante candidats admissibles au CAPES ont été admis à l'agrégation et ne se sont pas présentés aux épreuves orales du CAPES. Le concours est très nettement féminisé puisque deux tiers des candidats (et des lauréats) sont des femmes.

Evolution prévisible du concours

D'importantes modifications des concours de recrutement ont été annoncées par le ministère de l'éducation nationale pour la session 2010. En revanche, il n'est prévu aucun changement significatif pour la session 2009 et le programme de la session 2008 a été reconduit (B.O. spécial n° 4 du 29 mai 2008). Comme pour la session précédente, les programmes scolaires sur lesquels porteront les épreuves sur dossier seront ceux en vigueur dans les classes, notamment le nouveau programme de la classe de 3^{ème}.

Pour conclure cette brève introduction je souhaiterais remercier M. Frizon, proviseur du lycée Victor Duruy, et son équipe administrative qui ont permis que cette session se déroule dans d'excellentes conditions matérielles malgré le recul, annoncé tardivement, des dates du baccalauréat.

Mes derniers mots iront aux membres de l'équipe technique et au jury, en particulier à MM. Jean-Louis Michard et Jean-Luc Schneider, vice présidents du jury dont le dévouement et l'efficacité ont permis de sélectionner les lauréats dans la plus grande impartialité.

Dominique LARROUY

Maître de conférences à l'université Paul Sabatier

Président du jury

2. Remerciements

Le jury adresse ses remerciements aux sociétés ou organisations qui ont gracieusement fourni des ouvrages, des cartes ou du matériel mis à disposition des candidats.

Belin

C.C.G.M.

C.E.A.

DeBoeck

Dunod

Encyclopaedia universalis

Quae

Sordalab

Vuibert

3. Composition du jury

Composition du jury

Président

M. Dominique LARROUY Maître de conférences, université Paul Sabatier, Toulouse

Vice-présidents

M. Jean-Louis MICHARD Inspecteur général de l'éducation nationale

M. Jean-Luc SCHNEIDER Professeur, université de Bordeaux 1

Membres du jury

M^{me} Marianne ALGRAIN-PITAVY Professeur agrégé, lycée St Louis, Paris

M. Louis ALLANO Professeur agrégé, lycée Chateaubriand, Rennes

M^{me} Cécile BARBAROUX Maître de conférences, université d'Orléans

M. Yann BASSAGLIA Maître de conférences, université Paris 12 - Val de Marne, Créteil

M^{me} Ghislaine BEAUX Professeur agrégé, lycée Lakanal, Sceaux

M^{me} Anne BERTRAND Maître de conférences, université Bordeaux 1

M. Nicolas BERTRAND Maître de conférences, université Aix-Marseille II

M^{me} Claude BUSSIÈRE IA-IPR, académie de Clermont-Ferrand

M. Jacky CARIOU Professeur agrégé, lycée Pierre de Fermat, Toulouse

M^{me} Marie-Christine CARIOU Professeur agrégé, lycée Jeanne d'Arc, Clermont-Ferrand

M. Claude CENSIER IA-IPR, académie de Dijon

M. Jacky De MONTIGNY Professeur, université Louis Pasteur, Strasbourg

M. Jean-Marc DEMONT Professeur de chaire supérieure, lycée Saint Louis, Paris

M. Marc DESMET Maître de conférences, université de Savoie, Le Bourget le lac

M. Gérard DUTRUGE Professeur agrégé, lycée Claude FAURIEL, Saint-Etienne

M. Jean-Yves DUPONT IA-IPR, académie d'Orléans

M. Eric ESPINOSA Professeur agrégé, université Paul Sabatier, Toulouse

M. Bruno FORESTIER Professeur agrégé, lycée Joffre, Montpellier

M. Alain FARALLI IA-IPR, académie de Marseille

M. Pierre-Jean GODARD	Professeur agrégé, lycée Thiers, Marseille
M. Christophe LAVILLE	Professeur agrégé, LEGT Général Leclerc, Saverne
M ^{me} Marie-Christine GERBE	Maître de conférences, université Jean Monnet, Saint Etienne
M. André GILLES	Maître de conférences, université D'Aix-Marseille I
M. Bernard GISSOT	IA-IPR, Académie de Créteil
M ^{me} FLORENCE GODARD	IA-IPR, académie de Montpellier
M ^{me} Catherine MARUTTI	Professeur agrégé, lycée Val de Garonne, Marmande
M. David GRAINDORGE	Maître de conférences, université de Brest
M ^{me} Marie-Paule GROSSE-TETE	Professeur de chaire supérieure, lycée Thiers, Marseille
MME Myriam HARRY	Professeur, université Paris 12 - Val de Marne, Créteil
M. Loïc LABROUSSE	Maître de conférences, université de Paris VI,
M. Siegfried LALLEMANT	Professeur, université de Cergy-Pontoise
M. Marc PELLESCI	Professeur agrégé, lycée Louise Michel, Bobigny
M ^{me} Catherine LENNE	Maître de conférences, université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand
M ^{me} Christine SAUX	Professeur agrégé, lycée St Louis, Paris
M. Stéphane MAURY	Maître de conférences, université d'Orléans
M. Bertrand STOLIAROFF	Professeur agrégé, lycée Chateaubriand, Rennes
M. Eric PERILLEUX	Professeur de chaire supérieure, lycée Henri IV, Paris
M ^{me} Christiane PERRIER	Professeur de chaire supérieure, lycée du Parc, LYON Cedex 06
M. Daniel POISSON	Professeur de chaire supérieure, lycée Masséna, Nice
M ^{me} Gaelle PROUTEAU	Maître de conférences, université Paris 6
M. Eric QUEINNEC	Maître de conférences, université Paris 6
M. Xavier RAYNAUD	Maître de conférences, université Paris 6
M ^{me} Dominique DUBOIS	Professeur agrégé, lycée Hector Berlioz, Vincennes
M ^{me} Françoise RIBOLA DURANEL	IA-IPR, académie de Versailles
M ^{me} Cécile ROBIN	Maître de conférences, université de Rennes 1
M ^{me} Elena SALGUEIRO	Professeur de chaire supérieure, lycée Janson de Sailly, Paris

M ^{me} Emmanuelle FRANCOIS	Professeur agrégé, lycée Victor HUGO, Besançon
M. Victor WAJSBERG	Professeur agrégé, lycée Henri IV, Paris
M. Pascal THIBERGE	IA-IPR, académie de Caen
M. Jacques TONNELAT	Professeur de chaire supérieure, lycée Ozenne, Toulouse
M. Blaise TOUZARD	Maître de conférences, Université de Bordeaux 1
M. Alain TRENTESAUX	Professeur, Université de Lille 1, Villeneuve d'Ascq
M ^{me} Catherine REEB	Professeur agrégé, université Paris 6

4. Maquette du concours

Composition écrite sur un sujet de biologie (6h)	Coef. 5	100	160
Composition écrite sur un sujet de géologie (5h)	Coef. 3	60	
Exposé Scientifique et entretiens (1h, coef. 5)	Exposé (30 min)	50	100
	Premier entretien (10 min)	20	
	Second entretien (20 min)	30	
Epreuve sur dossier (1h, coef. 3)	Exposé (30 min)	30	60
	Entretien (30 min)	30	

Maquette du concours : nature et durée des épreuves, coefficients

Le sujet de biologie peut comporter plusieurs parties indépendantes et être fondé, en totalité ou en partie, sur des documents à exploiter fournis aux candidats.

Il porte sur un ou plusieurs des domaines du programme de biologie du concours.

Le sujet de géologie peut être fondé sur des documents à exploiter fournis aux candidats. Il porte sur le programme de géologie du concours.

Exposé scientifique suivi de deux entretiens avec les membres du jury

Le candidat tire au sort un sujet portant sur le programme de biologie ou sur le programme de géologie, pouvant comporter un dossier documentaire et demander une présentation pratique ou expérimentale.

Le premier entretien porte sur l'exposé.

Le second entretien porte sur la géologie si l'exposé a porté sur la biologie et inversement

Epreuve sur dossier

Cette épreuve comporte un exposé suivi d'un entretien avec les membres du jury. Elle prend appui sur des documents proposés par le

jury.

Elle permet au candidat de démontrer :

- qu'il connaît les contenus d'enseignement et les programmes de la discipline au collège et au lycée ;
- qu'il a réfléchi aux finalités et à l'évolution de la discipline ainsi que sur les relations de celle-ci aux autres disciplines ;
- qu'il a réfléchi à la dimension civique de tout enseignement et plus particulièrement de celui de la discipline dans laquelle il souhaite exercer ;
- qu'il a des aptitudes à l'expression orale, à l'analyse, à la synthèse et à la communication ;
- qu'il peut faire état de connaissances élémentaires sur l'organisation d'un établissement scolaire du second degré.

5.1 Composition sur un sujet de biologie

SESSION DE 2008

**CONCOURS EXTERNE
DE RECRUTEMENT DE PROFESSEURS CERTIFIÉS
ET CONCOURS D'ACCÈS À DES LISTES D'APTITUDE (CAFEP)**

Section : SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

COMPOSITION SUR UN SUJET DE BIOLOGIE

Durée : 6 heures

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 semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

Remarques importantes :

1. Le sujet comporte 4 parties et 6 documents.
2. Seront prises en compte dans la notation : la clarté de la présentation, la précision de l'analyse, la qualité des illustrations et la rigueur des interprétations et des raisonnements.
3. Certaines figures pourront être jointes à la copie si le candidat considère que des annotations en surcharge constituent des éléments appréciables de réponse aux questions ; il devra alors les coller sur la copie.
4. Les quatre parties du sujet sont indépendantes. Cependant, certaines informations contenues dans le document 5 (2^{ème} partie du sujet) peuvent être utiles pour répondre à la question 4 (4^{ème} partie du sujet).
5. Il n'est pas demandé d'introduction ni de conclusion générales mais seulement de répondre aux questions posées dans l'énoncé.

Partie 1 : Quelques aspects structuraux et fonctionnels de la molécule d'ADN (durée conseillée : 2h).

Structure de la molécule d'ADN

Cinquante-cinq années se sont écoulées depuis que Watson et Crick ont élucidé la structure spatiale de la molécule d'ADN (acide désoxyribonucléique). Avant cela, d'autres chercheurs comme R. Franklin ou encore E. Chargaff ont obtenu des résultats importants pour la détermination de la structure de cette molécule.

Question 1.1

E. Chargaff et ses collègues ont isolé l'ADN de plusieurs organismes différents. Après plusieurs traitements suivis d'une chromatographie, ils ont pu quantifier les bases contenues dans l'ADN. Le document 1 présente les résultats obtenus pour différentes espèces.

► Quelles informations sur la structure de l'ADN peut-on tirer de l'exploitation du document 1?

Question 1.2

Le spectre d'absorption de l'ADN montre une absorbance maximale à 260 nm. A cette longueur d'onde, une molécule d'ADN monocaténaire présente une absorbance supérieure de 37% à celle d'une molécule d'ADN bicaténaire. Cette propriété d'hyperchromicité de la forme monocaténaire peut être utilisée pour mesurer l'effet de la température sur une molécule d'ADN bicaténaire (document 2).

1.2.a : ► Donnez la définition du T_m . Indiquez les principales informations que l'on peut tirer du document 2 ainsi que les relations que l'on peut établir avec le document 1.

1.2.b : La PCR (réaction de polymérisation en chaîne) est une méthode usuelle d'amplification d'un fragment d'ADN, qui utilise classiquement des amorces d'une vingtaine de nucléotides.

► Présentez le principe de cette méthode. Vous préciserez notamment en quoi la connaissance du T_m des amorces utilisées, conditionne la réussite de la PCR.

Tournez la page S.V.P.

Question 1.3

► A partir des données des deux questions précédentes et en vous appuyant sur vos connaissances, présentez sous forme de schémas clairement annotés les éléments essentiels composant la molécule d'ADN ainsi que leur agencement dans la structure de la molécule (Les formules chimiques développées des bases ne sont pas exigées).

Fonction de la molécule d'ADN**Question 1.4**

Le bactériophage T2 est un phage virulent qui produit un cycle lytique chez une souche sensible d'*Escherichia coli*.

1.4.a :

- Schématisez un bactériophage de la série T en indiquant ses principaux constituants.
- Décrivez les différentes étapes d'un cycle lytique chez une souche sensible d'*Escherichia coli*.

1.4.b :

- Analysez le document 3 en précisant notamment dans quels types de molécules sont retrouvés les isotopes radioactifs ^{32}P et ^{35}S .
- Montrez quelles propriétés fondamentales de la molécule d'ADN ont été mises en évidence de cette façon par Hershey et Chase en 1953.

Question 1.5 :

Le document 4 présente les résultats expérimentaux obtenus par Meselson et Stahl en 1958.

- 1.5.a : ► En exploitant le document 4, montrez comment Meselson et Stahl ont mis en évidence une propriété fondamentale de la réplication de la molécule d'ADN

1.5.b : L'initiation de la réplication d'une molécule d'ADN *in vivo* conduit à la formation d'une fourche de réplication.

► À partir de l'exploitation du document 4 et de vos connaissances, réalisez un schéma fonctionnel montrant la progression de cette fourche chez *E. coli*. Votre schéma comportera les différentes molécules essentielles à la réalisation de ce processus.

Partie 2 : D'un gène à la synthèse d'une protéine : exemple de l'insuline humaine (durée conseillée : 1h)

L'insuline humaine active est une protéine formée d'une chaîne A (21 acides aminés) et d'une chaîne B (30 acides aminés). Les deux chaînes A et B sont reliées entre-elles grâce à 2 ponts disulfures. Un troisième pont disulfure relie deux acides aminés de la chaîne A entre-eux (document 5A). La séquence des acides aminés a été déterminée par Sanger en 1955 et la structure tertiaire de la protéine a été établie en 1969. La structure du gène de l'insuline et sa séquence nucléotidique ont pu être caractérisées en 1980.

Question 2.1 :

Grâce à une expérience d'hybridation *in situ*, le gène humain de l'insuline a pu être localisé sur le bras court du chromosome 11.

► Indiquez les différentes étapes permettant, à partir des cellules humaines de votre choix, d'établir ce résultat.

Question 2.2 :

► A partir de l'ensemble du document 5 et de vos connaissances, vous développerez, à l'aide de schémas, les étapes qui à partir du gène de l'insuline permettent d'aboutir à la synthèse de l'insuline active dans une cellule productrice de cette hormone. Vous préciserez notamment la localisation et le type de cellules concernées et indiquerez les différents compartiments cellulaires impliqués dans la synthèse.

Partie 3 : L'insuline et l'homéostasie glucidique (durée conseillée : 1h)

Question 3 :

3.1 : ► À partir de vos connaissances, décrivez l'action de l'insuline dans le maintien de l'homéostasie glucidique. Vous préciserez notamment ses effets sur les cellules cibles ainsi que son mode d'action. Vous préciserez également les modalités de sa sécrétion et le mécanisme par lequel le glucose contrôle ce processus.

3.2 : Le diabète sucré est une maladie caractérisée par une glycémie à jeun supérieure à $1,26 \text{ g.L}^{-1}$.

On distingue le diabète insulino-dépendant et le diabète non insulino-dépendant.

► Présentez, à l'aide de vos connaissances, les mécanismes à l'origine de ces deux maladies.

Partie 4 : Génomique comparée (durée conseillée : 1h30)

La détermination des séquences nucléotidiques complètes du génome d'un nombre de plus en plus important d'espèces a permis la découverte de séquences similaires à celles codant l'insuline humaine. Le document 6 présente quelques données relatives à l'organisation des gènes codant l'insuline et aux séquences protéiques correspondantes dans différentes espèces.

Question 4 :

► Quelles informations concernant la structure des gènes de l'insuline et leur évolution peut-on tirer du document 6 ? *Votre réponse sera précédée d'une introduction et sera suivie d'une conclusion.*

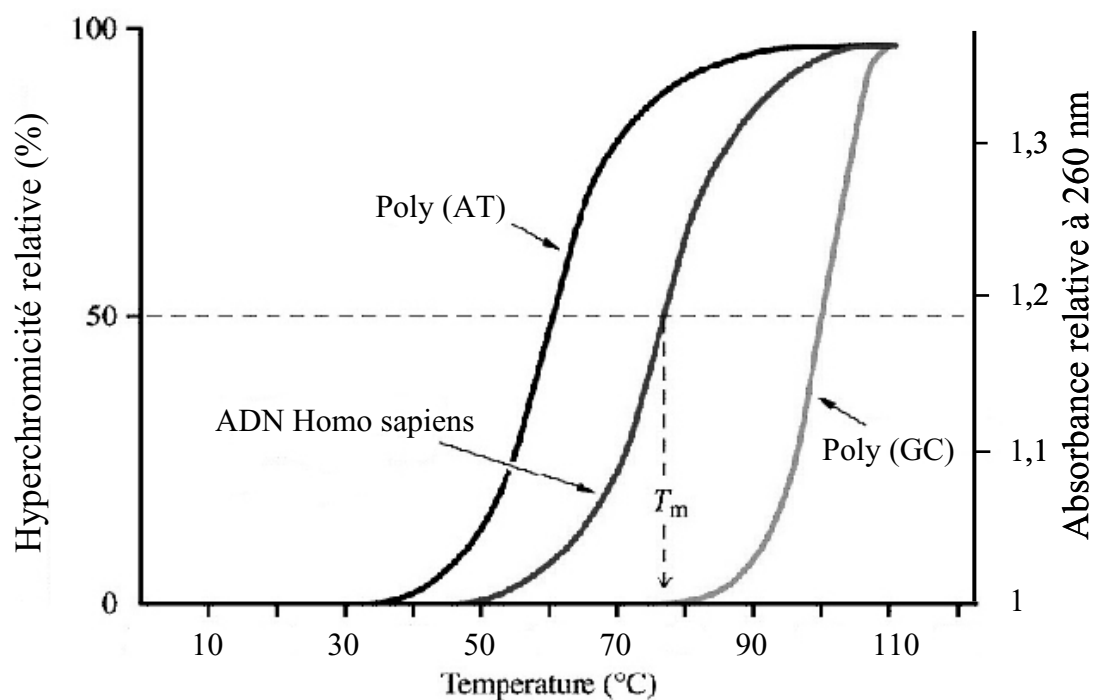
Document 1 : Composition en bases de l'ADN de différentes espèces (%)

Espèces	Provenance de l'ADN étudié	Adénine	Guanine	Thymine	Cytosine
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (Levure)	Culture	31,3	18,7	32,9	17,1
<i>Paracentrotus lividus</i> (Oursin)	Sperme	32,8	17,7	32,1	18,4
<i>Rattus norvegicus</i> (Rat)	Moelle osseuse	28,6	21,4	28,4	21,5
<i>Clupea harengus</i> (Hareng)	Sperme	27,8	22,2	27,5	22,6
<i>Escherichia coli</i> (Bactérie Gram ⁻)	Culture	24,7	26	23,6	25,7
<i>Diplococcus pneumoniae</i> (Bactérie Gram ⁺)	Culture	29,8	20,5	30,6	19
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> (Mycobactérie)	Culture	15,1	34,9	14,6	35,4
<i>Homo sapiens</i>	Sperme	30,9	19,9	29,4	19,8
<i>Sarcina lutea</i> (Bactérie Gram ⁺)	Culture	13,4	37,1	12,4	37,1
Bactériophage T7	Lysat bactérien	26	24	26	24
Bactériophage T2	Lysat bactérien	32,7	16,8	33	17,5
Bactériophage PhiX174 *	Lysat bactérien	24,1	23,3	31,2	21,5

* : Bactériophage à génome circulaire et monocaténaire
D'après Chargaff et coll. J Biol Chem. (1950)

Document 2 : Effet de la température sur l'absorption à 260 nm de différentes solutions aqueuses d'ADN double brin.

D'après J. David Rawn Biochimie - Editions Universitaires



Document 3 : Expérience de Hershey et Chase

Un cycle lytique de T2 a été réalisé sur une population d'*E. coli* sensible cultivée dans un milieu contenant des sels de phosphate marqués au ^{32}P . De la même manière, un cycle lytique a été réalisé sur une autre population d'*E. coli* sensible, cultivée dans un milieu contenant des sels de sulfate marqués au ^{35}S . Ces deux populations de phages « ^{32}P » et « ^{35}S » ont été récupérées et ont servi à réaliser 2 nouvelles infections indépendantes de bactéries cultivées dans un milieu contenant des sels de sulfate et de phosphate non marqués.

Après un contact de 15 minutes, le mélange a été centrifugé à basse vitesse (2000g) et la radioactivité mesurée dans le culot et le surnageant. Le culot obtenu après cette première centrifugation a ensuite été soumis à une agitation vigoureuse à l'aide d'un mixer pendant 3 minutes et la radioactivité a été mesurée après une nouvelle centrifugation (2000g) dans les différents échantillons.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de ces expériences.

Population de phages utilisée pour l'infection	Phages ^{32}P		Phages ^{35}S	
	Surnageant	Culot	Surnageant	Culot
Répartition de la radioactivité après la première centrifugation basse vitesse (2000g)	10 %	90 %	16%	84%
Répartition de la radioactivité après agitation suivie d'une deuxième centrifugation basse vitesse (2000g)	18%	82%	81%	19%

D'après A.D. Hershey et M. Chase : The Journal of General Physiology (1952)

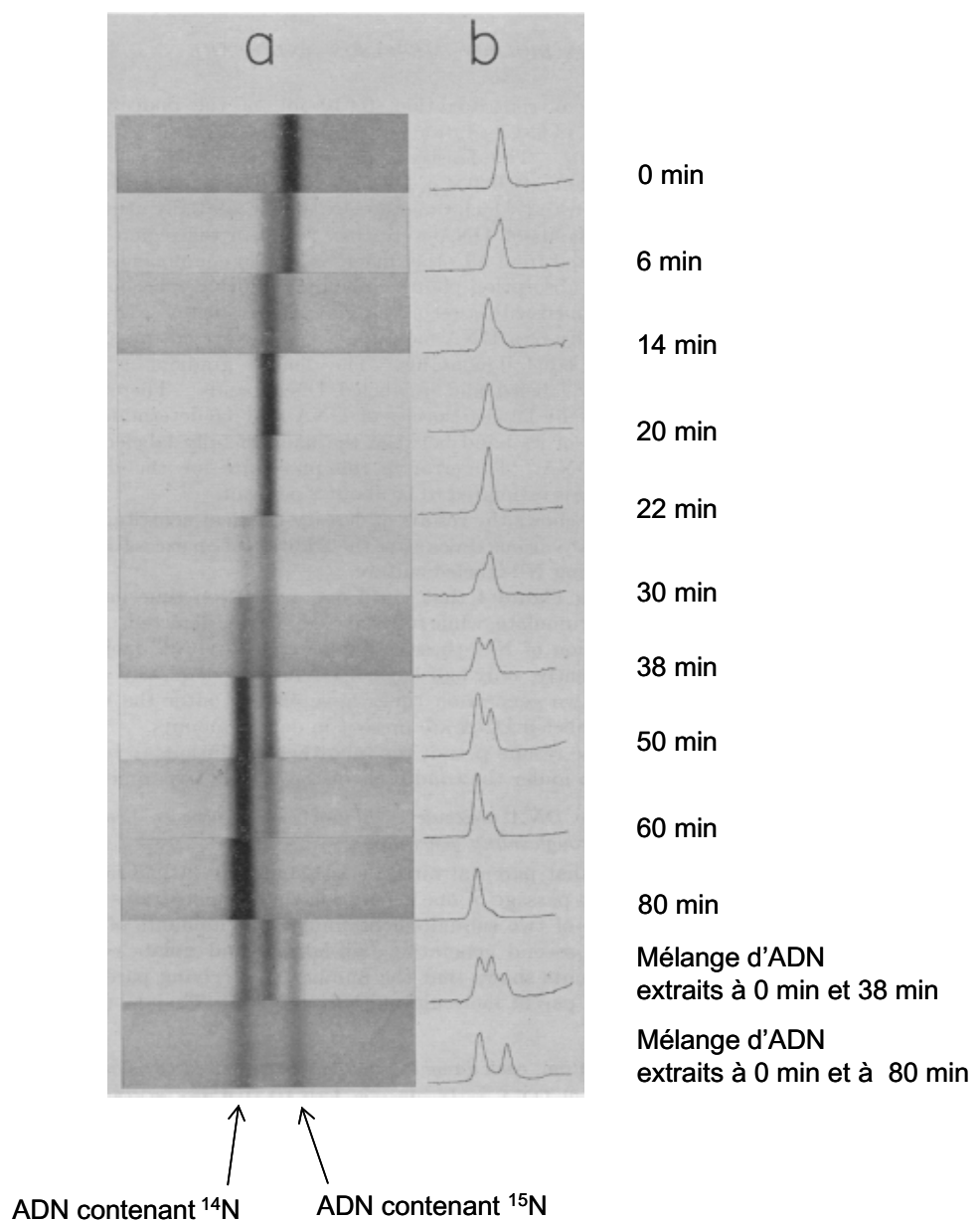
Document 4 : Expérience de Meselson et Stahl (1958)

Une culture d'*Escherichia coli* a été réalisée pendant 14 générations sur un milieu contenant du chlorure d'ammonium dont l'azote est l'isotope lourd ^{15}N ($^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$). La culture est ensuite diluée dans un milieu contenant du chlorure d'ammonium dont l'azote est l'isotope léger ^{14}N ($^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$). A intervalles de temps réguliers, une fraction de la culture est prélevée, l'ADN extrait est soumis à une ultracentrifugation en gradient de chlorure de césium puis visualisé sous lumière ultraviolette.

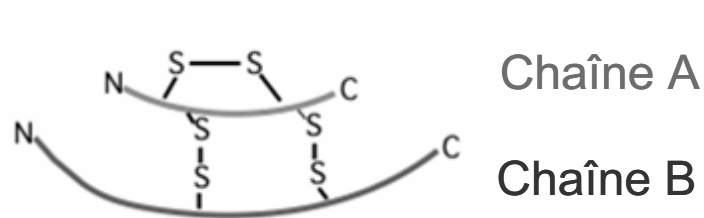
Le temps de génération de la souche utilisée est de 20 min.

a : visualisation de l'ADN dans le gradient de césium.

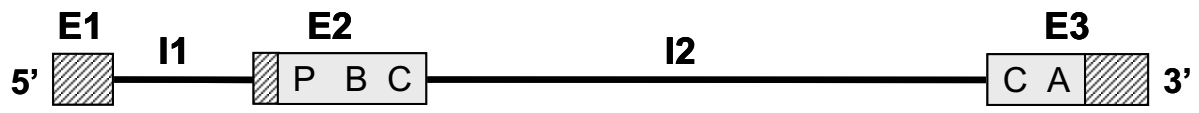
b : profil densitométrique des photographies présentées en a.



Document 5A : Structure de la forme active de l'insuline



Document 5B : Carte du gène humain de l'insuline (source NCBI)



E = exon
 Région non traduite
 Région traduite (PBCA = préproinsuline)

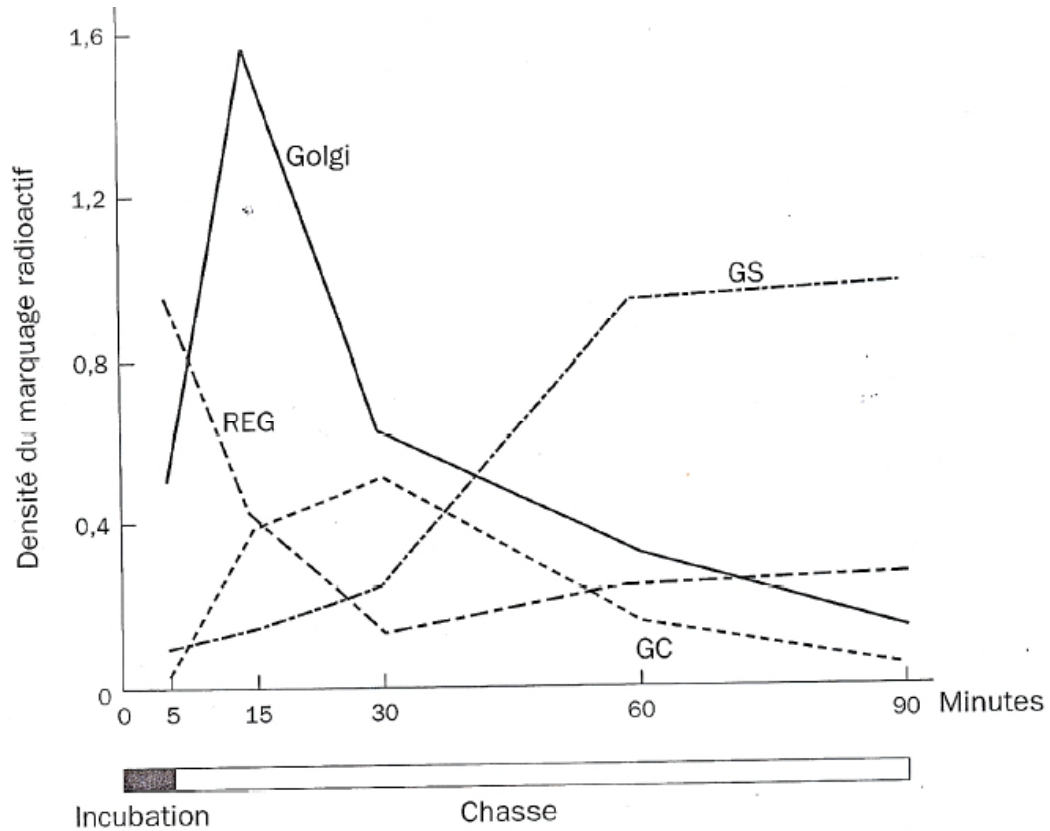
I = intron

Document 5C : Les étapes post-traductionnelles de la synthèse d'insuline.

Préproinsuline (PBCA) → Proinsuline (BCA) → Insuline active (BA)

Document 5D : Des cellules productrices d'insuline sont placées pendant 5 minutes dans un milieu contenant de la leucine marquée au tritium ^3H (incubation), puis pendant 85 minutes dans un milieu contenant de la leucine non radioactive (chasse). La localisation de la radioactivité est déterminée au cours du temps par autoradiographie.

REG : réticulum endoplasmique, GC : vésicules sécrétoires recouvertes et GS : vésicules lisses.



Document 6A : % d'identité en acides aminés de la préproinsuline entre plusieurs espèces comparées deux à deux. (Source : NCBI)

	<i>H. sapiens</i>	<i>P. troglodytes</i>	<i>C. lupus</i>	<i>M. musculus</i>	<i>R. norvegicus</i>	<i>G. gallus</i>	<i>D. rerio</i>
<i>Homo sapiens</i>	100						
<i>Pan troglodytes</i> (Chimpanzé)	98,2	100					
<i>Canis lupus</i> (Loup)	88,2	87,3	100				
<i>Mus musculus</i> (Souris) (*)	81,8	80,9	80,9	100			
<i>Rattus norvegicus</i> (Rat) (§)	82,7	81,8	80	94,5	100		
<i>Gallus gallus</i> (Poule)	65,4	64,5	69,2	62,6	64,5	100	
<i>Danio rerio</i> (poisson zèbre) (#)	50,5	51,5	51,5	52,5	50,5	55,8	100

(*) données relatives au gène INS-2 situé sur le chromosome 19

(§) données relatives au gène INS-2 situé sur le chromosome 1

(#) données relatives au gène INS-A situé sur le chromosome 5

Document 6B : Organisation des gènes de l'insuline (INS) de plusieurs espèces : Taille des introns 1 et 2 en paires de bases (d'après Hay et Docherty, Diabetes 2006)

Gènes	Espèces	Intron 1	Intron 2
INS (chromosome 11)	<i>Homo sapiens</i>	179	786
INS (chromosome 11)	<i>Pan troglodytes</i>	179	794
INS (chromosome 11)	<i>Gorilla gorilla</i>	194	783
INS (chromosome 18)	<i>Canis lupus</i>	264	264
INS-2 (chromosome 19)	<i>Mus musculus</i>	119	499
INS-1 (chromosome 7)	<i>Mus musculus</i>	119	0
INS-2 (chromosome 1)	<i>Rattus norvegicus</i>	119	486
INS-1 (chromosome 1)	<i>Rattus norvegicus</i>	119	0
INS (chromosome 5)	<i>Gallus gallus</i>	719	3424
INS-A (chromosome 5)	<i>Danio rerio</i>	99	2428
INS-B (chromosome 14)	<i>Danio rerio</i>	533	2102

Document 6C : Code international des acides aminés :

Acide Aspartique	D
Acide Glutamique	E
Alanine	A
Arginine	R
Asparagine	N
Cystéine	C
Glutamine	Q
Glycine	G
Histidine	H
Isoleucine	I
Leucine	L
Lysine	K
Méthionine	M
Phénylalanine	F
Proline	P
Sérine	S
Thréonine	T
Tryptophane	W
Tyrosine	Y
Valine	V

Document 6D : Alignement des séquences d'acides aminés de la préproinsuline de plusieurs espèces. Les lettres correspondent au code international des acides aminés. (Source: NCBI)

* : acide aminé conservé dans les 7 protéines.

X : acide aminé conservé dans 6 des 7 protéines

+ : acides aminés de propriétés similaires retrouvés dans les 7 protéines.

	Peptide P	Peptide B	
<i>Homo sapiens</i>	1 M A L W M R L L L P L L A L L A L L W G P D P A A A A	F V N Q H L C G S H L L V E A L Y L V C G	44
<i>Pan troglodytes</i>	1 M A L W M R L L L P L L V L L A L L W G P D P A S S A	F V N Q H L C G S H L L V E A L Y L V C G	44
<i>Canis lupus</i>	1 M A L W M R L L L P L L A L L A L L W A P A P T R A A	F V N Q H L C G S H L L V E A L Y L V C G	44
<i>Mus musculus (INS-2)</i>	1 M A L W M R F L P L L A L L F L L W E S H P T Q A A	F V K Q H L C G S H L L V E A L Y L V C G	44
<i>Rattus norvegicus (INS-2)</i>	1 M A L W I R F L P L L A L L I L L W E P R P A Q A A	F V K Q H L C G S H L L V E A L Y L V C G	44
<i>Gallus gallus</i>	1 M A L W I R S L P L L A L L L V F S G P G T S Y A A	A A N Q H L C G S H L L V E A L Y L V C G	44
<i>Danio rerio (INS-A)</i>	1 M A V W I Q A G A L L L V L L V L V S - S V S T N P	G T P Q H L C G S H L L V D A L Y L V C G	43
	* * X * X X X * * * * *	* * * * * * * * * * * * * * *	

	Peptide B	Peptide C	
<i>Homo sapiens</i>	45 E R G F F F Y T P K T	R R E A E E D L Q V G Q V E L G G G P G A G S L Q P L L A L E G S L Q K R	89
<i>Pan troglodytes</i>	45 E R G F F F Y T P K T	R R E A E E D L Q V G Q V E L G G G P G A G S L Q P L L A L E G S L Q K R	89
<i>Canis lupus</i>	45 E R G F F F Y T P K A	R R E V E E D L Q V R D V E L L A G G A P G E G G L Q P L L A L E G A L Q K R	89
<i>Mus musculus (INS-2)</i>	45 E R G F F F Y T P M S	R R E V E E D P Q V A Q L E L G G G P G A G D L Q T L L A L E V A Q Q K R	89
<i>Rattus norvegicus (INS-2)</i>	45 E R G F F F Y T P M S	R R E V E E D P Q V A Q L E L G G G P G A G D L Q T L L A L E V A R Q K R	89
<i>Gallus gallus</i>	45 E R G F F F Y S P K A	R R D V E E Q P L V S S - P L R G - - E A G V L P F F Q Q E E Y E K V K R	86
<i>Danio rerio (INS-A)</i>	44 P T G F F F Y N P K -	R R D V E E P L L G F L P P K S A Q E T E V A D F A F K D H A E L I R K R	87
	X X * * * * *	X * + * X X X * * * * * * * * *	

	Peptide A	
<i>Homo sapiens</i>	90 G I V E Q Q C C T S I C S L Y Q L E N Y C N	110
<i>Pan troglodytes</i>	90 G I V E Q Q C C T S I C S L Y Q L E N Y C N	110
<i>Canis lupus</i>	90 G I V E Q Q C C T S I C S L Y Q L E N Y C N	110
<i>Mus musculus (INS-2)</i>	90 G I V D Q Q C C T S I C S L Y Q L E N Y C N	110
<i>Rattus norvegicus (INS-2)</i>	90 G I V D Q Q C C T S I C S L Y Q L E N Y C N	110
<i>Gallus gallus</i>	87 G I V E Q Q C C H N T C S L Y Q L E N Y C N	107
<i>Danio rerio (INS-A)</i>	88 G I V E Q Q C C H K P C S I F E L L Q N Y C N	108
	* * * * + * * *	* * + X X * * * * * * * * *

Document 6E: Alignement des séquences d'acides aminés des produits des deux gènes de l'insuline chez trois espèces de Vertébrés possédant deux gènes de l'insuline. (Source : NCBI)

* : acides aminés identiques dans les deux séquences

<i>Mus musculus</i>				
INS-2	1	MALWMRFLPLLALFLWESHPTQA	FVKQHLCGSHLVEALYLVC	44
INS-1	1	MALLVHFLPLLALLALWEPKPTQA	FVKQHLCGPHLVEALYLVC	44
		* * * * *	* * * * *	
INS-2	45	ERGFYTPMSRREVEDPQVAQLELGGGPGAGDLQTLALEVAQQR	RREVEVDPQVEQLELGGSPGDLQTLALEVA-RQR	89
INS-1	45	ERGFYTPKSRREVEVDPQVQLELGGGPEAGDLQTLALEVARQR	RREVEVDPQVQLELGGPEAGDLQTLALEVARQR	87
		* * * * *	* * * * *	
INS-2	90	GIVDQCCCTSI CSLYQLENYCN	GIVDQCCCTSI CSLYQLENYCN	110
INS-1	90	GIVDQCCCTSI CSLYQLENYCN	GIVDQCCCTSI CSLYQLENYCN	108
		* * * * *	* * * * *	
		Peptide A	Peptide B	
		Peptide C	Peptide B	
<i>Rattus norvegicus</i>				
INS-2	1	MALWIRFLPLLALLLWEPKPTQA	FVKQHLCGSHLVEALYLVC	44
INS-1	1	MALWMRFLPLLALLLWEPKPTQA	FVKQHLCGPHLVEALYLVC	44
		* * * * *	* * * * *	
INS-2	45	ERGFYTPMSRREVEDPQVAQLELGGGPGAGDLQTLALEVARQR	RREVEVDPQVQLELGGPEAGDLQTLALEVARQR	89
INS-1	45	ERGFYTPKSRREVEVDPQVQLELGGGPEAGDLQTLALEVARQR	RREVEVDPQVQLELGGPEAGDLQTLALEVARQR	89
		* * * * *	* * * * *	
INS-2	90	GIVDQCCCTSI CSLYQLENYCN	GIVDQCCCTSI CSLYQLENYCN	110
INS-1	90	GIVDQCCCTSI CSLYQLENYCN	GIVDQCCCTSI CSLYQLENYCN	110
		* * * * *	* * * * *	
		Peptide A	Peptide B	
		Peptide C	Peptide B	
<i>Danio rerio</i>				
INS-A	1	MAVWIRQAQALLVLLVSSVSTNP	GTPQHLGGSLLVDALYLVC	43
INS-B	1	MVLILLQA-SVLLILLASLPGSSQS	SPSQHLGSSLLVDALYLVC	42
		* * * * *	* * * * *	
INS-A	44	PTGFFYNPKRDVEPLLGFLPKSAQETEVAADFADFADDP	GRDLETLALLSNLAGYEAAADDP	87
INS-B	43	PRGFFYTNRR	GRDLETLALLSNLAGYEAAADDP	86
		* * * * *	* * * * *	
		Peptide B	Peptide C	
		Peptide C	Peptide B	
INS-A	88	GIVEQCCHKPCTIYHLEDYCS	GIVEQCCHKPCTIYHLEDYCS	108
INS-B	87	GIVEQCCHKPCTIYHLEDYCS	GIVEQCCHKPCTIYHLEDYCS	107
		* * * * *	* * * * *	

Correction et commentaires

Le concours du CAPES a pour objectif le recrutement de professeurs. Il sélectionne à cet effet des candidats ayant des connaissances de base suffisantes dans les différents domaines de la biologie, possédant de bonnes capacités d'analyse et de synthèse et dont l'expression écrite est irréprochable.

Le sujet de biologie du concours 2008 a été construit dans cette optique. Il était composé de quatre parties relativement indépendantes couvrant plusieurs parties du programme du concours. Il était néanmoins construit de manière progressive. En effet, il partait de la structure de la molécule d'ADN, pour passer au niveau cellulaire en prenant comme exemple l'expression du gène codant l'insuline puis la synthèse, la maturation et la sécrétion de cette protéine. Le choix de l'insuline a permis de passer ensuite au stade de l'organisme en étudiant l'action de cette hormone dans le maintien de l'homéostasie glucidique chez l'homme pour aborder à la fin du sujet des aspects de génomique comparative concernant cette molécule chez quelques vertébrés. Pour l'ensemble du sujet, plus de 40% des points étaient attribués à l'analyse de documents.

- Dans la première partie, il a ainsi permis d'évaluer les connaissances des candidats portant sur la structure de l'ADN ainsi que leur capacité à mettre en évidence certaines de ses propriétés et fonctions. Cette première partie permettait également d'évaluer les capacités d'analyse de résultats expérimentaux. La priorité était volontairement donnée à des expériences historiques dont la connaissance et la compréhension sont essentielles pour des futurs enseignants de SVT (expériences de Chargaff, Hershey et Chase, Meselson et Stahl). Cette partie a également permis de vérifier la compréhension du principe de quelques techniques usuelles de biologie moléculaire comme la PCR.
- La seconde partie en abordant l'étude de la localisation de l'expression d'un gène puis la synthèse d'une protéine permettait d'évaluer les connaissances et les capacités de raisonnement dans le domaine de la biologie cellulaire en privilégiant les méthodologies et l'analyse de documents.
- La troisième partie, très classique, permettait d'évaluer les connaissances dans le domaine de la communication hormonale et l'étude d'une boucle de régulation. Cette partie abordait également les pathologies liées aux dysfonctionnements de cette boucle. Des notions élémentaires sur l'étiologie des diabètes de type 1 et 2 étaient attendues.
- La fin du sujet consistait en une analyse de plusieurs documents sur l'organisation du gène de l'insuline dans plusieurs espèces et la comparaison de leur séquence. Cette partie permettait d'évaluer les aptitudes à analyser les résultats de plusieurs documents et à en déduire des hypothèses pertinentes.

Remarques générales :

Le jury a apprécié la bonne présentation de très nombreuses copies. Les différentes questions et parties étaient bien dégagées. Les schémas étaient généralement de bonne taille, légendés correctement, colorés pour dégager les aspects importants. Un certain nombre de copies montrent des qualités de rédaction avec une orthographe et une expression très satisfaisantes. Ces points sont à souligner d'autant plus que ce sont des qualités exigées pour un futur enseignant.

Il reste cependant des copies peu soignées (petits schémas, écriture quasi illisible, absence de couleurs, ratures...), difficiles à lire en raison d'une mauvaise expression et d'une orthographe déplorable et qui en sont évidemment sanctionnées. Le jury rappelle qu'il convient de suivre avec attention les consignes imposées par le sujet. Une analyse de résultats expérimentaux ne

doit pas être prétexte à une restitution de connaissances qui n'apporte rien au niveau de l'analyse des résultats. Ces développements hors sujet ne sont pas notés et conduisent à une perte de temps pouvant être préjudiciable pour terminer le sujet dans les délais impartis.

La capacité à exploiter un document est une compétence fondamentale qui doit être maîtrisée par un futur professeur de SVT. Le jury constate trop souvent des difficultés dans la compréhension des documents, dans leur exploitation ou dans la manière de formuler des conclusions pertinentes. Les documents sont trop souvent exploités sans méthode et sans rigueur. Dans de nombreuses copies, l'analyse se résume à des répétitions sous forme de paraphrases, de mélanges de faits expérimentaux et de conclusions sans lien les uns avec les autres.

Le jury constate malheureusement qu'un nombre non négligeable de candidats ne présente pas un niveau de connaissances suffisant pour réussir l'épreuve écrite du concours.

Quelques exemples d'erreurs rencontrées à plusieurs reprises :

- L'ADN contient du ribose qui de plus est souvent présenté comme un hexose.
- Les liaisons entre les bases de l'ADN se font grâce à des ponts disulfures, voire trisulfures.
- Les hybridations *in situ* pour localiser un gène se font par injection d'une sonde dans une cellule et par visualisation du marquage dans le noyau en prenant soin de prendre une cellule pancréatique car elle seule contient le gène de l'insuline.
- L'épissage des introns est cytoplasmique.
- Les protéines ont une extrémité 5' et 3'.
- Le foie synthétise l'insuline.
- Le glycogène est un stockage de glucose sous forme graisseuse.
- L'Homme est plus évolué que *Danio rerio*.
- Les peptides P et C de l'insuline absorbent les mutations...

Les attentes du jury et les prestations des candidats :

Partie 1 : Quelques aspects structuraux et fonctionnels de la molécule d'ADN

Les attentes du Jury :

Structure de la molécule d'ADN

Question 1.1 Analyse du document 1

Pour l'ensemble des espèces présentées, excepté le bactériophage PhiX174, on constate que $A=T$ et $C=G$. On peut également déduire du tableau que la somme des purines ($A+G$) est égale à la somme des pyrimidines ($C + T$). De même pour l'ensemble des espèces, on constate que % GC (ou % AT) est variable d'une espèce à l'autre. L'ADN du bactériophage PhiX174 ne répond pas à ces critères du fait de sa structure monocaténaire. On peut donc émettre l'hypothèse de l'existence d'une association spécifique entre A et T d'une part et G et C d'autre part, dont il reste à déterminer la nature (cf question suivante).

Question 1.2.a : Définition du T_m . Analyse du document 2 et relations que l'on peut établir avec le document 1.

La température de fusion (T_m melting temperature) correspond à la température à laquelle la moitié des molécules est sous forme simple brin. L'énergie apportée doit être suffisante pour

rompre l'association entre les deux brins d'ADN.

L'exploitation du document 2 permettait de montrer plusieurs points :

- Ces appariements sont faibles car thermolabiles ; la structure des bases azotées permet de suggérer l'existence de liaisons hydrogène.
- L'effet hyperchrome qui correspond au passage d'une molécule de la forme double brin à simple brin est fonction de la température.
- Les courbes sont des sigmoïdes. Ce caractère montre une coopérativité lors de la dénaturation.
- Les courbes poly GC et poly AT sont décalées. L'appariement GC est plus stable que l'appariement AT.
- Pour un ADN d'une espèce donnée, la position de la courbe et la valeur du T_m dépendront du % en GC (Tableau 1).

Question 1.2.b : La PCR (réaction de polymérisation en chaîne) : principe et choix du T_m des amorces utilisées

Il s'agit d'une technique d'amplification exponentielle *in vitro* d'un fragment d'ADN de son choix. Cette méthode nécessite :

1. L'utilisation d'une ADN polymérase thermostable. (Taq polymérase isolée de la bactérie thermophile *Thermus aquaticus*). La réaction doit se faire dans un milieu réactionnel contenant du magnésium, des oligonucléotides amorces et des désoxyribonucléotides triphosphates dans des conditions définies de pH et de force ionique.

2. L'utilisation d'amorces dont la séquence correspond aux bornes du fragment à amplifier et qui doivent respecter un sens permettant une amplification exponentielle. La connaissance du T_m des amorces permet de définir les conditions d'hybridation de ces amorces sur la molécule cible.

3. L'utilisation d'un thermocycleur permettant d'assurer les différentes étapes d'un cycle d'amplification qui sera répété plus de 25 fois pour pouvoir obtenir une quantité suffisante d'ADN amplifié:

- la dénaturation de l'ADN cible à une température supérieure à 90°C.
- l'hybridation des amorces à une température à choisir en fonction de la composition nucléotidique des amorces.
- l'élongation à la température optimale de fonctionnement de l'enzyme (72°C).

La connaissance du T_m des amorces permet de choisir la température d'hybridation optimale. On choisit généralement une température inférieure de 2 ou 3°C à la température de fusion des amorces.

Question 1.3 : Représentation schématique d'une molécule d'ADN double brin

Il convenait de réaliser un schéma comportant deux chaînes monocaténares, antiparallèles, constituées chacune d'une succession de nucléotides (base, désoxyribose et phosphate). Le schéma devait comporter la nature des liaisons caractérisant un nucléotide, les liaisons hydrogènes unissant les deux chaînes, leur nombre ainsi que les extrémités 5' Phosphate et 3' OH libres. La représentation hélicoïdale était attendue avec les mentions de grand et petit sillon. L'indication de la taille du pas de l'hélice et la mention de l'existence d'autres formes (A ou Z) étaient appréciées.

Prestation des candidats :

Les travaux de Chargaff sont peu connus et l'exploitation des tableaux a été très partielle.

Le fait que la somme des purines (A+G) est égale à la somme des pyrimidines (C + T) n'est pratiquement jamais indiqué. Très peu de candidats (<5%) se sont appuyés sur le fait que PhiX soit monocaténaire (donnée de l'énoncé) pour argumenter et conclure à la complémentarité des bases dans l'ADN bicaténaire. La majorité des candidats a terminé la première question en affirmant l'existence de 2 liaisons hydrogène entre les bases A et T et 3 entre les bases C et G : en aucun cas, l'exploitation des résultats ne permettait d'arriver à cette conclusion.

L'exploitation du document 2 a été la plupart du temps très sommaire. Seule la dénaturation de l'ADN a été régulièrement mentionnée. Le lien avec la question 1 a été très rarement établi malgré la consigne indiquée dans le sujet. Le caractère thermolabile des liaisons entre les deux chaînes n'a presque jamais été indiqué.

La question 1.2.b sur la PCR a été globalement la mieux traitée. Cependant, le caractère exponentiel ainsi que le fait qu'une polymérase thermorésistante soit utilisée a été très souvent oublié.

Les réponses à la question 1.3 ont montré que plus d'un tiers des candidats ne connaît pas la structure de l'ADN. Des erreurs inadmissibles sur la structure ont été rencontrées (existence de ponts disulfures entre les bases, présence d'hexoses, de ribose, oubli du phosphate, présence d'acides aminés, liaisons aberrantes au niveau des nucléotides...). Un tiers des copies comportait une représentation incomplète mais sans erreurs de la molécule. Il manquait souvent le caractère hélicoïdal de la molécule de même que la présence et la signification des extrémités 5' et 3'. La représentation et la description de la molécule ne sont acceptables que dans moins d'un tiers des copies, mais moins de 5% des copies contiennent un schéma complet sans erreurs.

Fonction de la molécule d'ADN

Question 1.4.a : Schéma d'un Bactériophage de la série T et son cycle lytique

Un bactériophage de la série T est constitué d'une tête formée d'une capsidie protéique icosaédrique contenant l'ADN génomique circulaire, d'une queue et de fibres caudales protéiques.

La description du cycle lytique sous forme d'un schéma était appréciée. Il devait comporter les étapes suivantes :

1. Une phase d'infection : reconnaissance phage – bactérie, fixation du phage et entrée de l'ADN.
 2. Une phase d'éclipse : lyse du chromosome bactérien, expression du génome du phage, synthèse des protéines virales, réplication de l'ADN viral.
 3. Une phase de lyse : assemblage du phage, encapsidation ADN et libération des virions.
- Aucun détail moléculaire supplémentaire n'était attendu.

Question 1.4.b : Analyse du document 3. Expérience de Hershey et Chase

L'expérience de Hershey et Chase est l'une des premières expériences de biologie moléculaire dans laquelle des isotopes radioactifs ont permis de tracer des molécules. Ils ont utilisé un marquage isotopique différentiel de chacun des constituants du phage : du phosphore radioactif ^{32}P pour l'ADN et du soufre radioactif ^{35}S incorporé aux protéines de la capsidie.

Ces phages ont été obtenus en effectuant un cycle lytique sur une population sensible de bactéries dans des milieux « ^{32}P » et « ^{35}S » permettant respectivement le marquage de l'ADN et des protéines. Les deux populations ainsi obtenues sont utilisées indépendamment pour infecter des bactéries sensibles dans des milieux «froids».

Après un contact de 15 min, il est possible de séparer par centrifugation à basse vitesse, les bactéries infectées des phages libres non adsorbés. La radioactivité contenue dans le surnageant correspond donc à ces phages libres. Il n'y a pas de différence entre les deux expériences (10 à

16% des phages sont libres dans les deux populations). Le culot contient les bactéries infectées avec les phages adsorbés. Les résultats montrent que la majorité des phages participent à l'infection (90 et 84%).

L'agitation vigoureuse des bactéries infectées permet de se débarrasser des particules adsorbées. Il ne reste alors dans le culot après centrifugation que les bactéries et les molécules du phage ayant pénétré dans les bactéries.

L'analyse de la répartition de la radioactivité montre que ces bactéries ne contiennent que du phosphore radioactif. (82% de la radioactivité ^{32}P dans le culot). L'ADN est donc à l'intérieur des bactéries. Les protéines sont quant à elles retrouvées à l'extérieur (81% de la radioactivité ^{35}S). Les deux autres valeurs 18% et 19% étant du bruit de fond, lié aux conditions expérimentales.

Seul l'ADN a donc pénétré dans la cellule et seule cette fraction sera responsable de la reproduction du phage. La preuve fut ainsi faite, après les expériences d'Avery (transformation du pneumocoque), que l'ADN était le support de l'information génétique.

Question 1.5 :

1.5.a : Analyse du document 4 - Expérience de Meselson et Stahl

Le document 4 présente les principaux résultats obtenus par Meselson et Stahl. Son analyse permet d'arriver à la conclusion que la réplication de l'ADN est semi conservative, confirmant ainsi l'hypothèse émise par Watson et Crick eux-mêmes, dans la publication où ils présentaient le modèle moléculaire de l'ADN.

Les bactéries cultivées pendant 14 générations en présence de molécules azotées ^{15}N sont repiquées sur un milieu contenant des molécules azotées ^{14}N . Des fractions sont prélevées après différents temps correspondant à 1, 2, ou 3 générations. L'ADN est extrait, placé dans la solution de chlorure de césium et soumis à une ultracentrifugation. Les molécules vont se répartir dans le gradient en fonction de leur densité. La position des ADN est visualisée dans le gradient ainsi que sur des profils densitométriques. Les deux dernières photos, intitulées Mélange servent de témoins. Elles permettent de visualiser la position des ADN ^{14}N et ^{15}N et montrer l'existence d'une forme de densité intermédiaire.

À 20 minutes, il n'y a plus d'ADN ^{15}N ; l'ADN extrait a une densité intermédiaire. Une seule division bactérienne s'étant produite, la molécule initiale ^{15}N a été répliquée en deux molécules présentant la même densité. Lors des prélèvements suivants, cet ADN de densité intermédiaire disparaît progressivement au profit d'ADN "léger" (^{14}N). Au terme de deux générations (38 minutes) les quantités d'ADN ^{14}N et d'ADN de densité intermédiaire sont égales. Après 3 générations, l'ADN ^{14}N devient majoritaire. L'apparition de cette forme intermédiaire après la première réplication, qui va ensuite progressivement diminuer au fur et à mesure des réplifications suivantes ne peut s'expliquer que par une réplication semi conservative de la molécule d'ADN.

L'expérience de Meselson et Stahl permet donc de démontrer le mode semi conservatif de la réplication de l'ADN.

Un schéma accompagnant la démonstration du mode de réplication était apprécié.

Il était également possible de partir des trois hypothèses de réplication proposées par Meselson et Stahl (modèle conservatif, modèle semi conservatif et modèle dispersif) et de montrer en exploitant le document que seul le modèle semi conservatif était compatible avec les résultats expérimentaux.

1.5.b : Schéma de la fourche de réplication

Le schéma attendu devait être fonctionnel c'est-à-dire résumer ce qui se passe réellement lors de la réplication. Sa lecture doit permettre de comprendre la réplication et sa progression.

Le schéma devait comporter les éléments suivants :

- la représentation d'une fourche avec indication de la semi conservativité de la réplication au niveau des 2 brins servant de matrice.

- le sens de la synthèse devait être montré. On devait retrouver les différentes orientations 5' et 3' correctement indiquées sur les brins matrices et néosynthétisés.

- la synthèse continue d'un brin et discontinue de l'autre.

- le schéma devait comporter en plus de l'ADN, les acteurs essentiels de la réplication.

Enzymes : Topoisomérases : élimination des super enroulements
ADN hélicase qui rompent les liaisons hydrogènes
Protéine SSB: se lie à l'ADN simple brin, le protège et empêche la reformation du duplex

Primase : synthétise les amorces ARN pour le brin à synthèse discontinue
ADN polIII sur les deux brins ; ADNpolI qui élimine les amorces et les remplace par de l'ADN

Ligase : ligature des fragments d'Okasaki

Autres molécules : amorces ARN.

Prestation des candidats :

La structure d'un bactériophage de la série T est généralement connue. Par contre, dans plus de la moitié des copies, l'intégration de l'ADN phagique qui est caractéristique du cycle lysogénique et non lytique, a été très souvent citée comme préalable à l'expression du génome phagique. La destruction du chromosome bactérien a été très souvent omise. La reconnaissance phage – bactérie a été rarement évoquée.

L'expérience historique de Hershey et Chase est très rarement connue. Seul 5 % des candidats ont analysé correctement les données expérimentales et sont arrivés aux bonnes conclusions. La plupart des candidats n'ont pas su tirer les conclusions essentielles du fait de l'insuffisance de leurs connaissances sur la structure de l'ADN, du cycle du phage et leur aptitude à raisonner à partir de données expérimentales. La question 1.5.a a été la mieux traitée dans cette sous partie. Cependant, de nombreux candidats ont affirmé que la réplication était semi conservative en s'appuyant sur leurs connaissances et non sur les résultats expérimentaux. Généralement, les explications étaient incomplètes et donc insuffisantes pour démontrer le caractère semi conservatif de la réplication. Les copies qui présentaient une analyse rigoureuse de l'expérience et une démonstration basée sur les faits expérimentaux sont à nouveau rares. L'intérêt des mélanges indiqués dans la figure (Témoin permettant de vérifier la position relative des bandes) n'a pas été compris. Enfin, pour un certain nombre de candidats l'isotope ^{15}N est radioactif.

Le schéma fonctionnel de la réplication était rarement complet. Dans la moitié des copies, l'orientation des brins était absente ainsi que le sens de progression de l'ADN polymérase, conduisant à un schéma sommaire et ne répondant pas à l'aspect fonctionnel. Dans un certain nombre de copies, la fourche de réplication était très souvent confondue avec l'œil de réplication.

Cette première partie du sujet s'est révélée assez sélective.

Partie 2 : D'un gène à la synthèse d'une protéine : exemple de l'insuline humaine

Les attentes du jury :

Question 2.1 : Localisation du gène codant l'insuline sur le chromosome XI

La stratégie à suivre pour localiser le gène INS consiste à réaliser une hybridation *in situ* en utilisant comme sonde l'ADN du gène de l'insuline (ADNc ou un fragment spécifique du gène INS) sur des chromosomes métaphasiques. Il convenait de développer en premier lieu la manière de préparer des chromosomes métaphasiques puis d'indiquer comment par hybridation *in situ*, il était possible de localiser le locus du gène INS.

▪ Préparation de chromosomes métaphasiques :

Partir de cellules humaines cultivables.

Réaliser une culture et bloquer les cellules en métaphase de mitose en utilisant un agent antimitotique comme la colchicine ou l'un de ses dérivés.

Réaliser une lyse ménagée des cellules et les fixer sur une lame.

▪ Hybridation *in situ* et détermination de la localisation du gène :

Choisir comme sonde un fragment du gène INS et le marquer (par exemple radioactivement)

Réaliser l'hybridation sur les chromosomes en métaphase.

Localiser le signal d'hybridation et identifier le chromosome XI sur les critères de taille, de position du centromère et d'alternance de bandes sombres et claires après coloration.

Question 2.2 : Synthèse de l'insuline : analyse du document 5 et restitution de connaissances

Lieu de synthèse d'insuline : cellules bêta localisées dans les îlots de Langerhans (pancréas endocrine).

La transcription du gène est effectuée par l'ARN polymérase II et est suivie de modifications post-transcriptionnelles comme la mise en place d'une coiffe à l'extrémité 5', d'une queue polyA à l'extrémité 3' et l'épissage des 2 introns. La spécificité de l'expression du gène INS dans les cellules bêta est essentiellement due à l'expression et à l'action de 3 facteurs de transcription. La combinaison de ces trois facteurs dans les cellules bêta conduit à l'expression spécifique du gène INS. Le messenger mature est constitué des exons 1, 2 et 3. Seule une partie des exons 2 et 3 sera traduite en préproinsuline. L'exploitation des documents 5A, 5B et C ainsi qu'un apport de connaissances permettaient de répondre à cette question. Le jury appréciait la présence d'un schéma légendé accompagnant le texte.

Le document 5D présente l'expérience de Palade permettant la mise en évidence *in vivo* de la production d'insuline et son devenir. L'analyse des résultats expérimentaux et l'apport de connaissances complémentaires devaient permettre de suivre la synthèse de l'insuline active à partir de préproinsuline.

Le principe de l'expérience consiste à incuber des cellules bêta en présence de leucine marquée. Les protéines synthétisées, notamment l'insuline, contiendront de la leucine tritiée et seront détectables par autoradiographie. Cette incubation permettant le marquage est courte (phase de pulse). Le milieu est ensuite additionné de leucine non marquée (phase de chasse). La synthèse des protéines se poursuit mais avec incorporation de leucine non marquée. La progression de la protéine marquée pourra ainsi être suivie. La localisation et la quantification de la radioactivité en fonction du temps permettront de localiser cette progression et de mettre en évidence les différents compartiments cellulaires traversés. L'énoncé de ce principe était attendu car nécessaire pour expliquer les résultats expérimentaux de la figure 5D.

En déterminant la localisation de la radioactivité en fonction du temps, on peut suivre la progression de l'insuline et les différents compartiments cellulaires qui sont impliqués et successivement traversés (Réticulum endoplasmique granulaire – Appareil de Golgi – Vésicules de sécrétion recouvertes – Vésicules de sécrétion lisses).

Sans apport de connaissances complémentaires, l'analyse du document ne permettait pas d'aller plus loin dans la précision des réponses. Un apport de connaissances sur les voies de maturation d'une protéine était attendu pour préciser un certain nombre de points.

La synthèse de la préproinsuline se fait au niveau des ribosomes associés au réticulum endoplasmique. La maturation se poursuit dans le réticulum endoplasmique par clivage du peptide signal P et la formation de la proinsuline avec mise en place des ponts disulfures. Des vésicules de transition permettent ensuite le transport de la proinsuline vers l'appareil de Golgi au niveau de la citerne Cis. La présence d'ions Ca^{2+} et Zn^{2+} permet la formation d'hexamères de proinsuline complexés à deux atomes de zinc. Lors de la sortie de l'appareil de Golgi, il y a formation au niveau de la citerne trans, de vésicules recouvertes de clathrine appelées vésicules sécrétoires recouvertes contenant les hexamères de proinsuline. À l'intérieur de ces vésicules, la proinsuline est modifiée par des enzymes qui coupent le peptide C pour donner la forme mature de l'insuline. Ce processus s'accompagne d'une acidification du contenu vésiculaire et du détachement du revêtement de clathrine et formation de vésicules sécrétoires lisses (ou "non recouvertes"). Elles contiennent essentiellement l'insuline et le peptide C en quantité équivalente sous forme hexamérique ayant un aspect de cristal. Le contenu des vésicules est libéré lorsque la cellule bêta est stimulée par un signal approprié.

Prestation des candidats :

Beaucoup de candidats se sont contentés de décrire vaguement l'hybridation d'une sonde sur un ADN nucléaire. Les étapes de la constitution d'un caryotype et de l'hybridation *in situ* ne sont pas toujours correctement maîtrisées par les candidats. Dans plus d'un tiers des copies, diverses erreurs de fond ont été relevées par le jury. Voici quelques exemples : la préparation des chromosomes se fait directement en interphase ou à partir de cellules différenciées comme celles du pancréas, les chromosomes sont recueillis en métaphase après lyse par broyage des cellules et récupération de l'ADN, l'hybridation est réalisée sur des cellules en interphase ou *in vitro* par électrophorèse de l'ADN, la présence de chromosomes en métaphase dans le noyau d'une cellule en interphase...

Les schémas et les explications apportées pour répondre à la question 2.2 sont confus dans plus de la moitié des copies. Les cellules sécrétrices d'insuline ont été en général bien localisées dans les îlots de Langerhans, mais de nombreuses confusions entre cellule alpha et bêta ont été relevées par le jury et un nombre non négligeable de candidats ont localisé les cellules productrices dans le foie. La présence de deux introns au niveau du gène sous-entend pour plusieurs candidats un épissage alternatif, pouvant se faire dans le cytoplasme ou le REG.

Plus de la moitié des candidats n'ont pas utilisé les documents de manière pertinente pour répondre à la question. L'expérience de Palade (5D) n'a pas beaucoup été utilisée ou alors très succinctement. Les structures cellulaires notamment leur organisation et fonctions précises, comme le réticulum endoplasmique ou les vésicules de sécrétion, sont souvent méconnues par les candidats.

Cette partie, qui ne présentait aucune difficulté particulière, a néanmoins été pénalisante pour un certain nombre de candidats.

Partie 3 : L'insuline et l'homéostasie glucidique (durée conseillée : 1h)

Les attentes du jury :

Question 3 : L'insuline et l'homéostasie glucidique

Il convenait dans cette partie de décrire l'ensemble de la boucle de régulation de l'insuline dans le maintien de l'homéostasie glucidique.

L'insuline est une hormone protéique hypoglycémisante permettant le contrôle de la glycémie.

Elle favorise le stockage et l'utilisation du glucose.

La sécrétion de l'insuline :

▪ **Activation :**

Le stimulus principal de la sécrétion d'insuline est le taux de glucose sanguin. Chez l'Homme, toute augmentation au-dessus de 5mM induira la sécrétion d'insuline. D'autres facteurs sont également activateurs, mais en moindre mesure. Il s'agit d'acides aminés comme la leucine et l'arginine, des acides gras libres, les hormones gastro-intestinales comme la gastrine, la sécrétine, le GIP (gastric inhibitory peptide) ou le GLP (glucagon like peptide). La sécrétion peut aussi être déclenchée par un mécanisme nerveux notamment par l'intermédiaire du nerf vague.

▪ **Inhibition**

- adrénaline et noradrénaline
- somatostatine
- facteurs nerveux

Étapes de la sécrétion :

L'augmentation de la glycémie provoque une entrée accrue de glucose par le transporteur insulino-indépendant GLUT2 dans la cellule bêta. Le taux d'ATP qui augmente dans la cellule bêta grâce à la stimulation de la glycolyse, provoque la fermeture des canaux K^+ -ATP dépendant. Cette fermeture entraîne une dépolarisation membranaire et une activation de canaux calcium voltage dépendant. La concentration en calcium intracellulaire augmente et provoque une exocytose de l'insuline et une réouverture des canaux K^+ .

Il existe d'autres voies de signalisation et des mécanismes conduisant à la sécrétion, notamment celles, faisant intervenir les hormones gastro-intestinales ou les acides aminés. Si la mention de ces voies mineures dans les copies était appréciée, les mécanismes n'étaient pas exigés.

Cellules cibles principales : cellules hépatiques, musculaires striées et adipeuses.

Mode d'action sur les cellules cibles :

L'insuline exerce son action en se fixant sur un récepteur spécifique au niveau des cellules cibles. Le récepteur est un hétérotétramère ($\alpha_2\beta_2$) formés de 4 sous unités glycosylées reliées par des ponts disulfures. Les sous-unités α sont extracellulaires et lient l'insuline. Les sous-unités β sont transmembranaires et ont une activité tyrosine - kinase.

L'insuline se fixe au niveau des sous-unités α . Chaque sous-unité peut fixer une molécule d'insuline. La fixation de l'hormone modifie la conformation de la chaîne α . Au niveau de la sous-unité β , il y a alors possibilité de fixation d'ATP et phosphorylation. Le récepteur se trouve activé et phosphoryle à son tour la protéine IRS (insuline responsive substrate) qui va à son tour activer d'autres protéines intracellulaires pour aboutir à différents effets : translocation des transporteurs de glucose à la membrane, activation de la synthèse du glycogène, stimulation glycolyse, activation transcription et expression de protéines.

Action hypoglycémisante :

Effet (a) : entrée de glucose dans les cellules musculaires et adipeuses par le transporteur GLUT4. Il y a augmentation de l'expression du gène et de l'implantation du récepteur à la membrane.

Au niveau de ces cellules cibles, la pénétration du glucose est facilitée par augmentation de la perméabilité de la membrane grâce au recrutement de récepteurs au glucose GLUT4. Il y a enrichissement de la membrane plasmique en transporteurs GLUT4. Pour cela, des vésicules contenant les transporteurs fusionnent avec la membrane. L'entrée du glucose dans les cellules bêta et hépatique est par contre insulinoindépendante.

Effet (b) : stimulation de la synthèse de glycogène (glycogénèse) dans le foie et les muscles et inhibition de la dégradation (glycogénolyse) par activation des enzymes suivantes : glucokinase hépatique, hexokinase dans le muscle et glycogène synthase. Inactivation de la G6 phosphatase dans le foie.

L'indication de la réaction catalysée par ces enzymes était appréciée par le jury.

Effet (c) : stimulation de la glycolyse dans le muscle par l'augmentation de l'expression des gènes de certaines enzymes de la glycolyse (glucokinase, phosphofructokinase, pyruvate kinase).

Action lipogénique :

Effet : dans les adipocytes, elle favorise la captation des acides gras non estérifiés en augmentant l'activité de la lipoprotéine lipase et augmente leur synthèse à partir du glucose (lipogénèse).

Dégradation :

foie et rein, demi-vie courte 5 min

3.2 : Les diabètes insulinoindépendant et non insulinoindépendant.

Diabète de type 1 – insulinoindépendant.

L'insuline est synthétisée en quantité insuffisante ou n'est plus synthétisée du tout, suite à la destruction des cellules bêta des îlots de Langerhans. Les causes de cette destruction peuvent être auto-immunes ou virales. Il existe des prédispositions génétiques à ce type de diabète.

Diabète type 2 – insulinoindépendant.

Les cellules cibles deviennent résistantes à l'insuline. Le mécanisme de résistance est lié à des anomalies de transmission du signal insulinique.

L'origine de ce diabète est souvent liée à une mauvaise hygiène alimentaire. Il existe également des prédispositions génétiques.

La prestation des candidats :

Cette partie est traitée de manière très succincte montrant un assez faible niveau de connaissances dans ce domaine. Le caractère hypoglycémiant de l'hormone est généralement indiqué ainsi que la nature des cellules cibles. Environ 10% des candidats ont néanmoins confondu l'insuline avec le glucagon. La structure du récepteur et la voie de transduction du signal après fixation de l'insuline sont bien décrites dans les bonnes copies. En revanche, les effets sur les cellules cibles sont exposés très succinctement et cela se résume souvent à écrire que l'insuline permet le stockage du glucose sous forme de glycogène sans plus de précisions.

La question sur les diabètes est traitée de façon similaire, sans précisions et trop souvent

avec beaucoup de confusion, voire d'erreurs.

Partie 4 : Génomique comparée (durée conseillée : 1h30)

Question 4 : Quelles informations concernant la structure des gènes de l'insuline et leur évolution peut-on tirer du document 6 ? *Votre réponse sera précédée d'une introduction et sera suivie d'une conclusion.*

Les attentes du jury :

Une introduction était demandée. Le jury attendait qu'elle soit pertinente. Elle devait permettre de cadrer les informations, que l'on pouvait tirer des différents documents et les placer dans le contexte actuel de la génomique et de la connaissance de la séquence complète du génome de nombreuses espèces.

L'analyse des documents proposés, permettait d'une part de comparer l'organisation du gène et la structure de l'insuline et d'autre part de poser un certain nombre d'hypothèses quant à l'évolution de ce gène dans plusieurs espèces.

Organisation du gène et structure de l'insuline :

a) Organisation du gène : Le tableau 6B décrit l'organisation des gènes dans les différentes espèces et précise notamment le nombre et la taille des introns. Si la majorité des gènes INS ont deux introns, on observe une variabilité de taille importante et donc une moins bonne conservation des séquences nucléotidiques correspondantes comparée à celles des séquences codantes.

Chez la souris, le rat et le poisson zèbre, on constate la présence de 2 gènes INS. Chez les deux rongeurs, on observe l'absence d'un intron dans une des deux copies.

b) Conservation générale de l'organisation de la séquence primaire :

On constate une quasi conservation de la taille de la protéine dans les différentes espèces.

L'organisation en domaines est conservée ainsi que l'ordre et le nombre de domaines (PBCA) dans toutes les protéines.

c) La structure 3D de l'insuline est vraisemblablement conservée :

La taille des peptides A et B est identique dans toutes les espèces hormis le peptide B chez le poisson zèbre qui compte un acide aminé de moins. La taille de la protéine active est donc identique à une exception près.

L'association des chaînes A et B pour la formation d'insuline active se fait grâce à 3 ponts disulfures : 1 intra - chaîne pour A et 2 autres inter chaînes entre A et B. Ces ponts s'établissent entre des résidus cystéines. On peut remarquer que ces cystéines sont toutes présentes dans les séquences des différentes espèces analysées. La structure 3D de la protéine est donc vraisemblablement conservée. Les modifications post-traductionnelles, concernant notamment le clivage de P et C ainsi que la mise en place des ponts disulfures, se font probablement selon les mêmes critères.

d) La conservation des séquences entre les différentes espèces n'est pas constante d'un domaine à l'autre :

L'identité en acides aminés, indiquée dans le tableau 6A, n'est pas constante tout le long

de la séquence. On constate que les peptides A et B sont beaucoup plus conservés. Par exemple, le peptide A humain est identique à celui du chimpanzé et du loup. Il en est de même pour le peptide B de l'homme et du chimpanzé. D'une manière générale, les peptides A et B ont une meilleure conservation comparée à celles des peptides P et C. Seuls les peptides A et B constituent la forme active de l'insuline. Les deux autres sont éliminés lors des modifications post-traductionnelles et lors de la maturation de la protéine. Il y a donc une pression de sélection moindre sur les peptides P et C qui n'interviennent pas dans l'activité hormonale de la protéine.

Évolution du gène :

a) Le tableau 6A montre que plus les espèces sont proches phylogénétiquement, plus le % d'identités entre les différentes molécules de préproinsuline est important.

Il serait possible à partir des valeurs présentées dans le tableau 6A de construire un arbre pour l'insuline en utilisant par exemple la méthode UPGMA. Pour la construction de ce phénogramme, il faudrait modifier le tableau 6A, en ne considérant pas le % d'identités mais le % d'acides aminés différents et construire ainsi une matrice de dissemblance.

Une telle méthode est faisable « à la main » si le nombre d'espèces n'est pas trop grand, ce qui est le cas ici mais la construction d'un tel arbre n'était pas exigée. Néanmoins, des points de bonus auraient été attribués aux candidats qui auraient construit cet arbre en utilisant la méthode UPGMA. Le jury attendait uniquement l'indication qu'à partir des données du tableau, il est possible de construire un arbre grâce à l'une des méthodes souvent utilisée comme UPGMA ou Neighbor-Joining par exemple .

b) L'hypothèse de l'horloge moléculaire.

L'horloge moléculaire se définit de la manière suivante : les molécules d'une même classe fonctionnelle évoluent régulièrement dans le temps, à un rythme égal dans les différentes espèces. Le nombre de différences en acides aminés dans les séquences d'espèces différentes peut être utilisé pour avoir une estimation du temps qui s'est écoulé depuis le dernier ancêtre commun à ces espèces. Les molécules subissant de faibles contraintes structurales évoluent plus vite que celles dont la structure est plus contrainte. Les séquences composant le génome pourraient donc être autant d'horloges moléculaires fonctionnant à leur rythme propre.

Qu'en est-il pour l'insuline dans les différentes espèces considérées ? Les peptides A et B sont plus conservés que les peptides P et C. La vitesse d'évolution de la préproinsuline n'est donc pas constante mais dépend du domaine. Les polypeptides P et C vont donc évoluer plus vite ont moins de contraintes que les domaines A et B. L'hypothèse de l'horloge moléculaire ne peut donc pas s'appliquer pour cette protéine.

c) Les espèces possédant deux gènes INS.

Le document 6E présente les alignements des séquences INS1 et INS2 chez le rat, la souris et le poisson zèbre. INS2 est le gène codant l'insuline active pour ces espèces. On retrouve à nouveau des variations de conservation selon les domaines : les peptides C et P sont très peu conservés, comparés aux peptides A et à B. Les cystéines sont à nouveau conservées dans les deux protéines.

Chez *Danio rerio*, les deux protéines ont moins d'identités entre elles que celle des rongeurs. On constate aussi en regardant ces différents alignements et en les comparant à ceux du document 6D que les séquences INS1 du rat et de la souris sont moins conservées qu'INS2 par rapport aux séquences INS de l'Homme et du chimpanzé.

Quelles hypothèses peut-on avancer concernant l'origine des gènes INS1 et INS2 ?

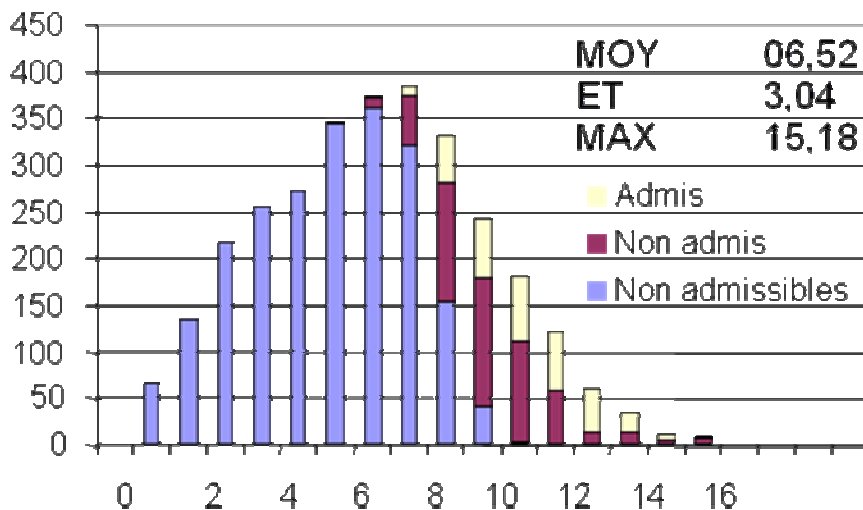
Chez les rongeurs, les deux copies pourraient résulter d'un événement de duplication qui se serait produit dans l'ancêtre commun au rat et à la souris. Dans une telle hypothèse, les deux gènes paralogues ainsi formés se sont maintenus, une copie étant le gène orthologue codant l'insuline chez les autres mammifères. Le jury attendait la définition de gènes paralogues et orthologues.

Chez *Danio rerio*, une hypothèse de duplication peut aussi être posée. On constate cependant que les deux copies présentent plus de différences entre elles que celles des rongeurs. De plus, on constate chez les rongeurs un seul intron dans la seconde copie alors qu'il y en a deux chez le poisson zèbre laissant supposer que l'événement de duplication chez *Danio* est clairement différent de celui qui a eu lieu chez les rongeurs.

Prestation des candidats :

Cette partie du sujet a été traitée de manière beaucoup plus superficielle que les 3 autres. Elle visait à élargir le sujet et à évaluer l'aptitude à raisonner de manière autonome à partir d'un ensemble de documents. Elle visait aussi à tester les capacités à rédiger avec clarté les résultats tirés de l'analyse de plusieurs documents, sans omettre une introduction et une conclusion. Les documents n'ont pas été analysés de façon rigoureuse. Tous les aspects concernant l'organisation et la conservation de l'insuline, qui ne faisait pas appel à des connaissances particulières, n'ont presque jamais été traités. Dans la majorité des copies, uniquement le polymorphisme lié à la taille et au nombre d'introns, ainsi que l'identité de séquences plus grande pour les espèces proches ont été cités sans plus d'explications. Enfin, le jury constate à regret que pour un nombre non négligeable de candidats titulaires d'une licence de biologie, l'Homme est "plus évolué" que *Danio rerio* ou encore que l'Homme est au sommet de l'évolution.

Répartition des notes de biologie



5.2 Composition sur un sujet de géologie

SESSION DE 2008

**CONCOURS EXTERNE
DE RECRUTEMENT DE PROFESSEURS CERTIFIÉS
ET CONCOURS D'ACCÈS À DES LISTES D'APTITUDE (CAFEP)**

Section : SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

COMPOSITION SUR UN SUJET DE GÉOLOGIE

Durée : 5 heures

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 semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

Remarques importantes

1 – Le sujet comprend 10 documents.

2 – Seront prises en compte dans la notation : la clarté de la présentation, la précision et la rigueur de l'analyse des documents, les illustrations personnelles et la rigueur des raisonnements.

3 – Certaines figures pourront être jointes à la copie si le candidat considère que des annotations en surcharge constituent des éléments appréciables de réponse aux questions. Il devra alors les coller sur la copie.

Les évolutions récentes et futures du climat

Le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) fait la synthèse, depuis 2001, de ses travaux dans une série de rapports. Le sujet proposé s'appuie, entre autres, sur quelques-uns des nombreux documents scientifiques de ces rapports.

Vous rédigerez un exposé sur les évolutions récentes et futures du climat. Cet exposé devra s'appuyer sur l'exploitation des documents proposés et devra répondre aux questions ci-dessous. Il sera structuré selon un plan organisé sur deux niveaux (I. A., I. B...) au moins.

Introduction

L'introduction de votre exposé présentera les documents ainsi que l'ordre dans lequel vous envisagez de les utiliser.

Analyse des documents :

Document 1 : Variations de la teneur atmosphérique de CO₂ sur différentes échelles de temps.

Votre commentaire des courbes comprendra notamment :

- les techniques analytiques utilisées pour déterminer la teneur en CO₂ sur les différentes échelles de temps.
- des précisions sur les objets sur lesquels ces mesures ont été réalisées.

Document 2 : Taille des réservoirs du cycle court du carbone et flux entre réservoirs.

Votre exploitation comprendra notamment un schéma du cycle court du carbone précisant les différents réservoirs, leur taille et les flux qui les relient. Vous replacerez les émissions industrielles sur ce schéma.

Vous déterminerez :

- l'augmentation annuelle de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère,
- les temps de résidence du carbone dans le réservoir « terres émergées » et dans le réservoir « océan ».

Vous mentionnerez les processus qui contrôlent les échanges de carbone.

Document 3 : Simulations régionales du changement climatique.

Document 4 : Ecart à la moyenne du niveau marin global d'après les observations des satellites altimétriques TOPEX/Poseidon et Jason-1.

Votre commentaire de ces données précisera notamment la technique de l'altimétrie par satellite.

Document 5 : Fluctuations relatives de la longueur de quatre glaciers du massif du Mont-Blanc depuis 1870.

Votre commentaire du document devra être accompagné d'un schéma d'un glacier de montagne présentant son organisation et ses éléments constitutifs, en veillant à définir les termes utilisés.

Vous préciserez les facteurs qui contrôlent les bilans de masse d'un glacier de montagne.

Document 6 : Evolution des températures à différentes échelles de temps.

Votre commentaire de ces courbes devra préciser :

- les méthodes utilisées pour estimer les températures,
- la signification des barres d'erreur et de la dispersion des valeurs.

Document 7 : La courbe SPECMAP obtenue pour les derniers 800 ka.

Votre exploitation comprendra notamment :

- une définition du rapport $\delta^{18}\text{O}$,
- un schéma de principe de l'outil d'analyse qui permet de le déterminer,
- la (ou les) signification(s) de ce rapport.

Vous préciserez quels processus peuvent être à l'origine des variations de ce rapport au cours du temps.

Document 8 : Températures moyennes dans l'atmosphère actuelle.

Vous ferez une représentation graphique des informations contenues dans le document sur un schéma légendé et commenté de l'atmosphère terrestre. Ce schéma présentera la stratification et l'évolution de la composition de l'atmosphère avec l'altitude.

En une page maximum, vous expliquerez ce qu'est l'effet de serre, ses principaux acteurs et leurs localisations dans l'atmosphère.

Document 9 : Simulations globales du changement climatique.

Vous préciserez la sensibilité des modèles climatiques aux différents scénarios d'émission des gaz mentionnés, grâce à une analyse méthodique des entrées et des sorties des modèles présentés.

Des différentes émissions prises en compte, laquelle (ou lesquelles) vous semble(nt)-t-elle(s) cruciale(s) ?

Quels phénomènes sont responsables de la hausse du niveau des mers envisagée ?

Pour illustrer ce point de manière quantitative, vous évalueriez la hausse du niveau moyen des mers que provoquerait la fonte de 1% des inlandsis. Les valeurs suivantes pourront être utilisées :

Surface totale de la Terre : $5,1 \cdot 10^8 \text{ km}^2$

Volume total des inlandsis : $38 \cdot 10^6 \text{ km}^3$

Densité de la glace : 0,9

Document 10 : Relevés des changements dans la composition atmosphérique.

Votre exploitation comprendra notamment la définition du forçage radiatif, en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Conclusion

Une conclusion d'une page maximum est attendue. Elle récapitulera les faits et arguments utilisés dans les études des évolutions du climat récent, et les prévisions de ses évolutions à venir.

Légendes des documents :

Document 1 : Variations de la teneur atmosphérique de CO₂ sur différentes échelles de temps. (a) Mesures directes du CO₂ dans l'atmosphère. (b) Teneur en CO₂ des carottes glaciaires antarctiques de Vostok. (c) Teneur en CO₂ des carottes glaciaires antarctiques du Taylor Dome. (d) et (e) Teneurs en CO₂ déduites géochimiquement des roches sédimentaires (d'après Rapport du Groupe de Travail I du GIEC, IPCC, Summary for Policymakers, 2007).

Document 2. Taille des réservoirs du cycle court du carbone et flux entre ces derniers. Les valeurs sont exprimées en Petagrammes (10¹⁵ g) de carbone (d'après Houghton, 2003).

Document 3 : Simulations régionales du changement climatique (d'après le Rapport du Groupe de Travail I du GIEC, Christensen *et al.*, 2007)

3A : Changements des cycles annuels de température et de précipitations pour l'Arctique (valeurs moyennes pour les latitudes supérieures à 60°N). Différences entre les valeurs moyennes calculées pour la période 2080-2099 pour le scénario A1B et les valeurs moyennes pour la période 1980-1999. Trait noir : médiane des valeurs des 21 modèles utilisés, domaine hachuré : dispersion des résultats des différents modèles.

3B : Changements des températures et des précipitations annuelles sur l'Afrique. Différences entre les valeurs moyennes calculées pour la période 2080-2099 pour le scénario A1B et les valeurs moyennes pour la période 1980-1999.

Document 4 : Ecart à la moyenne du niveau marin global d'après les observations des satellites altimétriques TOPEX/Poseidon et Jason-1. Les points (ronds blancs pour TOPEX/Poseidon, carrés noirs pour Jason-1) correspondent aux estimations brutes tous les 10 jours. La courbe grise représente un lissage sur 60 jours. La droite noire illustre la corrélation linéaire des données. Le niveau de référence est celui de 1997 (Nerem *et al.*, 2006)

Document 5 : Variations (en m) de la longueur de quatre glaciers du massif du Mont-Blanc depuis 1870. Les distances sont mesurées entre le front du glacier et un point fixe situé en amont du front actuel du glacier (Francou et Vincent, 2007). Une augmentation de la distance mesurée indique un allongement du glacier tandis qu'une diminution de cette distance indique un raccourcissement du glacier.

Document 6 : Evolution des températures à différentes échelles de temps (d'après le Rapport du Groupe de Travail I du GIEC, IPCC, 2007: Summary for Policymakers).

6A : Ecarts à la moyenne relevés dans les températures annuelles combinées de l'air à la surface des terres émergées et à la surface de la mer de 1861 à 2000. Les barres représentent les incertitudes sur les valeurs. La courbe noire donne une tendance lissée sur plusieurs années.

6B : Reconstitutions des températures moyennes de l'hémisphère Nord à partir des cercles de croissance des arbres, des coraux, de carottes glaciaires, de relevés historiques et de données instrumentales pour la période 1000-1999.

La courbe noire représente une tendance lissée des valeurs brutes, la zone hachurée représente la dispersion des valeurs mesurées.

Document 7 : La courbe SPECMAP obtenue pour les derniers 800 ka par la synthèse des variations normalisées du $\delta^{18}\text{O}$ de cinq carottes de sédiments océaniques (Daniel *et al.*, 2000).

Document 8 : Températures moyennes dans l'atmosphère actuelle. Les valeurs de température sont mesurées à différentes altitudes dans l'atmosphère actuelle.

Document 9 : Simulations globales du changement climatique (d'après le Rapport du Groupe de Travail I du GIEC, Christensen *et al.*, 2007)

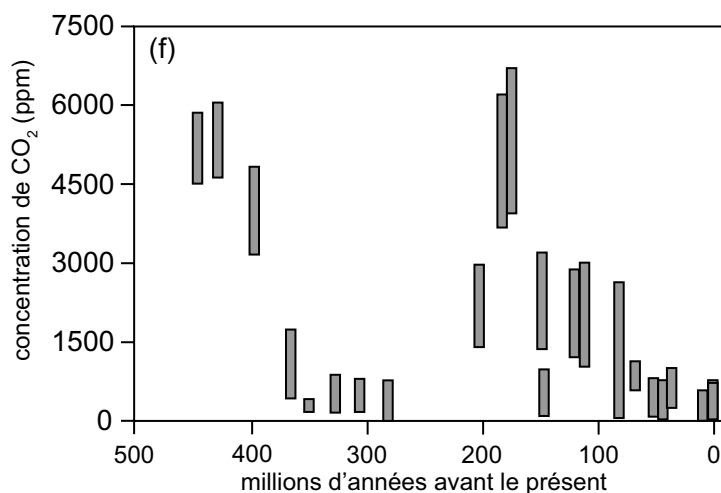
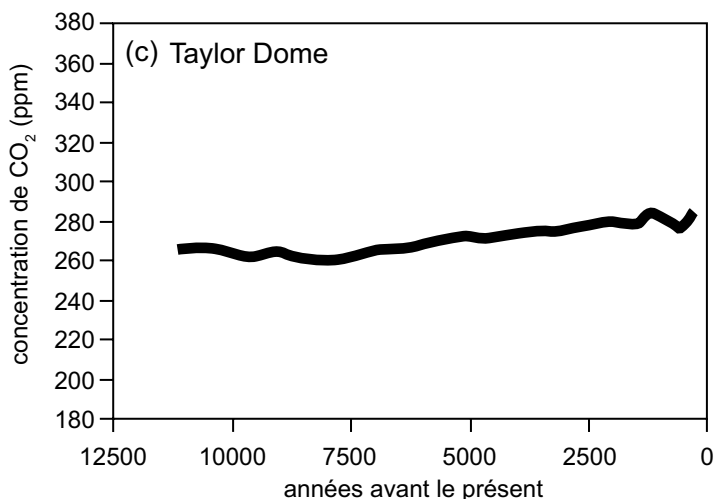
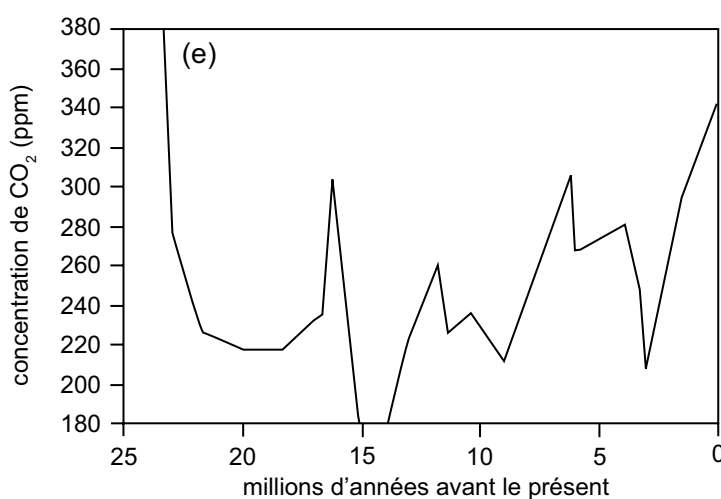
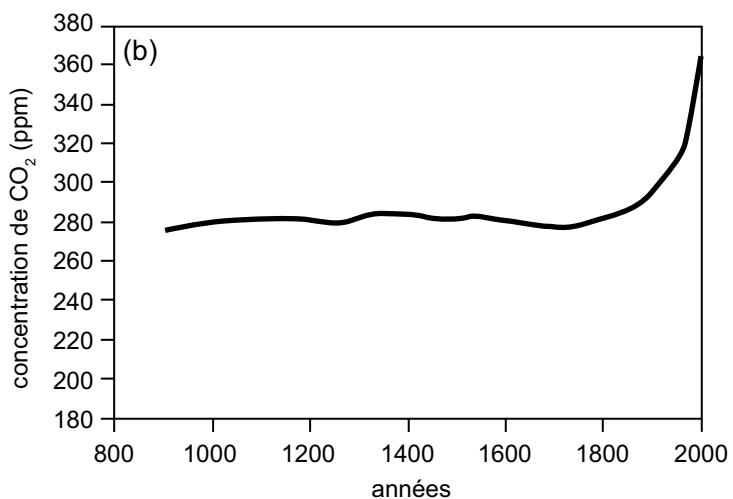
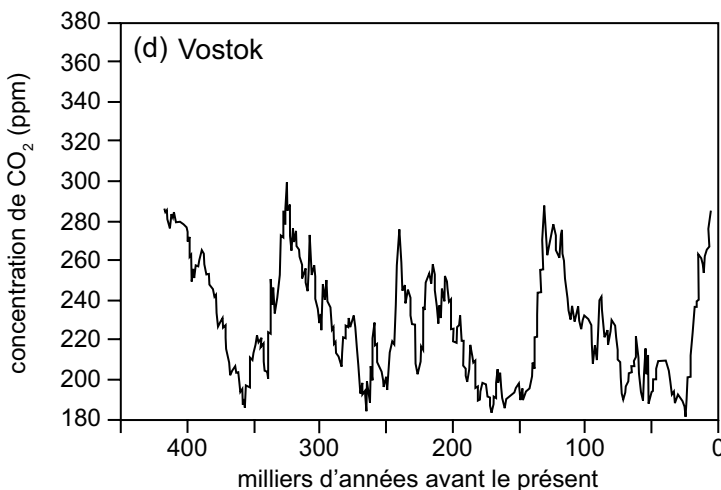
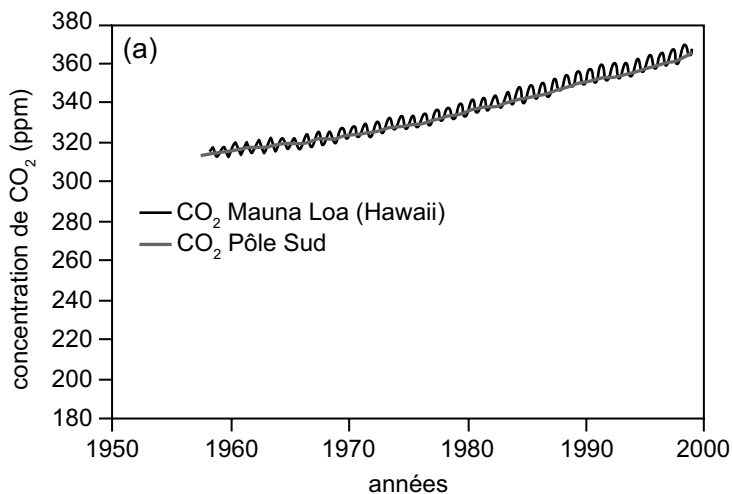
9A : Emissions anthropiques de CO_2 , CH_4 et N_2O pour six des scénarios prospectifs envisagés par le GIEC.

9B : Résultats d'un modèle simple. En haut : projections de la température moyenne mondiale pour les six scénarios présentés en document 9A. En bas : projections du niveau moyen des mers pour les mêmes scénarios. Les zones hachurées représentent l'enveloppe des résultats obtenus par plusieurs modèles pour tous les scénarios envisagés par le GIEC.

Document 10 : Relevés des changements dans la composition atmosphérique (d'après le Rapport du Groupe de Travail I du GIEC, *IPCC, 2007: Summary for Policymakers*). Teneurs atmosphériques en CO_2 , CH_4 , N_2O au cours des 1000 dernières années et forçages radiatifs équivalents. Les données tirées des carottes glaciaires et des névés à plusieurs emplacements en Antarctique et au Groenland sont complétées par les échantillons atmosphériques prélevés directement depuis des dizaines d'années (trait noir pour le CO_2 ; ces données sont incorporées à la courbe en trait fin représentant la moyenne mondiale annuelle pour le CH_4).

Source des documents

- Christensen, J.H., Hewitson, B., Busuioc, A., Chen, A., Gao, X., Held, I., Jones, R., Kolli, R.K., Kwon, W.-T., Laprise, R., Magaña Rueda, V., Mearns, L., Menéndez, C.G., Räisänen, J., Rinke, A., Sarr, A. et Whetton, P. (2007). Regional Climate Projections. *In* : Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. et Miller, H.L. (éds.), *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Daniel, J.-Y., Brahic, A., Hoffert, M., Schaaf, A. et Tardy, M. (2000). – *Sciences de la Terre et de l'univers*. Vuibert, Paris, 634 p.
- Francou, B. et Vincent, C. (2007). – *Les glaciers à l'épreuve du climat*. IRD Éditions et Belin, Paris, 274 p.
- Houghton, R.A. (2003). – The contemporary carbon cycle. *In* : Holland, H.D. et Turekian, K.K. (éds.), *Treatise on Geochemistry*, Elsevier, Amsterdam, 8, p. 473-513.
- IPCC (2007). – Summary for Policymakers. *In* : Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. et Miller, H.L. (éds.), *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Nerem, R.S., Leuliette, E. et Cazenave, A. (2006). – Present-day sea-level change : A review. *C. R. Geoscience*, 338, p. 1077-1083.



Document 1

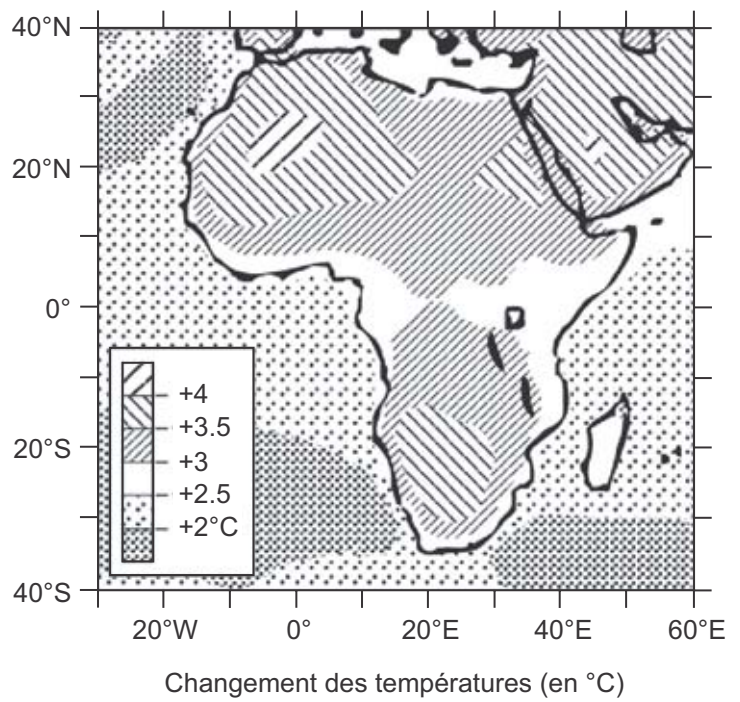
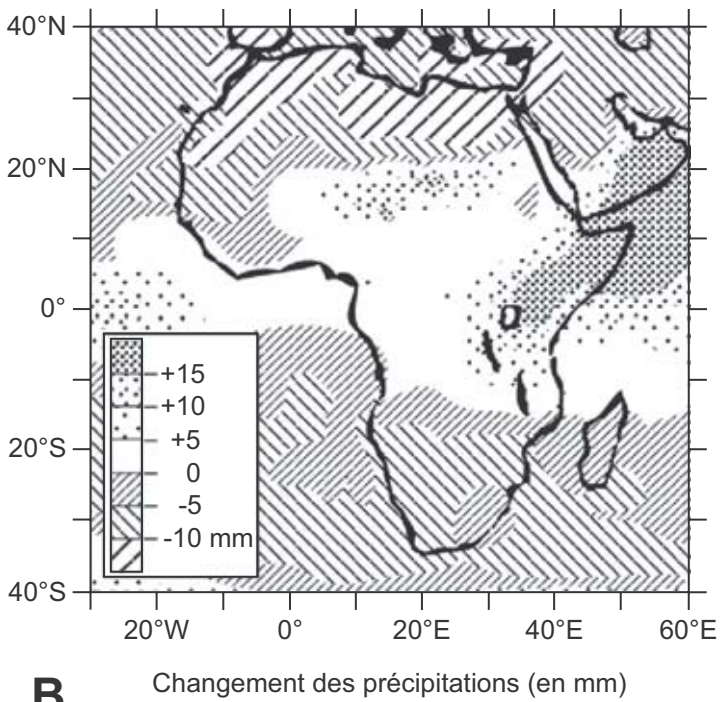
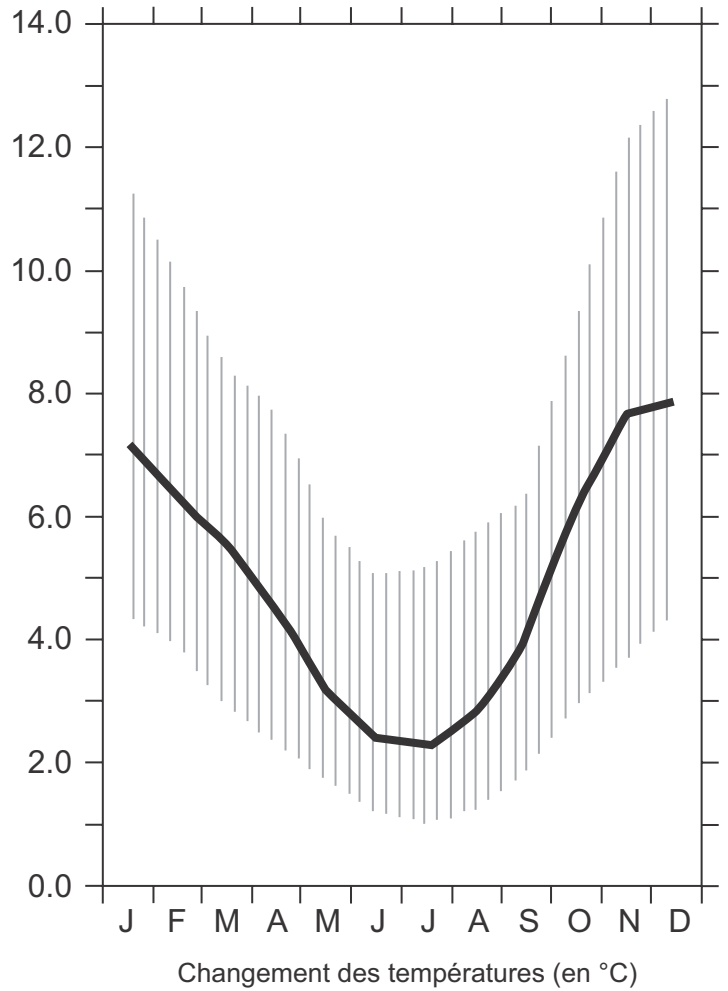
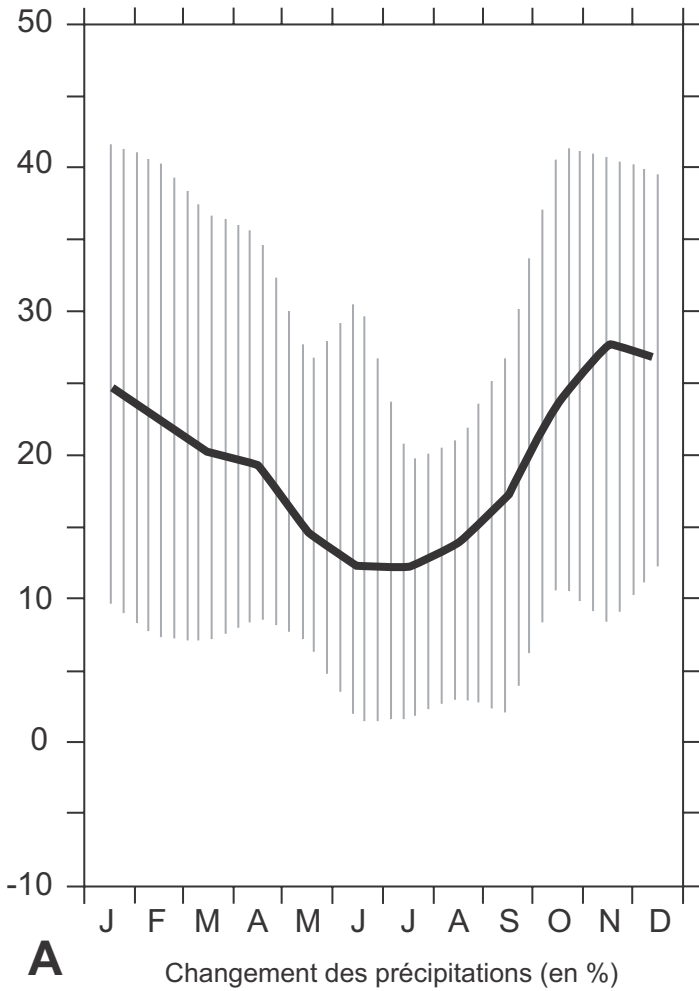
Réservoirs de carbone (Pg C) :

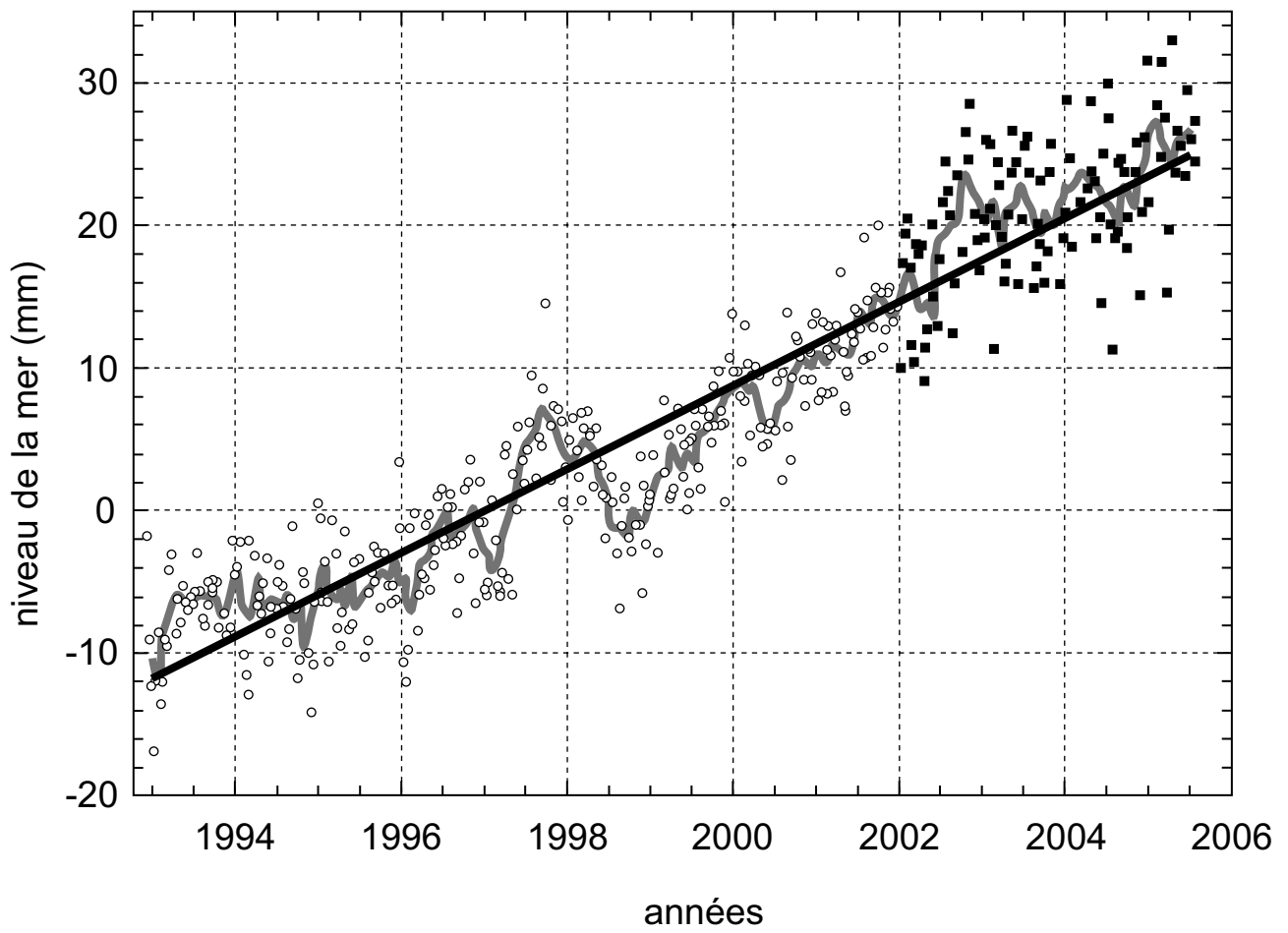
Atmosphère :	780
Terres émergées :	2 000
végétation	500
sols	1 500
Océan :	39 000
eaux de surface	1000
eaux profondes	38 000
Réserves de combustibles fossiles :	10 000

Flux annuels (Pg C . an⁻¹) :

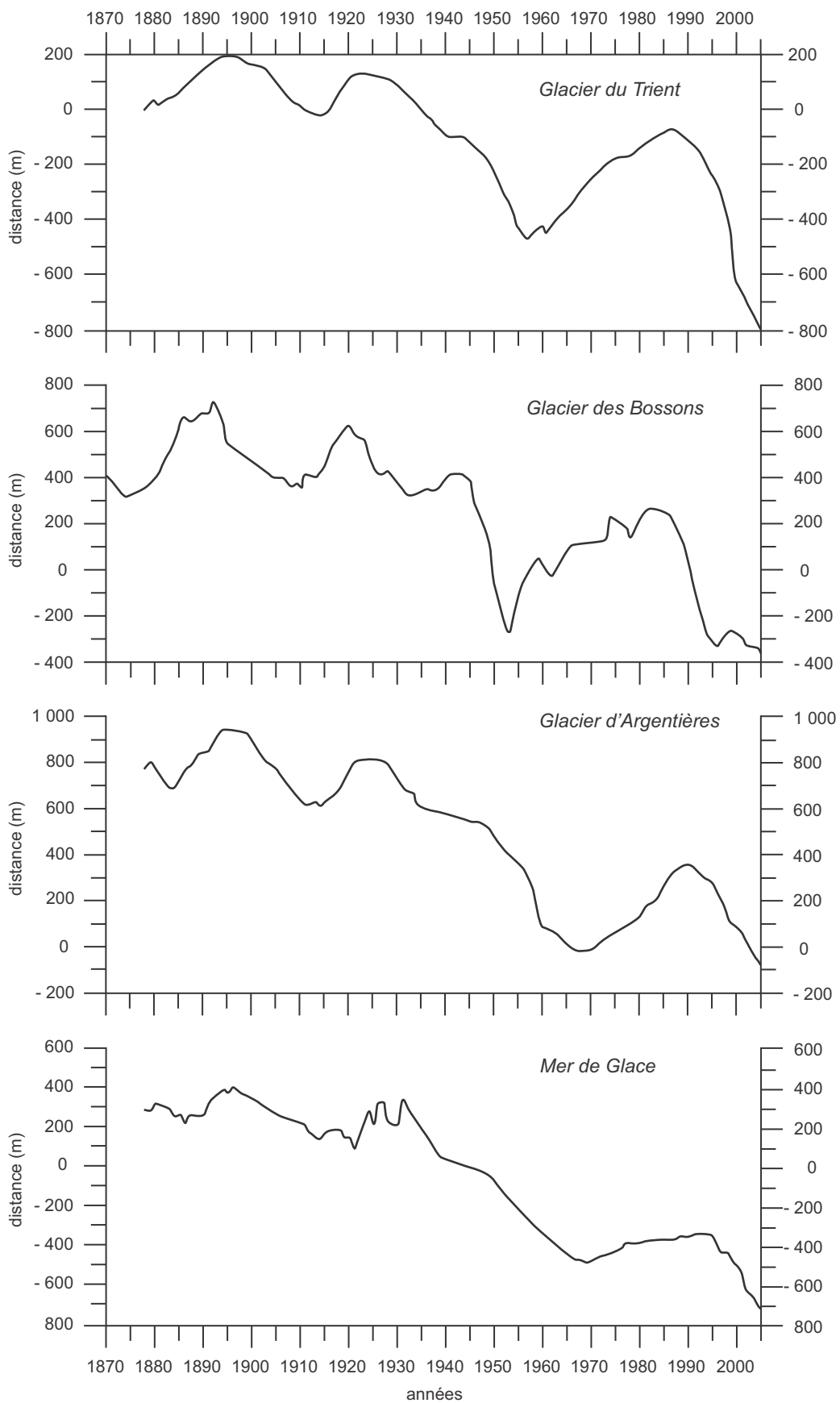
émissions industrielles	7
atmosphère → océan	90
océan → atmosphère	88
atmosphère → terres émergées	120
terres émergées → atmosphère	118

Document 2

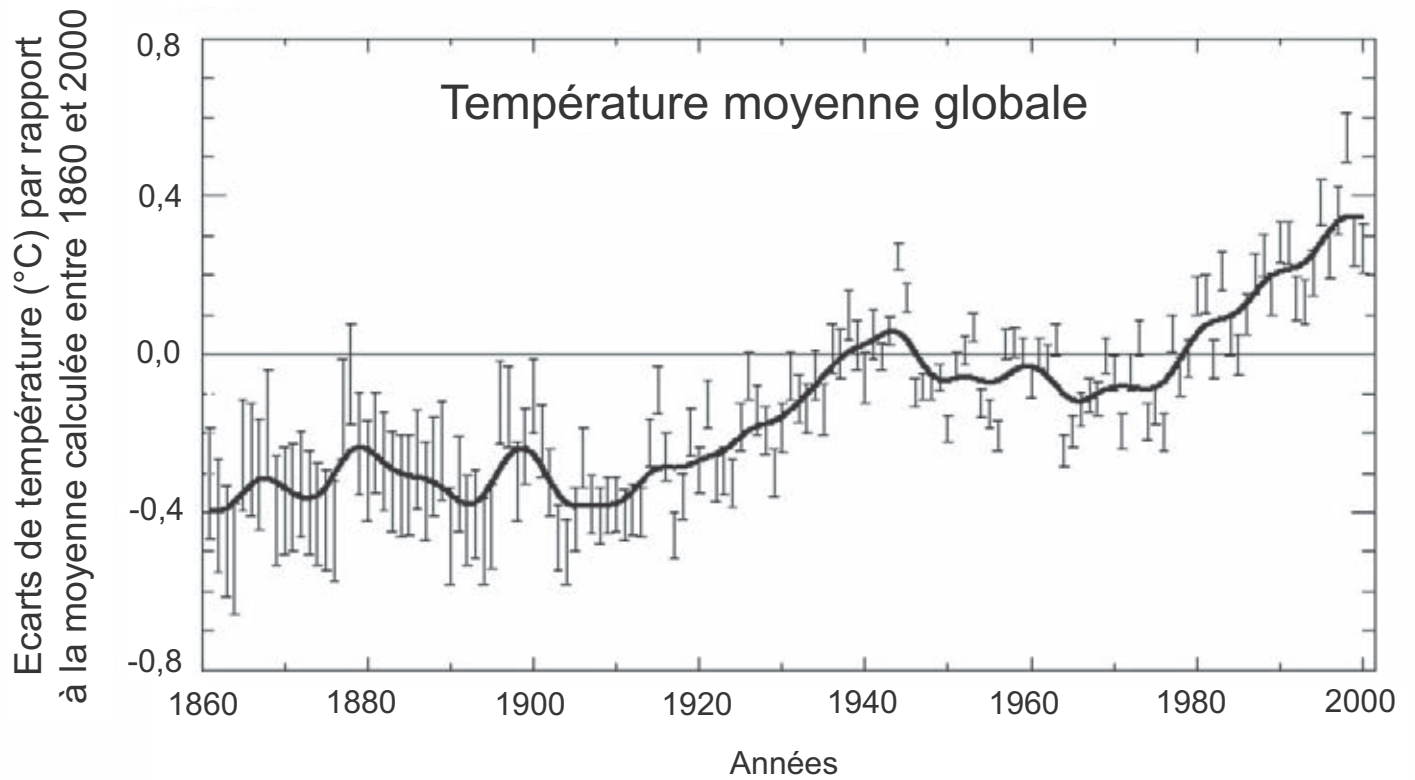
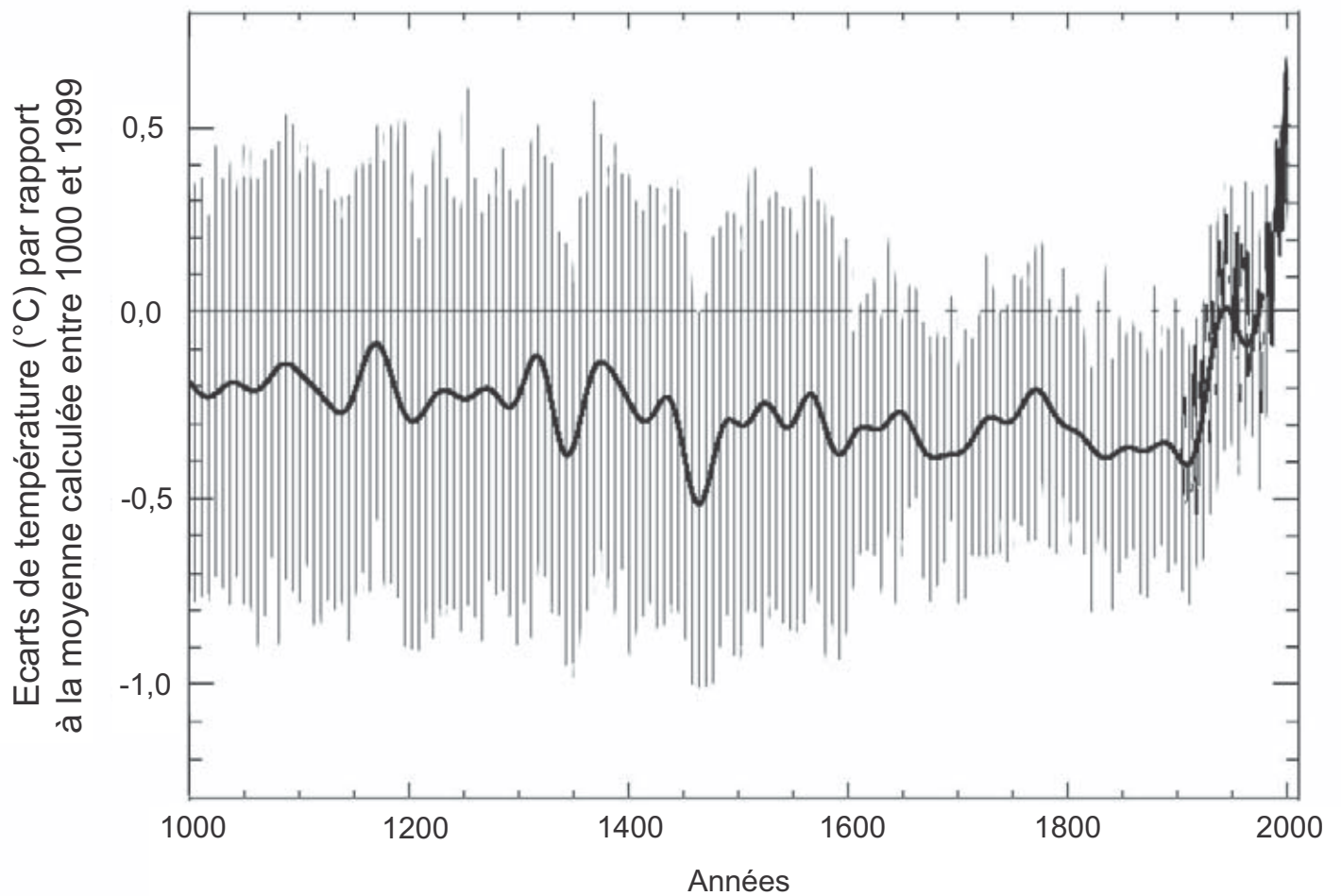


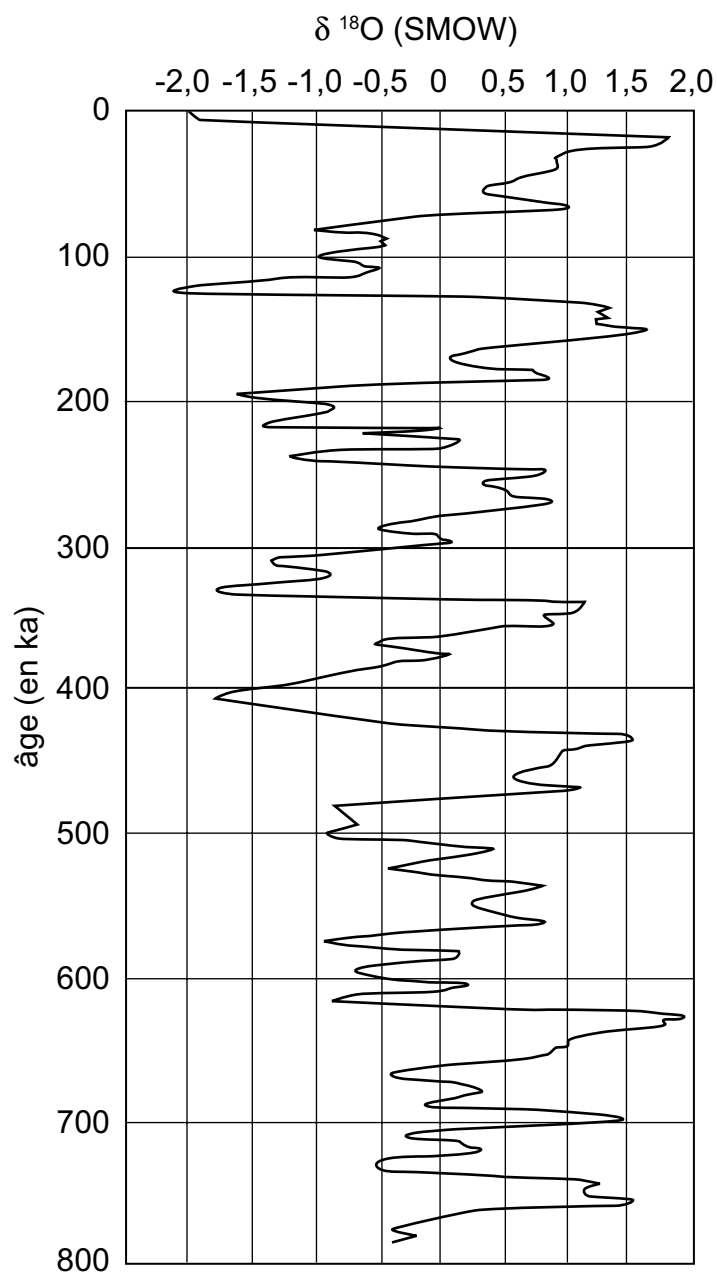


Document 4



Document 5

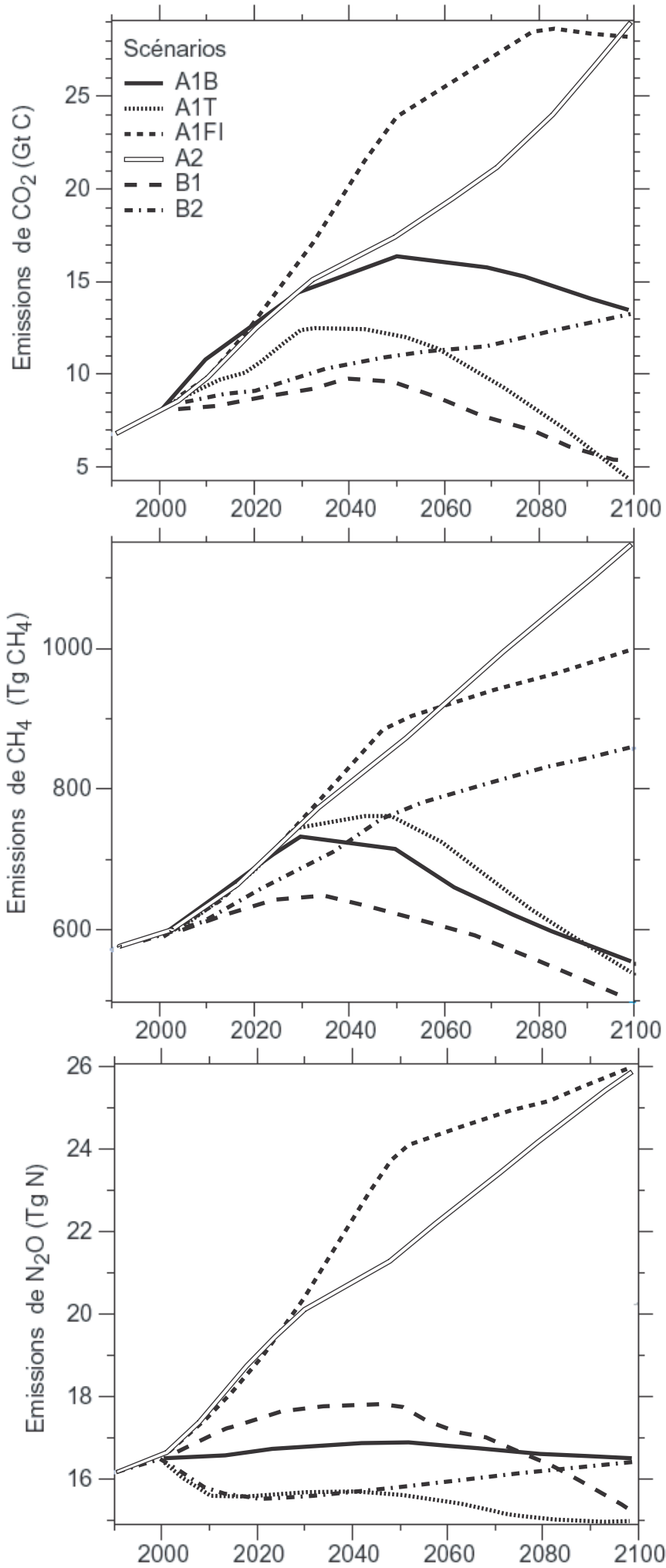
6A**6B**

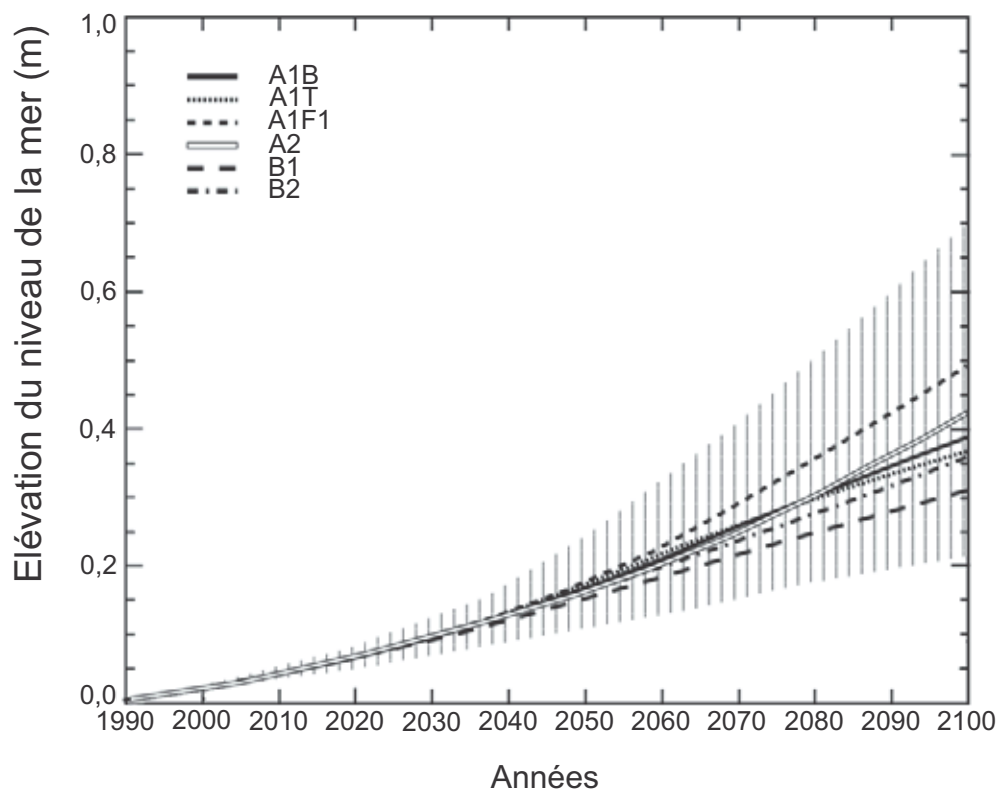
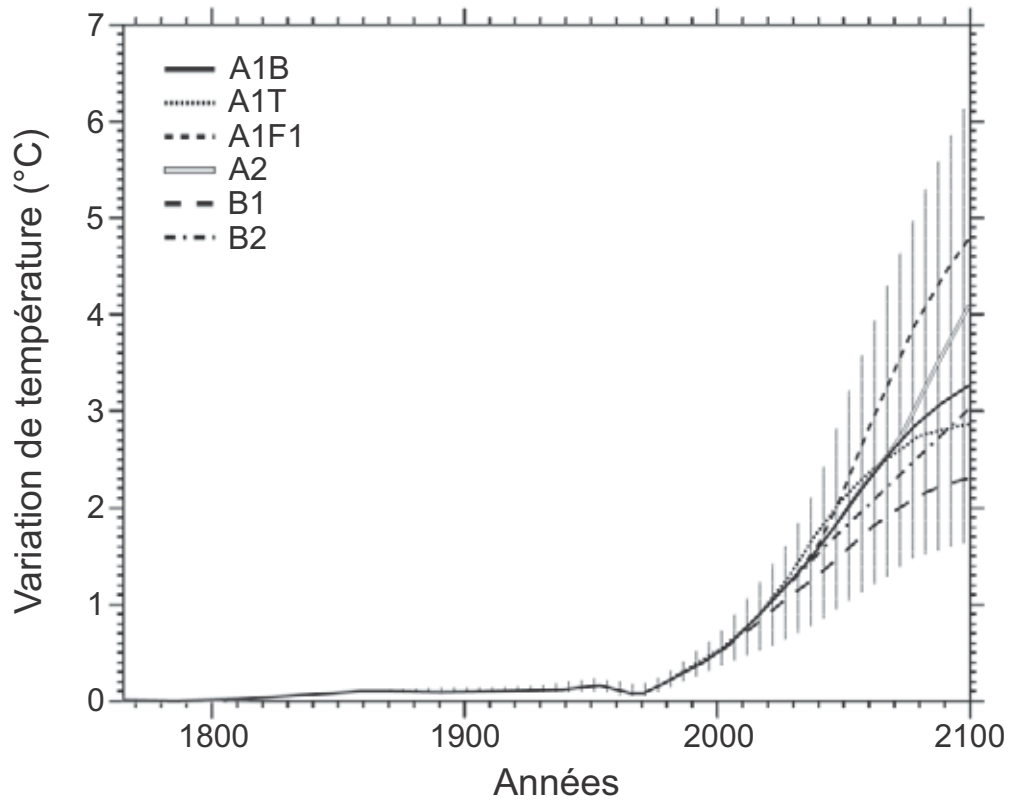


Document 7

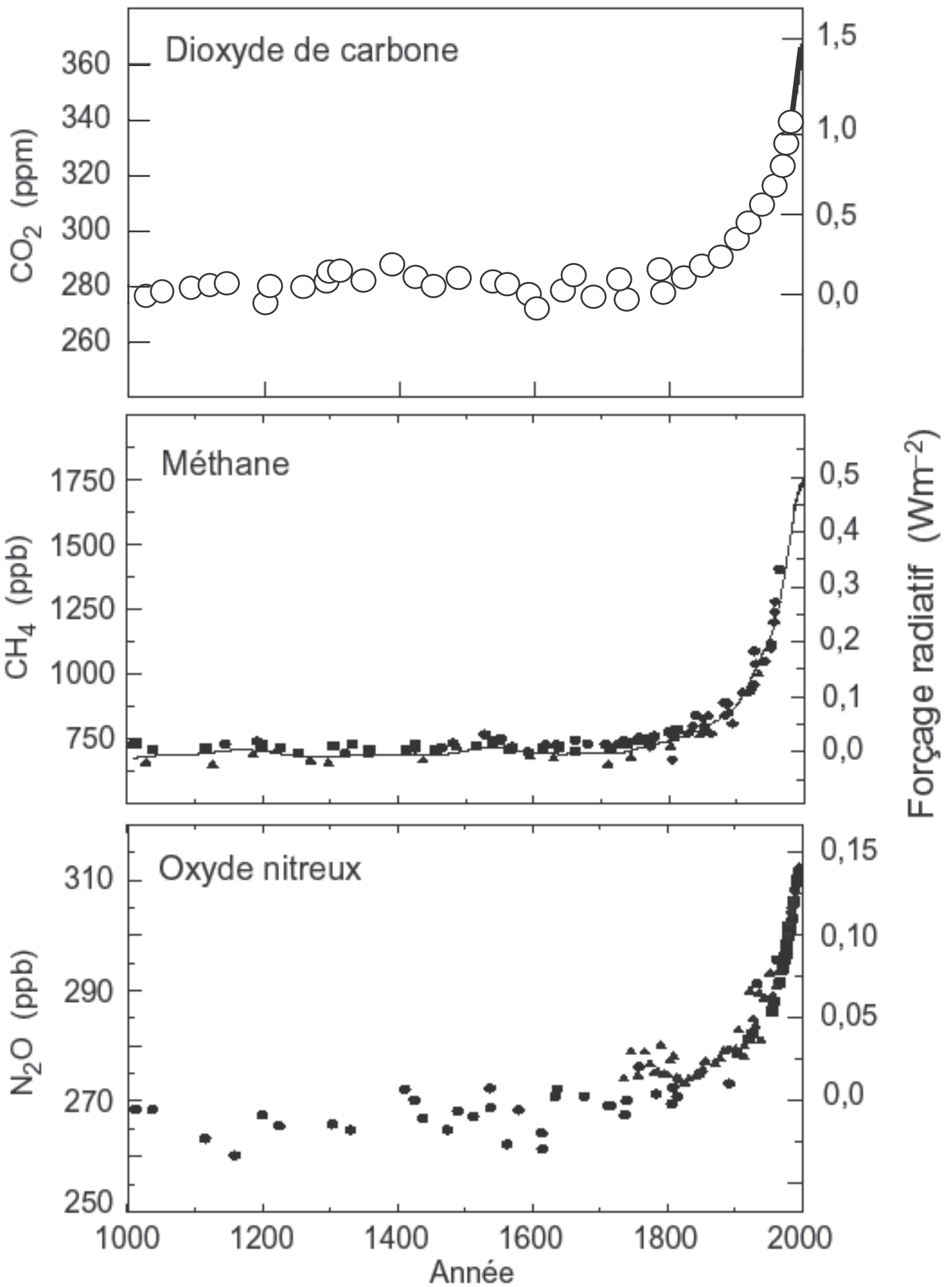
altitude (km)	5	11	15	20	33	49	59	74	87	99	115	133
température (°C)	-11	-37	-43	-42	-24	-4	-17	-64	-98	-87	-18	51

Document 8





Concentration atmosphérique



Le sujet proposé était centré sur les évolutions récentes et futures du climat et basé sur les données présentées et les modèles proposés par le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC). Il était demandé aux candidats de construire une composition sur cette thématique en se basant sur l'exploitation de 10 documents. Ces derniers présentaient des données sur l'évolution de différents paramètres (températures, teneurs atmosphériques en CO₂, évolution actuelle du niveau de la mer, modèles pour le siècle futur...). Les candidats devaient articuler leur devoir selon une démarche scientifique logique autour de trois grands thèmes : (1) l'analyse des données réelles, (2) la discussion des mécanismes responsables des changements climatiques et (3) l'analyse critique des modèles proposés pour l'évolution future du climat.

Le corrigé présenté ici est une solution parmi d'autres. Même si le temps imparti ne permettait sans doute pas de couvrir tout le sujet de façon aussi poussée, la démarche des candidats devait s'en rapprocher. Les mots ou définitions soulignés étaient expressément attendus, les passages en italiques n'étaient pas exigés.

Un cinquième des points était dévolu à l'introduction et à la conclusion, au choix du plan et des illustrations non explicitement demandées dans les questions, ainsi qu'à l'orthographe et à la syntaxe. Sur ce dernier point, nombre de copies montrent un niveau de langage incompatible avec la fonction d'enseignant. Au-delà des fautes d'orthographe et de grammaire qu'une relecture attentive aurait dû éliminer, certaines fautes dénotent une méconnaissance grave des termes mêmes du sujet. A ce titre, carbone ne prend qu'un n et atmosphère ne prend qu'un h ... gaz ne prend pas de s au pluriel et une glacière n'est que rarement un objet scientifique ...

Introduction

L'écriture d'une introduction reste un exercice extrêmement difficile pour les candidats au CAPES. Beaucoup débutent leur exposé par des considérations dignes d'échanges de comptoir sur le temps ou les saisons qui se dérèglent. Outre la confusion flagrante entre météorologie et climatologie que de telles maladresses révèlent, elles n'apportent rien au propos. Une idée simple était de partir d'une définition du climat, idée partagée par un nombre non négligeable de candidats.

Il était demandé aux candidats de préciser l'ordre dans lequel ils envisageaient d'utiliser les documents. De ce point de vue, si la mention du contenu de chacun des documents était utile, la restitution intégrale des légendes n'était pas attendue et constituait même une perte de temps.

Les **documents 4, 5 et 6** sont les enregistrements des variations de paramètres qui permettent d'apprécier directement ou indirectement le changement récent du climat global. Ils permettent de mettre en évidence ce changement et de le comparer en amplitude et en vitesse aux variabilités naturelles observées sur des périodes récentes ou plus longues (**document 7 et 1**). Les documents **1 et 10** présentent les variations des concentrations atmosphériques de certains gaz à effet de serre. La compréhension des mécanismes de contrôle et d'évolution du climat nécessite de préciser les liens qui existent entre ces mécanismes et les concentrations des gaz à effet de serre. Pour cela le **document 10**, avec la notion de forçage radiatif, ainsi que les documents **8 et 2** permettent d'aborder les problématiques de l'effet de serre et de la régulation du climat par le cycle du carbone. Une fois ces mécanismes présentés on peut finalement s'attacher à leur prise en compte dans des modèles prédictifs globaux (**document 9**) ou régionaux (**document 3**).

Plusieurs permutations des documents étaient possibles, mais certaines combinaisons révélèrent des mécompréhensions quant à leur nature ou une démarche peu logique. Beaucoup de copies commençaient par exemple par le document 1 sans que le plan ne justifie ce choix. De nombreux candidats ont traité le document 3 avant le document 9, alors que le premier s'appuie sur un des scénarios du second.

1. Evolution actuelle des constantes climatiques.

1.1. Les témoins géologiques d'un changement climatique.

1.1.1. Le recul actuel des glaciers alpins.

Un glacier est une masse de glace d'ampleur hectométrique ou plus, permanente à l'échelle humaine, et qui se déforme (écoulement) sous son propre poids. Suivant les cas, les glaciers ont une forme en coupole (calotte polaire, cap glaciaire cantonné au sommet des montagnes), forment des langues glaciaires de versant, des amas suspendus à une paroi inclinée (glacier suspendu), ou se développent dans des vallées (glacier de vallée, le type « classique » des grands glaciers de montagne ; **Figure 1**) qui acquièrent alors un profil en auge au cours du temps du fait de l'érosion et des dépôts glaciaires. Dans le cas le plus souvent décrit, les glaciers prennent naissance dans des cirques par l'accumulation de la neige qui s'accroche aux versants (névé). La neige se transforme en glace sous l'effet du tassement résultant des précipitations neigeuses récurrentes au niveau du cirque. Au-delà de la rimaye (zone de crevasses), la masse de glace s'écoule dans la vallée sous l'effet de son propre poids pour former une langue de glace. La masse de glace, proche de son point de fusion, se déforme de façon ductile¹. L'interface entre la semelle glaciaire et le substratum sert de drain à l'écoulement de l'eau qui finit par sourdre à l'extrémité de la langue glaciaire. Des lacs sous-glaciaires peuvent également se former. L'alternance de zones basales de dégel et de regel conduit à l'écoulement irrégulier de la glace.

Les glaciers présentent une morphologie particulière (**Figure 1**). En aval de la rimaye, la langue glaciaire est une zone d'accumulation où l'alimentation du glacier, amorcée dans le cirque, se poursuit par les précipitations neigeuses d'altitude, par les apports du givre en surface et par le vent. L'existence de seuils au niveau du substratum conduit à une déformation cassante de la glace et au développement de crevasses, voire de séracs (blocs de glace désolidarisés) dans les zones de plus forte pente. L'aval de la langue glaciaire est une zone d'ablation où la fonte est favorisée par des températures plus clémentes et le vent.

Les glaciers ont un fort pouvoir érosif qui conduit à la formation de moraines (masses détritiques transportées par le glacier). Elles se développent à la base (moraine de fond), sur les bords (moraine latérale), au front de la langue glaciaire (moraine frontale), ou encore au point de contact avec un glacier juxtaposé (moraine centrale). Un système de drainage évacue les eaux de fonte².

¹ La masse de glace, proche de son point de fusion, se déforme par un mécanisme de fluage. Dès lors, la moindre augmentation de pression à la semelle en réponse à la présence d'une protubérance du substratum favorise la fusion (dégel) de la glace et facilite l'écoulement. À l'inverse, la langue glaciaire subit une décompression à l'aplomb des dépressions ; elle s'accompagne d'un regel de la semelle glaciaire.

² Dans la vallée, au-delà de la zone de fonte frontale du glacier, un système fluvio-glaciaire se développe au niveau d'une plaine d'inondation (= sandur). Il est alimenté par les eaux de fonte et, parfois, par les débâcles lors de la vidange de lacs sous-glaciaires (jökulhlaups).

Il est conseillé de numéroter les figures, ce qui simplifie la lecture des copies et permet des renvois à des figures éloignées. De trop nombreux candidats pratiquent le schéma « timbre-poste » ou, plus grave pour de futurs enseignants de SVT, omettent de les légender, de les orienter et d'en préciser l'échelle.

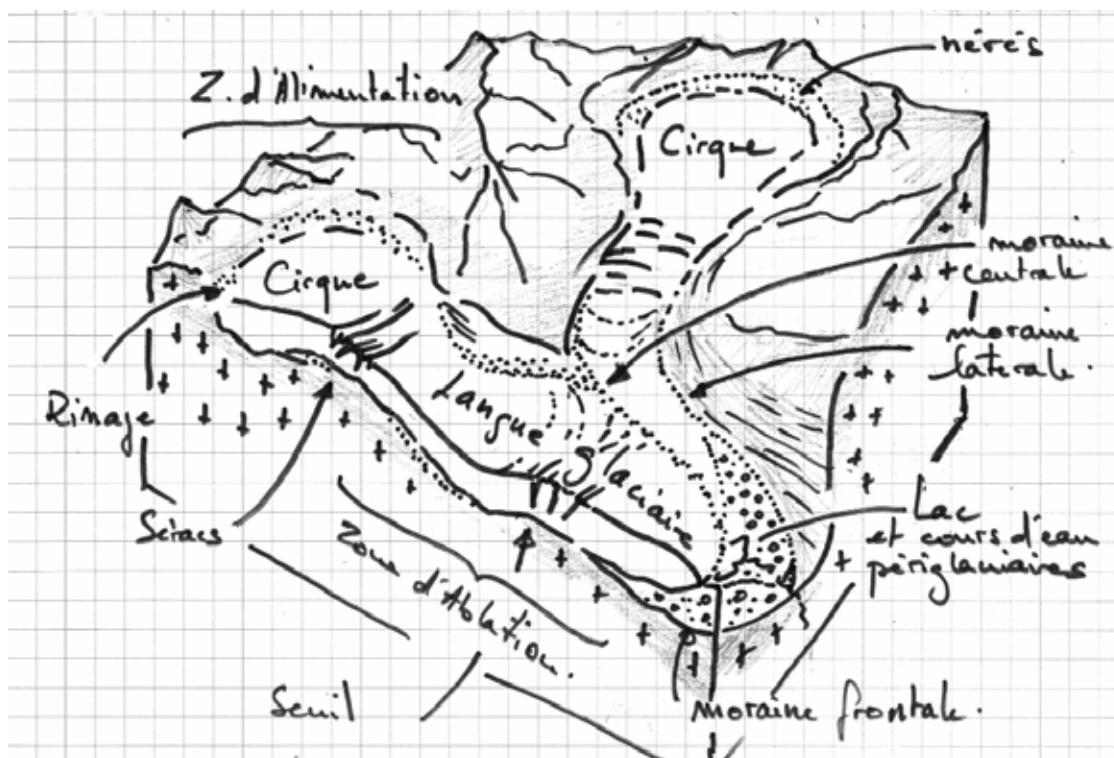


Figure 1 : Schéma de la morphologie d'un glacier.
Une langue glaciaire peut mesurer plusieurs dizaines de kilomètres.

Le **document 5** révèle que la longueur des glaciers alpins (massif du Mont Blanc) varie au cours du temps (période 1870-2005). Les augmentations marquent les avancées, et les diminutions les reculs des glaciers. Ces variations traduisent l'évolution du bilan de masse des glaciers. Il s'exprime en m^3 ou en tonnes de glace, et peut être positif ou négatif. Les facteurs de contrôle du bilan de masse sont principalement d'origine climatique (variation des températures et de l'intensité des précipitations neigeuses). Le bilan de masse des glaciers peut être utilisé comme marqueur des variations climatiques.

La tendance générale d'évolution se traduit par un recul des glaciers, même si le glacier des Bossons montre une courte crue entre 1911 et 1920, mais l'amplitude et la durée des phases de crue (particulièrement marquée pour la période 1970-1990) et de recul varient selon les cas. Depuis 1870, le recul absolu est d'environ 800 m pour chacun des glaciers du massif du Mont-Blanc, soit une décrue de $6 m.an^{-1}$ en moyenne.

Dans l'ensemble, les maxima et les minima coïncident pour les quatre glaciers ; leur évolution est similaire. Des décalages dans le temps existent cependant. En effet, le glacier des Bossons réagit plus vite que les autres ; son temps de réponse est plus court que pour les autres glaciers. De plus, amplitude et durée des phases d'évolution varient d'un glacier à l'autre. Ces phénomènes suggèrent l'existence de conditions locales qui, outre le climat général de la région, influencent l'évolution des langues glaciaires.

Les commentaires de courbes, nombreux dans les attendus de ce devoir, n'étaient rétribués dans le barème que s'ils étaient rigoureux et quantitatifs. De longues pages de considérations approximatives : « les glaciers avancent un peu puis reculent beaucoup ... » ne rapportaient pas de points. Un commentaire scientifique, chiffré était attendu. Une première étape discriminante fut la lecture des axes des documents. Un nombre non négligeable de candidats ont disserté sur des variations du niveau de la mer en mètres ou des recul des glaciers en millimètres. Ce type de confusion est sans doute symptomatique d'une méconnaissance des ordres de grandeur des phénomènes envisagés.

1.1.2. Les variations actuelles du niveau de la mer.

Les satellites permettent de déterminer les altitudes des continents et des océans et leurs variations (topographie dynamique), ainsi que les anomalies gravimétriques (dérivée première du champ de gravité) par rapport au géoïde et à l'ellipsoïde de référence. *Les orbites des satellites sont connues depuis la Terre avec une précision inférieure au cm.* La technique de mesure des altitudes est basée sur l'effet Doppler (variation de la fréquence des ondes en fonction du déplacement de la source) des ondes radar à haute fréquence qui se réfléchissent à la surface (cas du satellite TOPEX-Poseidon par exemple qui mesure l'altitude instantanée de la surface des océans). Les données altimétriques globales sont obtenues avec une précision qui permet de déterminer des variations moyennes de l'ordre du millimètre par an. Les valeurs moyennes présentées sur le **document 4** sont obtenues à la suite du *lissage des données brutes*. Les mesures brutes sont obtenues tous les dix jours et lissées dans un premier temps sur 60 jours (courbe en grisé). Ce traitement du signal permet de s'affranchir des effets des marées et de la houle. Cependant cette courbe des données lissées présente des oscillations à caractère sinusoïdal³ au cours du temps, d'une amplitude de 5 mm avec un maximum en octobre. Les données reportées sur le document 4 permettent de déterminer une augmentation moyenne de la surface des océans de l'ordre de 3 mm.an⁻¹ pour la période 1993-2005 à partir de la pente de la droite de régression linéaire des données. Cependant cette augmentation mériterait d'être comparée à des valeurs plus anciennes pour mettre en évidence une accélération de cette hausse du niveau marin.

Si de nombreux candidats ont pensé à illustrer cette explication d'un schéma de principe de l'altimétrie satellitaire, nombre de ces schémas relevaient plus du « cartoon » que du schéma scientifique. Les ondes radar utilisées en altimétrie satellitaire ne pénètrent pas dans l'eau ... on ne mesure donc pas la hauteur du niveau des mers en mesurant l'épaisseur de la tranche d'eau.

Parmi les maladresses fréquentes, l'empressement à faire le lien entre la hausse du niveau moyen des mers et la fonte des glaciers alpins menait à des conclusions malheureuses. Les tentatives d'explication de ce lien de cause à effet par des schémas représentant des « modèles » plus ou moins sophistiqués où l'on faisait fondre des glaçons dans un cristallin, étaient évidemment déconseillées !

1.1.3. L'augmentation des températures.

Le **document 6A** montre les écarts à la moyenne des températures globales directement mesurés par des thermomètres. Les barres d'erreurs représentent les incertitudes

³ Il s'agit là de la signature des saisons océaniques. Les effets du rythme des saisons sur l'océan se traduisent par une dilatation thermique des eaux de surface, des apports d'eaux douces (fonte des neiges, condensation des eaux atmosphériques et ruissellement des eaux souterraines) et des variations de l'évaporation et des précipitations sur l'océan, qui sont autant de facteurs de modification cyclique de la densité des eaux de surface.

dues aux thermomètres, qui semblent de plus en plus précis. La courbe lissée du **document 6A** montre une augmentation de 0,8 °C sur les 140 dernières années. Des oscillations de 0,2 °C d'amplitude sont visibles sur des périodes de 10 ans environ (variabilité décennale), une période de refroidissement peut être reconnue entre 1945 et 1970, mais la tendance au réchauffement est clairement au-dessus des barres d'erreur et des oscillations à haute fréquence de la variabilité décennale.

Il semble donc que les grandeurs qui permettent d'évaluer les températures à l'échelle globale ou locale montrent une augmentation rapide de celle-ci sur le dernier siècle. Ce phénomène est-il dû aux activités humaines ou existe-t-il des équivalents anciens ? Pour cela il faut comparer ces variations en amplitude et en vitesse aux enregistrements des paléoclimats.

Un des problèmes majeurs curieusement posé par les figures 6A et 6B fut la lecture de valeurs relatives. De nombreux candidats ont expliqué que les températures étaient négatives dans l'hémisphère Nord jusqu'en 1950 !

1.2. L'importance relative du changement climatique actuel à la lumière des changements climatiques passés.

1.2.1. Les changements à l'échelle du dernier millénaire.

Le **document 6B** ajoute à des valeurs instrumentales directes d'autres relevés « historiques » et des estimations indirectes des températures. Les vitesse de croissance des arbres et des coraux dépendent de la température de leur environnement, c'est-à-dire de l'air et de l'eau. En mesurant ces grandeurs pour des périodes de température connue, on peut étalonner des paléothermomètres et évaluer les températures enregistrées par les arbres vieux ou fossiles ou les coraux. En juxtaposant toutes les mesures effectuées, on peut penser atteindre les valeurs moyennes pour la région concernée. Les calottes glaciaires montrent des accumulations de glace sur plusieurs centaines de milliers d'années. La chimie de l'eau et des inclusions gazeuses contenues dans la glace permet de remonter indirectement à la température (en mesurant le $\delta^{18}\text{O}$ de l'eau par exemple, selon le principe expliqué plus loin). En datant les glaces (*par des méthodes absolues ou en modélisant les écoulements dans les calottes polaires*) on peut donc proposer une courbe température – temps.

A l'échelle du millénaire, les incertitudes sont beaucoup plus grandes qu'à l'échelle du siècle, mais des tendances claires se dégagent dans la courbe lissée du **document 6B**. La température moyenne de l'hémisphère Nord a diminué de 0,2 °C entre 1000 et 1900 avec des oscillations de ~ 0,2 °C d'amplitude et des périodes de l'ordre de la centaine d'année (variations séculaires). Depuis le début du XX^e siècle, la hausse de 0,8 °C visible sur le document 6A est clairement identifiable. Cette hausse est plus grande que l'incertitude maximale sur les données anciennes et n'a pas d'équivalent au cours du dernier millénaire.

1.2.2. Les changements à l'échelle des temps géologiques.

Parmi les archives climatiques, les rapports isotopiques de l'oxygène sont un outil précieux. L'élément oxygène possède trois isotopes stables (de nombres de neutrons différents, impliquant une masse atomique différente) dont les deux plus abondants sont l'oxygène 16 (^{16}O , 99,8 %) et l'oxygène 18 (^{18}O , 0,2 %). Lors des processus géologiques, un fractionnement de ces deux isotopes se produit en raison de leurs masses différentes. L'évaporation de l'eau de mer favorise la concentration de l'isotope léger ^{16}O dans les nuages.

La condensation favorise quant à elle l'enrichissement des eaux de pluie en ^{18}O . En raison de la circulation générale atmosphérique, les nuages, qui migrent depuis la zone d'évaporation intertropicale (zone de production majeure des nuages) vers les pôles, se délestent progressivement de leurs molécules d'eau enrichies en ^{18}O lors des précipitations qui accompagnent leur trajet vers les hautes latitudes. Dès lors, les précipitations neigeuses aux pôles seront enrichies en ^{16}O .

La détermination du rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ présente donc l'intérêt de rendre compte de ce mécanisme de fractionnement. On mesure les faibles fluctuations (exprimées en ‰) par rapport à des standards (std) différents selon le matériel analysé. Le rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ est exprimé par un écart (δ en ‰) au standard utilisé selon la relation suivante :

$$\delta^{18}\text{O} = \frac{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{éch}} - (^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{std}}}{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{std}}} \times 1000$$

éch : échantillon dosé (eau ou carbonate)

std : standard – SMOW (Standard Mean of Ocean Water)

On détermine les rapports isotopiques à l'aide d'un spectromètre de masse (**Figure2**). Cet appareil permet de séparer les isotopes d'un même élément et d'en déterminer les proportions relatives nécessaires à l'établissement du rapport. Les atomes de l'élément (purifié) sont ionisés dans une chambre à vide par chauffage sur un filament de tungstène soumis à une haute tension, puis accélérés dans un champ électrique. Le faisceau d'ions passe alors dans un champ magnétique. Les ions sont alors déviés de leur trajectoire initiale en fonction de leur masse, la déviation étant d'autant plus forte que leur masse est faible. Le collecteur reçoit les ions en fonction de leur trajectoire, et les courants électriques correspondant à chaque faisceau d'ions de chaque isotope permettent d'en déterminer les abondances relatives.

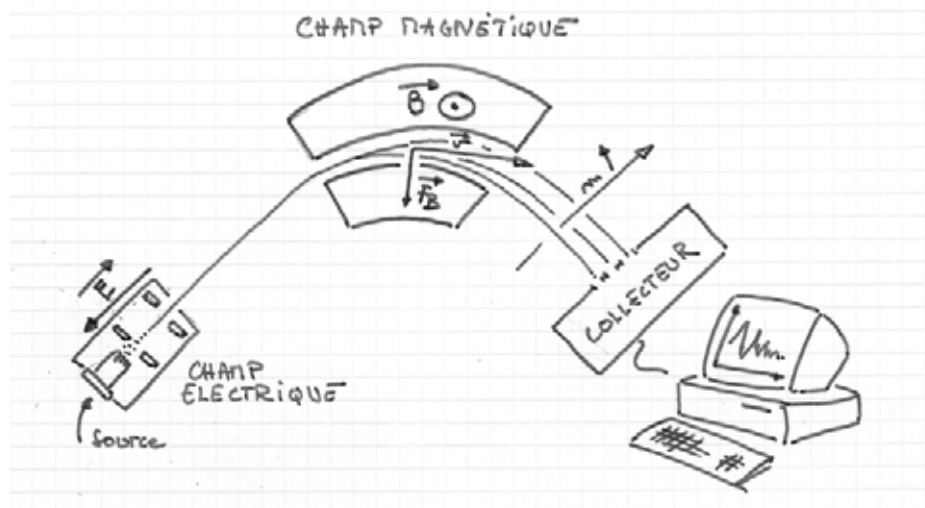


Figure 2 : Schéma d'un spectromètre de masse

Dans le cas présent, le $\delta^{18}\text{O}$ présente un intérêt paléoclimatologique. En effet, lors des périodes glaciaires, de grandes quantités d'eau (des précipitations) sont stockées au niveau des calottes polaires (inlandsis) et des glaciers de montagne. Ce faisant, le rapport $\delta^{18}\text{O}$ des eaux océaniques s'en trouvera corrélativement augmenté et constitue un outil robuste pour l'étude

des variations des volumes de glace à la surface de la Terre, elles-mêmes liées aux variations des températures globales.

Puisque la composition isotopique des eaux océaniques doit varier en fonction de l'évolution du climat, il est possible de reconstituer ces fluctuations en déterminant les rappports $\delta^{18}\text{O}$ par analyse des tests carbonatés des organismes marins (des foraminifères planctoniques dans le cas présent) qui vivaient dans ces eaux. Le rapport isotopique de l'oxygène des carbonates offre une fonction de transfert pour déterminer les paléotempératures à l'aide d'équations thermométriques empiriques du type :

$$T^{\circ}\text{C} = 16,9 - 4,2 (\delta_c - \delta_w) + 0,13 (\delta_c - \delta_w)^2$$

avec : δ_c : $\delta^{18}\text{O}$ des carbonates, δ_w : $\delta^{18}\text{O}$ de l'eau. (*l'équation précise n'était pas demandée*)

La géochimie isotopique de l'oxygène a permis de construire la courbe d'évolution des variations du $\delta^{18}\text{O}$ des carbonates de carottes marines (courbe SPECMAP ; **document 7**). Cette courbe révèle l'enregistrement sédimentaire des variations climatiques des 800 000 dernières années. Les valeurs du $\delta^{18}\text{O}$ oscillent entre +2 et -2 ‰. Les baisses des valeurs du $\delta^{18}\text{O}$ sur la courbe témoignent de périodes climatiques relativement chaudes, alors que leurs valeurs positives marquent les périodes glaciaires du Pléistocène. L'examen de la courbe suggère la succession de 9 épisodes glaciaires entrecoupés de stades interglaciaires. Le stade glaciaire le plus récent est l'un des plus froids de la période considérée.

En définitive, les rapports isotopiques de l'oxygène permettent d'appréhender les variations climatiques sur des périodes longues (ici le Quaternaire récent). Leurs variations résultent de deux causes distinctes mais couplées : (1) l'effet glaciaire qui conduit à l'enrichissement en ^{18}O des eaux océaniques (et à son appauvrissement dans les glaces polaires) et (2) les variations des températures des eaux océaniques. *Ces deux causes conjointes interviennent respectivement pour 75 % (effet glaciaire) et 25 % (température des eaux) dans les variations du $\delta^{18}\text{O}$.*

Cette partie du problème fut globalement bien traitée, de nombreux candidats ont même étayé leur propos d'un schéma de principe du fractionnement isotopique entre les calottes polaires et l'océan. De nombreuses copies confondent néanmoins la dernière déglaciation et la hausse de température imputable aux activités anthropiques. C'est encore la confusion dans les ordres de grandeur et les échelles de temps qui apparaît ici.

1.3. Les corrélations entre les variations climatiques et les concentrations atmosphériques en gaz à effet de serre.

1.3.1. Les variations des teneurs atmosphériques des gaz à effet de serre à l'échelle du dernier millénaire.

Le **document 10** montre les évolutions des concentrations atmosphériques du dioxyde de carbone, du méthane et de l'oxyde nitreux sur le dernier millénaire. L'ordre de grandeur de la concentration atmosphérique en CO_2 (environ 300 parties par million, soit $3 \cdot 10^{-4}$) est bien supérieur aux concentrations en méthane (1000 ppb soit 10^{-6}) et en oxyde nitreux (300 ppb soit $3 \cdot 10^{-7}$), mais les trois courbes montrent des tendances comparables. Alors que leurs teneurs semblent stables de 1000 à 1800, elles augmentent de façon exponentielle depuis le début du XIX^e siècle. La concentration en CH_4 a plus que doublé en 200 ans pour atteindre 1500 ppb et la teneur en N_2O est passée de 270 à 315 ppb soit une augmentation de l'ordre de 15 %.

Ces augmentations semblent liées aux activités humaines, mais une comparaison aux variations naturelles serait nécessaire pour soutenir cette hypothèse. Le **document 1** permet cette vérification pour le CO₂.

1.3.2. Les concentrations du CO₂ à différentes échelles de temps.

Le **document 1** présente les variations de la teneur atmosphérique de CO₂ sur différentes échelles de temps. Les teneurs actuelles de CO₂ sont déterminées par dosage atmosphérique direct. Pour la période Quaternaire, elles sont obtenues par l'analyse des bulles d'air piégées dans les glaces polaires (inlandsis du Groenland et d'Antarctique pour les 400 000 dernières années). Pour les périodes plus anciennes, les concentrations en CO₂ sont approchées par l'analyse des carbonates (détermination géochimique), l'estimation de leurs volumes et de leurs taux d'accumulation.

L'examen de l'évolution de cette teneur depuis 1950 (**document 1a**) montre qu'elle est passée de 320 à 370 ppm (parties par million). Il s'agit là d'une augmentation de l'ordre de 16 % en 50 ans. La tendance est encore plus marquée si on la considère depuis 1850 (**document 1b**), l'augmentation totale est alors de 90 ppm par rapport au « bruit de fond » de la teneur atmosphérique de CO₂ (280 ppm) au cours de l'Holocène (**document 1c**), soit de plus de 30 % en 150 ans. *On observe en outre une discrète baisse de la concentration du CO₂ pour la période 1550-1850 AD qui correspond au petit âge glaciaire.*

À plus grande échelle, sur les 25 derniers millions d'années (**document 1e**), les variations sont du même ordre de grandeur que celles observées dans le Quaternaire récent, avec une chute importante autour de 15 Ma⁴. Les variations sont en revanche beaucoup plus marquées sur l'ensemble du Phanérozoïque (**document 1f**), avec des teneurs qui peuvent osciller entre les niveaux actuels (valeur minimale) et plus de 0,6 % de CO₂ dans l'atmosphère, aux incertitudes de détermination près. Au cours du Paléozoïque inférieur, les teneurs importantes décroissent pour atteindre, au Paléozoïque supérieur, des valeurs relativement faibles. Le second maximum (teneur atmosphérique de CO₂ environ 20 fois supérieure à l'actuelle) de concentration est d'âge créacé puis les concentrations décroissent au cours du Cénozoïque pour atteindre leurs valeurs actuelles⁵.

Finalement l'augmentation actuelle est du même ordre de grandeur que les variations naturelles des teneurs atmosphériques de CO₂ au cours des cycles glaciaires-interglaciaires du Quaternaire récent (**document 1d**) mais, comme pour la température, l'augmentation sur les 150 dernières années est beaucoup plus rapide que les fluctuations naturelles qui se déroulent sur des échelles de temps plus longues. Il semble donc qu'une modification rapide et sans équivalent connu de la machine climatique terrestre soit en cours.

Les modifications du climat sont parallèles aux augmentations des teneurs atmosphériques en certains gaz. Pour faire le lien entre ces deux changements, il est nécessaire de comprendre un mécanisme essentiel de contrôle de la température à la surface de la Terre : l'effet de serre.

Le commentaire du document 1 fut rarement bien mené par les candidats. Certains s'enlisèrent dans des considérations désordonnées autour des différentes courbes, d'autres au contraire ne commentèrent que quelques courbes apparemment au hasard sans utiliser toutes

⁴ à 15 Ma, il y a le volcanisme de la province magmatique de la Columbia River, à moins que ça ne corresponde à quelque événement orogénique « pompeur » de CO₂ ?

⁵ La décroissance au Paléozoïque inférieur est la réponse à l'importante érosion des chaînes varisques (altération des silicates = puits de CO₂). Le second maximum d'âge créacé est la signature de l'importante activité des dorsales océaniques (forte libération de CO₂ d'origine mantellique).

les échelles de temps et toutes les amplitudes du signal visibles sur les différentes courbes. Les candidats mélangent trop souvent description des courbes et explication de leurs tendances. Expliquer la variabilité de la courbe de Mauna Loa par une activité cyclique du point chaud est une erreur aussi fréquente qu'étonnante.

2. Le contrôle de l'évolution des climats par les gaz à effet de serre.

Avant de se focaliser sur les gaz à effet de serre étudiés dans les documents proposés, un rappel de la structure thermique de l'atmosphère est nécessaire.

2.1. La structure thermique de l'atmosphère.

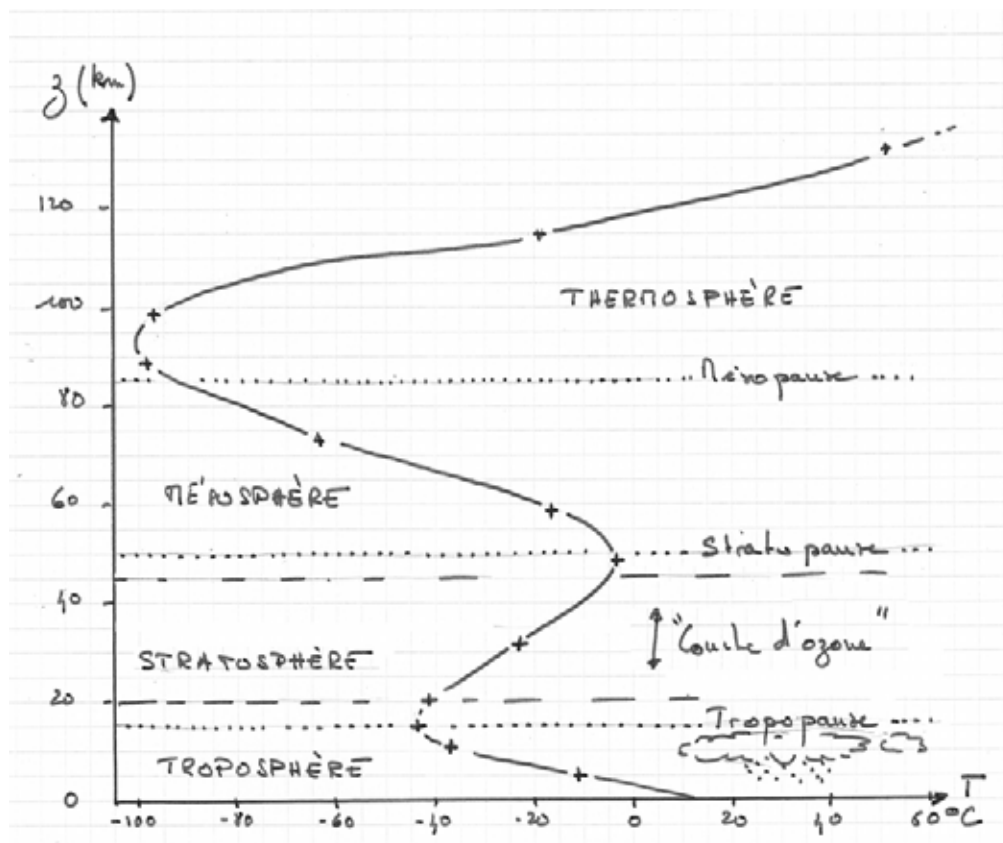


Figure 3 : Stratification et profil de température de l'atmosphère

L'atmosphère terrestre est composée en moyenne de 78 % de N_2 , 21 % de O_2 , ~ 1 % de Ar et 0,03 % de CO_2 . Il faut ajouter à cela de l'eau sous ses trois états. La répartition de ces gaz n'est pas uniforme, elle est stratifiée, à cause des différences de masses molaires des gaz et des réactions photochimiques dans la haute atmosphère. En fait 80 % de la masse de l'atmosphère est concentrée dans ses 20 premiers kilomètres. La **figure 3** donne les principales strates de l'atmosphère et leurs limites. Les valeurs de température données en **document 8** sont reportées sur ce graphe. De la base vers le sommet, on distingue la troposphère du sol à une quinzaine de kilomètres, riche en eau, ... la stratosphère de 15 à 50 km, où se situe la couche d'ozone O_3 . On distingue ensuite la mésosphère, de la thermo- ou ionosphère limitées par la mésopause à environ 90 km. À ces altitudes, la pression est très faible et seules quelques traces de gaz ionisés sont décelables par les ballons sondes ou par leur rayonnement. Les maxima et minima du profil vertical de température déterminent ces

limites, la tropopause est un minimum thermique autour de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, la stratopause est un maximum, proche de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ et la mésopause est un dernier minimum proche de $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ces différents gradients s'expliquent par plusieurs phénomènes. Le maximum thermique au sommet de la stratosphère est dû à la couche d'ozone. En effet, l'ozone a la propriété d'absorber la lumière ultraviolette (il nous en protège !) et de restituer cette énergie sous forme d'infrarouges et de chaleur. L'augmentation de température vers le sol dans la troposphère est due à la réémission d'une partie de l'énergie lumineuse reçue par le sol vers l'atmosphère. C'est entre autre l'albédo et le rayonnement infrarouge du sol et des océans qui génèrent ce gradient thermique décroissant dans la troposphère. C'est parce qu'elle est un minimum thermique que la tropopause est aussi la limite supérieure des masses d'eau de type cumulus.

L'augmentation de température dans la thermosphère est due aux faibles pressions et à l'ionisation des gaz sous l'effet du rayonnement solaire.

On voit donc que la composition de l'atmosphère et sa structure thermique sont liées. Parmi les mécanismes mis en jeu, l'effet de serre est primordial.

Les points offerts dans le barème pour la réalisation correcte du graphique de la figure 3 n'ont pas été attribués à tous les candidats. Le choix d'une échelle adéquate et le tracé propre d'une courbe restent malheureusement des critères de sélection au niveau CAPES. Seuls quelques pourcents des copies corrigées mentionnent l'asthénosphère comme un étage possible de l'atmosphère ...

2.2. Les gaz à effet de serre.

Un gaz à effet de serre est un gaz capable d'absorber de la lumière dans certaines longueurs d'onde et de la restituer (essentiellement sous forme de rayonnement infrarouge), à ce titre l'ozone est un gaz à effet de serre. Cependant la plupart des gaz montrant ces propriétés, c'est-à-dire le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde nitreux, mais aussi la vapeur d'eau, et certains composés soufrés. Ces gaz sont essentiellement concentrés dans la basse atmosphère. Ceux-ci absorbent une partie du rayonnement solaire incident et une partie du rayonnement réémis par la surface terrestre pour le réémettre dans le spectre infrarouge et générer une hausse de température locale. L'effet de serre est un phénomène naturel, responsable des températures de la surface terrestre proche du point triple de l'eau (elles seraient de $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ en moyenne sur Terre sans ces gaz).

L'axe des ordonnées à droite des courbes du document 10 est gradué en $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, grandeur homogène à celle d'un flux thermique et donne le forçage radiatif du aux augmentations des teneurs en gaz à effet de serre. Ce forçage radiatif représente la quantité d'énergie incidente qui provoquerait le même échauffement que la présence du gaz à effet de serre à telle ou telle concentration. Ainsi l'augmentation récente de la teneur en CO_2 engendre un forçage radiatif équivalent à $1,5\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ à comparer aux $340\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ de la constante solaire. On s'aperçoit que si les teneurs en CH_4 et N_2O sont beaucoup plus faibles que la teneur en CO_2 , leurs augmentations récentes sont responsables de forçages radiatifs comparables (3 fois inférieur pour le CH_4 , et 10 fois pour le N_2O). Le forçage radiatif total dû à ces trois gaz est de l'ordre de $2\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Il semble donc que l'augmentation des températures moyennes globales puisse être expliquée par l'augmentation des concentrations atmosphériques en gaz à effet de serre, tels que CO_2 , CH_4 et N_2O . Si les activités humaines sont une source évidente de tels types de gaz, les mécanismes qui modulent leurs concentrations atmosphériques font intervenir différents réservoirs.

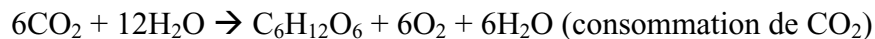
De nombreux candidats ont accompagné cette explication d'un bilan radiatif de l'atmosphère. Si l'idée était bonne, la réalisation de schémas extrêmement complexes, avec des flèches de couleurs, d'épaisseurs différentes mais souvent sans légende, était moins intéressante. Les candidats ayant expliqué le phénomène d'effet de serre sans pour autant réciter tout le cours qui contient l'explication ont eu le maximum de point, sans y passer trop de temps. Si le principe de l'effet de serre est globalement connu, de nombreuses explications confondent réémission et réflexion. L'ozone stratosphérique est trop souvent mélangé aux gaz à effet de serre troposphériques.

2.3. Le contrôle des échanges de CO₂ entre les différents réservoirs.

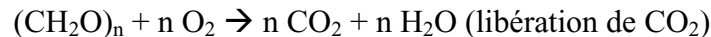
Les processus qui contrôlent les échanges de carbone en surface et sur de courts intervalles de temps sont : la photosynthèse, la respiration, la dégradation de la matière organique, le métabolisme des organismes qui précipitent un squelette carbonaté, l'altération des silicates et l'équilibre des carbonates. *On néglige ici les échanges avec le manteau par le volcanisme et le métamorphisme, et les effets des réactions photochimiques qui se produisent dans la haute atmosphère.*

On peut résumer ces mécanismes par les quelques réactions bilan suivantes qui consomment ou libèrent du CO₂ :

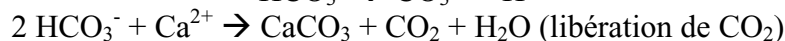
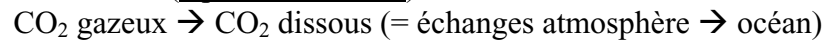
- la photosynthèse (équation attendue) :



- la respiration :

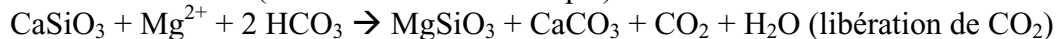


- l'équilibre des carbonates (équation attendue) :



(Remarque : au final la précipitation d'une mole de calcite consomme une mole sur deux de CO₂ dissous dans l'eau. Les réactions qui contrôlent l'équilibre des carbonates sont réversibles dans les processus de surface).

- l'altération des silicates (cas de la croûte océanique) :



- l'altération des silicates (avec production d'ions hydrogénocarbonates) :



Seulement une réaction du type « altération » était attendue.

Les valeurs données dans le **document 2** (1 Pg = 1 Gt) peuvent être synthétisées sur le schéma de la **figure 4**. Le flux net pour un réservoir peut être obtenu en faisant la somme algébrique des entrées et des sorties de ce réservoir. Pour l'atmosphère, le flux net vers les terres émergées et de -2 Gt/an, c'est ce qu'on appelle la « pompe biologique », le flux net

vers les océans est aussi de -2 Gt/an. Le flux (à sens unique) du réservoir fossile vers l'atmosphère est dû à leur combustion par les industries et les transports et il représente $+7$ Gt/an. Au total, 3 Gt s'accumulent donc chaque année dans l'atmosphère⁶. On peut déduire de la taille et du flux net d'un réservoir, le temps de résidence du carbone dans ce réservoir selon la formule (simple !) :

$$\text{Temps de résidence (en années)} = \frac{\text{Taille du réservoir (en Gt)}}{\text{Flux (en Gt/an)}}$$

Pour le réservoir océan, le flux brut moyen est de 89 Gt/an, le temps de résidence du carbone dans les océans est donc de l'ordre de 450 ans, et pour le réservoir terres émergées, une valeur de flux de 119 Gt/an donne un temps de résidence de 16 ans. Ces temps de résidence nous donnent un ordre de grandeur des temps de réaction des pompes continentales et océaniques, l'océan semblerait réagir plus lentement que les terres émergées. La façon dont les différents réservoirs vont réagir à la modification du réservoir atmosphérique va contrôler l'ampleur de l'impact humain sur le climat.

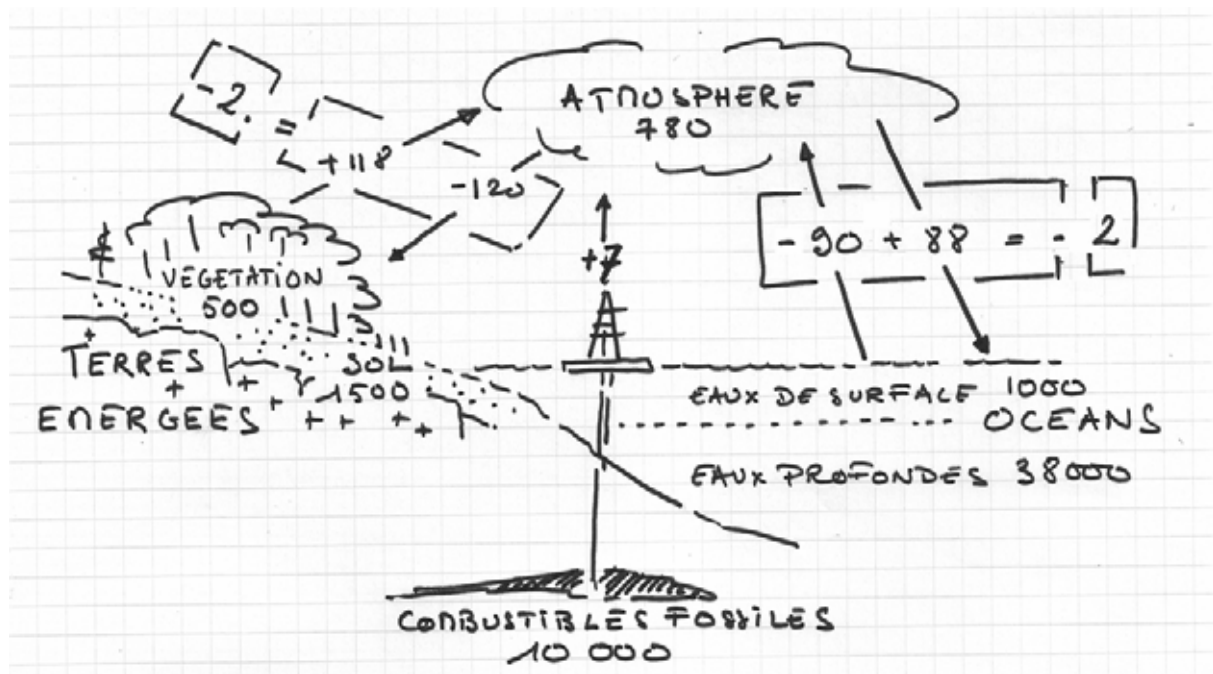


Figure 4 : Taille des réservoirs de carbone et flux entre ces réservoirs exprimés en Gt et en Gt/an. Les flux sont positifs si dirigés vers l'atmosphère.

La réalisation du schéma bilan de la figure 4 a globalement été réussie. Un nombre de points important était alloué à l'identification des émissions industrielles en tant que flux entre les réservoirs « combustibles fossiles » et « atmosphère ». La plupart des schémas en faisait volontairement ou non un flux entre « terres émergées et « atmosphère ».

Il semble donc que le réchauffement récent indiqué par de nombreux marqueurs climatiques soit imputable au moins en partie à la libération par l'Homme de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Ces gaz à effet de serre en absorbant l'énergie rayonnée par le soleil

⁶ Cela représente une augmentation de la taille du réservoir de $0,3$ %/an, on retrouve la pente de la courbe du document 10 sur les 50 dernières années : $(360-300)/300$ ppm /50 ans = $0,4$ %/an

et la Terre génèrent un forçage radiatif voisin de 2 W.m^{-2} . Les teneurs augmentent dans l'atmosphère car la quantité de CO_2 absorbée par les autres réservoirs est plus faible que le flux des émissions anthropiques. Ce n'est pas tant l'amplitude du phénomène, mais sa vitesse qui est « anormale ». Pour quantifier et vérifier ce rapport entre émissions anthropiques de gaz à effet de serre et changement des constantes climatiques, la modélisation des échanges et des mécanismes physiques à l'œuvre est un passage nécessaire.

3. Les modèles et scénarios envisagés pour le futur.

Un modèle se base sur un certain nombre d'hypothèses et de données d'entrées et propose en sortie des données synthétiques qui permettent d'infirmes ou non les hypothèses qui le fondent. Les experts du GIEC ont mis au point des modèles de fonctionnement du climat, qu'ils testent sur les données passées et actuelles et projettent ensuite dans les temps futurs pour différents scénarios.

3.1. Les scénarios d'évolution des émissions anthropiques de gaz à effet de serre.

Le **document 9A** montre trois paramètres d'entrée des modèles climatiques, que sont les évolutions des teneurs atmosphériques dans les trois principaux gaz à effet de serre émis par les activités humaines. *Les émissions sont à lire en Gt, ou Tg par an (la confusion n'a pas été sanctionnée).*

Les 6 scénarios⁷ proposés peuvent être séparés en trois familles en se basant sur les valeurs des émissions auxquelles ils aboutissent pour 2100. Les scénarios A1F1 et A2 sont des scénarios extrêmes avec des émissions en CO₂ multipliées par 4 d'ici 2100 pour arriver à environ 28 GtC/an. Dans ces deux scénarios, les émissions de méthane et de N₂O sont doublées et augmentées de 50 % respectivement. Les scénarios A1T et B1 constituent une seconde famille (scénarios « minimalistes ») avec les augmentations les plus faibles, voire même des diminutions des émissions anthropiques. Dans ces scénarios, les émissions de CO₂ seront légèrement inférieures à l'actuelle en 2100 après un maximum atteint autour de 2040. Les mêmes tendances sont observables pour les deux autres gaz, à ceci près que les émissions de N₂O dans le scénario A1T diminuent dès aujourd'hui. Les deux derniers scénarios, A1B et B2, forment une famille de scénarios intermédiaires avec une augmentation modérée des émissions de CO₂ multipliées par 2 d'ici 2100. Elles diffèrent du point de vue du méthane : le scénario B2 est proche de la première famille alors que le scénario A1B se rapproche de la seconde. Les deux dernières familles sont proches du point de vue des émissions de N₂O.

Les concentrations en gaz à effet de serre ne sont sans doute pas les seuls paramètres d'entrées de ces modèles. Les évolutions de la biosphère (taille des forêts équatoriales, par exemple) contrôlée en partie par l'Homme sont aussi à prendre en compte.

Le traitement des documents 9 et 3 fut sans doute le plus difficile pour les candidats. Il était important de clairement identifier le document 9A comme les entrées des modèles, et les documents 9B et 3 comme des sorties des modèles. Il s'agissait ensuite de faire preuve de

⁷ Juste pour montrer que ça va chercher loin des ST... Extrait du rapport du GIEC :

Les scénarios d'émissions du Rapport spécial sur les scénarios d'émissions (SRES)

A1. Le canevas et la famille de scénarios A1 décrivent un monde futur dans lequel la croissance économique sera très rapide, la population mondiale atteindra un maximum au milieu du siècle pour décliner ensuite et de nouvelles technologies plus efficaces seront introduites rapidement. Les principaux thèmes sous-jacents sont la convergence entre régions, le renforcement des capacités et des interactions culturelles et sociales accrues, avec une réduction substantielle des différences régionales dans le revenu par habitant. La famille de scénarios A1 se scinde en trois groupes qui décrivent des directions possibles de l'évolution technologique dans le système énergétique. Les trois groupes A1 se distinguent par leur accent technologique: forte intensité de combustibles fossiles (A1FI), sources d'énergie autres que fossiles (A1T) et équilibre entre les sources (A1B) ("équilibre" signifiant que l'on ne s'appuie pas excessivement sur une source d'énergie particulière, en supposant que des taux d'amélioration similaires s'appliquent à toutes les technologies de l'approvisionnement énergétique et des utilisations finales).

A2. Le canevas et la famille de scénarios A2 décrivent un monde très hétérogène. Le thème sous-jacent est l'autosuffisance et la préservation des identités locales. Les schémas de fécondité entre régions convergent très lentement, avec pour résultat un accroissement continu de la population mondiale. Le développement économique a une orientation principalement régionale, et la croissance économique par habitant et l'évolution technologique sont plus fragmentées et plus lentes que dans les autres canevas.

B1. Le canevas et la famille de scénarios B1 décrivent un monde convergent avec la même population mondiale culminant au milieu du siècle et déclinant ensuite, comme dans le canevas A1, mais avec des changements rapides dans les structures économiques vers une économie de services et d'information, avec des réductions dans l'intensité des matériaux et l'introduction de technologies propres et utilisant les ressources de manière efficiente. L'accent est placé sur des solutions mondiales orientées vers une viabilité économique, sociale et environnementale, y compris une meilleure équité, mais sans initiatives supplémentaires pour gérer le climat.

B2. Le canevas et la famille de scénarios B2 décrivent un monde où l'accent est placé sur des solutions locales dans le sens de la viabilité économique, sociale et environnementale. La population mondiale s'accroît de manière continue mais à un rythme plus faible que dans A2, il y a des niveaux intermédiaires de développement économique et l'évolution technologique est moins rapide et plus diverse que dans les canevas et les familles de scénarios B1 et A1. Les scénarios sont également orientés vers la protection de l'environnement et l'équité sociale, mais ils sont axés sur des niveaux locaux et régionaux.

Un scénario d'illustration a été choisi pour chacun des six groupes de scénarios A1B, A1FI, A1T, A2, B1 et B2. Tous sont également fiables. Les scénarios SRES n'incluent pas d'initiatives climatiques supplémentaires, ce qui signifie que l'on n'inclut aucun scénario qui suppose expressément l'application de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques ou des objectifs du Protocole de Kyoto pour les émissions.

méthode dans le commentaire des différents types de scénarios. Une stratégie finalement payante consistait à choisir 2 ou 3 scénarios représentatifs parmi les 6 proposés, l'identification de familles et de tendances communes était néanmoins mieux considérée.

3.2. La modélisation des paramètres globaux.

3.2.1. L'évolution de la température d'ici 2100.

Le **document 9B** présente deux sorties des modèles climatiques globaux, la température globale et le niveau moyen des mers, ainsi que la dispersion des différents résultats. L'enveloppe de la dispersion pour les températures prédit un réchauffement global minimal de + 1,6 °C et un réchauffement maximal de 6,2 °C ! A l'intérieur de cette dispersion les différents scénarios présentés en **document 9A** donnent tous des courbes croissantes mais avec des valeurs différentes en 2100. La première famille donne des valeurs de réchauffement de 4 et 4,8 °C, la seconde 2,3 et 2,9 °C, et la famille intermédiaire 3 et 3,2 °C.

Ces différents modèles permettent de comparer le poids des différents gaz à effet de serre dans la machine climatique telle qu'elle est modélisable à l'heure actuelle. Les scénarios de la première famille avec les émissions les plus fortes donnent évidemment les réchauffements les plus forts. Le scénario A1B1 avec les émissions les plus faibles (sauf pour le N₂O) donne les valeurs les plus faibles. Le rôle du N₂O semble mineur (l'échelle « forçage radiatif » pour ce gaz était en effet la plus faible sur le **document 10**). La comparaison des deux scénarios de la famille intermédiaire A1B et B2 permet de discuter de l'importance relative de CO₂ et CH₄. A1B montre la plus forte augmentation de température, alors qu'il se base sur une faible augmentation des émissions de méthane suivie même d'une diminution. Il présente en revanche une quantité cumulée de CO₂ émis (surface sous la courbe) plus grande que le scénario B2. Cela montre le rôle prépondérant du CO₂ dans l'effet de serre. Ce poids plus grand peut s'expliquer par une capacité de forçage radiatif élevée, et une forte accumulation dans l'atmosphère, comme expliqué en §2.3. Le méthane a un rôle secondaire, à cause de son faible temps de résidence dans l'atmosphère, entre autres.

3.2.2. L'évolution future du niveau marin moyen.

Pour le niveau moyen des mers, l'ensemble des modèles donne des valeurs de + 20 à 70 cm. Parmi ceux détaillés, le scénario A1F1 donne la plus grande hausse (50 cm) et la plus faible est donnée par le scénario B1 (31 cm), les autres scénarios aboutissent à des valeurs semblables entre 35 et 43 cm. La comparaison détaillée des courbes aboutit aux mêmes conclusions que l'examen des courbes de températures. Ceci s'explique en partie par le contrôle du niveau marin par la température globale. En effet, plusieurs phénomènes peuvent engendrer une hausse du niveau marin : la dilatation thermique (directement due à l'élévation thermique globale) et la diminution des réserves des glaces d'inlandsis et des glaciers de montagne (dus aux températures et aux précipitations locales). Pour donner la mesure de ces phénomènes, la diminution de 1 % des inlandsis représente un volume de glace de $3,8 \cdot 10^5 \text{ km}^3$, le volume d'eau correspondant est de $3,41 \cdot 10^5 \text{ km}^3$ (on multiplie par la densité de la glace). La surface totale des océans représente 70 % de la surface terrestre, soit $3,57 \cdot 10^8 \text{ km}^2$. L'élévation du niveau marin est le volume d'eau divisé par la surface des océans soit environ 1 m. Les variations du niveau marin obtenues dans les modèles sont donc relativement faibles par rapport au 100 m que provoquerait la fonte de tous les inlandsis.

Les modèles globaux donnent donc des valeurs moyennées sur l'ensemble de la planète, si la notion de niveau marin global peut avoir une signification, les températures, elles, montrent une grande variation régionale. Il est nécessaire de modéliser les changements climatiques régionaux pour préciser les impacts locaux du changement global.

3.3. La modélisation de l'évolution future de la zonéographie climatique mondiale.

Les **documents 3A** et **3B** montrent des modélisations des courbes des changements de température et des précipitations entre la fin du XIX^e siècle et l'actuel pour l'Arctique au cours d'une année et des cartes de changements de température et de précipitations pour l'Afrique. Ces modélisations s'appuient sur le scénario A1B, appartenant à la famille intermédiaire du **document 9A**. Ces résultats peuvent être considérés comme « moyens » comme le prouve la position centrale de la courbe dans la dispersion des données concernant l'Arctique. Il est intéressant de noter que cette dispersion est beaucoup plus grande que celle sur les simulations globales ... les équilibres locaux étant la somme de phénomènes globaux et locaux plus difficiles à appréhender.

Le document **A** montre une augmentation moyenne des précipitations dans la région polaire de 20 %, avec un maximum de + 30 % en hiver. Les températures devraient elles aussi augmenter plus qu'à l'échelle globale avec une valeur moyenne de l'ordre de + 5 °C et une augmentation en hiver de + 8 °C ! Ces modifications sont cruciales pour l'inlandis groenlandais, dont l'équilibre est régi par les précipitations et la température.

Le document **B** montre des évolutions contrastées pour le continent africain. Le Maghreb et l'Afrique du Sud verront, dans ce scénario, leur température augmenter de + 2 à + 4 °C et leurs précipitations chuter de 5 à plus de 10 mm.an⁻¹. Les précipitations sur l'Afrique de l'Ouest devraient augmenter, sans changement majeur de la température. Ces pronostics laissent envisager une augmentation de la taille des régions désertiques.

A l'échelle globale, les deux exemples du **document 3**, semblent montrer une accentuation des contrastes climatiques globaux avec un réchauffement plus fort au pôle, et une nouvelle répartition des masses d'eau atmosphériques : encore plus de pluie au pôle, encore moins dans les régions déjà pourtant sèches.

Si le commentaire des simulations en carte du document 3B fut souvent correct, les commentaires des diagrammes du document 3A furent le plus souvent farfelus ... les candidats n'ayant pas lu qu'il s'agissait de changements de température et non de températures.

Conclusion.

Les différents documents extraits des rapports du GIEC permettent de faire le constat d'un changement rapide (sur le dernier siècle) des constantes climatiques, que sont par exemple la température moyenne (+ 0,8 °C sur les 140 dernières années), le niveau moyen des mers (3 mm.an⁻¹ entre 1993 et 2005) ou encore le recul des glaciers (de l'ordre de 800 m depuis 1870 pour les glaciers alpins). Ces variations sont de plus grande amplitude que la variabilité naturelle sur le dernier millénaire et avoisinent l'ordre de grandeur des variations sur de plus grandes échelles de temps ... mais à une vitesse beaucoup plus élevée !

Ces changements dans les constantes climatiques sont parallèles à l'augmentation des concentrations atmosphériques en gaz à effet de serre, libérés depuis le début de l'ère industrielle par les activités humaines. Pour le CO₂, ces activités transfèrent 7 GtC.an⁻¹ des ressources fossiles vers le réservoir « atmosphère », alors que les pompes naturelles (océans et

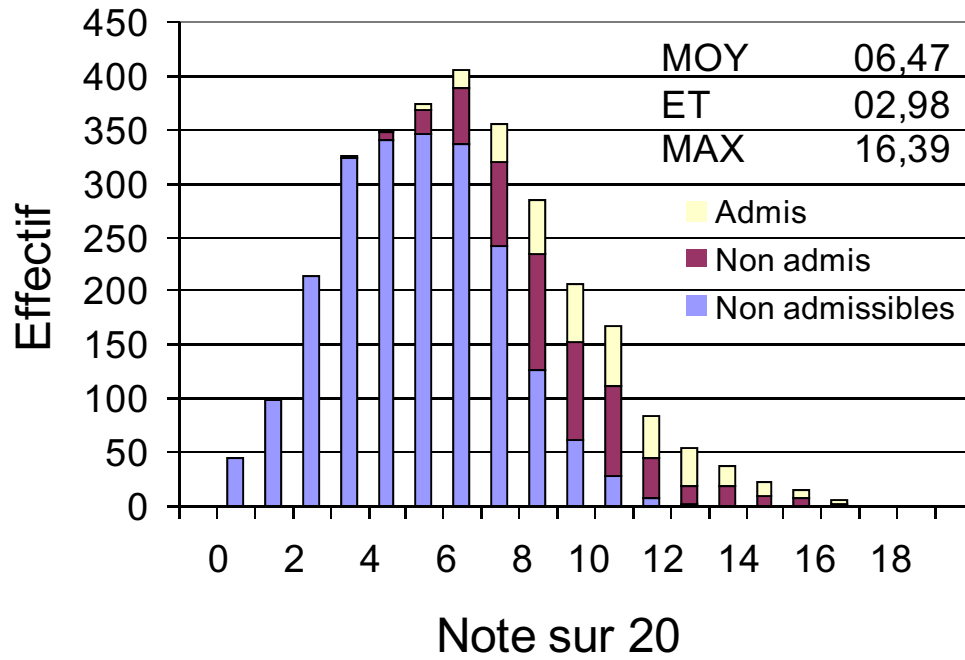
terres émergées, n'en soustraient que 4 GtC/an. L'accumulation des gaz à effet de serre génère une augmentation du forçage radiatif dû à l'effet de serre de l'ordre de 2W.m^{-2} .

Tous ces mécanismes sont pris en compte dans les modèles climatiques, validés sur leur capacité à reproduire les évolutions passées des climats et qui s'appuient sur des scénarios prospectifs pour évaluer le changement climatique à venir. Tous admettent une élévation de température globale supérieure à 1,6 °C d'ici 2100, même pour les scénarios les plus « optimistes », ainsi que des variations locales beaucoup plus fortes des températures mais aussi des précipitations. Les zones actuellement arides ou semi-arides seront sans doute les plus touchées.

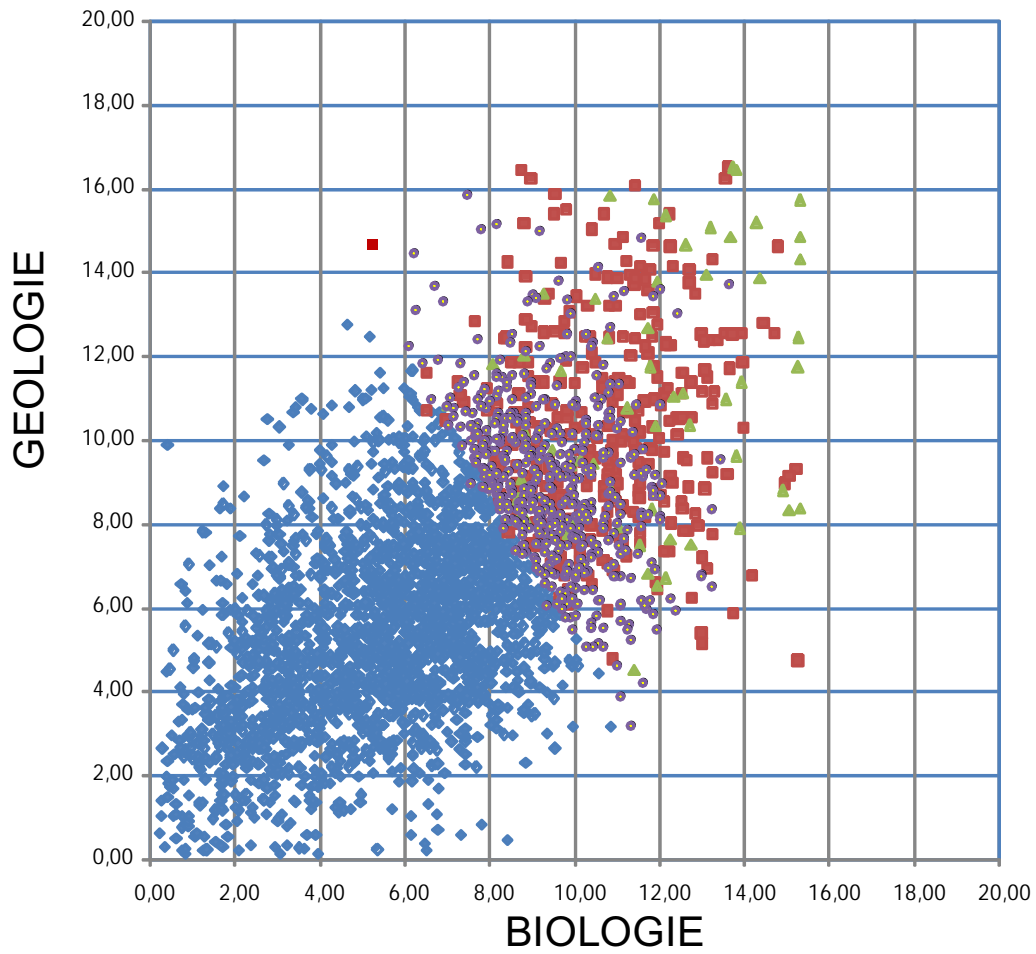
De telles études scientifiques montrent le rôle majeur des sciences de la Terre face aux enjeux sociétaux actuels et imminents.

Comme les introductions, les conclusions sont souvent décevantes. Il s'agit de résumer les grands arguments tirés des documents analysés, et ce de façon quantitative. C'est ce qui différencie un exposé scientifique d'une discussion de salon. Une autre tendance malheureuse consiste à vouloir à tout prix faire un « schéma-bilan » qui se résume vite à des boîtes et des flèches de signification cabalistique ... tous les sujets ne s'y prêtent pas.

Répartition des notes de géologie



Bilan de l'admissibilité



- ◆ Non admissibles
- Admissibles admis
- ▲ Admissibles absents
- Admissibles non admis

6.1 Exposé scientifique suivi de deux entretiens

L'exposé scientifique

Objectifs de l'épreuve

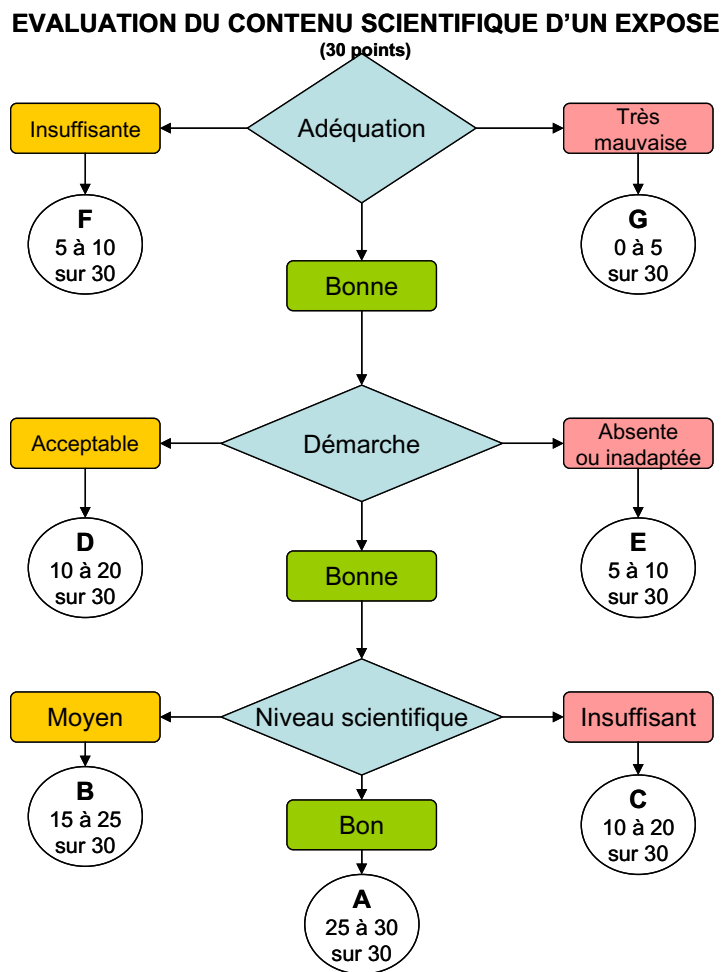
L'exposé scientifique évalue l'aptitude du candidat à organiser et transmettre des connaissances scientifiques.

L'entretien qui suit immédiatement l'exposé permet de nuancer l'impression laissée par le candidat lors de l'exposé.

Evaluation de l'exposé

L'exposé scientifique est noté sur 50 points dont 30 pour le contenu scientifique, 10 pour l'illustration et 10 pour la communication.

Les 30 points du contenu scientifique sont attribués suivant 3 critères (adéquation sujet / exposé, démarche adoptée, niveau scientifique) en suivant le logigramme ci-dessous



Adéquation de l'exposé au sujet: Le sujet peut conduire le candidat à réaliser une synthèse mais nécessite toujours de faire un choix dans les faits à présenter. Le candidat doit être en mesure de justifier ses choix ainsi que la démarche adoptée.

Il n'y a plus de distinction entre "biologie générale", "biologie animale" ou "biologie végétale": le candidat doit s'en remettre à l'énoncé pour cerner les organismes (parfois aussi microbiens) concernés par celui-ci.

Le sujet doit être traité dans son ensemble, sans oublis majeurs ni hors sujets, un contenu en adéquation

parfaite avec le libellé du sujet, une vision synthétique des problèmes évoqués avec les grandes lignes dégagées

Quelques erreurs à éviter mais fréquemment rencontrées pendant la session 2008:

- Présenter un exposé sur les reliefs terrestres sans jamais évoquer le moindre relief ou altitude en se limitant à la tectonique des plaques. Tout l'exposé est alors hors sujet ;
- Limiter un exposé sur la géologie des eaux souterraines à une étude des nappes phréatiques sans traiter des interactions eau-roche. Seul un aspect de la leçon est traité
- Ne pas définir les termes du sujet, par exemple présenter un exposé sur le magma tholéiitique sans jamais n'en définir le sens exact.

La démarche : Construire un exposé comme une énumération ou sans partir d'une question introductive lorsque c'est possible entraîne une note très basse. Le candidat doit trouver un fil conducteur logique et visible dans le plan. Il faut faire apparaître dès l'introduction la problématique du sujet et montrer comment on veut la résoudre par une logique de démonstration. Toutefois, si l'objectif de la leçon est de montrer à quoi correspond un processus (germination par exemple) ou une structure (fruit par exemple), il paraît logique d'aboutir à sa définition définitive dans la conclusion à l'issue d'une construction progressive.

- Le niveau scientifique : Le candidat doit convaincre le jury qu'il maîtrise les concepts présentés. Il doit utiliser une terminologie adaptée et précise. Les connaissances présentées doivent être actualisées. D'autre part, le programme du concours précise dans son préambule que les notions de physique et de chimie nécessaires à la compréhension des phénomènes géologiques et biologiques doivent être connues. Il a souvent été constaté que des candidats sont incapables de donner des définitions simples des grandeurs physiques et de leurs unités. Les notions de force, pression, débit, tension, contrainte, vitesse, accélération, gravité, pesanteur, champ magnétique sont très floues et sont souvent confondues les unes avec les autres. De même, le terme d'"onde" est parfois utilisé pour expliquer n'importe quoi. Certains candidats utilisent indifféremment les termes d'élément, de molécule, d'atome, d'ion ou d'isotope sans en comprendre précisément la signification. On assiste même à des confusions entre éléments chimiques, minéraux et roches. De telles approximations sont inacceptables de la part de futurs professeurs de SVT.

La qualité de l'illustration : Il faut partir du réel autant que possible, parler de "la croissance d'une angiosperme" sans s'appuyer sur un rameau ligneux, par exemple, n'est pas acceptable. L'utilisation de ces supports est cruciale dans certains sujets: comment parler de l'évolution d'un trait (comme la reproduction des Embryophytes ou l'apparition de la photosynthèse chez les Eucaryotes) sans s'appuyer sur un arbre phylogénétique et une reconstitution des états ancestraux les plus parcimonieux ?

L'utilisation de ces supports doit être préparée : des schémas interprétatifs (préparations microscopiques) sont indispensables. Des documents simplement montrés au jury sans exploitation n'apportent rien. Le choix des documents ou du matériel présenté doit être pertinent par rapport au sujet.

En sciences de la Terre, ces supports peuvent être :

- des cartes géologiques accompagnées de coupes réalisées à main levée ou de schémas structuraux au tableau ou sur une feuille à côté de la carte ;
- des roches dont la présentation et la diagnose sont réalisées par le candidat ;
- des lames minces accompagnées d'un schéma légendé à côté du microscope ;
- des fossiles ou microfossiles accompagnés également d'un schéma légendé ;
- des diapositives dont la présentation peut être accompagnée d'un schéma au tableau ou sur un transparent ;
- des graphes ou des tableaux de valeurs (géophysique, géochimie) dont on prend soin de bien noter les unités et la signification des axes des abscisses et ordonnées...

Des logiciels de simulation sont disponibles pour illustrer les exposés. Il convient de prendre garde à ne pas les utiliser si un document simple peut apporter la même information (carte, coupe, diagramme...) car il est toujours préférable de privilégier le réel face au virtuel.

Les expériences et manipulations réalisées devant le jury doivent être aussi rigoureuses que possible, il s'agit d'illustrer un exposé scientifique et non de distraire le jury. Les candidats sont par ailleurs encouragés à se méfier des analogies hasardeuses. Pour ne citer que quelques exemples, le fonctionnement du néphron ne saurait être assimilé à la diffusion du thé en sachet dans une casserole, faire du caramel en chauffant du sucre imbibé d'eau ne saurait illustrer l'importance de l'eau dans la fusion du manteau. Moins grave mais

symptomatique, est-il vraiment utile d'écraser de la pâte de sucre entre les doigts pour montrer la déformation d'une roche, ou de faire fondre un glaçon posé sur une plaque de liège avec un sèche-cheveux pour illustrer la fin d'une glaciation ?

Pour résumer, trois critères sont pris en compte pour l'évaluation de l'illustration d'un exposé.

L'exposé est-il suffisamment illustré (en tenant compte des spécificités de chaque sujet) ?

Les supports choisis sont-ils pertinents par rapport au sujet et à la démarche choisie par le candidat ?

Les supports ont-ils été correctement exploités ?

Il faut absolument comprendre que « sortir du matériel » n'est pas un objectif en soi et ne saurait rapporter automatiquement des points: ceux-ci ne sont attribués que si l'exploitation est pertinente et bien menée.

La communication: dans cette rubrique sont évaluées la qualité de l'expression orale, l'utilisation du tableau et des différents moyens de projection, la gestion du temps ainsi que l'attitude du candidat.

L'expression orale d'un professeur doit être irréprochable, le jury y est donc particulièrement attentif.

Il est conseillé aux candidats de consacrer quelques minutes pour se familiariser avec les appareils de projection mis à leur disposition. Constaté en cours d'exposé que la mise au point n'est pas faite ou que la projection est dirigée en dehors de l'écran déstabilise inutilement le candidat et pourrait facilement être évité.

Le plan, structuré et écrit progressivement au tableau au cours du déroulement de l'exposé, demeurera affiché à l'issue de l'exposé (idéalement, on n'effacera rien au tableau durant la leçon). Trop peu de candidats démontrent leurs capacités à dessiner au tableau en temps réel, en expliquant ; certains candidats en revanche, lorsque le sujet s'y prête, réussissent d'excellents schémas ou tableaux de synthèse et en sont récompensés.

La gestion du temps est un aspect important auquel les candidats doivent s'exercer pendant l'année de préparation. La durée de l'exposé est de 30 minutes.

La motivation du candidat doit se manifester au travers de son discours et de son attitude ; un exposé enthousiaste est toujours apprécié s'il est de bon niveau. Il n'est cependant pas nécessaire de produire un « numéro » outrancier qui irrite particulièrement le jury quand le fond scientifique est pauvre. À l'inverse, comment convaincre le jury avec un exposé monocorde, délivré sans dynamisme par un candidat qui ne semble pas y croire lui-même ?

Le premier entretien

Un premier entretien, d'une durée de 10 minutes et évalué sur 20 points, suit immédiatement l'exposé. Conduit par un ou plusieurs membre(s) de la commission, son premier objectif est d'évaluer le niveau de compréhension des faits et des concepts présentés lors de l'exposé. Il permet également de vérifier la culture scientifique de base du candidat en restant dans le champ disciplinaire de l'exposé et de préciser certains points abordés au cours de l'exposé, voire des aspects négligés ou oubliés. L'entretien permet ainsi de vérifier si les erreurs commises par le candidat relèvent du lapsus ou de mauvaises connaissances. L'entretien permet également d'évaluer sa réactivité et son attitude (compréhension des questions posées, mobilisation des connaissances ou capacité à raisonner « en temps réel », qualité de l'expression orale, capacité à identifier ses lacunes ou ses erreurs et éventuellement à y remédier).

Il faut absolument écouter les questions posées. Les réponses attendues doivent être aussi concises que possible, sans éluder la question posée. Certains candidats mobilisent judicieusement leurs documents ou le tableau pour appuyer leur réponse. Inutile cependant d'aller chercher une réponse complète dans ses notes - on peut d'ailleurs avouer son ignorance, c'est une qualité.

Les candidats ne doivent pas voir ces questions comme une correction ou une série d'indices de leur réussite ou de leur échec. Certains candidats qui avaient honorablement réussi l'épreuve ont exprimé une impression d'échec à la sortie de la salle : injustifié, ce sentiment peut porter atteinte à leur moral et à la suite des épreuves. Il faut donc se méfier du découragement et ne pas surinterpréter le déroulement de la discussion.

Les notions de statistiques (moyenne, écart-type) et autres outils mathématiques élémentaires sont encore peu maîtrisés ! Deux autres insuffisances sont fréquemment mises en évidence pendant le premier entretien : les connaissances en histoire des sciences sont quasi-inexistantes alors qu'elles sont fondamentales à la compréhension de la genèse des concepts. Les ordres de grandeur et les notions d'échelle sont inconnus de trop de candidats.

Les conditions de préparation de l'exposé et du premier entretien

La préparation de l'exposé par le candidat dure trois heures ; elle se fait dans une salle commune avec accès libre à la bibliothèque pendant les deux premières heures (livres disponibles sur demande ensuite). Un membre de l'équipe technique assiste chaque candidat, et passe régulièrement le voir. Si les connaissances personnelles doivent guider la réflexion et la construction de l'exposé, l'utilisation d'ouvrages de la bibliothèque est un atout pour des compléments d'informations, des exemples ou des mises en évidence...

La liste des ouvrages de la bibliothèque est publiée chaque année et les modifications opérées à chaque session sont mineures (ajouts de nouveautés principalement). On ne saurait qu'encourager les candidats à prendre connaissance de cette liste le plus tôt possible pendant leur cursus universitaire et de ne pas attendre la fin des épreuves d'admissibilité pour s'y intéresser. L'utilisation d'ouvrages très généraux est sans doute utile mais ne saurait dispenser les candidats d'exploiter des ouvrages spécialisés dans lesquels on trouvera matière à illustrer l'exposé. Inversement certains candidats consultent un nombre manifestement excessif d'ouvrages, sans doute dans l'espoir, illusoire, d'y puiser les connaissances qui leur font défaut.

Lors de la troisième heure, le candidat rejoint la salle dans laquelle sera présenté l'exposé, en emportant les manuels nécessaires pour terminer la préparation. Il lui est alors possible de préparer les manipulations prévues et de vérifier le fonctionnement du matériel de projection (rétroprojecteur, projecteur de diapositives). Un agrégé préparateur vérifie systématiquement l'adéquation entre le matériel demandé et le matériel fourni.

Le matériel demandé en cours de préparation (échantillons frais ou conservés, photographies, transparents, préparations microscopiques, diapositives, cartes ainsi que le matériel d'expérience) est indiqué sur une fiche : document de travail pour le technicien, elle sera remise au jury et rendra compte des conditions matérielles de la préparation. Le jury encourage les candidats à demander tout le matériel qu'ils jugent nécessaire à l'illustration de leur exposé cependant certaines demandes manquent totalement de réalisme dans le cadre de ce concours.

Le temps de préparation arrivé à son terme, les membres de la commission entrent dans la salle (avec éventuellement des spectateurs, car l'épreuve est publique). Le candidat dispose alors de 30 minutes pour exposer son sujet sans intervention de la part du jury - sauf pour indiquer, si le candidat paraît loin de conclure, qu'il reste une minute de temps de parole. Trop de candidats continuent à ce moment leur exposé, sans passer à la conclusion – et sont interrompus à la trentième minute révolue.

Matériel végétal frais

Comme lors des sessions précédentes, une collection de végétaux permettant aux candidats d'illustrer leur exposé avec du matériel végétal frais était disponible. Sur l'ensemble de la session, la collection a comporté près de 200 espèces végétales dont plus de 100 étaient disponibles en permanence.

Les espèces proposées couvraient l'ensemble du règne végétal (algues, mousses, fougères, gymnospermes et angiospermes) et permettaient d'illustrer des thématiques aussi diverses que l'évolution de la lignée verte, l'anatomie végétale ou la végétation de certains milieux (forêt, dune, etc).

Dans *la mesure du possible*, les échantillons proposés étaient complets avec racines, tige, feuilles, fleurs et fruits permettant ainsi aux candidats de disposer d'une diversité importante de types de feuilles, de fruits... Ces échantillons pouvaient également être proposés aux candidats par le jury lors des seconds entretiens.

Le tableau ci-dessous fournit une liste indicative d'une cinquantaine d'espèces présentes dans la collection.

Phaeophyta	Fucaceae	<i>Fucus vesiculosus</i>	Angiosperma	Chenopodiaceae	<i>Salicornia europea</i>
Rhodophyta	Gigartinaceae	<i>Chondrus crispus</i>	Angiosperma	Fabaceae	<i>Phaseolus sp.</i>
Ulvophyta	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i>	Angiosperma	Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i>
Bryophyta	Dicranaceae	<i>Leucobryum glaucum</i>	Angiosperma	Fabaceae	<i>Trifolium album</i>
Bryophyta	Marchantiaceae	<i>Marchantia sp</i>	Angiosperma	Fabaceae	<i>Robinia pseudaccacia</i>
Bryophyta	Polytrichaceae	<i>Polytrichum formosum</i>	Angiosperma	Fagaceae	<i>Quercus ilex</i>
Filicophyta	Polypodiaceae	<i>Polypodium vulgare</i> avec prothalles	Angiosperma	Fagaceae	<i>Fagus sylvatica</i>
Lycophyta	Selaginellaceae	<i>Selaginella sp</i>	Angiosperma	Fagaceae	<i>Quercus petraea</i>
Coniferophyta	Abietaceae	<i>Abies grandis</i>	Angiosperma	Lamiaceae	<i>Prunella vulgaris</i>
Coniferophyta	Pinaceae	<i>Picea abies</i>	Angiosperma	Lamiaceae	<i>Mentha rotundifolia</i>
Coniferophyta	Pinaceae	<i>Pinus sylvestris</i>	Angiosperma	Magnoliaceae	<i>Magnolia grandiflora</i>
Coniferophyta	Pinaceae	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Angiosperma	Oleaceae	<i>Fraxinus excelsior</i>
Coniferophyta	Taxodiaceae	<i>Taxodium distichum</i>	Angiosperma	Orchidaceae	<i>Phalenopsis sp.</i>
Cycadophyta	Cycadaceae	<i>Cycas revoluta</i>	Angiosperma	Orchidaceae	<i>Epipactis latifolia</i>
Angiosperma	Aceraceae	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Angiosperma	Poaceae	<i>Triticum durum</i>
Angiosperma	Asteraceae	<i>Hippochaeris radicata</i>	Angiosperma	Poaceae	<i>Hordeum murinum</i>
Angiosperma	Asteraceae	<i>Tanacetum vulgare</i>	Angiosperma	Poaceae	<i>Ammophila arenaria</i>
Angiosperma	Asteraceae	<i>Erigeron annuum</i>	Angiosperma	Poaceae	<i>Lolium perenne</i>
Angiosperma	Brassicaceae	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Angiosperma	Rosaceae	<i>Filipendula ulmaria</i>
Angiosperma	Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	Angiosperma	Rosaceae	<i>Rubus fruticosus</i>
Angiosperma	Brassicaceae	<i>Nasturium officinale</i>	Angiosperma	Rosaceae	<i>Prunus avium</i>
Angiosperma	Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>	Angiosperma	Scrophulariaceae	<i>Scrophularia nodosa</i>

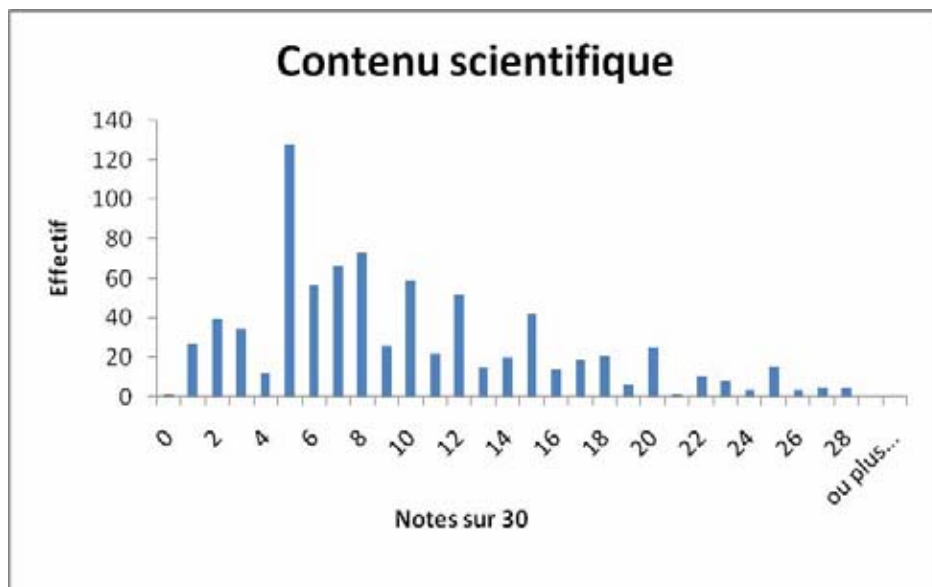
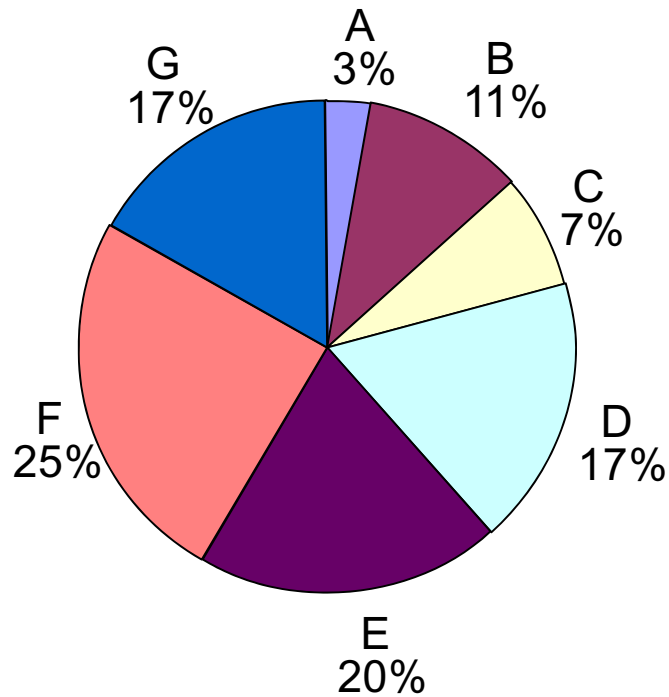
Dans les salles d'exposé de géologie les cartes ci-dessous étaient systématiquement mises à disposition du candidat.

1. Echelle des temps géologiques (ICS-IUGS-CCGM ; 2004)
2. Carte géologique du monde (1 feuille) 1/50 000 000 (CCGM-UNESCO, 2000)
3. Carte géodynamique de la Méditerranée (2 feuilles ; 1 - Tectonique et Cinématique ; 2 - Sismicité et Tectonique) 1/13 000 000 (CCGM, 2004)
4. Carte générale du monde et du fond des océans 1/48.000.000 (SORED S.A., Paris)
5. Carte géologique de la France 1/1.000.000 (BRGM)

Les documents 1, 2 et 3 ont été offerts par la Commission de la Carte Géologique du Monde (Professeur Jean-Pierre Cadet).

Prestations des candidats à l'exposé scientifique

Contenu scientifique (sur 30)



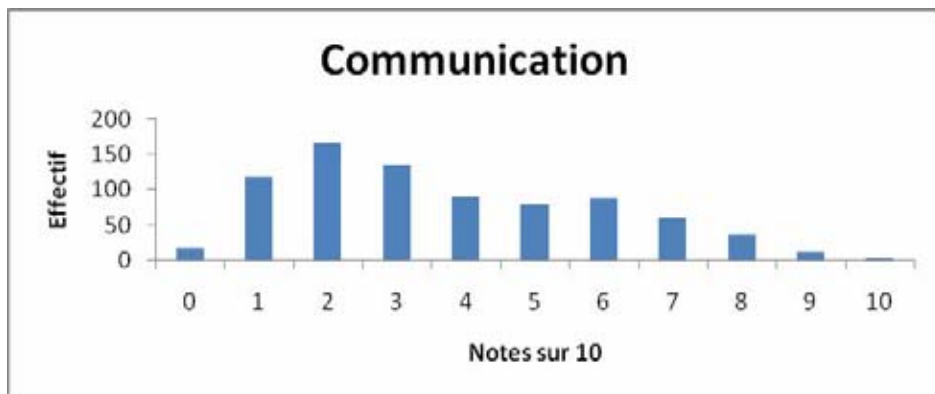
L'évaluation du contenu scientifique des exposés est résumée dans les graphiques ci-dessus. On note que 42 % des exposés n'ont pas traité (ou très mal) le sujet. Si l'on ajoute les 20% d'exposés dont la démarche était absente ou inadaptée, on constate que 62% des exposés ont été jugés de très mauvaise qualité sur le plan scientifique. La diminution du nombre d'admissibles ne s'est donc pas traduite par une amélioration de la qualité

scientifique des exposés.

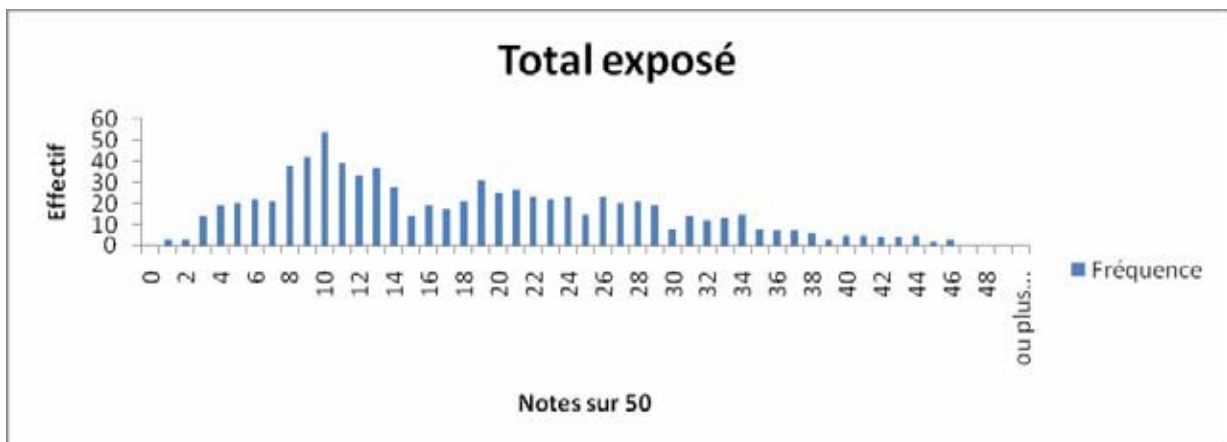
Illustration (sur 10)



Communication pendant l'exposé (sur 10)

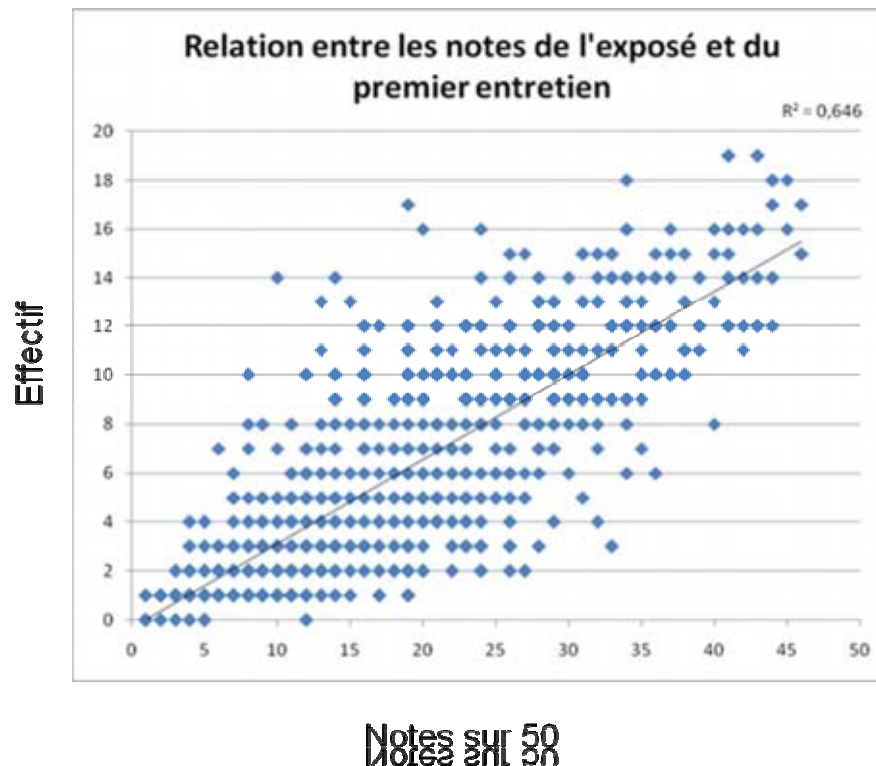
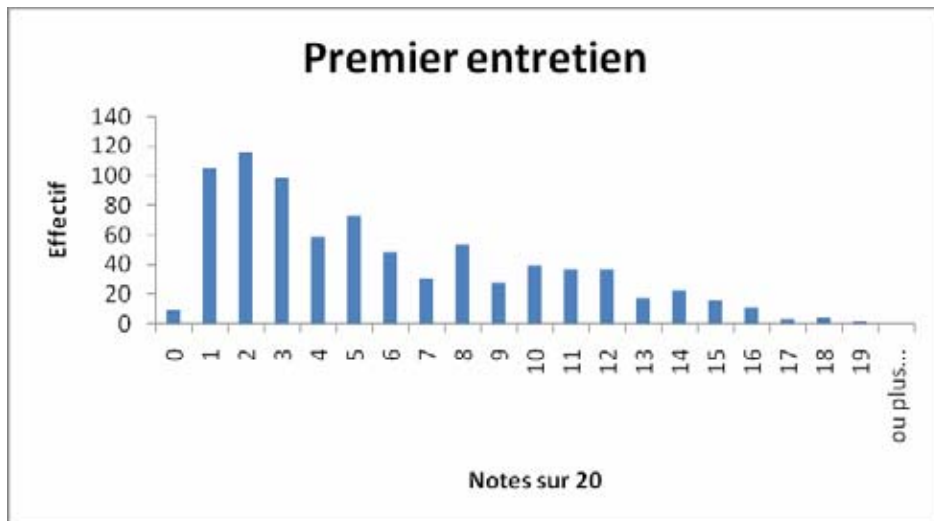


Total exposé (sur 50)



Le premier entretien

Comme à l'exposé les notes obtenues au premier entretien sont assez basses. Elles sont le plus souvent le reflet d'un exposé aux qualités scientifiques médiocres comme le montre la bonne corrélation entre les deux notes. Cependant, il faut remarquer qu'un nombre non négligeable de candidats parvient à compenser une mauvaise note obtenue à l'exposé. Il faut donc conseiller aux candidats de ne pas se démobiliser après l'exposé même s'ils ont l'impression de ne pas l'avoir réussi.



Le deuxième entretien

Le déroulement de l'épreuve.

Les modalités de l'épreuve du second entretien sont inchangées par rapport à la session 2007. Cette épreuve sans préparation dure 20 minutes et est notée sur 30 points. Elle a lieu après l'exposé scientifique dont elle est totalement indépendante et porte sur les sciences de la vie si l'exposé a porté sur les sciences de la Terre et de l'Univers et réciproquement.

L'entretien est conduit sous la forme d'un dialogue au cours duquel les 2 examinateurs cherchent à tester le raisonnement et la démarche du candidat et à déterminer l'étendue de ses connaissances notamment naturalistes. Les exercices sont toujours basés sur l'analyse d'un échantillon ou d'un document imposé par le jury. Les examinateurs peuvent laisser au candidat l'initiative d'exploiter librement cet objet ou le guider par un questionnement.

En sciences de la vie, trois exercices indépendants et d'importance égale, sont proposés :

- 1) Une exploitation de matériel frais ou conservé, ou éventuellement d'une photographie, généralement macroscopique, permettant une approche naturaliste et une reconnaissance argumentée : plante, rameau feuillé, fruit, organe de réserve, animal, coquille, ... Des photos de paysages peuvent également être proposées dans le cadre de cet exercice.
- 2) Une analyse histologique ou anatomique : coupes de tissus animal ou végétal au microscope optique sous forme d'une lame présentée au microscope ou bien sous forme d'une photographie, images de microscopie électronique (balayage ou transmission), analyse d'une maquette d'un organe, moulages, etc.... ;
- 3) Une exploitation de résultats expérimentaux (tableau, graphe, montage) ou d'un document scientifique (carte de végétation par exemple). Cet exercice peut porter sur chaque partie du programme (structure du vivant, information génétique, métabolismes et fonctions de nutrition, fonction de relation, reproduction et développement, évolution et diversité du vivant, écologie).

En sciences de la Terre et de l'Univers, trois exercices indépendants sont proposés :

- Un commentaire de carte ou d'un extrait de carte géologique allant de l'échelle locale 1/50 000e à l'échelle du monde ;
- La reconnaissance raisonnée d'un minéral, d'un échantillon macroscopique de roche ou d'un fossile.
- L'exploitation d'un document scientifique parmi de nombreuses possibilités: lame mince (vue en photographie), photos d'affleurement ou de paysage, documents synthétiques divers de pétrologie (diagramme binaire ou ternaire, diagramme PT, ...), de géophysique (image tomographique, profil sismique réflexion mais aussi réfraction (par exemple ECORS), profil rhéologique, carte d'anomalies gravimétriques, ...), de géodynamique externe (image météosat, carte de courants marins, diagramme de Hjulström ...), liste non limitative

La ventilation des points entre les différentes parties est laissée à l'appréciation des examinateurs en fonction du temps passé sur chaque exercice et de leur difficulté relative.

Les candidats peuvent présenter une interprétation structurée du document ou de l'échantillon, mais le plus souvent, une question précise est posée par le jury pour orienter l'exercice. Le but n'est pas de piéger un candidat mais de tester sa culture géologique et son autonomie. Sa réactivité est également évaluée lorsque le jury donne des indications permettant au candidat de poursuivre sa réflexion, ou d'imaginer une interprétation autre que celle qu'il a privilégiée.

Les remarques du jury :

En biologie :

Pour l'exercice 1, le jury apprécie une détermination raisonnée et précise. Des ouvertures sur l'écologie ou sur les liens structure fonction sont souvent demandées. Reconnaître les principaux arbres, les principales familles d'Angiospermes, les groupes de végétaux du programme, les grands groupes zoologiques fait partie de la culture de base qu'un futur enseignant de SVT devrait posséder.

Pour l'exercice 2, l'analyse des préparations est très inégale.

Pour l'exercice 3, trop de candidats se limitent à faire une lecture des documents mais peinent à faire une interprétation judicieuse. Au-delà des constats, il est important de montrer une capacité de raisonnement et des connaissances biologiques. On déplore toujours une tendance au finalisme et de nombreuses lacunes sur les différents domaines du programme.

En géologie :

Le plus souvent, l'exercice n'est pas un commentaire régional vague de la carte mais une analyse précise guidée par l'examineur afin de tester l'aptitude du candidat (de la candidate) à analyser la carte. Certains candidats rencontrent de réelles difficultés en cartographie : compréhension de la légende, maîtrise de l'échelle (notamment un manque de recul sur les projections cartographiques, à l'échelle mondiale, pour lesquelles l'échelle varie selon la latitude). Il n'est pas acceptable qu'une écrasante majorité de candidats se contentent d'une symétrie des affleurements de terrains sur une carte (souvent décrite comme « symétrie autour d'un axe ») pour en déduire un pli sans se préoccuper des pendages. On note par ailleurs des difficultés à réaliser une coupe rapide « à main levée » ou à déterminer rapidement un sens de pendage à l'aide de la règle du V dans la vallée. La notice de la carte au millionième n'est pas maîtrisée par tous. Sur cette carte, peu de candidats savent replacer certains lieux géographiques classiques (Rhône, massifs subalpins, Chenaillet, Mont Blanc, grandes villes, pour ne citer que le cas des Alpes).

L'anatomie des principaux animaux et végétaux fossiles est mal connue, leur intérêt stratigraphique assez flou. Comme en pétrographie, la description des caractères discriminants est au moins aussi importante que l'obtention d'un nom. La description plus ou moins poétique de l'apparence du quartz dans une roche ne dispense pas de vérifier sa dureté en la comparant à celle du verre ! L'analyse des déformations à partir d'un échantillon ou d'un affleurement est souvent mal conduite : confusion entre axes des déformations et axes des contraintes principales ; définition d'une contrainte, précautions pour se permettre de passer des déformations aux contraintes. La distinction entre déformation coaxiale et non-coaxiale ne semble pas assimilée : par exemple, il est inadmissible que pour la plupart des candidats, la schistosité soit perpendiculaire à la contrainte même si du cisaillement lui est associée. Dans ce domaine également, quasiment tous les candidats confondent schistosité, foliation et linéation, ne connaissant pas la définition de ces concepts. La notion pourtant importante de failles conjuguées n'est que rarement maîtrisée.

Sur les images issues de satellites, peu de candidats connaissent le type de matériel utilisé pour acquérir les données, les grands types de satellites utilisés. Les images issues de satellites météorologiques sont mal connues (masses d'air, pressions, sens des vents, position des fronts).

Les données géophysiques de base sont souvent interprétées avec difficultés, bien souvent parce que les candidats ne connaissent pas leur mode d'acquisition, ou la définition des grands concepts (géoïde, anomalies gravimétriques). Par exemple, les notions de champ et de potentiel sont souvent confondues, la sismique réflexion et largement ignorée alors qu'elle est indispensable pour déterminer les vitesses et donc pour localiser le Moho. Des lois fondamentales et simples (loi de Darcy pour les écoulements et loi de Fourier pour la conduction de la chaleur semblent le plus souvent inconnues).

En général, peu de candidats maîtrisent les unités des grandeurs physiques utilisées en géologie (viscosité, gravité, contraintes, déformation). La connaissance de l'ordre de grandeur permettant de quantifier les données courantes est assez rare.

Quelques exemples de séries de supports proposés lors de la session 2008 :

Ces quelques exemples ont pour objectif de montrer la diversité des situations auxquelles le candidat peut être confronté.

En biologie :

Les exemples cités dans le rapport 2007 restent d'actualité, nous en donnons quels autres :

- Rameau avec feuilles et fleurs de châtaignier, capillaires sanguins humains observés au MET, exercice sur la conduction radiale du calcium dans la racine,
- Photo d'une dune, analyse d'un fruit, CT racine d'une dicotylédone.
- Adulte et chrysalide d'un papillon, préparation microscopique d'un lichen, exercice sur une chromatographie sur couche mince de pigments
- Larve de libellule, caryopse à analyser au microscope optique, organisation du génome humain.
- Coquille de nautilus, coupe de pollen au MET, exercice sur la carte de végétation de Bordeaux (extrait de la carte de végétation).
- Taupe et son squelette à reconnaître, CT de pancréas au microscope optique, exercice sur les effets de l'acide abscissique.

En géologie

Exemple 1 : échantillon de trachyte à amphibole, une carte sismotectonique de la Méditerranée, Diagramme de Hjulström

Exemple 2 : Un fossile d'ammonoïté, une carte au 1/50 000 de région plissée, diagramme PT (pression-température) de la péridotite

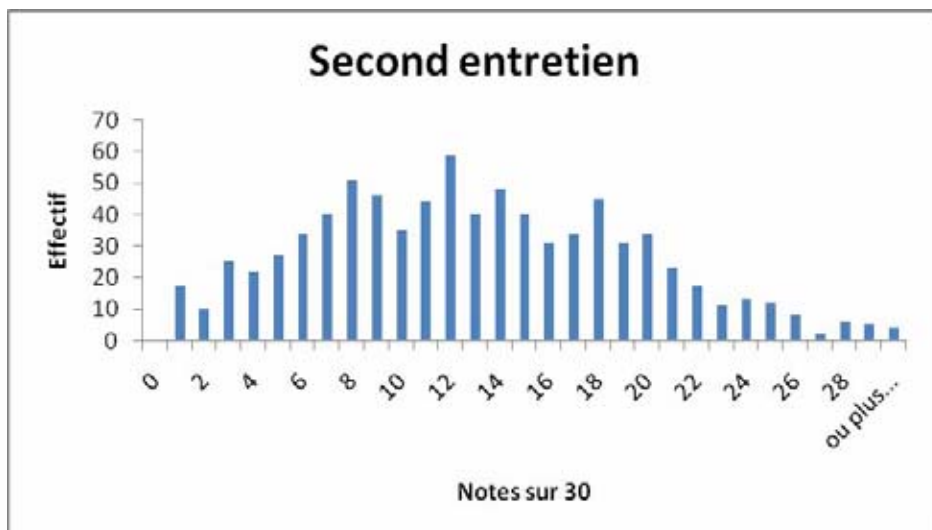
Exemple 3 : Echantillon déformé avec bélemnites tronçonnées, une comparaison entre carte de l'anomalie de Bouguer et celle de la profondeur du Moho en France, une région sur la carte de France au millionième

Exemple 4 : une éclogite coronitique, la carte structurale de l'Océan indien, une photo de banc avec figures de courant à sa base

Pour conclure, s'exercer à ce type d'épreuve pendant l'année de préparation est certainement utile mais l'exploitation réussie des objets présentés nécessite avant tout la maîtrise du fond scientifique ainsi qu'une solide culture naturaliste. Les futurs candidats sont donc encouragés à ne pas négliger leur formation pratique (TP, TD, stages de terrain) pendant les quatre années d'études supérieures précédant le concours.

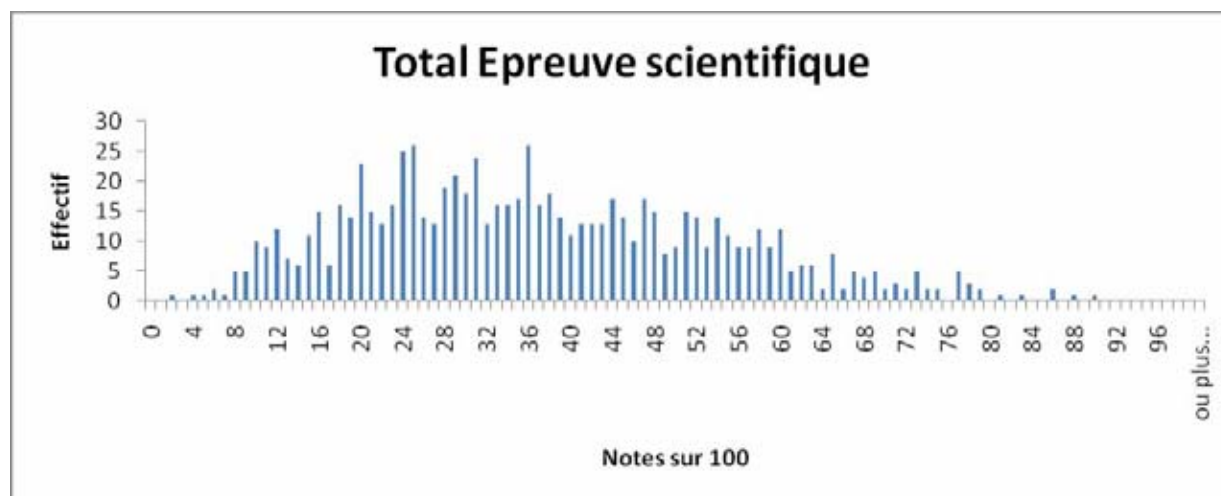
La prestation des candidats

Cette épreuve est relativement bien réussie par les candidats, elle est néanmoins discriminante comme on peut le voir sur le graphique ci-dessous.



Bilan de l'épreuve scientifique

Rubriques de la grille	Moyenne	Ecart-type	MAX	MIN
Contenu scientifique (sur 30)	9,76	6,17	28	0
Illustration (sur 10)	4,69	2,55	10	0
Communication (sur 10)	3,75	2,26	10	0
Exposé (sur 50)	18,19	10,15	46	1
Premier entretien (sur 20)	5,91	4,36	19	0
Second entretien (sur 30)	12,95	6,38	30	1
TOTAL EPREUVE SCIENTIFIQUE (sur 100)	37,06	16,94	90	2



Exposés scientifiques

281 candidats ont composé sur un sujet de géologie. Le jury a proposé 220 sujets différents de géologie. Chaque sujet est tombé entre 1 et 3 fois. Le nombre de répétitions de chaque sujet est entièrement aléatoire (« randomisation » par des moyens informatiques) et ne saurait faire l'objet d'une quelconque exégèse.

561 candidats ont composé sur un sujet de biologie. Le jury a proposé 222 sujets différents de biologie. Chaque sujet est tombé entre 1 et 6 fois. Le nombre de répétitions est, comme en géologie, entièrement aléatoire.

Exposés de géologie

Le magmatisme calco-alcalin

Les reliefs d'origine volcanique

Les marqueurs géologiques de la collision continentale

Le rôle des processus géodynamiques externes dans la genèse et l'évolution des paysages

L'utilisation des isotopes stables en géologie

Plis, chevauchements et décrochements: origine et signification dans une chaîne de montagnes

Le cycle externe de l'eau et ses conséquences

La chaleur interne du globe et ses manifestations

L'origine, la structure et la dynamique de l'atmosphère terrestre

Intérêts géologiques des argiles

À partir de carte(s) géologique(s), présenter l'étude de la chaîne varisque en France

Le rôle des organismes photosynthétiques dans la formation des roches

Les turbidites

Milieus et sédimentation glaciaires et périglaciaires

Les faciès métamorphiques

La cinématique des plaques

À partir de carte(s) géologique(s), présenter l'étude d'un massif ancien : le Massif Central

Les marges passives

La minéralogie du manteau

Les traits majeurs des principaux bassins sédimentaires français

Les roches carbonatées

La gravimétrie : principes et exemples d'utilisations

Eau et magmatisme

Les matériaux géologiques entrant dans la construction d'une maison

Le rôle du climat dans les processus d'altération et d'érosion

Énergie solaire, saisons et climats

Tectonique et sédimentation

Le pétrole: gisements, origine, exploitation

Intérêt des foraminifères fossiles

À partir de carte(s) géologique(s), présenter l'étude d'un massif ancien : le Massif Central

Géologie du bassin parisien à partir de l'étude de cartes géologiques

Les fractionnements géochimiques dans la fusion partielle et la cristallisation

La chronologie relative en géologie

Les données permettant de construire le modèle de structure et de composition du globe terrestre

Métamorphisme et tectonique

Montrer comment l'étude à différentes échelles d'une série sédimentaire permet de reconstituer les étapes de son histoire

Décrochements et structures associées

Genèse et évolution de la lithosphère océanique

Les Alpes occidentales

Les reliefs des domaines continentaux et leur signification géodynamique

Un exemple de coupure en géologie : la crise Permo-Trias

La circulation thermohaline

Les formations bioconstruites

Les transformations minéralogiques et structurales au cours du métamorphisme

Manteau et roches mantelliques

Le transport des éléments détritiques

Géodynamique globale et climats

Le rôle de la biosphère dans les processus géologiques

L'orogénèse varisque en France

L'établissement du calendrier géologique

La sismicité de la France (métropole et DOM)

L'altération des roches

Le magmatisme tholéiitique

L'étude des chaînes de montagnes par les méthodes géophysiques

Les fossés cénozoïques en France

Les grands traits de l'histoire de la planète Terre

Les déformations des roches aux différentes échelles

La structure et la dynamique interne du globe terrestre

Un exemple de coupure en géologie : la crise Crétacé-Paléogène

L'utilisation des isotopes radioactifs en géologie

La reconstitution des paléoenvironnements à partir des fossiles d'origine végétale

Les facteurs de contrôle de la sédimentation

Fusion mantellique et fusion crustale

La reconstitution des paléoclimats

La reconstitution des paléoenvironnements : méthodes et exemples

La carte géologique de la France au 1/1 000 000

Les Alpes occidentales

Les conséquences métamorphiques de la collision continentale

Tectonique et sédimentation

Géologie des eaux souterraines

La collision continentale

La diversité des granitoïdes à travers deux exemples français

Les Pyrénées

Comparaison des planètes telluriques du système solaire

Evolution de la biosphère et paléogéographie

Les bassins d'avant-pays

De l'érosion à la sédimentation détritique

Tectonique et formes du relief

L'histoire géologique de la France à partir de la carte géologique de la France au 1/1 000 000

Métamorphisme et tectonique

Histoire d'une chaîne de montagnes

Les méthodes de radiochronologie

Le cycle géologique du carbone

Les séries magmatiques dans leur cadre géodynamique

Les chemins pression-température des roches métamorphiques

Les chaînes de montagnes anciennes et récentes en France à partir de la carte géologique au millionième

Histoire d'un bassin sédimentaire français (au choix)

Les profils sismiques et leur intérêt dans l'étude des structures géologiques

Les couplages océan-atmosphère

La Téthys

Tectonique et formes du relief

La sédimentation carbonatée

Les enregistrements de la température par les roches

La Terre et l'évolution du système solaire

Les marqueurs géologiques de la convergence de plaques

Signification des textures macroscopiques et microscopiques des roches magmatiques

Le volcanisme dans son contexte géodynamique

Rôle des événements géologiques dans l'évolution de la biosphère

La sédimentation continentale

Les circulations océaniques

Chevauchements et nappes de charriage

Les arcs insulaires

Le métamorphisme de haute pression-basse température et sa signification géodynamique

Montrer comment l'étude à différentes échelles d'une série sédimentaire permet de reconstituer les étapes de son histoire

La collision continentale

Les rifts continentaux

La signification géodynamique des reliefs terrestres

Les faciès métamorphiques

Les cycles glaciaires-interglaciaires : mise en évidence et origine

Le rôle de la biosphère dans les processus géologiques

Le recyclage des croûtes continentale et océanique

Les événements majeurs du Mésozoïque en France métropolitaine

Des roches sédimentaires aux roches métamorphiques

Les grands traits de l'histoire de la planète Terre

La chronologie relative en géologie

Les glaciations au cours des temps géologiques

Le rôle du climat dans les processus d'altération et d'érosion

Les évaporites, témoins des variations climatiques et géodynamiques

Les structures tectoniques à différentes échelles

L'orogénèse alpine en France

Le volcanisme dans son contexte géodynamique

Énergie solaire, saisons et climats

Volcanisme de dorsale, volcanisme de marge active : une comparaison

À partir de l'étude de cartes hydrogéologiques, étudier l'alimentation et la circulation des eaux souterraines

Les roches détritiques et leurs significations

Tectonique et sédimentation

Les informations apportées par les fossiles

Séismes et risques sismiques

La subsidence

Lithosphères océaniques et ophiolites

L'amincissement et l'épaississement de la lithosphère continentale

Les métamorphismes liés à l'orogénèse alpine

Le cycle externe de l'eau et ses conséquences

Les bassins d'avant-pays

Le métamorphisme : marqueur de la dynamique de la lithosphère

L'étude de la subduction par les méthodes géophysiques

Évolution de la sédimentation dans l'océan alpin et sur sa marge occidentale

Les variations du niveau de la mer

La matière organique fossile

Les Pyrénées

Le métamorphisme à partir d'exemples français

Les marges actives

Les événements majeurs du Mésozoïque en France métropolitaine

La reconstitution des paléoenvironnements : méthodes et exemples

Les relations magmatisme-métamorphisme

La reconstitution des milieux de sédimentation anciens à l'aide des structures sédimentaires

La Terre : une machine thermique

Une coupe de la France à partir des données géologiques et géophysiques

Les structures tectoniques à différentes échelles

La cristallisation fractionnée

L'énergie solaire et les circulations atmosphériques

Contrôle climatique de la sédimentation

Le magmatisme alcalin

Les déformations des roches aux différentes échelles

Les marges passives actuelles et anciennes en France

Le comportement mécanique de la lithosphère

Le rôle des êtres vivants dans la formation des roches sédimentaires

Les glaciers et leurs intérêts géologiques

Lithosphère océanique et lithosphère continentale : une comparaison

À partir de roches, de lames minces et de fossiles, reconstituer un paléoenvironnement

Marges actives et marges passives : une comparaison

À partir de carte(s) géologique(s), présenter l'étude d'un massif ancien : le Massif Armoricain

Le phénomène métamorphique à partir d'une étude régionale (cartes, roches, lames minces)

Le paléomagnétisme et ses applications en sciences de la Terre

La sismicité de la France (métropole et DOM)

Transferts de chaleur et de matière dans les zones de subduction

La stratigraphie séquentielle : principes et exemples d'utilisations

L'histoire géologique de la France à partir de la carte géologique de la France au 1/1 000 000

Sismicité et contextes géodynamiques
Les gisements de charbons
Les grands ensembles géologiques sur la carte de la France au 1/1 000 000
Les événements majeurs du Cénozoïque en France métropolitaine
Les mobilités de la lithosphère
Le cycle géologique du carbone
La cristallisation fractionnée
Les informations paléoécologiques apportées par les fossiles
Des roches sédimentaires aux roches métamorphiques
La sédimentation pélagique
Le comportement mécanique des roches
Les déformations de la croûte continentale à partir d'études cartographiques (différentes échelles)
Séismes et risques sismiques
Les bassins sédimentaires dans leur contexte géodynamique
La biostratigraphie : bases et applications
L'enregistrement géologique des climats
Les événements majeurs du Paléozoïque en France métropolitaine et dans les régions limitrophes
Le métamorphisme dans l'évolution orogénique
Histoire d'une chaîne de montagnes
Le magmatisme intra-plaque
Les limites des plaques lithosphériques
Tectonique cassante, tectonique ductile
Les dorsales océaniques
Reconstituer les étapes de l'histoire d'une roche métamorphique replacée dans son contexte géodynamique
Les évaporites, témoins des variations climatiques et géodynamiques
L'intérêt des météorites pour la connaissance de la Terre
Intérêts des mollusques fossiles
Les ophiolites
La géologie du Jura
Points chauds et panaches
Géologie des combustibles fossiles
Faits et arguments de la tectonique globale
À partir d'échantillons et de lames minces, établir les critères de classification des roches magmatiques
Le phénomène métamorphique à partir d'une étude régionale (cartes, roches, lames minces)
Les fossés d'effondrement en France
La reconstitution des milieux de sédimentation anciens à l'aide des structures sédimentaires
Rôle des événements géologiques dans l'évolution de la biosphère
Les bassins sédimentaires dans leur contexte géodynamique
L'orogénèse varisque en France
Les structures en compression
La subduction
Intérêt des foraminifères fossiles
Les fossés cénozoïques en France
Géologie des eaux souterraines
La reconstitution des paléoenvironnements à partir des fossiles d'origine végétale

Les basaltes dans leur cadre géodynamique
Le rôle de la température dans les phénomènes géologiques internes
La croûte continentale
La sédimentation détritique, environnements et contextes géodynamiques
Les glaciations au cours des temps géologiques
Les transformations minéralogiques et structurales au cours du métamorphisme
Le magmatisme intra-plaque
Les séismes et les phénomènes associés
Les faciès et leurs variations au sein des formations carbonatées
Le rôle des processus géodynamiques externes dans la genèse et l'évolution des paysages
Couplage métamorphisme-magmatisme dans les zones de subduction
Les volcans des DOM-TOM
La lithosphère océanique
Les transferts de matières du continent vers l'océan
Plis, chevauchements et décrochements: origine et signification dans une chaîne de montagnes
Les granitoïdes : unité et diversité
Microfossiles et paléoenvironnements
L'effet de serre
La matière organique fossile
La subsidence
Le rôle de l'eau dans la géodynamique externe
La géologie de la Provence
La dynamique des éruptions volcaniques
Hydrothermalisme et altérations hydrothermales
Chaînes de subduction et chaînes de collision : une comparaison
Les marqueurs géologiques de la collision continentale
Signification des textures macroscopiques et microscopiques des roches magmatiques
Les bassins houillers français
La lithosphère océanique alpine et son évolution métamorphique
Fossiles et paléoclimatologie
Les informations apportées par les fossiles
Genèse et évolution des magmas
Les événements majeurs du Quaternaire en France métropolitaine
Les profils sismiques et leur intérêt dans l'étude des structures géologiques
L'histoire géologique d'une région française à partir de cartes géologiques
Géologie des substances utiles
Une coupe de la France à partir des données géologiques et géophysiques
L'énergie solaire et les circulations atmosphériques
Textures et structures des roches volcaniques : leurs significations
Les chaînes de montagnes anciennes et récentes en France à partir de la carte géologique au millionième
La carte géologique de la France au 1/1 000 000
La disparition des reliefs
La diagenèse des roches carbonatées
Évolution de la sédimentation dans l'océan alpin et sur sa marge occidentale
Textures et structures des roches volcaniques : leurs significations

Genèse et évolution du bassin parisien
Les origines des granitoïdes
Les fractionnements géochimiques dans la fusion partielle et la cristallisation
Le comportement mécanique des roches
Le métamorphisme dans son contexte géodynamique
Les failles : marqueurs de la mobilité lithosphérique
La sédimentation sur les marges passives
Le volcanisme cénozoïque en France métropolitaine
Les mécanismes de différenciation magmatique
Une chaîne de montagnes récentes à partir de cartes géologiques
La forme de la Terre : apports de la gravimétrie et de la géodésie satellitaire
Les risques volcaniques
L'étude de la subduction par les méthodes géophysiques
Les variations climatiques à différentes échelles de temps
Les risques géologiques
Expérimentations et modélisations en sciences de la Terre
La formation d'un rift continental
Les grands ensembles géologiques sur la carte de la France au 1/1 000 000
Les diagenèses
L'observation de roches exogènes à différentes échelles et la reconstitution de leur histoire
Les circulations océaniques
Intérêt des microfossiles
Le volcanisme à partir d'exemples français

Exposés de Biologie

Les mitochondries
L'ATP dans la cellule musculaire
Les mycorhizes
Qu'est-ce qu'un virus ?
Les ARN
Les Poacées
Les fonctions des plastes
La fécondation chez les Embryophytes
Les branchies
L'eau, facteur de répartition des végétaux
La reproduction sexuée des Spermatophytes
Le membre chiridien
Les diabètes sucrés
Les surfaces d'échanges chez les Métazoaires
Respiration et milieu de vie chez les Métazoaires
L'édification de l'appareil racinaire des Angiospermes
La biologie des lymphocytes
Les mutations
Les vacuoles des cellules végétales
L'importance du calcium dans la vie de la cellule
Unité et diversité des Angiospermes
Mise en place des axes chez les Métazoaires
Qu'est-ce qu'une cellule ?
L'importance des microorganismes dans la vie des plantes.
Le chromosome eucaryote au cours du cycle cellulaire
L'importance des microorganismes dans la vie des plantes.
Le cœur des Mammifères
La phytophagie
Les besoins alimentaires de l'Homme et leur couverture
L'importance du cytoplasme de l'oeuf dans le développement
La culture in vitro chez les végétaux vasculaires
Les rôles du rein des Mammifères
La dissémination chez les végétaux
Les relations hôtes-parasites
La fécondation chez les Embryophytes
La croissance d'une Angiosperme
La cellule acineuse du pancréas, une cellule polarisée
Escherichia coli, outil de clonage moléculaire
L'arbre au cours des saisons
La communication nerveuse
Les cellules de l'immunité
Unité et diversité des Monocotylédones
La méiose et ses conséquences

Les mutations

L'édification de la tige feuillée des Angiospermes

La symbiose Rhizobium-Légumineuses

L'ATP dans la cellule animale.

Dégagez la notion d'enzyme à partir d'exemples de votre choix

Les couplages énergétiques

Stabilité et variabilité de la molécule d'ADN

Le brassage génétique lié à la sexualité

La floraison

Les facteurs de répartition des végétaux

L'importance des microorganismes dans la vie des plantes.

Le SIDA

La cellule acineuse du pancréas, une cellule polarisée

Les Fabacées

Les relations hôte-pathogène chez les végétaux

Respiration et milieu de vie chez les Métazoaires

Agrobacterium tumefaciens et la transformation des plantes

Les ARN

L'importance de la lumière dans la biologie du végétal (photosynthèse exclue)

Les flux transmembranaires d'ions Na⁺ chez les Métazoaires

Pollen et pollinisation

Ectothermie et endothermie chez les vertébrés

Les végétaux et le froid

Les fonctions du sang chez l'Homme

Les surfaces d'échanges chez les Métazoaires

Le saccharose, origine et devenir chez les Angiospermes

La reproduction asexuée chez les végétaux et les champignons

Les couplages énergétiques

Les protéines nucléaires

La culture in vitro chez les végétaux vasculaires

Les levures

La membrane plasmique des cellules eucaryotes

Diversité et polyphylétisme des Eucaryotes photosynthétiques

Les branchies

Un exemple de glande endocrine : le pancréas

La réponse inflammatoire

L'ADN

La fixation symbiotique de l'azote chez les végétaux

L'eutrophisation des eaux continentales

Du gène à la protéine fonctionnelle chez les Eucaryotes

L'apoptose

Les événements moléculaires et cellulaires lors de la segmentation de l'œuf

L'expression du génome chez les Eucaryotes et les Eubactéries

Le chromosome eucaryote au cours du cycle cellulaire

Escherichia coli, outil de clonage moléculaire

La phytophagie

Oviparité et viviparité chez les Vertébrés
Les fonctions des lipides
Stabilité et variabilité de la molécule d'ADN
Mitochondrie et chloroplaste
Les végétaux et le froid
Les Poacées
Les cellules musculaires
Unité et diversité des Angiospermes
Mitochondrie et chloroplaste
Le brassage génétique lié à la sexualité
Dégagez la notion d'enzyme à partir d'exemples de votre choix
Les ARN
Symbiose et parasitisme, à partir d'exemples faisant intervenir des végétaux
Un écosystème aquatique au choix
Participation des êtres vivants au cycle biogéochimique de l'azote
L'expression du génome chez les Eucaryotes et les Eubactéries
Un écosystème aquatique au choix
Déterminisme et différenciation du sexe dans l'espèce humaine
L'importance de l'homoplasie dans l'évolution
Qu'est-ce qu'un virus ?
Unité et diversité des Angiospermes
Les levures
Le CO₂ et les végétaux chlorophylliens
La vie des Angiospermes en milieu salé
La vie des végétaux dans les milieux secs
Mitochondrie et chloroplaste
Les Orchidacées
Les mycorhizes
Les anticorps
L'importance du calcium dans la vie de la cellule
Qu'est-ce qu'une cellule ?
L'ATP dans la cellule musculaire
Le neurone, une cellule spécialisée
Le SIDA
Les Fabacées
Les micro-organismes du sol et leurs rôles
Pollen et pollinisation
Les anticorps
Les insectes, des animaux aériens
Symbiose et parasitisme, à partir d'exemples faisant intervenir des végétaux
Les relations entre sol et végétation
Les forces évolutives
Le gamétophyte mâle des Embryophytes
Activités anthropiques et biodiversité
Les cycles de reproduction des algues à partir du Fucus, de l'Ulve, d'une algue rouge
trigénétique

Les ARN

Reproduction sexuée des végétaux et milieu aérien

L'importance des microorganismes dans la vie des plantes.

La réponse inflammatoire

Les souris transgéniques

Qu'est-ce qu'une fleur ?

La symbiose Rhizobium-Légumineuses

Les tissus conducteurs des sèves

Les reproductions monoparentales

La floraison

L'immunité cellulaire

Les Mollusques de la zone intertidale

Coopération intraspécifique et évolution biologique

La communication hormonale chez l'Homme

L'apoptose

La croissance d'une Angiosperme

Les végétaux et le froid

Les relations interspécifiques chez les animaux.

Le brassage génétique lié à la sexualité

La vie des végétaux dans les milieux secs

Croissance et développement post embryonnaire chez les insectes.

Le passage de la mauvaise saison chez les végétaux

Les variations du potentiel membranaire des neurones

De la graine à la plante

Diversité et polyphylétisme des Eucaryotes photosynthétiques

Biologie et physiologie des fruits.

La reproduction asexuée chez les végétaux et les champignons

Gènes du développement et régionalisation chez les Métazoaires

Diversité structurale et fonctionnelle des tissus végétaux.

Absorption et assimilation de l'azote chez les végétaux

Importance de l'eau dans la vie du végétal

L'ATP dans la cellule musculaire

La méiose et ses conséquences

Les diabètes sucrés

Le bois

Les mycorhizes

Autogamie et allogamie chez les Angiospermes

Les alternances jour/nuit dans la vie du végétal

L'eutrophisation des eaux continentales

Les facteurs de répartition des végétaux

Les micro-organismes du sol et leurs rôles

Phagocytes et réponses immunitaires

Les flux d'énergie au sein d'un écosystème

Conséquences génétiques de la mitose et de la méiose

Les mutations

Les souris transgéniques

L'eau, facteur de répartition des végétaux
Mitochondrie et chloroplaste
La communication nerveuse
Escherichia coli, outil de clonage moléculaire
Comment peut-on définir les grandes divisions du monde végétal ?
Les flux transmembranaires d'ions Na⁺ chez les Métazoaires
La biologie des lymphocytes
Participation des êtres vivants au cycle biogéochimique de l'azote
Coopérations cellulaires et réponses immunitaires
Développement de l'arbre
Les matrices extracellulaires
La vie des végétaux dans les milieux secs
Pollen et pollinisation
Agrobacterium tumefaciens et la transformation des plantes
La cellule végétale chlorophyllienne
L'eutrophisation des eaux continentales
Activités anthropiques et biodiversité
La régulation de la pression artérielle chez l'Homme
Reproduction sexuée des végétaux et milieu aérien
Le spermatozoïde, une cellule spécialisée
Diversité et évolution des appendices arthropodiens
Les Orchidacées
La reproduction asexuée chez les végétaux et les champignons
L'ATP dans la cellule animale.
Déterminisme et différenciation du sexe dans l'espèce humaine
L'expression du génome chez les Eucaryotes et les Eubactéries
De la structure primaire à la structure quaternaire des protéines
Les matrices extracellulaires
Les mutations
La dissémination chez les végétaux
Le métabolisme glucidique chez l'Homme
Escherichia coli, outil de clonage moléculaire
Les tissus conducteurs des sèves
La digestion et l'absorption intestinale chez l'Homme
Les flux d'énergie au sein d'un écosystème
Excrétion azotée et milieu de vie chez les animaux
La sélection naturelle
Les forces évolutives
La compartimentation cellulaire
Conséquences génétiques de la mitose et de la méiose
Climats et végétation
Les cycles de reproduction des algues à partir du Fucus, de l'Ulve, d'une algue rouge trigénétique
Coopération intraspécifique et évolution biologique
Les insectes et la forêt
Absorption et assimilation de l'azote chez les végétaux

Les arguments en faveur de l'évolution biologique
La dynamique des populations
La membrane plasmique des cellules eucaryotes
L'agrosystème, un exemple d'écosystème
La reproduction sexuée du pin
Conséquences génétiques de la mitose et de la méiose
Le rôle des relations interspécifiques dans l'évolution
Qu'est-ce qu'une fleur ?
Les Orchidacées
Les grandes divisions du monde vivant
Les modalités de communication entre les cellules du système immunitaire
Le cœur des Mammifères
Les producteurs primaires
La régulation de la glycémie chez l'Homme.
Les relations hôtes-parasites
Les bases immunologiques de la vaccination
Pollen et pollinisation
L'eau, facteur de répartition des végétaux
L'importance du calcium dans la vie de la cellule
Unité et diversité des Angiospermes
L'arbre au cours des saisons
Le gamétophyte femelle des Embryophytes
Les Poacées
Métamérie et évolution du plan d'organisation des Métazoaires
Autogamie et allogamie chez les Angiospermes
Participation des êtres vivants au cycle biogéochimique de l'azote
L'édification de la tige feuillée des Angiospermes
L'importance des microorganismes dans la vie des plantes.
Les végétaux et le froid
Les arguments en faveur de l'évolution biologique
Qu'est-ce que la classification phylogénétique ?
Le polymorphisme génétique intraspécifique : origine, maintien et conséquences.
La fixation symbiotique de l'azote chez les végétaux
Les cellules de l'immunité
L'alternance de générations chez les végétaux
Mitochondrie et chloroplaste
Communications intercellulaires au cours du développement chez les animaux
De la graine à la plante
Cellule eucaryote et cellule eubactérienne
Les fonctions des lipides
Conséquences génétiques de la mitose et de la méiose
Les micro-organismes du sol et leurs rôles
La notion d'espèce
La vie des végétaux dans les milieux secs
Les grandes lignées d'Embryophytes
Les fonctions des racines.

Les méristèmes caulinaires
L'induction du mésoderme
Le bois
Les protéines membranaires
Qu'est-ce qu'une fleur ?
Le neurone, une cellule spécialisée
Les coopérations entre les organites de la cellule végétale
La sélection naturelle
La reproduction asexuée chez les végétaux et les champignons
Le passage de la mauvaise saison chez les végétaux
Diversité structurale et fonctionnelle des tissus végétaux.
La cellule acineuse du pancréas, une cellule polarisée
Les Cyanobactéries
Les grandes lignées d'Embryophytes
Les cellules musculaires
La formation du système nerveux central chez les vertébrés
Respiration et milieu de vie chez les Métazoaires
Le mésoderme
Les fonctions du sang chez l'Homme
De la solution du sol à la sève brute en circulation
Le foie et le métabolisme glucidique
Le bois
Les insectes, des animaux aériens
Les Poacées
Le cytosquelette
Autogamie et allogamie chez les Angiospermes
L'arbre au cours des saisons
L'ATP dans la cellule végétale
Les Fabacées
Les matrices extracellulaires
L'importance du calcium dans la vie de la cellule
Le polymorphisme génétique intraspécifique : origine, maintien et conséquences.
Les protéines membranaires
Les protéines nucléaires
Les mutations
L'expression du génome chez les Eucaryotes et les Eubactéries
De la structure primaire à la structure quaternaire des protéines
La méiose et ses conséquences
Les mitochondries
Les Cyanobactéries
Biologie et physiologie des fruits.
Les surfaces d'échanges chez les Métazoaires
Dégagez la notion d'enzyme à partir d'exemples de votre choix
L'ATP dans la cellule végétale
Les caractéristiques d'une cellule eucaryote
L'auxine et l'édification de l'appareil végétatif des Angiospermes

L'arbre au cours des saisons
Coopérations cellulaires et réponses immunitaires
Influence des facteurs du milieu sur la photosynthèse
L'immunité cellulaire
Stabilité et variabilité de la molécule d'ADN
Les mycorhizes
Les plantes à métabolisme C4 et CAM
L'éthylène : une hormone végétale
De la fleur au fruit
L'équilibre hydrique des plantes face aux fluctuations des facteurs du milieu
La compartimentation cellulaire
Les glucides dans la vie des cellules végétales
Absorption et assimilation de l'azote chez les végétaux
Les mitochondries
L'amidon chez les végétaux.
La compartimentation cellulaire
Cellule eucaryote et cellule eubactérienne
Communications intercellulaires au cours du développement chez les animaux
Le neurone, une cellule spécialisée
Chaînes photosynthétique et respiratoire
Influence des facteurs du milieu sur la photosynthèse
Les matrices extracellulaires
Les bases immunologiques de la vaccination
Le cœur des Mammifères
Les surfaces d'échanges chez les Métazoaires
Lumière, croissance et morphogénèse chez les Angiospermes
Le bois
Ectothermie et endothermie chez les vertébrés
L'interface entre le végétal et le milieu : exemple de la feuille.
Respiration et milieu de vie chez les Métazoaires
Le chromosome eucaryote au cours du cycle cellulaire
La croissance d'une Angiosperme
Biologie et physiologie des fruits.
Communications nerveuse et hormonale
Les cycles de reproduction des algues à partir du Fucus, de l'Ulve, d'une algue rouge
trigénétique
L'importance du calcium dans la vie de la cellule
Biologie et physiologie des fruits.
Les fonctions de la feuille.
Qu'est-ce qu'une cellule ?
Qu'est-ce qu'une fleur ?
La reproduction sexuée du pin
La reproduction sexuée d'une Angiosperme
La circulation de l'eau dans la plante.
Les bases immunologiques de la vaccination
Les phytohormones

Le métabolisme glucidique chez l'Homme
Activités anthropiques et biodiversité
Cellulose et lignine
La gastrulation
Les hormones stéroïdes
Les tissus adipeux
Osmorégulation et milieu de vie chez les Métazoaires
L'éthylène : une hormone végétale
L'apoptose
Climats et végétation
Les glucides dans la vie des cellules végétales
L'équilibre hydrique des plantes face aux fluctuations des facteurs du milieu
De la graine à la plante
Diversité et polyphylétisme des Eucaryotes photosynthétiques
Les plantes et l'oxygène
Les tissus conducteurs des sèves
La communication hormonale chez l'Homme
Diversité et évolution des appendices arthropodiens
Les alternances jour/nuit dans la vie du végétal
Le photopériodisme et la floraison
Les Mollusques de la zone intertidale
Diversité et évolution des Vertébrés
Les fonctions de la feuille.
Les besoins alimentaires de l'Homme et leur couverture
La croissance d'une Angiosperme
Comment peut-on définir les grandes divisions du monde végétal ?
Les fonctions des racines.
Les méristèmes caulinaires
L'apoptose
Les micro-organismes du sol et leurs rôles
L'auxine et l'édification de l'appareil végétatif des Angiospermes
Conséquences génétiques de la mitose et de la méiose
Les tissus conducteurs des sèves
Les fonctions du chloroplaste
Un exemple de glande endocrine : le pancréas
Agrobacterium tumefaciens et la transformation des plantes
Les insectes et la forêt
La multiplication végétative chez les végétaux
Osmorégulation et milieu de vie chez les Métazoaires
Les relations entre les plantes terrestres et les animaux
Qu'est-ce que la classification phylogénétique ?
Les réserves énergétiques chez les Mammifères.
Diversité et évolution des Vertébrés
L'importance écologique des bactéries
Les besoins alimentaires de l'Homme et leur couverture
Les anticorps

Les tissus conducteurs des sèves
Les grandes divisions du monde vivant
Le polymorphisme génétique intraspécifique : origine, maintien et conséquences.
De l'ovule à la graine, chez les Angiospermes
La spéciation
Les bourgeons dans la vie de la plante
Les méristèmes primaires et secondaires
Le polymorphisme génétique intraspécifique : origine, maintien et conséquences.
Communications intercellulaires au cours du développement chez les animaux
La paroi des cellules végétales
Les protéines nucléaires
La métamorphose des amphibiens
La circulation du sang chez l'Homme
Les Orchidacées
Les réserves glucidiques des Angiospermes
La notion d'espèce
Les mécanismes de l'évolution du vivant
L'alternance de générations chez les végétaux
La forêt, un exemple d'écosystème
L'ATP dans la cellule animale.
Les relations hôtes-parasites
Les protéines nucléaires
L'agrosystème, un exemple d'écosystème
La dynamique de la végétation.
Les végétaux d'un écosystème aquatique
Le photopériodisme et la floraison
Les relations entre sol et végétation
Agrobacterium tumefaciens et la transformation des plantes
Lumière, croissance et morphogenèse chez les Angiospermes
Activités anthropiques et biodiversité
Unité et diversité des Monocotylédones
L'auxine et l'édification de l'appareil végétatif des Angiospermes
L'importance écologique des bactéries
La fonction photosynthétique de la feuille
La fécondation chez les Embryophytes
Le neurone, une cellule spécialisée
Les grandes lignées d'Embryophytes
Les protéines membranaires
Lumière, croissance et morphogenèse chez les Angiospermes
Les méristèmes caulinaires
Ectothermie et endothermie chez les vertébrés
Diversité structurale et fonctionnelle des tissus végétaux.
Métamérie et évolution du plan d'organisation des Métazoaires
Les plantes et l'oxygène
Importance de l'eau dans la vie du végétal
Les Cyanobactéries

De la graine à la plante
Le polymorphisme génétique intraspécifique : origine, maintien et conséquences.
La dynamique des populations
Les glucides dans la vie des cellules végétales
Les mitochondries
Diversité et polyphylétisme des Eucaryotes photosynthétiques
La multiplication végétative chez les végétaux
La reproduction sexuée du pin
Diversité et évolution des Vertébrés aquatiques
Qu'est-ce que la classification phylogénétique ?
Cellule eucaryote et cellule eubactérienne
De la structure primaire à la structure quaternaire des protéines
Les mécanismes de l'évolution du vivant
Les micro-organismes du sol et leurs rôles
La circulation de l'eau dans la plante.
L'édification de la tige feuillée des Angiospermes
La paroi des cellules végétales
La dynamique des populations
Le CO₂ et les végétaux chlorophylliens
Le polymorphisme génétique intraspécifique : origine, maintien et conséquences.
Diversité et évolution des Vertébrés aquatiques
Gènes du développement et régionalisation chez les Métazoaires
Le gamétophyte femelle des Embryophytes
La membrane plasmique des cellules eucaryotes
Importance de l'eau dans la vie du végétal
La production de matière organique carbonée par les végétaux chlorophylliens
Climats et végétation
Le stomate.
Cellule eucaryote et cellule eubactérienne
La graine des Angiospermes et sa germination
Diversité et polyphylétisme des Eucaryotes photosynthétiques
Le rôle des relations interspécifiques dans l'évolution
Les jonctions cellulaires
Communications intercellulaires au cours du développement chez les animaux
La biologie des lymphocytes
Chaînes photosynthétique et respiratoire
La sélection naturelle
Qu'est-ce qu'une fleur ?
La reproduction sexuée d'une Angiosperme
L'interface entre le végétal et le milieu : exemple de la feuille.
La cellule végétale chlorophyllienne
Climats et végétation
Les besoins alimentaires de l'Homme et leur couverture
La gamétogenèse chez la femme
Les phytochromes
La membrane plasmique des cellules eucaryotes

L'auxine et l'édification de l'appareil végétatif des Angiospermes
L'auxine et l'édification de l'appareil végétatif des Angiospermes
Les protéines membranaires
Les réserves glucidiques des Angiospermes
De la structure primaire à la structure quaternaire des protéines
Les relations hôtes-parasites
Exocytose et endocytose
Les conversions énergétiques dans la cellule chlorophyllienne
Les coopérations entre les organites de la cellule végétale
Les caractéristiques d'une cellule eucaryote
Un exemple de glande endocrine : le pancréas
La fécondation chez les Embryophytes
Les besoins alimentaires de l'Homme et leur couverture
La communication nerveuse
Le métabolisme glucidique chez l'Homme
Les mycorhizes
Les conversions énergétiques dans la cellule chlorophyllienne
Influence des facteurs du milieu sur la photosynthèse
Absorption et assimilation de l'azote chez les végétaux
Le foie et le métabolisme glucidique
Les levures
Le complexe hypothalamo-hypophysaire
Ectothermie et endothermie chez les vertébrés
La dissémination chez les végétaux
L'édification de l'appareil racinaire des Angiospermes
Les hormones stéroïdes
Qu'est-ce qu'une fleur ?
La régulation de la glycémie chez l'Homme.
La fixation symbiotique de l'azote chez les végétaux
La fonction photosynthétique de la feuille
La régulation de la pression artérielle chez l'Homme
Le neurone, une cellule spécialisée
La gamétogenèse chez la femme
Coopération intraspécifique et évolution biologique
Les insectes et la forêt
Les cellules de l'immunité
Les matrices extracellulaires
La sélection naturelle
Unité et diversité des Angiospermes
Coopérations cellulaires et réponses immunitaires
Qu'est-ce que la classification phylogénétique ?
La multiplication végétative chez les végétaux
La phytophagie
Les couplages énergétiques
La reproduction sexuée des Spermatophytes
Les Poacées

La notion d'espèce
Les Cyanobactéries
Les fonctions du sang chez l'Homme
Les tissus conducteurs des sèves
Communications intercellulaires au cours du développement chez les animaux
Les souris transgéniques
De la graine à la plante
Le brassage génétique lié à la sexualité
Importance de l'eau dans la vie du végétal
Développement de l'arbre
La biologie des lymphocytes
Les polysaccharides des végétaux
Pollen et pollinisation
Les protéines nucléaires
L'alternance de générations chez les végétaux

6.2 L'épreuve sur dossier

L'épreuve sur dossier

Ce texte a pour objectif de préciser aux candidats les attentes du jury. Cependant les remarques et les conseils formulés dans les rapports des sessions antérieures restent largement d'actualité.

L'objectif de l'épreuve, à caractère pré-professionnel, est d'identifier chez les candidats non pas des capacités professionnelles abouties, qu'ils ne peuvent évidemment avoir acquises à ce stade de leur formation, mais plutôt **une aptitude à se projeter dans le futur métier qu'ils ambitionnent d'exercer. Il s'agit pour le candidat de témoigner, à travers cette épreuve, de dispositions à enseigner**

Cela exige, on ne le dira jamais assez, **une maîtrise des connaissances scientifiques** concernées par les programmes, permettant une indispensable prise de recul. Cette maîtrise à un niveau supérieur à celui enseigné, s'avère en effet indispensable pour transposer les savoirs universitaires au niveau du collège ou du lycée et pour permettre une mise en relation des notions ou des concepts, une identification de la cohérence d'ensemble d'un thème donné, un repérage rapide des supports motivants ou des situations conduisant à l'émergence des problèmes et donner du sens à l'étude. Ce sont là des préalables à la construction d'une démarche.

Cela suppose aussi d'être capable de **construire des activités des élèves diversifiées** avec des objectifs explicites et pouvant être raisonnablement mises en œuvre dans un établissement scolaire. Ces activités permettent de construire telle notion du programme scolaire, et d'atteindre des objectifs de formation méthodologique et technique dans le domaine de l'information, du raisonnement, de la réalisation pratique et de la communication scientifique.

Le métier d'enseignant fait appel à des **qualités de communication** : ainsi la clarté et la précision dans l'expression orale et écrite, des capacités d'écoute, mais aussi l'adaptabilité et le dynamisme sont des atouts indispensables. Les candidats se doivent, également de connaître les **différents registres de langage** et d'adopter au cours de l'épreuve le registre adapté ; leur présentation, notamment vestimentaire, et leur attitude se doivent d'être en accord avec le métier qu'ils ambitionnent d'exercer.

L'épreuve consiste en **un exposé présentant l'exploitation du dossier remis au candidat et d'une durée maximum de 30 minutes, suivi d'un entretien** de 30 minutes maximum. Elle doit permettre au jury d'évaluer chez la candidate ou le candidat les aptitudes évoquées ci-dessus. Leur expression au travers de l'exploitation des documents du dossier doit permettre d'entrevoir ce que serait le comportement adopté en classe.

L'exposé

1- La préparation

Au début de l'épreuve chaque candidat reçoit un sujet et un dossier de documents. Il est formellement interdit de procéder à toute inscription sur le sujet et les pièces du dossier ; le non-respect de cette consigne, clairement indiquée aux candidats et répétée à chaque page, est interprété par le jury comme un manque d'écoute préjudiciable.

La durée de préparation est de trois heures.

On attend du candidat qu'il traite le sujet proposé, c'est à dire qu'il en respecte scrupuleusement les attendus. Une lecture attentive du sujet s'avère donc indispensable avant de commencer l'étude proprement dite des documents du dossier.

L'exploitation des documents est à mettre en relation étroite avec ce qui est explicitement demandé dans le sujet. Le candidat peut, par exemple, être amené à faire des choix argumentés de supports d'activités des élèves, à concentrer son exposé sur certains documents, à développer plus particulièrement les articulations dans la démarche mise en œuvre, ou encore à développer l'organisation détaillée d'une activité d'élève.

Le niveau de classe indiqué sur le sujet et les objectifs du programme doivent également orienter la réflexion menée sur le contenu du dossier. En revanche, il est bien clair que l'ordre des documents du dossier et des consignes contenues dans le libellé du sujet ne constitue pas un ordre de présentation ou un plan éventuel. De la même façon, **l'ordre dans lequel les notions sont présentées dans le programme n'impose en aucune façon l'ordre d'utilisation des documents** ou l'enchaînement logique d'activités que le candidat proposera dans son exposé.

Il est essentiel que le candidat circoncrive précisément le sujet de l'étude, en définisse les limites à partir des documents du dossier, du programme officiel et de la question posée, afin de formuler le ou les problèmes scientifiques à résoudre. Il se placera ainsi dans une démarche explicative.

Une optimisation du temps de préparation est attendue.

- Il convient que **le candidat prenne le temps, lors de la préparation, de lire les documents d'accompagnement relatifs à la partie du programme concernée par le sujet. Le fait de disposer, pendant toute la préparation, de l'ensemble des textes des programmes et documents d'accompagnement ne dispense pas d'une appropriation générale de leur contenu (voir ci-après).**

- Les sujets proposent parfois de construire progressivement un schéma bilan. Il est par conséquent nécessaire que le candidat consacre du temps **à élaborer soigneusement ce schéma, par exemple sur plusieurs transparents superposables**, pour établir, au fur et à mesure de l'exploitation des différents documents du dossier, la progressivité attendue dans la construction plutôt que réaliser, au tableau mural de classe, des productions médiocres qui se révèlent en outre très chronophages. Il est également conseillé aux candidats de ne pas perdre inutilement du temps à écrire la presque totalité de leur exposé sur des transparents pour les lire ensuite devant le jury.

- Par ailleurs, le candidat gagnera à utiliser une partie de sa préparation pour s'approprier, par relectures successives, les grandes lignes de son exposé et pouvoir ainsi se détacher suffisamment de ses notes devant le jury.

- **Il est indispensable que, lors de la préparation, le candidat anticipe le questionnement de l'entretien** qui suivra son exposé, puisque les questions se fondent prioritairement sur les documents du dossier (voir paragraphe « Entretien »). Il pourra, pour cela, s'appuyer sur la consultation des manuels qui sont à sa disposition. Il est regrettable qu'après une préparation de trois heures, un candidat ne soit pas en mesure d'expliquer l'origine des anomalies magnétiques au niveau du plancher océanique de part et d'autre d'une dorsale ou d'identifier des lymphocytes sur une photographie de frottis sanguin.

- Enfin, il est nécessaire d'achever sa période de préparation par un rangement méthodique des éléments du dossier, de ses notes et transparents, prévu suffisamment avant l'heure de l'exposé. Se trouver dans la situation de tout ramasser à la hâte n'aide pas à aborder l'exposé de façon sereine.

2- Le niveau et le programme concernés

Le sujet remis avec le dossier comporte l'indication du niveau de classe concerné et précise le domaine du programme impliqué ; ce domaine, très large, ne constitue pas le titre de l'exposé attendu. Il fait référence à la partie du programme dont sera extraite la problématique qui sous-tend la construction de l'exposé.

Une connaissance des grandes lignes des programmes de la classe de sixième à celle de terminale est suffisante. Il s'agit, par exemple, de savoir qu'en géologie un premier modèle de la structure du Globe est établi en classe de quatrième du collège pour être enrichi au lycée en classe de première série scientifique ou qu'en biologie les grandes notions de reproduction sexuée sont découvertes en classe de sixième, quatrième et troisième du collège, puis sont précisées au lycée en enseignement scientifique de première et en terminale scientifique. Pour bien situer les limites notionnelles de son exposé pour un niveau donné et didactiser éventuellement certains documents du dossier, le candidat est néanmoins fortement invité à prendre connaissance des contenus des programmes en amont et en aval évoquant les mêmes notions ou le même concept biologique ou géologique.

L'inscription au tableau du domaine scientifique impliqué est inutile. Un titre de l'exposé est, en revanche, attendu ; il doit être concis. Il doit exprimer clairement l'objet d'étude.

Un extrait du programme est fourni dans le dossier ; il est souvent limité au domaine dans lequel se situe le dossier. Dans la salle de préparation, les candidats disposent individuellement de l'ensemble des programmes de collège et de lycée ainsi que des documents d'accompagnement.

Il est rappelé que les épreuves sur dossier s'appuient sur les programmes scolaires en vigueur (ceux-ci, au niveau du collège, prennent en compte le « socle commun des connaissances et compétences ») : il n'y a pas de décalage entre le concours et les pratiques dans les classes. Ces programmes sont consultables sur le site Eduscol du ministère de l'éducation nationale.

L'évocation des acquis antérieurs, souvent proposés en introduction par les candidats, serait souvent plus utile si elle était insérée au moment opportun en cours d'exposé. Le rappel initial, souvent trop long, est en outre sans intérêt s'il ne débouche pas sur la définition claire du ou des problème(s) à élucider, et donc sur la présentation de ce qui va être abordé avec le dossier, ou s'il n'est pas pris en compte à l'occasion des activités proposées. Ainsi, un schéma faisant le point sur l'état des connaissances au niveau considéré et révélant le(s) problème(s) à résoudre est souvent le bienvenu. Il présente en outre l'intérêt de servir de point de départ à un schéma bilan qui, en conclusion de l'exposé, révélera ainsi par comparaison l'approfondissement des connaissances résultant de l'exploitation du dossier.

Le plan de l'exposé doit faire l'objet d'une réflexion attentive de la part des candidats. Il est déduit de la formulation du sujet ou du problème à résoudre. Il doit en tout cas être logique, en adéquation avec le titre. Il est écrit au tableau au fur et à mesure du déroulement de l'exposé.

La conclusion doit au moins apporter la solution au problème posé dans le cadre du sujet et éventuellement ouvrir des perspectives. S'il est bon d'évoquer brièvement ce qui sera traité ultérieurement, ce n'est pas sous un angle descriptif, factuel qu'il faut le faire, mais sous celui de l'enrichissement des notions et des concepts ou des problèmes scientifiques qui seront abordés dans la suite de la scolarité.

3 - La diversité des sujets et la construction de l'exposé :

Les dossiers de « l'épreuve sur dossiers » ont tous, depuis la session 2006, été recomposés afin de mettre à jour les documents mis à la disposition des candidats et de proposer des sujets explicites quant aux notions du programme à construire au cours de la leçon. Les formulations présentent toujours une grande diversité liée à la variété des sujets étudiés et aux activités qu'il est possible de mettre en œuvre avec des élèves.

Le tableau ci-après « typologie des sujets de l'épreuve sur dossier » illustre l'unité d'exigence et la diversité de formulation des sujets.

Tous les sujets demandent explicitement une démarche d'ensemble et, le plus souvent, une production spécifique (par exemple une activité décrite en détail). L'attente d'un raisonnement conduit tout naturellement à intégrer la production demandée dans la démarche. L'activité est au service de la construction d'une notion. Elle est conçue pour faire émerger un problème ou pour en constituer une étape résolutive. Elle doit aussi placer les élèves en situation de mobiliser des capacités dans un contexte donné, donc exercer une ou plusieurs compétences. La démarche attendue est une démarche qui vise à expliquer des faits d'observation. Les candidats devront, dans le cadre de cette démarche explicative, s'attacher à construire et exprimer les notions fondamentales du programme précisées par le sujet.

Il est important de souligner la différence entre l'exposé de l'épreuve scientifique et celui de l'épreuve sur dossier qui doit réellement s'installer dans une recherche d'explication et non dans une présentation académique de connaissances.

On ne saurait donc trop recommander aux candidats de s'exercer à la conception de démarches dont le but est de donner du sens à l'étude entreprise.

Le jury attend du candidat une logique scientifique ou pédagogique dans l'articulation de sa démarche. L'utilisation d'un jargon masquant l'ignorance est, en revanche, à proscrire, de même que le recours à tout stéréotype.

Très souvent les exposés des candidats affichent une problématique ou des problèmes qui n'ont pas d'intérêt didactique, en ceci qu'ils ne placent pas les élèves en situation de rechercher des réponses à ces problèmes via des activités concrètes ; à la question "qu'est ce qu'un vaccin", il faut préférer le problème "comment l'organisme résiste-t-il à une maladie infectieuse, après vaccination ?" (qui peut également être exprimé sous une forme expositive : "les mécanismes de résistance de l'organisme à une maladie infectieuse après vaccination"). Ce type de formulation induit la recherche d'une explication et peut conduire par exemple à des activités d'observation, c'est-à-dire d'investigation orientée, à des recherches documentaires, des mesures, des expériences ou des manipulations. Trop de candidats confondent le problème scientifique (mécanisme, origine, devenir...) avec le questionnement indispensable au déroulement de l'activité. Il est important d'identifier dans le dossier le(s) document(s) éventuel(s) susceptible(s) de fournir le point de départ d'une recherche motivante, en appui sur les acquis, et qui va donner du sens à la séquence ou à l'activité décrite.

Le candidat veillera à ce que le problème posé initialement trouve sa solution ou une partie de celle-ci au cours de l'exposé. Si tel n'est pas le cas, il faut s'interroger sur l'intérêt de formuler un problème.

On veillera donc à une exploitation logique des documents, organisée selon un fil conducteur évident, respectant une cohérence entre sujet, problématique et contenu de l'exposé. Cette cohérence devra

apparaître dans le plan figurant au tableau. Ce fil conducteur émane d'une bonne compréhension du sujet mais aussi de la capacité à replacer celui-ci dans son contexte d'enseignement (niveau et filière). Ainsi l'homnisation sera traitée avec un esprit différent en première L ou ES et en terminale S. Il en sera de même pour les mécanismes de régulation des fonctions reproductrices.

On évitera l'accumulation de problèmes qui ne sont, le plus souvent, que des questions. On bannira le terme de « sous-problème » qui ne présente aucune pertinence. On se gardera de tout formalisme stéréotypé dans l'expression de la problématique.

La résolution du problème suppose une investigation. Pour cela, il ne faut pas hésiter quand cela est possible à mettre en œuvre une démarche scientifique. Toutefois, **le statut de l'hypothèse semble encore mal perçu par une majorité de candidats**. La formulation d'une hypothèse nécessite, entre autre, une bonne identification du problème scientifique et doit exprimer une relation de cause à effet supposée. Elle peut être, dans une **démarche expérimentale**, à l'origine de la recherche de conséquences vérifiables sans lesquelles il ne saurait y avoir de construction raisonnée d'un protocole expérimental. Ainsi, le protocole expérimental réalisé en vue d'étudier les conséquences de la variation d'un facteur par comparaison avec un témoin doit-il être bien différencié d'une manipulation. Dans certains cas la validité d'une hypothèse peut être éprouvée par des observations complémentaires.

Concernant la place de la modélisation dans la démarche, des candidats encore nombreux fondent systématiquement leur exposé sur l'exploitation initiale d'un modèle. Cette démarche n'est possible que si le modèle correspond aux acquis des élèves dont la confrontation avec certains documents du dossier va poser problème et nécessiter une investigation qui va conduire à modifier le modèle initial pour y intégrer les faits nouveaux présentés. Néanmoins, la modélisation constitue le plus souvent une étape pour éprouver des hypothèses explicatives.

Le formalisme d'une démarche ne peut remplacer l'absence de contenu, trop souvent constaté. Par ailleurs, tout sujet ne se prête pas forcément à une telle approche. Par exemple, il serait inutile de rechercher par simple conformisme un enchaînement problème à résoudre - hypothèse dans le chapitre de la classe de sixième "Diversité, parentés et unité des êtres vivants". Un raisonnement basé sur une simple comparaison est dans ce cas souvent plus adapté et le bon sens est toujours de rigueur

Il faut se garder d'un formalisme excessif et de toute attitude dogmatique, d'un jargon « pédagogique » sans intérêt, d'un plaquage artificiel et stéréotypé d'une démarche hypothético-déductive. **Dans le cas où cette démarche serait utile, l'hypothèse doit toujours être formulée avant l'expérience**

Aucune démarche a priori n'est imposée et les membres du jury qui évaluent cette épreuve sont disposés à accepter celle du candidat pour peu qu'elle suive **une logique guidée par le bon sens** et soit conforme à l'esprit de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre, qui, à partir d'un constat, cherche à impliquer les élèves dans la construction de leurs connaissances au cours d'activités impliquant un raisonnement. De ce fait, les documents sont bien au service de la construction de notions intégrées dans une démarche, et non des éléments d'illustration ou de démonstration d'idées ou d'affirmations énoncées auparavant.

Souvent, **les documents du dossier sont numérotés suivant un ordre volontairement quelconque** de façon à laisser au candidat l'initiative de sa démarche. Lorsque le sujet ne demande pas explicitement la mise en œuvre d'une démarche, il convient cependant de formuler les notions construites permises par l'exploitation des documents. On s'attachera à ce que les notions annoncées soient bien le résultat d'une construction réalisée à partir des documents et non une simple recopie des termes du programme.

En revanche, **la construction d'une activité des élèves** comprend nécessairement une motivation, des objectifs explicites (notionnels, méthodologiques, techniques, éducatifs), un ou des support(s), un questionnement opératoire (consignes précises), les réponses ou les productions attendues. Le questionnement doit laisser sa

place au raisonnement autonome de l'élève ; **la multiplicité de questions fermées, ponctuelles, n'est pas conforme à cette intention**. Le sujet demande parfois explicitement de préciser une organisation du travail de la classe : selon les cas, il peut être pertinent soit de faire appel à des ateliers diversifiés, avec élaboration d'un bilan commun, soit d'envisager une organisation plus traditionnelle alternant les temps de travail individuel, de binôme et collectif. Pour la désignation des objectifs de méthodes et de techniques, il est au minimum attendu la connaissance des « capacités » suivantes : s'informer, raisonner, réaliser, communiquer. Encore faut-il avoir au préalable réfléchi à ce que recouvre chacun de ces mots. Rares sont, par exemple, les candidats capables de définir l'acte de raisonnement par une mise en relation, l'observation par une prise d'informations orientée soit par un rapprochement avec des connaissances antérieures (elle peut alors servir à poser un problème), soit par la recherche d'éléments de réponse au problème posé (l'observation est donc toujours différente d'une simple description, elle est intégrée à l'investigation). La capacité à réaliser implique une mise en œuvre pratique de matériel scientifique (mesure, manipulation, expérimentation), alors que dessins, schémas, images numériques traitées constituent des modes de communication habituels en SVT. Une réflexion sur les compétences exercées lors des activités pratiques peut être aidée par la consultation des documents concernant l'évaluation des capacités expérimentales (ECE) sur le site EDUSCOL et sur le site consacré aux activités pratiques <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/bankact/>.

Dans tous les cas, on attend d'une activité qu'elle soit construite. Dans le cas d'une activité ayant comme objectif méthodologique "Raisonner", il est indispensable de présenter le raisonnement attendu des élèves.

La plupart des sujets imposent, dans une deuxième phrase de l'énoncé, la réalisation d'une activité des élèves ; il est judicieux d'intégrer cette activité à sa place logique dans l'enchaînement.

Les études morphologiques, anatomiques, histologiques et structurales ont leur place dans la démarche mise en œuvre. Elles sont encore trop souvent envisagées pour elles-mêmes, avant le problème géologique, biologique ou physiologique qui devrait les motiver et leur donner du sens. Une démarche initiée ou guidée par une approche descriptive laisse les élèves passifs en différant la réflexion sur les relations fonctionnelles explicatives. Une observation réalisée a priori est souvent non réaliste, les élèves étant placés devant un objet complexe dont ils ne peuvent identifier les particularités pertinentes faute d'une relation claire avec le problème à résoudre et en l'absence de critères d'investigation explicités.

On préférera commencer un exposé - c'est à dire motiver l'étude qui suit - par l'exploitation d'un document montrant un fait ou une situation proche du réel plutôt que par un document illustrant une construction intellectuelle.

On peut aussi regretter que de nombreux candidats proposent l'exploitation d'un modèle analogique a priori et sans faire preuve d'esprit critique.

Les notions rédigées - avec précision et concision - sont construites à partir des activités proposées. On prendra garde de **ne pas recopier une phrase entière du programme**. Ces éléments de programme sont souvent sans rapport direct avec ce que les documents permettent de construire ; par ailleurs, ils ne sont pas directement destinés aux élèves et constituent donc rarement une trace écrite pertinente.

Les **schémas bilans** seront de préférence **construits progressivement au cours de l'exposé**. Quand le sujet le demande, il convient d'y consacrer un temps suffisant et de développer autant que faire se peut la façon dont on envisage la participation des élèves à leur réalisation. Trop souvent les schémas proposés par les candidats manquent de rigueur et de soin. On doit retrouver dans le schéma bilan les éléments essentiels mis en jeu dans la

démarche d'explication, représentés de façon non équivoque. Les relations et les liens fonctionnels entre ces éléments doivent apparaître avec une symbolique claire et explicitée.

D'une façon générale et sans formalisme inutile, le candidat doit veiller à la bonne utilisation des termes : problème, hypothèse, expérience. Par ailleurs, les candidats doivent se garder de tout raisonnement finaliste.

En revanche, il n'est nullement attendu des candidats qu'ils possèdent un langage spécifique des sciences de l'éducation. Il est ainsi inutile qu'un candidat évoque le « modèle socio-constructiviste interactif » ou la « méthode magistro-centrique », surtout s'il est incapable ensuite d'en expliciter le sens au jury qui le questionne.

TYPLOGIE DES SUJETS DE L'ÉPREUVE SUR DOSSIER

NB cette typologie, qui embrasse largement les sujets utilisés en 2008, n'est pas exhaustive mais donne une idée suffisamment précise des attendus.
Chaque sujet combine les tâches suivantes :

TÂCHE DEMANDÉE		PRÉCISIONS ÉVENTUELLES		OBJECTIFS FORMULÉS
EXPLOITER	<ul style="list-style-type: none"> - les documents ou le réel qu'ils représentent - tout ou partie des documents - les documents x, y, ... - des documents de votre choix - une sélection argumentée de documents 	<ul style="list-style-type: none"> - tels quels ou modifiés - à adapter au niveau requis - (sans précision) 	<ul style="list-style-type: none"> - selon une suite ordonnée - selon un ordre logique - selon une démarche 	<p>POUR</p> <ul style="list-style-type: none"> - construire la (les) notion(s) relative(s) au programme du niveau considéré (<i>notion toujours citée dans le sujet</i>) - construire progressivement un schéma fonctionnel - entraîner au raisonnement scientifique - sensibiliser aux choix en matière de... (santé, développement durable...) - extraire des arguments
CONSTRUIRE	<ul style="list-style-type: none"> - une activité - une activité pratique - un schéma fonctionnel - un schéma de synthèse (ou schéma-bilan) 	<ul style="list-style-type: none"> - à partir de document(s) de votre choix - à partir du (des) document(s) x... 	<ul style="list-style-type: none"> - en précisant l'organisation du travail au sein de la classe (<i>parfois demandé</i>) - en précisant les objectifs visés 	<p>POUR</p> <ul style="list-style-type: none"> - (<i>parfois non précisé : dans ce cas, objectifs au choix du candidat</i>) - construire la notion... - développer des capacités méthodologiques et/ou techniques (<i>parfois précisées</i>) - former à la pratique d'une démarche expérimentale - ...

4 - Les documents du dossier :

Le dossier comprend en moyenne 6 à 8 documents. Parmi ces documents, certains sont peu ou pas didactisés c'est à dire qu'ils nécessitent, pour être utilisés dans un contexte de classe, d'être adaptés au niveau des élèves. Certains sujets invitent le candidat à opérer des choix parmi les documents du dossier : ces choix doivent toujours être argumentés.

Une première analyse globale de l'ensemble du dossier doit permettre au candidat d'identifier rapidement les aspects du domaine scientifique concerné.

Pour pouvoir exploiter les documents de façon pertinente, le candidat doit en identifier le statut scientifique (documents résultant d'observation, de mesures, de calculs, modèles, schémas interprétatifs...) et didactique (documents permettant l'émergence d'une question ou d'un problème, la résolution d'une étape de la problématique, le dégagement de la notion attendue en réponse au problème initial...).

L'exposé du candidat doit prendre en compte une réelle exploitation des documents. Certes, certains sujets proposent une exploitation de l'ensemble ou d'une partie des documents tels quels ou modifiés, néanmoins cela ne doit pas encourager le candidat à évoquer exagérément des supports absents au risque de dévoyer l'objet du sujet. Le jury a parfois la désagréable impression que le candidat tente par ce biais d'orienter son exposé vers une présentation stéréotypée toute prête qui ne correspond plus aux attendus du sujet proposé.

Les documents sont souvent des supports issus de manuels et donc utilisés, tels quels, dans les classes. Ils représentent fréquemment des objets concrets que l'on peut facilement se procurer dans un établissement : dans ce cas, **le candidat doit se placer dans la situation où il disposerait effectivement de ce matériel.** Le candidat peut les ordonner à sa guise, à la condition d'être capable d'argumenter. Sauf demande explicite dans le libellé du sujet, **il est mal venu de proposer des activités détaillées sur d'autres supports que les documents fournis** ; il est toutefois possible de signaler que tel ou tel support aurait été préféré et pour quelle raison précise. Le jury apprécie toujours favorablement les candidats qui émettent des réflexions pertinentes sur les limites de tel ou tel document. **Savoir porter un regard critique** est une qualité de l'enseignant, à condition bien sûr qu'elle témoigne d'une réflexion scientifique, pédagogique ou didactique pertinente.

Il n'est guère possible d'exploiter pédagogiquement un document si l'on n'en maîtrise pas le contenu scientifique. Or, beaucoup de candidats ne mobilisent pas les connaissances scientifiques nécessaires pour tirer correctement parti du dossier proposé.

Il n'est pas acceptable de la part d'un candidat qu'il ne maîtrise pas les connaissances qu'un professeur sera en droit d'attendre et d'exiger de ses élèves pour un niveau donné de classe. Une déficience marquée sur ce point est rédhitoire et se traduit par une note minimale car elle empêche toute prestation de qualité.

De nombreux exemples peuvent être cités, témoignant de lacunes inacceptables qui pèsent lourdement sur la qualité de l'exposé :

- confusion entre chromosome, gène et allèle,
- la répartition des chromosomes en anaphase de mitose,
- la formule brute de molécules biologiques courantes (amidon, glucose...), la liaison peptidique,
- la spécificité des colorants usuels (réactif iodo-ioduré, carmin acétique...),
- l'identification des espèces animales et végétales communes,
- la représentation schématique de la lithosphère : confusion entre croûte et lithosphère, discontinuité de Mohorovicic placée de manière erronée entre lithosphère et asthénosphère au lieu de séparer croûte et manteau.
- l'équation d'équilibre des carbonates,
- etc.

De ce fait, même les dossiers de niveau collège posent aux candidats des difficultés de fond inattendues, faute de maîtriser suffisamment les notions fondamentales de biologie, de physiologie et de géologie.

Le jury perçoit aussi fréquemment une culture scientifique ou naturaliste défailante sur des objets scientifiques de la vie courante ou des être vivants de l'environnement proche. Une réflexion basée sur le simple bon sens permet parfois de trouver des réponses à des questions que pourraient poser les élèves.

Pour autant, ce qui est demandé au candidat au cours de l'exposé est de prouver qu'il cerne le contenu scientifique d'un document, pour lui permettre d'en concevoir une utilisation pédagogique adaptée au niveau requis. A ce titre, l'étude des documents contenus dans les manuels du second degré et de l'exploitation pédagogique qui en est proposée constitue un entraînement utile pour la préparation de l'épreuve, de même que la réalisation concrète de manipulations ou expérimentations simples.

La présentation préalable du dossier au jury n'est pas exigée. Il faut pourtant lui permettre, au moment choisi, de prendre connaissance des documents qu'il contient. Il est donc demandé au **candidat de placer les documents sur la table devant le jury dès le début de la leçon et de lire le sujet.**

Cette disposition a pour but d'éviter au candidat de consacrer trop de temps à l'étude des documents lors de leur présentation. Une présentation rapide des éléments du dossier est possible mais il est souhaité que l'étude approfondie des documents se fasse au fur et à mesure de la leçon. Il est bien évident que pendant l'exposé le candidat peut utiliser comme il le souhaite les documents disposés sur la table devant le jury. Si le candidat le souhaite, il peut aussi argumenter de la non-utilisation de tel ou tel document au moment où il dispose les éléments du dossier devant le jury pour ne plus y revenir ensuite.

Le jury rappelle en outre à nouveau que, comme l'indique la note figurant sur chaque dossier, **il est interdit d'écrire quoi que ce soit sur les documents fournis** (dossier et sujet).

5 - Les qualités de communication :

Durant l'épreuve, le candidat doit capter l'attention des membres de la commission et, pour cela, éviter un ton monocorde, bas, sans changement de rythme. Malgré le stress compréhensible, il faut s'efforcer d'être dynamique et convaincant. Le candidat devra veiller à se détacher de ses notes pour éviter que son exposé ne se résume à une lecture d'un texte sans regard pour le jury.

Il ne faut pas oublier que le métier d'enseignant est, pour une part importante, un métier de communication. Une déficience avérée dans le domaine de la communication est rédhitoire et se traduit par une note minimale.

Une communication performante suppose **un travail efficace durant les trois heures de préparation** : réalisation de transparents soignés, facilement lisibles et en nombre raisonnable, notamment sur les activités des élèves à construire ; le transparent est un support particulièrement adapté à la réalisation progressive d'un schéma bilan fonctionnel ou la rédaction des notions au niveau de formulation adapté. Une attention particulière doit être accordée au libellé des titres des paragraphes, à leur cohérence, à leur adéquation avec le sujet et bien sûr à l'orthographe.

Les transparents de rétroprojection servent à expliciter des activités, à présenter des productions attendues des élèves, à simplifier ou compléter un document du dossier. Il est parfois souhaitable de recourir aussi à ce support pour rappeler les acquis des élèves, éventuellement sous forme d'un schéma. Leur utilisation pertinente obéit à des règles de communication qu'il faut s'approprier si l'on décide d'utiliser ce media. Ainsi, la superposition possible de plusieurs supports, la possibilité de compléter « en direct » un transparent rendent plus vivante la présentation de schémas explicatifs ou fonctionnels. En revanche, on évitera les textes longs et non illustrés.

Il n'est pas judicieux de préparer des transparents pour les présenter de façon précipitée ; trop de candidats se contentent de lire rapidement leur contenu, et les retirent dès cette lecture terminée, avant que le jury ait pu apprécier leur teneur et leur mise en forme.

En outre, il convient aussi d'utiliser le tableau ; celui-ci est notamment préférable pour l'affichage progressif du plan de l'exposé, qui demeure ainsi visible de façon permanente. Là encore, la lecture doit en être aisée et l'orthographe soignée.

Est-il besoin de rappeler que la maîtrise de la langue française (orthographe, syntaxe et précision du vocabulaire) constitue le premier des sept piliers du socle commun de connaissances et de compétences que tous les élèves doivent avoir acquis à la fin de leur scolarité obligatoire ? Il s'agit d'un objectif pour l'ensemble du système éducatif français. On est donc en droit d'attendre que tout postulant à la fonction d'enseignant témoigne lui-même de cette maîtrise qu'il devra faire acquérir aux élèves qui lui seront confiés.

Il va de soi qu'une attitude en adéquation avec le métier envisagé est attendue d'un futur enseignant. Ceci passe par l'expression, la posture, la tenue qui doivent être correctes.

L'entretien

Le questionnement du jury vise à faire s'exprimer, à travers les réponses du candidat, des compétences complémentaires de celles mises en œuvre pendant l'exposé.

L'entretien compte autant pour la note de l'épreuve sur dossier que l'exposé lui-même. Il est donc indispensable de rester concentré et réceptif.

Des candidats ont réussi, cette année, lors de l'entretien, à compenser un exposé médiocre. Il convient donc de rappeler l'importance d'y consacrer une partie des trois heures de préparation.

Une partie du questionnement vise à évaluer la **culture didactique** du candidat. Ainsi il peut être amené à préciser la place du sujet traité dans une cohérence verticale des programmes et à montrer comment la leçon présentée contribue à la construction ou à l'affinement d'une notion ou d'un concept. L'occasion sera également saisie pour tester la connaissance qu'il peut avoir des objectifs de l'enseignement qu'il s'apprête à délivrer, de la typologie et de la place des activités dans la démarche. On pourra le solliciter sur les dispositifs d'enseignement ou d'évaluation (TPE, ECE, B2I...).

Le jury voudra s'assurer de la **réflexion critique** du candidat et le conduira à **envisager d'autres approches, d'autres façons de procéder**. Très souvent, certains éléments de la démarche peuvent être articulés de différentes façons. Les activités peuvent être organisées suivant des modalités diverses, par exemple pour être plus adaptées à certains objectifs éducatifs, au développement de l'autonomie, de la responsabilité, de l'aptitude au travail en équipe, ... On attendra par exemple une précision des liens entre tel ou tel document et les informations qu'on peut en tirer, une explicitation ou argumentation des choix réalisés, une ré-organisation ou une re-formulation.

Les premières questions de l'entretien portent en général sur les documents du dossier, leur ordre d'exploitation ou sur le plan adopté, les libellés du titrage, l'adéquation entre le problème identifié et la notion ou le schéma bilan construits.

La **faculté d'analyse** de son propre travail est un atout important pour le futur professeur et entre pour une part importante dans l'évaluation du candidat.

Le jury évalue également la connaissance des **grandes lignes des programmes, de l'organisation de l'enseignement** (cohérence verticale des notions, variété des dispositifs d'enseignement), de son esprit en fonction des filières, **ainsi que les grands paliers d'examens ou de validation**. Le but est de vérifier l'aptitude du candidat à replacer son exposé dans une situation réaliste, du point de vue des acquis, de l'âge des élèves, des attendus d'évaluation d'une part, des effectifs, des horaires et du matériel raisonnablement disponible d'autre part. Une connaissance raisonnable des règlements sanitaires et de la responsabilité vis à vis des élèves est bienvenue.

Les objectifs méthodologiques, techniques et, le cas échéant, éducatifs sont encore trop rarement identifiés lors de l'exposé ; l'entretien permet au candidat de les préciser.

Le jury veut mettre en garde les candidats sur la tendance à raisonner sur sa propre expérience d'élève ou son vécu. Même si la scolarité en lycée est relativement récente pour bon nombre d'entre eux, les contextes d'enseignement en terme de contenu (programmes), dispositifs (examens, etc) et environnement matériel changent très vite. On ne peut qu'engager les futurs candidats à vivre durant leur année de préparation des situations réelles d'enseignement, à actualiser leurs connaissances sur les matériels et les pratiques, une partie de cette exploration pouvant passer par une lecture attentive des manuels utilisés dans les classes.

Une connaissance très pointue des mécanismes biologiques ou géologiques n'est pas attendue ; si elle est déconnectée des explications de base accessibles aux élèves, elle n'est pas adaptée. Le **questionnement scientifique** s'efforce de **vérifier si le candidat maîtrise le niveau de connaissances requis et s'il a une compréhension satisfaisante des documents fournis.**

Il part des documents du dossier. On attend par exemple du candidat qu'il soit capable, dans une photographie, de **reconnaître les espèces animales ou végétales** les plus visibles, de préciser les caractéristiques les plus frappantes d'**un phénomène géologique...** ; devant une photographie de lame mince de roche ou une préparation microscopique entre lame et lamelle, il doit être capable de donner des précisions sur la technique d'observation, la coloration, le grossissement... ; en ceci, il est simplement placé dans la situation très fréquente du professeur confronté à des questions spontanées d'élèves. **Savoir observer, comparer, déterminer, classer** sont des compétences indispensables en sciences de la vie et de la Terre.

Le questionnement s'élargit aux grands concepts concernés. Lorsque le dossier porte sur une classe de collège, l'interrogation va dépasser ce niveau par exemple, pour traiter ce même thème au niveau lycée. La maîtrise des **notions de base en physique et chimie** est également indispensable : trop de candidats sont incapables d'équilibrer une réaction simple, de représenter une force.

Le questionnement permet également de revenir sur certaines imprécisions de l'exposé. Dans tous les cas, il s'agit d'une interrogation différente de celle des entretiens scientifiques parce que ciblée sur les points pertinents pour l'enseignement secondaire et vérifiant la maîtrise de concepts.

Les **qualités de communication** prises en compte durant l'entretien sont différentes de celles évaluées pendant l'exposé ; ce sont les capacités d'écoute, celle d'entretenir un dialogue, de suivre la pensée d'autrui et d'argumenter. Il ne faut pas craindre d'expliquer les raisons des choix effectués lors de l'exploitation du dossier. Le candidat s'interdira toute expression familière.

Le candidat doit faire preuve de réactivité, être capable, par exemple, de corriger le plan ou de reformuler partiellement la démarche.

En tout cas, il convient de garder en toute occasion une attitude positive et dynamique même si l'exposé ne semble pas avoir été réussi. Chaque point du barème compte.

Le jury tient à signaler que l'ambiance générale de l'entretien ne permet absolument pas au candidat de préjuger de la valeur de son intervention. L'interrogation peut se terminer par une série de questions simples auxquelles le candidat a su répondre, ce qui ne saurait pour autant occulter la faiblesse globale de la prestation. Inversement, un très bon candidat peut rester en échec sur une question difficile destinée justement à mesurer ses limites, sans que cela remette en cause la bonne impression d'ensemble.

Conclusion

Comme à chaque session, le jury a pu valoriser des prestations de grande qualité, équilibrées sur tous les points, où la solidité des connaissances sert de base à une réflexion pragmatique, de bon sens, sur ce qu'il est possible et souhaitable de faire avec des élèves dans l'enseignement secondaire. Mais des difficultés récurrentes subsistent, constituant des handicaps lourds autant pour la réussite du concours lui-même que pour une efficacité pédagogique ultérieure. Les candidats et les formateurs assurant la préparation devraient encore, comme les années précédentes, concentrer leur attention sur les points suivants :

- l'adéquation entre le **libellé du sujet** et le contenu de l'exposé,
- une **sélection pertinente et argumentée**, quand elle est demandée, des documents,
- l'**identification d'un document ou d'une situation** qui mobiliserait l'attention des élèves et les mettraient en réelle situation de recherche,
- la **formulation de vrai(s) problème(s) ou question(s)** pour amorcer une véritable **démarche**,
- les **étapes du raisonnement scientifique**,
- l'**origine et le statut des documents, la place de la modélisation dans la démarche**,
- la **maîtrise des notions et concepts des programmes de l'enseignement secondaire (fondements scientifiques de la biologie et de la géologie)** sans laquelle aucune réflexion didactique n'est possible,
- la **connaissance des supports et du principe de fonctionnement des matériels les plus couramment utilisés en classe**,
- la **conception** et la **rédaction des activités des élèves** : le jury aimerait à travers leur évocation apercevoir en filigrane les élèves réellement travailler et non assister à un simulacre de classe dialoguée,
- les **objectifs éducatifs** : explicitement formulés dans les programmes de sciences de la vie et de la Terre, ils nécessitent des activités adaptées, développant responsabilité, autonomie, communication, utilisation des TIC, aptitude au travail en équipe, attitude citoyenne, responsabilité en matière de santé, de développement durable, de bioéthique...
- l'utilisation d'un **vocabulaire** précis – non seulement dans le domaine scientifique mais aussi dans le langage courant – est indispensable, de même que le recours à un **niveau de langage** adapté ; l'**orthographe et l'expression orale et écrite** doivent être maîtrisés ; les candidats doivent s'imprégner du **rôle fondamental des enseignants de toutes les disciplines dans la formation des élèves à la maîtrise du langage** ;
- quelques éléments de culture générale, en **géographie** par exemple, et des connaissances fondamentales **en chimie et physique** sont indispensables à la compréhension des notions de géologie ou de biologie enseignées ;
- il peut être attendu d'un futur professeur de sciences de la vie et de la Terre qu'il possède quelques rudiments d'**histoire des sciences** et sache situer, dans une chronologie sommaire, les apports d'hommes de science tels que Mendel, Claude Bernard, Pasteur, Wegener ... (notons que les programmes accordent une place à une approche historique des connaissances).

Les épreuves orales sont publiques et l'expérience montre que la présence de personnes inconnues des candidats ne leur porte pas préjudice. Formateurs et candidats sont nombreux à assister aux épreuves sur dossier, et ceci doit être encouragé, sous réserve, naturellement, d'une discrétion et d'une neutralité d'attitude totales.

Il peut être notamment fructueux d'observer des exposés concernant les programmes de collège fondés sur un nombre réduit d'acquis, mettant en œuvre des connaissances moins développées. Les démarches mises en œuvre exigent des candidats une approche des savoirs très différente de celle qu'ils ont connue au cours de leurs années universitaires et constituent une réelle difficulté de transposition.

L'observation de séquences d'enseignement en collège ou en lycée est également une phase importante de la préparation à cette épreuve, dont la dimension pré-professionnelle est très affirmée.

Soulignons pour terminer qu'une préparation anticipée dès le début de l'année à l'épreuve sur dossier a des retombées positives sur l'écrit et l'oral scientifique, par l'acquisition de méthodes de communication, mais peut-être surtout en obligeant le candidat à prendre du recul par rapport à son savoir, à mettre en relation les divers champs de connaissances et à intégrer l'étude de documents dans une démarche explicative.

GRILLE D'ÉVALUATION 2008

L'exposé et l'entretien sont évalués en utilisant la grille ci-dessous. Le président de la commission s'assure que chaque rubrique de la grille a été évaluée, en particulier pendant l'entretien. Cependant, il peut arriver que la prestation d'un candidat révèle une absence totale de maîtrise scientifique (d'un niveau inférieur à celui attendu des élèves de la classe concernée par le dossier) ou une absence totale de maîtrise de la communication. Ces deux situations, empêchant le candidat de traiter le sujet, rendent impossible l'utilisation de la grille et entraînent une note inférieure ou égale à 6/60. Cette situation n'a concerné que 48 candidats de la session 2008 (15 candidats pour la communication et 33 candidats pour le niveau scientifique).

EXPOSÉ (30 points)

Communication (7 points)

- trace écrite, tenue du tableau
- expression orale et gestion du temps (pertinente entre 20 et maxi 30 minutes)
- attitudes, posture

Respect et traitement du sujet (9 points)

- cohérence entre sujet, problématique, contenu de l'exposé
- ordre logique d'exploitation des documents (« fil rouge »)

Exploitation pédagogique et compréhension scientifique des documents par le candidat (14 points)

- documents utilisés rendus explicites, transposition didactique de(s) document(s)
- attitude scientifique dans l'exploitation des documents
- adéquation entre niveau de formulation et attendus du programme considéré
- conception et mise en œuvre de l' (des) activité(s) des élèves pertinentes pour construire la (les) notion(s) et/ou faire acquérir des compétences

ENTRETIEN (30 points)

Culture didactique (8 points)

- fil directeur des programmes en lien avec le dossier
- objectifs de l'enseignement des SVT
- typologie des activités et leur place dans la démarche
- dispositifs d'enseignement et/ou paliers d'examens

Réflexion critique (8 points)

- lien entre statut des documents et validité des informations qu'on peut en extraire
- explicitation et justification des choix et fond de l'argumentation
- capacité à la re-formulation et /ou à la re-organisation partielle

Fond scientifique (6 points)

Questionnement scientifique ayant pour support un ou des documents du dossier

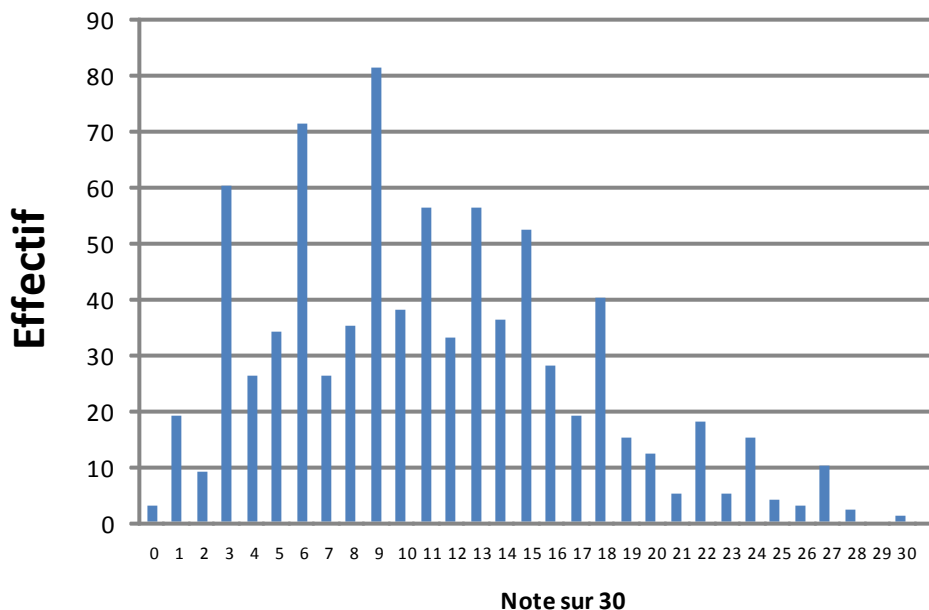
- connaissance de l'origine et de la technique d'obtention des documents / nature des informations tirées
- connaissance des grands concepts, échelles de temps et d'espace, épistémologie et histoire des sciences

Communication (8 points)

- écoute : prise en compte du sens et du contenu des questions
- rythme et réactivité
- forme de l'argumentation (y compris aptitude à convaincre)
- posture

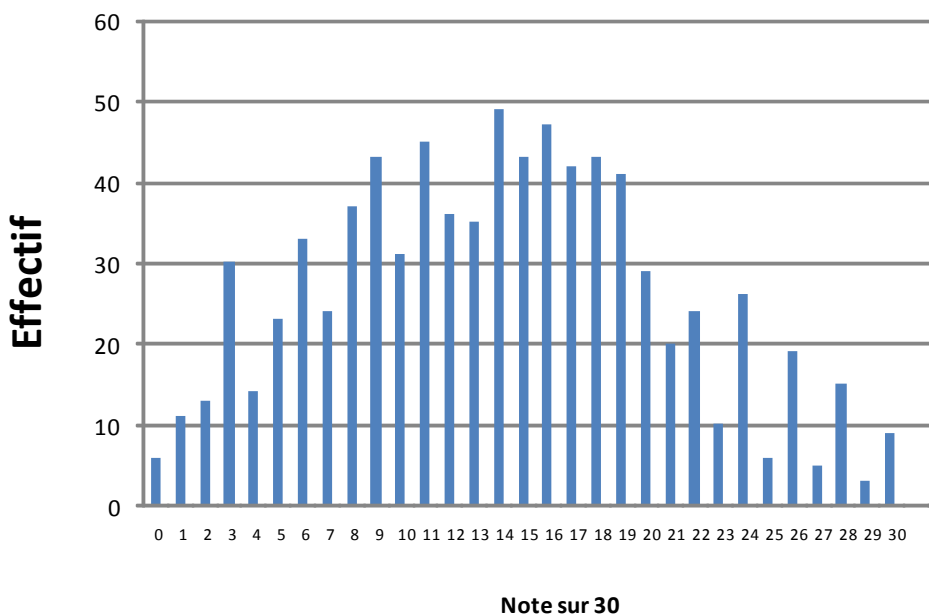
Prestation des candidats de la session 2008

Exposé

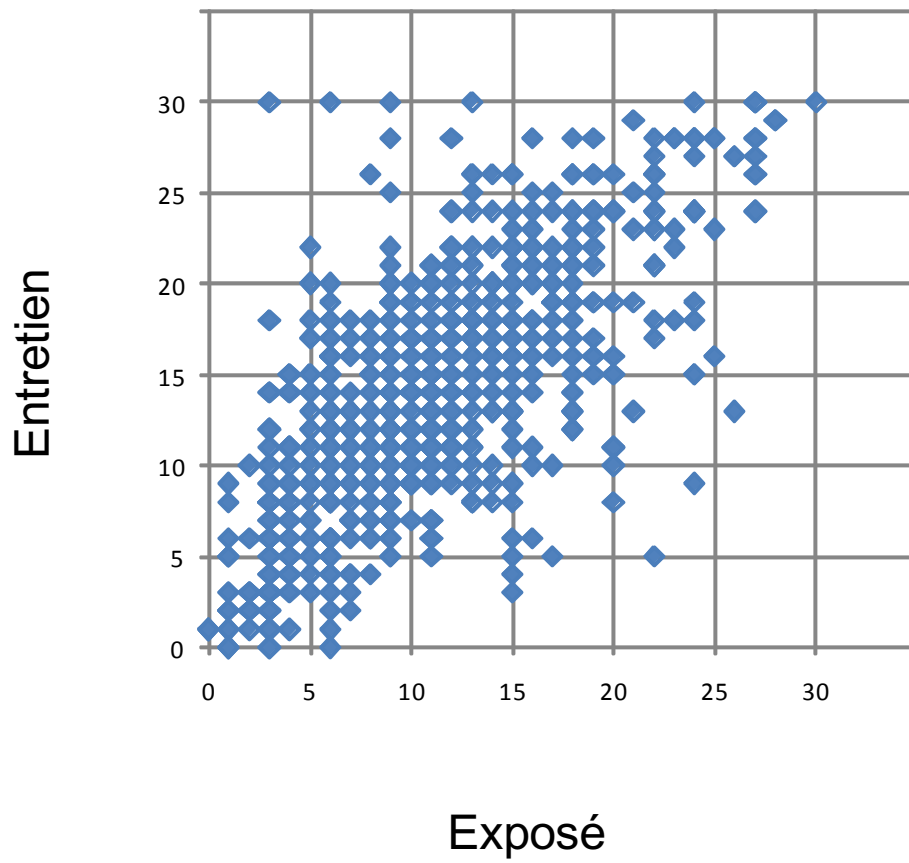


MOY	11,13
ET	6,06
MAX	30

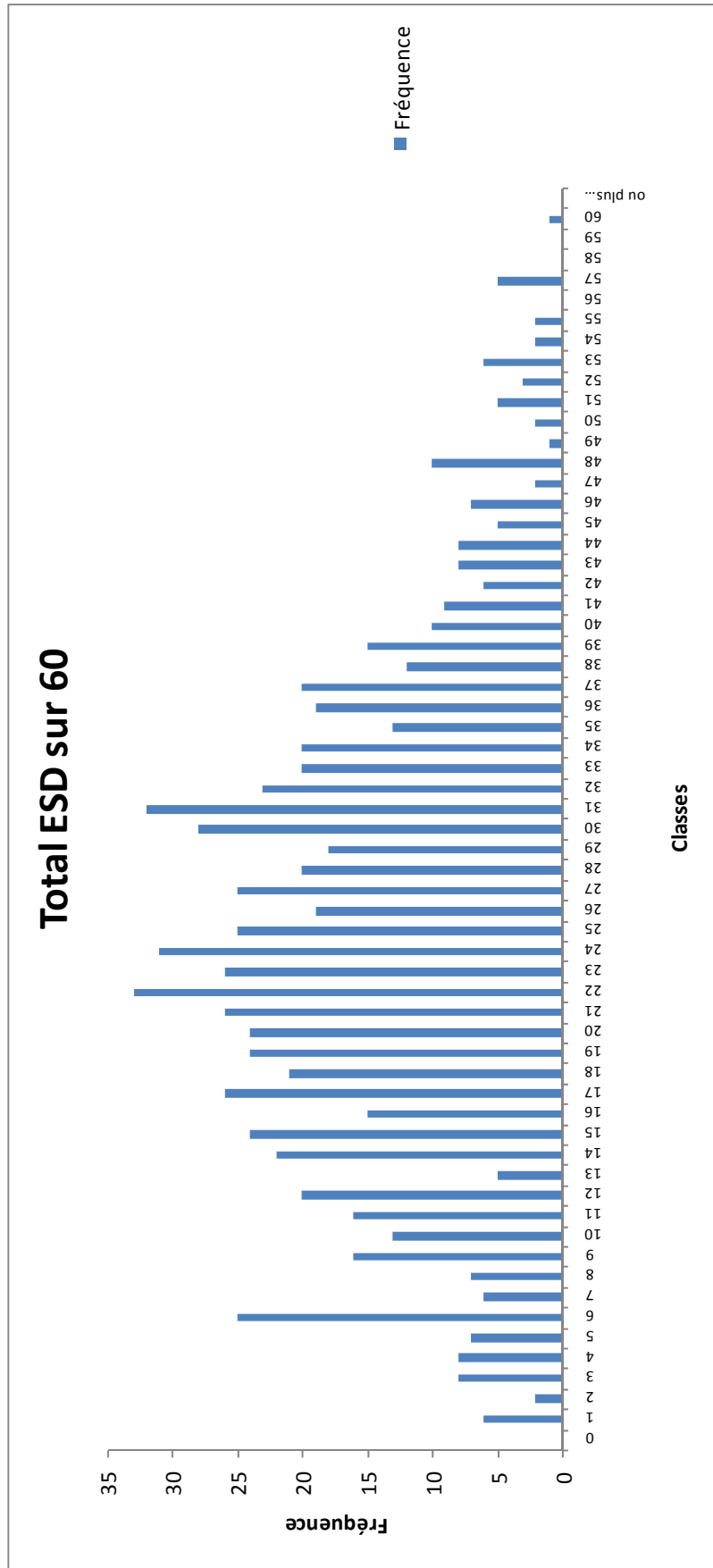
Entretien



MOY	13,95
ET	6,85
MAX	30



MOY	25,08
ET	11,97
MAX	60



	Rubrique du barème	MOYENNE	Ecart type	MAX
Exposé	Communication (sur 7)	3,81	1,64	7
	Respect du sujet (sur 9)	3,06	2,16	9
	Exploitation des docs (sur 14)	4,26	3,20	14
Entretien	Culture didactique (sur 8)	4,06	2,22	8
	Réflexion critique (sur 8)	3,31	2,32	8
	Fond scientifique (sur 6)	2,36	1,67	6
	Communication (sur 8)	4,22	2,15	8

**CAPES EXTERNE ET CAFEP
DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE**

EPREUVE SUR DOSSIER

CLASSE : **Terminale S**

DOMAINE DU PROGRAMME CONCERNÉ : **La convergence lithosphérique et ses effets.**

Convergence et subduction

SUJET

**Exploiter tout ou partie des documents proposés, tels quels ou modifiés, selon un ordre logique permettant d'aboutir aux notions relatives au magmatisme de subduction.
Détailer une activité pratique des élèves à partir d'un ou plusieurs documents de votre choix.**

**Vous êtes prié(e) de ne rien inscrire sur les documents fournis
et de remettre le dossier complet à l'issue de l'entretien.**

DOSSIER
G_0_2_G

**Vous êtes prié(e) de ne rien inscrire sur les documents fournis
et de remettre le dossier complet à l'issue de l'entretien.**

SOMMAIRE DU DOSSIER N° G_0_2_G

EXTRAIT DU PROGRAMME DE TERMINALE S page 3/9

DOCUMENTS

DOCUMENT 1 - Le magmatisme des zones de subduction page 4/9

DOCUMENT 2 - Les roches magmatiques des zones de subduction pages 5 et 6/9

Document 2a : observation au microscope polarisant de roches magmatiques de zone de subduction.

Document 2b : composition chimique de quelques roches magmatiques

DOCUMENT 3 - Deux types extrêmes de subduction page 6/9

DOCUMENT 4 - Conditions de fusion partielle du manteau page 7/9

DOCUMENT 5 - Composition minéralogique de la lithosphère océanique pages 7 et 8/9

Document 5a : altération de la croûte océanique

Document 5b : schiste bleu et éclogite

DOCUMENT 6 - Domaine de stabilité des minéraux page 8/9

DOCUMENT 7 - Schémas de synthèse page 9/9

**Vous êtes prié(e) de ne rien inscrire sur les documents fournis
et de remettre le dossier complet à l'issue de l'entretien.**

EXTRAIT DU PROGRAMME DE TERMINALE S**I.5 La convergence lithosphérique et ses effets
1.5.1 Convergence et subduction**

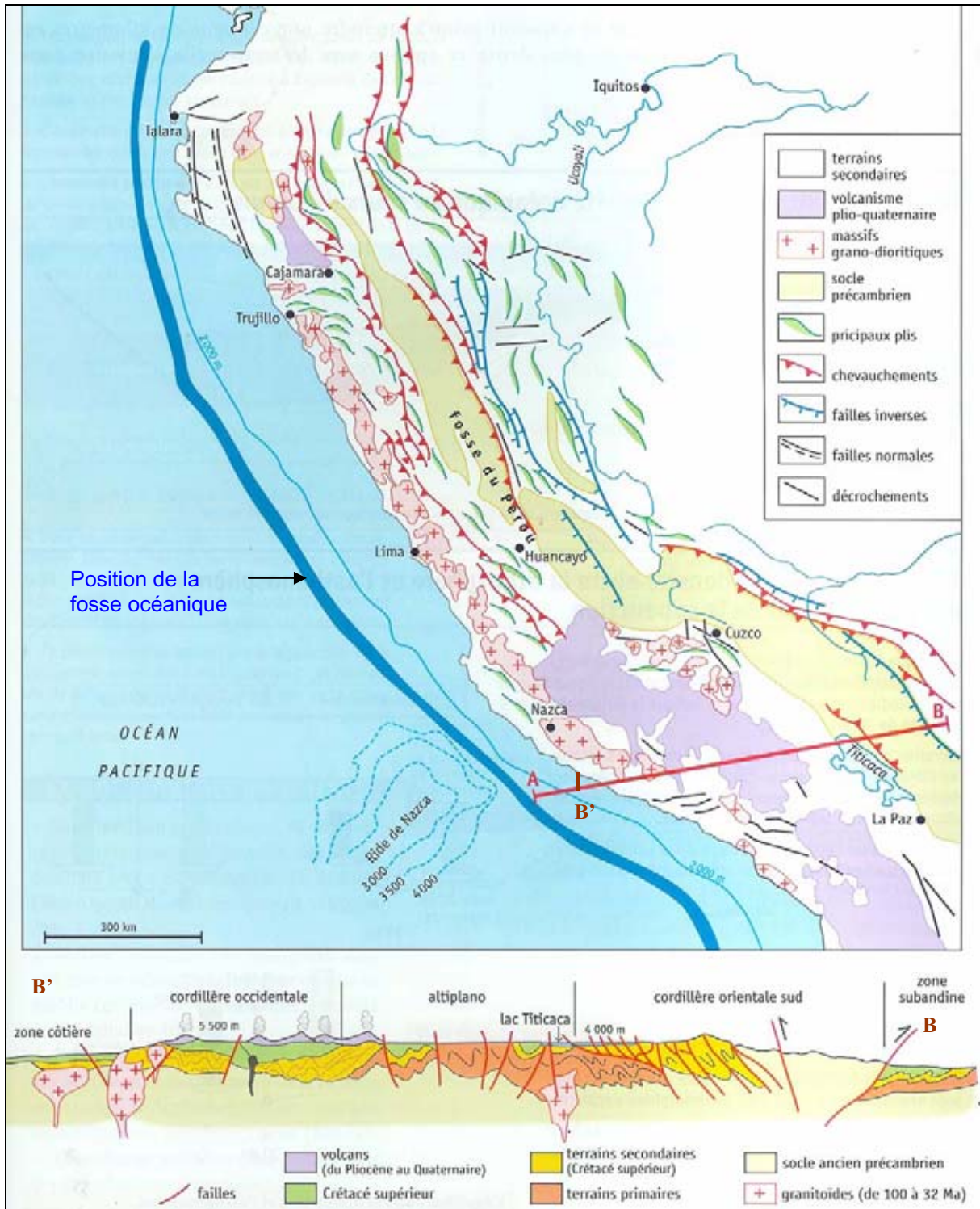
Activités envisageables	Notions et contenus
<p>Etude (texture, composition) de roches magmatiques : volcaniques (andésite, rhyolite) et plutoniques (granitoïde).</p> <p>Observation des minéraux et des structures minérales témoignant de transformations minéralogiques dans les metabasaltes ou métagabbros de la croûte océanique subduite : minéraux typiques des zones de subduction (glaucophane, grenat, jadéite).</p> <p>Utilisation de grilles pétrogénétiques pour retrouver les conditions d'apparition de ces minéraux.</p>	<p>Les zones de subduction sont le siège d'une importante activité magmatique caractéristique : volcanisme, mise en place de granitoïdes.</p> <p><i>Limites :</i> <i>Les caractéristiques chimiques des séries magmatiques et la diversité des dynamismes éruptifs ne sont pas au programme.</i></p> <p>Le magma provient de la fusion partielle des péridotites au-dessus du plan de Bénéioff, cette fusion est due à l'hydratation du manteau.</p> <p>L'eau provient de la déshydratation des roches de la plaque plongeante. Le long du plan de Bénéioff, les roches de la lithosphère océanique sont soumises à des conditions de pression et de température différentes de celles de leur formation. Elles se transforment et se déshydratent. Des minéraux caractéristiques des zones de subduction apparaissent.</p>

DOCUMENT 1 - Le magmatisme des zones de subduction

**Vous êtes prié(e) de ne rien inscrire sur les documents fournis
et de remettre le dossier complet à l'issue de l'entretien.**

(Manuel Terminale S Didier)

Carte géologique simplifiée d'une partie de la cordillère des Andes et coupe transversale associée.



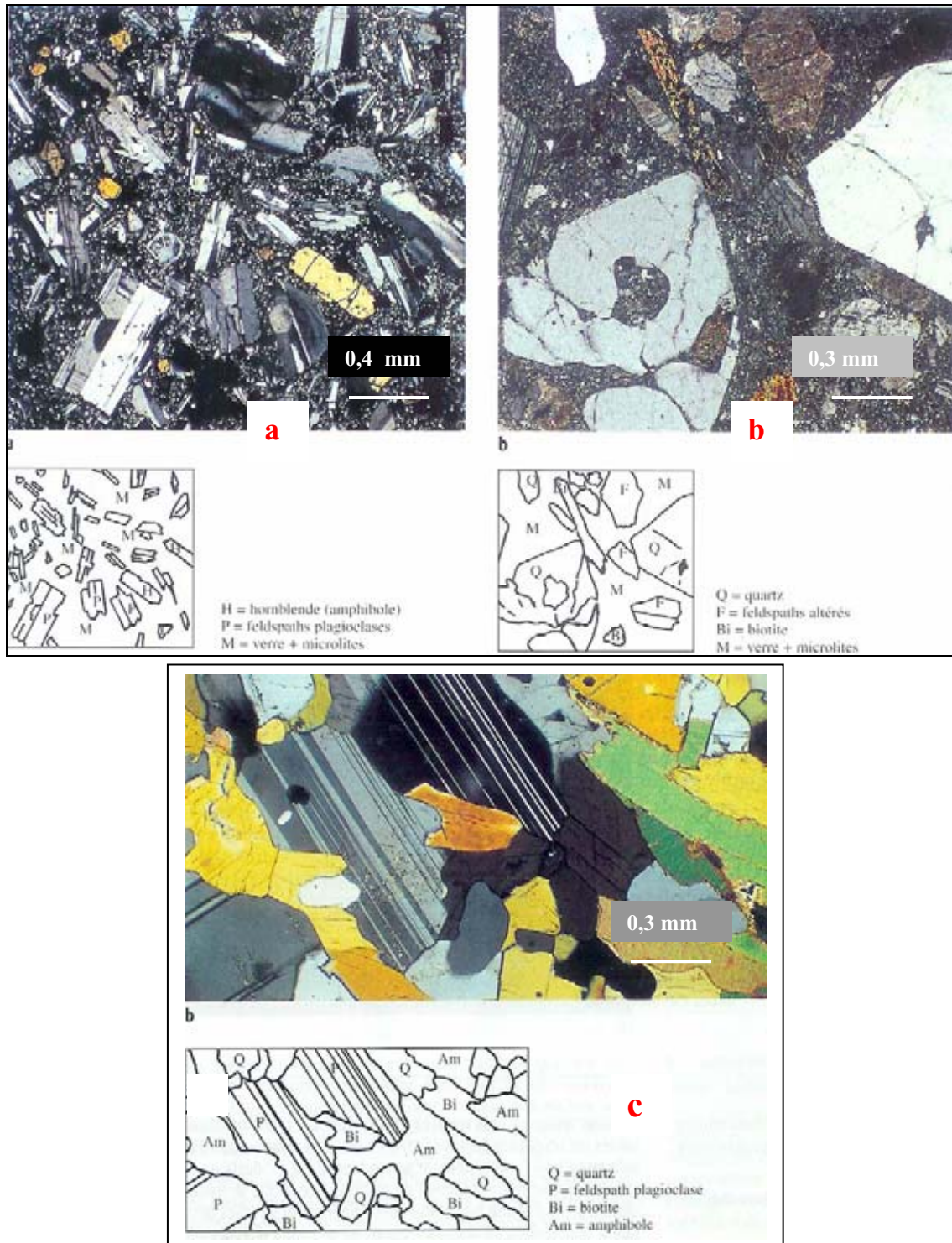
DOCUMENT 2 - Les roches magmatiques des zones de subduction

Vous êtes prié(e) de ne rien inscrire sur les documents fournis et de remettre le dossier complet à l'issue de l'entretien.

Document 2a : observation au microscope polarisant de roches magmatiques

(manuel Terminale S Bordas)

Lames minces d'andésite (a), de rhyolite (b) et de granodiorite (c) en LPA accompagnées des schémas d'interprétation



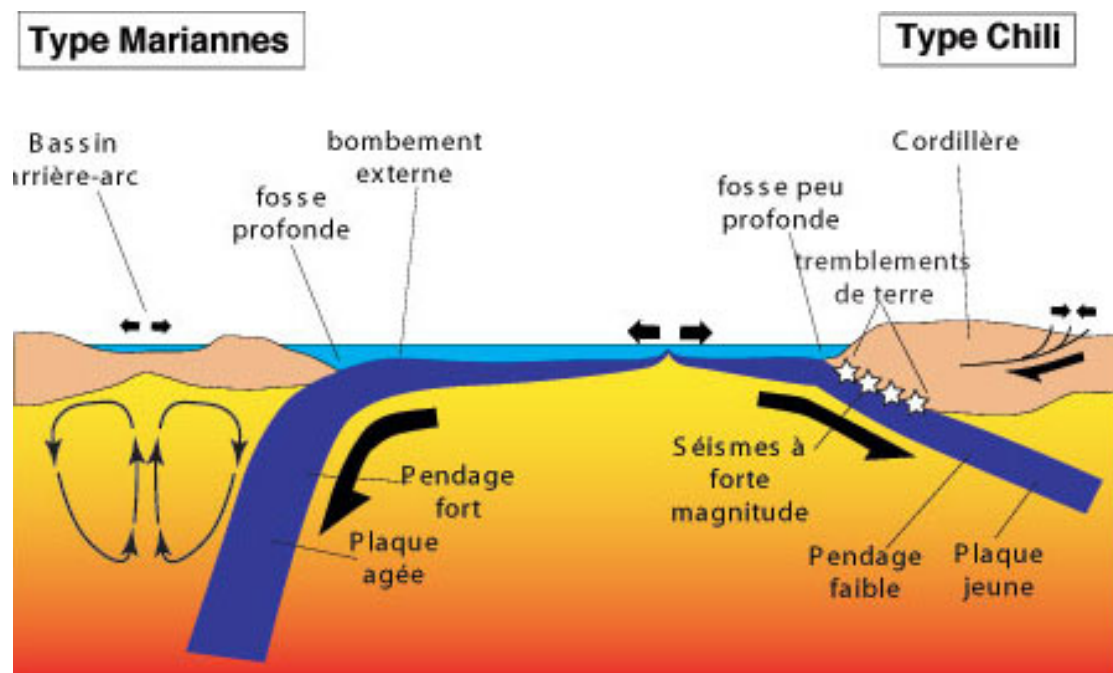
Document 2b : composition chimique de quelques roches magmatiques (en % d'oxydes)

Vous êtes prié(e) de ne rien inscrire sur les documents fournis
et de remettre le dossier complet à l'issue de l'entretien.

Dans le cas des subductions océan/continent, comme dans les Monts Cascades (Amérique du Nord), au Pérou, en Bolivie, au Chili, l'activité magmatique forme essentiellement des andésites. Dans le cas d'une subduction de lithosphère intra-océanique, comme les Fidji, l'arc Tonga-Kermadec (Nouvelle-Zélande), le volcanisme se caractérise par des basaltes proches des basaltes de dorsales et des andésites.

	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Oxydes de Fe	Al ₂ O ₃	H ₂ O
Basalte des dorsales	47	0,2	2,2	11	8,5	9,4	15,8	-
Basalte des zones de subduction	50	0,5	2,6	10,7	5	10	18	1,5
Andésite	54,2	1,1	3,7	7,9	4,4	9	17,2	1,2
Rhyolite	73,7	5,3	3	1	0,3	1,7	13,4	1,9
Granodiorite	66,8	3	3,8	3,5	1,5	3,8	15,6	2

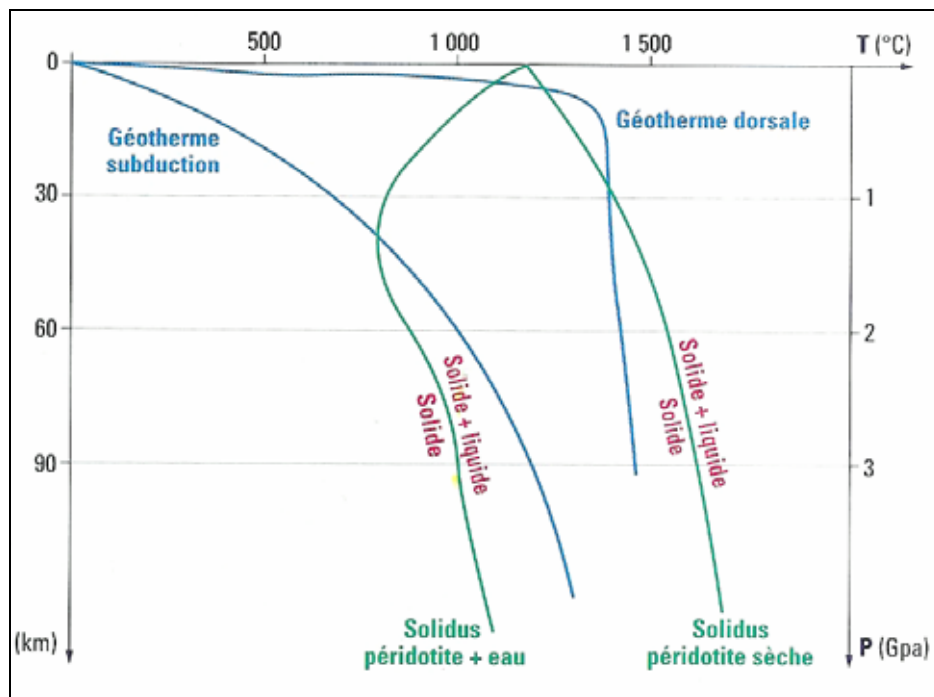
DOCUMENT 3 - Deux types extrêmes de subduction
(D'après la déformation des continents de Jolivet)



DOCUMENT 4 - Conditions de fusion partielle du manteau
(Manuel Terminale S Belin)

Vous êtes prié(e) de ne rien inscrire sur les documents fournis et de remettre le dossier complet à l'issue de l'entretien.

Diagramme pression-température indiquant les conditions de fusion pour des péridotites. Les gradients géothermiques sous les dorsales et les zones de subduction sont aussi figurés.



DOCUMENT 5 - Composition minéralogique de la lithosphère océanique
(manuel Terminale S Didier)

Document 5a : altération de la croûte océanique

Croûte océanique fraîche (0,3% en poids de H ₂ O)	Croûte océanique altérée (schistes verts) + sédiments (1 à 3% en poids de H ₂ O) (5 à 10% de H ₂ O)
Olivine : (Mg,Fe) ₂ SiO ₄	Serpentine : Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
Feldspath : CaAl ₂ Si ₂ O ₈	Chlorite : (Mg,Fe) ₅ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₈
Pyroxène : Ca(Mg,Fe)Si ₂ O ₆	Amphibole (actinote) : Ca ₂ Mg ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂

Document 5b : schiste bleu et écoligite

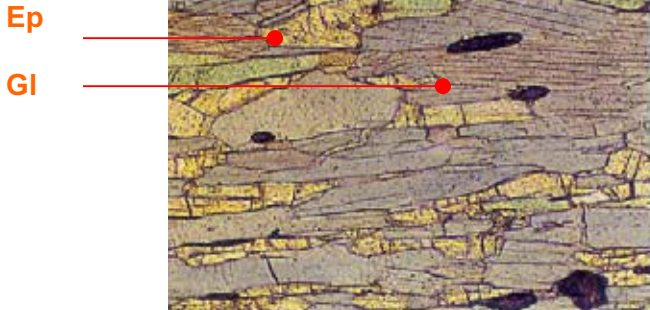
(manuel Terminale S Bordas)

**Vous êtes prié(e) de ne rien inscrire sur les documents fournis
et de remettre le dossier complet à l'issue de l'entretien.**

Dans des conditions tectoniques particulières, une faible partie de la lithosphère océanique subductée peut remonter à la surface. Dans ce cas, les roches recueillies à la surface, par leur composition minéralogique témoignent des transformations qu'elles ont subies en profondeur.

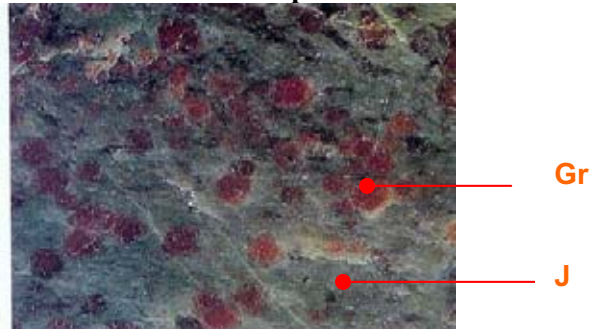
Schiste bleu

Observation microscopique LPNA x100



Eclogite

Observation à la loupe x 10



Composition chimique des minéraux caractéristiques :

Gl = Glaucophane: $\text{Na}_2(\text{Mg,Fe})_3\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$; Ep =épidote : $\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}\text{Al}_2(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$

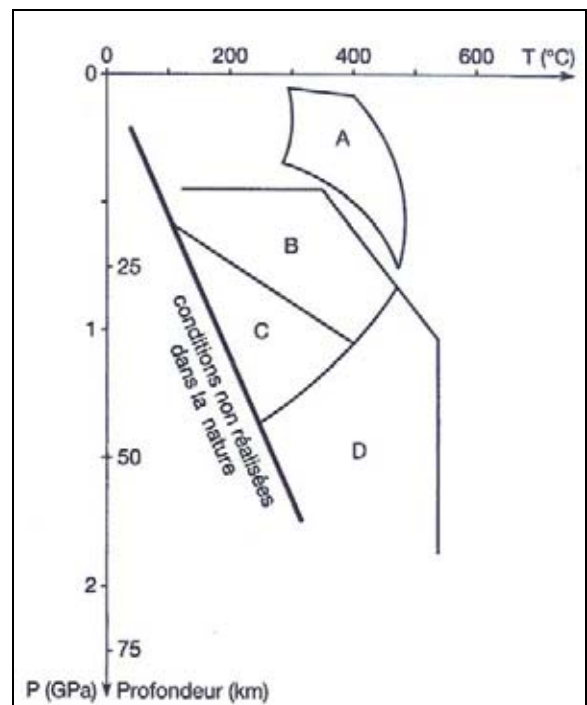
Gr = Grenat: $(\text{Ca,Mg,Fe,Mn})_3(\text{Al,Fe}^{3+},\text{Cr})_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$; J =Jadéite: $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$

DOCUMENT 6 - Domaine de stabilité des minéraux

(D'après sujet bac 2004 Martinique)

Des études expérimentales ont montré que les minéraux sont stables dans des conditions précises de température et de pression.. Les associations minéralogiques sont donc caractéristiques des conditions de pression et température auxquelles les roches ont été soumises.

A : domaine de stabilité de l'association chlorite + actinote + plagioclase.
 B : domaine de stabilité de l'association glaucophane + plagioclase + épidote.
 C : domaine de stabilité de l'association glaucophane + jadéite.
 D : domaine de stabilité de l'association grenat + jadéite +/- glaucophane.

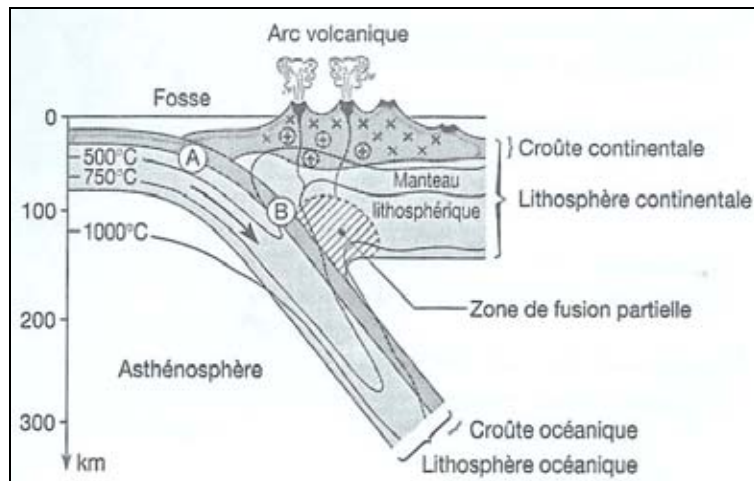


DOCUMENT 7 - Schémas de synthèse

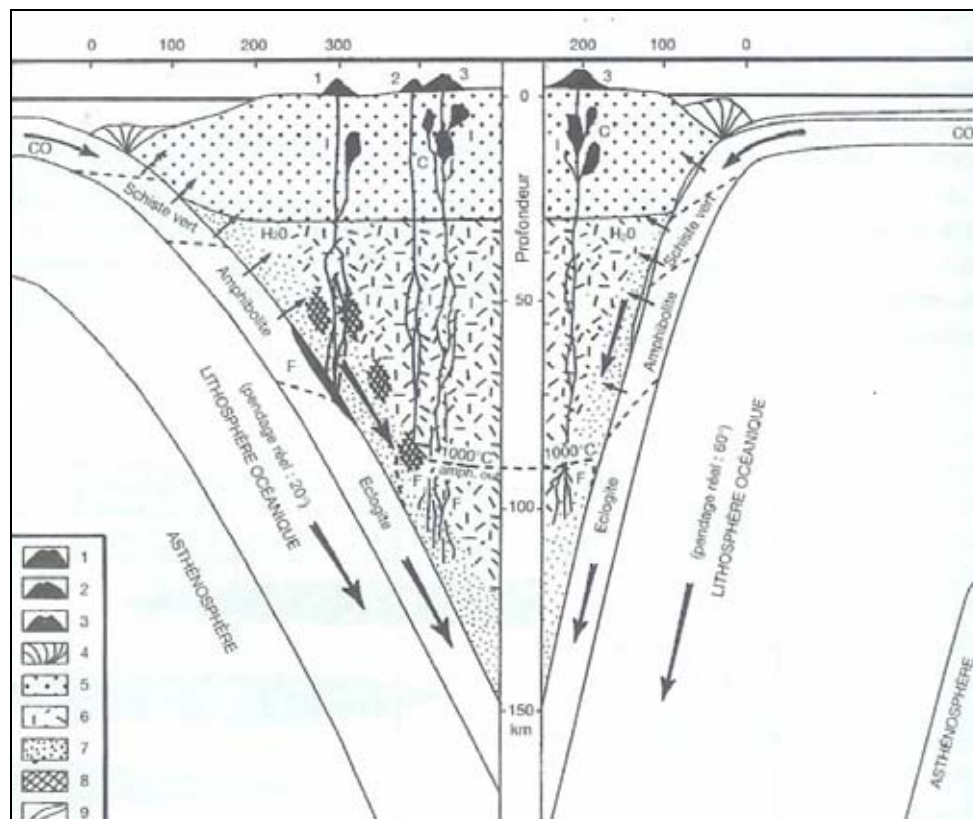
Document 7a :

(D'après Tectonique des plaques, Amaudric du Chaffaut, CRDP Grenoble)

Vous êtes prié(e) de ne rien inscrire sur les documents fournis et de remettre le dossier complet à l'issue de l'entretien.

**Document 7b :**

(Sciences de la Terre et de l'Univers, Brahic, Hoffert, Schaaf, Tardy)



A droite : subduction d'une lithosphère âgée de 120 Ma ; à gauche : subduction d'une lithosphère de 10 Ma. **Exagération verticale x 5.**

1 : volcan adakitique ; 2 : volcan basaltique ; 3 : volcan calco-alcalin « normal » ; 4 : prisme d'accrétion ; 5 : croûte de l'arc ; 6 : manteau lithosphérique appauvri ; 7 : manteau métasomatisé par les transferts de fluides ; 8 : manteau métasomatisé par les magmas adakitiques ; 9 : sédiments ; C : sites de cristallisation fractionnée ; F : sites de fusion partielle ; I : sites d'interactions entre magmas et manteau ou croûte ; CO : croûte océanique.

**Vous êtes prié(e) de ne rien inscrire sur les documents fournis
et de remettre le dossier complet à l'issue de l'entretien.**

Sujet : G 0 2 G

Proposition d'exploitation

Cerner le sujet

Il est nécessaire de positionner le sujet dans la partie du programme « la convergence lithosphérique et ses effets » : les aspects morphologiques et tectoniques de la subduction ont déjà été abordés ; la leçon est par conséquent limitée à l'étude de l'origine du magmatisme de subduction.

Les limites du sujet sont clairement précisées dans l'extrait du programme mis à la disposition du candidat.

Construire une approche possible

Le document 3 rappelle les acquis de terminale S (caractéristiques sismiques et morphologiques des zones de subduction).

Le document 1 permet de remobiliser l'existence du volcanisme andésitique des zones de subduction (acquis de 4^{ème}) et de mettre en évidence l'existence d'un plutonisme granodioritique associé.

Le document 4 permet de poser le problème scientifique. Sur ce document, on fait abstraction, dans un premier temps, de la courbe du solidus des péridotites hydratées.

De ce fait, les acquis de 1^{ère} S concernant la mise en fusion partielle des péridotites à l'aplomb de l'axe de la dorsale ne permettent pas d'expliquer la fusion partielle à l'origine des roches magmatiques rencontrées, étant donné l'allure du géotherme de la subduction.

Problème scientifique : comment expliquer la présence de roches magmatiques des zones de subduction alors que les conditions P-T du manteau ne permettent pas d'expliquer la fusion partielle des péridotites ?

Les étapes résolutives

1. Étude des roches magmatiques des zones de subduction

L'étude des compositions minéralogique (document 2a qui sera le support de l'activité pratique proposée) et chimique (document 2b) des roches magmatiques des zones de subduction révèle leur richesse en eau par rapport au basalte des dorsales.

On attend du candidat qu'il établisse le lien implicite entre la richesse en amphiboles et en biotite des différentes roches magmatiques et leur richesse en eau.

2. La recherche de l'origine de l'eau des roches magmatiques des zones de subduction

Les transformations de l'olivine, du feldspath et du pyroxène respectivement en serpentine, chlorite et amphibole (actinote) mettent en évidence l'hydratation de la croûte océanique après sa formation dans le faciès « schiste vert » (document 5a).

Au cours de la subduction dont les conditions de pression et température sont précisées sur le document 6, cette croûte océanique hydratée va subir de nouvelles transformations qui se traduisent par le passage par le faciès « schiste bleu » puis le faciès « éclogite » (document 5b). Cette évolution s'accompagne d'une déshydratation progressive des minéraux : apparition de l'association glaucophane – épidote, puis de l'association grenat – jadéite (document 5b).

3. Lien entre hydratation des péridotites de la plaque lithosphérique chevauchante et leur mise en fusion partielle

Le document 4 dans son intégralité montre que l'hydratation modifie les conditions de fusion partielle de la péridotite illustrée par la modification du tracé du solidus qui recoupe le géotherme de subduction ; la fusion partielle de ces péridotites est alors possible.

Un retour sur le document 2a permet d'aborder les différences de structure des roches magmatiques. Une partie de ce magma issue de la fusion partielle des péridotites cristallise ultérieurement en profondeur comme le montre la structure grenue des granodiorites (document 2a) et participe à l'accrétion de la lithosphère continentale (document 7a). Une autre partie de ce magma arrive en surface ; elle est à l'origine du volcanisme (structure microlitique des andésites et des rhyolites (document 2a)).

Conclusion

Au terme de cette leçon, un schéma bilan est établi à partir du document 7a qui sera complété par les notions dégagées précédemment et éventuellement par certains éléments du document 7b

Identification d'une activité pratique des élèves

Il est entendu que cette activité sera intégrée dans le plan de la leçon. Elle permettra d'identifier les minéraux dont la composition chimique révélera la richesse en eau (document 2b).

Le document 2a suggère la possibilité d'une étude pratique aux niveaux macroscopique et microscopique de la structure et de la composition minéralogique des roches magmatiques des zones de subduction : identification des structures ; identification des minéraux à l'aide d'une clé de détermination.

La production attendue est un schéma des structures accompagné d'une légende identifiant les minéraux de ces différentes roches.

Exemples de questions posées lors de l'entretien

NB : cette liste n'est pas exhaustive ; le questionnement dépend beaucoup des réactions du candidat et peut s'orienter de façon plus approfondie dans certains domaines.

Questionnement pédagogique et didactique

- Place dans le cursus secondaire de la construction des notions abordées dans le dossier : roches magmatiques, subduction et dynamique de la lithosphère
- Finalité d'un schéma bilan, plus particulièrement dans une classe d'examen
- Finalité des activités pratiques en seconde et en série scientifique (1^{ère} S, Terminale S)
- Statut des documents dans la démarche

Questionnement scientifique

- Technique de réalisation d'une lame mince de roche (doc 2a)
- Principe du microscope polarisant (document 2a)
- Notions de faciès métamorphique (document 6), de séries magmatiques (document 7)
- Explication de l'épaississement de la lithosphère océanique et des différences de pendage des plaques subduites (document 3)
- Obtention d'un géotherme et du solidus (document 4)
- Évocation de la différenciation magmatique au niveau d'une zone de subduction (documents 2a et 7b)

7.1 Bibliothèque de biologie

BIOLOGIE GENERALE

ARTICLES SCIENTIFIQUES

POUR LA SCIENCE :

- L'intégrale des articles 1996-2002 (CD-ROM)

- L'intégrale des dossiers (32 dossiers) : Tous les articles des Hors-séries de Pour la science (CD-ROM)

Encyclopaedia Universalis 2008(CD v13)

OUVRAGES GENERAUX

BERTHET : Dictionnaire de biologie, 2006 (De Boeck)

CAMPBELL : Biologie. (Pearson education) 7ème 2007

INDGE : Biologie de A à Z, 2004 (Dunod)

MORERE, PUJOL: Dictionnaire raisonné de Biologie, 2003 (Frison-Roche)

PURVES, ORIAN, HELLER et SADAVA: Le monde du vivant. 2000 (Flammarion)

RAVEN ET al : Biologie. 2007 (De Boeck)

A - GENETIQUE – EVOLUTION

ALLANO et CLAMENS : Evolution, des faits aux mécanismes. 2000 (Ellipses)

BERNARD et coll. : Génétique, les premières bases. Collection "Synapses" 1992 (Hachette)

BRONDEX : Evolution, synthèse des faits et des théories. 1999 (Dunod)

DAVID et SAMADI : La théorie de l'évolution. 2000 (Flammarion)

DE BONIS : Evolution et extinctions dans le règne animal. 1991 (Masson)

DUPRET : L'état pluricellulaire. 2003 (Ellipse)

GOUYON et ARNOULD : Les avatars du gène, 2005 (Belin) -

GRIFFITHS et al. : Introduction à l'analyse génétique. 1997, 2006 (De Boeck)

GRIFFITHS et al. : Analyse génétique moderne. 2001(De Boeck)

HARTL : Génétique 3^{ème} ed. (Dunod) -

HARRY : Génétique moléculaire et évolutive. 2001 (Maloine)

HOUDEBINE : Transgenèse animale et clonage. 2001 (Dunod)

LECOINTRE et Le GUYADER : Classification phylogénétique du vivant. 2003 (Belin)

LE GUYADER : L'évolution, 2003 (Belin)

LEWIN : Gènes VI. 1998 (De Boeck)

LUCHETTA et al : Evolution moléculaire, 2005 (Dunod)

MAUREL : La naissance de la vie.1997 (Diderot)

MAYR : Population, espèces et évolution.1974 (Hermann)

MILLS : La théorie de l'évolution...et pourquoi ça marche (ou pas). 2005 (Dunod)

PANTHIER et Al : Les organismes modèles, Génétique de la souris, 2003 (Belin sup).

PLOMIN : Des gènes au comportement. 1998 (De Boeck)

POULIZAC : La variabilité génétique, 1999 (Ellipses)

POUR LA SCIENCE : Les frontières floues (PLS hors série)

POUR LA SCIENCE (dir. Le Guyader) : L'évolution. 1980 (Belin)

PRIMROSE : Génie génétique. 2004. (De Boeck)

RIDLEY : Evolution biologique.1997 (De Boeck)

ROSSIGNOL et al. : Génétique, gènes et génomes. 2000 (Dunod)

RUSSEL : Génétique.1988 (Medsa-Mc Graw Hill)

SERRE et coll : Diagnostics génétiques. 2002 (Dunod)

SMITH et SZATHMARY : Les origines de la vie. 2000 (Dunod)

SOLIGNAC et al. : Génétique et évolution. 1995 (Hermann)

Tome 1 : La variation, les gènes dans les populations

SOLIGNAC et al. : Génétique et évolution. 1995 (Hermann)

Tome 2 : l'espèce, l'évolution moléculaire

THURIAUX : Les organismes modèles, La levure, 2004 (Belin sup).

WATSON et al. : L'ADN recombinant. 1994 (De Boeck)

B - BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE - BIOCHIMIE - MICROBIOLOGIE

- ALBERTS et al : L'essentiel de la biologie cellulaire. 2^{ème} édition, 2005 (Médecine sciences, Flammarion)
- ALBERTS et al. : Biologie moléculaire de la cellule.1995 (Flammarion)
- AUGERE : Les enzymes, biocatalyseurs protéiques, 2001 (Ellipses)
- BASSAGLIA : Biologie cellulaire, 2004 (Maloine)
- BERNARD : Bioénergétique cellulaire, 2002 (Ellipses)
- BOITARD : Bioénergétique. Collection "Synapses". 1991 (Hachette)
- BOREL et al. : Biochimie dynamique. 1997 (De Boeck)
- BRANDEN et TOOZE : Introduction à la structure des protéines. 1996 (De Boeck)
- BYRNE et SCHULTZ : Transport membranaire et bioélectricité. 1997 (De Boeck)
- CALLEN : Biologie cellulaire : des molécules aux organismes. 2006(Dunod)
- CLOS, COUMANS et MULLER : Biologie cellulaire et moléculaire 1. 2003 (Ellipse)
- COOPER : La cellule, une approche moléculaire. 1999 (De Boeck)
- DESAGHER : Métabolisme : approche physicochimique 1998 (Ellipses)
- GARRETT et GRISHAM : Biochimie. 2000 (De Boeck)
- HENNEN : Biochimie 1^{er} cycle. 4^{ème} édition. 2006 (Dunod)
- HORTON et al. : Principes de biochimie. 1994 (De Boeck)
- KARP : Biologie cellulaire et moléculaire. 1998, 2004 (De Boeck)
- LANDRY et GIES : Pharmacologie : Des cibles vers l'indication thérapeutique, 2006, (Dunod)
- LECLERC et al. : Microbiologie générale.1988 (Doin)
- LEHNINGER : Biochimie.1977 (Flammarion)
- LODISH et al. : Biologie moléculaire de la cellule.1997, 2005 (De Boeck)
- MOUSSARD : Biologie moléculaire. Biochimie des communications cellulaires. 2005 (De Boeck)
- MOUSSARD : Biochimie structurale et métabolique. 1999 (De Boeck)
- MOUSSARD : Biochimie structurale et métabolique. 2006 (De Boeck)
- PELMONT : Enzymes.1993 (Pug)
- PERRY, STALEY, LORY: Microbiologie. 2004 (Dunod)
- PETIT, MAFTAH, JULIEN : Biologie cellulaire. 2002 (Dunod)
- POL : Travaux pratiques de biologie des levures 1996 (Ellipses)
- PRESCOTT : Microbiologie.1995, 2003 (De Boeck)
- ROBERT et VIAN : Eléments de Biologie cellulaire.1998 (Doin)
- ROLAND, SZÖLLÖSI et CALLEN : Atlas de biologie cellulaire.2005 (Dunod)
- SHECHTER : Biochimie et biophysique des membranes : aspects structuraux et fonctionnels, 2001 (Dunod)
- SINGLETON : Bactériologie. 1999 (Dunod)
- SMITH : Les biomolécules (Protéines, Glucides, Lipides, A.nucléiques).1996 (Masson)
- STRYER : Biochimie.1985, 5^{ème} édition 2003 (Flammarion)
- TAGU : Techniques de Bio mol. 2005, INRA
- TERZIAN : Les virus. 1998 (Diderot)
- VOET et VOET : Biochimie. 1998, 2005 (De Boeck)
- WEIL : Biochimie générale, 2001 (Dunod)
- WEINMAN et MEHUL : Toute la biochimie, 2004 (Dunod)
- Dossier Biofilms (sélection d'articles en Français)
- FILLOUX A., VALLET I., Biofilm: mise en place et organisation d'une communauté bactérienne, MEDECINE/SCIENCES 2003 ; 19 : pp77-83
 - COSTERTON B, STEWARD P, Les biofilms, Pour La Science, septembre 2001, N° 287, pp48-53.
 - COLLECTIF, Bulletin de la Société Française de Microbiologie, vol 14 fasc. 1 et 2.
 - KLINGER C., Les biofilms, forteresses bactériennes, La recherche sept 2005 n° 839, pp 42-46.

C - REPRODUCTION - EMBRYOLOGIE – DEVELOPPEMENT

- BEAUMONT-HOURDRY : Développement, 1994 (Dunod)
CASSIER et al. : La reproduction des Invertébrés. 1997 (Masson)
DARRIBERE : Introduction à la biologie du développement, 2004 (belin sup)
DARRIBERE : Le développement d'un Mammifère : la souris, 2003 (Belin sup)
DE VOS-VAN GANSEN : Atlas d'embryologie des Vertébrés. 1980 (Masson)
FRANQUINET et FOUCRIER : Atlas d'embryologie descriptive. 1998 (Dunod)
GILBERT : Biologie du développement. 1996, 2004 (De Boeck)
HOURDRY : Biologie du développement.1998 (Ellipses)
LARSEN : Embryologie humaine. 1996, 2003 (De Boeck)
LE MOIGNE, FOUCRIER : Biologie et développement. (6ème édition, 2004) (Dunod)
MARTAL: l'Embryon, chez l'Homme et l'Animal, 2002 (INRA éditions)
PATTIER : croissance et développement chez les animaux, 1991 (Ellipse)
SALGUEIRO, REYSS : Biologie de la reproduction sexuée, 2002 (Belin Sup)
SLACK: Biologie du développement. 2004 (De Boeck)
THIBAUT – LEVASSEUR : Reproduction chez les Mammifères et chez l' Homme, (INRA-Ellipse, 2^{ème} édition 2001)-
WOLPERT : Biologie du développement.1999 et 2004 (Dunod)

PHYSIOLOGIE ANIMALE

A - PHYSIOLOGIE GENERALE ET HUMAINE

- BEAUMONT, CASSIER et TRUCHOT : Biologie et physiologie animales, 2^{ème} ed. 2004 (Dunod)
BEAUMONT, TRUCHOT et DU PASQUIER : Respiration, circulation, système immunitaire, 1995 (Dunod)
CADET : Invention de la physiologie, 2008 (PLS)
CALVINO : Introduction à la physiologie, Cybernétique et régulation, 2003 (Belin Sup)
ECKERT et al. : Physiologie animale. 1999 (De Boeck)
GANONG : Physiologie médicale, 2001, 2005 (De Boeck)
GILLES : Physiologie animale, 2006 (De Boeck)
GUENARD : Physiologie humaine.1990 (Pradel-Edisem)
JOHNSON, EVERITT : Reproduction, 2002 (De Boeck Université).
LASCOMBES : Manuel de T.P. de physiologie animale et végétale. 1968 (Hachette)
MARIEB : Anatomie et Physiologie Humaines.1999 (De Boeck) + 6^{ème} édition 2005 (Pearson education)
RICHARD et al. : Physiologie des animaux (Nathan)
Tome 1: Physiologie cellulaire et fonctions de nutrition. 1997
RICHARD et al. : Physiologie des animaux (Nathan)
Tome 2 : construction de l'organisme, homéostasie et grandes fonctions.1998
RIEUTORT : Physiologie animale.1998 (Masson)
Tome 1 : Les cellules dans l'organisme
RIEUTORT : Abrégé de physiologie animale.1999 (Masson)
Tome 2 : Les grandes fonctions
SCHMIDT : Physiologie, 2^{ème} édition 1999 (De Boeck)
SCHMIDT-NIELSEN : Physiologie animale: adaptation et milieux de vie.1998 (Dunod)
SHERWOOD : Physiologie humaine. 2000, 2006 (De Boeck)
TORTORA et GRABOWSKI : Principes d'anatomie et physiologie. 1999, 2007 (De Boeck)
VANDER et al. : Physiologie humaine. 1989 (Mac-Graw-Hill)
WILMORE et COSTILL : Physiologie du sport et exercice physique.1998, 2006 (De Boeck)

B - NEUROPHYSIOLOGIE

BOISACQ-SCHEPENS et CROMMELINCK : Neurosciences 4^{ème} édition 2004 (Dunod)
CHURCHLAND : Le cerveau. 1999 (De Boeck)
FIX : Neuroanatomie. 1996, 2006 (De Boeck)
GODAUX : Les neurones, les synapses et les fibres musculaires .1994 (Masson)
GREGORY : L'œil et le cerveau. 2000 (De Boeck)
PURVES et al. : Neurosciences. 1999, 2005 (De Boeck)
PURVES et al. : Neurosciences.3^{ème} édition 2005 (De Boeck)
REVEST et LONGSTAFF : Neurobiologie moléculaire. 2000 (Dunod)
RICHARD-ORSAL : Neurophysiologie 2001
Tome I : Physiologie cellulaire et systèmes sensoriels. 1994(Nathan)
RICHARD-ORSAL : Neurophysiologie 2000
Tome 2 : Motricité et grandes Fonctions du système nerveux central. (Nathan)
TRITSCH, CHESNOY-MARCHAIS et FELTZ : Physiologie du neurone. 1999 (Doin)

C - ENDOCRINOLOGIE

BROOK et MARSHALL : Endocrinologie. 1998 (De Boeck)
COMBARNOUS et VOLLAND : Les gonadotropines.1997 (INRA)
DUPOUY : Hormones et grandes fonctions.1993 (Ellipses) Tome 1
DUPOUY : Hormones et grandes fonctions.1993 (Ellipses) Tome 2
GIROD : Introduction à l'étude des glandes endocrines.1980 (Simep)
IDELMAN : Endocrinologie.1990 (Pug)
IDELMAN et VERDETTI : Endocrinologie et communication cellulaire, 2003 (EDP Sciences)

D - IMMUNOLOGIE

ESPINOSA et CHILLET : Immunologie. 2006 (Ellipse)
GABERT : Le système immunitaire. 2005 (Focus, CRDP Grenoble)
GOLDSBY, KINDT, OSBORNE : Immunologie, le cours de Janis KUBY. 2001 et 2003 (Dunod)
JANEWAY et TRAVERS : Immunobiologie. 1997 (De Boeck)
REVILLARD et ASSIM : Immunologie.3^{ème} édition, 1998 (De Boeck)
ROITT et al. : Immunologie.1997 (De Boeck)

E - HISTOLOGIE ANIMALE

CROSS-MERCER : Ultrastructure cellulaire et tissulaire. 1995 (De Boeck)
FREEMAN : An advanced atlas of histology.1976 (H.E.B.)
POIRIER et al. : Histologie moléculaire, Texte et atlas, 1999 (Masson)
SECCHI-LECAQUE : Atlas d'histologie. 1981 (Maloine)
STEVENS et LOWE : Histologie humaine. 1997 (De Boeck)
WHEATER et al. : Histologie fonctionnelle. 1982 (Meds)
WHEATER et al. : Histologie fonctionnelle, 2004 (De Boeck)-

BIOLOGIE ANIMALE

A - ZOOLOGIE

- BEAUMONT-CASSIER : Biologie animale - Des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens.
Tome 1 - 2001- (Dunod)
- BEAUMONT-CASSIER : Biologie animale - Des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens.
Tome 2 - 2000 (Dunod)
- BEAUMONT-CASSIER : Biologie animale : les cordés, anatomie comparée des Vertébrés. 2000
– 8^{ème} édition (Dunod)
- CASSIER et al. : Le parasitisme. 1998 (Masson)
- CHAPRON : Principes de zoologie, Dunod(1999)
- DARRIBERE : Biologie du développement. Le modèle Amphibien 1997(Diderot)
- FREEMAN : Atlas of invertebrate structure. 1979 (H.E.B.)
- HEUSER et DUPUY : Atlas de Biologie animale (Dunod)
Tome 1- les grands plans d'organisation. 1998
- HEUSER et DUPUY : Atlas de Biologie animale (Dunod)
Tome 2- les grandes fonctions. 2000
- HOURDRY-CASSIER : Métamorphoses animales. 1995 (Hermann)
- PICAUD-BAEHR-MAISSIAT : Biologie animale (Dunod)
-Invertébrés. 1998
- PICAUD-BAEHR-MAISSIAT : Biologie animale (Dunod)
-Vertébrés. 2000
- RENOUS : Locomotion. 1994 (Dunod)
- RIDET- PLATEL : Des Protozoaires aux Echinodermes. 1996 (Ellipses)
- RIDET – PLATEL : Zoologie des Cordés. 1997 (Ellipses)
- TURQUIER : L'organisme dans son milieu
Tome 1 : Les fonctions de nutrition. 1990 (Doin)
- TURQUIER : L'organisme dans son milieu
Tome 2 : L'organisme en équilibre avec son milieu 1994 (Doin)
- WEHNER et GEHRING : Biologie et physiologie animales. 1999 (De Boeck)

B – ETHOLOGIE

- ARON et PASSERA : Les sociétés animales. 2000 (De Boeck)
- BROSSUT : Les phéromones. 1996 (Belin)
- DANCHIN, GIRALDEAU, CEZILLY : Ecologie comportementale, 2005 (Dunod)
- CAMPAN, SCAPINI : Ethologie, approche systémique du comportement. 2002 (De Boeck)
- TANZARELLA : Perception et communication chez les animaux. 2006 (De Boeck)

C - FAUNES ET ENCYCLOPEDIES

- CHAUVIN G. : Les animaux des jardins. (Ouest France)
- CHAUVIN G. : La vie dans les ruisseaux. (Ouest France)
- DUNCOMBE : Les oiseaux du bord de mer. 1978 (Ouest France)
- ELSEVIER : Les insectes et les maladies du jardin. 1981 (Bordas - Elsevier)
- KOWALSKI : Les oiseaux des marais. 1978 (Ouest France)

BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALE

A - BOTANIQUE

- BOURNERIAS & BOCK : Le génie des végétaux. 2006 (Belin)
BOURNERIAS & D. PRAT : Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg. 2005 – (2ème Ed. Parthénope)
BOWES : Atlas en couleur. Structure des plantes. 1998 (INRA)
CAMEFORT : Morphologie des végétaux vasculaires .1996 (Doin)
CAMEFORT-BOUE : Reproduction et biologie des végétaux supérieurs. 1979 (Doin)
DE REVIERS : Biologie, Physiologie des Algues Tomes 1 et 2. 2003 (Belin sup)
Dossier Pour La Science : De la graine à la plante. janvier 2000
DUCREUX : Introduction à la botanique. Belin sup 2003
ENCYCLOPEDIA UNIVERSALIS : Dictionnaire de la botanique. 1999 (Albin Michel)
FORTIN, PLENCHETTE et PICHE : Les mycorhizes, la nouvelle révolution verte. 2008 (Quae)
GUIGNARD : Botanique, systématique moléculaire. 2001 (Masson)
HOPKINS : Physiologie végétale 2003 (De Boeck)
JUDD et coll : Botanique systématique. Une perspective phylogénétique. De Boeck. 2002
KING : Le monde fabuleux des plantes. 1997 (Belin)
KLEIMAN : La reproduction sexuée des Angiospermes Belin sup 2002
LABERCHE : Biologie végétale. 2004 (Dunod)
LUTTGE – KLUGE – BAUER : Botanique. 1997 (Tec et Doc Lavoisier)
MAROUF et REYNAUD : La botanique de A à Z. 2007 (Dunod)
MEYER, REEB, BOSDEVEIX : Botanique, biologie et physiologie végétale, 2004 (Maloine).
NULTSCH : Botanique générale. 1998 (De Boeck)
PRAT : Expérimentation en physiologie végétale. 1994, 2007 (Hermann)
RAVEN, EVERT et EICHHORN : Biologie végétale. 2000, 2007 (De Boeck)
RAYNAL-ROQUES : La botanique redécouverte. 1994 (Belin)
ROBERT – ROLAND : Biologie végétale
Tome 1 : Organisation cellulaire. 1998 (Doin)
ROBERT – CATESSON : Biologie végétale
Tome 2 : Organisation végétative. 1990 et 2002 (Doin)
ROBERT - BAJON – DUMAS : Biologie végétale
Tome 3 : La Reproduction. 1998 (Doin)
ROLAND-VIAN : Atlas de biologie végétale
Organisation des plantes sans fleurs. 5^{ème} édition.1999 (Dunod)
ROLAND-ROLAND : Atlas de biologie végétale
Organisation des plantes à fleurs. 5^{ème} édition.1999 et 2004(Dunod)
SELOSSE : La symbiose (3^{ème} tirage, 2005). 2000 (Vuibert)
SPERANZA, CALZONI : Atlas de la structure des plantes, 2005 (Belin)
TCHERKEZ : Les fleurs : Evolution de l'architecture florale des angiospermes, 2002 (Dunod)
VALLADE: Structure et développement de la plante. 1996 (Dunod)

B - PHYSIOLOGIE VEGETALE

- ALAIS C., LINDEN G. MICLO, L. : Abrégé de Biochimie alimentaire, 5ème édition, 2004 (Dunod)
HAÏCOUR, R et coll (2003) Biotechnologies végétales : techniques de laboratoire, (Tec et Doc)
HARTMANN, JOSEPH et MILLET : Biologie et physiologie de la plante.1998 (Nathan)
HELLER, ESNAULT, LANCE. Abrégé de physiologie végétale (Dunod)
Tome 1 : Nutrition. 1998
HELLER, ESNAULT, LANCE. Abrégé de physiologie végétale (Dunod)
Tome 2 : Croissance et développement. 2000
MOROT-GAUDRY: Assimilation de l'azote chez les plantes. 1997 (I.N.R.A.)
TAIZ and ZEIGER : Plant Physiology. 1998 et 2002 (3ème édition) (Sinauer)

C - BIOLOGIE VEGETALE APPLIQUEE - AGRICULTURE – AGRONOMIE

- ASTIER, ALBOUY, MAURY, LECOQ: Principes de virologie végétale: génomes, pouvoir pathogène et écologie des Virus, 2001 (INRA Editions)
- DE VIENNE: Les marqueurs moléculaires en génétique et biotechnologies végétales, 1998 (INRA éditions)
- LEPOIVRE : Phytopathologie, 2003 (DeBoeck)
- PESSON : Pollinisation et productions végétales. 1984 (I.N.R.A.)
- SOLTNER : Les bases de la production végétale. (S.T.A.)
(Tome 1) 1985 - Le Sol
- SOLTNER : Les bases de la production végétale. (S.T.A.)
(Tome 2) 1984 - Le Climat.
- SOLTNER : Les grandes productions végétales. 1983 (S.T.A.)
- TOURTE : Génie génétique et biotechnologies : Concepts, méthodes et applications agronomiques, 2002 (Dunod)
- TOURTE : Les OGM, la transgénèse chez les plantes, 2001 (Dunod)

D - FLORES

- BOCK : Les arbres, 1997 (Liber)
- BONNIER : La flore complète portative de France, Suisse et de Belgique. 1986 (Belin)
- COSTE : Flore de France (Tomes I, II, III). (Blanchard)
- FAVARGER-ROBERT : Flore et végétation des Alpes – Tome 1.1966 (Delachaux et Niestlé)
- FAVARGER-ROBERT : Flore et végétation des Alpes – Tome 2.1966 (Delachaux et Niestlé)
- FOURNIER : Les 4 flores de France. 1961 (Lechevalier)

E - ECOLOGIE

- BARBAULT : Ecologie des populations et des peuplements. 1981 (Masson)
- BARBAULT : Ecologie générale. 1999 (Masson)
- BECKER-PICARD-TIMBAL : La forêt. (Collection verte) 1981 (Masson)
- BIROT : Les formations végétales du globe. 1965 (Sedes)
- BLANCHARD : guide des milieux naturels : La Réunion-Maurice-Rodrigues. 2000 (Ulmer)
- BOUGIS : Ecologie du plancton marin. 1974 (Masson)
Tome I : Phytoplankton.
- BOUGIS : Ecologie du plancton marin. 1974 (Masson)
Tome II : Zooplancton.
- BOURNERIAS, POMEROL et TURQUIER : La Bretagne du Mont-Saint-Michel à la Pointe du Raz.1995 (Delachaux et Niestlé)
- BOURNERIAS : Guide des groupements végétaux de la région parisienne. 2001 (Belin)
- CLAUSTRES et LEMOINE : Connaître et reconnaître la flore et la végétation des côtes Manche-Atlantique, 1980 (Ouest-France)
- COME : Les végétaux et le froid. 1992 (Hermann)
- COURTECUISSE et DUHEM : Guide des champignons de France et d'Europe. 2000 (Delachaux et Niestlé)
- DAJOZ : Précis d'écologie. 1996 (Dunod)
- DUHOUX, NICOLE : Atlas de biologie végétale, associations et interactions chez les plantes, 2004 (Dunod).
- DUVIGNEAUD : La synthèse écologique. 1974 (Doin)
- ECOLOGISTES DE L'EUZIERE (LES) : La nature méditerranéenne en France, Delachaux & Niestlé -
- ELHAI : Biogéographie. 1968 (Armand Colin)
- ENCYCLOPEDIA UNIVERSALIS : Dictionnaire de l'écologie. 1999 (Albin Michel)
- FAURIE & al : Ecologie, approches scientifiques et pratiques. 2002 (Tec et Doc)
- FRONTIER - PICHOD-VIALE : Ecosystèmes 3^{ème} ed.2004s (Dunod)

FRONTIER, DAVOULT, GENTILHOMME, LAGADEUC : Statistiques pour les sciences de la vie et l'environnement, cours et exercices corrigés, 2001 (Dunod)

GIRARD & al : Sols et environnements. 2005 (Dunod)

GOBAT J.M., ARAGNO M., MATTHEY W. : Le sol vivant, (Presses polytechniques et universitaires romandes, (1998)

GROSCLAUDE : L'eau, 1999 (INRA Editions)
Tome 1 : milieu naturel et maîtrise

GROSCLAUDE : L'eau, 1999 (INRA Editions)
Tome 2 : usages et polluants

HENRY : Biologie des populations animales et végétales, 2001 (Dunod)

JACQUES : Ecologie du plancton marin. 2006 (Lavoisier)

LACOSTE-SALANON : Eléments de biogéographie et d'écologie. 1978 (Nathan)

LEMEE : Précis d'écologie végétale. 1978 (Masson)

LEVEQUE : Ecologie : de l'écosystème à la biosphère, 2001 (Dunod)

LEVEQUE, MOUNOLOU : Biodiversité : dynamique biologique et conservation, 2001 (Dunod)

MANNEVILLE (coord.) : Le monde des tourbières et des marais. 1999 (Delachaux et Niestlé)

MATTHEY W., DELLA SANTA E., WANNENMACHER C. : Manuel pratique d'Ecologie, Payot, 1984

OZENDA : Les végétaux dans la biosphère. 1980 (Doin)

OZENDA : Végétation des Alpes sud – occidentales.
Notice détaillée des feuilles 60 GAP – 61 LARCHES – 67 DIGNES – 68 NICE – 75 ANTIBES.
1981 (Editions du CNRS)

RAMADE : Eléments d'écologie appliquée. 2005, 6ème édition (Dunod).

RICKLEFS et MILLER : Ecologie. 2005 (De Boeck)

SACCHI-TESTARD : Ecologie animale. (Organisme et milieu) 1971 (Doin)

SCHAER, VEYRET, FAVARGER et al. : Guide du naturaliste dans les Alpes.
1989 (Delachaux et Niestlé)

SERRE : Génétique des populations, 2006 (Dunod)

7.2 Bibliothèque de géologie

BIBLIOTHEQUE DE GEOLOGIE

A - OUVRAGES GENERAUX

- ALLEGRE (1983) : L'écume de la Terre. *Fayard*
ALLEGRE (1985) : De la pierre à l'étoile. *Fayard*
APBG (1997) : La Terre. *A.P.B.G.*
BOTTINELLI et al. (1993) : La Terre et l'Univers. *Hachette, coll. Synapses*
BRAHIC et al. (1999) : Sciences de la Terre et de l'Univers. *Vuibert*
CARON et al. (2003) : Comprendre et enseigner la planète Terre. *Ophrys*
DERCOURT, PAQUET, THOMAS & LANGLOIS (2006) : Géologie :
Objets, modèles et méthodes. *Dunod*
DE WEVER (2007) : La Terre interne, roches et matériaux en conditions
extrêmes. *Vuibert*
ENCRENAZ (2005) : Système solaire, systèmes stellaires. *Dunod*
FOUCAULT & RAOULT (2005) : Dictionnaire de géologie. *Dunod*
POMEROL, LAGABRIELLE & RENARD (2005) : Eléments de géologie.
Dunod
PROST (1999) : La Terre, 50 expériences pour découvrir notre planète.
Belin
TROMPETTE (2004) : La Terre, une planète singulière. *Belin*

B - GEODYNAMIQUE – TECTONIQUE DES PLAQUES

- AGARD & LEMOINE (2003) : Visage des Alpes : structure et évolution
géodynamique. *C.C.G.M.*
AMAUDRIC DU CHAFFAUT (1999) : Tectonique des plaques. *Focus CRDP
Grenoble*
BOILLOT (1984) : Les marges continentales actuelles et fossiles autour de la
France. *Masson*
BOILLOT & COULON (1998) : La déchirure continentale et l'ouverture
océanique. *Gordon & Breach*
BOILLOT, HUCHON & LAGABRIELLE (2003) : Introduction à la géologie : la
dynamique de la lithosphère. *Dunod*
JOLIVET ET AL (2008) : Géodynamique méditerranéenne. *Vuibert*
JOLIVET & NATAF (1998) : Géodynamique. *Dunod*
LAGABRIELLE (2005) : Le visage sous-marin de la Terre : Eléments de
géodynamique océanique. *CCGM / CNRS.*
LALLEMAND (1999) : La subduction océanique. *Gordon & Breach*
LALLEMAND, HUCHON, JOLIVET & PROUTEAU (2005) : Convergence
lithosphérique. *Vuibert*
LEFEBVRE, SCHNEIDER (2002) : Les risques naturels majeurs. *Gordon &
Breach*
LEMOINE, de GRACIANSKY & TRICART (2000) : De l'océan à la chaîne de
montagnes. *Gordon & Breach*
NICOLAS (1990) : Les montagnes sous la mer. *B.R.G.M.*
SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE (1984) : Des Océans aux continents.
S.G.F.
VILA (2000) : Dictionnaire de la tectonique des plaques et de la géodynamique.

Gordon & Breach

VRIELYNCK et BOUYSSSE (2003) : Le visage changeant de la Terre : L'éclatement de la Pangée et la mobilité des continents au cours des derniers 250 millions d'années. CCGM / UNESCO.

WESTPHAL, WHITECHURCH & MUNSHY (2002) : La tectonique des plaques. *Gordon & Breach*

C - GEOPHYSIQUE - GEOLOGIE STRUCTURALE

CAZENAVE & FEIGL (1994) : Formes et mouvements de la terre: satellites et géodésie. *Belin*

CAZENAVE & MASSONNET (2004) : La Terre vue de l'espace. *Belin*

CHOUKROUNE (1995) : Déformations et déplacements dans la croûte terrestre. *Masson*

DEBELMAS & MASCLE (1997) : Les grandes structures géologiques. *Masson*

DUBOIS & DIAMENT (1997) : Géophysique. *Masson*

JOLIVET (1995) : La déformation des continents. *Hermann*

LAMBERT (1997) : Les tremblements de terre en France. *B.R.G.M.*

LARROQUE & VIRIEUX (2001) : Physique de la Terre solide, observations et théories. *Gordon & Breach*

LLIBOUTRY : Géophysique et géologie. 1998 (*Masson*)

MATTAUER (1998) : Ce que disent les pierres. *Belin*

MERCIER & VERGELY (1999) : Tectonique. *Dunod*

MERLE (1990) : Nappes et chevauchements. *Masson*

MONTAGNER (1997) : Sismologie, la musique de la Terre. *Hachette supérieur*

NICOLAS (1988) : Principes de tectonique. *Masson*

NOUGIER (2000) : Déformation des roches et transformation de leurs minéraux. *Ellipses*

NOUGIER (2001) : Structure et évolution du globe terrestre. *Ellipses*

PHILIP, BOUSQUET et MASSON (2007) : Séismes et risque sismique, approche sismotectonique (*Dunod*)

POIRIER (1991) : Les profondeurs de la Terre. *Masson*

SOREL & VERGELY (1999) : Initiation aux cartes et coupes géologiques. *Dunod*

D - GEOCHIMIE - MINERALOGIE - PETROLOGIE

ALBAREDE (2001) : La géochimie. *Gordon & Breach*

ALLEGRE (2005) : Géologie isotopique. (*Belin*)

APBG (1993) : Pleins feux sur les Volcans. *A.P.B.G.*

BARBEY & LIBOUREL (2003) : Les relations de phases et leurs applications. *Gordon & Breach*

BARD (1990) : Microtexture des roches magmatiques et métamorphiques. *Masson*

BARDINTZEFF (1998) : Volcanologie. *Dunod*

BONIN (2004) : Magmatisme et roches magmatiques. *Dunod* -

BONIN, DUBOIS & GOHAU (1997) : Le métamorphisme et la formation des granites. *Nathan*

BOURDIER (1994) : Le volcanisme. *B.R.G.M.*

DE GOER et al. (2002) : Volcanisme et volcans d'Auvergne. *Parc des*

volcans d'Auvergne

DUBOIS (2007) : Volcans actifs français et risques volcaniques (Martinique, Guadeloupe, Réunion, Pacifique). *Dunod*

HAGEMANN, TREUIL (1998) : Introduction à la géochimie et ses applications, concepts et méthodes, zonation chimique de la planète.

UPMC, CEA

HAGEMANN, TREUIL (1998) : Introduction à la géochimie et ses applications, transfert des éléments, évolution géochimique des domaines exogènes. *UPMC, CEA*

JUTEAU & MAURY (1997) : Géologie de la croûte océanique. *Masson*

KORNPROBST (1996) : Roches métamorphiques et leur signification géodynamique. *Masson*

LAMEYRE (1986) : Roches et minéraux. *Doin*

Tome 1 : Les formations

Tome 2 : Les minéraux

PONS (2000) : La pétro sans peine : minéraux et roches magmatiques.

Focus CRDP Grenoble

PONS (2001) : La pétro sans peine : minéraux et roches métamorphiques.

Focus CRDP Grenoble

VIDAL (1994) : Géochimie. *Dunod*

E - SEDIMENTOLOGIE - ENVIRONNEMENTS SEDIMENTAIRES

BAUDIN et al (2007) : Géologie de la matière organique. Vuibert

BIJU-DUVAL & SAVOYE (2001) : Océanologie. *Dunod*

BLANC (1982) : Sédimentation des marges continentales. *Masson*

CAMPY & MACAIRE (2003) : Géologie de la surface. *Dunod*

CHAMLEY (1988) : Les milieux de sédimentation. *Lavoisier*

CHAMLEY (2000) : Bases de sédimentologie. *Dunod*

COJAN & RENARD (2003) : Sédimentologie. *Dunod*

PURSER (1980) : Sédimentation et diagenèse des carbonates néritique (2 tomes). *Technip*

ROUCHY & BLANC VALLERON (2006) : Les évaporites. Vuibert

F - STRATIGRAPHIE - PALEONTOLOGIE - CHRONOLOGIE

BABIN (1991) : Principes de paléontologie. *Armand Colin*

BERNARD et al. (1995) : Le temps en géologie. *Hachette, coll. Synapses*

BIGNOT (2001) : Introduction à la micropaléontologie. *Gordon & Breach*

COPPENS (1983) : Le Singe, l'Afrique et l'Homme. *Pluriel*

COTILLON (1988) : Stratigraphie. *Dunod*

DE BONIS (1999) : La famille de l'homme : des lémuriens à Homo sapiens. *Belin*

ELMI & BABIN (1994) : Histoire de la Terre. *Masson*

FISCHER (2000) : Fossiles de France et des régions limitrophes. *Dunod*

GALL : Paléoécologie, paysages et environnements disparus. 1998
(Masson)

GARGAUD, DESPOIS, PARISOT : L'environnement de la Terre primitive. 2001 (Ed. presses universitaires de Bordeaux).

LABROUSSE, RAYMOND, SCHAFF (2005) : La mesure du temps dans

l'histoire de la Terre. *Vuibert*
LETHIERS (1998) : Evolution de la biosphère et évènements géologiques. *Gordon & Breach*
MISKOVSKY (2002) : Géologie de la Préhistoire. *Géopré*
MNHN (2000) : Les Ages de la Terre. *M.N.H.N.*
POMEROL et al. (1980) : Stratigraphie et paléogéographie : principes et méthodes. *Doin*
POMEROL et al. (1977) : Stratigraphie et paléogéographie. Tome 1 : Ere Paléozoïque. *Doin*
POMEROL et al. (1975) : Stratigraphie et paléogéographie. Tome 2 : Ere Mésozoïque. *Doin*
POMEROL et al. (1973) : Stratigraphie et paléogéographie. Tome 3 : Ere Cénozoïque. *Doin*
POUR LA SCIENCE (1992) : Les origines de l'Homme. *Belin*
POUR LA SCIENCE (1996) : Les fossiles témoins de l'évolution. *Belin*
RISER (1999) : Le Quaternaire, géologie et milieux naturels. *Dunod*

G - GEOMORPHOLOGIE – CLIMATOLOGIE

BERGER (1992) : Le climat de la Terre. *De Boeck*
CHAPEL et al. (1996) : Océans et atmosphère. *Hachette Education*
COQUE (1998) : Géomorphologie. *Armand Colin*
DECONINCK (2005) : Paléoclimats. *Belin*
DERRUAU (1996) : Les formes du relief terrestre. *Masson*
DE WEVER (2007) : Coraux et récifs, archives du climat. *Vuibert*
GODARD & TABEAUD (1998) : Les climats : mécanismes et répartition. *Armand Colin*
I.G.N. (1991) : Atlas des formes du relief. *Nathan*
JOUSSEAUME (1993) : Climat d' hier à demain. *C.N.R.S.*
LEROUX (2000) : La dynamique du temps et du climat. *Dunod*
PETIT (2003) : Qu'est ce que l'effet de serre ? *Vuibert* -
ROTARU GAILLARDET STEINBERG TRICHET (2006) : Les climats passés de la Terre. *Vuibert*
VAN VLIET LANOE (2005) : La planète de glaces. Histoire et environnements de notre ère glaciaire. *Vuibert* -

H - GEOLOGIE APPLIQUEE – HYDROGEOLOGIE

BODELLE (1980) : L'eau souterraine en France. *Masson*
CASTANY (1998) : L'hydrogéologie, principes et méthodes. *Dunod*
CHAMLEY (2002) : Environnements géologiques et activités humaines. *Vuibert*
GILLI, MANGAN et MUDRY (2004). Hydrogéologie : objets, méthodes, applications. *Dunod* -
MARTIN (1997) : La géotechnique : principes et pratiques. *Masson*
NICOLINI (1990) : Géologie et exploration minière. *Lavoisier*
PERRODON (1985) : Géodynamique pétrolière. *Masson*
SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE (1985) : La géologie au service des Hommes. *S.G.F.*
TARDY (1986) : Le cycle de l'eau : climats, paléoclimats et géochimie globale. *Masson*

I - GEOLOGIE DE LA FRANCE - GEOLOGIE REGIONALE

BOUSQUET & VIGNARD (1980) : Découverte géologique du Languedoc Méditerranéen. *B.R.G.M.*

BRIL (1998) : Découverte géologique du Massif Central du Velay au Quercy. *B.R.G.M.*

CABANIS (1987) : Découverte géologique de la Bretagne. *B.R.G.M.*

DEBELMAS (1979) : Découverte géologique des Alpes du Nord. *B.R.G.M.*

DEBELMAS (1987) : Découverte géologique des Alpes du Sud. *B.R.G.M.*

DERCOURT (2002) : Géologie et géodynamique de la France. *Dunod*

GUILLE, GOUTIERE & SORNEIN (1995) : Les atolls de Mururoa et Fangataufa - I. Géologie, pétrologie et hydrogéologie. *Masson & CEA*

PICARD (1999) : L'archipel néo-calédonien. *CDP Nouvelle Calédonie*

PIQUE (1991) : Les massifs anciens de France (2 tomes). *C.N.R.S.*

POMEROL (1988) : Découverte géologique de Paris et de l'Île de France. *B.R.G.M.*

J - GUIDES GEOLOGIQUES REGIONAUX (Masson)

France Géologique

Volcanisme en France

Alpes de Savoie, Alpes du Dauphiné.

Aquitaine occidentale.

Aquitaine orientale.

Ardennes, Luxembourg.

Bassin de Paris.

Bourgogne, Morvan.

Bretagne.

Causses, Cévennes, Aubrac.

Jura.

Languedoc.

Lorraine, Champagne.

Lyonnais, vallée du Rhône.

Martinique, Guadeloupe.

Massif Central.

Normandie.

Paris et environs.

Poitou, Vendée, Charentes.

Provence.

Pyrénées occidentales, Béarn, Pays Basque.

Pyrénées orientales, Corbières.

Région du Nord.

Réunion, Ile Maurice

Val de Loire.

Vosges, Alsace

7.3 Cartes géologiques

CARTES GEOLOGIQUES

Au 1/50 000 ème
classement alphabétique

617	Aigurande
1021	Aix en Provence
912	Ales
46	Amiens
452	Ancenis
593	Argenton-sur-Creuse
402	Auxerre
208	Baie du Mont Saint Michel
1001	Bayonne
988	Bédarieux
502	Besançon
10	Boulogne sur Mer
665	Bourgageuf
618	Boussac
823	Briançon
766	Brioude
785	Brive-la-Gaillarde
280	Broons
971	Castellane
281	Caulnes
72	Cherbourg
693	Clermont-Ferrand
708	Cognac
342	Colmar-Artolsheim
175	Condé-sur-Noireau
154	Dammartin en Goële
616	Dun-le-Pastel
871	Embrun
643	Evaux-les-Bains
993	Eyguières
943	Forcalquier
78	Forges les Eaux
1024	Fréjus-Cannes
40	Givet
999	Grasse-Cannes
772	Grenoble
276	Huelgoat
353	Janzé
798	La Grave
918	La Javie
	La Réunion (St Benoît)-NE

	La Réunion (St Denis)-NW
	La Réunion (St Joseph)-SE
	La Réunion (St Pierre)-SW
449	La Roche Bernard
790	Langeac
962	Le Caylar
153	L'Isle-Adam
989	Lodève
581	Lons-Le-Saulnier
443	Lure
640	Magnac-Laval
969	Manosque
	Martinique
30	Maubeuge
	Mé Maoya
973	Menton-Nice
910	Meyrueis
897	Mimizan
271	Molsheim
578	Monceau-les-Mines
990	Montpellier
605	Morez-bois-d'Amont
788	Murat
907	Naucelle
230	Nancy
451	Nort-sur-Erdre
530	Ornans
183	Paris
589	Poitiers
61	Poix
557	Pontarlier
152	Pontoise
418	Questembert
278	Quintin
68	Renwez
687	Rochechouart
884	Rodez
795	Romans-sur-Isère
460	Romorantin
745	Saint-Etienne

1074	Saint-Girons
947	Saint-Martin-Vésubie Le Boréon
497	Saulieu
450	Savenay
396	Selommes
128	Senlis
963	St Martin de Londres
32	St Valéry sur Somme - Eu

996	Tavernes
1064	Toulon
761	Tulle
435	Vermenton
286	Villaines-la-Juhel
797	Vizille
748	Voiron
	Volcans chaine des Puys

Cartes au 1/250.000

4	Rouen
	Châlon-sur-Saône
25	Thonon les Bains
29	Lyon
30	Annecy
34	Valence
35	Gap
39	Marseille
40	Nice
44-45	Corse

Cartes 1/80.000

29	Caen
220	Saint Affrique
253	Foix

Carte de la France 1/1.000.000

éditions roulées ou pliées

Cartes géologiques régionales spéciales

La réunion 1/100.000

Montagne pelée 1/20.000

La chaîne des Puys 1/25.000

Mé Maoya (Nouvelle Calédonie) 1/50.000

Coulées historiques du Piton de la fournaise 1/25.000

Carte de la série métamorphique du Limousin

Chypre 1/250.000

Cartes UNESCO

Océan Atlantique 1/29.000.000

Océan Pacifique 1/29.000.000

Océan Indien 1/29.000.000

Pôle nord, Islande, Groenland

Carte sismotectonique du monde (5 millénaires de séismes dans le monde) 1/ 25 000 000
Atlas Unesco 1/10.000.000

Cartes hydrogéologiques

Carte hydrogéologique des systèmes aquifères 1/1.500.000
Auxerre 1/50.000
Paris 1/50.000
Amiens 1/50.000
Istres-Eyguière 1/50.000
Région de Grenoble 1/50.000
Région Champagne-Ardennes 1/100.000

Cartes géophysiques (magnétisme, sismicité, gravimétrie et tectonique)

Carte magnétique de la France 1/1.000.000
Carte magnétique de la France 1/1.000.000
Carte de la sismicité de la France, 1962-93, 1/1.000.000
Carte sismotectonique de la France (N + S) 1/1.000.000

Divers

Carte géopolitique du monde
Carte du fond des océans : carte générale du monde 1/48.000.000
Carte ZERMOS (Larche : Alpes de Haute Provence) 1/25.000
Carte de la tectonique actuelle et récente de la France. 1/ 1.000.000
Cartes des environnements méditerranéens pendant les 2 derniers extrêmes climatiques 1/
7 000 000
- Le dernier maximum glaciaire (18 000 ans)
- L'optimum holocène

Cartes et documents de la Commission de la Carte Géologique du Monde

Carte géologique du monde (1 feuille)	1/50 000 000
Carte sismotectonique du monde (1 feuille)	1/50 000 000
La tectonique des plaques depuis l'espace (1 feuille)	1/50 000 000
Carte de la structure métamorphique des Alpes (2004)	1/1 000 000
Carte géodynamique de la Méditerranée (2 feuilles)	1/13 000 000
Carte physiographique de l'Océan Indien	1/20 000 000
Carte structurale de l'Océan Indien	1/20 000 000
Carte internationale géologique de l'Europe (2 feuilles)	1/5 000 000
Echelle des temps géologiques (ICS_IUGS-CCGM ; 2004)	

Cartes sur transparents

Carte géologique de la France (1/1.000.000)
Carte bathymétrique de l'océan Atlantique
Carte bathymétrique de l'océan Indien
Carte bathymétrique de l'océan Pacifique
Carte de l'âge du plancher océanique de l'océan Atlantique
Carte de l'âge du plancher océanique de l'océan Indien
Carte de l'âge du plancher océanique de l'océan Pacifique
Carte de la topographie et la sismicité de l'Asie

Carte topographique du Monde

Carte de l'âge du plancher océanique du Monde

Carte de la sismicité mondiale et de la profondeur des séismes

Carte des vitesses GPS des plaques lithosphériques dans le référentiel ITRF 2000

Coupes de sismicité dans les zones de subduction Ouest-Pacifique

7.4 Cartes de la végétation

Cartes de la végétation

Bergerac
Besançon
Clermont-ferrand (2)
Corse
Foix
Gap (2)
Grenoble
Le Puy
Marseille
Melun
Mont de Marsan
Nice
Perpignan

Carte des groupements végétaux

Pontarlier 5-6 (2)
Clermont Ferrand S-O

7.5 Bilan statistique détaillé

Bilan statistique détaillé

1) CAPES

Résultats par académie

Académie	Admissibilité			Admission	
	Inscrits	Présents	Admissibles	Présents	Admis
D' AIX-MARSEILLE	119	78	25	24	11
DE BESANCON	50	41	16	15	10
DE BORDEAUX	146	105	47	44	23
DE CAEN	75	64	18	18	6
DE CLERMONT-FERRAND	96	83	28	26	13
DE DIJON	98	86	29	28	9
DE GRENOBLE	156	125	34	34	13
DE LILLE	279	227	43	42	16
DE LYON	217	185	83	73	32
DE MONTPELLIER	167	122	33	32	11
DE NANCY-METZ	156	121	27	25	10
DE POITIERS	95	75	20	19	10
DE RENNES	189	157	52	52	23
DE STRASBOURG	108	86	36	31	11
DE TOULOUSE	208	165	44	41	14
DE NANTES	96	63	21	19	8
D' ORLEANS-TOURS	79	58	10	10	3
DE REIMS	45	41	13	13	10
D' AMIENS	67	49	4	4	2
DE ROUEN	84	62	18	16	5
DE LIMOGES	18	11	1	1	0
DE NICE	119	89	23	21	13
DE CORSE	13	8	0		
DE LA REUNION	121	83	10	8	3
DE LA MARTINIQUE	24	14	0		
DE LA GUADELOUPE	33	22	3	3	1
DE LA GUYANE	15	8	1	1	0
DE LA POLYNESIE FRANCAISE	20	14	0		
PARIS - VERSAILLES - CRETEIL	500	351	130	120	50

Résultats par profession

Profession	Admissibilité			Admission	
	Inscrits	Présents	Admissibles	Présents	Admis
ELEVE.IUFM.DE 1ERE ANNEE	979	951	451	435	222
ELEVE D'UNE ENS	14	14	13	7	5
ETUDIANT HORS IUFM	1074	891	169	152	56
AGRICULTEURS	1	0	0		
ARTISANS / COMMERCANTS	3	0	0		
PROFESSIONS LIBERALES	13	5	0		
CADRES SECT PRIVE CONV COLLECT	33	12	1	1	0
SALARIES SECTEUR TERTIAIRE	60	24	4	4	0
SALARIES SECTEUR INDUSTRIEL	28	8	0		
SANS EMPLOI	310	148	28	28	6
AIDES EDUCATEURS 1ER DEGRE	3	2	0		
EMPLOI-JEUNES HORS MEN	4	2	0		
FORMATEURS DANS SECTEUR PRIVE	32	18	7	7	3
PERSONNEL DE DIRECTION	1	0	0		
PERS ADM ET TECH MEN	10	5	2	1	0
ENSEIGNANT DU SUPERIEUR	4	0	0		
AG NON TITULAIRE FONCT PUBLIQ	10	5	1	1	0
FONCT STAGIAIRE FONCT PUBLIQUE	1	1	0		
PERS ENSEIG NON TIT FONCT PUB	14	6	2	2	0
ENSEIG NON TIT ETAB SCOL.ETR	4	2	1	1	0
AG NON TIT FONCT TERRITORIALE	3	0	0		
PERS FONCTION PUBLIQUE	13	4	2	2	1
PERS FONCT TERRITORIALE	2	1	0		
AG NON TIT FONCT HOSPITAL	2	0	0		
PERS FONCT HOSPITAL	2	0	0		
MAIT.OU DOCUMENT.AGREE REM TIT	1	1	0		
MAIT.OU DOCUMENT.AGREE REM MA	2	2	0		
MAITRE OU DOCUMENT. DELEGUE	1	0	0		
CERTIFIE	5	1	0		
PEGC	1	0	0		

ADJOINT D'ENSEIGNEMENT	8	4	1	1	0
STAGIAIRE IUFM 2E DEGRE COL/LY	2	1	1	1	0
STAGIAIRE SITUATION 2E DEGRE	1	0	0		
PLP	5	2	0		
INSTITUTEUR SUPPLEANT	1	1	0		
PROFESSEUR ECOLES	21	9	1	0	0
STAGIAIRE IUFM PROF DES ECOLES	4	1	0		
STAG EN SITUATION PROF ECOLES	1	1	0		
VACATAIRE DU 2ND DEGRE	79	53	7	6	0
VACATAIRE FORMATION CONTINUE	2	1	0		
VACATAIRE APPRENTISSAGE (CFA)	2	0	0		
VACATAIRE INSERTION (MGI)	1	0	0		
VACATAIRE ENSEIGNANT DU SUP.	4	3	1	1	0
MAITRE AUXILIAIRE	63	38	5	5	1
CONTRACTUEL 2ND DEGRE	159	88	9	5	0
CONTRACTUEL FORMATION CONTINUE	4	3	0		
CONTRACTUEL APPRENTISSAGE(CFA)	6	2	0		
MAITRE D'INTERNAT	8	7	1	1	0
ASSISTANT D'EDUCATION	365	266	59	56	13
SURVEILLANT D'EXTERNAT	21	9	2	2	0
CONTRACT MEN ADM OU TECHNIQUE	4	1	1	1	0
CONTRACT ENSEIGNANT SUPERIEUR	2	0	0		

Résultats par année de naissance

Année de naissance	Admissibilité			Admission	
	Inscrits	Présents	Admissibles	Présents	Admis
1950	2	1	0		
1951	1	1	0		
1953	3	2	0		
1955	1	1	0		
1956	3	1	0		
1957	3	1	0		
1958	3	2	1	1	0
1959	5	2	0		
1960	5	2	2	2	1
1961	9	2	0		
1962	13	4	0		
1963	12	5	0		
1964	15	7	1	1	0
1965	15	5	0		
1966	18	3	1	0	0
1967	13	9	1	1	1
1968	15	2	1	1	0
1969	27	12	3	2	1
1970	17	8	2	2	0
1971	30	13	4	3	0
1972	45	24	2	1	0
1973	50	22	5	5	1
1974	41	17	3	3	1
1975	57	28	9	8	3
1976	67	42	5	5	0
1977	95	47	3	3	1
1978	108	53	9	9	3
1979	135	81	16	15	1
1980	185	122	36	32	10
1981	256	172	46	42	17
1982	323	250	79	77	27
1983	412	348	117	114	49
1984	470	416	160	153	81
1985	549	517	206	187	89
1986	358	344	51	47	19
1987	32	27	6	6	2

Résultats par diplôme

Diplôme	Admissibilité			Admission	
	Inscrits	Présents	Admissibles	Présents	Admis
DIP POSTSECONDAIRE 5 ANS OU +	310	146	50	48	22
DIPLOME D'INGENIEUR	69	30	18	16	7
DIPLOME GRANDE ECOLE	15	4	3	2	0
DISP.TITRE 3 ENFANTS (MERE)	4	2	0		
DISP.TITRE 3 ENFANTS (PERE)	1	1	0		
LICENCE	1092	895	125	120	37
MAITRISE	1827	1475	559	521	234
TITRE HOMOLOGUE NIVEAU I OU II	18	6	2	2	1
INSCR.SANS RESERVE 4EME AN.UNIVERSI	4	3	0		
INSCR.SANS RESERVE 5EME AN.UNIVERSI	5	2	0		
ENSEIGNANT TITULAIRE -ANCIEN TITUL.	2	1	0		
DIPLOME POSTSECONDAIRE 3 ANS	12	5	0		
DIPLOME POSTSECONDAIRE 4 ANS	33	23	12	11	6
CERTIF PREP ENSEIGNEMENT(CP/PLP)	1	0	0		

Résultats par sexe

Sexe	Admissibilité			Admission	
	Inscrits	Présents	Admissibles	Présents	Admis
FEMME	2148	1696	506	473	206
HOMME	1245	897	263	247	101

2) CAFEP

Résultats par académie

ACADEMIE	Admissibilité			Admission	
	Inscrits	Présents	Admissibles	Présents	Admis
D' AIX-MARSEILLE	41	30	8	8	4
DE BESANCON	15	9	1	1	0
DE BORDEAUX	46	33	11	11	4
DE CAEN	17	12	3	3	1
DE CLERMONT-FERRAND	17	14	2	2	1
DE DIJON	11	10	3	3	1
DE GRENOBLE	35	23	6	6	0
DE LILLE	67	51	2	2	1
DE LYON	51	36	8	8	2
DE MONTPELLIER	30	22	4	3	1
DE NANCY-METZ	17	10	2	2	1
DE POITIERS	4	2	0		
DE RENNES	73	52	8	7	4
DE STRASBOURG	17	15	5	4	2
DE TOULOUSE	42	27	6	6	3
DE NANTES	58	47	10	10	1
D' ORLEANS-TOURS	4	1	0		
DE REIMS	12	9	3	2	1
D' AMIENS	17	6	0		
DE ROUEN	12	8	0		
DE LIMOGES	3	3	1	1	0
DE NICE	28	18	3	3	1
DE CORSE	1	1	0		
DE LA REUNION	3	2	0		
DE LA MARTINIQUE	4	3	0		
DE LA GUADELOUPE	1	1	0		
DE LA GUYANE	1	0	0		
PARIS - VERSAILLES - CRETEIL	106	63	16	15	2

Résultats par profession

Profession	Admissibilité			Admission	
	Inscrits	Présents	Admissibles	Présents	Admis
ELEVE.IUFM.DE 1ERE ANNEE	83	76	36	35	19
ETUDIANT HORS IUFM	128	100	17	16	3
PROFESSIONS LIBERALES	4	1	0		
CADRES SECT PRIVE CONV COLLECT	6	3	0		
SALARIES SECTEUR TERTIAIRE	8	2	1	1	0
SALARIES SECTEUR INDUSTRIEL	2	1	0		
SANS EMPLOI	60	33	3	3	0
AIDES EDUCATEURS 1ER DEGRE	1	1	0		
AIDES EDUCATEURS 2ND DEGRE	1	1	0		
FORMATEURS DANS SECTEUR PRIVE	7	3	1	1	0
PERS ADM ET TECH MEN	2	2	0		
ENSEIGNANT DU SUPERIEUR	4	1	0		
AG NON TITULAIRE FONCT PUBLIQ	2	1	0		
MILITAIRE	1	0	0		
PERS ENSEIG NON TIT FONCT PUB	7	5	0		
ENSEIG NON TIT ETAB SCOL.ETR	1	1	0		
AG NON TIT FONCT TERRITORIALE	4	3	0		
PERS FONCTION PUBLIQUE	2	2	0		
AG NON TIT FONCT HOSPITAL	1	0	0		
MAIT.OU DOCUMENT.AGREE REM MA	15	11	1	1	0
MAITRE OU DOCUMENT. DELEGUE	24	10	3	3	1
CONT ET AGREE REM INSTITUTEUR	1	0	0		
CERTIFIE	2	1	0		
ADJOINT D'ENSEIGNEMENT	3	1	0		
STAGIAIRE IUFM 2E DEGRE COL/LY	1	0	0		
STAGIAIRE SITUATION 2E DEGRE	3	1	0		
INSTITUTEUR SUPPLEANT	6	1	0		
PROFESSEUR ECOLES	3	0	0		

VACATAIRE DU 2ND DEGRE	50	34	8	8	4
VACATAIRE APPRENTISSAGE (CFA)	1	1	0		
MAITRE AUXILIAIRE	237	171	25	22	3
CONTRACTUEL 2ND DEGRE	40	26	5	5	0
MAITRE D'INTERNAT	1	1	1	1	0
ASSISTANT D'EDUCATION	19	11	1	1	0
SURVEILLANT D'EXTERNAT	2	2	0		
CONTRACT ENSEIGNANT SUPERIEUR	1	1	0		

Résultats par année de naissance

Année de naissance	Admissibilité			Admission	
	Inscrits	Présents	Admissibles	Présents	Admis
1949	1	0	0		
1952	1	0	0		
1955	1	0	0		
1956	2	0	0		
1958	1	0	0		
1959	3	1	0		
1960	2	2	0		
1961	2	1	0		
1962	6	3	1	1	1
1963	8	4	0		
1964	6	1	0		
1965	8	2	0		
1966	6	3	0		
1967	2	1	0		
1968	10	4	0		
1969	12	7	1	1	1
1970	10	3	0		
1971	13	7	2	2	0
1972	21	13	0		
1973	25	11	2	1	0
1974	36	20	4	4	0
1975	28	14	0		
1976	32	21	4	4	0
1977	45	30	6	6	0
1978	46	28	4	4	3
1979	56	39	9	8	1
1980	59	43	3	3	0
1981	49	39	9	9	3
1982	59	47	11	10	3
1983	56	45	12	12	2
1984	57	50	17	15	6
1985	42	42	14	14	8
1986	25	24	3	3	2
1987	1	1	0		
1988	1	1	0		
1989	1	1	0		

Résultats par diplôme

Diplômes	Admissibilité			Admission	
	Inscrits	Présents	Admissibles	Présents	Admis
DIP POSTSECONDAIRE 5 ANS OU +	119	73	11	10	3
DIPLOME D'INGENIEUR	32	14	4	4	1
DIPLOME GRANDE ECOLE	2	0	0		
DISP.TITRE 3 ENFANTS (MERE)	1	1	0		
DISP.TITRE 3 ENFANTS (PERE)	1	0	0		
LICENCE	142	112	10	9	1
MAITRISE	424	301	76	73	25
TITRE HOMOLOGUE NIVEAU I OU II	5	3	1	1	0
DIPLOME POSTSECONDAIRE 3 ANS	3	1	0		
DIPLOME POSTSECONDAIRE 4 ANS	4	3	0		

Résultats par sexe

Sexe	Admissibilité			Admission	
	Inscrits	Présents	Admissibles	Présents	Admis
HOMME	205	141	36	34	10
FEMME	528	367	66	63	20

7.6 Programme de la session 2009

*P*ROGRAMMES

Le **B.O.**
N°4
29 MAI
2008
SPÉCIAL

101

Sciences de la vie et de la terre

Le programme de la session 2008, publié au B.O. spécial n° 3 du 17 mai 2007 est **reconduit** pour la session 2009.

CONCOURS EXTERNES DU CAPES, DU CAPEPS ET CAFEP CORRESPONDANTS - SESSION 2008

Note du 27-4-2007
NOR : MENH0701093X
RLR : 822-3
MEN - DGRH D1

■ Les programmes ci-après concernent les épreuves d'admissibilité et d'admission.

SOMMAIRE

- | | |
|---|-------------------------------------|
| - Allemand | - Italien |
| - Anglais | - Langue corse |
| - Arabe | - Lettres classiques |
| - Arts plastiques | - Lettres modernes |
| - Basque | - Mathématiques |
| - Breton | - Occitan-langue d'oc |
| - Catalan | - Philosophie |
| - Chinois | - Physique et chimie |
| - Créole | - Portugais |
| - Documentation | - Russe |
| - Éducation musicale
et chant choral | - Sciences de la vie et de la Terre |
| - Espagnol | - Sciences économiques et sociales |
| - Histoire géographie | - Tahitien |
| | - CAPEPS |

Sciences de la vie et de la Terre

Préambule

Le programme du CAPES de sciences de la vie et de la Terre (SVT) précise les domaines sur lesquels portent les épreuves écrites et orales. Le concours sélectionne en priorité les candidats qui ont acquis les connaissances de base concernant les différents thèmes de l'enseignement de SVT.

Les capacités attendues chez les candidats sont de :

- savoir mettre en œuvre et maîtriser des raisonnements scientifiques, sur le terrain comme au laboratoire ;
- savoir observer et analyser des objets et des phénomènes dans une démarche naturaliste ;
- s'adapter à l'évolution des connaissances.

En outre, la maîtrise du programme nécessite de connaître :

- les notions de physique et de chimie (thermodynamique, notamment) nécessaires à la compréhension des phénomènes biologiques et géologiques ;
- les méthodes usuelles de calcul et de représentation des résultats ;
- les utilisations des outils informatiques, dans les situations où ils sont employés dans l'enseignement des SVT.

En revanche, hormis des notions élémentaires de statistique, aucun développement mathématique n'est exigé.

Sciences de la vie

Doivent être connus :

- les principes des techniques communément utilisées dans les laboratoires de biologie ;
- les connaissances systématiques de base pour illustrer la biodiversité ;
- des notions élémentaires d'histoire des sciences de la vie ;
- des notions relatives à la santé et à l'environnement vers un développement durable en prévision de l'éducation à la santé et à la citoyenneté.

Le programme de sciences de la vie est articulé en sept thèmes généraux.

THÈMES GÉNÉRAUX	NOTIONS, PRÉCISIONS, EXEMPLES ET LIMITES
1 - Structure du vivant 1.1 Constituants chimiques fondamentaux du vivant. 1.2 Organisation des cellules eucaryote et procaryote. Notion d'unicellulaire. 1.3 Notion de virus. 1.4 Organisation supra-cellulaire du vivant. 1.5 Plans d'organisation des principaux taxons.	Ces constituants, organiques et minéraux, seront étudiés en relation avec leurs fonctions biologiques. La cellule animale, la cellule végétale, la cellule eubactérienne et un Eucaryote unicellulaire au choix, exemples choisis en fonction de leur utilité pour d'autres points du programme. Le virus du SIDA ; un bactériophage. Notions de tissu et d'organe à partir d'exemples pris chez les Mammifères et les Spermatophytes. Un exemple de biofilm. Uniquement sur les exemples utiles aux autres points du programme (notamment 5.3 et 6.1).
2 - Information génétique 2.1 L'ADN, support de l'information génétique. 2.2 Expression de l'information génétique et son contrôle. 2.3 Transmission et recombinaison de l'information génétique ; génétique formelle et génétique moléculaire.	Supports moléculaire et cellulaire de l'information génétique. Le gène, unité d'information. Génomes des Eucaryotes et des Eubactéries ; cas des génomes cytoplasmiques eucaryotes (voir 6.1). Conservation de l'information génétique lors de la réplication ; mutation (déletion, dimérisation de thymines, désamination et dépurination spontanées, voir 6.2) ; réparation. Mécanismes fondamentaux de la transcription et de la traduction chez les Eubactéries (<i>Escherichia coli</i>). Particularités de l'expression génétique eucaryote : maturation des ARNm, modifications post-traductionnelles et adressage protéique. Contrôle de l'expression génétique : exemple de l'opéron lactose chez les Eubactéries (<i>Escherichia coli</i>) ; facteurs de transcription, hétérochromatinisation et euchromatinisation chez les Eucaryotes.. Transmission verticale à la mitose et recombinaison à la méiose (voir 5.3). Transmission horizontale chez les Eubactéries : conjugaison, transformation et transduction (seul le mécanisme moléculaire de conjugaison est exigible).

THÈMES GÉNÉRAUX	NOTIONS, PRÉCISIONS, EXEMPLES ET LIMITES
2.4 Technologies de l'ADN recombinant.	Principes généraux de la transgénèse additionnelle et de la recombinaison homologue ; applications chez les Mammifères ; un exemple de transgénèse végétale : la transformation par <i>Agrobacterium. Escherichia coli</i> comme outil de clonage moléculaire. Principe de l'inactivation (knock-out) d'un gène.
<p>3 - Métabolismes et fonction de nutrition</p> <p>3.1 Conversions énergétiques ; notion de couplage.</p> <p>3.2 Fonctions de nutrition (voir 7.4) : on s'intéresse exclusivement aux métabolismes de l'azote et du carbone.</p> <p>3.3 Réserves.</p> <p>3.4 Milieu intérieur et échanges avec le milieu extérieur.</p>	<p>Photosynthèse (voir 3.2). Respiration cellulaire et son contrôle. Fermentations éthanolique (cas des Levures) et lactique (myocyte squelettique des Mammifères). Utilisation de l'ATP dans la cellule musculaire (voir 4.2) ; thermogénèse chez les animaux (voir 3.4). Autotrophie au carbone-photolithotrophie des plantes : la photosynthèse oxygénique ; métabolismes en C₃, en C₄ et CAM, photorespiration ; chimolithotrophie bactérienne : la nitrification. Autotrophie des plantes à l'azote ; de l'absorption à l'assimilation de l'azote minéral ; fixation du diazote : cas de <i>Rhizobium</i> et des Cyanobactéries. Besoins nutritifs : - exemple d'une plante, importance des facteurs édaphiques (voir 7.1 et 7.5 ; dose utile, carence, excès, antagonisme, notion de facteur limitant) et des symbioses racinaires (voir 7.3) ; - exemple de l'Homme : besoins, rations et équilibres alimentaires. Prise alimentaire, digestion et absorption chez les Mammifères. Organisations structurale et fonctionnelle des appareils digestifs des Mammifères. Structures et fonctions des pièces buccales des Insectes selon les régimes alimentaires. Un exemple d'organisme filtreur. La fonction respiratoire selon les milieux (un exemple de respiration branchiale, un exemple de respiration pulmonaire, un exemple de respiration trachéenne chez les Insectes). Excrétion azotée en relation avec le milieu de vie (voir osmorégulation au point 3.4). Les réserves énergétiques chez les Mammifères. Les réserves glucidiques chez les Angiospermes (voir 5.3). Chez l'Homme : compartiments liquidiens, circulation sanguine et son contrôle, transport des gaz, constance du milieu intérieur (glycémie, pression artérielle). Équilibre hydrominéral selon les milieux (un exemple marin, un exemple dulçaquicole, un exemple aérien). Endo- et ecto-thermie chez les Vertébrés. Flux hydrique dans la plante (voir 7.1), circulation des sèves, notion de potentiel hydrique. Échanges gazeux (voir 1.4) : supports anatomiques, modalités et contrôle.</p>
4 - Fonctions de relation 4.1 Communications dans l'organisme.	<p>Communications nerveuse et hormonale chez l'Homme ; communication dans la réponse immunitaire (voir 4.3) et le développement embryonnaire (voir 5.4.). Les phytohormones : les actions des principales phytohormones ne seront étudiées qu'en appui d'autres points du programme (voir 3.3, 3.4, 4.2, 4.3, 5.2, 5.3 et 5.4).</p>

THÈMES GÉNÉRAUX	NOTIONS, PRÉCISIONS, EXEMPLES ET LIMITES
<p>4.2 Réception des signaux de l'environnement et intégration de l'information.</p> <p>4.3 Défenses de l'organisme.</p>	<p>Les fonctions sensorielles limitées aux cas de la vision et de la somesthésie. Mouvements réflexes, mouvements volontaires. La photoperception chez les plantes : la lumière comme signal, dans le déterminisme de la floraison (voir 5.4), l'abscission foliaire, le phototropisme et le fonctionnement stomatique. Notion de photorécepteur, principe de fonctionnement des phytochromes. Les exemples procaryotes sont hors-programme.</p> <p>Réponse immunitaire (voir 4.1 et 7.3) : immunité innée et acquise, cellulaire et humorale ; coopérations cellulaires ; immunodéficiences (voir 1.3) et immunothérapie chez l'Homme.</p> <p>Défenses des plantes vis à vis des pathogènes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - défenses constitutives, - défenses induites : mécanismes de l'hypersensibilité et de la résistance systémique acquise, - susceptibilité et modalités de l'infection chez les plantes.
<p>5 - Reproduction et développement</p> <p>5.1 Renouveau et mort cellulaire (voir 2.3)</p> <p>5.2 Reproduction asexuée.</p> <p>5.3 Reproduction sexuée (voir 6.2).</p> <p>5.4 Croissance et développement et leur contrôle.</p>	<p>Cycle cellulaire et son déterminisme moléculaire chez les Eucaryotes. Cellules souches animales et cellules méristématiques. Mort cellulaire et apoptose (modalités et rôles biologiques). Modalités et conséquences biologiques, à partir d'exemples végétaux et animaux. Parthénogenèse pro parte. Totipotence cellulaire et nucléaire, clonage. La culture in vitro, bases biologiques et intérêts (voir 4.1).</p> <p>La diversité des cycles biologiques des végétaux et des champignons sera étudiée à partir des organismes suivants : Ulve, Fucus, algue rouge trigénétique, Plasmopora, Coprin, Levure, Puccinia graminis, Polytric, Polypode, Pin et une Angiosperme. Diversité des modalités de la fécondation à partir des exemples ci-dessus. Modalités de la pollinisation (voir 5.4), incompatibilités pollen-pistil (modèle Brassica uniquement).</p> <p>Déterminisme et différenciation du sexe, lignée germinale, gamétogenèse et fécondation dans l'espèce humaine (voir 2.3). Anisotropie de l'œuf et contribution maternelle chez les Métazoaires.</p> <p>Contrôle (neuro-)endocrinien des cycles de reproduction, de la gestation, de la parturition et de la lactation des Mammifères. Maîtrise de la reproduction humaine.</p> <p>Parthénogenèse pro parte.</p> <p>Les méristèmes primaires et secondaires des Angiospermes : fonctionnement et contrôle (voir 4.1 et 4.2). Edification du système végétatif à partir des exemples du 5.3.</p> <p>Déterminisme de la floraison, édification et structure de la fleur, formation de la graine et du fruit, maturation, vie ralentie, dormance, germination des graines et son contrôle.</p> <p>Les mécanismes fondamentaux du développement embryonnaire animal. La connaissance des étapes du développement embryonnaire n'est exigée que pour illustrer les points suivants à partir d'organismes modèles appropriés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Viviparité et oviparité, lécitotrophie et maternotrophie, annexes embryonnaires. - Axes de polarité, induction, identité positionnelle, détermination et diversification des types cellulaires. - Processus morphogénétiques ; organogenèse du système nerveux et des membres. (Voir 4.1 et 6.1). Croissance et développement post-embryonnaire des Insectes et des Amphibiens (y compris le contrôle).

THÈMES GÉNÉRAUX	NOTIONS, PRÉCISIONS, EXEMPLES ET LIMITES
<p>6 - Evolution et diversité du vivant</p> <p>6.1 Diversité du vivant en liaison avec son évolution (organismes actuels et fossiles).</p> <p>6.2 Génétique des populations et mécanismes de l'évolution.</p>	<p>Cette partie est associée au programme de sciences de la Terre, où sont abordées : les grandes étapes de la diversification de la vie, les corrélations avec les changements d'environnement, les radiations, les extinctions et la notion de crise biologique (voir 7.5 sciences de la vie et 11.3 sciences de la Terre).</p> <p>Le passage de la classification phénétique à la classification phylogénétique (présentation du principe d'élaboration seulement) ; notions d'homologie et d'homoplasie (convergence et réversion). Présentation des 3 domaines du vivant (Archées, Eubactéries, Eucaryotes) ; les endosymbioses plastidiales des Eucaryotes végétaux (voir 2.1).</p> <p>Phylogénie des Métazoaires : diversité des plans d'organisation des organismes actuels et fossiles en lien avec les mécanismes du développement et des gènes homéotiques (voir 5.4).</p> <p>Phylogénie des Embryophytes et conquête du milieu aérien (voir 5.3 sciences de la vie et 11.3 sciences de la Terre).</p> <p>Organisation et polyphylétisme des algues et des champignons (Eumycètes et Oomycètes), à l'aide des exemples du 5.3.</p> <p>Le gène, unité de sélection (gène égoïste). Loi de Hardy-Weinberg ; le polymorphisme et son maintien (mutation, sélection, adaptation, dérive, migration) ; le brassage sexuel (auto- et allo-gamie, voir 5.3).</p> <p>Notion d'espèce et spéciation.</p> <p>Les relations interspécifiques comme facteur d'évolution : le modèle de la Reine Rouge (voir 7.3) ; la coopération intraspécifique (évolution de la pluricellularité ; socialité chez les animaux).</p>
<p>7 - Ecologie</p> <p>7.1 Répartition des êtres vivants et facteurs écologiques.</p> <p>7.2 Ecosystèmes.</p> <p>7.3 Populations et communautés.</p>	<p>Facteurs de répartition des végétaux.</p> <p>Adaptations des végétaux aux contraintes abiotiques : exemples des milieux secs, des milieux salés (zone intertidale) et des milieux froids.</p> <p>Dynamique de la végétation : dunes, dynamique forestière (successions primaires et secondaires).</p> <p>Notion d'écosystème : biotope et biocénose, réseaux trophiques, flux d'énergie et cycles de la matière. Notion de niche écologique. Exemples d'écosystèmes : un écosystème forestier et un agrosystème (leurs sols compris-voir 3.2 et 7.5 -) ; un écosystème aquatique au choix.</p> <p>Relations interspécifiques (voir 6.2) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - prédation, y compris l'herbivorie - compétition - associations symbiotiques et mutualismes : coraux (sclérentiniaux), mycorhizes, nodosités, lichens, plastes (voir 2.1 et 6.1) - relations hôtes-parasites : Plasmodium, Schistosomes, Cestodes, cas des virus (exemples du 1.3) - les parasites des plantes : un exemple de champignon nécrotrophe, de champignon biotrophe, de plante hémiparasite et d'holoparasite (voir 4.3). <p>Dynamique des populations (croissance logistique, modèle de Lotka et Volterra, extinction des populations : processus naturels et d'origine anthropique, voir 7.5).</p>

THÈMES GÉNÉRAUX	NOTIONS, PRÉCISIONS, EXEMPLES ET LIMITES
7.4 Cycles de la matière et flux d'énergie, à l'échelle de la biosphère. 7.5 Impact des activités humaines sur les écosystèmes.	Participation des êtres vivants aux cycles biogéochimiques de l'azote et du carbone (voir 3.1, 3.2 sciences de la vie et 11.4 sciences de la Terre). Eutrophisation des eaux continentales en liaison avec les activités agricoles (voir 3.2). Un exemple de modification de l'atmosphère : augmentation de l'effet de serre. L'Homme et la biodiversité (voir 6.2 sciences de la vie et 11.3 sciences de la Terre).

Sciences de la Terre

Le programme de sciences de la Terre implique de connaître et de savoir mettre en pratique les méthodes ou techniques utilisées dans les différents domaines de la discipline.

En particulier :

- l'identification macroscopique et microscopique des principaux minéraux, roches et fossiles ;
- la lecture de cartes géologiques à différentes échelles, notamment la carte géologique de la France au 1/1 000 000 (édition actuelle), et la réalisation de schémas structuraux et de coupes à main levée ;
- l'exploitation des imageries géophysiques de la Terre ;
- l'utilisation d'analyses géochimiques : éléments majeurs, traces, isotopes ;
- l'analyse de documents satellitaires et de

photographies au sol ou aériennes.

Sont également requises :

- la connaissance des ordres de grandeur : des paramètres physiques, de la vitesse et de la durée des phénomènes géologiques, des dimensions des principaux objets géologiques ;
- la connaissance des grandes structures géologiques et des principaux contextes géodynamiques : rifts continentaux, marges passives, dorsales océaniques, bassins sédimentaires, failles transformantes et décrochements, zones de subduction océanique et de collision continentale, points chauds ;
- la connaissance des grands traits de la géologie de la France métropolitaine, des régions limitrophes et de la France d'outre-mer ; les recours aux exemples français seront privilégiés pour illustrer les compositions d'écrit et les leçons orales.

NOTIONS-CONTENUS	PRÉCISIONS-LIMITES
1 - La Terre dans le système solaire. 1.1 Le fonctionnement du Soleil. 1.2 Les différents types de corps du système solaire : planètes telluriques et non telluriques, astéroïdes, comètes, météorites. 1.3 La spécificité de la Terre.	Seule une connaissance des grandes caractéristiques du système solaire est attendue. Bien que le programme soit limité à la connaissance du système solaire, des bases concernant la nucléosynthèse sont attendues.
2 - La structure interne de la Terre 2.1 La masse de la Terre. 2.2 La nature et les propriétés physico-chimiques des constituants (roches et minéraux) des enveloppes terrestres internes. 2.3 Les météorites et la différenciation chimique de la Terre. 2.4 Le modèle radial de la Terre.	La masse de la Terre est présentée comme une donnée utile à la connaissance de la structure interne de la Terre. À partir des études sismiques, pétrographiques et expérimentales.

NOTIONS-CONTENUS	PRÉCISIONS-LIMITES
3 - La géodynamique interne du globe terrestre. 3.1 Le flux de chaleur à la surface du globe, conduction et advection de la chaleur, convection. 3.2 La dynamique mantellique : - Tomographie sismique et hétérogénéités du manteau. - Modèles de convection, panaches. 3.3 La dynamique du noyau et le champ magnétique.	On se limite à la composante dipolaire du champ magnétique.
4 - La mobilité de la lithosphère 4.1 La forme et le relief de la Terre : morphologie des terres émergées et des fonds océaniques. 4.2 Le géoïde. Le champ de gravité et les anomalies gravimétriques. 4.3 Les lithosphères océanique et continentale. 4.4 Les mobilités horizontale et verticale de la lithosphère. - Cinématique instantanée : failles actives, séismes, géodésie terrestre et satellitaire. - Cinématique ancienne : paléomagnétisme et anomalies magnétiques. - Rééquilibrage isostasique. - Tectonique des plaques. - Principaux contextes géodynamiques.	Le principe des techniques de positionnement par satellite est connu.
5 - Les transformations structurales et minéralogiques de la lithosphère 5.1 La rhéologie de la lithosphère : - Contrainte et déformation ; comportements fragile et ductile. Sismogenèse. - Changements des propriétés mécaniques des roches. - Déformations, de la lithosphère au cristal. Plis et failles. Schistosité et foliation. Linéations. 5.2 Les transformations minéralogiques : - Réactions univariantes du métamorphisme et minéraux index ; paragenèses minérales et importance des matériaux originels dans la diversité des roches métamorphiques. - Variations dans le temps des assemblages minéralogiques présents dans une roche : chemin PTt. 5.3 Les transformations structurales et minéralogiques dans leurs contextes géodynamiques.	La diversité d'échelle. Une nomenclature exhaustive n'est pas attendue.
6 - Le magmatisme dans son contexte géodynamique 6.1 Les processus fondamentaux du magmatisme : - Fusion partielle. - Extraction et ascension du magma. - Différenciation magmatique et cristallisation. - Contamination. 6.2 Le plutonisme et le volcanisme.	À l'aide d'un petit nombre d'exemples, il s'agit : - de discuter la nature des différentes roches susceptibles de subir une fusion partielle (péridotites mantelliques ou roches de la croûte continentale) ainsi que les conditions permettant cette fusion dans les différents contextes géodynamiques ; - de présenter les significations géodynamiques du magmatisme tholéitique, du magmatisme calco-alcalin, du magmatisme alcalin et du magmatisme alumineux.

NOTIONS-CONTENUS	PRÉCISIONS-LIMITES
<p>7 - Les chaînes de montagnes</p> <p>7.1 Les Alpes occidentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indices de raccourcissement et d'épaississement (chevauchements et décrochements). - Métamorphisme et magmatisme. - Enregistrements sédimentaires. - Témoins de paléomarge passive. - Ophiolites. <p>7.2 La chaîne varisque en France et pays limitrophes.</p> <p>7.3 Les autres exemples français.</p>	<p>L'ensemble des informations doit permettre d'établir les grandes étapes de l'histoire géodynamique de la chaîne.</p> <p>Seuls les exemples des Alpes occidentales et de la chaîne varisque sont exigibles aux épreuves écrites.</p> <p>On replace les histoires varisque et alpine dans le cadre de l'édification et de la dislocation d'un méga-continent : la Pangée.</p> <p>On évoque les conséquences climatiques et biologiques (liens avec les paragraphes 11.2 et 11.3).</p> <p>Les autres exemples français ne sont exigibles qu'à l'oral.</p>
<p>8 - La géodynamique externe</p> <p>8.1 Les caractéristiques et les propriétés physico-chimiques des enveloppes externes (atmosphère et hydrosphère).</p> <p>8.2 La distribution de l'énergie solaire dans l'atmosphère et à la surface de la Terre.</p> <p>8.3 Les circulations atmosphériques et océaniques et leur couplage.</p> <p>8.4 Le cycle externe de l'eau.</p> <p>8.5. Les zonations climatiques.</p> <p>Les interactions biosphère / atmosphère.</p>	<p>Bilan radiatif et effet de serre.</p> <p>Les zonations biogéographiques figurent au programme de sciences de la vie (7.1.).</p>
<p>9 - Le phénomène sédimentaire</p> <p>9.1 L'altération et l'érosion en domaine continental : désagrégation mécanique ; altération chimique. Formations résiduelles.</p> <p>9.2 Le transport et le dépôt des particules en suspension et des ions en relation avec le milieu de dépôt.</p> <p>9.3 La diagenèse.</p> <p>9.4 Les bassins sédimentaires dans leur contexte géodynamique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grands types de bassins sédimentaires. - Flux sédimentaire et espace disponible. - Causes des variations de l'espace disponible (eustatisme, tectonique). Conséquences sur la géométrie des corps sédimentaires et évolution spatio-temporelle. 	<p>Les deux exemples traités sont les granites et les roches carbonatées. Seule est attendue la connaissance des minéraux néoformés suivants : illite, smectite, kaolinite, oxyhydroxydes de fer et d'aluminium.</p> <p>Les aspects quantitatifs de l'ensemble des phénomènes étudiés sont abordés.</p> <p>La diagenèse est traitée à partir de trois exemples : formation des grès, formation des roches carbonatées et transformations de la matière organique. La pédogenèse est traitée dans la partie 7 du programme de sciences de la vie ; aucune notion supplémentaire ne figure au programme de sciences de la Terre.</p> <p>On distingue trois types de disposition géométrique : progradation, aggradation, rétrogradation.</p>

NOTIONS-CONTENUS	PRÉCISIONS-LIMITES
<p>10 - L'enregistrement du temps en sciences de la Terre</p> <p>10.1 La chronologie relative, continuité / discontinuité :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bases stratigraphiques et sédimentologiques de la chronologie relative. - Principes de la biostratigraphie. Notion de taxon, de biozone, de stratotype. - Sismostratigraphie et les principes de la stratigraphie séquentielle. - Magnétostratigraphie. <p>10.2 La radiochronologie : les géochronomètres et leurs domaines d'application.</p> <p>10.3 L'échelle des temps géologiques et ses principales divisions.</p>	<p>Quelques exemples français sont connus.</p> <p>On se limite au ¹⁴C et au couple Rb-Sr.</p> <p>La succession et la durée des ères et des systèmes sont connues, mais la connaissance exhaustive des étages n'est pas requise.</p>
<p>11 - Quelques aspects de l'évolution de la Terre</p> <p>11.1 L'évolution de la composition chimique de l'atmosphère.</p> <p>11.2 L'évolution des climats :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enregistrement des variations climatiques au Quaternaire, par les dépôts marins, lacustres et glaciaires. - Enregistrements des changements climatiques aux plus grandes échelles de temps. <p>11.3 L'origine et l'évolution de la vie.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grandes étapes de la diversification de la vie, corrélations avec les changements d'environnement, radiations, extinctions. Notion de crise biologique. - Apports de la paléontologie à l'analyse des modalités et mécanismes de l'évolution biologique. <p>11.4 Le cycle géochimique du carbone :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Détermination des principaux réservoirs et des flux qui les relient. - Aspects qualitatifs et quantitatifs. 	<p>Une discussion des principaux mécanismes à l'origine des changements climatiques est attendue :</p> <ul style="list-style-type: none"> - variations des paramètres orbitaux de la Terre ; - variations de l'albédo ; - variations de la teneur des gaz à effet de serre. <p>Les enregistrements géologiques des variations des réservoirs de carbone à partir du Mésozoïque sont interprétés. On discute les perspectives face à l'augmentation du CO₂ atmosphérique.</p> <p>Cette partie est associée au programme de sciences de la vie, où sont abordés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les systèmes de classification phénétiques et phylogénétiques, ainsi que les notions d'homologie et d'homoplasie ; - les mécanismes de l'évolution ; - les facteurs biotiques de l'évolution. <p>On s'attache essentiellement à montrer les grandes étapes de l'évolution biologique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'apparition des premiers systèmes vivants ; - l'apparition des cellules eucaryotes ; - l'apparition des organismes pluricellulaires ; - la sortie de l'eau ; - l'apparition des Hominidés. <p>Les aspects spécifiquement biologiques du cycle du carbone figurent au paragraphe 7.4. du programme de sciences de la vie.</p>

NOTIONS-CONTENUS	PRÉCISIONS-LIMITES
12 - Les applications des sciences de la Terre 12.1 Les ressources minérales et énergétiques dans leur cadre géologique. 12.2 Matériaux de construction. 12.3 Les eaux continentales de surface et souterraines : - Notion d'aquifère. L'exploitation, la protection et la gestion des ressources en eau. 12.4 L'analyse, la prévision et la prévention des aléas et risques.	À partir d'un petit nombre d'exemples : bauxite, charbon et hydrocarbures, il s'agit de présenter les conditions de formation des concentrations d'intérêt économique. Risque sismique, risque de mouvement de terrain, risque volcanique et risque d'inondation.

Sciences économiques et sociales

Le programme publié au B.O. spécial n° 8 du 24 mai 2001, est **reconduit** pour la session 2008.

Tahitien

Le programme publié au B.O. n° 30 du 26 juillet 2001, est **reconduit** pour la session 2008.

CAPEPS

Le programme publié au B.O. spécial n° 5 du 19 mai 2005 est **reconduit** pour la session 2008.